

# FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Ambiental

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS FERTILIZANTES QUÍMICOS Y ABONOS ORGÁNICOS EN SUELOS AGRÍCOLAS CON CULTIVO DE PAPA – DISTRITO DE SOROCHUCO 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Autores:

Eliseo Rodríguez Briones  
Elio Rosmel Longa Narro

Asesor:

M. Cs. Sara Esther García Alva

Cajamarca - Perú

2021

## DEDICATORIA

A todos mis seres queridos por representar mi fuente de apoyo y de inspiración para superarme venciendo cualquier dificultad.

Eliseo Rodríguez Briones

A mis progenitores en señal de respeto y gratitud por haberme dado la vida y el aliento para crecer cada día más.

Elio Rosmel Longa Narro.

## AGRADECIMIENTO

Todos los productos humanos no pueden ser resultado de acciones individualizadas ni aisladas, ese es el caso del presente, que no se hubiera hecho realidad sin el apoyo directo o indirecto de muchos tutores a los que le expresamos nuestro profundo y sincero agradecimiento, así:

La UPN. Nuestra alma mater, forjadora de hombres ilustres en el crisol del conocimiento y la responsabilidad.

Los docentes: M. Cs. Juan Carlos Flores Cerna Y M. Cs. Marieta Eliana Cervantes Peralta fueron los que con sus enseñanzas iluminaron el sendero por el que anduvimos para alcanzar nuestras metas.

Nuestra asesora la M. Cs. Sara Esther García Alva quien nos apoyó decidida y desinteresadamente, sin su ayuda, no hubiese sido posible concluir con nuestro trabajo.

Nuestros compañeros, compartieron nuestras penas, tristezas, alegrías y logros enseñándonos que la amistad es muy valiosa y debe prevalecer siempre entre semejantes.

En fin, a todos los que nos apoyaron y alentaron en todos los momentos y circunstancias que nos sentimos desfallecer en el intento de superar las dificultades.

*Los autores*

## TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
INDICE DE FIGURAS.....	7
RESUMEN.....	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. Realidad problemática.....	10
1.2. Formulación del problema.....	20
1.3. Objetivos.....	21
1.3.1. Objetivo general.....	21
1.3.2. Objetivos específicos.....	21
1.4. Hipótesis.....	21
1.4.1. Hipótesis general.....	21
1.4.2. Hipótesis específica.....	22
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	23
2.1. Tipo de investigación.....	23
2.2. Población y muestra.....	23
2.2.1. Población.....	23
2.2.2. Muestra.....	23
2.3. Materiales, instrumentos, fertilizantes químicos, abonos orgánicos y métodos.....	23
2.3.1. Materiales.....	23

2.3.2. Instrumentos .....	24
2.3.3. Fertilizantes químicos.....	24
2.3.4. Abonos orgánicos.....	24
2.3.5. Métodos .....	24
2.3.6. Procedimiento.....	25
CAPÍTULO III. RESULTADOS .....	32
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	60
4.1 Discusión .....	61
4.2 Conclusiones.....	63
REFERENCIAS .....	65
ANEXOS .....	67

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resultados del uso de fertilizante y abonos en el cultivo de papa .....	32
Tabla 2: Análisis de varianza de nitrógeno .....	40
Tabla 3: Prueba anova entre resultados de nitrógeno en abonado de suelos .....	40
Tabla 4: Análisis de varianza de fósforo .....	43
Tabla 5: Prueba anova entre resultados de fósforo en la fertilización y abonado de suelos	43
Tabla 6: Análisis de varianza de potasio .....	46
Tabla 7: Prueba anova entre resultados de potasio en la fertilización y abonado de suelos	46
Tabla 8: Análisis de varianza de pH.....	49
Tabla 9: Prueba anova entre resultados de pH en la fertilización y abonado de suelos .....	49
Tabla 10: Análisis de varianza de densidad.....	52
Tabla 11: Prueba anova entre resultados de densidad en abonado de suelos .....	52
Tabla 12: Análisis de varianza de la capacidad de intercambio catiónico .....	55
Tabla 13: Prueba anova entre resultados de C:I:C en la fertilización y abonado de suelos	55
Tabla 14: Análisis de varianza de la materia orgánica .....	58
Tabla 15: Prueba anova entre resultados de materia orgánica en abonado de suelos .....	58

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de la zona de experimentación.....	26
Figura 2: Preparación de la tierra de cultivo.....	28
Figura 3: Unidades de análisis de suelo.....	28
Figura 4: Fertilización de unidades de análisis.....	30
Figura 5: Primer muestreo de suelo.....	31
Figura 6: Segundo muestreo de suelo.....	31
Figura 7: % de nitrógeno usando fertilizante químico y abono orgánico.....	33
Figura 8: mg/kg de fósforo usando fertilizante químico y abono orgánico.....	34
Figura 9: mg/kg de potasio usando fertilizante químico y abono orgánico.....	35
Figura 10: pH usando fertilizante químico y abono orgánico. ....	36
Figura 11: Densidad g/cm <sup>3</sup> usando fertilizante químico y abono orgánico. ....	37
Figura 12: C.I.C en el cultivo de papa usando fertilizante químico y abono orgánico. ....	38
Figura 13: Materia orgánica usando fertilizante químico y abono orgánico. ....	39
Figura 14: Gráfica de intervalos de nitrógeno. ....	41
Figura 15: Método Tukey para análisis de las medias de nitrógeno. ....	42
Figura 16: Gráfica de intervalos de fósforo.....	44
Figura 17: Método Tukey para análisis de las medias de fósforo. ....	45
Figura 18: Gráfica de intervalos de potasio.....	47
Figura 19: Método Tukey para análisis de las medias de potasio. ....	48
Figura 20: Gráfica de intervalos de pH. ....	50
Figura 21: Método Tukey para análisis de las medias de pH.....	51
Figura 22: Gráfica de intervalos de densidad. ....	53
Figura 23: Método Tukey para análisis de las medias de densidad.....	54
Figura 24: Grafica de intervalos de C.I.C.....	56

Figura 25: Método Tukey para análisis de las medias de C.I.C. ....	57
Figura 26: Gráfica de intervalos de materia orgánica. ....	59
Figura 27: Método Tukey para análisis de las medias de materia orgánica. ....	60
Figura 28: Cultivo de papa día uno – abonado y fertilización. ....	68
Figura 29: Cultivo de papa día 20, germinación con fertilizante químico ....	68
Figura 30: Cultivo de papa día 20, germinación con abono orgánico. ....	68
Figura 31: Cultivo de papa día 25. ....	68
Figura 32: Cultivo de papa día 35. ....	68
Figura 33: Cultivo de papa día 50. ....	68
Figura 34: Cultivo de papa día 60. ....	68
Figura 35: Cultivo de papa día 85. ....	68
Figura 36: Cosecha de papa, día 105. ....	68
Figura 37: Productos finales del cultivo de papa. ....	68

## RESUMEN

Actualmente una de las principales causas en la degradación del suelo es el uso indiscriminado de fertilizantes químicos, a su vez el uso de abonos orgánicos en los cultivos es de poca magnitud, existiendo un desconocimiento total de los niveles de contaminación o su correcto manejo ambiental en la producción de cultivos, es por ello que la presente investigación tiene como objetivo general evaluar el uso de fertilizantes químicos y abonos orgánicos frente a la contaminación de suelos en el cultivo de papa, buscando determinar la variación en los porcentajes de fósforo, nitrógeno y potasio en el suelo y la variación del pH, densidad, capacidad de intercambio catiónico y materia orgánica, para lo cual se utilizó un enfoque cuantitativo con finalidad aplicada, de diseño cuasi experimental, de carácter longitudinal, obteniéndose que al finalizar el cultivo de papa, el uso de fertilizantes químicos generó mayor impacto en suelos, produciendo infertilidad y acidez edáfica. Por otro lado, al evaluar el uso de fertilizantes químicos y abonos orgánicos es posible concluir que ambos fertilizantes pueden llegar a niveles altos de fósforo nitrógeno y potasio de 1.8%, 2.17% y 3.8% respectivamente utilizando fertilizantes químicos; 7.1%, 6.7% y 3.91 respectivamente, utilizando abonos orgánicos.

**Palabras clave:** Fertilizante, abono, cultivo, suelo.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática.

El suelo es un recurso finito, lo que significa que su pérdida y degradación no es recuperable en el transcurso de una vida humana. Los suelos afectan a los alimentos que comemos, al agua que bebemos, al aire que respiramos, a nuestra salud y la de todos los organismos del planeta. Sin suelos sanos no podríamos producir nuestros alimentos. De hecho, se calcula que el 95% de nuestros alimentos se producen directa o indirectamente en los suelos (Organización de las Naciones unidas para la alimentación y la Agricultura FAO, 2018).

Ambientalmente los suelos sanos son la clave para un futuro sostenible. Ayudan a mantener la producción de alimentos, a mitigar y adaptarse al cambio climático, filtrar el agua, mejorar la resiliencia ante inundaciones y sequías y mucho más. Sin embargo, una amenaza invisible está poniendo en peligro los suelos y todo lo que nos ofrecen.

La contaminación del suelo provoca una reacción en cadena. Altera la biodiversidad del suelo, reduciendo la materia orgánica que contiene y su capacidad para actuar como filtro. También se contamina el agua almacenada en el suelo y el agua subterránea, provocando un desequilibrio de sus nutrientes y degradación del suelo.

La degradación del suelo se define como un cambio en la salud del suelo, resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios según FAO (2018).

Actualmente una de las principales causas en la degradación del suelo es el uso de fertilizantes químicos de manera excesiva, y a su vez el uso de abonos orgánicos en los cultivos es de poca magnitud, existiendo un desconocimiento total de los niveles de contaminación o su correcto manejo ambiental en la producción de cultivos, convirtiéndose en uno de los principales problemas del deterioro del suelo; pues los

contaminan o simplemente no obtienen los resultados esperados (Fondo Para La Protección del Agua FONAG, 2010).

Es por ello que la presente investigación busca combatir la degradación ambiental de los suelos, mediante la conservación y buen manejo de abonos orgánicos y fertilizantes químicos, teniendo como objetivo evaluar la contaminación del suelo por el uso de abonos orgánicos y fertilizantes químicos en el cultivo de papa, teniendo como referencia autores locales, nacionales e internacionales que permitan comprender mejor el procedimiento que se llevará a cabo durante el cultivo de papa.

## **Antecedentes**

### **Internacional**

Hernández, et al. (2010). Realizó un estudio el cual lleva como título “Abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, Chihuahua – México”. Quien identifica algunos de los problemas más importantes que actualmente enfrenta la agricultura en general, como la erosión y la pérdida de fertilidad de los suelos. Tradicionalmente, residuos orgánicos han sido incorporados a suelos agrícolas para aumentar el contenido de materia orgánica y como fuente de nitrógeno para los cultivos. Sin embargo, frecuentemente esta aplicación no es realizada en forma adecuada, atendiendo a las características del suelo y al estado de descomposición de los residuos orgánicos, lo que puede provocar una serie de daños en la salud del ecosistema, como la salinización de los suelos, la lixiviación de sustancias fitotóxicas y el escurrimiento de nitratos y fosfatos a mantos acuíferos y a cuerpos de agua superficiales. Una alternativa para la producción de materiales de interés agrícola de comercialización viable: la composta y la vermicomposta, productos estables que pueden tener diversas aplicaciones de interés agrícola como abonos, enmiendas y

sustratos orgánicos. La incorporación de dichos abonos es una práctica que está cobrando cada vez más importancia por sus comprobados efectos benéficos en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos agrícolas.

Yepis, et al. (2012). En su investigación titulada “La contaminación ambiental por el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados en el cultivo del tomate” realizada en la ECV Manacas, municipio de Santo Domingo, provincia de Villa Clara, se buscó determinar el nivel óptimo para el N, se estudió su dinámica aplicada como fertilizante en diferentes dosis comprendidas entre 0-240 kg N/ha durante 8 semanas en pequeñas parcelas dedicadas al cultivo por trasplante del tomate variedad Rossol. Se apreció un notable aumento de este elemento en el suelo sobre el testigo, Cuando las dosis son excesivas, como las de 180 kg N/ha aparece una acumulación de nitratos de 10 mg de  $\text{NO}_3/100\text{g}$ , lo que podría ser alarmante. Por ello se procedió a recopilar los datos del contenido de  $\text{NO}_3$  presentes en las aguas de pozos de abasto de la zona de un periodo de 10 años. En el 60 % de los casos las máximas se igualaron o superaron los 50 mg  $\text{NO}_3/\text{L}$  contenido máximo admisible según la OMS para las aguas de consumo humano.

### **Nacional.**

Colachagua (2011). Realizó un estudio acerca de los Fertilizantes orgánicos e inorgánicos en la producción de papa (*Solanum tuberosum L.*) var. Canchán, en las localidades de Hualahoyo y El Mantaro. El cual se llevó a cabo durante la campaña agrícola del 2008-2009. El experimento se realizó en las localidades de Hualahoyo (Huancayo) y El Mantaro (Jauja). Los objetivos fueron: Evaluar el efecto de tres fertilizantes orgánicos en el rendimiento del cultivo de papa, en Hualahoyo y El Mantaro; Evaluar el efecto de las tres fuentes orgánicas en las propiedades físico - química en el suelo. Se empleó el diseño de bloques completamente randomizado en

ambas localidades. Los resultados fueron: La altura de planta, en El Mantaro sobresale fertilizante químico con promedio de 46,28 cm y para Hualahoyo sobresale el abono de cuy con de 42,22cm. El número de tubérculos/planta para Hualahoyo tuvo un promedio de 8,31 y en El Mantaro 7,85 tubérculos; sobresalió el abono de cuy con promedio de 9,17 tubérculos. Para las interacciones sobresalen abono de cuy – El Mantaro y fertilizante químico - Hualahoyo con promedios de 10,27 y 10,03 tubérculos, respectivamente. El peso de tubérculos/planta tuvieron promedios de 0,545 (El Mantaro) y 0,418 (Hualahoyo) kg/planta respectivamente, sobresalió el abono de cuy, con promedio de 0,609 kg/planta. En las interacciones presento mayor peso el abono de cuy - El Mantaro con promedio de 0,668 kg/planta.

Cárdenas (2010). En su investigación titulada “Evaluación de la influencia del abono orgánico en la recuperación de suelos degradados mediante la instalación de *Cymbopogon winterianus* (*Citronella*) en la localidad de Supte San Jorge – Tingo María” tuvo como principal objetivo recuperar el suelo degradado mediante la aplicación de estiércol ovino y la instalación de *Cymbopogon winterianus* (*Citronella*), evaluando la influencia de tres dosis de abono orgánico (estiércol ovino), juntamente con la instalación de la especie vegetal ya mencionada sobre el suelo, para esto se realizó el análisis del suelo antes y después de la aplicación del abono orgánico en un área total de experimento de 240 m<sup>2</sup>, teniendo como resultados de los tratamientos, estadísticamente no tuvieron diferencia significativa, aceptando la hipótesis nula, refiriendo: no hay respuesta por parte del *Cymbopogon winterianus* (*Citronella*) a la aplicación de abonos orgánicos. Se tuvo cierta diferencia numéricamente con todas las variables analizadas del suelo y de la planta, los mejores resultados que se obtuvieron con el T2 (parcela), en el cual se aplicó una dosis de 36 kg. De estiércol ovino/ Parcela, donde se obtuvo mejoramiento de la textura del suelo Arcillosa paso a franco arcillosa,

el PH aumento 2.1, pasando a ser de suelo extremadamente ácido a débilmente ácido, en cuanto a los parámetros químicos se produce cambios reduciendo el contenido de Al, H, ClCe se incrementó el porcentaje de materia orgánica hasta un 2.8%, nitrógeno en un 0.13%, incrementando también la disponibilidad de P Y K<sub>2</sub>O, por lo tanto se obtuvo mayor crecimiento en altura, número de macollos y biomasa, con respecto a los demás tratamientos, lo cual generaría un mayor ingreso económico para los agricultores.

### **Local**

Acosta (2014). Influencia de diferentes dosis de abonos orgánicos en el rendimiento de *Caesalpinia Spinosa* (Molina) *Kuntze* en la provincia San Marcos, región Cajamarca. Tiene como objetivos determinar el abono orgánico y la dosis que logre un mayor incremento de la producción de tara; mediante la aplicación del guano de isla, la composición química de suelos de las tres parcelas fueron modificados, estas modificaciones se vieron reflejados en la disminución del pH del suelo de un pH de 8.02 (moderadamente alcalino) a un pH de 7.09 (neutro) y un pH 6.16 - 6.61 (ligeramente ácido); por otro lado los niveles de concentración de calcio también disminuyeron de 6.17% (alto) a 0% (bajo); estos decrecimientos tanto de pH como de cal se deben a la aplicación del guano de isla en las dosis de 2.88, 4.32 y 5.76  $\text{tha}^{-1}$ . Se obtuvo mejores resultados con guano de isla en dosis de 5.76  $\text{tha}^{-1}$  con 14.97, 14.13 y 15.00 cm por racimo, respectivamente para cada caserío. Así mismo, esta misma dosis influyó significativamente en el tamaño promedio de vaina, peso y número de granos, con valores de 9.20, 10.0 y 10.1 cm por vaina; 3.3, 3.9 y 3.8 g por vaina; 4.7, 5.1 y 6.1 semillas por vaina respectivamente, para los tres caseríos seleccionados en el presente estudio.

Prieto, et al. (2005). En su investigación titulada “Comparación de la eficiencia de los abonos orgánicos con respecto a los abonos químicos en fertilización en el cultivo de toronjil (*Melissa officinalis*)”; encontró que los compuestos químicos de los sustratos ya abonados presentan una mayor cantidad concentrada de potasio y fósforo, lo cual indica que hubo un fortalecimiento de raíces y por tanto una mejor absorción de nutrientes, y el fósforo ayuda a incrementar el proceso de fotosíntesis, lo cual se refleja en el número de hojas de las plántulas, pero se encontró un empobrecimiento del suelo y una menor durabilidad de estos componentes. En los abonos orgánicos el tiempo de almacenamiento no influyó en las características físicas, esto indica que con el paso del tiempo los abonos de este tipo, en especial los residuos vegetales secos, presentan una mayor durabilidad por su particular deshidratación. Con los resultados obtenidos durante la experimentación, se puede inferir que el pH jugó un papel importante en el desarrollo de las plantas de toronjil; es el caso de la gallinaza que tenía muy buenos nutrientes (N = 3,53%, P = 3.058,4 ppm y K = 6,17 meq/100 g), pero su pH era demasiado alcalino (8,03) e inhibió los procesos de asimilación, a diferencia de los fertilizantes químicos que aumentan la acidez del suelo.

### **Definiciones conceptuales.**

#### **Abonos orgánicos.**

Los abonos de origen orgánicos son los que se obtienen de la degradación y mineralización de materiales orgánicos (estiércol, desechos de la cocina, pastos incorporados al suelo en estado verde, etc.) que se utilizan en suelos agrícolas con el propósito de activar e incrementar la actividad microbiana del suelo, el abono es rico en materia orgánica, energía y microorganismos, pero bajo en elementos inorgánicos (FONAG, 2010).

✓ **Uso e influencia.**

El uso de abonos orgánicos, en cualquier tipo de cultivo, es cada vez más frecuente en nuestro medio por dos razones: el abono que se produce es de mayor calidad y costos es bajo, con relación a los fertilizantes químicos que se consiguen en el mercado.

Existen dos tipos de abonos orgánicos: líquidos de uso directos y abonos sólidos que deben ser disueltos en agua, mezclados con la tierra o pueden ser aplicados en forma directa. Los terrenos cultivados sufren la pérdida de gran cantidad de nutrientes, lo que agota la materia orgánica del suelo; por esta razón se debe proceder, permanentemente, a restituir los nutrientes perdidos, abonos orgánicos como el estiércol animal u otro tipo de materia del medio son importantes. El contenido de nutrientes en los abonos orgánicos con está en función de las concentraciones de éstos en los residuos utilizados. Estos productos básicamente actúan en el suelo sobre tres propiedades: físicas, químicas y biológicas (FONAG, 2010).

✓ **Propiedades físicas**

El abono orgánico por su color oscuro absorbe más las radiaciones solares, el suelo adquiere más temperatura lo que le permite absorber con mayor facilidad los nutrientes. También mejora la estructura y textura del suelo haciéndole más ligero a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.

También permite mejorar la permeabilidad del suelo ya que influye en el drenaje y aireación de éste. Aumenta la retención de agua en el suelo cuando llueve y contribuye la erosión ya sea por efectos del agua o del viento (FONAG, 2010).

✓ **Propiedades químicas.**

Los abonos orgánicos aumentan el poder de absorción del suelo y reducen las oscilaciones del pH de éste, lo que permite mejorar la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que se aumenta la fertilidad (FONAG, 2010).

✓ **Propiedades biológicas.**

Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios. También producen sustancias inhibidoras y activadoras de crecimiento, incrementan considerablemente el desarrollo de microorganismos benéficos, tanto para degradar la materia orgánica del suelo como para favorecer el desarrollo del cultivo.

✓ **Ventajas de la agricultura orgánica**

La agricultura orgánica fue reconocida, en el encuentro Bio 2001, por más de 100 empresarios como “la oportunidad comercial del futuro”, las principales características de la agricultura orgánica son: la posibilidad de cuidado y prolongación que se le brinda al medio ambiente y de igual forma, los productos que ofrece son totalmente naturales, porque no se utilizan insumos químicos y poseen todos los nutrientes necesarios para el cuerpo humano. En la producción sólo se hace uso de abonos orgánicos y se tiene un especial cuidado con la tierra por medio de la rotación de cultivos para evitar el desgaste y la erosión de los terrenos. La agricultura orgánica o ecológica supera las formas de producción convencional, las cuales se han caracterizado por deteriorar el medio ambiente debido a la utilización indiscriminada de químicos y, por lo mismo, sus productos no poseen los nutrientes suficientes para el bienestar del cuerpo humano (Gómez, 2013).

### **Fertilizantes químicos.**

Fertilizante químico. También conocido como abono químico es un producto que contiene, por los menos, un elemento químico que la planta necesita para su ciclo de vida. La característica más importante de cualquier fertilizante es que debe tener una solubilidad mínima en agua, para que, de este modo pueda disolverse en el agua de riego, ya que la mayoría de los nutrientes entran en forma pasiva en la planta, a través del flujo del agua (Martínez, 2004).

Como lo menciona Colachagua (2011), una de las dos alternativas más comúnmente utilizadas en el abonamiento del cultivo de la papa son los abonos químicos. Estos son productos naturales o de síntesis, portadores de 1 o más nutrimentos. En el mercado se consiguen las fuentes simples (ya mencionadas) y los fertilizantes compuestos tradicionales. Estos últimos pueden ser complejos y de mezclas físicas. Los complejos tienen igual composición en cada uno de los gránulos, por lo que hay buena uniformidad en la distribución de los nutrientes en el campo (CORPOICA, 1995).

### **Contaminación del suelo.**

Según FAO, (2018), menciona que la contaminación del suelo tiene también un elevado coste económico, debido a la reducción de los rendimientos y la calidad de los cultivos. La prevención frente a esta contaminación debería ser una prioridad en todo el mundo. El hecho de que la gran mayoría de los contaminantes sean resultado de la acción humana significa que somos directamente responsables de realizar los cambios necesarios para garantizar un futuro con menos contaminación y más seguro.

Los suelos deben ser reconocidos y valorados por su capacidad productiva, así como por su contribución a la seguridad alimentaria y al mantenimiento de servicios

ecosistémicos clave. He aquí algunas razones por las que la contaminación del suelo no puede subestimarse:

- ✓ **La contaminación del suelo afecta a todos los ámbitos.** Los alimentos que comemos, el agua que bebemos, el aire que respiramos, nuestra salud y la de todos los organismos del planeta dependen de un suelo sano. El contenido de nutrientes de los tejidos de una planta está directamente relacionado con el contenido de nutrientes del suelo y su capacidad para intercambiar nutrientes y agua con las raíces de esa planta.
- ✓ **La contaminación del suelo es invisible.** Hoy en día, un tercio de nuestros suelos están moderadamente o muy degradados debido a la erosión, la pérdida de carbono orgánico, la salinización, compactación, acidificación y la contaminación química. Se necesitan aproximadamente 1 000 años para formar 1 cm de capa arable superficial, lo que significa que no podremos producir más suelo en el transcurso de nuestras vidas. El suelo que vemos es todo el que hay disponible. Sin embargo, los suelos se enfrentan aún a más presión debido a la contaminación. La tasa actual de degradación del suelo amenaza la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus necesidades más básicas.
- ✓ **La contaminación del suelo afecta a su capacidad de filtrado.** Los suelos actúan de filtro y amortiguador para los contaminantes. Pero el potencial del suelo para hacer frente a esta presión es finito. Si se supera la capacidad del suelo para protegernos, los contaminantes se filtrarán (y se filtran) a otros elementos del entorno, como nuestra cadena alimentaria.
- ✓ **La contaminación del suelo afecta a la seguridad alimentaria** al reducir el rendimiento y la calidad de los cultivos. Unos alimentos inocuos, nutritivos y de buena calidad solo pueden producirse si nuestros suelos se mantienen sanos. Si no

lo están, no podremos producir suficientes alimentos para alcanzar el número Hambre Cero.

✓ **La contaminación del suelo puede ser resultado de malas prácticas agrícolas.**

Las prácticas agrícolas insostenibles reducen la materia orgánica del suelo, comprometiendo su capacidad para degradar los contaminantes orgánicos. Esto aumenta el riesgo de que los contaminantes se liberen al medio ambiente. En muchos países, la producción agrícola intensiva ha agotado los suelos, poniendo en peligro nuestra capacidad para mantener la producción en estas áreas en el futuro. Por lo tanto, las prácticas de producción agrícola sostenible se han convertido en un imperativo para revertir la tendencia a la degradación del suelo y garantizar la seguridad alimentaria actual y futura a nivel mundial.

✓ **La contaminación del suelo puede poner en riesgo nuestra salud.** Una parte importante de los antibióticos utilizados ampliamente en la agricultura y en el ámbito de la salud humana se liberan en el medio ambiente tras ser excretados del organismo al que se les administró. Estos antibióticos pueden filtrarse en los suelos y propagarse en el ambiente. Esto produce bacterias resistentes a los antimicrobianos, lo que disminuye la eficacia de los antibióticos. Cada año, unas 700 000 muertes son atribuibles a bacterias resistentes a los antimicrobianos. Para 2050, si no se ataja el problema, la resistencia a los antimicrobianos matará a más personas que el cáncer y tendrá un coste global mayor que el actual volumen de la economía mundial.

## 1.2. Formulación del problema.

¿Cuál es el resultado de evaluar el efecto de los fertilizantes químicos y abonos orgánicos en suelos agrícolas con cultivo de papa en distrito de Sorochuco?

### **1.3. Objetivos.**

#### **1.3.1. Objetivo general.**

Evaluar el efecto de los fertilizantes químicos y abonos orgánicos en suelos agrícolas con cultivo de papa – distrito de Sorochuco.

#### **1.3.2. Objetivos específicos.**

Determinar el porcentaje de fósforo, nitrógeno y potasio en el suelo antes y después de la aplicación de fertilizantes químicos y abonos orgánicos en el cultivo de papa – distrito de Sorochuco.

Determinar el pH, densidad, capacidad de intercambio catiónico y materia orgánica en el suelo antes y después de la aplicación de fertilizantes químicos y abonos orgánicos en el cultivo de papa – distrito de Sorochuco.

Determinar ventajas y desventajas ambientales del uso de fertilizantes químicos y abonos inorgánicos durante el cultivo de papa – distrito de Sorochuco.

### **1.4. Hipótesis.**

#### **1.4.1. Hipótesis general**

El uso de fertilizantes químicos genera mayor contaminación en suelos de cultivo de papa a diferencia del uso de abono orgánico, produciendo infertilidad y acidez edáfica.

#### **1.4.2. Hipótesis específicas.**

El uso de fertilizantes químicos incrementa el porcentaje de fósforo, nitrógeno y potasio en el suelo, generando contaminación del suelo de diverso grado en el cultivo de papa — distrito de Sorochuco.

El uso de fertilizantes químicos incrementa el pH, densidad, capacidad de intercambio catiónico y materia orgánica, generando contaminación del suelo de diverso grado en el cultivo de papa — distrito de Sorochuco.

El uso de abono orgánicos presenta mayor cantidad de ventajas que desventajas, frente al uso de fertilizantes químicos durante el cultivo de papa.

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de investigación.**

La investigación será de enfoque cuantitativo pues se recolectará información que contraste la hipótesis con medición numérica y estadística de datos de campo, con finalidad aplicada ya que busca solucionar de manera práctica un problema de contaminación en suelos, de diseño cuasi experimental pues se manipulará de manera deliberada al menos una variable de la investigación, de carácter longitudinal puesto que se recolectará la información en intervalos de tiempo y de diseño correlacional causal porque se trabajará en la búsqueda de relaciones causa consecuencia en la contaminación de suelos agrícolas, abonos orgánicos y fertilizantes químicos.

### **2.2. Población y muestra.**

#### **2.2.1. Población**

La población de estudio correspondió a la parcela de suelo donde se desarrollaron los diferentes cultivos de papa con el uso de abonos orgánicos y fertilizantes químicos del distrito de Sorochuco.

#### **2.2.2. Muestra**

Muestra corresponde a 9 muestras de 1 Kg de suelo en cada uno de las parcelas en los cuales se realizó el cultivo de papa con el uso de abonos orgánicos y fertilizantes químicos del distrito de Sorochuco.

### **2.3. Materiales, instrumentos, fertilizantes químicos, abonos orgánicos y métodos**

#### **2.3.1. Materiales**

Tubérculo semilla de papa,

Para marcar el campo:

- wincha (100 m), estacas de madera de 1 m de largo

- cordel (100 m)
- picotas
- Fertilizantes químicos y abonos orgánicos

Para muestreo de suelos: guantes, pala, tablero, mallas, bolsas de polietileno, etiquetas, lápices y plumones.

### **2.3.2. Instrumentos**

Laptops

Cronómetro

Calculadora

Cámara fotográfica

Balanza digital

Espectrofotómetros

Fertilizantes químicos.

Abonos orgánicos.

### **2.3.3. Métodos**

Los métodos utilizados en la presente investigación serán la observación y el análisis descriptivo, pues buscará evaluar y valorar la contaminación de suelos a causa del uso de abonos orgánicos y fertilizantes químicos con la finalidad de determinar cuál de estos abonos y fertilizantes dañan más al suelo.

Además, se utilizará el método de Restrepo-Rivera (2007) para la elaboración de abonos orgánicos, tratamiento y siembra de cultivos.

## 2.3.4. Procedimiento

### 2.3.4.1. Ubicación de la zona de estudio

El trabajo experimental fue realizado en el distrito de Sorochuco, específicamente en las coordenadas indicadas en la tabla 1, esta área cumple con las condiciones ambientales para la siembra de papa durante todo el año.

Tabla 1.

*Coordenadas de la zona de experimentación*

<b>Punto</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>
1	802726	9231556
2	802730	9231556
3	802726	9231550
4	802730	9231550



Figura 1.

*Ubicación de la zona de experimentación.*

#### **2.3.4.2. Análisis de laboratorio previo a la siembra**

Para los análisis previos a la siembra se realizó un muestreo del tipo celda en el suelo, el cual considero en tomar una muestra representativa de cada unidad experimental del tratamiento correspondiente (T1, T2, T3, T4, T5, T6, etc.), apartando los primeros 3 cm y extrayendo el suelo de los primeros 20 cm, se mezclaron homogéneamente completando alrededor de 1000 g de suelo, la muestra se empaquetó y etiquetó para trasladarse, una vez en el laboratorio se dejaron secar al aire y tamizaron para proceder a hacer los análisis correspondientes.

Los análisis se llevaron a cabo en el laboratorio de Universidad Nacional de Trujillo, las variables determinadas serán: pH, densidad aparente, contenido de materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, fósforo, nitratos y fosfatos.

#### **2.3.4.3. Preparación del suelo**

Se proyecta realizar el sembrado en un ambiente enmallado y estacado para evitar contaminación de las muestras, en primer término, el suelo de cultivo será barbechado, deshierbado, y regado para prepararlo para la siembra, posteriormente se trazarán las unidades experimentales que consisten en parcelas de 60x60 cm con un espaciado de 50 cm entre cada parcela. Finalmente se rellenarán bolsas negras de polietileno con una capacidad de 20 kg para dar paso a la siembra



Figura 2

*Preparación de suelos.*

#### **2.3.4.4. Siembra**

Se proyectó preparar 12 contenedores rectangulares con 0.5 metros de profundidad y 0.6 metros de lado por contenedor, se rellenará con suelo fertilizado según especificaciones del punto 2.3.4.6; se cubrirá cada unidad con una bolsa de plástico la parte superior para ayudar a controlar la temperatura. Una vez terminado este proceso de germinación se retirará la bolsa al alcanzar una altura de 10 a 12 cm.



Figura 3

*Unidades de análisis de suelo.*

#### **2.3.4.5. Riego**

Las plantas fueron regadas a intervalos de 2 ó 3 días humedeciendo completamente el suelo y dependiendo de las condiciones climáticas de la zona, durante 60 días.

#### **2.3.4.6. Fertilización**

En la experimentación se utilizaron dos tratamientos: el primero a base de fertilizante químico y el segundo usando abono orgánico.

El fertilizante químico consistió en un compuesto de Nitrógeno, fósforo y potasio utilizado para la producción tradicional de papa.

Los abonos orgánicos consisten en:

Abono orgánico 1: guano de isla

Abono orgánico 2: gallinaza

Abono orgánico 3: El abono orgánico se elaboró de acuerdo con el método empleado por Rivera (2007): 2 costales de estiércol de cuy, 2 costales de cascarilla o desecho vegetal, 1 costal de ceniza, 2 litros de melaza, 2 litros de leche, 1 barra de levadura (250 g) y suficiente agua, se mezclaron todos los materiales dos veces por semana para disminuir la temperatura, hasta que se complete la fermentación.



Figura 4

*Fertilización de unidades de análisis.*

#### **2.3.4.7. Análisis de laboratorio**

El análisis de resultados se realizó mediante métodos espectrométricos de absorción atómica lo cual permitirá evaluar los fertilizantes químicos y los abonos orgánicos, frente a la contaminación de suelos.

Los análisis se llevaron a cabo en la Universidad Nacional de Trujillo, las variables determinadas fueron: pH, densidad aparente, contenido de materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, fósforo, nitratos y fosfatos.

Se realizaron tres muestreos, uno antes de la fertilización y abonado, el segundo después del abonado y fertilización primer día de la siembra y el resultado final al concluir el cultivo de papa, Finalmente se compararon los resultados obtenidos entre el suelo antes de la cosecha y después de la cosecha para ver el grado de contaminación, además verificar cuales son los beneficios del uso de fertilizantes químicos y abonos orgánicos.



Figura 5

*Primer muestreo de suelo.*



Figura 6

*Segundo muestreo de suelo.*

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

Tabla 1

*Resultados de la evaluación del uso de fertilizante químico y abonos orgánicos en el cultivo de papa*

Parámetros Físico-Químicos	Suelo sin fertilizar		Suelo al inicio del cultivo de papa			Suelo al final del cultivo de papa			
	Suelo Inicial	Guano Isla	Gallinaza	Rivera	Químico	Guano Isla	Gallinaza	Rivera	Químico
Nitrógeno	0.82	7.50	3.80	1.83	1.12	7.10	3.32	1.88	1.80
Fósforo	0.17	6.80	3.14	1.50	1.04	6.70	3.18	1.63	2.17
Potasio	0.47	1.50	2.93	3.80	3.90	1.20	2.71	3.91	3.80
pH	6.75	8.21	8.19	7.98	7.86	6.37	7.82	8.28	5.42
Densidad	1.38	1.78	1.71	1.70	1.68	1.76	1.72	1.73	1.61
C.I.C	4.24	9.89	8.51	7.64	6.79	9.72	8.58	7.57	6.70
Materia Orgánica	3.80	8.17	7.83	7.16	6.82	8.39	7.11	7.50	6.20

La tabla N° 1 muestra los resultados del uso de fertilizantes durante el cultivo de papa, utilizando abonos orgánicos y fertilizantes químicos, el tratamiento se realizó utilizando Guano de isla, gallinaza, abono según elaboración de Rivera, fertilizante químico

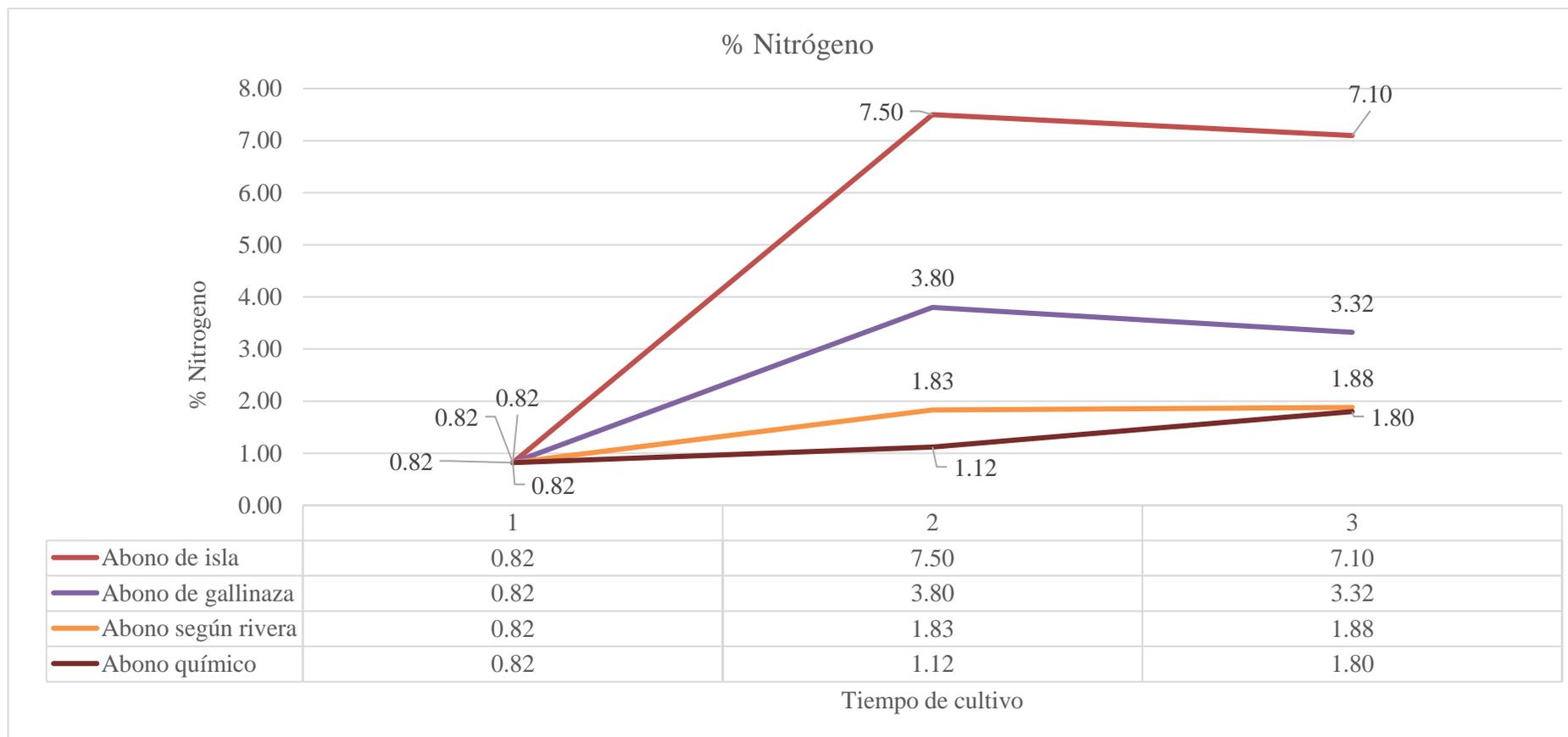


Figura 7

*% de nitrógeno en el cultivo de papa usando fertilizante químico y abono orgánico.*

La figura 7 muestra los resultados del % de nitrógeno durante el cultivo de papa, utilizando abonos orgánicos y fertilizantes químicos, el tratamiento se realizó utilizando Guano de isla, gallinaza, abono según elaboración de Rivera, fertilizante químico.

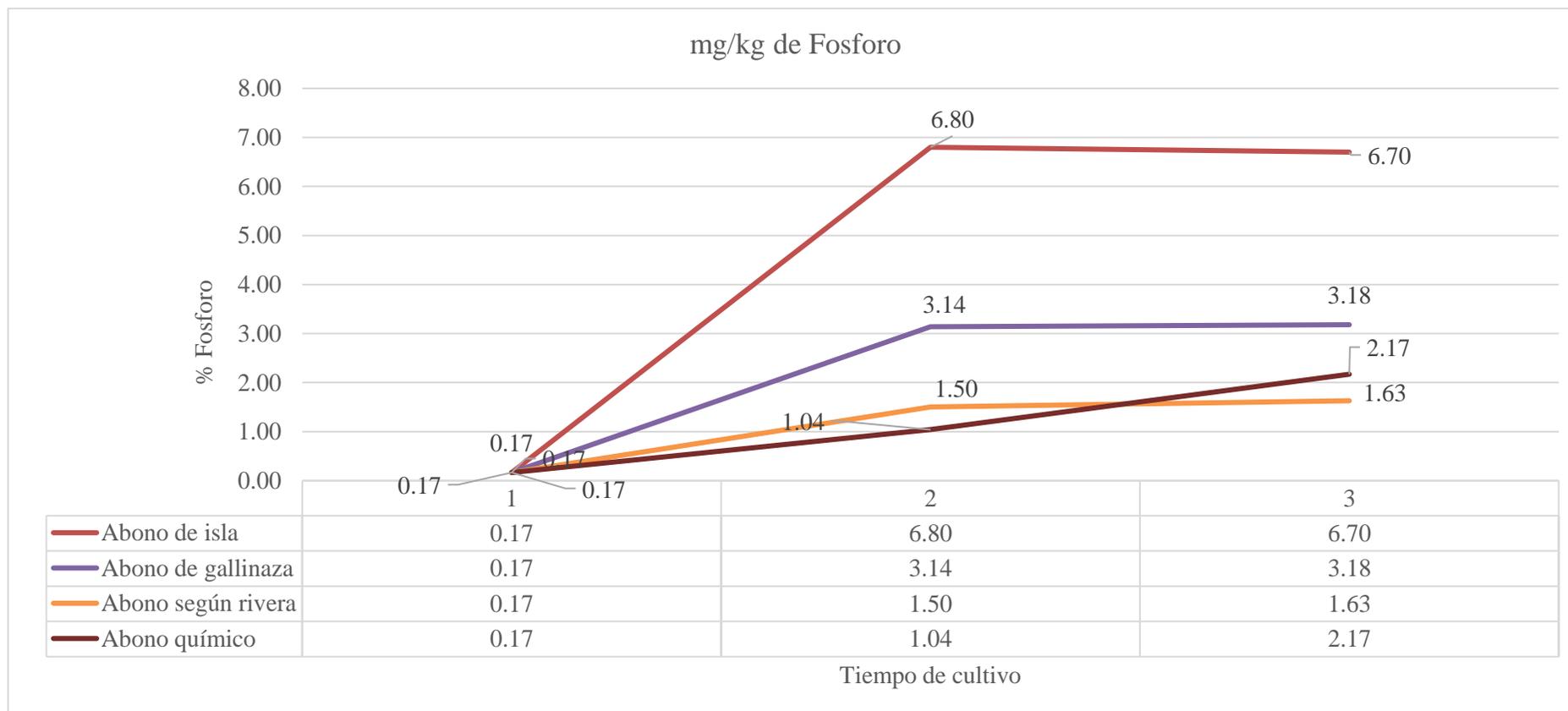


Figura 8

*mg/kg de fósforo en el cultivo de papa usando fertilizante químico y abono orgánico.*

La figura 8 muestra los resultados del % de fósforo durante el cultivo de papa, utilizando abonos orgánicos y fertilizantes químicos, el tratamiento se realizó utilizando Guano de isla, gallinaza, abono según elaboración de Rivera, fertilizante químico.

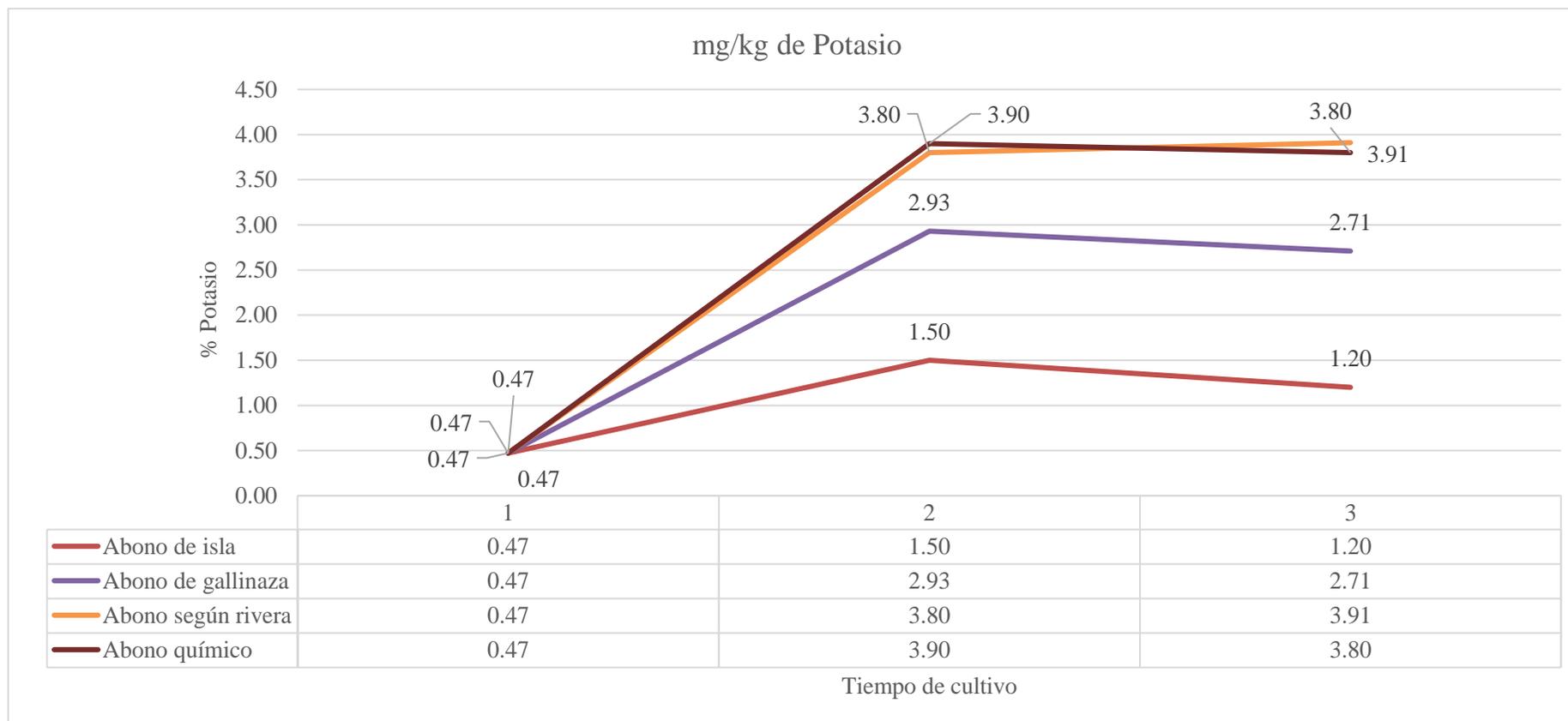


Figura 9

*mg/kg de potasio en el cultivo de papa usando fertilizante químico y abono orgánico.*

La figura 9 muestra los resultados del % de potasio durante el cultivo de papa, utilizando abonos orgánicos y fertilizantes químicos, el tratamiento se realizó utilizando Guano de isla, gallinaza, abono según elaboración de Rivera, fertilizante químico.

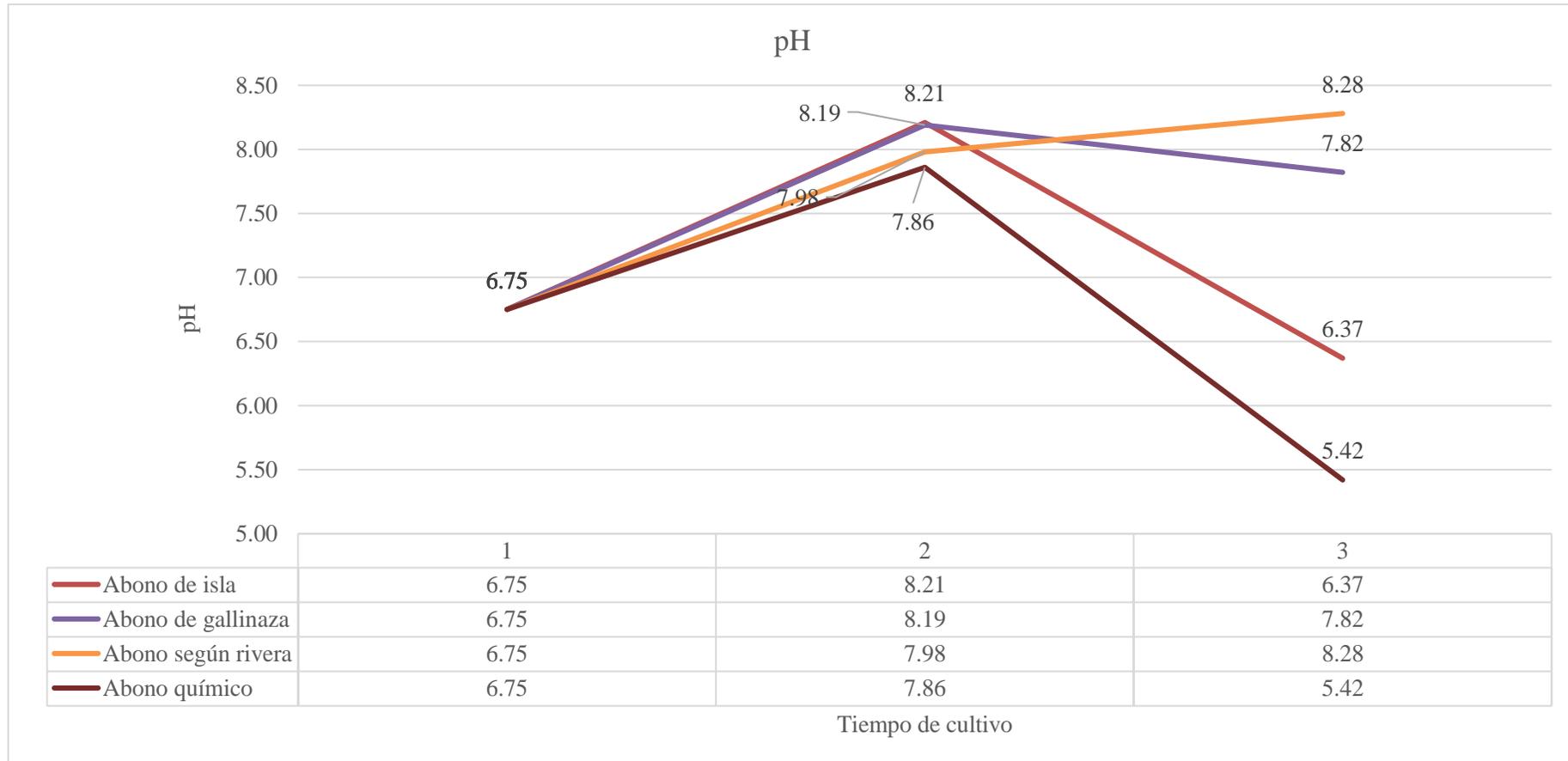


Figura 10

*pH en el cultivo de papa usando fertilizante químico y abono orgánico*

La figura 10 muestra los resultados de pH durante el cultivo de papa, utilizando abonos orgánicos y fertilizantes químicos, el tratamiento se realizó utilizando Guano de isla, gallinaza, abono según elaboración de Rivera, fertilizante químico.

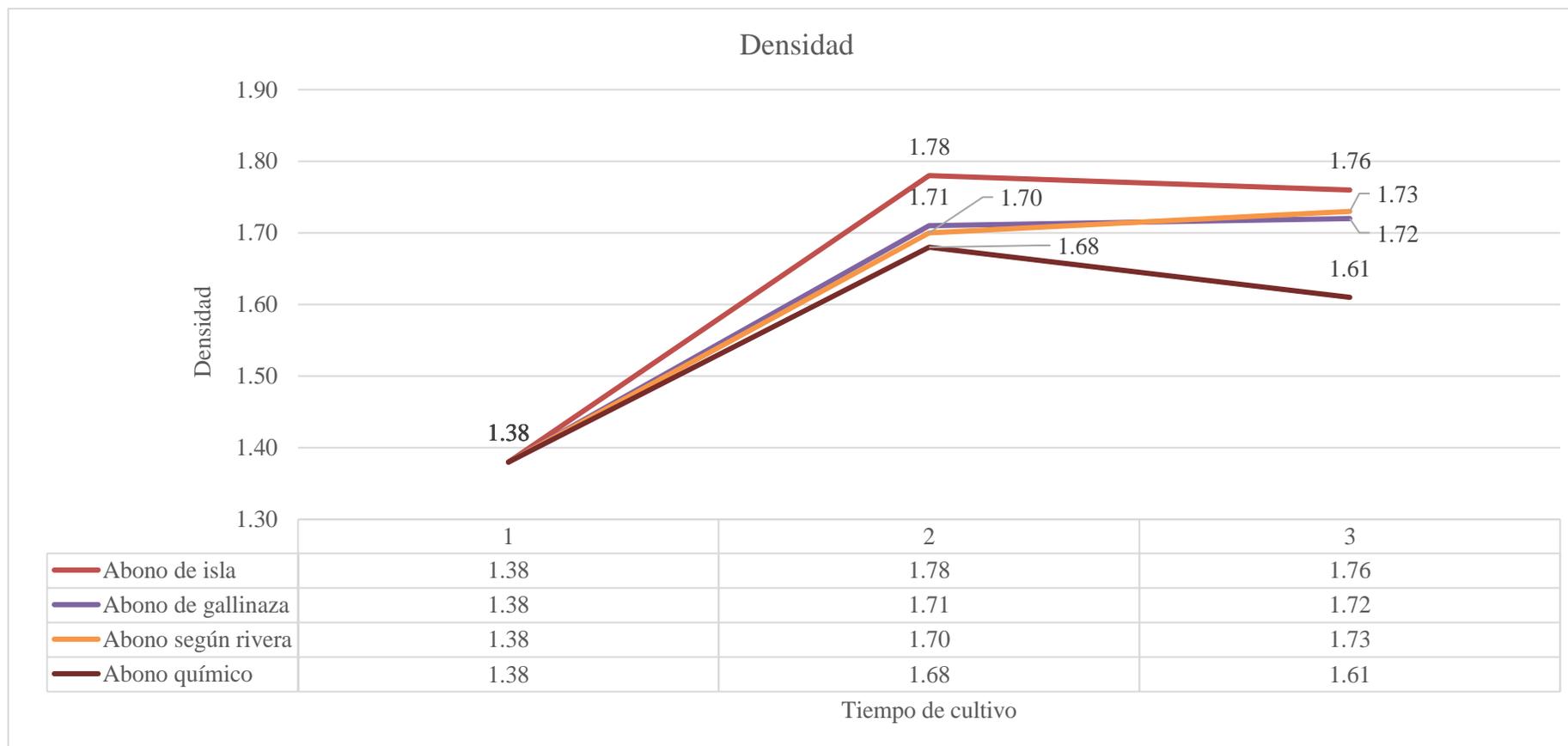


Figura 11

*Densidad g/cm<sup>3</sup> en el cultivo de papa usando fertilizante químico y abono orgánico.*

La figura 11 muestra los resultados densidad en g/cm<sup>3</sup> durante el cultivo de papa, utilizando abonos orgánicos y fertilizantes químicos, el tratamiento se realizó utilizando Guano de isla, gallinaza, abono según elaboración de Rivera, fertilizante químico.

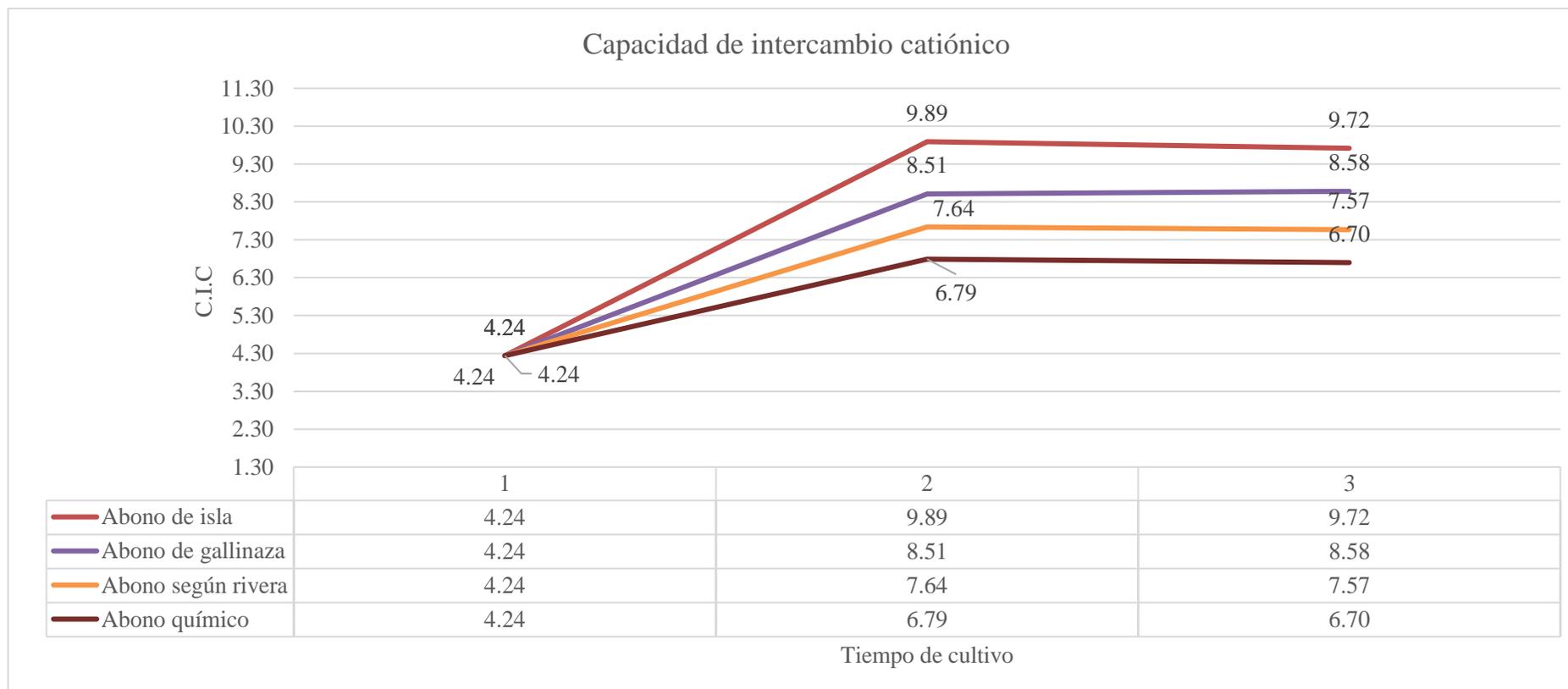


Figura 12

*C.I.C en el cultivo de papa usando fertilizante químico y abono orgánico.*

La figura 12 muestra los resultados el C.I.C (meq/100) durante el cultivo de papa, utilizando abonos orgánicos y fertilizantes químicos, el tratamiento se realizó utilizando Guano de isla, gallinaza, abono según elaboración de Rivera, fertilizante químico.

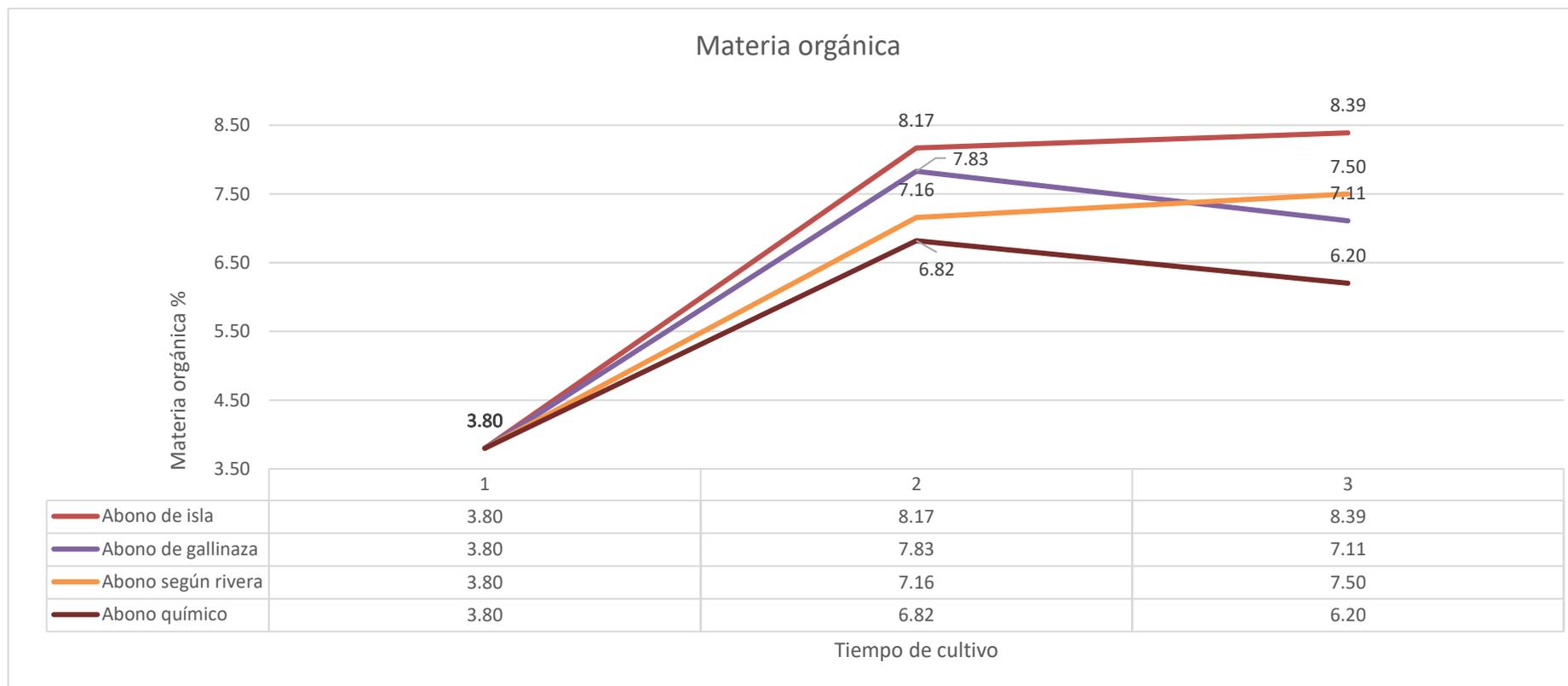


Figura 13

*Materia orgánica en el cultivo de papa usando fertilizante químico y abono orgánico.*

La figura 13 muestra los resultados la materia orgánica (%) durante el cultivo de papa, utilizando abonos orgánicos y fertilizantes químicos, el tratamiento se realizó utilizando Guano de isla, gallinaza, abono según elaboración de Rivera, fertilizante químico.

Análisis de varianza de nitrógeno en los tratamientos de fertilización y abonado de suelos en el cultivo de papa

Tabla 2

*Análisis de varianza de nitrógeno*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Abono	3	42.6071	14.2024	132.84	0.000
Error	4	0.4276	0.1069		
Total	7	43.0348			

Tabla 3

*Prueba anova entre resultados de nitrógeno en la fertilización y abonado de suelos*

Prueba estadística ANOVA	
Hipótesis	H <sub>0</sub> = Todas las medias son iguales H <sub>1</sub> = No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$
p	0.000
Decisión estadística	Se rechaza H <sub>0</sub> y se acepta la hipótesis alterna
Conclusión	Se cumple el supuesto de no igualdad de varianzas con una significancia del 5%.

Nota: Como el valor estadístico de probabilidad asociada (p) es igual a 0.00, este valor es menor al nivel de significancia de 0.05, se concluye que existe diferencia estadística significativa de los resultados de nitrógeno entre los diferentes tipos de abonos orgánicos y el fertilizante químico

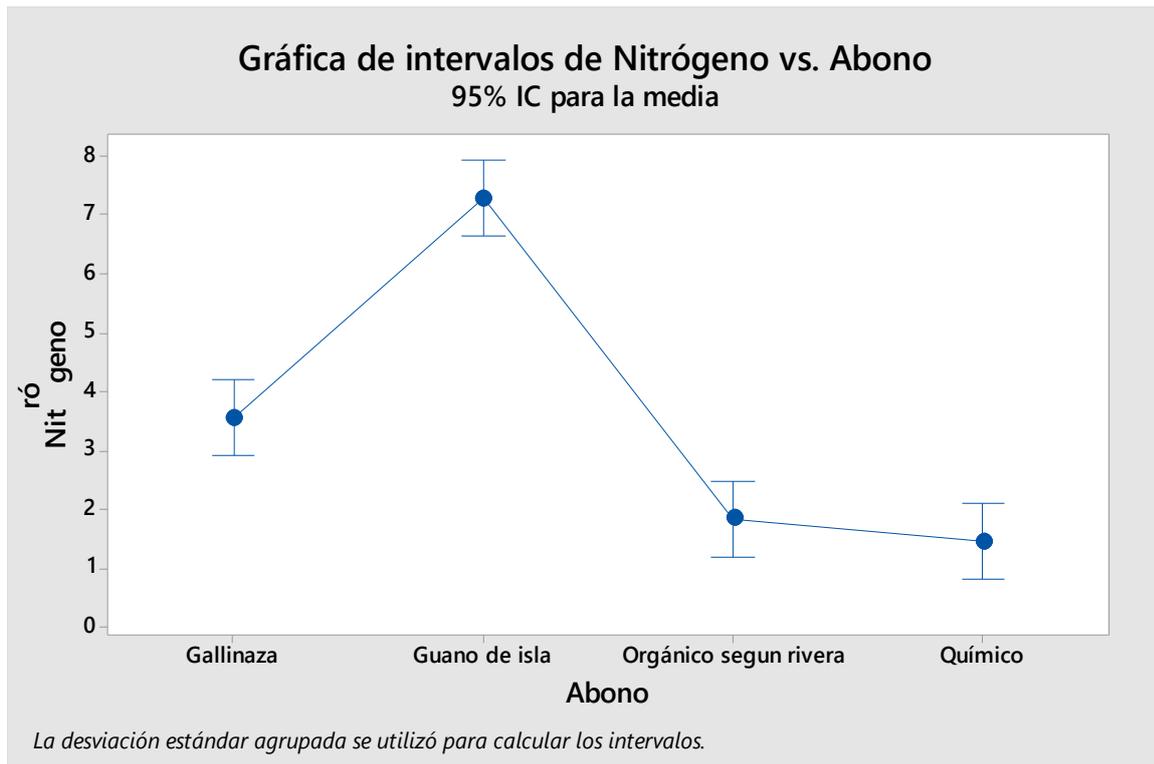


Figura 14

*Gráfica de intervalos de nitrógeno.*

En la figura 14 se aprecia la gráfica de intervalos de nitrógeno en el cultivo de papa usando abonos orgánicos y fertilizantes químicos, apreciándose que el abono orgánico de guano de isla es el que aporta mayor cantidad de nitrógeno en el cultivo de papa, además se aprecia también que el abono químico es el que aporta menor cantidad de nitrógeno al suelo.

Además, en la figura 15 se aprecia el método Tukey, observándose las diferentes comparaciones entre las medias de los valores obtenidos, del cual se puede apreciar que de todas las comparaciones realizadas el abono orgánico según rivera y el fertilizante químico no presentan gran diferencia estadística por su cercanía a 0.

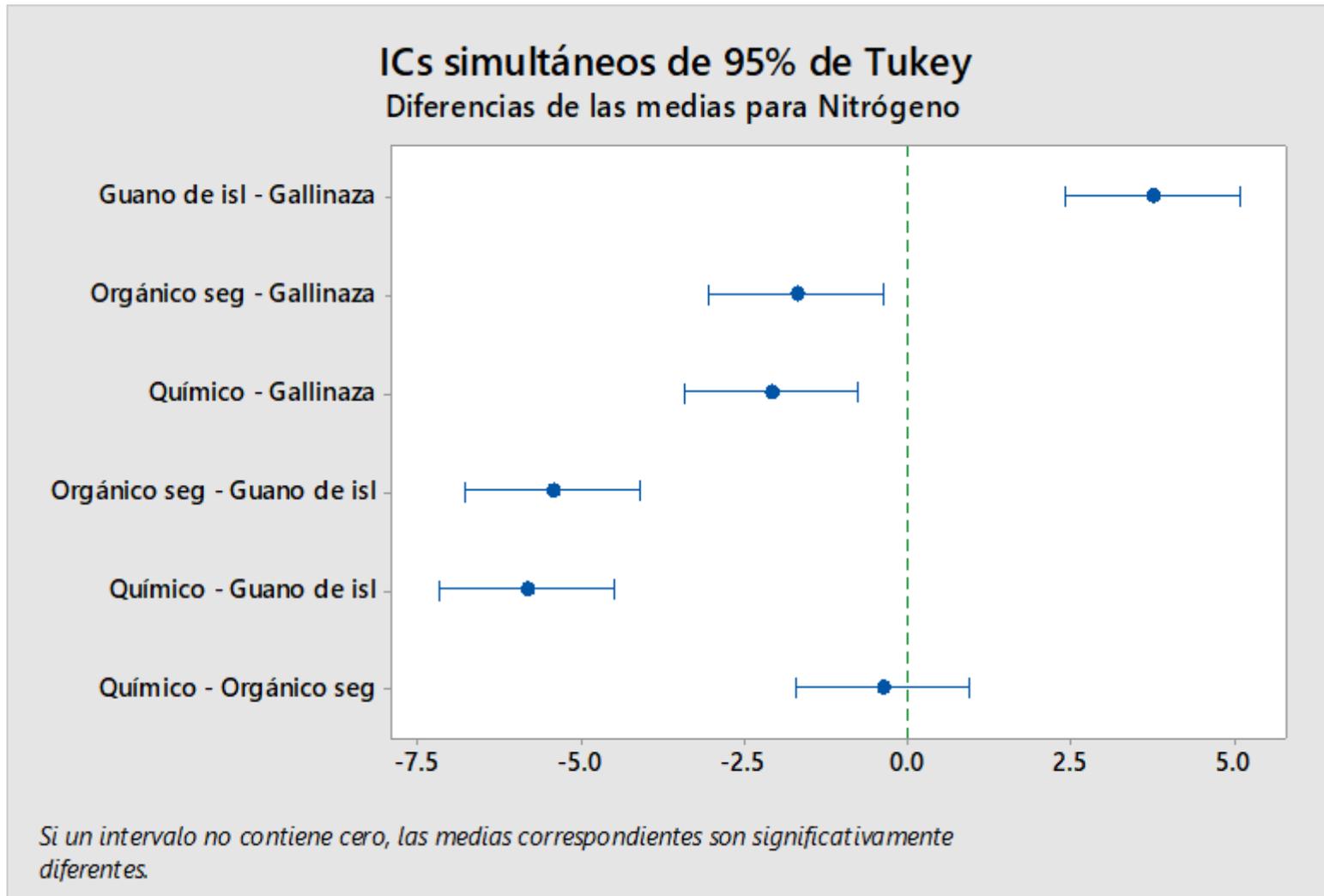


Figura 15

*Método Tukey para análisis de las medias de nitrógeno.*

Análisis de varianza de fósforo en los tratamientos de fertilización y abonado de suelos en el cultivo de papa

Tabla 4

*Análisis de varianza de fósforo*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Abono	3	35.6035	11.8678	72.73	0.001
Error	4	0.6527	0.1632		
Total	7	36.2562			

Tabla 5

*Prueba anova entre resultados de fósforo en la fertilización y abonado de suelos*

Prueba estadística ANOVA	
Hipótesis	H <sub>0</sub> = Todas las medias son iguales H <sub>1</sub> = No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$
p	0.001
Decisión estadística	Se rechaza H <sub>0</sub> y se acepta la hipótesis alterna
Conclusión	Se cumple el supuesto de no igualdad de varianzas con una significancia del 5%.

Nota: Como el valor estadístico de probabilidad asociada (p) es igual a 0.001, este valor es menor al nivel de significancia de 0.05, se concluye que existe diferencia estadística significativa de los resultados de fósforo entre los diferentes tipos de abonos orgánicos y el fertilizante químico

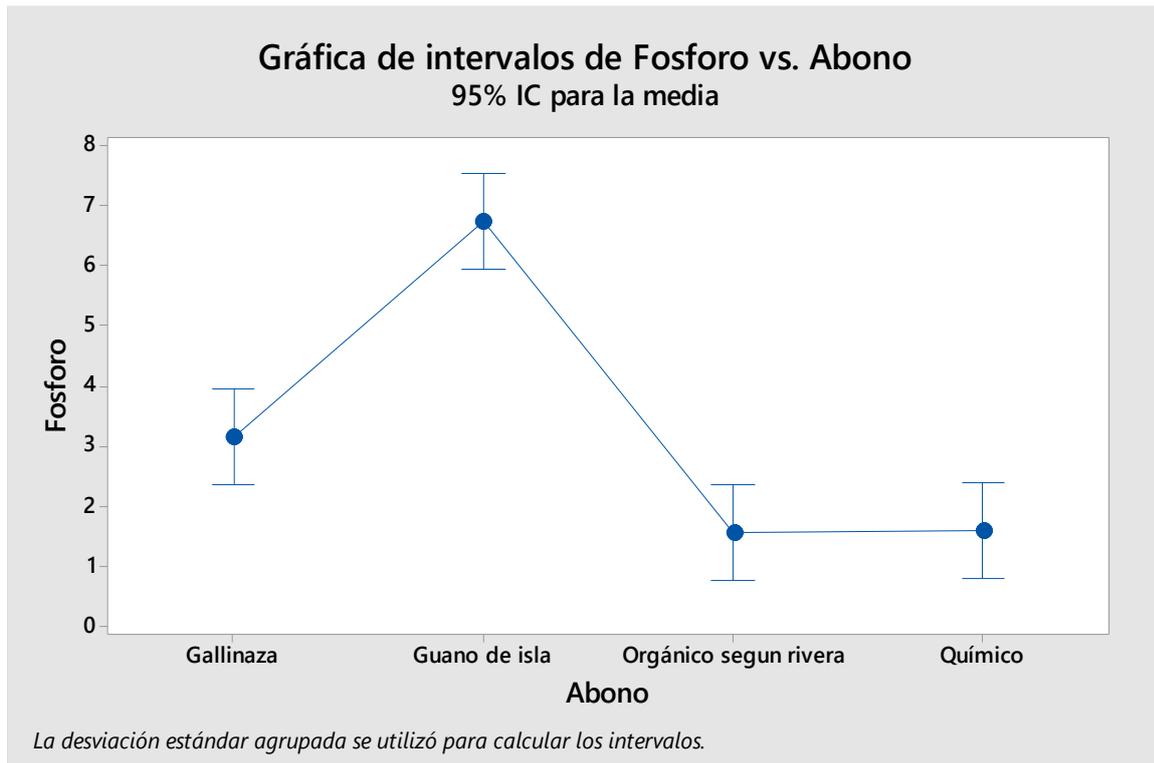


Figura 16

*Gráfica de intervalos de fósforo.*

En la figura 16 se aprecia la gráfica de intervalos de fósforo en el cultivo de papa usando abonos orgánicos y fertilizantes químicos, apreciándose que el abono orgánico de guano de isla es el que aporta mayor cantidad de nitrógeno en el cultivo de papa, además se aprecia también que el abono químico y el abono según rivera es el que presenta aporte de menor cantidad de fósforo al suelo.

Además, en la figura 17 se aprecia el método Tukey, observándose las diferentes comparaciones entre las medias de los valores obtenidos, del cual se puede apreciar que de todas las comparaciones realizadas el abono orgánico según rivera y el fertilizante químico no presentan gran diferencia estadística por su cercanía a 0.

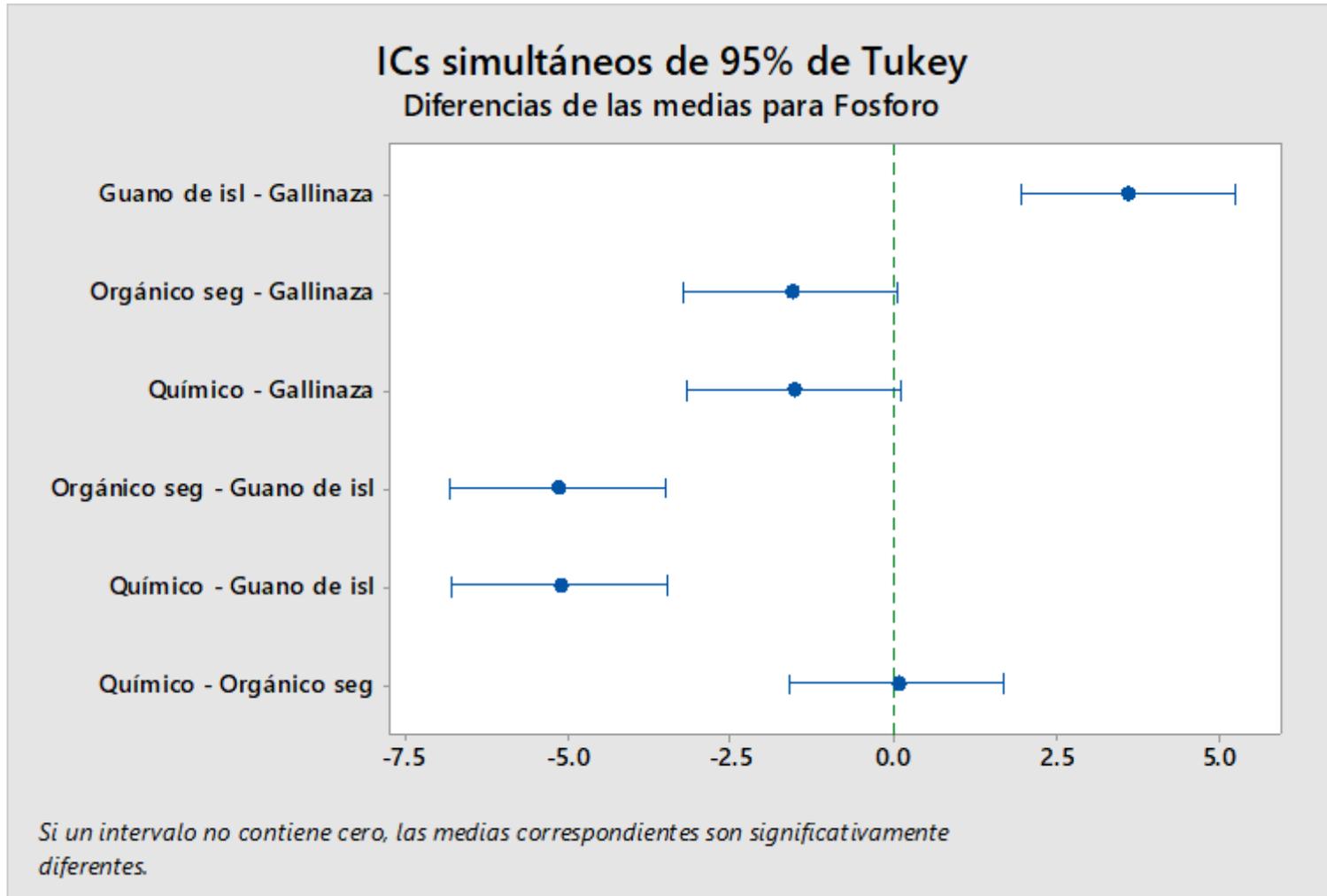


Figura 17

*Método Tukey para análisis de las medias de fósforo.*

Análisis de varianza de potasio en los tratamientos de fertilización y abonado de suelos en el cultivo de papa

Tabla 6

*Análisis de varianza de potasio*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Abono	3	8.40904	2.80301	139.71	0.000
Error	4	0.08025	0.02006		
Total	7	8.48929			

Tabla 7

*Prueba anova entre resultados de potasio en la fertilización y abonado de suelos*

Prueba estadística ANOVA	
Hipótesis	<p><math>H_0 =</math> Todas las medias son iguales</p> <p><math>H_1 =</math> No todas las medias son iguales</p>
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$
p	0.000
Decisión estadística	Se rechaza $H_0$ y se acepta la hipótesis alterna
Conclusión	Se cumple el supuesto de no igualdad de varianzas con una significancia del 5%.

Nota: Como el valor estadístico de probabilidad asociada (p) es igual a 0.00, este valor es menor al nivel de significancia de 0.05, se concluye que existe diferencia estadística significativa de los resultados de potasio entre los diferentes tipos de abonos orgánicos y el fertilizante químico

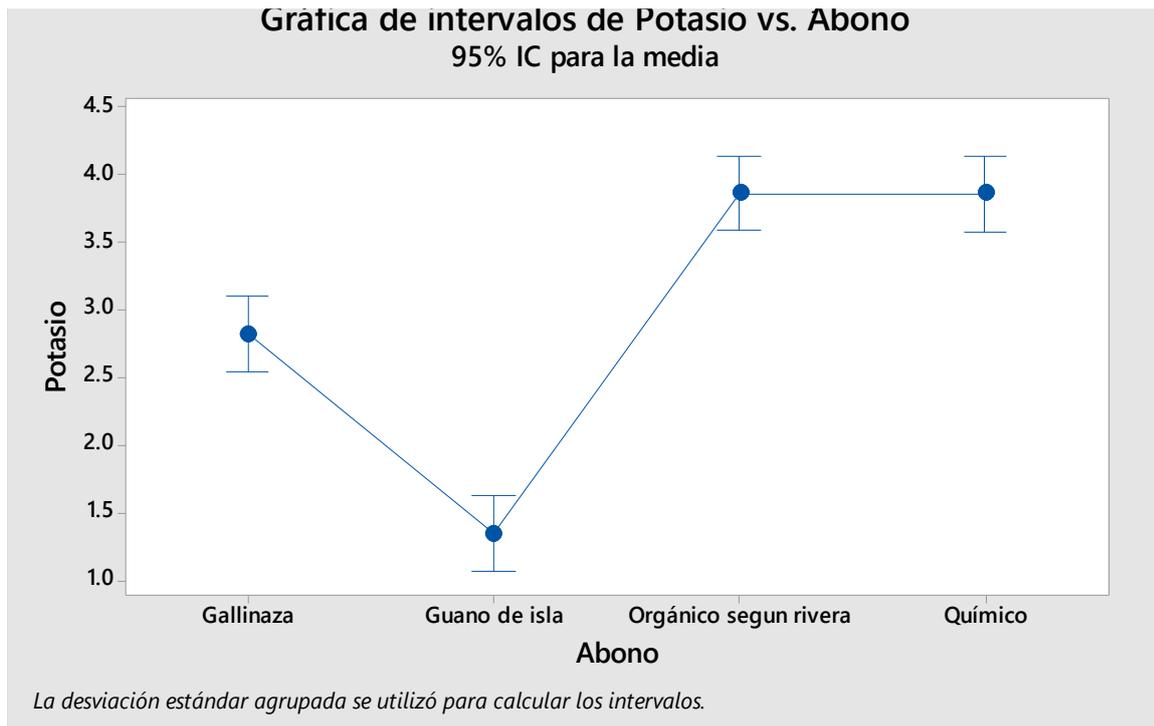


Figura 18

*Gráfica de intervalos de potasio*

En la figura 18 se aprecia la gráfica de intervalos de potasio en el cultivo de papa usando abonos orgánicos y fertilizantes químicos, apreciándose que el abono orgánico según rivera y el fertilizante químico son los que aportan mayor cantidad de potasio en el cultivo de papa, además se aprecia también que el abono orgánico de guano de isla es el que presenta aporte de menor cantidad de potasio al suelo.

Además, en la figura 19 se aprecia el método Tukey, observándose las diferentes comparaciones entre las medias de los valores obtenidos, del cual se puede apreciar que de todas las comparaciones realizadas el abono orgánico según rivera y el fertilizante químico no presentan gran diferencia estadística por su cercanía a 0.

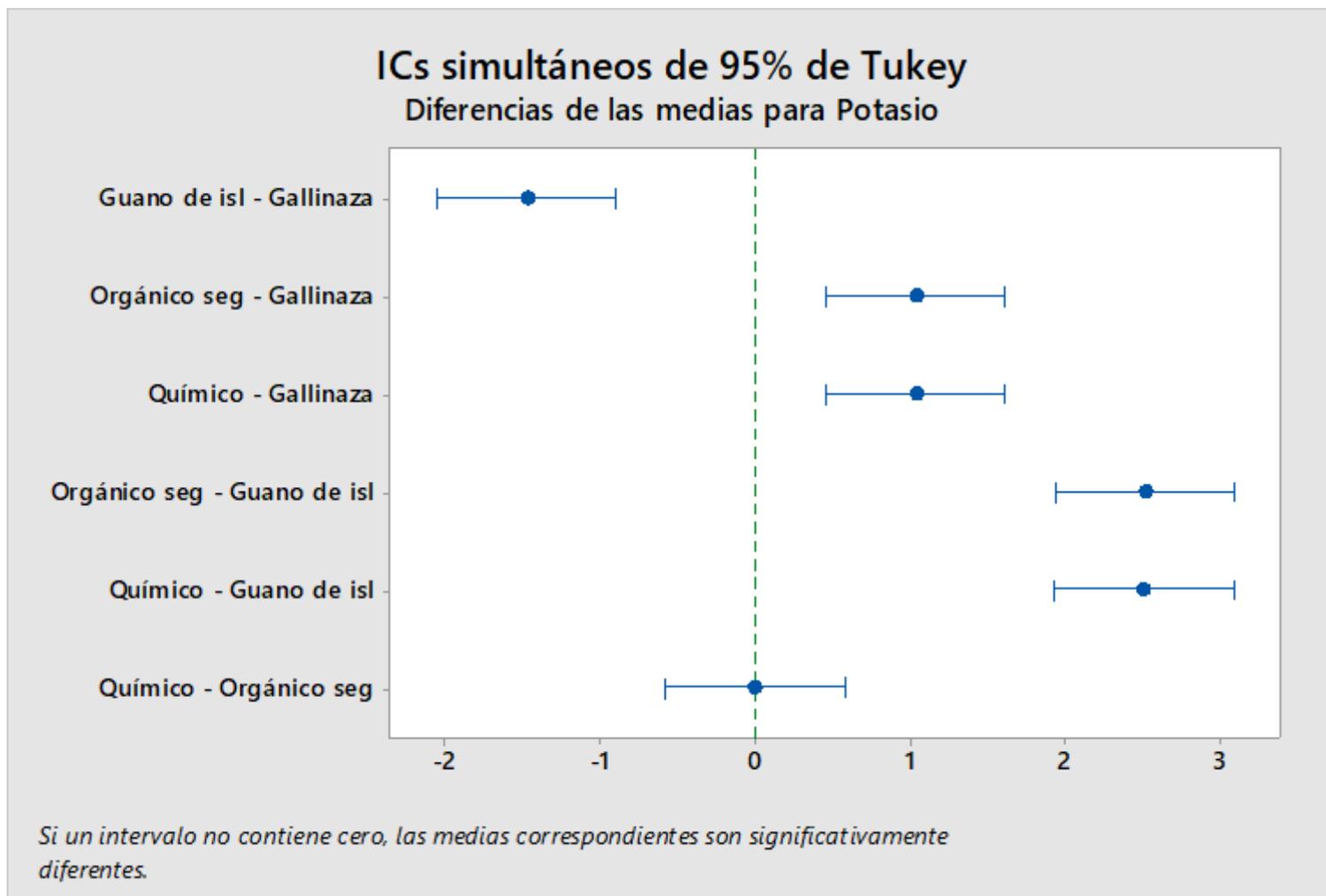


Figura 19

*Método Tukey para análisis de las medias de potasio.*

Análisis de varianza de pH en los tratamientos de fertilización y abonado de suelos en el cultivo de papa

Tabla 8

*Análisis de varianza de pH*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Abono	3	8.2966	2.7655	19.65	0.007
Error	4	0.5631	0.1408		
Total	7	8.8597			

Tabla 9

*Prueba anova entre resultados de pH en la fertilización y abonado de suelos*

Prueba estadística ANOVA	
Hipótesis	H <sub>0</sub> = Todas las medias son iguales H <sub>1</sub> = No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$
p	0.007
Decisión estadística	Se rechaza H <sub>0</sub> y se acepta la hipótesis alterna
Conclusión	Se cumple el supuesto de no igualdad de varianzas con una significancia del 5%.

Nota: Como el valor estadístico de probabilidad asociada (p) es igual a 0.007, este valor es menor al nivel de significancia de 0.05, se concluye que existe diferencia estadística significativa de los resultados de pH entre los diferentes tipos de abonos orgánicos y el fertilizante químico

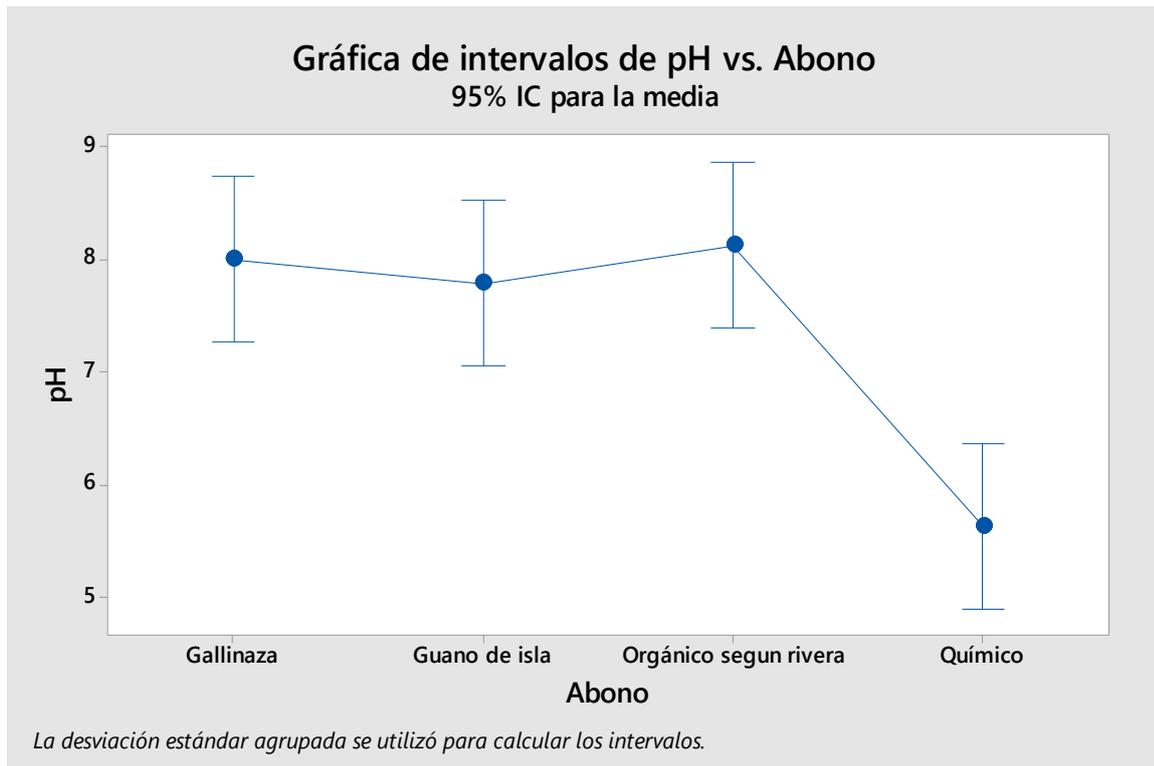


Figura 20

*Gráfica de intervalos de pH.*

En la figura 20 se aprecia la gráfica de intervalos del pH en el cultivo de papa usando abonos orgánicos y fertilizantes químicos, apreciándose que el abono orgánico según rivera es el que presenta mayor alcalinidad en el cultivo de papa, además se aprecia también que el abono químico es el que presenta pH notablemente más ácido en el cultivo de papa.

Además, en la figura 21 se aprecia el método Tukey, observándose las diferentes comparaciones entre las medias de los valores obtenidos, del cual se puede apreciar que de todas las comparaciones realizadas los abonos orgánicos de guano de isla, abono según rivera y gallinaza no presentan diferencia estadística significativa entre sus pH por su cercanía a 0.

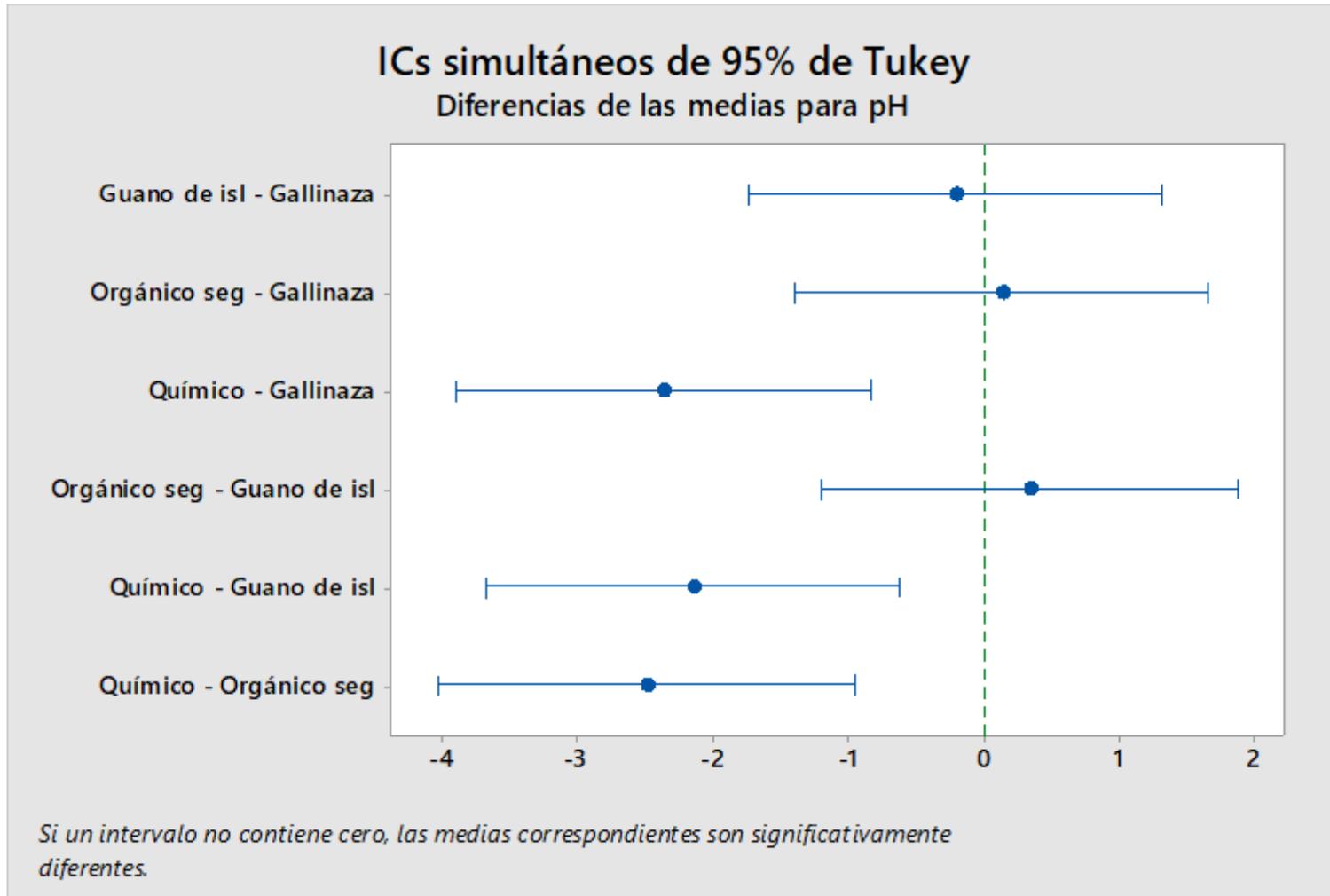


Figura 21

*Método Tukey para análisis de las medias de pH.*

Análisis de varianza de densidad en los tratamientos de fertilización y abonado de suelos en el cultivo de papa

Tabla 10

*Análisis de varianza de densidad*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Abono	3	0.015737	0.005246	6.66	0.049
Error	4	0.003150	0.000787		
Total	7	0.018887			

Tabla 11

*Prueba anova entre resultados de densidad en la fertilización y abonado de suelos*

Prueba estadística ANOVA	
Hipótesis	<p><math>H_0 =</math> Todas las medias son iguales</p> <p><math>H_1 =</math> No todas las medias son iguales</p>
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$
p	0.049
Decisión estadística	Se rechaza $H_0$ y se acepta la hipótesis alterna
Conclusión	Se cumple el supuesto de no igualdad de varianzas con una significancia del 5%.

Nota: Como el valor estadístico de probabilidad asociada (p) es igual a 0.049, este valor es menor al nivel de significancia de 0.05, se concluye que existe diferencia estadística significativa de los resultados de densidad entre los diferentes tipos de abonos orgánicos y el fertilizante químico

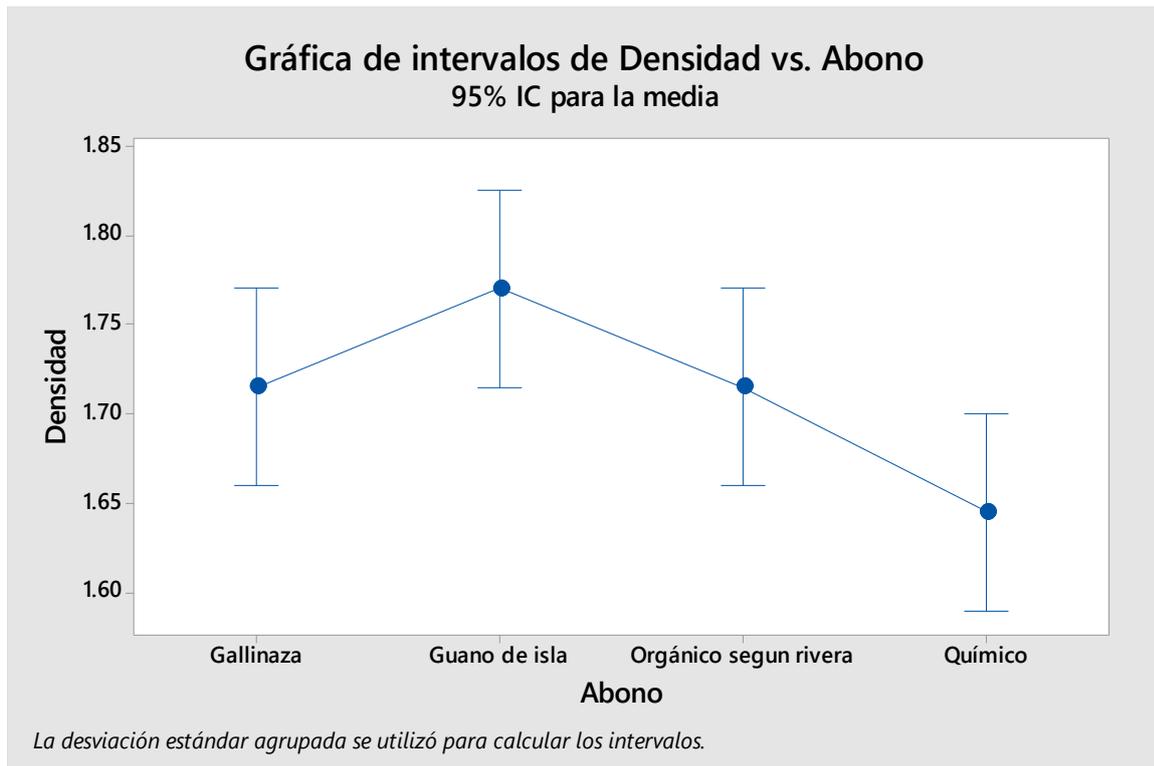


Figura 22

*Gráfica de intervalos de densidad.*

En la figura 22 se aprecia la gráfica de intervalos de densidad en el cultivo de papa usando abonos orgánicos y fertilizantes químicos, apreciándose que el abono orgánico de guano de isla es el que presenta mayor densidad en el cultivo de papa, además se aprecia también que el abono químico es el que presenta menor densidad en el cultivo de suelo.

Además, en la figura 23 se aprecia el método Tukey, observándose las diferentes comparaciones entre las medias de los valores obtenidos, del cual se puede apreciar que de todas las comparaciones realizadas no existe una diferencia estadística significativa entre la densidad de los abonos orgánicos y los fertilizantes químicos a pesar que numéricamente los valores del fertilizante químico son menores.

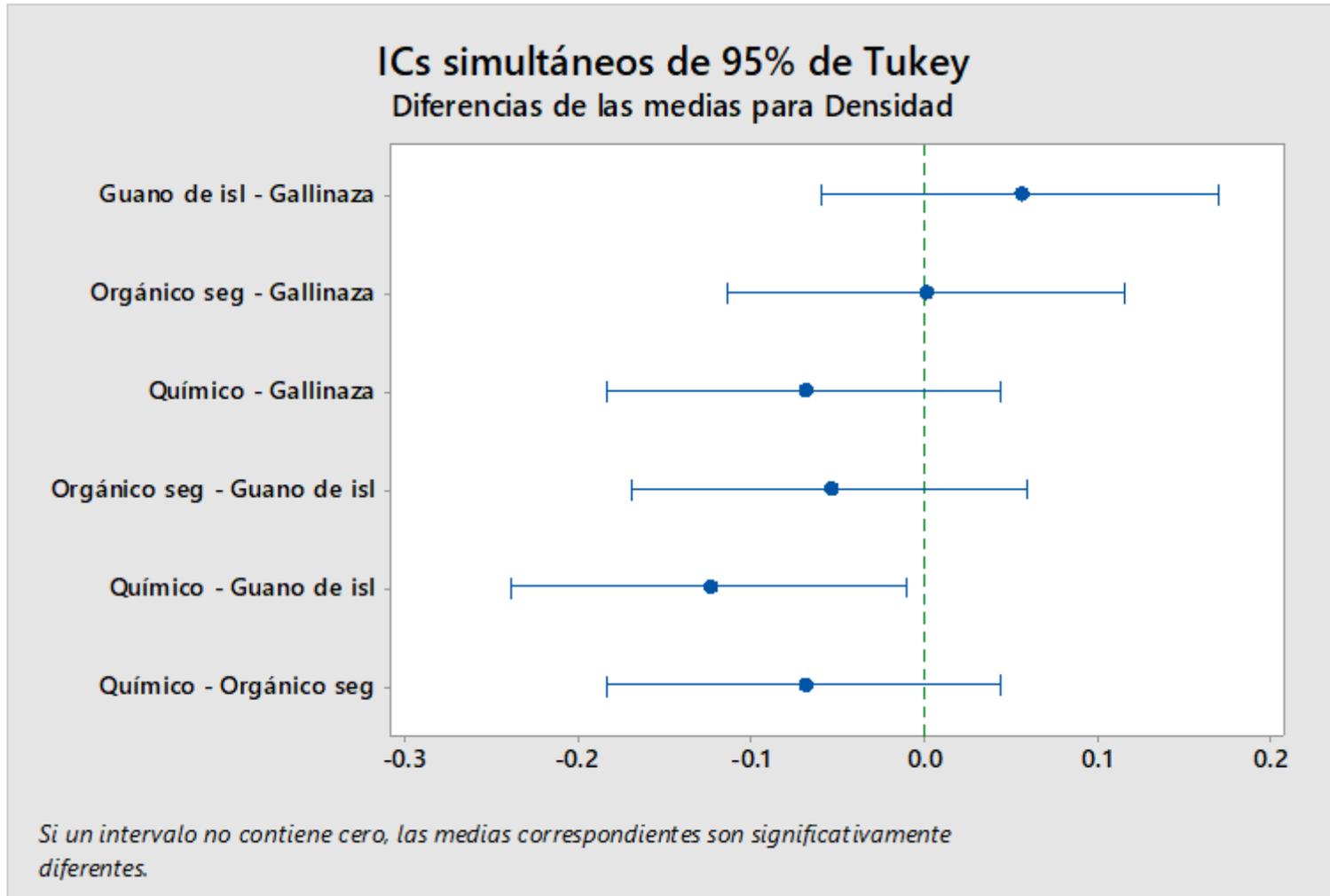


Figura 23

*Método Tukey para análisis de las medias de densidad.*

Análisis de varianza de la capacidad de intercambio catiónico en los tratamientos de fertilización y abonado de suelos en el cultivo de papa.

Tabla 12

*Análisis de varianza de la capacidad de intercambio catiónico*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Abono	3	10.3272	3.44240	588.44	0.000
Error	4	0.0234	0.00585		
Total	7	10.3506			

Tabla 13

*Prueba anova entre resultados de C:I:C en la fertilización y abonado de suelos*

Prueba estadística ANOVA	
Hipótesis	H <sub>0</sub> = Todas las medias son iguales H <sub>1</sub> = No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$
p	0.000
Decisión estadística	Se rechaza H <sub>0</sub> y se acepta la hipótesis alterna
Conclusión	Se cumple el supuesto de no igualdad de varianzas con una significancia del 5%.

Nota: Como el valor estadístico de probabilidad asociada (p) es igual a 0.00, este valor es menor al nivel de significancia de 0.05, se concluye que existe diferencia estadística significativa de C.I.C de los resultados de nitrógeno entre los diferentes tipos de abonos orgánicos y el fertilizante químico

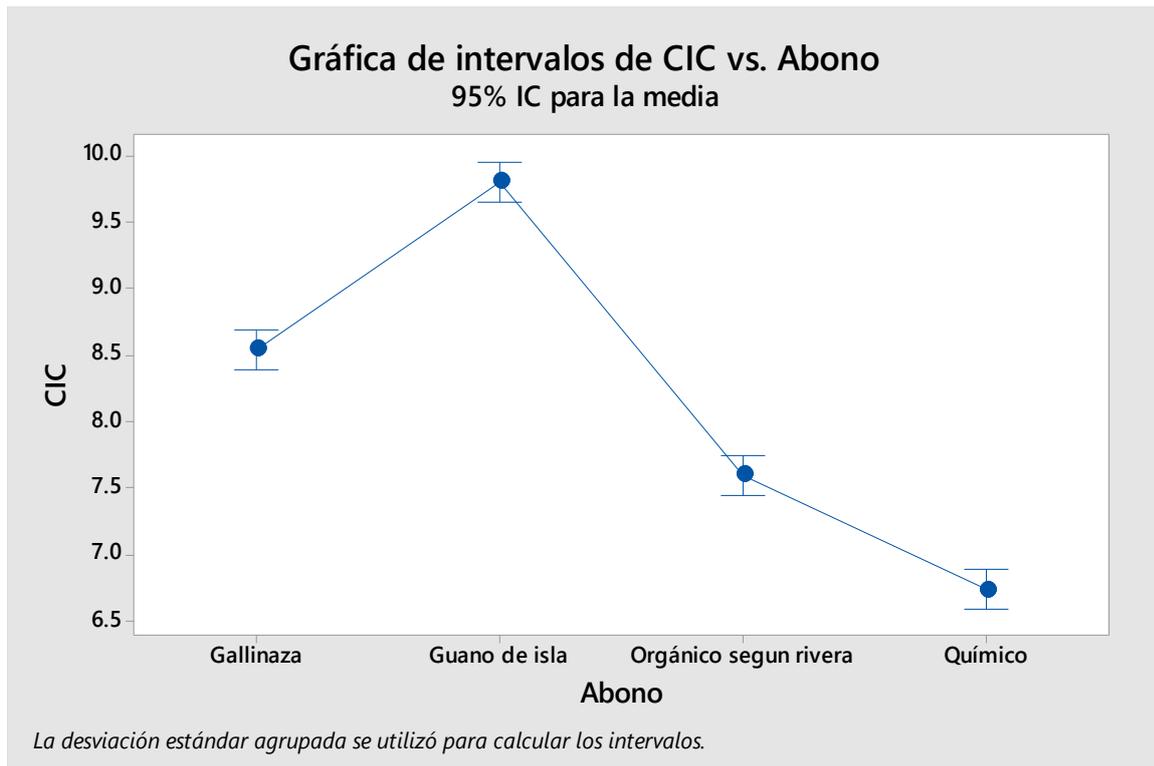


Figura 24

*Gráfica de intervalos de C.I.C.*

En la figura 24 se aprecia la gráfica de la capacidad de intercambio catiónico en el cultivo de papa usando abonos orgánicos y fertilizantes químicos, apreciándose que el suelo con guano de isla es el que presenta mayor capacidad de intercambio catiónico en el cultivo de papa, además se aprecia también que el fertilizante químico es el que presenta menor capacidad de intercambio catiónico.

Además, en la figura 25 se aprecia el método Tukey, observándose las diferentes comparaciones entre las medias de los valores obtenidos, del cual se puede apreciar que de todas las comparaciones realizadas todas presentan diferencia estadísticamente notable.

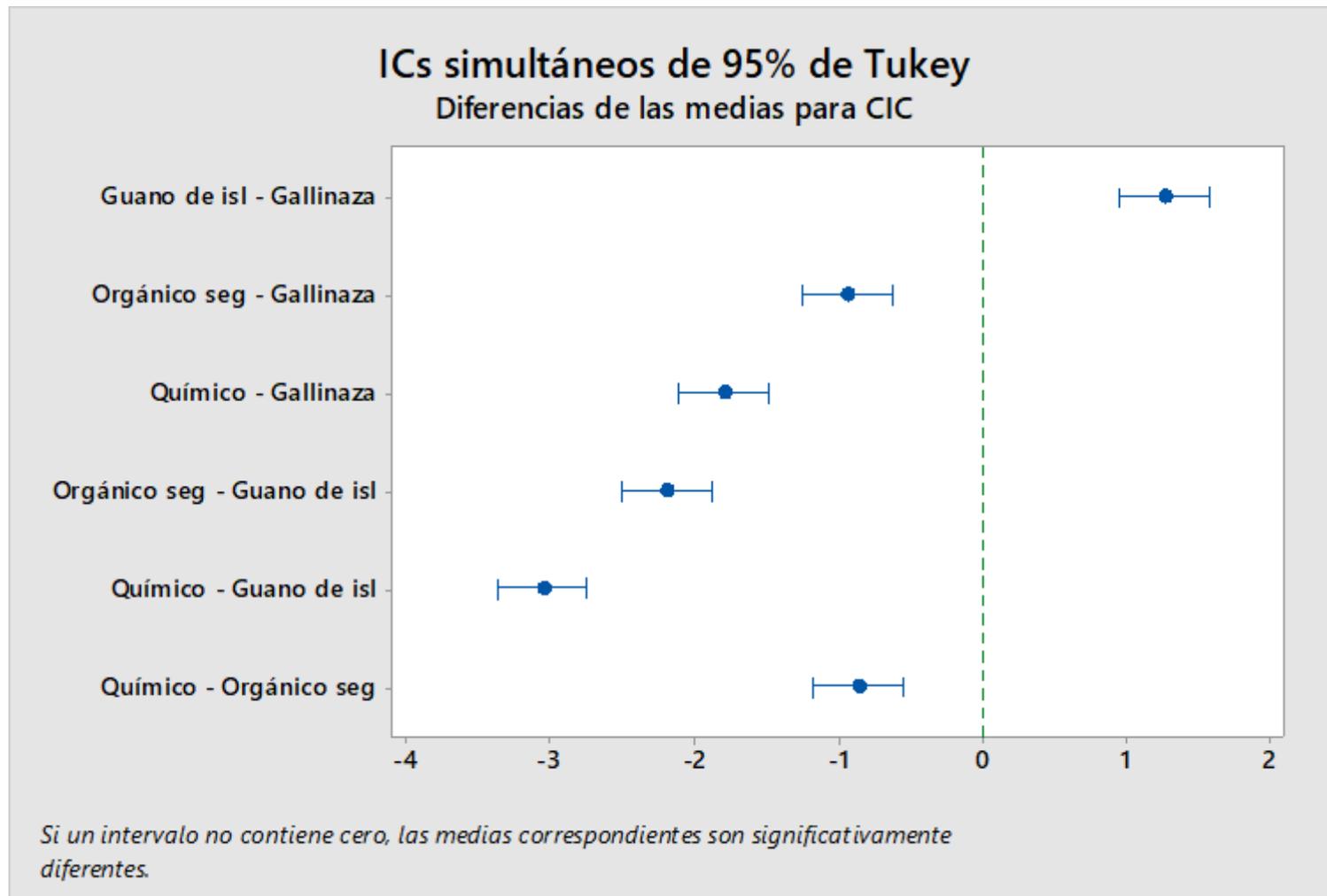


Figura 25

*Método Tukey para análisis de las medias de C.I.C.*

Análisis de varianza de la materia orgánica en los tratamientos de fertilización y abonado de suelos en el cultivo de papa.

Tabla 14

*Análisis de varianza de la materia orgánica*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Abono	3	3.1525	1.0508	7.88	0.037
Error	4	0.5334	0.1334		
Total	7	3.6859			

Tabla 15

*Prueba anova entre resultados de materia orgánica en la fertilización y abonado de suelos*

Prueba estadística ANOVA	
Hipótesis	H <sub>0</sub> = Todas las medias son iguales H <sub>1</sub> = No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$
p	0.037
Decisión estadística	Se rechaza H <sub>0</sub> y se acepta la hipótesis alterna
Conclusión	Se cumple el supuesto de no igualdad de varianzas con una significancia del 5%.

Nota: Como el valor estadístico de probabilidad asociada (p) es igual a 0.037, este valor es menor al nivel de significancia de 0.05, se concluye que existe diferencia estadística significativa de los resultados de materia orgánica entre los diferentes tipos de abonos orgánicos y el fertilizante químico

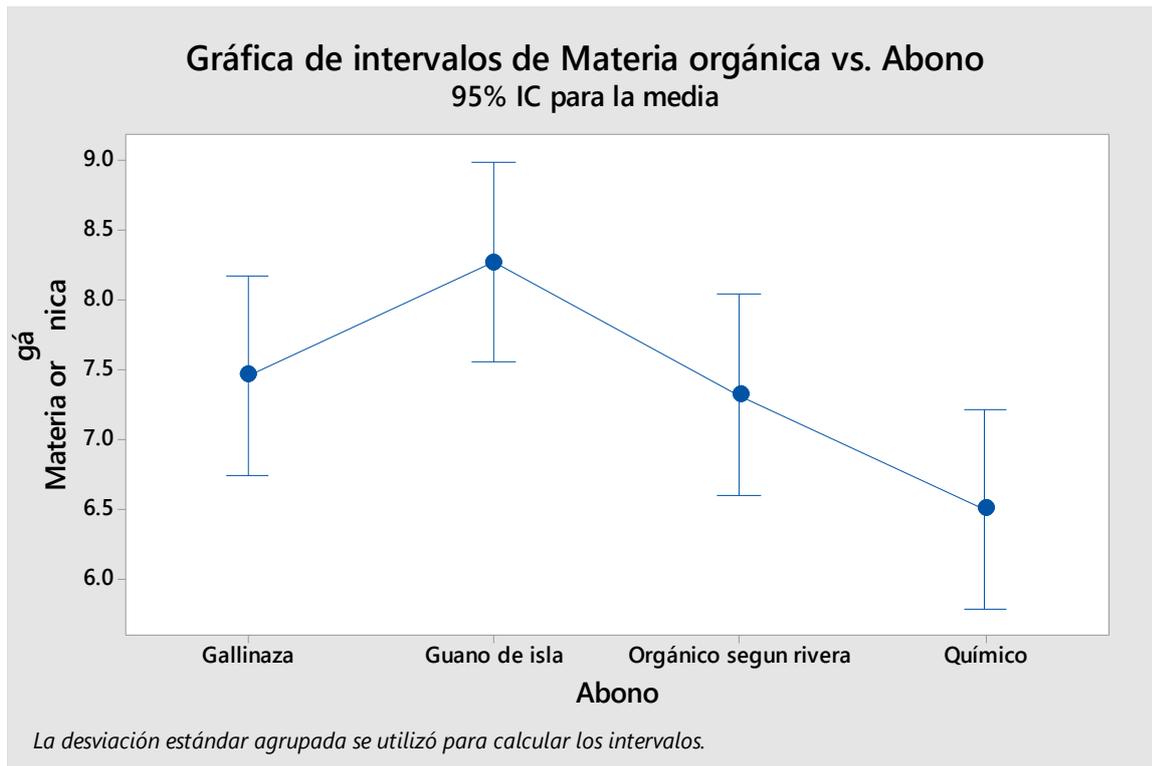


Figura 26

*Gráfica de intervalos de materia orgánica.*

En la figura 26 se aprecia la gráfica de intervalos de materia orgánica en el cultivo de papa usando abonos orgánicos y fertilizantes químicos, apreciándose que el abono orgánico de guano de isla es el que aporta mayor cantidad materia orgánica aporta en el cultivo de papa, además se aprecia también que el abono químico es el que presenta aporte de menor cantidad de materia orgánica presenta.

Además, en la figura 27 se aprecia el método Tukey, observándose las diferentes comparaciones entre las medias de los valores obtenidos, del cual se puede apreciar que de todas las comparaciones de abono orgánico y fertilizante químico realizadas, no presentan una diferencia estadística significativa a pesar de que numéricamente el abono químico presenta menor cantidad de aporte de materia orgánica.

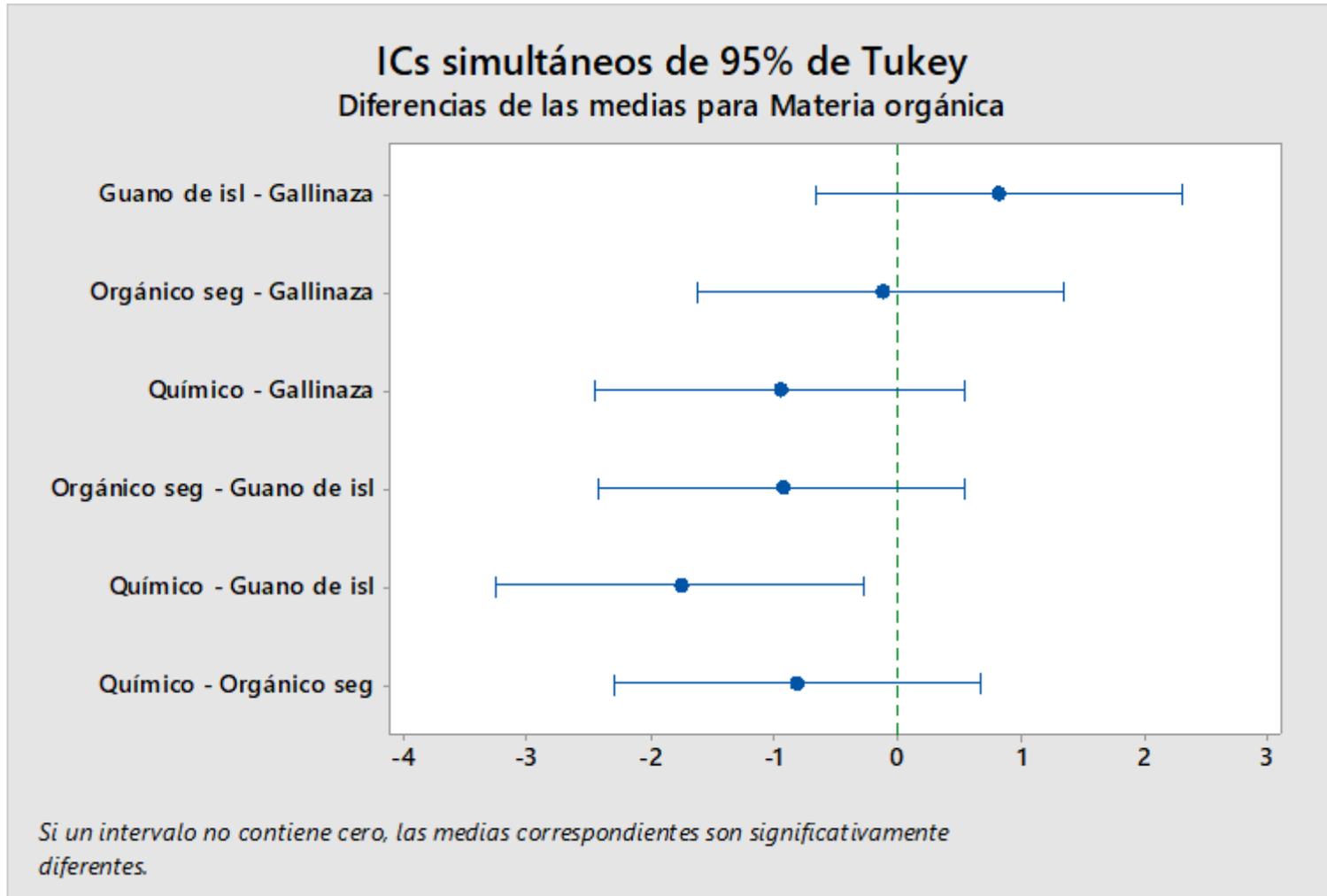


Figura 27

*Método Tukey para análisis de las medias de materia orgánica.*

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

Una vez obtenidos los resultados, se puede apreciar que el uso de fertilizantes químicos genera mayor impacto en suelos de cultivo de papa a diferencia del uso de abono orgánico, produciendo infertilidad y acidez edáfica. Concordando con Hernández, O; Ojeda, D; López, J y Arras, A (2010), en que algunos de los problemas más importantes que actualmente enfrenta la agricultura es la pérdida de fertilidad de los suelos provocada por la disminución de materia orgánica y la acidificación de los suelos producto del mal uso de abonos y fertilizantes durante los cultivos.

El uso de fertilizantes químicos no incrementó los mg/kg de fósforo y nitrógeno en el suelo, a diferencia del potasio que se aprecia una diferencia significativa de aporte concordando con Acosta (2014) en su estudio influencia de diferentes dosis de abonos orgánicos en el rendimiento de *Caesalpinia Spinosa* (Molina) KUNTZE en la provincia San Marcos, región Cajamarca. En la cual se observó que la cantidad excesiva de abonos y fertilizantes genera tasas elevadas de nitratos fosfatos y potasio.

A pesar de que los fertilizantes químicos y los abonos orgánicos puedan aportar los minerales necesarios para el crecimiento del cultivo es importante determinar que el uso de fertilizantes químicos disminuye el pH, la densidad, la capacidad de intercambio catiónico y la cantidad materia orgánica, generando acidificación de suelo y empobrecimiento edáfico concordando con Colachagua (2011), el cual realizó la experimentación del cultivo de papa con abonos orgánicos y fertilizantes químicos verificando que los fertilizantes siempre generan mayor acidez y menor aporte de materia orgánica.

A partir de los resultados se verifica que con el uso de abonos orgánicos los aportes de nitrógeno y fosforo son mayores a los que presenta la fertilización química, además se puede observar que no existe diferencia significativa entre el aporte de potasio del fertilizante orgánico según rivera y el fertilizante químico, evidenciándose que el uso de abono orgánicos presenta mayor cantidad de ventajas que desventajas, frente al uso de fertilizantes químicos durante el cultivo de papa, pero está supeditado a la correcta aplicación del abonado para evitar la percolación y contaminación de fuentes de agua superficial y subterránea a causa de la agricultura. Concordando con Cárdenas (2010), quien propone el uso de abonos orgánicos como remediadores de suelos infértiles y acidificados, evidenciándose que gracias a ellos se mejora el aporte de materia orgánica, se regula el pH y se brinda al suelo los minerales óptimos para el crecimiento de cultivos.

## 4.2 Conclusiones

Al evaluar el uso de fertilizantes químicos y abonos orgánicos es posible concluir que ambos fertilizantes pueden llegar a aportar niveles altos de nitrógeno, fósforo y potasio dependiendo de la cantidad de abono o fertilizante que se aplique al suelo, esto puede generar, contaminación del suelo y en consecuencia agua superficial y subterránea por percolación de estos minerales, por ello es de gran importancia el uso correcto de estos.

Se logró determinar el porcentaje de fósforo, nitrógeno y potasio en el suelo inicial con valores de 0.82%, 0.17% y 0.47% respectivamente, después de la aplicación de fertilizantes químicos se obtuvo valores máximos de fósforo nitrógeno y potasio de 1.8%, 2.17% y 3.8% respectivamente; de los abonos orgánicos se obtuvo valores finales de 7.1%, 6.7% y 3.91 respectivamente, de los cuales el nitrógeno y fósforo tuvo mayor aporte con el uso de gallinaza y el potasio con el abono orgánico propuesto por Rivera.

Se logró determinar el pH, densidad, capacidad de intercambio catiónico y materia orgánica del suelo inicial obteniéndose valores de 6.75pH, 1.38 g/cm<sup>3</sup>, 4.24 meq/100 y 3.8% respectivamente, de los fertilizantes químicos se obtuvo valores finales de 5.42 pH, 1.61g/cm<sup>3</sup>, 6.7meq/100 y 6.2% respectivamente; de los abonos orgánicos se obtuvo valores finales de 7.8pH, 1.73g/cm<sup>3</sup>, 9.72meq/100 respectivamente, de los cuales el abono orgánico según rivera tuvo el mejor aporte de alcalinidad al suelo y el guano de isla tuvo mayor aporte de materia orgánica

Los abonos orgánicos tienen una alta eficiencia en el cultivo de papa por los aportes minerales de nitrógeno, fosforo y potasio, los cuales no presentan una diferencia estadística significativa con los abonos químicos, por el contrario, los abonos químicos al final del cultivo de papa si dejaron acidificación en los suelos utilizados, además se puede concluir que si bien es cierto presentan aporte mineral similar la permanencia en los suelos de estos nutrientes es menor haciendo uso de fertilizantes químicos.

## REFERENCIAS

- Acosta, G. (2014). Influencia de diferentes dosis de abonos orgánicos en el rendimiento de *Caesalpinia Spinosa* (Molina) KUNTZE en la provincia San Marcos, región Cajamarca (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca-Perú.
- Cárdenas Alvarado, I. (2010). Evaluación de la influencia del abono orgánico en la recuperación de suelos degradados mediante la instalación de *Cymbopogon winterianus* (CITRONELLA) en la localidad de Supte San Jorge – Tingo Maria. (Tesis de pregrado). Universidad nacional agraria de la selva. Tingo Maria-Perú.
- Colachagua Canales, C. (2011). Fertilizantes orgánicos e inorgánicos en la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Canchán, en las localidades de Hualahoyo y El Mantaro (tesis de pregrado). Universidad Nacional Del Centro Del Perú. Huancayo – Perú.
- Corporación Colombiana De Investigación Agropecuaria (CORPOICA). (1995). Manejo Integrado del cultivo de la Papa. Manual Técnico.
- Fondo Para La Protección del Agua (FONAG). (2010). Abonos orgánicos, protegen el suelo y garantizan alimentación sana.
- Gómez, K. (2013). Evaluación del efecto de los fertilizantes químicos y orgánicos en el suelo, caso de estudio: cultivos de jitomate en invernadero tipo túnel. (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca-Mexico.

Hernández, O; Ojeda, D; López, J y Arras, A (2010, enero-febrero). Abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, Chihuahua. *Tecnociencias chihuahuas*, 4 (1), 1-6.

Martínez, T. (2004). *Historial del Terreno y Uso de Fertilizantes*. Investigador Titular CIAD, A.C.-México.

Organización de las Naciones unidas para la alimentación y la Agricultura (FAO) (mayo 2018). *Simposio mundial sobre la contaminación del suelo*, Roma, Italia.

## ANEXOS

### Anexo 1 álbum fotográfico



Figura 28

*Cultivo de papa día uno – abonado y fertilización.*



Figura 29

*Cultivo de papa día 20, germinación con fertilizante químico.*



Figura 30

*Cultivo de papa día 20, germinación con abono orgánico.*



Figura 31

*Cultivo de papa día 25.*



Figura 32

*Cultivo de papa día 35.*



Figura 33

*Cultivo de papa día 50.*



Figura 34

*Cultivo de papa día 60.*



Figura 35

*Cultivo de papa día 85.*



Figura 36

*Cosecha de papa, día 105.*



Figura 37

*Productos finales del cultivo de papa*

Anexo 02 - resultados de laboratorio



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**  
LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION  
**LASACI**



### INFORME DE ANÁLISIS

SOLICITANTE	: ELIO ROSMEL LONGA NARRO ELISEO RODRIGUEZ BRIONES	
PROYECTO	: “Evaluación del efecto en el suelo del uso de fertilizantes químicos y abonos orgánicos para el cultivo de papa – Distrito de Sorochuco”	
MUESTRA	: SUELOS	
PROCEDENCIA	: CAJAMARCA	
FECHA DE INGRESO	: 05 DE NOVIEMBRE DEL 2020	
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	A02-1B; A02-2B; A02-3B GUANO DE LA ISLA Y TIERRA	

DETERMINACIONES	Unidades	RESULTADOS
NITROGENO (N)	%	7.1
FOSFORO	%	6.7
POTASIO	%	1.2
pH		6.37
DENSIDAD	gr/cm <sup>3</sup>	1.76
C.I.C	meq/100	9.72
MATERIA ORGANICA	%	8.39

A03-1B; A03-2B; A03-3B GALLINAZA Y TIERRA

DETERMINACIONES	Unidades	RESULTADOS
NITROGENO (N)	%	3.32
FOSFORO	%	3.18
POTASIO	%	2.71
pH		7.82
DENSIDAD	gr/cm <sup>3</sup>	1.72
C.I.C	meq/100	8.58
MATERIA ORGANICA	%	7.11

A01-1B; A01-2B; A01-3B ESTRIECOL DE CUY; DESECHO VEGETAL, CENIZAS, LECHE, LEVADURA Y TIERRA

DETERMINACIONES	Unidades	RESULTADOS
NITROGENO (N)	%	1.88
FOSFORO	%	1.63
POTASIO	%	3.91
pH		8.28
DENSIDAD	gr/cm <sup>3</sup>	1
C.I.C	meq/100	7
MATERIA ORGANICA	%	7



**LASACI**  
DIRECCIÓN  
Ing. César Valqui Mendoza  
DIRECTOR LASACI

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA**  
☎ 949959632 / 933623974

Escaneado con CamScanner

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**  
LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION  
**LASACI**

FQ-1B; FO-2B; FQ-3B N,P,K Y TIERRA

DETERMINACIONES	Unidades	RESULTADOS
NITROGENO (N)	%	1.8
FOSFORO	%	2.17
POTASIO	%	3.8
pH		5.42
DENSIDAD	gr/cm <sup>3</sup>	1.61
C.I.C	meq/100	6.7
MATERIA ORGANICA	%	6.2

Métodos Kjeldahl-nitrógeno  
Potenciometro - Espectrómetro UV  
TRUJILLO 19 DE NOVIEMBRE DEL 2020



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL  
**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA**  
0 949959632 / 933623974

Escaneado con CamScanner