



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

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

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**TEMA:**

“Importancia del Fósforo en el incremento de la producción, en cultivos  
de ciclo corto”

**AUTORA:**

Mercedes del Pilar Herrera Méndez

**TUTOR:**

Ing. Agr. Marlon López Izurieta, MSc.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2020

## RESUMEN

El presente documento indica la importancia del Fósforo en el incremento de la producción en cultivos de ciclo corto, como nutriente indispensable para la nutrición de los suelos lo que repercute en el desarrollo y producción de la plantación. La mayoría de los productores se dedican a la producción de cultivos de ciclo corto porque le permite obtener rentabilidad en cortos periodos de tiempo, sin embargo, los rendimientos no son los esperados por falta de manejo adecuado del cultivo, entre los que se destacan uso de variedades resistentes o híbridos (según el cultivo), falta de tecnificación del terreno, escaso riego, deficiente uso de nutrientes y carencia de manejo integrado de plagas. Por la información recopilada se concluyó que el fósforo orgánico del suelo puede asociarse a la materia orgánica de ese suelo (humus) o a los detritos orgánicos recientemente aportados y procedentes de las plantas o de los animales lo que es aprovechados por las raíces de las plantas o que puedan intervenir en las mismas reacciones que otros iones de fosfato presentes en los fertilizantes; un adecuado suplemento de fósforo en nuestros cultivos con el objetivo de favorecer el crecimiento de las plantas y ayudar a que se reproduzcan de forma óptima. Así, una planta con la cantidad correcta de fósforo crecerá vigorosamente y madurará más temprano que otras plantas que carecen del mismo; al igual que el nitrógeno, el fósforo es un factor de crecimiento muy importante y, además, el desarrollo radicular se ve favorecido por una correcta aportación de este nutriente al principio del ciclo vegetativo, por lo que necesita de vital importancia su conocimiento cuando planteamos una nueva plantación independientemente del tipo que sea y el fósforo es un factor de precocidad, ya que activa el desarrollo inicial y tiende a acortar el ciclo vegetativo, favoreciendo la maduración. Por ello, resulta importante para los cultivos tempranos y los que se hallan en el límite septentrional de su área geográfica (maíz). Asimismo, aumenta la resistencia de la planta al frío y a las enfermedades, al igual que el potasio, es de sobra conocido que la aplicación de fósforo vía foliar estimula la generación de fitoalexinas que actúan como defensa de las plantas ante ataques de hongos o bacterias.

Palabras claves: fósforo, ciclo corto, nutrición, producción.

## SUMMARY

This document indicates the importance of phosphorus in increasing production in short cycle crops, as an essential nutrient for the nutrition of soils, which affects the development and production of the plantation. Most of the producers are dedicated to the production of short cycle crops because it allows them to obtain profitability in short periods of time, however, the yields are not those expected due to lack of adequate management of the crop, among which the use of resistant or hybrid varieties (depending on the crop), lack of technification of the terrain, little irrigation, poor use of nutrients and lack of integrated pest management. Based on the information gathered, it was concluded that the organic phosphorus in the soil can be associated with the organic matter of that soil (humus) or with the recently contributed organic debris from plants or animals, which is used by the roots of the plants or that they can intervene in the same reactions as other phosphate ions present in fertilizers; an adequate phosphorus supplement in our crops with the aim of promoting plant growth and helping them to reproduce optimally. Thus, a plant with the correct amount of phosphorus will grow vigorously and mature earlier than other plants that lack it; Like nitrogen, phosphorus is a very important growth factor and, in addition, root development is favored by a correct contribution of this nutrient at the beginning of the vegetative cycle, which is why its knowledge is of vital importance when we propose a new plantation regardless of the type it is and phosphorus is a precocity factor, since it activates the initial development and tends to shorten the vegetative cycle, favoring maturation. Therefore, it is important for early crops and those located on the northern limit of its geographical area (corn). Likewise, it increases the resistance of the plant to cold and diseases, like potassium, it is well known that the application of phosphorus via foliar stimulates the generation of phytoalexins that act as a defense for plants against attacks by fungi or bacteria.

Key words: phosphorus, short cycle, nutrition, production.

## CONTENIDO

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.....	4
1.4. Objetivo .....	4
1.5. Fundamentación teórica.....	5
1.6. Hipótesis .....	12
1.7. Metodología de la investigación .....	12
CAPÍTULO II .....	14
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
2.1. Desarrollo del caso .....	14
2.2. Situaciones detectadas (hallazgo) .....	14
2.3. Soluciones planteadas.....	14
2.4. Conclusiones .....	15
2.5. Recomendaciones (propuesta para mejorar el caso) .....	16
BIBLIOGRAFÍA .....	17

## INTRODUCCIÓN

Los cultivos de ciclo corto son importantes para los productores que se dedican a la agricultura como medio de supervivencia económica para sus familias, especialmente en las zonas rurales donde la mayoría de ellos posee lotes de terrenos que son explotados para la siembra.

Bajo condiciones climáticas adecuadas o mediante el aporte del riego, los cultivos de ciclo corto son más productivos y la rentabilidad aumenta cuando se utilizan cultivares mejorados en condiciones favorables y manejo adecuado como control fitosanitario, control de malezas y fertilización (Deras 2016).

El manejo eficiente de la nutrición en los cultivos es uno de los pilares fundamentales para alcanzar rendimientos elevados sostenidos en el tiempo y con resultados económicos positivos, donde participan en su rotación varios cultivares, ya que por los elevados volúmenes de rastrojos dejados por ciertos cultivares, facilitan el reciclado de nutrientes y mejoran las condiciones físicas del suelo (Melgar y Torres 2015).

El uso de fertilizantes inorgánicos sigue siendo de gran importancia en los sistemas de producción, sobre todo en los sistemas intensivos donde los rendimientos que se alcanzan son muy altos. En muchos suelos se hace indispensable la aplicación de fertilizantes para obtener rendimientos altos y mayor calidad, ya que a pesar de que el suelo contiene todos los nutrientes esenciales para las plantas, estos en la mayoría de los casos no están en las cantidades requeridas para solventar un alto rendimiento. De manera que sin la aplicación de fertilizantes los rendimientos esperados serían cada vez más bajos debido a la extracción de nutrientes por los cultivos con el transcurso de varios ciclos de producción. El uso adecuado y/o eficiente de los fertilizantes requiere conocer sus características, su efecto en los cultivos y el suelo, las formas de aplicación y cómo se elabora un programa de fertilización con base en las fuentes de fertilizante disponibles (Fertilab 2017).

Estudios relevantes señalan que el Fósforo (P), que suple de 0,1 a 0,4 por

ciento del extracto seco de la planta, juega un papel importante en la transferencia de energía. Por eso es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta. El fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o donde la fijación limita su disponibilidad (IFA 2018).

El presente documento práctico tuvo como finalidad validar información sobre la importancia de conocer las funciones del fósforo que se aplica en los cultivos de ciclo corto.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO METODOLÓGICO**

### **1.1. Definición del tema caso de estudio**

El presente documento indica la importancia del Fósforo en el incremento de la producción en cultivos de ciclo corto, como nutriente indispensable para la nutrición de los suelos lo que repercute en el desarrollo y producción de la plantación.

El P es demandado en mayor proporción en las etapas iniciales de desarrollo. Este nutriente tiene algunos problemas de movilidad en el suelo, por lo que se recomienda hacer una fertilización de fondo con una parte importante de P y completar su fertilización a lo largo del ciclo. Los requerimientos de P, al igual que los demás nutrientes, dependen de las condiciones de crecimiento, variedad, densidad de siembra y rendimiento esperado, entre otros factores. (Camozzi 2020).

### **1.2. Planteamiento del problema**

La mayoría de los productores se dedican a la producción de cultivos de ciclo corto porque le permite obtener rentabilidad en cortos periodos de tiempo, sin embargo, los rendimientos no son los esperados por falta de manejo adecuado del cultivo, entre los que se destacan uso de variedades resistentes o híbridos (según el cultivo), falta de tecnificación del terreno, escaso riego, deficiente uso de nutrientes y carencia de manejo integrado de plagas.

La nutrición de los cultivos es el eje principal, pero muchas veces se ve afectada porque no se utilizan las dosis adecuadas o el agricultor no cuenta con una inversión disponible para la compra de insumos.

El Fósforo es uno de los elementos indispensables para el desarrollo de los cultivos, considerado como elemento principal. Cuando no se aplica puede causar a la plantación decoloración inusual, retraso en el crecimiento y daños en la hoja o

defoliación. Además disminuye el número de brotes, formando tallos finos y cortos con hojas pequeñas.

### **1.3. Justificación**

Los cultivos de ciclo corto constituyen la principal fuente de ingreso a los productores a nivel mundial, por la diversidad de productos y valor nutritivo que poseen las plantaciones y que a su vez son cosechadas en cortos periodos de tiempo y que en nuestro país son considerados como cultivos transitorios.

El uso de fertilizantes es importante en los cultivos, para incrementar los rendimientos por unidad de superficie. Su aplicación está concentrada en el uso de macronutrientes esenciales como Nitrógeno y Fósforo y micronutrientes eficientes como Boro, Cobre, Hierro, Manganeso, Molibdeno y Zinc, complementarios para una excelente nutrición de las plantas.

El fósforo es vital para el crecimiento y la salud de las plantas. Asiste en la conversión de la energía del sol y otros químicos, como el nitrógeno, en comida apropiada para las plantas. Una deficiencia de fósforo hará que las plantas luzcan raquíticas y enfermas y que produzcan flores y frutas de baja calidad (SACSA 2017).

Además se ha determinado que el fósforo es uno de los elementos necesarios para el desarrollo de la agricultura. Esto quiere decir que su función no puede ser realizada por ningún otro elemento. Por esta razón cuando falta el fósforo las plantas no se desarrollan de manera adecuada. Además se trata de un macronutriente por lo que se requiere en grandes cantidades (Casares 2017).

### **1.4. Objetivo**

#### **General**

Describir las principales funciones del Fósforo en cultivos de ciclo corto.

#### **Específicos**

- ✓ Identificar las funciones del Fósforo al aplicarse a los cultivos.
- ✓ Validar mediante la información recopilada la importancia del fósforo en cultivos de ciclo corto.

### **1.5. Fundamentación teórica**

IAEA (2020), difunde que:

La fertilidad del suelo es la capacidad que tiene el terreno para sustentar el crecimiento de las plantas y optimizar el rendimiento de los cultivos. Ello puede potenciarse por medio de fertilizantes orgánicos e inorgánicos que nutran el suelo. Las técnicas nucleares proporcionan datos útiles que mejoran la fertilidad del suelo y la producción de cultivos, al tiempo que reducen al mínimo el impacto medioambiental.

CIFA (2016) indica que:

Existen planta exigente en nutrientes, tales como: Nitrógeno (N), Calcio (Ca), Fósforo (P) y Potasio (K); por ello requiere un buen abonamiento y fertilización. Los fertilizantes o abonos pueden ser sustancias de origen vegetal, animal, mineral o sintético, que contienen elevado contenido de nutrientes y se utilizan para mejorar las propiedades del suelo, las dosis a utilizar dependerán de la riqueza y contenido de nutrientes de los suelos donde se instalará la quinua; de la rotación utilizada y también del nivel de producción que se desea obtener.

Restrepo et al. (2015) informan que:

El fósforo (P) es un macronutriente esencial para el crecimiento y desarrollo de todos los seres vivos, al formar parte de la composición de las moléculas orgánicas esenciales para la vida. Las mayores reservas en el suelo son las rocas y los depósitos como las apatitas primarias y otros minerales formados durante otras eras geológicas que se encuentran formando parte de un estrato rocoso cuya principal característica es la insolubilidad. La disponibilidad de P para las plantas está relacionada con su concentración en la disolución de suelo.

De acuerdo a Suñer y Galantini (2018):

El fósforo (P) es uno de los 17 nutrientes considerados esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Junto con el nitrógeno (N), potasio (K), azufre (S), calcio (Ca) y magnesio (Mg) conforman el grupo de macronutrientes, por la cantidad requerida y la frecuencia su deficiencia. El contenido total en la capa superficial del suelo puede variar desde 200 ppm o  $\text{mg kg}^{-1}$ , en los suelos arenosos, hasta 5000 ppm en los de texturas finas. En suelos del SO de la provincia de Buenos Aires los contenidos varían entre 200 y 1000 ppm. Esta variabilidad depende de la naturaleza del material original, su grado de meteorización, de las características climáticas y del manejo agronómico.

Fernández (2007) manifiesta que:

El fósforo es uno de los diecinueve elementos considerados como esenciales para la vida de las plantas. Constituye un componente primario de los sistemas responsables de la capacitación, almacenamiento y transferencia de energía, y es componente básico en las estructuras de macromoléculas de interés crucial, tales como ácidos nucleicos y fosfolípidos, por lo que se puede decir que su papel está generalizado en todos los procesos fisiológicos.

El autor antes mencionado señala que, en el sistema suelo-planta, el 90 % del fósforo está en el suelo y menos del 10 % se encuentra repartido fuera del suelo. Sin embargo, sólo una pequeña parte de ese 90 % es utilizable por los vegetales. A excepción del carbono y el oxígeno que están presentes en la atmósfera de forma utilizable para las plantas, el resto de los nutrientes son tomados del suelo. El hidrógeno puede ser tomado del agua. El calcio y el magnesio sólo se producen en suelos ácidos y arenosos. El azufre es aportado al suelo continuamente por lluvias, especialmente en zonas industriales, además de ser liberado de la materia orgánica por mineralización.

Suñer y Galantini (2018) divulgan que “el P en el suelo no existe en forma elemental, se encuentra combinado con otros elementos formando los complejos

minerales (fósforo inorgánico, Pi) o en los compuestos orgánicos (fósforo orgánico, Po)”.

Restrepo et al. (2015) explican que:

La mayoría de los suelos tropicales y subtropicales son deficientes en P biodisponible por lo que éste elemento debe ingresarse al agroecosistema como fertilizante. Sin embargo, este no es un recurso renovable y las reservas mundiales se agotan rápidamente. Se estima que las reservas actuales de P disminuirán a la mitad entre los años 2040 y 2060, lo que, unido al hecho de que los precios de los fertilizantes fosfóricos se incrementan constantemente, hace necesaria la búsqueda de estrategias sostenibles de fertilización.

Suñer y Galantini (2018) expresan que:

La mayor parte del P total no se encuentra directamente disponible para los cultivos, sino que está en un equilibrio dinámico entre las formas orgánicas e inorgánicas, que depende del ambiente edáfico y del manejo agronómico. Las formas lábiles son aquellas que se encuentran disponibles en el corto o mediano plazo para las plantas y los microorganismos del suelo. La intensificación de la agricultura de las últimas décadas ha acentuado estas deficiencias ya que los balances de P son negativos en la mayoría de los sistemas agrícolas y ganaderos argentinos. Si bien se comenzó a aplicar fertilizante aún no compensa la exportación que se realiza. Por ello, es importante conocer los equilibrios entre las diferentes formas de fósforo, para hacer un uso más eficiente de los fertilizantes.

Torres (2016) señala que:

El fósforo puede ser absorbido y asimilado por las plantas en forma de fosfato ( $H_2 PO_4^-$ ,  $HPO_4^{2-}$  o  $PO_4^{3-}$ ); sin embargo, las plantas pueden desprender grupos de fosfatos de los compuestos orgánicos, a través de sus enzimas y, posteriormente, absorberlos. Además el P es un elemento muy móvil en la planta y su translocación ocurre principalmente mediante floema; además, el P es incorporado a los compuestos orgánicos en estado de oxidación.

Para Restrepo et al. (2015):

Bajo condiciones deficientes de P, las plantas aumentan el crecimiento de las raíces o los pelos radicales o su densidad, con el objetivo de lograr la exploración de una mayor superficie y volumen de suelo. Tanto las plantas como los microorganismos pueden incrementar la solubilidad del P inorgánico (Pi) pobremente soluble a través de la liberación de protones, iones OH<sup>-</sup> o CO<sub>2</sub> y aniones de ácidos orgánicos como citrato, malato y oxalato y pueden mineralizar el P orgánico (Po) por la liberación de varias enzimas fosfatasas.

Torres (2016) considera que:

El fosfato acelera la maduración y promueve la producción de semillas, ya dentro de las células vegetales; incluso es parte importante de numerosos compuestos fundamentales en el metabolismo vegetal, tales como biosíntesis de glúcidos, biosíntesis de lípidos, síntesis de clorofilas y carotenoides, glucólisis y metabolismo de los ácidos orgánicos. El fosfato fortalece el sistema radical fomentando la extensión de las raíces y su ramificación lateral.

Suñer y Galantini (2018) mencionan que:

La disponibilidad depende tanto de la cantidad de P disponible inicialmente, como de la capacidad del suelo para reemplazar los iones que son tomados en la vecindad de las raíces. La movilización de las formas menos disponibles hacia la solución del suelo es muy lenta (años) y depende de las características físicas y químicas del suelo, del contenido de las diferentes formas de P y de la actividad biológica. La meteorización de los minerales primarios produce formas simples de P que se incorporan a la solución del suelo, pero en un proceso mucho más lento. Desde allí, puede ser tomado por las plantas y entrar al ciclo orgánico. El resto se encuentra en equilibrio con las formas lábiles o puede precipitar formando minerales secundarios o, eventualmente, pasar a formas ocluidas disponibles en el muy largo plazo (décadas a siglos).

Torres (2016) aclara que:

Las plantas pueden presentar deficiencias visibles cuando el contenido de fósforo se encuentra  $\geq 0.2\%$  con base en materia seca, lo que puede provocar detenimiento en su crecimiento y desarrollo. Cuando sucede esto, las hojas maduras presentan un color verde oscuro, acumulan pigmentos, son delgadas, erectas y de menor tamaño; por tanto, la maduración se atrasa.

Suñer y Galantini (2018) acotan que:

El P tomado por las plantas es incorporado al suelo en forma de compuestos orgánicos de diferente característica, evolucionando en forma paralela a la materia orgánica del suelo. Tal es así que las formas orgánicas tendrán diferente grado de labilidad, dependiendo de las características del material (desde los residuos de cultivos hasta sustancias húmicas) del ambiente edáfico y la actividad microbiana.

Oviedo e Iglesias (2015) sostienen que:

Las plantas absorben el fósforo casi exclusivamente en la forma inorgánica, que está en la solución del suelo. De esta manera, el P inorgánico disuelto satisface la demanda de los cultivos por unas pocas horas durante el período de crecimiento, aún en suelos con un buen abastecimiento de este nutriente. Por lo tanto, el fósforo deprimido en la solución debe ser repuesto constantemente a partir de formas fácilmente extraíbles, tanto orgánicas como inorgánicas, donde la desorción - disolución y mineralización – inmovilización son procesos críticos en el abastecimiento de fósforo.

Boga y Ramírez (2014) comentan que “la fertilización fosforada es una práctica en adopción creciente debido a la posibilidad de predecir la magnitud de respuesta en función de la disponibilidad de P del suelo”.

Picone y Zamuner (2002) afirman que:

La significancia del P orgánico, en la nutrición de los cultivos, ha sido probada relacionando su contenido con el rendimiento de los cultivos. Los mayores efectos han sido notados en suelos tropicales donde,

aparentemente, el P orgánico puede contribuir a los requerimientos de los cultivos. Estudios realizados reportaron una buena correlación entre rendimiento del trigo y el P orgánico total.

Vivas et al. (2017) definen que:

El Fósforo constituye un nutriente esencial y las condiciones de deficiencia en el suelo solo pueden remediarse mediante la aplicación de fertilizantes. Por su baja movilidad y con aplicaciones sucesivas, este elemento tiende a concentrarse en la superficie. Esta estratificación favorece el desarrollo radicular en la superficie, pero ante un estrés temporal o prolongado de agua, su escasa movilidad le impide ser absorbido por la planta. Se considera que el nivel de P extractable (método Bray-Kurtz) en el suelo (0 – 20 cm), adecuado para la rotación trigo/soya debe ubicarse por arriba de 15 ppm.

Bermúdez et al. (2016) reportan que:

El fósforo (P) es el principal nutriente que limita la productividad de los cultivos. Se ha determinado que la respuesta aumenta cuando los niveles extractables de P de la capa superficial de los suelos disminuye, estableciéndose como umbral de respuesta valores inferiores a 16 ppm. El área fertilizada mayormente con fuente fosfatada, alcanza el 68 % de la superficie sembrada con dosis medias de fertilizantes inferiores a la extracción de nutrientes de las plantaciones.

Según Díaz et al. (2016):

Otro aspecto importante que también afecta el rendimiento de grano, son los nutrimentos y entre estos el fósforo es de gran importancia, ya que interviene en la formación del sistema radical de los cultivos, además que forma parte de macromoléculas como el ADN, fosfolípidos, ATP y algunos hidratos de carbono que son importantes para el metabolismo de las plantas, por ello cuando este nutrimento falta se afecta el rendimiento.

Cano y Tun-Che (2018) determinan que:

El fósforo es uno de los principales macronutrientes esenciales para el

crecimiento y productividad de las plantas, ya que interviene en importantes funciones fisiológicas tales como: división celular, fotosíntesis, desarrollo del sistema radicular y en la utilización de carbohidratos. Su importancia radica en la formación de moléculas orgánicas (ácidos nucleicos, ATP, fosfolípidos) y en reacciones de transferencia de energía. A diferencia del nitrógeno, potasio, azufre y otros elementos, el fósforo es un nutriente limitante, no es posible utilizarlo directamente desde el aire, como ocurre con el nitrógeno, y su ciclo natural involucra largos períodos, lo que en términos de manejo agrícola no se puede depender del ciclo del fósforo, sino de la posibilidad de generar determinados flujos y sub-ciclos al interior de los sistemas suelo-agua-organismos vivos.

Torres (2016) relata que:

Diversos estudios se han llevado a cabo con el fin de conocer a fondo la importancia que ejercen los nutrimentos esenciales en las plantas. Actualmente, se sabe que el buen desarrollo de cualquier planta depende de la disponibilidad de todos los nutrimentos esenciales, entre otros factores. Las funciones de cada uno de los nutrimentos esenciales no pueden ser realizadas por ningún otro nutriente y, aunque la mayoría de las plantas requiere de todos ellos, ciertas especies pueden necesitar mayor cantidad de unos que de otros. El fósforo (P) es uno de los principales macronutrientes esenciales requeridos por todos los organismos vivos, pero también es uno de los elementos menos disponibles de la rizósfera. Después del nitrógeno (N), el P es el nutriente más limitante para el crecimiento de las plantas. Esto se debe a la baja velocidad de difusión y a la alta velocidad de absorción del fosfato en las plantas, situaciones que rápidamente crean una zona de agotamiento libre de fosfato, alrededor de la raíz.

Barraco et al. (2015) exponen que:

Estudios realizados sobre la contribución de la fertilización con fósforo a la productividad de maíz, demostraron que el agregado de P incrementó los rendimientos en el 75 % de los ensayos evaluados, con una eficiencia promedio de 80 kg grano kg P aplicado y en promedio los cultivos fertilizados

rindieron un 17 % más que los controles sin fertilización.

Vivas et al. (2017) aseguran que:

Estudios demuestran que en las campañas de doble cultivo siempre se presentan beneficios productivos y económicos, tanto en trigo como en soya, promovidos por la fertilización en fósforo.

Díaz et al. (2016) estima que:

Además estudios demuestran que al aumentar fósforo en ciertos cultivos, observaron que la materia seca se incrementó significativamente superando al testigo. Así mismo, mencionan que el índice de área foliar se afecta por la fertilización fosfatada, ya que bajas concentraciones de este nutriente provocan senescencia prematura como en maíz por ejemplo; en este mismo cultivo, se menciona que el rendimiento puede incrementarse si se aplican 300 a 400 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en forma de roca fosfórica y que estos rendimientos pueden alcanzar hasta un 80 % con respecto al testigo.

Fontanetto et al. (2016) argumentan que:

Estudios realizados demuestran que la fertilización con P mostraron efectos positivos sobre la nodulación y la producción de ciertos cultivos, entre ellos la soya, asociándose positivamente con los rendimientos de granos en respuesta a mejoras de la oferta de nutrientes (fertilización).

## **1.6. Hipótesis**

Ho= El Fósforo no influye en el incremento de la producción, en cultivos de ciclo corto.

Ha= El Fósforo influye en el incremento de la producción, en cultivos de ciclo corto.

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

La información que se desarrolló como componente práctico para el trabajo de titulación se realizó de acuerdo a las investigaciones que fueron recopiladas de

artículos científicos, textos, revistas, periódicos, ponencias, congresos y páginas virtuales.

La búsqueda posteriormente fue sometida a las técnicas de análisis, síntesis y resumen donde se trató lo referente a las funciones del fósforo en cultivos de ciclo corto.

## **CAPÍTULO II**

### **RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

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

El presente documento trató la temática sobre la importancia del Fósforo en el incremento de la producción, en cultivos de ciclo corto.

La fertilidad del suelo es la capacidad de mantener el suministro de nutrientes, la vida microbiana del suelo y la complejidad física estructural del suelo en el largo plazo. Para conservar la fertilidad del suelo es preciso evitar pérdidas de suelo por erosión (protección), rotación y diversificación de cultivos, mantenimiento de la materia orgánica y una alta actividad biológica, protección del suelo y en el manejo de los cultivos (Villasanti et al. 2013).

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

En cuanto a las situaciones detectadas se determinó que debe controlarse el nivel de fósforo en las zonas de producción de la propiedad, a fin de garantizar el mantenimiento o el aumento de sus niveles. Los cultivos con deficiencias de fósforo muestran un crecimiento retrasado, las hojas quedan oscuras azuladas y moradas a partir de la punta y los frutos aparecen deformes y los granos vacíos (Villasanti et al. 2013).

#### **2.3. Soluciones planteadas**

Referente a las soluciones planteadas se estimó que:

- ✓ El fósforo desempeña un papel fundamental en la fotosíntesis, proceso por el que las plantas absorben la energía del sol para sintetizar moléculas de carbohidratos, es decir, de azúcares, que son transportados a los órganos de almacenamiento de las plantas. Este proceso es esencial para todas las formas de vida y constituye el primer paso en la cadena para producir alimentos,

piensos y fibras. Las raíces de las plantas absorben el fósforo del agua presente en el suelo y que se denomina solución acuosa del suelo. Sin embargo, los compuestos de fósforo no son muy solubles y, como consecuencia, la cantidad de fósforo que la planta puede tomar de la solución acuosa del suelo tiende a ser mucho menor de la que necesita, especialmente cuando la planta se encuentra en un periodo de fuerte crecimiento. Por eso, el fósforo de la solución acuosa del suelo debería reponerse con una frecuencia de diez veces al día en esos periodos (Infoagro 2020).

- ✓ Se debe identificar las causas del cambio en los niveles de fósforo y definir las acciones necesarias. El fósforo tiene un comportamiento típico en el suelo, con diversos grados de disponibilidad para las plantas. La siembra directa y el pH adecuado pueden aumentar el nivel de fósforo disponible en el suelo (Villasanti et al. 2013).

## **2.4. Conclusiones**

Por la información recopilada se concluyó que:

- ✓ El fósforo orgánico del suelo puede asociarse a la materia orgánica de ese suelo (humus) o a los detritos orgánicos recientemente aportados y procedentes de las plantas o de los animales lo que es aprovechados por las raíces de las plantas o que puedan intervenir en las mismas reacciones que otros iones de fosfato presentes en los fertilizantes.
- ✓ Un adecuado suplemento de fósforo en nuestros cultivos con el objetivo de favorecer el crecimiento de las plantas y ayudar a que se reproduzcan de forma óptima. Así, una planta con la cantidad correcta de fósforo crecerá vigorosamente y madurará más temprano que otras plantas que carecen del mismo.
- ✓ Al igual que el nitrógeno, el fósforo es un factor de crecimiento muy importante y, además, el desarrollo radicular se ve favorecido por una correcta aportación de este nutriente al principio del ciclo vegetativo, por lo que necesita

de vital importancia su conocimiento cuando planteamos una nueva plantación independientemente del tipo que sea.

- ✓ El fósforo es un factor de precocidad, ya que activa el desarrollo inicial y tiende a acortar el ciclo vegetativo, favoreciendo la maduración. Por ello, resulta importante para los cultivos tempranos y los que se hallan en el límite septentrional de su área geográfica (maíz). Asimismo, aumenta la resistencia de la planta al frío y a las enfermedades, al igual que el potasio, es de sobra conocido que la aplicación de fósforo vía foliar estimula la generación de fitoalexinas que actúan como defensa de las plantas ante ataques de hongos o bacterias.

## **2.5. Recomendaciones (propuesta para mejorar el caso)**

Las recomendaciones planteadas fueron:

- ✓ El fósforo es importante aplicarlo en los cultivos, porque participa en los procesos metabólicos de las plantas, tales como fotosíntesis, transferencia de energía y la síntesis y degradación de los carbohidratos.
- ✓ La aplicación de fósforo ayuda a formar raíces, producir semillas, frutos y flores en las plantas.
- ✓ Es necesario aplicar fosforo antes del establecimiento del cultivo, con la finalidad de potenciar el rendimiento desde los primeros estadios del desarrollo de la planta.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barraco, M., Díaz, M., Miranda, W., Álvarez, C. 2015. Contribución de la fertilización con nitrógeno, fósforo y azufre a la productividad de maíz en la Pampa Arenosa. INTA. EEA General Villegas. Memoria Técnica.
- Bermúdez, M., Díaz-Zorita, M., Espósito, G., Ferraris, G., Gerster, G., Saks, M., Ventimiglia, L. (2016). Fertilización con fósforo en secuencias continuas de soja. In Actas 24º Congreso Argentino de Ciencia del Suelo. Bahía Blanca, Argentina.
- Boga, L., Ramírez, H. (2014). Efecto de la fertilización con fósforo, azufre y zinc en el cultivo de soja en la región pampeana norte de Argentina. *Informaciones Agrónom. Hispanoam.*(16), 7-19.
- Camozzi, M. 2020. Importancia y Manejo del Fósforo en Cultivos Hortícolas. Disponible en <http://www.fertilizando.com/articulos/Importancia%20y%20Manejo%20del%20Fosforo%20en%20Cultivos%20Hortícolas.asp>
- Cano, M., Tun-Che, R. E. 2018. Microorganismos solubilizadores de fósforo mineral y su importancia en la agricultura. Disponible en <https://sciellage.wordpress.com/2018/07/14/microorganismos-solubilizados-de-fosforo-mineral-y-su-importancia-en-la-agricultura/>
- Casares, M. 2017. Nutrición vegetal: importancia del fósforo (P) en las plantas. Disponible en <https://blogagricultura.com/nutricion-vegetal-fosforo/>
- CIFA. 2016. Los fertilizantes y su uso. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>
- Deras, H. 2016. Guía Técnica del cultivo de maíz. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura en El Salvador. Pag. 8
- Díaz-López, E., Morales-Rosales, E. J., Franco-Mora, O., Domínguez-López, A.

(2016). Atenuación de luz, radiación interceptada y rendimiento de maíz en función del fósforo. *Terra Latinoamericana*, 29(1), 65-72.

Fernández, M. T. (2007). Fósforo: amigo o enemigo. ICIDCA. Sobre los derivados de la Caña de Azúcar, 41(2), 51-57.

Fertilab. 2017. Los fertilizantes y sus características. Disponible en <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/Vista/Los-Fertilizantes-y-sus-Caracteristicas.php>

Fontanetto, H., Díaz-Zorita, M., Vivas, H. (2016). Inoculación y fertilización con fosforo y azufre sobre la nodulación y los rendimientos de soja. Publicación Miscelánea INTA Rafaela, 102.

IAEA. 2020. Mejora la fertilidad del suelo. Disponible en <https://www.iaea.org/es/temas/mejora-de-la-fertilidad-del-suelo>

IFA. 2018. Los fertilizantes y su uso. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>

Infoagro. 2020. Formas de aplicar fósforo al suelo ¿Cuál es la mejor?. Disponible en [https://www.infoagro.com/abonos/fosforo\\_suelo.htm](https://www.infoagro.com/abonos/fosforo_suelo.htm)

Melgar, R., Torres, M. 2015. Manejo de la Fertilización en cultivos. Disponible en <http://www.fertilizando.com/articulos/Manejo%20de%20la%20Fertilizacion%20en%20Maiz.asp>

Oviedo, M., Iglesias, M. (2015). Utilización de bacterias solubilizadoras de fósforo en cultivo de raygrás. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*. Universidad Nacional del Nordeste. Resumen A-53, 3.

Picone, L., Zamuner, E. (2002). Fósforo orgánico y fertilidad fosfórica. *Informaciones agronómicas del cono sur*, 16, 11-15.

Restrepo-Franco, G. M., Marulanda-Moreno, S., de la Fe-Pérez, Y., Díaz-de la Osa,

A., Lucia-Baldani, V., & Hernández-Rodríguez, A. (2015). Bacterias solubilizadoras de fosfato y sus potencialidades de uso en la promoción del crecimiento de cultivos de importancia económica. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, 46(1), 63-76.

SACSA. 2017. Importancia del fósforo por las plantas. Disponible en <http://www.gruposacsa.com.mx/importancia-del-fosforo-por-las-plantas/>

Suñer, L., Galantini, J. 2018. Importancia del equilibrio de las formas de fósforo edáfico. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires-Departamento de Agronomía. CERZOS, UNS.

Torres, Ó. (2016). Importancia de los fosfatos y fosfitos en la nutrición de cultivos. *Acta Agrícola y Pecuaria*.

Villasanti, Cl., Román, P., Pantoja, A. 2013. El manejo del suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i3361s.pdf>

Vivas, H. S., Candiotti, N. V., Albrecht, R., Martins, L., & Hotián, J. L. (2017). Fertilización con fósforo y Azufre en rotación de cultivos del centro de Santa Fe, Argentina: Beneficios productivos y económicos y evolución del P extractable. Entrenamiento y crédito como generadores de cambios sociales y ambientales en el cultivo de café—cuatro años después, 17.