



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



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:

“Estudio de la incidencia del fósforo en la nodulación de las plantas
leguminosas forrajeras en el trópico ecuatoriano.”

AUTOR:

Elias Daniel Rizzo Nieto

TUTOR:

Ing. Agr. Bohórquez Barros Tito Xavier, Msc.

**BABAHOYO – LOS RÍOS – ECUADOR
2021**

DEDICATORIA

Dedico este trabajo investigativo a Dios por darme la capacidad y fortaleza de superar todas las dificultades presentadas en el camino, a mi familia, amigos y compañeros que han aportado en mi crecimiento personal.

A mi padre Manuel Rizzo R., mi madre Bélgica Nieto L., a mi hermano Eduardo Rizzo N., a mi esposa Merly Quiñonez M., por todo el apoyo brindado siendo fuente de inspiración para poder realizar este logro académico.

A mis amigos Angel Suarez, Santiago Pinoargote, Steeven García, Jonathan y Jhon Jervis quienes me ayudaron con su apoyo incondicional durante mi vida académica.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer principalmente a Dios por permitirme llegar a este paso importante en mi carrera universitaria. A mi familia por la confianza e influir en cada uno de mis logros. A mis docentes por brindarme conocimientos, respeto y responsabilidad en mis estudios.

Realizo mención especial de personas y amistades que contribuyeron tanto en este trabajo de titulación:

Agradecimiento especial a mi esposa Merly Quiñonez M., por orientarme durante este proceso. A mi tutor, Ing. Agr. Bohórquez Barros Tito Xavier por guiarme durante estos meses de elaboración del trabajo de titulación.

ÍNDICE

RESUMEN.....	I
SUMMARY	II
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I.....	2
1. MARCO METODOLÓGICO	2
1.1 Definición del tema caso de estudio.....	2
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Justificación	2
1.4 Objetivo General.....	3
1.5 Objetivos Específicos.....	3
1.6 Fundamentación teórica	3
1.6.1 Indicios de deficiencia de fósforo	3
1.6.2 Beneficio del fosforo en la nodulación.	3
1.6.3 El Fosforo y su interacción en el suelo.....	4
1.6.4 Influencia del valor del pH en la disponibilidad de P en el suelo	4
1.6.5 El Fosforo y su forma en el suelo.....	4
1.6.6 Interacciones del fósforo con otros elementos del suelo	5
1.6.7 Fórmula química y concentración de nutrimentos de los principales fertilizantes fosfatados.	6
1.6.8 Fertilizantes fosfatados más usados.....	6
1.6.9 Principales leguminosas forrajeras en el trópico ecuatoriano	7
1.7 Hipótesis.....	9
1.8 Metodología de la investigación.....	9
CAPITULO II.....	10
2. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	10
2.1 Desarrollo del caso	10
2.2 Situaciones detectadas.....	10
2.3 Soluciones planteadas	10
2.4 Conclusiones.....	11
2.5 Recomendaciones.....	11
3. BIBLIOGRAFÍA.....	12

RESUMEN

Las leguminosas forrajeras son plantas pertenecientes a la familia de las dicotiledóneas que tienen la particularidad de formar en sus raíces unas estructuras llamadas nódulos, estos nacen como resultado de la interacción que existe entre estas plantas y las bacterias del género *Rhizobium* que son capaces de tomar y fijar nitrógeno atmosférico, al establecer una simbiosis con las plantas. Las leguminosas crecen en forma espontánea en el trópico ecuatoriano, es tolerante a la sequía y a la sombra; se recupera bastante bien después de la quema y de periodos cortos de inundación.

El mayor rendimiento se alcanza durante la época seca, aportando cantidades significativas de materia seca de buen valor nutritivo. Otra característica y quizá la más importante que poseen las leguminosas es la de tener altos contenidos proteicos entre el 14 – 32% en sus hojas y superior de 30% en sus semillas, además son capaces de sostener estos altos contenidos de proteína aun durante la época seca y asimismo de esto presentan bajos niveles de fibra, también almacenan azúcares, almidones y grasas, que las convierten en suplementos altamente energéticos. Para el desarrollo del presente trabajo se recolectó información bibliográfica de libros, revistas, periódicos, artículos científicos, páginas web, ponencia, congresos y manuales técnicos.

La información alcanzada se realizó mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con la finalidad de que el lector conozca sobre la importancia en la incidencia del fósforo en la nodulación de las plantas leguminosas forrajeras en el trópico ecuatoriano. Por lo antes expuesto se determinó que el fósforo tiene una amplia importancia en los procesos físicos químicos que ayudaran en el crecimiento y fortalecimiento de las raíces a lo largo de su producción.

Palabras claves: fósforo, nodulación, leguminosas forrajeras, *Rhizobium*.

SUMMARY

Forage legumes are plants belonging to the dicot family that have the peculiarity of forming structures called nodules in their roots, these are born as a result of the interaction that exists between these plants and the bacteria of the genus *Rhizobium* that are capable of taking and fixing atmospheric nitrogen, by establishing a symbiosis with plants. Legumes grow spontaneously in the Ecuadorian tropics, it is tolerant to drought and shade; it recovers quite well after burning and short periods of flooding.

The highest yield is achieved during the dry season, providing significant amounts of dry matter of good nutritional value. Another characteristic and perhaps the most important that legumes have is that they have high protein contents between 14 - 32% in their leaves and more than 30% in their seeds, they are also capable of sustaining these high protein contents even during the season. dry and also have low levels of fiber, they also store sugars, starches and fats, which make them highly energetic supplements. For the development of this work, bibliographic information was collected from books, magazines, newspapers, scientific articles, web pages, presentations, conferences and technical manuals.

The information obtained was made through the analysis, synthesis and summary technique, in order for the reader to learn about the importance of phosphorus incidence in the nodulation of forage leguminous plants in the Ecuadorian tropics. Due to the above, it was determined that phosphorus has a wide importance in the physical-chemical processes that help in the growth and strengthening of the roots throughout their production.

Keywords: phosphorus, nodulation, forage legumes, *Rhizobium*.

INTRODUCCION

Las leguminosas forrajeras se cultivan en aproximadamente 250 m.ha en todo el mundo, con el fin principal de obtener granos y forrajes que comprenden unos 720 géneros y cerca de 18.000 especies se caracterizan por su hábito de crecimiento rastrero, adaptación a diversas condiciones de clima y suelos, entre los alimentos de origen vegetal con más propiedades nutritivas se encuentran las leguminosas. Estas son semillas que se desarrollan en vainas y su cultivo se ha extendido por el planeta.

El fósforo (P) es uno de los 17 nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Sus funciones no pueden ser ejecutadas por ningún otro nutriente y se requiere un adecuado suplemento de P para que la planta crezca y puedan hacer los procesos necesarios (Crops 1999).

El uso del fosforo tiene un amplio beneficio para las plantas leguminosas forrajeras porque permite un óptimo desarrollo de las raíces para la adecuada nodulación y fortalecimiento de la misma, que da como resultado positivo en la producción de estas plantas.

En un 40% este nutriente limita el crecimiento de los cultivos, en las tierras cultivables presentan deficiencias de este nutriente, la disponibilidad de P es crítica para la actividad de los nódulos debido al elevado requerimiento de ATP para el funcionamiento de la enzima nitrogenasa, también tiene un rol importante en la biosíntesis de membranas, trasmisión de señales y el desarrollo general del nódulo (Scheler 2001).

Este componente en el suelo que se encuentra en bajas cantidades, por lo cual el uso de fertilizantes fosfóricos puede facilitar la fabricación de raíces y nódulos que ayudaran en los procesos biológicos de la planta.

Por esta razón el presente estudio analítico del examen complejo se propone estudiar la incidencia del fósforo en la nodulación de las plantas leguminosas forrajeras en el trópico ecuatoriano.

CAPITULO I

1. MARCO METODOLÓGICO

1.1 Definición del tema caso de estudio

El presente documento de trabajo práctico del componente de Examen Complexivo tiene como objetivo analizar la incidencia del fósforo en la nodulación de las plantas leguminosas forrajeras en el trópico ecuatoriano, copilando información necesaria para identificar los beneficios que posee el fosforo en la productividad de las leguminosas forrajeras.

1.2 Planteamiento del problema

Las leguminosas forrajeras pertenecientes a la familia de las fabáceas poseen una gran importancia por sus diversos usos tales como la alimentación de los animales, la fijación de nitrógeno en el suelo, mejorando la fertilidad de la misma gracias a la simbiosis microbiana junto con los Rizobium las cuales viven de manera conjunta aportando energía y nutrientes a las raíces para formar los llamados nódulos que mejoran la absorción y la distribución de elementos.

Los agricultores para disminuir los costos de producción en la fertilización suelen evadir nutrientes de suma importancia que ayudan y promueven beneficios a las plantas como el fosforo que participa en varios procesos como: permitir la fabricación de raíces y su participación en la fotosíntesis.

1.3 Justificación

El fósforo interviene en varias reacciones que la planta necesita ya que produce energía dentro de la célula que forma parte integral de las moléculas como el adenosín trifosfato (ATP). Estas moléculas se forman a partir de la fotosíntesis siendo utilizadas en la respiración de las plantas. Lo cual es de vital importancia para la fabricación de nuevas células y la producción de raíces.

En este trabajo se busca demostrar los beneficios que se pueden obtener con la aplicación del fosforo aumentando significativamente la productividad en las leguminosas forrajeras en el trópico ecuatoriano.

1.4 Objetivo General

Analizar la incidencia del fósforo en la nodulación de las plantas leguminosas forrajeras en el trópico ecuatoriano.

1.5 Objetivos Específicos

- Determinar los beneficios del fosforo (P) en la nodulación de las leguminosas forrajeras.
- Sintetizar información sobre los procesos fisicoquímicos del fosforo en las leguminosas forrajeras.

1.6 Fundamentación teórica

1.6.1 Indicios de deficiencia de fósforo

Plantas con deficiencia de fósforo son más pequeñas y crecen más lentamente que las plantas con cantidades adecuadas de fósforo. La deficiencia de fósforo normalmente es visible en plantas jóvenes, porque el nutriente se moviliza y se desplaza fácilmente. Las plantas afectadas tienen un color verde oscuro y las puntas y los márgenes de las hojas más viejas tienen un color rojizo-morado. Las hojas nuevas no tendrán esta coloración (Rizo 2010).

Los síntomas de deficiencia aparecen sólo después que el suministro de un nutriente es tan bajo que la planta no puede completar su función adecuadamente. La marcada carencia de un determinado nutriente puede provocar la aparición de síntomas visuales característicos en la planta (Barbazán 1998).

1.6.2 Beneficio del fosforo en la nodulación.

El fósforo es uno de los tres principales nutrientes que las plantas necesitan para prosperar. Funciona como uno de los principales actores en la fotosíntesis, transportador de nutrientes y transmisor de energía. El fósforo también afecta a la estructura de la planta a nivel celular (Gruposacsa 2016).

Una planta con la cantidad correcta de este elemento va a crecer vigorosamente y madurará más temprano que las plantas que no lo tienen. La deficiencia se muestra cuando hay un crecimiento raquítico, también muestran languidez y las hojas pueden ser más verdes o tener un color violeta debido a

que el proceso de fotosíntesis está afectado. Al usar fertilizantes ricos en fósforo que sean de fácil absorción en el suelo, ayudará a la planta a establecer un sistema de raíces y propagar la fabricación de los nódulos los cuales participaran en los procesos fotosintéticos de las plantas y la fijación de nitrógeno.

1.6.3 El Fósforo y su interacción en el suelo.

El fósforo es uno de los 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 (Fernández 2007).

Mencionada autora manifiesta que el fósforo disponible en el suelo es insuficiente para las plantas, y esta deficiencia se evita con la aplicación de fertilizantes fosforados, ya que el fósforo no es reciclado por las lluvias ni es liberado rápidamente de los residuos orgánicos.

Las plantas pueden adsorber solamente el fósforo disuelto en la solución del suelo, y puesto que la mayor parte del fósforo en el suelo existe en compuestos químicos estables, sólo una pequeña cantidad de fósforo está disponible para la planta en cualquier momento dado (SMART 2020).

1.6.4 Influencia del valor del pH en la disponibilidad de P en el suelo

La disponibilidad de fosfato en el suelo depende fuertemente del valor del pH. La mejor reposición del P se presenta con un valor de pH entre 6 y 7. La disponibilidad de P se puede mejorar por medio del encalamiento del suelo con el aumento del valor del pH (K+S 2019).

1.6.5 El Fósforo y su forma en el suelo.

Sanzano (2015) señala que, el fósforo orgánico es la principal fuente está constituida por los residuos vegetales y animales que se adicionan al suelo. Los compuestos fosfatados más importantes de la materia orgánica son nucleoproteínas, fosfolípidos y fosfoazúcares.

Fósforo inorgánico. - Desde el punto de vista edafológico interesa clasificarlo de acuerdo a su disponibilidad mediata o inmediata para las plantas en:

- **Fósforo soluble:** son las formas aprovechables para las plantas en forma inmediata, es decir son fosfatos en la solución del suelo. Su concentración es muy débil y fluctúa entre 0,2 y 0,5 mg/lit, o sea 200 a 400 gr/ha.
- **Fósforo intercambiable:** es también llamado fósforo lábil o adsorbido, y su disponibilidad es más lenta que el anterior. La adsorción de fosfatos, como en general toda adsorción aniónica en el suelo, es un fenómeno que depende directamente del pH.
- **Fósforo insoluble:** es el que está formando parte de los minerales primarios y secundarios, y constituye la gran reserva de fósforo inorgánico en el suelo.

1.6.6 Interacciones del fósforo con otros elementos del suelo

Interacciones fósforo-nitrógeno. El fósforo y el N están involucrados en funciones vitales para las plantas como lo son: la fotosíntesis, formación de proteína y la fijación simbiótica (Georgiusm 2017).

Interacciones fósforo-potasio. El P y el K son esenciales en la fotosíntesis, en las enzimas y las reacciones que requieren de energía, en la formación y calidad de semilla, tolerancia al estrés, madures del cultivo, formación de raíz, etc., (Georgiusm 2017).

Interacciones fósforo-magnesio. La probabilidad de interacciones entre estos dos nutrientes a nivel del suelo es muy pequeña. Sin embargo, al magnesio se le ha atribuido la función de transportador de fósforo en la planta al constituir un activador del sistema enzimático kinasa, de vital importancia en el metabolismo de fósforo, ya que activa prácticamente todas las reacciones implicadas en la transferencia de fosfato (Fernández 2007).

Interacción fosforo – zinc. Las aplicaciones de fertilizantes fosfatados que contienen Zn, no solo mejoran el crecimiento vegetativo, sino también demuestran mejora en el crecimiento de la raíz (ISSUE 2019).

1.6.7 Fórmula química y concentración de nutrimentos de los principales fertilizantes fosfatados.

Castellanos et al (2005) señala que,

Producto	Formula Química	% N	% P ₂ O ₅	% K ₂ O	% S	% Ca
Superfostato de calcio triple	Ca(H ₂ PO ₄) ₂		46		1 – 1.5	12 – 14
Superfostato de calcio simple	Ca(H ₂ PO ₄) ₂ +CaSO ₄ * ₂ H ₂ O		20		11 – 12	18 – 21
Fosfato monopotásico (MKP)	KH ₂ PO ₄		52	34		
Fosfato dipotásico (DKP)	K ₂ HPO ₄		41	54		
Fosfato monoamónico (MAP)	NH ₄ H ₂ HPO ₄	11	52		0 – 2	
Fosfato diamónico (DAP)	(NH ₄) ₂ HPO ₄	18	46		0 – 2	
Polifosfato de amonio	(NH ₄) ₃ HP ₂ O ₇ +NH ₄ H ₂ PO ₄	10 – 20	32 – 62			
Roca fosfórica	Ca ₁₀ (PO ₄) ₆ F ₂		26 – 40			
Ácido fosfórico	H ₃ PO ₄		52			

1.6.8 Fertilizantes fosfatados más usados.

Fosfato diamónico (DAP): es un fertilizante complejo granulado para aplicación al suelo, cuenta con alta concentración integral de Nitrógeno (18.0%) y Fósforo (46%). Es un producto que muy usado y preferido especialmente en

las regiones agrícolas donde predominan los suelos de origen calcáreos o suelos alcalinos (AGRIPAC 2019).

Roca fosfórica: producto originario de una roca natural sometido a una pulverización que contiene uno o más minerales en forma de fosfato de calcio (P 26% - C 40%) de uso agrícola, de lenta absorción y baja movilidad dentro de la planta (INEN 2016).

Fosfato monopotásico (MKP): es un fertilizante altamente soluble y eficiente que aporta fósforo y potasio totalmente disponibles para el cultivo. Es libre de nitrógeno, ideal cuando los requerimientos del elemento deban ser bajos. Ayuda a aumentar los contenidos de azúcares y mejora la calidad de los frutos en las etapas de producción (FERMAGRI s.f.).

1.6.9 Principales leguminosas forrajeras en el trópico ecuatoriano

Centrosema pubescens. Pertenece a la tribu Phaseoleae. La gran mayoría de estas especies son perennes, rastreras, trepadoras y de crecimiento frondoso. La raíz principal es pivotante con numerosas ramificaciones en las que se forman los nódulos, en cuyo interior se alojan las bacterias fijadas del nitrógeno. La planta emite guías largas y vigorosas donde se producen algunas raíces en los nudos, las cuales originan nuevas plantas que cubren rápidamente el terreno. Hojas son trifoliadas, es decir, formadas por tres hojuelas o folíolos. Florece en los meses de junio a octubre, produciendo flores que tienen forma de mariposa cuyos colores van desde violáceo a blanco-lila. Abundante, incluida son dchiscentes y se abren en las horas de mayor brillo solar, motivo por el cual es difícil la recolección de la semilla en días soleados (INIAP 1978).

Glicine o Soya perenne. *Glycine wighti* (CV. Malawi). - Pertenece a la tribu Phaseoleae. Es una planta perenne de crecimiento muy agresivo. La raíz es pivotante, profunda y bien ramificada con nódulos, en cuyo interior se localizan las bacterias fijadoras de nitrógeno. Emite guías largas y vigorosas de hábito enredadero. Las hojas son trifoliadas. La inflorescencia dispuesta en racimo está constituida por flores pequeñas de color amarillo pálido o blanco según la especie. Florece de agosto a septiembre, produciendo gran cantidad

de vainas pubescentes de unos tres centímetros de largo como promedio, con semillas pequeñas (INIAP 1978).

Kudzú tropical. *Pueraria phaseoloides*. - Es una planta perenne, trepadora y estolonífera. El sistema radicular es pivotante y bien ramificado con nudosidades donde se localizan las bacterias fijadoras del nitrógeno. Posee estolones largos que emiten raicillas de los nudos, dando lugar a la formación de nuevas plantas. Tiene hojas trifoliadas como folíolos grandes, membranosos y ásperos, cubiertos por vellosidades. La inflorescencia está dispuesta en racimo, con flores en forma de mariposa de color En zonas de mucha luminosidad, como Portoviejo, florece violáceo o azulado. a partir de mayo, produciendo numerosas vainas cilíndricas, pubescentes, de color negruzco, de unos nueve centímetros de largo como promedio, con semillas pequeñas redondeadas (INIAP 1978).

Siratro. *Macroptilium atropurpureum*. - Permanece a la tribu Phaseoleae y es un híbrido de dos cultivares de *Phaseolus atropurpureum*. Es una planta perenne, rastrera, trepadora y estolonífera. cada, donde se forman los nódulos que albergan las bacterias fijadoras de nitrógeno. Las hojas son trifoliadas con folíolos u hojuelas de bordes irregulares, característica que la diferencia de otras leguminosas. La inflorescencia es terminal con lores de color púrpura oscuro. Florece en el Litoral a partir del mes de mayo, produciendo abundantes vainas cilíndricas de color café claro, de siete centímetros de largo como promedio, que producen semillas pequeñas y aplanadas (INIAP 1978).

Stylo o Alfalfa tropical. *Stylosanthes guyanensis*. - . Pertenece a la tribu Hedysareae. Es una planta perenne, de crecimiento decumbente y semierecta. La raíz, al igual que la mayoría de las leguminosas, es pivotante y bien ramificada, con nódulos donde se localizan las bacterias fijadoras de nitrógeno. Los tallos son cilíndricos, leñosos y duros a la madurez. Emite gran cantidad de hojas trifoliadas con folíolos u hojuelas lineales, lanceoladas y pequeñas. El haz de la hoja es áspero y el envés algo pubescente. La inflorescencia es terminal, dispuesta en cabezuela con pequeñas flores amarillas (INIAP 1978).

Trébol tropical. *Desmodium heterophyllum*. - Es una planta perenne, de crecimiento matoso. La raíz es pivotante, bien ramificada y permite la

formación de los nódulos donde las bacterias fijan el nitrógeno al suelo. Los tallos son abundantes, medianamente pubescentes y de color café rojizo a café claro. De sus nudos emiten raicillas que, en contacto con la humedad del suelo, dan origen a nuevas plantas. Sus hojas son trifoliadas con folíolos pequeños y ovalados (INIAP 1978).

1.7 Hipótesis.

Ho= No existe una fuente apropiada del fosforo en la nodulación de las plantas leguminosas forrajeras en el trópico ecuatoriano

Ha= Si existe una fuente apropiada del fosforo en la nodulación de las plantas leguminosas forrajeras en el trópico ecuatoriano.

1.8 Metodología de la investigación.

En el presente trabajo de forma práctica y descriptiva se recopiló información de diversas fuentes tales como, tesis, páginas web, libros, folletos y cualquier contenido que ayude a la elaboración del tema.

La información obtenida fue analizada y descrita para que el lector pueda entender y comprender sobre dicha investigación que busca sintetizar y resumir todo lo relacionado sobre el estudio de la incidencia del fosforo en la nodulación de las leguminosas forrajeras.

CAPITULO II

2. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Desarrollo del caso

El presente trabajo se lo realizo con el fin de estudiar la incidencia del fósforo en la nodulación de las plantas leguminosas forrajeras en el trópico ecuatoriano. Siendo el fosforo uno de los nutrientes esenciales que brinda beneficios sin causar efectos negativos a la misma.

2.2 Situaciones detectadas

Las situaciones detectadas en el análisis de la incidencia del fósforo en la nodulación de las plantas leguminosas forrajeras en el trópico ecuatoriano son las siguientes:

Las leguminosas forrajeras tienen efectos positivos a través del uso de la fertilización fosfatada que aumentan las actividades fisicoquímicas de la planta en el trópico ecuatoriano.

Los principales problemas que presentan las leguminosas forrajeras resultan del escaso conocimiento de los agricultores en el uso adecuado de fertilizantes que contienen fosforo ya que promueve el crecimiento de las raíces y la correcta nodulación en este tipo de plantas.

Los fertilizantes más utilizados y conocidos que contienen una adecuada cantidad de fosforo que son asimilados por las plantas encontramos el DAP, roca fosfórica y ácido fosfórico, ayudando en el aumento de la producción de raíces y fortalecimiento en los nódulos que participan directamente en la fotosíntesis.

2.3 Soluciones planteadas

Las soluciones planteadas para fomentar el uso del fosforo en la producción de las leguminosas forrajeras son los siguientes:

Implementar charlas a los agricultores de los beneficios que se obtienen al establecer una fertilización fosfórica que participen de manera conjunta con otros nutrientes en las diferentes actividades y funciones del cultivo.

Este cultivo necesita altos requerimientos de fósforo, que es importante durante el proceso de crecimiento, desarrollo y formación de nódulos, que ayudan a incrementar la fortaleza en las raíces que junto a los nódulos brindan energía para las diversas funciones que realizan las leguminosas forrajeras.

2.4 Conclusiones

Por lo antes mencionado se concluye:

- Los fertilizantes más utilizados y conocidos con una cantidad adecuada de fósforo encontramos el DAP, roca fosfórica y ácido fosfórico, que influyen positivamente en la producción de las leguminosas forrajeras.
- El uso del fósforo tiene un impacto directo en el aumento de la producción de raíces y fortalecimiento en los nódulos.
- La fertilización fosfatada debe ser aplicada de manera correcta utilizando la dosis óptima para que el cultivo pueda obtener el mayor provecho posible, mejorando la calidad del producto final.

2.5 Recomendaciones

Las recomendaciones para analizar la incidencia del fósforo en la nodulación de las plantas leguminosas forrajeras en el trópico ecuatoriano son:

- La utilización de P ha mostrado incrementos en la producción de forraje de hasta 8000 kg/ha/año según la investigación realizada en el manejo de fósforo en pasturas, en términos generales estos cultivos pueden extraer unos 60 kg de P /ha/año, lo que implica que el suelo debería disponer de unos 160 g/ha/día; sin embargo, debido al crecimiento estacional, los requerimientos de P pueden incrementarse a más de 500 g/ha/día cuando las plantas crecen activamente.
- Socializar a los agricultores ecuatorianos sobre la implementación del fósforo y sus beneficios en los cultivos de leguminosas forrajeras.

3. BIBLIOGRAFÍA

- AGRIPAC. (2019). *Fosfato diamónico (DAP)*. Obtenido de AGRIPAC:
https://www.e-agrizon.com/wp-content/uploads/2019/01/DAP-18-46-0_FT.pdf
- Barbazán, M. (1998). *ANÁLISIS DE PLANTAS Y SÍNTOMAS VISUALES DE DEFICIENCIA DE NUTRIENTES*. Obtenido de FAGRO:
<http://www.fagro.edu.uy/fertilidad/publica/AnPlantas.pdf>
- Bordoli, J. M. (s.f.). *FERTILIZACION DE PASTURAS DE LEGUMINOSAS Y MEZCLAS DE GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS*. Obtenido de
<http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/PASTURAS%20CRS/12%20-%20Fertilizacion%20de%20Pasturas.pdf>
- Boschetti, C. E. (Agost de 2020). *MANEJO DEL FOSFORO EN PASTURAS*. Obtenido de https://produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_fertilizacion/09-manejo_del_fosforo_en_pasturas.pdf
- Crops, B. (1999). *Functions of Phosphorus in Plants*. Obtenido de INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FOSFORO:
[http://www.ipni.net/publication/bettercrops.nsf/0/53639639D7A590D68525798000820183/\\$FILE/Better%20Crops%201999-1%20p06.pdf](http://www.ipni.net/publication/bettercrops.nsf/0/53639639D7A590D68525798000820183/$FILE/Better%20Crops%201999-1%20p06.pdf)
- FERMAGRI. (s.f.). *Fosfato Monopotásico MKP*. Obtenido de Fermagri.:
<http://www.fermagri.com/mkp-prayon-fosfato-monopotasico.html>
- Fernández, M. T. (2007). Fósforo: amigo o enemigo. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223114970009.pdf>

- Fuentes, E. (2015). *PLANTAS FORRAJERAS*. Obtenido de <http://www.agro.unc.edu.ar/~wpweb/botaxo/wp-content/uploads/sites/14/2016/08/Forrajeras.-2016.pdf>
- G.J, Á. (10 de Dic de 2019). *El fósforo y su importancia en el crecimiento vegetal*. Obtenido de Fertibox: <https://www.fertibox.net/single-post/fosforo-agricultura>
- Georgiusm. (2017). *LA INTERACCION DEL FOSFORO Y OTROS NUTRIENTES*. Obtenido de <https://georgiusm.files.wordpress.com/2017/12/interaccic3b3n-fosforo-y-nutrientes-artc3adculo.pdf>
- Gruposacsa. (19 de Jul de 2016). *Importancia del fósforo por las plantas*. Obtenido de <https://www..com.mx/importancia-del-fosforo-por-las-plantas/#:~:text=El%20fósforo%20es%20vital%20para,y%20frutas%20de%20baja%20calidad>
- INEN. (2016). *FERTILIZANTES Y PRODUCTOS AFINES*. Obtenido de INEN: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/NTE_INEN_209.pdf
- INIAP. (Oct de 1978). *Leguminosas forrajeras para el Trópico ecuatoriano*. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1568/1/Bolet%c3%adn%20t%c3%a9cnico%20N%c2%ba%2026.pdf>
- Intagri. (Sep de 2018). *Guía de Fertilizantes Fosfóricos para Cultivos*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/guia-de-fertilizantes-fosforicos-para-cultivos>
- ISSUE. (2019). *No se olvide del Zinc cuando aplique Fósforo en sus cultivos*. Obtenido de https://es.microessentials.com/pdf/estadisticas/MC_1112_AgriSight_PandZnInteraction_SPANISH_June5.pdf
- K+S. (2019). *Fósforo*. Obtenido de K+S Minerals and Agriculture: http://www.ks-minerals-and-agriculture.com/eses/fertiliser/advisory_service/nutrients/phosphorus.htm

- Rizo, E. (Oct de 2010). *Deficiencias de fósforo*. Obtenido de Hortalizas: <https://www.hortalizas.com/miscelaneos/deficiencias-de-fosforo/>
- Sadras, G. A. (2014). ¿Cómo afectan el fósforo, el potasio y el azufre al crecimiento de las leguminosas y la fijación biológica de nitrógeno? Un meta-análisis*. *IAH*. Obtenido de [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/6D2E0FE9B75C74E285257CE9007C82D2/\\$FILE/2.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/6D2E0FE9B75C74E285257CE9007C82D2/$FILE/2.pdf)
- Sanzano, I. A. (s.f.). *EL FÓSFORO DEL SUELO*. Obtenido de https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.academia.edu%2F30243808%2FEL_F%25C3%2593SFORO_DEL_SUELO&psig=AOvVaw30zmSC0aKdoc3AS6KROIkD&ust=1619131269197000&source=images&cd=vfe&ved=0CA0QjhxqFwoTCKjBt5i0kPACFQAAAAAdAAAAABAD
- SMART. (Feb de 2020). *EL FÓSFORO EN SUELO Y AGUA*. Obtenido de Smart Fertilizer: <https://www.smart-fertilizer.com/es/articulos/phosphorus/#:~:text=El%20f%C3%B3sforo%20se%20encuentra%20en%20los%20suelos%20tanto%20en%20forma,en%20el%20suelo%20es%20baja.&text=Al%20absorber%20el%20f%C3%B3sforo%20de,para%20mantener%20un%20equilibrio%20qu%C>
- Thamir S. Al-Niemi, M. 1. (1 997). *P Metabolism in the Bean-Rhizobium tropici Symbiosis*. Obtenido de <http://www.plantphysiol.org/content/plantphysiol/113/4/1233.full.pdf>