



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente práctico del Examen de Grado de carácter  
Complejivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,  
como requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA:**

Importancia de la fertilización fósforo – potásica, al suelo y foliar,  
para mejorar la producción del cultivo de soya (*Glycine max* M.)

**AUTOR:**

Alex Adrián Mosquera Vera

**TUTORA:**

Ing. Quim. Adriana Mejía Gonzáles, MSc.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2025

## RESUMEN

La soya, es actualmente la oleaginosa más importante del mundo, gracias a su calidad y alto contenido proteico. La investigación tuvo como objetivo principal describir la importancia de la fertilización fósforo – potásica, al suelo y foliar, para mejorar la producción del cultivo de soya (*Glycine max* M.). Para la elaboración del documento se recopiló información actualizada de artículos científicos y bibliotecas virtuales. Las conclusiones determinaron que el fósforo desempeña un papel crucial en la transferencia de energía dentro de las plantas, promoviendo un crecimiento saludable de las raíces y mejorando la tolerancia de la soya a condiciones de estrés como sequías y enfermedades; el potasio desempeña un papel crucial en el rendimiento y la calidad de la cosecha de soya, ya que es esencial para la activación de enzimas, la regulación osmótica y el transporte de sustancias asimiladas como almidón y azúcar, y para el metabolismo de carbohidratos y proteínas. La deficiencia en fósforo (P) en el cultivo de soya es relacionada con reacciones bioquímicas necesarias para la vida y reproducción de la planta, como clorosis, raquíticas, mala formación de granos y reducido vainas por planta, limitando su potencial de rendimiento y la deficiencia de potasio en la soya resulta en un color amarillento en las hojas inferiores, lo que lleva a un avance clorostático y necrosis. Las plantas deficientes crecen lentamente, se desarrollan lentamente y producen granos pequeños y deformes.

**Palabras claves:** deficiencia nutricional, macroelementos, oleaginosas, rendimiento.

## SUMMARY

Soybean is currently the most important oilseed in the world, thanks to its quality and high protein content. The main objective of the research was to describe the importance of phosphorus-potassium fertilization, both in soil and on leaves, to improve soybean (*Glycine max* M.) crop production. For the preparation of the document, updated information was collected from scientific articles and virtual libraries. The conclusions determined that phosphorus plays a crucial role in the transfer of energy within plants, promoting healthy root growth and improving soybean tolerance to stress conditions such as drought and disease; potassium plays a crucial role in the yield and quality of the soybean crop, as it is essential for the activation of enzymes, osmotic regulation and the transport of assimilated substances such as starch and sugar, and for the metabolism of carbohydrates and proteins. Phosphorus (P) deficiency in soybean crops is related to biochemical reactions necessary for plant life and reproduction, such as chlorosis, stunting, poor grain formation and reduced pods per plant, limiting its yield potential, and potassium deficiency in soybeans results in a yellowish color in the lower leaves, leading to chlorostatic advance and necrosis. Deficient plants grow slowly, develop slowly and produce small and deformed grains.

**Keywords:** nutritional deficiency, macroelements, oilseeds, yield.

## CONTENIDO

RESUMEN .....	II
SUMMARY.....	III
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I .....	3
MARCO METODOLÓGICO .....	3
1.1. Definición del tema caso de estudio .....	3
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos .....	4
1.4.1. General.....	4
1.4.2. Específicos.....	5
1.5. Fundamentación teórica.....	5
1.5.1. Generalidades del cultivo de soya.....	5
1.5.2. Funciones que cumplen el fósforo y potasio en el cultivo de soya. ....	8
1.5.3. Principales síntomas de deficiencia de fósforo y potasio en el cultivo de soya. ....	14
1.6. Hipótesis.....	18
1.7. Metodología de la investigación.....	18
CAPÍTULO II .....	20
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	20
2.1. Desarrollo del caso .....	20
2.2. Situaciones detectadas (hallazgo). ....	20
2.3. Soluciones planteadas .....	21
2.4. Conclusiones.....	21
Por lo detallado anteriormente se concluye: .....	21
2.5. Recomendaciones .....	22
BIBLIOGRAFÍA.....	23

## INTRODUCCIÓN

La soya (*Glycine max M.*) tiene su origen en China y constituye un componente esencial de la dieta de numerosas poblaciones. Por esta razón, se considera una leguminosa de considerable relevancia a nivel global, dada su elevado valor nutricional y económico. Especialmente destacable es la calidad del aceite y de las proteínas que proporciona, lo que la convierte en una fuente nutricional significativa para el consumo humano. (Icaza, 2023).

Estos cultivos contribuyen a la sostenibilidad económica, gracias a que la producción de soya, el tercer cultivo más importante en la costa de Ecuador después del arroz y el maíz, es uno de los principales cultivos de ciclo corto. Esta oleaginosa es una leguminosa con alto contenido de proteínas y aceites, y se utiliza en las industrias de alimentación animal y aceites. (Delgado, 2019).

En la provincia de Los Ríos, se lleva a cabo la siembra durante la temporada seca, que generalmente inicia en mayo, aprovechando la humedad residual de los suelos. Esta actividad abarca más de 40,000 hectáreas, particularmente en las áreas bajas de los cantones de Quevedo, Urdaneta, Pueblo Viejo, Vinces, Baba, Babahoyo y Montalvo, así como en ciertos sectores de los cantones Jujan y Simón Bolívar de la provincia del Guayas. (Delgado, 2019).

La soya requiere grandes cantidades de macronutrientes para su crecimiento y rendimiento normales. Aunque es capaz de sostener rendimientos bastante altos en condiciones de fertilización relativamente bajas, en términos generales sus necesidades de nutrientes, expresadas por tonelada de grano cosechado, son más altas que las de cultivos extensivos como el maíz o el trigo. (Macías, 2019).

El fósforo y el potasio constituyen dos elementos esenciales de alta demanda por parte de los cultivos, destacando la soya como una especie que presenta exigencias significativas. Por consiguiente, es necesario implementar niveles elevados de fertilización tanto fosfatada como potásica para satisfacer las

necesidades de estos nutrientes en la planta. En este contexto, la fertilización constituye una técnica agronómica implementada con el fin de satisfacer los requerimientos nutricionales de las plantas, así como para rectificar los niveles de fósforo (P) y potasio (K) en el suelo, lo que a su vez optimiza la eficiencia en el uso de los fertilizantes. Es imperativo la aplicación adecuada de fertilizantes  $P_2O_5$  y  $K_2O$  con el fin de nutrir la planta de soya y aumentar los niveles de los nutrientes esenciales en el suelo. (Ovelar et al., 2023).

# CAPÍTULO I

## MARCO METODOLÓGICO

### 1.1. Definición del tema caso de estudio

El presente documento ofrece un análisis exhaustivo sobre la relevancia de la fertilización con fósforo y potasio, tanto al nivel del suelo como foliar, en la optimización de la producción del cultivo de soya (*Glycine max* M.).

### 1.2. Planteamiento del problema

El cultivo de soya en Ecuador representa uno de los componentes clave para la sostenibilidad de la economía agrícola del país. Este tipo de cultivo se desarrolla predominantemente en la Región Costa, lo que ha propiciado su evolución a lo largo de los años, buscando optimizar tanto la productividad como la calidad del producto final. La producción de soya enfrenta diversos desafíos, incluyendo la calidad del suelo, deficiencias nutricionales, condiciones climáticas adversas, así como la aparición de plagas y enfermedades (Macias, 2019)

En caso de que el suelo no cumpla con las características adecuadas, se generará una deficiencia nutricional debido a que el nivel de humedad del suelo puede ser insuficiente para facilitar el transporte de nutrientes hacia las raíces y, posteriormente, a la planta. Considerando que los nutrientes son esenciales para los procesos de fotosíntesis, respiración y síntesis de fitohormonas que influyen en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos, la deficiencia de nutrientes ocasiona alteraciones fisiológicas que afectan negativamente la productividad (Rosado, 2023).

### 1.3. Justificación

Debido a su alto consumo, la soya es una leguminosa oleaginosa de gran importancia económica en Ecuador. Además, debido a su composición nutricional, es considerada una de las plantas más importantes del mundo para

la producción de materias primas. La importancia de este recurso, tanto a nivel local como internacional, radica en su alto contenido de proteínas (38% - 42%) y su importante contenido de aceite vegetal (18% - 22%). Por lo tanto, esta planta es un factor de extrema importancia para el cultivo, ya que representa la principal materia prima para numerosos sectores de las industrias de las semillas oleaginosas y de la producción de alimentos (Sánchez, 2021).

La soya crece en una variedad de texturas de suelo. Si la disponibilidad de agua y nutrientes no es un factor limitante, se pueden lograr rendimientos muy altos tanto en suelos arenosos como arcillosos. Sabemos que la soya se desarrolla muy bien en suelos pobres, pero también necesita fertilidad del suelo para producir bien.

La productividad del cultivo de soya se mejora con fósforo y potasio, utilizando dos fuentes que son el fertilizante del suelo y el fertilizante foliar. El potasio, por otro lado, controla la tasa de movimiento del agua y las actividades de los estomas, mientras que el fósforo es el bloque de construcción para la síntesis de proteínas, la fotosíntesis y la movilidad de carbohidratos.

Aunque la soya es capaz de mantener niveles de rendimiento en condiciones de baja fertilidad del suelo, los nutrientes son considerados uno de los factores más significativos para optimizar su rendimiento y calidad. La producción de soya en ambientes de baja fertilidad está limitada por la disponibilidad de nutrientes. Esto es respaldado por investigaciones que también muestran que una fertilización adecuada tiene un efecto positivo.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. General**

Describir la importancia de la fertilización fósforo – potásica, al suelo y foliar, para mejorar la producción del cultivo de soya (*Glycine max* M.)

### **1.4.2. Específicos**

- Detallar las funciones que cumplen el fósforo y potasio en el cultivo de soya.
- Exponer los principales síntomas de deficiencia de fósforo y potasio en el cultivo de soya.

### **1.5. Fundamentación teórica**

#### **1.5.1. Generalidades del cultivo de soya**

Para maximizar la productividad de este cultivo, es necesario aplicar fertilizantes con fósforo y potasio, tanto en el suelo como en el follaje. Además de esto, el fósforo es importante para la síntesis de proteínas, el proceso de fotosíntesis y la translocación de carbohidratos, mientras que el potasio es necesario para la regulación del agua, lo que mejora la funcionalidad estomálica. De hecho, aunque la soya es capaz de mantener rendimientos bajo baja fertilidad del suelo, la disponibilidad óptima de nutrientes es importante para maximizar el rendimiento y la calidad del cultivo de esta especie. Esto ha sido corroborado por investigaciones que muestran el impacto beneficioso de una fertilización suficiente (Zarrilli, 2020).

La soya (*Glycine max* L.) es una especie de planta de grano entero que es nativa de China y actualmente tiene una importancia global como alimento básico nutricional. Esta planta es estratégica, tiene un contenido de proteínas del 38% al 42%; además, el contenido de aceite es del 18% al 22%, sirviendo de formas comerciales. Hoy en día, la soya y sus derivados (principalmente el aceite de soya y la harina de soya) juegan un papel importante en la nutrición humana y animal (Catuto, 2020).

La soya se posiciona actualmente como la oleaginosa más significativa a nivel global, debido a su calidad superior y elevado contenido proteico. Asimismo, este cultivo ha experimentado un crecimiento significativo a nivel global, impulsado por la creciente demanda de cereales como insumos en la producción de

alimentos y piensos que poseen un elevado contenido vitamínico y proteico (Cieza, 2022).

Como un cultivo bien adaptado al suelo y clima chino, la soya ha sido considerada durante mucho tiempo un cultivo estratégico porque contiene altos niveles de proteína (38%~42%) y aceite (18%~22%). Tanto la nutrición humana como el animal utilizan el grano y sus derivados (Soto et al., 2022).

La soya es un cultivo oleaginoso de gran importancia económica para el comercio mundial. Hoy en día, la soya se cultiva en todo el mundo y se utiliza en muchas industrias de productos alimenticios, tanto para animales como para humanos, industrialmente para la producción de biocombustibles. Este grano es uno de los más importantes para los países que lo exportan y es un alimento básico esencial para los países importadores (Aguilera et al., 2020).

Para mejorar la productividad y equilibrar la sostenibilidad de las cosechas de soya, es clave lograr la rentabilidad y el desarrollo continuo de sistemas sostenibles mediante la adecuación del uso de los recursos. Esto es importante para desarrollar estrategias que permitan proporcionar fertilizantes de una manera más limpia y sostenible, lo cual es útil para obtener mejores resultados económicos para los agentes del agronegocio de la soya (Durán et al., 2021).

En el Ecuador, anualmente se cultivan alrededor de 50 000 ha de soya, los principales resultados obtenidos indican que la productividad nacional exhibe un rendimiento de 2,02 t ha<sup>-1</sup> por lo que la producción anual no logra cubrir la demanda del mercado nacional, por tal motivo, en la actualidad, es necesario incrementar la producción de este cultivo implementando nuevas tecnologías de agroproductividad que sean amigables con el medio ambiente (Quiroz et al., 2022)

La producción de soya en Ecuador alcanzó un rendimiento nacional promedio de 1,91 toneladas por hectárea en una extensión de 17,056 hectáreas. Este hallazgo se obtuvo mediante el uso de las variedades INIAP 307, P34 y P32. La provincia del Guayas logró la producción más alta, con un rendimiento de 1,93

toneladas por hectárea en una extensión de 12.608 hectáreas; en contraste, la provincia de Los Ríos reportó una producción de 1,90 toneladas por hectárea en una superficie de 4.421 hectáreas (Duran et al., 2021).

Los principales sitios a nivel nacional dedicados al cultivo de la soya, junto con sus respectivos rendimientos en toneladas por hectárea, son los siguientes: Alfredo Baquerizo con 2,30 t/ha; Milagro con 1,44 t/ha; Salitre con 2,88 t/ha; Simón Bolívar con 2,17 t/ha; Baba con 2,21 t/ha; Babahoyo con 2,19 t/ha; Buena Fé con 1,27 t/ha; Montalvo con 2,46 t/ha; Pueblviejo con 2,06 t/ha; Quevedo con 2,03 t/ha; Quinsaloma con 2,00 t/ha; Urdaneta con 1,67 t/ha; Valencia con 1,35 t/ha; Ventanas con 2,23 t/ha y Vinces con 1,82 t/ha (Villón, 2020).

La soya, cultivada principalmente por sus semillas de elevado contenido proteico, es empleada tanto en la alimentación como en la producción de aceite. Esta leguminosa se utiliza en una amplia variedad de productos que pueden sustituir a aquellos de origen animal. En varios países, el grano de soya se integra en un significativo número de industrias alimentarias, donde se utiliza como ingrediente en la elaboración de embutidos, chocolates y productos de repostería. La soya se emplea igualmente como fuente de alimento para animales, ámbito en el que compite a nivel internacional con la harina de pescado. Además, como subproducto de la producción de aceites, la torta de soya generada se destina a la elaboración de harinas (Catuto, 2020).

El fertilizante orgánico es otra opción viable y segura que puede usarse para lograr una producción agrícola sostenible. Estos fertilizantes garantizan la reducción o eliminación total de fertilizantes químicos, así como la restauración de la fertilidad del suelo y el aumento de la flora microbiana. Esta última es esencial para la descomposición de residuos orgánicos, permitiendo su conversión en minerales asimilables para las plantas en su ciclo de producción (Durán et al., 2021).

También se ve como un buen contrapunto a las prácticas agrícolas completamente mecanizadas, en apoyo de un proceso poscosecha racional y respetuoso con el medio ambiente. La soya, como rotación de cultivos en el

sistema de siembra de arroz o maíz, es una estrategia para maximizar el uso de la humedad residual del suelo. Esto significa un beneficio para el propio productor, pero también fomenta la protección, mejora e incremento de un recurso natural renovable como el suelo (Ruiz, 2023).

Aproximadamente el 95% de la soya se produce en la provincia de Los Ríos, principalmente donde se cultiva, como Quevedo, Mocache y Babahoyo, mientras que el 5% restante se produce en la provincia de Guayas. Con el mapa de zonificación de cultivos en Ecuador, se identificó que el 95% de la producción nacional proviene de cultivos de verano para aprovechar la disponibilidad de humedad en el suelo y que la provincia de Los Ríos alberga el 95% del área nacional de cultivo para este cultivo (Catuto, 2020).

### **1.5.2. Funciones que cumplen el fósforo y potasio en el cultivo de soya.**

La fertilización de la soya se ha convertido en una práctica de creciente popularidad. El persistente deterioro de la fertilidad del suelo ha dado lugar a la manifestación de respuestas a la fertilización con fósforo (P) y potasio (K) en diversas regiones productoras. Asimismo, numerosos cultivos se presentan en monocultivo, lo que implica que la única estrategia para la reposición de nutrientes consiste en la fertilización de la soya (Quevedo, 2020).

Para la gestión de nutrientes de movilidad limitada, como el fósforo (P) y el potasio (K), se pueden distinguir dos enfoques: la estrategia de manejo por suficiencia y la estrategia orientada a incrementar y mantener los niveles de nutrientes en el suelo. El enfoque de manejo por suficiencia tiene como objetivo aplicar una cantidad de fósforo (P) o potasio (K) que optimice el retorno de la inversión en fertilizantes durante el año de aplicación, constituyéndose, así como una estrategia de fertilización para el cultivo. La estrategia de elevar y mantener, o gestión por balances, busca regular los niveles de nutrientes en el suelo con el fin de alcanzar un umbral de disponibilidad nutricional que reduzca la probabilidad de que surjan limitaciones nutricionales que puedan afectar el rendimiento (Núñez et al., 2020).

Las altas concentraciones de nutrientes de fósforo (P) estimulan significativamente el crecimiento inicial de la soya, particularmente en suelos fríos al momento de la siembra o en suelos con mal drenaje (Alonso et al., 2022).

El fósforo es parte de lo que transfiere energía a lo largo de la planta. Aplicar esta práctica en el desarrollo temprano de la soya maximizaría el establecimiento del sistema radicular. La disponibilidad de fósforo también está asociada con un aumento en la tolerancia de la soya a los factores de estrés ambiental, como la sequía y los patógenos (Barraco et al., 2022).

Aparte del nitrógeno, el fósforo es el segundo factor limitante para la producción de cultivos. Para la producción de una tonelada de grano de soya, se utilizan (exportados con la cosecha) 8 kg de fósforo. Por ejemplo, la deficiencia de fósforo (P) es un nutriente limitante importante para el crecimiento de las plantas y generalmente se caracteriza por un tamaño de hoja reducido (Tysko y Rodríguez, 2016).

El fósforo es un nutriente esencial para el crecimiento de las plantas. Este es un generador de energía crucial en las células vegetales y se requiere para el desarrollo de raíces saludables y fuertes que absorben los otros nutrientes y el agua del suelo (Carrillo, 2019).

El rendimiento de la soya, como es el caso de todos los cultivos, es el resultado de dos componentes principales: la cantidad de semillas y el peso de cada semilla individual. El fósforo es un factor limitante clave para el crecimiento y la expansión de los granos. (Alonso et al., 2022).

Se ha documentado que un incremento en el crecimiento inicial de soya se manifiesta cuando se dispone de elevadas concentraciones de fósforo (P) cerca de la línea de siembra, especialmente en suelos fríos durante la siembra o en aquellos que presentan un drenaje insuficiente. No está establecido de manera concluyente si este aumento en el crecimiento inicial resulta en una mayor eficiencia en la utilización del fósforo, o si la planta es capaz de compensar el retraso en su crecimiento cuando la fuente de fósforo se encuentra distante, una

vez que logra localizarla. Por otro lado, se menciona que la aplicación de fertilizantes en altas dosis, cercanas a la línea de siembra, disminuye la cantidad de plantas que emergen en los cultivos. Por lo tanto, es pertinente desarrollar estrategias de fertilización más eficientes que optimicen su uso y contribuyan a mejorar los rendimientos del cultivo, al mismo tiempo que se minimizan los riesgos asociados a fallas en la implantación del mismo (Salguero, 2021).

La soya demanda cantidades significativamente elevadas de fósforo (P); las estructuras vegetativas y las semillas de una cosecha que rinde 3.400 kg/ha contienen 11 kg de P, en contraste con los 5 kg de P presentes en una cosecha de trigo de rendimiento similar, así como los 18 kg de P en una cosecha de maíz que alcanza los 9.500 kg/ha. La soya absorbe fósforo a lo largo de su ciclo vegetativo; sin embargo, el intervalo de máxima demanda comienza ligeramente antes de la formación de las vainas y se extiende hasta aproximadamente diez días previos al desarrollo completo de las semillas. Es fundamental para el suministro de energía al nódulo; por lo tanto, en su ausencia, los nódulos presentan dimensiones reducidas y carecen de funcionalidad (Ortiz, 2019).

El muriato de potasio, también conocido como cloruro de potasio, constituye aproximadamente el 95% del total del potasio consumido a nivel mundial, debido a su elevada concentración del 60% de óxido de potasio (K<sub>2</sub>O) y su notable abundancia en la naturaleza. El potasio (K), que constituye entre el uno y el cuatro por ciento del extracto seco de la planta, desempeña múltiples funciones. Por lo tanto, desempeña una función fundamental en la síntesis de carbohidratos y proteínas (Quintanilla, 2020).

Los fertilizantes de potasio son comúnmente considerados como un insumo clave en los sistemas agrícolas, con un impacto positivo en los nutrientes del suelo.

Un enfoque que se ha utilizado para definir los requerimientos de fertilización es determinar los valores críticos del nutriente en el suelo, por debajo de los cuales la probabilidad de aumentos de rendimiento por su aplicación es mínima. La determinación del coeficiente de intercambio de potasio (K) mediante la

técnica de "salting-out", especialmente usando acetato de amonio ( $\text{NH}_4\text{OAc}$ ), a partir de muestras de suelo deshidratado, es uno de los métodos más comúnmente aplicados en todo el mundo (Coitiño et al., 2018).

El potasio, que controla la distribución de azúcares (importante en la división celular), se requiere en grandes cantidades, particularmente durante el período temprano de la semilla, cuando la división celular alcanza su punto máximo (Macías, 2019).

La no disponibilidad de potasio afecta el rendimiento y la calidad del cultivo. Este elemento es fundamental para la activación de los procesos enzimáticos, la regulación osmótica y el transporte de asimilados como almidón y azúcares. También es esencial para el metabolismo de carbohidratos y proteínas, ambos fundamentales para el crecimiento vegetativo y la producción de vainas y semillas. Un potasio suficiente previene la caída de las vainas antes de la cosecha y aumenta la tasa de nodulación de las raíces, aumentando así la fijación de nitrógeno por los rizobios (Lara, 2019).

El potasio es un elemento básico en el metabolismo de carbohidratos y proteínas, ambos vitales para el crecimiento vegetativo y la formación de vainas y semillas. El potasio mejora la calidad de la semilla al disminuir notablemente el número de vainas dobladas, papiráceas, podridas y descoloridas. Proporciona fortaleza y resistencia a enfermedades y bajas temperaturas, también participa en la síntesis de proteínas y ayuda a transportar azúcares desde las hojas hacia los frutos (Macías, 2019).

Un potasio permite adecuado que la pérdida de agua por transpiración por unidad de área foliar sea menor, debido a un sistema de transpiración más eficiente. El potasio influye positivamente en la calidad de la semilla al disminuir la aparición de vainas deformadas, tipo pergamino, mohosas y descoloridas. (Lara, 2019).

El principal mecanismo de transporte de potasio hacia las raíces se lleva a cabo mediante la difusión en la solución del suelo. Por esta razón, y debido a su

vinculación con el desarrollo del sistema radicular, se establece una correlación entre el contenido de humedad del suelo y la absorción de potasio (K). Una de las características que influye en la viabilidad del potasio (K) para las plantas es la densidad del suelo. Los incrementos en la compactación del suelo conducen a un aumento en el contenido volumétrico de agua, lo que a su vez facilita la difusión de los iones de potasio (K). Sin embargo, este mismo proceso también ejerce un efecto negativo al reducir el crecimiento radicular, generando así efectos contradictorios (Coitiño et al., 2018).

El suelo que se utiliza para la soya experimenta la pérdida de potasio. La deficiencia de potasio lleva a retrasos en la madurez de la soya, con calidad reducida de las semillas y un aumento de las enfermedades transmitidas por las semillas. Dado que el potasio es muy móvil, se transloca rápidamente desde los tejidos senescentes hacia las zonas de crecimiento de las raíces y brotes. Las semillas contienen alrededor del 50% del potasio que se encuentra en plantas de alto rendimiento durante su etapa de madurez (Lara, 2019).

Durante la fase de crecimiento vegetativo de la soya, es posible aplicar dosis reducidas de nitrógeno en caso de que los análisis de tejido vegetal indiquen una carencia. El potasio puede ser administrado en esta etapa si así se considera necesario. Durante la fase de floración y desarrollo de las vainas, puede ser ventajoso la aplicación de potasio adicional con el fin de favorecer la formación y el llenado óptimo de las mismas. Asimismo, podría ser indispensable la aplicación de micronutrientes en caso de que los análisis de tejido vegetal revelen su requerimiento (Barraco et al., 2022).

En términos generales, la absorción de potasio tiende a disminuir bajo condiciones de mayor compactación del suelo; sin embargo, estos efectos se manifiestan principalmente cuando la respiración radicular se ve considerablemente afectada por la reducción en la aireación del sustrato (Coitiño et al., 2018).

Particularmente durante el periodo de floración, la semilla de soya requiere un suministro adecuado de potasio (K), dada su mayor necesidad de agua en esta

etapa. La disponibilidad de potasio ejerce un impacto significativo en el rendimiento y la calidad de la cosecha.

- El potasio desempeña un papel crucial en la activación de enzimas, en la regulación del turgor osmótico y en el transporte de asimilados, tales como almidón y azúcares.
- El potasio es un elemento fundamental para el metabolismo de carbohidratos y proteínas, los cuales son cruciales para el desarrollo vegetativo y la formación de vainas y semillas.
- Un suministro adecuado de potasio contribuye a disminuir la pérdida de vainas antes de la cosecha.
- El potasio facilita la nodulación de las raíces, lo que a su vez contribuye a la fijación del nitrógeno mediante la actividad de los rizobios.
- Las plantas que disponen de un suministro adecuado de potasio presentan una disminución en la pérdida de agua por unidad de área foliar, atribuible a una mayor eficiencia en el proceso de transpiración. El potasio ejerce un impacto favorable en la calidad de la semilla al minimizar la incidencia de vainas encogidas, apergaminadas, afectadas por moho y descoloridas (Montero y Blanco, 2024).

El potasio también es esencial para gestionar el equilibrio hídrico dentro de la planta, así como para la producción de proteínas y almidón. Aplique este fertilizante durante la fase de floración, mientras se desarrollan las vainas, para promover una plena riqueza (Barraco et al., 2022).

La soya es una leguminosa que absorbe significativas cantidades de potasio del suelo. La tasa de absorción alcanza su cúmulo durante la fase de rápido crecimiento vegetativo, posteriormente disminuye hasta el inicio de la formación de los granos; el proceso de absorción se finaliza entre dos a tres semanas antes de la maduración de la semilla. Bajo condiciones de un adecuado suministro de fósforo (P), el potasio (K) promueve la nodulación y la fijación de nitrógeno (N); estos elementos son esenciales para que la soya alcance niveles óptimos de nodulación. Una relación óptima de fósforo a potasio (P:K) se sitúa entre 1:1.5 y 1:2. El elemento K generalmente puede desempeñar un papel específico en la

simbiosis, debido a su función en la regulación osmótica y en la actividad enzimática (Ortiz, 2019).

La soya, cuando presenta un rendimiento de 3,000 kg por hectárea de granos, tiene la capacidad de extraer del suelo un total de 205 kg de nitrógeno, 55 kg de fósforo y 135 kg de potasio (Tysko y Rodríguez, 2016).

Bajo condiciones de fósforo limitado en el suelo, la aplicación de fertilizantes resultó en más flores, vainas y granos por planta, lo que resultó en un aumento del rendimiento (Forcat y Steinbach, 2020).

Los experimentos conducidos en suelos que presentan horizontes argilúvicos desarrollados evidencian que la contribución de potasio (K) proveniente de las capas superficiales es fundamental para determinar las respuestas vegetales ante la adición de K, ya que esta región es donde se concentra el crecimiento del sistema radicular. Asimismo, se identifican propiedades químicas adicionales al potasio disponible que están relacionadas con la capacidad de absorción del nutriente por las plantas cultivadas. Entre los factores destacados se incluyen la capacidad de intercambio catiónico, la mineralogía de la arcilla, el pH, los ciclos de humedecimiento y secado, así como la presencia de otros iones (Coitiño et al., 2018).

### **1.5.3. Principales síntomas de deficiencia de fósforo y potasio en el cultivo de soya.**

En las áreas destinadas al cultivo de esta oleaginosa, la fertilización de la soya debería ser más generalizada en la región costera de Ecuador para aumentar la producción y, por lo tanto, la rentabilidad para los agricultores. Cabe mencionar que la degradación progresiva de la fertilidad del suelo ha promovido la respuesta a los fertilizantes con fósforo (P) y potasio (K) (Salguero, 2021).

Una de las estrategias relevantes consiste en la utilización de fertilizantes tales como el fósforo y el cloruro de potasio, con el propósito de satisfacer las necesidades nutricionales de los cultivos. En este sentido, la aplicación de

fósforo (P) y potasio (K) en el suelo es crucial, ya que se traduciría en un incremento en el rendimiento y la productividad en el ámbito agrícola de nuestra nación (Salguero, 2021).

En condiciones de deficiencia de fósforo en el suelo, las plantas pueden manifestar un crecimiento restringido, evidenciado por la aparición de hojas de tonalidad más oscura, un desarrollo radicular limitado y una reducción en la producción de flores y frutos. Todo esto lo convierte en un elemento esencial para el desarrollo agrícola. La planta de soya presenta una considerable necesidad de fósforo a lo largo de su proceso de crecimiento y desarrollo. Por consiguiente, los niveles de fósforo en el suelo pueden experimentar una disminución a lo largo de varios años de cultivo continuo de soya, a menos que se implementen estrategias adecuadas para su restitución (Carrillo, 2019).

La limitación de fósforo (P) es un factor principal que afecta la productividad del cultivo de soya. Finalmente, la reducción del rendimiento a largo plazo se debe principalmente a la disminución de la nodulación, la fijación de nitrógeno y el área foliar, lo que conduce a una menor producción de granos por parte de la planta (Peralta et al., 2021).

La reducción del rendimiento, atribuible a una deficiencia de fósforo, se relaciona generalmente con una disminución en la cantidad de granos, la cual se establece durante el proceso de formación de las vainas (Bermúdez et al., 2019).

La soya asimila aproximadamente el 50% del fósforo requerido durante los últimos cuarenta días de su ciclo de crecimiento. En caso de que se registre una disminución significativa en la disponibilidad de fósforo a mitad del ciclo del cultivo, se hará inviable alcanzar la meta de producción preestablecida (Zuil, 2017).

La carencia de fósforo (P) en la soya se correlaciona con diversas reacciones bioquímicas que son esenciales para la vida y la reproducción de la planta. Las hojas más antiguas presentan un tamaño reducido y una coloración verde oscuro con matices azulados. La clorosis puede manifestarse desde el extremo apical

hasta la base de las hojas. Las plantas quedan raquílicas. Deficiente desarrollo de granos y un número limitado de vainas por planta. Una forma de detectar la deficiencia en el cultivo de soya es a través de las restricciones en el desarrollo de las raíces y de la planta, lo cual restringe el potencial de rendimiento (Macias, 2019).

El rendimiento del cultivo de soya, al igual que el de otros cultivos, puede ser desglosado en términos de la cantidad de granos y el peso específico de cada grano. La reducción en los rendimientos atribuida a una deficiencia de fósforo (P) se relaciona, en términos generales, con una disminución en el número de granos. En contraste, el peso de los granos rara vez se ve influenciado (Salguero, 2021).

El mismo autor señala que la cantidad de granos en el cultivo de soya se establece durante la fase de formación de las vainas, que abarca desde la floración hasta el inicio del proceso de llenado de los granos. Para optimizar el rendimiento, es fundamental que en esta fase el cultivo aproveche de manera eficiente los recursos ambientales disponibles, tales como la radiación solar. La irradiación solar incidente en el cultivo es absorbida y convertida en grano. Existen diversas características del cultivo y procesos agronómicos que pueden influir en esta conversión de radiación solar en biomasa (Salguero, 2021).

Las plantas absorben o extraen potasio del suelo como  $K^+$  (Harris, 2006), que es necesario para el crecimiento de la planta, y la función del potasio puede ser principalmente metabólica. Fotosíntesis y potasio: el potasio es un factor importante en la fotosíntesis. Bajos niveles de potasio conducen a una disminución de la fotosíntesis. Además, con la reducción de potasio, la respiración de las plantas aumenta. Las dos condiciones de deficiencia de potasio, que consisten en una disminución en la fotosíntesis y un aumento en la respiración, resultan en una reducción de la disponibilidad de carbohidratos para las plantas (Quintanilla, 2020).

La deficiencia de potasio en el cultivo de soya suele manifestarse en las hojas inferiores. El potasio se caracteriza por ser un elemento con alta movilidad dentro

de la planta; en situaciones de deficiencia, este elemento es redistribuido hacia las hojas jóvenes a medida que la planta experimenta su crecimiento. Las plantas exhiben síntomas de deficiencia de potasio en sus hojas más jóvenes en la parte superior cuando se cultivan en suelos con potasio limitado. La deficiencia de nutrientes se manifiesta por clorosis, donde las hojas comenzarán a amarillear primero en las puntas y los márgenes. Luego, la necrosis en los márgenes se extenderá al resto de la lámina de la hoja. Las áreas cloróticas luego cambian de color a tonos marrones, y finalmente llevan a la necrosis (Bustos, 2022).

Cuando el óxido de potasio ( $K_2O$ ) es a menudo escaso en el suelo, este rango de absorción de  $K_2O$  por parte de las plantas de soya ha sido ampliamente reportado entre 100 y 200 kg por hectárea. En madurez, se estima que aproximadamente el 50% del potasio total presente en plantas de alto rendimiento reside dentro de las semillas (Quintanilla, 2020).

Los folículos que muestran clorosis o manchas (especímenes infectados con K, muestran síntomas de deficiencia de K). Manchas grandes o pequeñas de tejido necrótico son características de la deficiencia de K. Estas manchas usualmente ocurren en los extremos y los espacios entre las venas ya menudo son más pronunciadas en los bordes de las hojas. Además, se puede observar que los tallos son delgados. Estos síntomas pueden ser focales o difusos (Quindé, 2023).

Deficiencia de potasio: el síntoma visual primario es la clorosis (amarillamiento), comenzando en los márgenes de las hojas inferiores. Hay áreas cloróticas que se dirigen al nervio central de los folíolos y la necrosis comienza en las áreas más amarillas en el margen. Las áreas afectadas muestran necrosis avanzando dentro de los folíolos hacia el centro y las áreas se rompen formando un aspecto desfavorable. Las plantas deficientes en potasio tienen un crecimiento disminuido y sistemas radiculares pobres. Esto hace que los tallos sean frágiles y la maduración demore. Los granos están deshilachados y son pequeños en comparación. Además, la deficiencia de potasio disminuye la resistencia a diferentes enfermedades. Los síntomas de deficiencia de potasio generalmente ocurren en tiempos de sequía (Lantmann et al., 2022).

Un síntoma clásico y casi universal de deficiencia foliar es la clorosis marginal observada en las hojas de las plantas más añejas. Sin embargo, las disminuciones en el rendimiento a menudo se producen antes de que estos síntomas sean evidentes. Por ejemplo, un cultivo que presenta deficiencia de potasio es propenso a experimentar marchitez prematura durante un período de sequía. Asimismo, un déficit de potasio (K) podría manifestarse al someter a las plantas a un mayor estrés, resultando en problemas más severos en relación a enfermedades (Jimbo, 2021).

Uno de los síntomas más prevalentes y menos comprendidos de la deficiencia de potasio (K) se manifiesta como una carencia de nitrógeno (N) en la soya. Cuando la soya experimenta una deficiencia de potasio, las plantas exhiben una disminución en la producción de azúcares y enfrentan dificultades en el transporte de las cantidades restringidas de azúcar desde las hojas hacia las raíces. Las bacterias fijadoras de nitrógeno dependen de este carbohidrato, y en condiciones de deficiencia, se observa una disminución en la producción de nitrógeno disponible para su utilización por la planta de soya. Todos estos presentan indicios de deficiencia de potasio (Jimbo, 2021).

## **1.6. Hipótesis**

Ho= La fertilización fósforo – potásica, al suelo y foliar, no es importante para mejorar la producción del cultivo de soya.

Ha= La fertilización fósforo – potásica, al suelo y foliar, es importante para mejorar la producción del cultivo de soya.

## **1.7. Metodología de la investigación**

En la elaboración del presente documento se recopiló información actualizada como lo son artículos científicos, sitios web y bibliotecas virtuales que aporten opiniones e ideas de autores que permitieron estudiar el proceso de la presente investigación. Se especificó la temática relevante sobre la importancia de la fertilización fósforo – potásica, al suelo y foliar, para mejorar la producción del

cultivo de soya (*Glycine max* M.).

El presente trabajo se desarrolló como una investigación no experimental de carácter bibliográfico, mediante el uso de síntesis, análisis, y resumen de la información que se recopiló.

## **CAPÍTULO II**

### **RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1. Desarrollo del caso**

La investigación examina la relevancia de la fertilización con fósforo y potasio, tanto en el suelo como a nivel foliar, en la optimización de la producción del cultivo de soya (*Glycine max* M.).

El fósforo es esencial para las plantas de soya, ya que promueve un crecimiento óptimo de las raíces, la eficiencia de la fotosíntesis y la transferencia de energía a lo largo del ciclo de producción del cultivo. En los rangos de disponibilidad baja y muy baja de fósforo en el suelo, la tasa de fertilizantes fosfatados (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) puede mejorar significativamente la productividad de la soya.

#### **2.2. Situaciones detectadas (hallazgo).**

Las situaciones detectadas son:

Continuar utilizando la fertilización de soya será más común en el futuro. La fertilidad del suelo ha estado en declive a largo plazo, lo que resulta en respuestas diferenciales a la fertilización que depende del fósforo (P) y el potasio (K) a través de las regiones.

Las plantas deficientes en fósforo del suelo pueden exhibir tal deficiencia en su tasa de crecimiento (es decir, las hojas se vuelven de un color más oscuro, el sistema de raíces es más pequeño y en general se produce menos flores/frutos).

Los síntomas de deficiencia de potasio aparecen en las hojas superiores de las plantas de soya como resultado de los bajos niveles de potasio en el suelo. Las hojas con deficiencia de nutrientes presentan un amarillamiento (clorosis) en las puntas y los márgenes, y márgenes necróticos que eventualmente afectan todas las superficies de las hojas. Las áreas de clorosis se vuelven marrones y

mueren.

### **2.3. Soluciones planteadas**

Las soluciones planteadas se detallan a continuación:

Para lograr un aumento en los rendimientos de los cultivos de soya, debe llevarse a cabo una fertilización adecuada de fósforo y potasio.

El fósforo juega un papel en la transferencia de energía en la planta. En las primeras etapas de la vida de las soyas, se debe emplear esta práctica para crear el sistema radicular perfecto. Mantener abundante fósforo puede aumentar la tolerancia de las soyas a factores de estrés, como enfermedades y sequías.

El potasio es uno de los tres nutrientes primarios que necesita la soya, particularmente durante el rápido crecimiento vegetativo, cuando es necesario para regular la disponibilidad de azúcares y minimizar los síntomas de deficiencia.

### **2.4. Conclusiones**

Por lo detallado anteriormente se concluye:

La soya, el cultivo oleaginoso más importante del mundo, se ha vuelto más popular en el mercado mundial gracias a su alto contenido de proteínas y mejor calidad, que la han convertido en una de las mercancías esenciales de la industria alimentaria.

El fósforo es un factor básico en la transferencia de energía en las plantas y promueve el desarrollo adecuado de las raíces en las plantas de soya, aumentando la resistencia a diversas condiciones de estrés (sequía o enfermedades) en las plantas.

El potasio para la soya es esencial para la activación de enzimas, la regulación

osmótica y el transporte de los compuestos asimilados, incluyendo almidones y azúcares, y está involucrado en el metabolismo de carbohidratos y proteínas, constituyendo uno de los principales nutrientes en el rendimiento y calidad de este cultivo.

La deficiencia de fósforo (P) es un mineral importante de nutrientes en la soya, ya que está involucrada en muchos procesos bioquímicos esenciales tanto para el crecimiento como para la reproducción de la planta; la deficiencia de P se caracteriza por una serie de síntomas que incluyen clorosis, enanismo, llenado incompleto de los granos y reducción de las vainas por planta, todos factores que impiden el rendimiento potencial del cultivo de soya.

Las plantas de soya deficientes en potasio presentan síntomas de hojas inferiores amarillentas, cloróticas y necróticas. Las plantas que carecen de nutrientes son cortas, mal desarrolladas y llenas de granos pequeños y deformes. Esta incapacidad para defenderse de los patógenos impacta en el sistema radicular.

## **2.5. Recomendaciones**

Por lo expuesto se recomienda:

Fomentar la incorporación de potasio y fosforo en el cultivo de soya en sistemas de rotación agrícola, dada su destacada calidad y su elevado contenido proteico en el ámbito global.

Realizar un análisis del suelo para poder realizar una buena aplicación de fertilizantes de fosforo y potasio.

Buscar técnicas adecuadas para poder implementar el mejor uso de fertilizantes que contenga potasio y fosforo.

## BIBLIOGRAFÍA

Aguilera, J. G., Zuffo, A. M., Ratke, R. F., Trento, A. C. S., Lima, R. E., Gris, G. A., & Martins, W. C. 2020. Influencia de dosis de polvo de basalto sobre cultivares de soya. *Research, Society and Development*, 9(7), e51973974-e51973974. <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3974/3234>

Aguirre Ovelar, C., Klaner, V., Centurión González, C. (2023). Efecto de la aplicación de niveles de fosforo y potasio en el suelo y su relación con el rendimiento del cultivo de la soya *Glycine max* L. Merr. *Revista Informativa del III Jornada de socialización científica" Producción Vegetal y Animal ambientalmente Sostenible"* <https://divulgacioncientifica.unca.edu.py/index.php/IIIJornadaFCP/article/view/127>

Alonso Vaquer, O., Gutierrez Boem, F., Rubio, G., & Díaz-Zorita, M. (2022). TECNOLOGÍAS DE APLICACIÓN DEL FÓSFORO Y EFECTOS SOBRE SU ABSORCIÓN Y EL CRECIMIENTO DEL CULTIVO. *INBA (CONICET/FAUBA) y en la Facultad de Agronomía de la UBA*, 67. <https://acortar.link/CBtu1x>

Barraco, M. R., Giron, P., Macchiavello, A., Díaz-Zorita, M., Miranda, W., & Alvarez, C. (2022). *Fertilización y rendimientos de soya en La Pampa arenosa*. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/12127>

Bermúdez, M., Díaz-Zorita, M., Espósito, G., Ferraris, G., Gerster, G., Saks, M., Ventimiglia, L. (2019). Fertilización con fósforo en secuencias continuas de soya. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*, 14, 2-5. [https://www.produccionvegetalunrc.org/images/fotos/800\\_C3-T-0002A.pdf](https://www.produccionvegetalunrc.org/images/fotos/800_C3-T-0002A.pdf)

Bustos, A. N. (2022). *Diagnóstico de la disponibilidad de zinc y boro para el cultivo de soya mediante el análisis de suelo y planta* (Doctoral dissertation, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata).

<https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/13154>

Carrillo, A. (2019). Todos hablan de la soya, pero la clave está en el fósforo. <https://unlp.edu.ar/investiga/cienciaenaccion/todos-hablan-de-la-soya-pero-la-clave-esta-en-el-fosforo-62644/>

Catuto Suárez, A. A. 2020. Efecto de inoculación de rhizobium en el crecimiento y nutrición de plántulas de soya, en la zona de Manglaralto, cantón Santa Elena (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2013.). <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/893/1/CATUTO%20SU%c3%81REZ%20ANDREA-2013.pdf>

Cieza Rodríguez, R. 2022. Efecto del biol de estiércol de cuy y vacuno en el rendimiento de la soya (*Glycine max* L.) en un suelo aluvial. [http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2156/TS\\_RCR\\_2022\\_R1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2156/TS_RCR_2022_R1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Coitiño-López, Javier, Barbazán, Mónica, & Ernst, Oswaldo. (2016). Fertilización con potasio en soya: asociación de la respuesta del cultivo con características edáficas y topográficas. *Agrociencia (Uruguay)*, 20(2), 109-120. [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2301-15482016000200014&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482016000200014&lng=es&tlng=es)

Delgado Moreno, H. O. (2019). Análisis de la combinación de microorganismos bioestimulantes (Micorrizas y Rhizobium) en el cultivo de soya (*Glycine max*). <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6129>

Duran Mera, C., Carrillo Zenteno, M., López Bosquez, J., Balseca Castañeda, M. 2021. Evaluación morfológica y rendimiento de la variedad de soya (*Glycine max* L. Merrill) Iniap 307 en respuesta a la fertilización orgánica y mineral: Morphological evaluation and yield of the soybean variety (*Glycine max* L. Merrill) Iniap 307 in response to organic and mineral fertilization. *Revista Científica Eciencia*, 8(6), 64-76.

<https://revistas.ecotec.edu.ec/index.php/ecociencia/article/view/615/379>

Forcat, J. P., & Steinbach, H. S. (2020). Respuesta en rendimiento y producción de residuos de cosecha, en variedades de soya a la fertilización fosforada en Salto, Provincia de Buenos Aires. <https://www.sidalc.net/search/Record/KOHA-OAI-AGRO:17298/Description>

Icaza Morales, G. A. (2023). Perspectivas para la producción y comercialización del cultivo de soya (*Glycine max*) en el Ecuador. <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13861>

Jimbo, R. (2021). Efecto de la fertilización mineral en el rendimiento de soya (*Glycine max* L.) en el Cantón Marcabelí, Provincia El Oro. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/20552/1/Rafael%20Gerard%20Jimbo%20Orozco.pdf>

Lantmann, Á. F., Farias, J. R. B., & Aznar, B. A. (2022). Disponibilidad de potasio en suelos y productividad de soya en Brasil. <https://www.ipipotash.org/uploads/udocs/Sesion%20II.pdf>

Lara Ledesma, S. (2019). Evaluación de varios bioestimulantes foliares en la producción del cultivo de soya (*Glycine Max* L.) en la zona de Babahoyo provincia de los Ríos. Trabajo final para la obtención del título: Ing. Agropecuario. [Tesis de grado]. ESPOL. FIMCP. Guayaquil, 112 páginas. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/6573>

Macias, A. (2019). Importancia de los macronutrientes en el cultivo de soya (*Glycine max*). <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6480/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000192.pdf?sequence=7&isAllowed=y>

Montero, C., Blanco, F. 2024. Cultivo de soya. <https://www.ks-iberia.com/es-es/agricultura/kali-academy/cultivos/es-soya/#de-un-vistazo>

Núñez, A., García Lamothe, A., Sawchik, J. (2020). Manejo de la fertilización en el cultivo de soya. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7922/1/ad-748->

cap-6-p.21-24.pdf

Ortiz, G. (2019). Requisitos nutricionales de la soya. [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1801/80606\\_57397.pdf;jsessionid=90AE2EEF926FEF3FD40563C0F32C10A2?sequence=1](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1801/80606_57397.pdf;jsessionid=90AE2EEF926FEF3FD40563C0F32C10A2?sequence=1)

Ovelar, C., Klaner, V., & González, C. (2023). Efecto de la aplicación de niveles de fosforo y potasio en el suelo y su relación con el rendimiento del cultivo de la soya *Glycine max* L. Merr. Revista Informativa del III Jornada de socialización científica" Producción Vegetal y Animal ambientalmente Sostenible. <https://divulgacioncientifica.unca.edu.py/index.php/IIIJornadaFCP/article/view/127/103>

Peralta, N., Trueba, M., Wyngaard, N., Córdoba, M. (2021). Agricultura de precisión: dosis variable de Fósforo en soya (*Glycine max* (L.) Merr.). [https://www.researchgate.net/publication/358746088\\_Manejo\\_variable\\_de\\_fosforo\\_en\\_el\\_cultivo\\_de\\_soya/link/621386984be28e145ca7568b/download?\\_tp=eYJjb250ZXh0ljp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19](https://www.researchgate.net/publication/358746088_Manejo_variable_de_fosforo_en_el_cultivo_de_soya/link/621386984be28e145ca7568b/download?_tp=eYJjb250ZXh0ljp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19)

Quevedo, J. (2020). Fertilización con fósforo y con potasio en soya en la Zona Norte-Integrada de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. *Informaciones agronómicas*, (28-2005). <https://fertilizar.org.ar/wp-content/uploads/2005/12/Quevedo-Fertilizacio%CC%81nenSoya.pdf>

Quinde Montero, K. M. (2023). El molibdeno sobre el desempeño agronómico de los cultivos. <http://45.231.83.156/handle/20.500.12996/6040>

Quintanilla, J. (2020). *Efecto de la fertilización fósforo-potásica aplicada al suelo y vía foliar en el rendimiento de dos líneas de soya (Glycine max. L. Merril.)* (Doctoral dissertation, Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad de Guayaquil. Pag). <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/dddd3970-f527-43c2-8aa1-90b010e701eb/content>

Quiroz, V. I. C., La Paz, O. C., & Carmenate, R. V. 2022. Efecto del Cytokin® en el rendimiento de la soya (*Glycine max* L. merrill) en Ecuador. *Ingeniería Agrícola*, 12(3).

<https://ojs.edicionescervantes.com/index.php/IAgric/article/view/1619/3139>

Rosado Romero, A. (2023). Efecto de dos tipos de fertilización edáfica y foliar en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el cantón Naranjal. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ROSADO%20ROMERO%20ARIEL%20ALEXANDER.pdf>

Ruiz López, C. J. 2023. *Análisis de Producción de la variedad de soya (Glicyne max L) INIAP-307 en el Ecuador* (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2023). <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/14142/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000289.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Salguero Saltos, J. H. (2021). Fertilización de soya (*Glicine max*) aplicando niveles de fósforo y cloruro de potasio en la zona de jumon provincia del Oro. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/4d1ff202-235f-450f-b19b-f06abb23fbb4/content>

Sánchez, S. (2021). Efecto de tres bioestimulantes como complemento a la fertilización edáfica en el cultivo de soya. Universidad Agraria del Ecuador. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/S%20C%81NCHEZ%20GARC%20C%89S%20SALOM%20C%93N%20LENIN.pdf>

Soto Valenzuela, J. O., Catuto Suárez, A., & Álvarez-Vera, M. 2022. Evaluación del crecimiento y nodulación de plantas de soya *Glycine max* inoculadas con *Rhizobium* y *Bradyrhizobium japonicum* en Manglaralto, Santa Elena Ecuador. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/7325/1/UPSE-RCT-2022-Vol.8-No.2-003.pdf>

Tysko, M. B., & Rodríguez, M. B. (2016). Respuesta de trigo-soya en doble cultivo a la fertilización con azufre elemental pretratado. *Ciencia del suelo*, 24(2), 139-146. [https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-20672006000200006&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-20672006000200006&script=sci_arttext)

Villón Suarez, K. 2020. *Comportamiento Agronómico de Genotipo de soya (Glycine max L), provenientes de la variedad de INIAP 307 en Manglaralto Provincia de Santa Elena*. Universidad Estatal Península de Santa Elena. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4233/1/UPSE-TIA-2017-044.pdf>

Zarrilli, A. G. (2020). Tierra y veneno. La expansión de la frontera agropecuaria en el Gran Chaco Argentino y sus conflictos socio-ambientales (1990-2017). *Revista de Paz y Conflictos*, 13(1), 175-201. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/revpaz/article/view/11503/13436>

Zuil, S. (2017). *Elección de cultivares de soya en el NEA*. EEA Reconquista. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/3431>