



Análisis comparativo de macronutrientes NPK y Materia orgánica en suelos de la Estación Experimental de Sapecho – Alto Beni

Comparative analysis of macronutrients NPK and organic matter in soils of Sapecho Experimental Station - Alto Beni

Celso Ticona Quispe

RESUMEN:

El buen desarrollo y rendimiento de los cultivos dependen de muchos factores (temperatura, aire, agua, etc.) y fundamentalmente de las condiciones del suelo, porque es el medio ambiente en el cual se desarrollan las raíces y del cual extraen el agua y los elementos nutritivos que necesita la planta. El presente estudio se realizó con el objetivo de conocer el estado nutricional de los suelos en las parcelas de cítricos de la Estación Experimental de Sapecho a partir del análisis de las propiedades químicas como el Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K) y Materia orgánica (M.O.). La metodología consistió en tomar muestras representativas del suelo (0- 20 cm) y subsuelo (20 – 50 cm) de cuatro puntos de observación ubicados en diferentes parcelas y se enviaron para su análisis al IBTEN. La interpretación se realizó de acuerdo a las tablas de niveles críticos de fertilidad descritas por Chilon (1997). El contenido de M.O. en el suelo varía desde moderadas a bajas (1.25 a 4,21 %); y deficiente (0,16 a 0,70 %) en el subsuelo. Los niveles de N, P, y K del suelo varían desde moderado a bajo; en el caso del Nitrógeno de 0, 18 a 0,29 %; con deficiencia de fósforo (1,23 a 5,20 ppm) y potasio (0,05 a 0,11 meq). El subsuelo, contiene bajos niveles de nitrógeno (0,05 a 0,09 %); del fósforo (0,60 a 0,87 ppm), y potasio (0,18 a 0, 21 meq). Para mejorar los bajos niveles de nutrientes y las propiedades físicas y biológicas del suelo se plantea la reposición de nutrientes absorbidos del suelo por el cultivo mediante la aplicación de abonos orgánicos como el estiércol, cobertura, humus, compost.

PALABRAS CLAVES:

Fertilidad, suelo, materia orgánica, nutrientes.

ABSTRACT:

The good development and yield of the crops depend on many factors (temperature, air, water, etc.) and fundamentally on the soil conditions, because it is the environment in which the roots develop and from which they extract water and water. nutritious elements that the plant needs. The present study was carried out with the objective of knowing the nutritional status of the soils in the citrus plots of the Sapecho Experimental Station based on the analysis of the chemical properties such as Nitrogen (N), Phosphorus (P), Potassium (K) and organic matter (MO). The methodology consisted in taking representative samples of the soil (0-20 cm) and subsoil (20 - 50 cm) from four observation points located in different plots and sent for analysis to the IBTEN. The interpretation was made according to the tables of critical levels of fertility described by Chilon (1997). The content of M.O. on the ground it varies from moderate to low (1.25 to 4.21%); and deficient (0.16 to 0.70%) in the subsoil. The levels of N, P, and K of the soil vary from moderate to low; in the case of Nitrogen from 0.18 to 0.29%; with phosphorus deficiency (1.23 to 5.20 ppm) and potassium (0.05 to 0.11 meq). The subsoil contains low levels of nitrogen (0.05 to 0.09%); of phosphorus (0.60 to 0.87 ppm), and potassium (0.18 to 0.21 meq). To improve the low levels of nutrients and the physical and biological properties of the soil, the replacement of nutrients absorbed from the soil by the crop is proposed through the application of organic fertilizers such as manure, mulch, compost.

KEYWORDS:

Fertility, soil, organic matter, nutrients.

AUTOR:

Celso Ticona Quispe: Investigador. Estación Experimental de Sapecho. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. ticona.quispe.celso@gmail.com

Recibido: 15/05/2018. **Aprobado:** 31/07/2018.



INTRODUCCION

El desarrollo de las plantas y la producción depende de muchos factores, tales como el aire, agua, genotipo, del manejo, y fundamentalmente de las condiciones del suelo, factor que está muy relacionado con las propiedades físicas (textura, estructura), con las propiedades químicas referido a la presencia o ausencia de macro y micronutrientes y de las propiedades biológicas.

El suelo desde el punto de vista agrícola, es el medio ambiente en el cual se desarrollan las raíces y del cual extraen el agua y los elementos nutritivos que necesita la planta, además le sirve de sostén (Domínguez, 1984).

Actualmente se conoce que las plantas requieren para su buen desarrollo alrededor de 16 elementos (nutrimentos), estos provienen del agua y del aire (C, H Y O) y los restantes deben estar en el suelo a una cierta concentración para que no se manifiesten síntomas por

deficiencias o excesos. Asegurando la existencia de estos a una concentración adecuada, se espera un mejor desarrollo y rendimiento del cultivo; aunque también dependerá de otras propiedades suelo (físicas, biológicas, agua, aire, etc.).

También es importante destacar que las pérdidas de un suelo no se deben solamente a lo extraído por las cosechas, sino que existen otras causas, como la pérdida por el arrastre de las aguas, la erosión, etc. y, por otra parte, debido a que las plantas requieren de nutrimentos para formar los nuevos tejidos: raíces, ramas, hojas, etc. Se estima que lo extraído por una cosecha, representa una tercera parte del total de nutrimentos requeridos por una planta.

Las exigencias para el desarrollo del sistema radicular y la importante función que este realiza, hace que sea absolutamente necesario el conocimiento de las características básicas del suelo para poder analizar, interpretar y dar una solución correcta a los problemas que enfrenta la fertilización

Las prácticas agronómicas empleadas para brindarle a la planta las mejores condiciones y lleve a cabo las funciones fisiológicas vitales que le son propias (crecimiento, floración y fructificación), variarán en su forma e intensidad de acuerdo al tipo y las características del suelo, y en consecuencia su incidencia dentro de los costos directos de producción del cultivo, será distinta en función al suelo que se trate. (Avilan, 1986)

Mediante el presente ensayo se pretende conocer el estado nutricional de los suelos en las parcelas de cítricos de la Estación Experimental a partir del análisis de las propiedades químicas como el nitrógeno, fósforo, potasio y materia orgánica para plantear estrategias que permitan mejorar las condiciones actuales.

El análisis químico proporcionará datos de los elementos químicos que la constituyen y permitirá identificar las limitaciones que presentan los suelos con respecto a la fertilidad.

La extracción de los nutrientes del suelo por el cultivo de cítricos es bastante considerable, Graetz (1996), indica las cantidades de nutrimentos o elementos minerales extraídos por una tonelada de frutos frescos de naranja:

Tabla 1. Nutrientes extraídos por frutos secos de naranja.

Nutrimentos Minerales	Símbolo Químico	Kilogramos/ Tonelada	Kilogramo /Hectárea
Nitrógeno	N	2,04	85
Fósforo	P	0,18	30
Potasio	K	1,85	140

Por lo tanto, este proceso de diagnóstico de la evaluación de las propiedades químicas (N, P, K y Materia Orgánica) permitirá determinar la fertilidad con la que cuenta el suelo para luego proporcionar de nutrientes en cantidades apropiadas y en un balance adecuado que permita el desarrollo y la producción del cultivo.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de Investigación se realizó en la Estación Experimental de Sapecho de la Facultad de Agronomía ubicado en el Municipio de Palos Blancos, a 230 Km de la ciudad de La Paz.

La ubicación geográfica está a una Latitud de 15° 33' 56" Sur, Longitud de 67°19'30 Oeste y una Altitud de 410 m.s.n.m.

Con relación al clima, según los datos de SENAMHI, la zona tiene una Precipitación media anual de 1307 mm.; la temperatura media anual 25,5 °C. y la humedad relativa anual de 83,2 (%)

Para este propósito las actividades se realizaron por etapas:

Primera etapa (preliminar)

- Recopilación de información bibliográfica referente al tema en estudio.

- Recopilación de datos climáticos de la estación meteorológica de Sapecho.
- Análisis del mapa básico de la Estación para delimitar las parcelas a estudiar.
- Recorrido por las parcelas de cítricos para seleccionar los sitios más representativos.



Figura 1. Puntos de muestreo de suelos.

Establecimiento de los puntos de muestreo:

- **Punto N° 1:** Latitud sud 15° 33'50``; y Longitud oeste 67°19'19``.
- **Punto N° 2:** Latitud sud 15° 33'44``; y Longitud oeste 67°19'12``.
- **Punto N° 3:** Latitud sud 15° 33'44``; y Longitud oeste 67°18'45``.
- **Punto N° 4:** Latitud sud 15° 33'45``; y Longitud oeste 67°18'37``.

Segunda etapa (de campo)

Se llevó adelante la apertura de calicatas en los puntos previamente establecidos. Por otro lado, la toma de muestras de suelo de la capa superficial (0 – 20 cm), y del subsuelo (20- 50 cm). Cada muestra fue conformada por varias porciones de igual cantidad (submuestras) obtenidas de diversos puntos de la parcela, las cuales al ser mezcladas dieron origen a la denominada Muestra Compuesta o representativa.



Figura 2. Apertura de calicata N°1.



Figura 3. Apertura de calicata N° 2.



Figura 4. Apertura de calicata N° 3.



Figura 5. Apertura de calicata N° 4.

Tercera etapa (laboratorio y gabinete)

Envío de muestras representativas de 1 kg. al laboratorio del Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN) para su análisis químico de materia orgánica, y macronutrientes (N, P, K).

La información del análisis de suelos fue sistematizada e interpretada de acuerdo, a las tablas de niveles críticos de la fertilidad descritas en el manual de Fertilidad de suelos. (Chilon, 1997 y Cari 1994)

Tabla 2. Valoración de las muestras de suelo.

Valoración	Mat. Org. (%)	N (%)	P (ppm)	K (meq/100 gr slo)
Bajo	< 2	< 0,1	0 – 6	< 0,32
Medio	2 – 4	0,1 - 0,2	7 – 14	0,32 – 0,64
Alto	> 4	> 0,2	> 14	> 0,64

RESULTADOS Y DISCUSION

Materia Orgánica

La materia orgánica del suelo proviene de las raíces, residuos de plantas y organismos vivos o muertos del suelo; como residuos de las cosechas o de plantas silvestres y árboles, está constituida por varias

sustancias como las proteínas, ceras, ligninas, grasas etc. (Cano, s/f)

La materia orgánica es un constituyente del suelo y desempeña un papel importante sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo; siendo el componente responsable del crecimiento de las plantas y microorganismos, al influir en el movimiento (infiltración) y almacenamiento del agua, influye en la formación y estabilización de los agregados, garantiza mejor aireación, y de ser una fuente de nutrientes.

El aporte de la materia orgánica al suelo es importante para la fertilidad, y resulta de vital importancia en la actividad de los microorganismos para que las formas orgánicas de los nutrientes pasen a las formas minerales (Chilon, 1996).

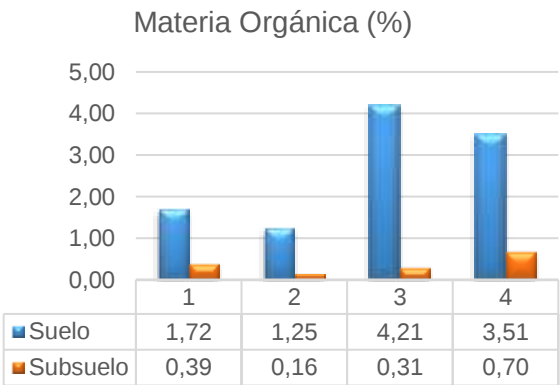


Figura 6: Contenido de materia orgánica en el suelo y subsuelo

Los análisis de laboratorio para la determinación de la materia orgánica, fue por el método de Walkley Black.

El análisis de los datos se realizó mediante los estándares de interpretación de materia orgánica, habiéndose determinado que hasta una profundidad promedio de 20 cm. en los cuatro puntos de observación se encontraron mayor contenido de materia orgánica con relación al subsuelo.

Las parcelas (1) y (2) contienen bajos niveles de materia orgánica (< 2 %), debido a que en estas parcelas se

tienen plantaciones adultas de cítricos de aproximadamente 35 años de edad, cuyo sistema de producción de monocultivo y el bajo aporte de residuos de la planta por no ser caducifolio incidieron directamente en el contenido de materia orgánica.

Durante la toma de muestras en la parcela N°1, el área estaba cubierta con la Mucuna (*Mucuna pruriens*) una leguminosa recomendable como cultivo de cobertura para mejorar las propiedades del suelo; sin embargo, debido a reciente establecimiento, el aporte de biomasa incorporados al suelo fué bajo. En la parcela N° 2 también se tiene plantaciones adultas de cítricos, asociadas a la Canavalia (*Canavalia ensiformes*) este cultivo de cobertura fue recientemente sembrada, en consecuencia, significa que el aporte de materia orgánica al suelo también fué bajo.

Las parcelas 3 y 4 tienen un contenido moderado de materia orgánica (4,21 % y 3,51 % respectivamente). En ambas se tienen plantaciones nuevas de cítricos de naranjas y mandarinas de aproximadamente un año de edad. A diferencia de las anteriores parcelas 1 y 2, no existen cultivos de cobertura, sin embargo su mayor contenido de materia orgánica se debe a la diversidad de los restos vegetales y cenizas producto del chequeo previamente realizadas para la plantación.

El contenido de materia orgánica en las muestras del subsuelo (20 a 50 cm de profundidad) varía desde 0,16 a 0,70 % y según los parámetros de interpretación contienen bajos niveles de materia orgánica; debido a que los residuos vegetales o la biomasa se acumulan en la superficie del suelo.

La baja proporción de materia orgánica no contribuye a la estructura del suelo, y genera muy pocas cargas para la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC). (Chilon, 1997)

Para elevar el contenido de materia orgánica es importante desarrollar un plan de manejo que considere la aplicación de diversas técnicas de mejoramiento de suelos, como el uso de estiércol (de vaca, gallinaza,

cerdos, etc.), compost, abonos verdes o coberturas, humus de lombriz, etc.

Nitrógeno Total

El nitrógeno (N) es un nutriente esencial para los seres vivos, ya que es uno de los constituyentes principales de compuestos vitales como aminoácidos, proteínas, enzimas, nucleoproteínas, ácidos nucleicos, así como también de las paredes celulares y clorofila en los vegetales.

Debido a la importancia del N en las plantas, junto al fósforo (P) y al potasio (K) se lo clasifica como macronutriente. Es, además, el nutriente que en general más influye en el rendimiento y calidad del producto a obtener en la actividad agropecuaria (Perdomo, A.).

El Nitrógeno total obtenido en el IBTEN fue mediante el método Kjeldahl.

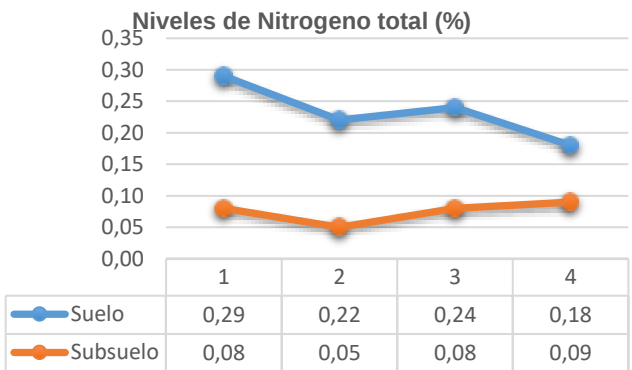


Figura 7. Contenido de nitrógeno en el suelo y subsuelo.

Los niveles de nitrógeno en el suelo de las cuatro parcelas es moderado (0,18 a 0,29 %), y está relacionado con el mayor contenido de materia orgánica con respecto al subsuelo.

En el subsuelo se tienen bajos niveles de nitrógeno (< 1 %) en cantidades que varían desde (0,05 hasta 0,09 %), lo que implica que la deficiente cantidad de materia orgánica en dicho horizonte incide en el contenido de nitrógeno.

Ante el déficit de nitrógeno, se sugiere la mayor incorporación de materia orgánica, a través de la siembra de leguminosas como cultivos de cobertura, o la aplicación del estiércol, compost, etc. Sobre el caso, Orsag (2013) indicó que el 95% del nitrógeno orgánico del suelo proviene del estiércol que se incorpora.

Otro factor importante es que la temperatura media de 25,5 °C de la región es favorable para la rápida descomposición de la materia orgánica debido a una rápida actividad microbiana y por lo tanto mayor contenido de nitrógeno.

Fosforo Asimilable

El fosforo es un macronutriente esencial para las plantas y los microorganismos, junto con el nitrógeno y el potasio. Puede ser un nutrimento limitante. El fósforo elemental (P) no se encuentra en estado libre en la naturaleza porque se oxida muy fácilmente; son muy comunes en los compuestos orgánicos y principalmente minerales (Muñoz et al.2000).

Sus funciones no pueden ser ejecutadas por ningún otro nutriente y se requiere un adecuado suplemento de P para que la planta crezca y se reproduzca en forma óptima. El P se clasifica como un nutriente primario, razón por la cual es comúnmente deficiente en la producción agrícola y los cultivos lo requieren en cantidades relativamente grandes. La concentración total de P en los cultivos varía de 0.1 a 0.5 %. (Munera, 2012)

El fosforo asimilable determinado por el IBTEN fue obtenida por el método de Espectrofotometría UV-Visible.

Según los parámetros de interpretación, los suelos en estudio contienen deficiente cantidad de fosforo, con niveles que varían desde 1,23 a 5,20 ppm.

Puede advertirse que en las parcelas 3 y 4 existe mayor cantidad de fosforo con respecto a las parcelas 1 y 2; debido a que en estos lugares se efectuaron chequeos

recientemente, y cuyos residuos o cenizas del material vegetal incidieron directamente en los niveles de los nutrientes.

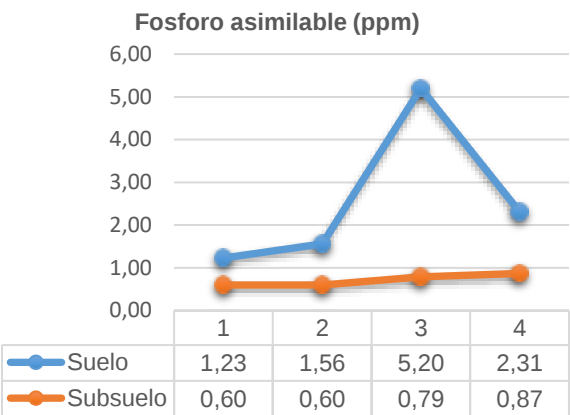


Figura 8. Contenido de fosforo en suelo y subsuelo.

A mayor profundidad (> 20 cm) los niveles de fosforo (0,60 a 0,87 ppm) son más deficientes con respecto al suelo, confirmandose de esta manera la estrecha relación entre el contenido de materia orgánica y los nutrientes del suelo.

En general, la cantidad del fósforo disponible en el suelo es muy baja en comparación con la cantidad total del fósforo en el suelo y sólo una pequeña cantidad de fósforo estaría disponible para la planta.

Los datos indican la mayor presencia de fosforo en la capa superior del suelo, debido a que este elemento se concentra a este nivel dado que no es móvil como el nitrógeno.

Al respecto Munera (2012) señala que los mayores efectos sobre la solubilización de fósforo se lograrán mediante la aplicación de materias orgánicas diversificadas y con una relación C:N más bien alta.

Por lo tanto, el nivel de fósforo encontrado en el suelo y subsuelo es una referencia que sirve para plantear los fertilizantes fosfatados a emplear en los cultivos, u otras medidas correctivas como la aplicación de materia orgánica (abonos verdes, estiércol, etc.).

Potasio Intercambiable

El Potasio intercambiable es una forma disponible del potasio en el suelo, que las plantas pueden extraer fácilmente. Esta fracción de potasio está absorbida en la superficie de las partículas de arcilla y materia orgánica en el suelo. Se encuentra en equilibrio con la solución del suelo y se desplaza rápidamente cuando las plantas absorben el potasio de la solución del suelo (Sanzano, s/f).

Las partículas del suelo retienen con mayor facilidad el potasio. La pérdida de potasio por lixiviación es menor en todos los suelos con excepción de los arenosos. Se agota especialmente con la explotación intensiva de plantas que requieren altas cantidades de este elemento.

Según los niveles de interpretación, la capa superficial de todas las parcelas evaluadas tienen deficiente cantidad de potasio, y varían desde 0,11 a 0,26 meq/100 gr suelo.

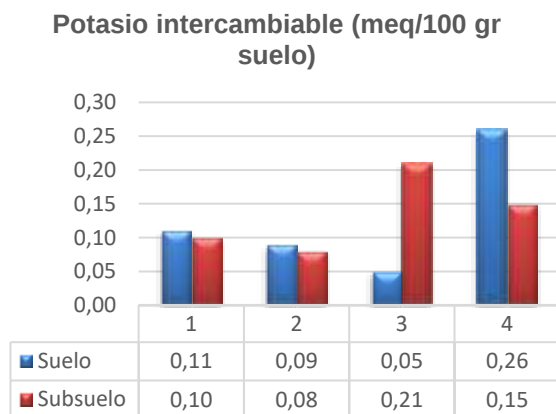


Figura 9. Contenido de potasio intercambiable.

El subsuelo, de manera general también contienen bajos niveles de potasio, en cantidades que varían de 0.08 a 0.21 meq/100g suelo.

Según Rubio (s/f), el potasio inorgánico del suelo provienen de materiales inorgánicos sea de las rocas volcánicas o las rocas sedimentarias, el potasio orgánico que procede de la descomposición de restos animales y vegetales.

Este potasio inmovilizado, se recupera cuando los restos de los microorganismos se incorporan al suelo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según los análisis de laboratorio el contenido de materia orgánica en el suelo varía desde cantidades moderadas a bajas (1,25 a 4,21 %); y en el subsuelo, las cantidades son mayores (0,16 a 0,70 %).

El contenido de nutrientes asimilables como el nitrógeno, fósforo y potasio del suelo varían desde moderado a bajo en el caso del nitrógeno (0,18 a 0,29 %), y bajos con respecto al fósforo (1,23 a 5,20 ppm) y potasio (0,05 a 0,11 meq).

De igual manera, el contenido de nutrientes asimilables de nitrógeno, fósforo y potasio en el subsuelo, son variables desde bajos a muy bajo como en el nitrógeno (0,05 a 0,09 %); del fósforo (0,60 a 0,87 ppm), y potasio (0,18 a 0,21 meq),

Debido a los bajos niveles de nutrientes, se recomienda la incorporación de abonos orgánicos como el estiércol, cultivos de cobertura con preferencia leguminosas, residuos de cosechas, humus de lombriz, compost, biol, etc.; asimismo, contribuirá a mejorar las propiedades físicas y biológicas del suelo.

En el caso de recurrir a la fertilización química utilizando abono como el sulfato amónico, nitrato amónico y urea, el superfosfato de calcio, o el sulfato de potasio, se debe considerar los requerimientos nutricionales del cultivo y colocarlas cerca de las raíces tomando en cuenta que todos los nutrientes muestran cierta movilidad en el suelo, por ejemplo, el nitrógeno es móvil, por el contrario, el fósforo y potasio son altamente inmóviles.

Se sugiere complementar el análisis químico con datos de acidez o alcalinidad (pH); Capacidad de intercambio catiónico CIC.

Se sugiere seleccionar especies que se adapten a las condiciones de suelo y climáticas del lugar, preferentemente leguminosas (Mucuna, Canavalia, Kudzu, Calopogonio, Chicharrilla, etc.) para la fijación del Nitrógeno. Estas coberturas podrían incorporarse como materia verde o seca (mulch).

Rubio, C. J. (s/f). *Formas de potasio en el suelo*. Recuperado de:
<http://agronotas.es/A55CA3/agronotas.nsf>

Sanzano, A. (s/f). *El potasio del suelo*. Recuperado de:
<http://www.edafologia.com.ar>

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Avilán, L. (1986). *Suelos y Fertilizantes para Cítricos*.

Cano, A. (s/f). *Manual de prácticas de la materia de Edafología*. Chiapas, Gobierno del estado de México. Disponible en:
<http://www.utselva.edu.mx>

Chilón, E. (1997). *Manual de Fertilidad de suelos y Nutrición de plantas*. CIDAT. La Paz- Bolivia

Domínguez. A. (1984). *Tratado de fertilización*. Ediciones Mundi Prensa, México.

Graetz, A. y Orosco, F. (1996). *Suelos y fertilización*. Manuales para educación agropecuaria. Editorial Trillas. México.

Munera, A. (2012). *El fosforo elemento indispensable para la vida vegetal*. Universidad Tecnológica de Pereira Programa de tecnología química laboratorio de análisis de suelos
gemunera@utp.edu.co

Muñoz, F. (2000). *Efectos de la preparación de suelo y técnica de propagación de la planta en la morfología del sistema radicular de Pinus radiata establecido en suelos arenosos*. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción, Chile.

Perdomo, C. (s/f). *Área de suelos y aguas cátedra de fertilidad nitrógeno*. Montevideo, Uruguay
<http://www.fagro.edu.uy/fertilidad>