



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



Componente práctico de carácter Complexivo, presentado al H.
Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la
obtención del título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

“Importancia del Magnesio como macroelemento para el desarrollo
y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)”

AUTORA:

Shirley Elizabeth Ube Tomalá

TUTOR:

Ing. Agr. Nessar Rojas Jorgge, Msc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2019

CONTENIDO

RESUMEN	ii
SUMMARY	iii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I	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. Objetivos.....	3
1.4.1. General	3
1.4.2. Específicos	3
1.5. Fundamentación teórica	3
1.5.1. Importancia del arroz	3
1.5.2. Macroelementos y rendimiento del cultivo	4
1.5.3. Importancia y usos del magnesio	6
1.5.4. Deficiencia del magnesio.....	9
1.5.5. Magnesio en el rendimiento del cultivo de arroz.....	10
1.6. Hipótesis.....	11
1.7. Metodología de la investigación.....	11
CAPITULO II	12
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	12
2.1. Desarrollo del caso	13
2.2. Situaciones detectadas (hallazgos)	13
2.3. Soluciones planteadas	13
2.4. Conclusiones.....	13
2.5. Recomendaciones (propuestas para mejorar el caso)	14
BIBLIOGRAFÍA	14
ANEXOS	18

RESUMEN

El arroz, es el principal producto alimenticio para la población, además los productores agrícolas se dedican a la producción de este rubro como sustento económico para las familias. Esta gramínea es un cultivo que demanda de nutrientes para su normal desarrollo lo que dependerá de la época de aplicación y dosis, que muchas veces es determinada de acuerdo al respectivo análisis de suelo. La fertilización del macronutriente Magnesio debe ser igual a la fertilización de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, todos de vital importancia para el desarrollo de la plantación. Entre los macroelementos que requiere el cultivo para incrementar su producción están el Magnesio, indispensable para la producción de clorofila, en la asimilación de CO₂ y en la síntesis de proteínas. Para el desarrollo del presente documento se recolectó información bibliográfica de libros, revistas, periódicos, artículos científicos, páginas web, ponencia, congresos y manuales técnicos. La información obtenida fue efectuada mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con la finalidad de que el lector comprenda sobre la importancia del Magnesio como macroelemento para el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz. Por lo anteriormente detallado se determinó que las enzimas de las plantas necesitan cantidades adecuadas de magnesio para promover en la elaboración de la clorofila, responsable de la fotosíntesis, siendo necesaria su aplicación en dosis y época adecuada y la utilización de macroelementos promueve al desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz, lo que repercute en el aumento de los rendimientos y ayudará al productor a obtener mayor ganancia económica, mejorando el nivel de vida de él y su familia.

Palabras claves: magnesio, macroelemento, arroz, rendimiento.

SUMMARY

Rice is the main food product for the population, and agricultural producers are dedicated to the production of this item as an economic support for families. This grass is a crop that demands nutrients for its normal development which will depend on the time of application and dose, which is often determined according to the respective soil analysis. Micronutrient fertilization must be equal to macronutrient fertilization, both of which are of vital importance for plantation development. Among the microelements that the crop requires to increase its production are Magnesium, essential for the production of chlorophyll, in the assimilation of CO₂ and in the synthesis of proteins. For the development of this document, bibliographic information was collected from books, magazines, newspapers, scientific articles, web pages, paper, conferences and technical manuals. The information obtained was made through the technique of analysis, synthesis and summary, so that the reader understands the importance of Magnesium as a microelement for the development and yield of rice cultivation. Based on the above, it was determined that the enzymes of the plants need adequate amounts of magnesium to promote the production of chlorophyll, responsible for photosynthesis, and its application is necessary at the appropriate time and dose and the use of microelements promotes development and yield of rice cultivation, which has an impact on the increase in yields and will help the producer to obtain greater economic gain, improving the standard of living of him and his family.

Keywords: magnesium, macroelement, rice, yield.

INTRODUCCIÓN

El arroz es uno de los principales cultivos a nivel mundial y nacional; su producción está centrada en alimentar a la población tanto urbana como rural. Además, genera divisas a los países que lo producen y es considerado como fuente de ingresos económicos a las familias que se encargan de cultivarlo.

La provincia de Los Ríos es netamente agrícola, por ello es que la mayoría de las investigaciones se concentran en cultivos de ciclo corto, especialmente el arroz, el cual es cultivado bajo condiciones de riego y seco.

En el Ecuador se siembran aproximadamente 343 936 ha, de las cuales se cosechan 332 988 ha con una producción de 1 239 269 t. En la provincia de Los Ríos se siembran aproximadamente 114 545 ha, donde se cosechan 110 386 ha, alcanzando una producción de 359 569 t (INEC, 2018).

Los elementos químicos que forman parte de la composición de nuestro planeta son poco más de cien, pero solo algunos, en virtud de sus características químicas constituyen la materia viva participando en la formación de las complejas moléculas biológicas y en su funcionamiento. Los nutrientes minerales tienen funciones específicas y esenciales en el metabolismo de la planta, requeridos especialmente para su crecimiento (Piaggese, 2015)

El Magnesio (Mg) ocupa la posición central de la molécula de la clorofila, un adecuado suministro de Mg a las plantas intensifica claramente la actividad fotosintética de las hojas. Uno de los papeles más importantes del Magnesio es el que desarrolla en la formación de proteínas (Rivero, 2016).

El presente documento tiene como finalidad dar a conocer la importancia del magnesio en el cultivo de arroz.

CAPITULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del tema caso de estudio

El presente documento trata sobre la temática correspondiente a macroelemento para el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.).

Uno de los macroelementos importantes para el desarrollo del cultivo es el Magnesio, que aplicado en cantidades suficientes promueven el óptimo crecimiento de la planta lo que ayudaría significativamente en el rendimiento del cultivo de arroz.

1.2. Planteamiento del problema

El cultivo de arroz es uno de los principales productos que generan ingresos económicos a los agricultores, por ellos es necesario verificar que problemas afectan a su producción y rentabilidad con la finalidad de suplir en cierta medida los bajos rendimientos por unidad de superficie.

La mayoría de agricultores con la finalidad de ahorrar costos de producción no aplican los nutrientes necesarios al cultivo de arroz, lo que influye al momento de las cosechas. Entre los fertilizantes que necesita el cultivo están los macroelementos, como es el caso del magnesio, elemento que si no se aplica repercute en el proceso de fotosíntesis de las plantas, lo que conlleva a una merma de los rendimientos del cultivo.

1.3. Justificación

El arroz, es el principal producto alimenticio para la población, además, los agricultores se dedican a la producción de este rubro como sustento económico para las familias.

Esta gramínea es un cultivo que demanda de nutrientes para su normal

desarrollo, lo que dependerá de la época de aplicación y dosis, que muchas veces es determinada de acuerdo al respectivo análisis de suelo.

La fertilización de macro y micronutrientes son de vital importancia para el desarrollo de la plantación. Entre los macroelementos que requiere el cultivo para incrementar su producción están el Magnesio, indispensable para la activación enzimática, producción de clorofila, asimilación de CO₂ y en la síntesis de proteínas.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Sintetizar la importancia del Magnesio como macroelemento para el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)

1.4.2. Específicos

Compilar información referente al Magnesio como macroelemento aplicado al cultivo de arroz.

Investigar la influencia del magnesio en el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz.

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1. Importancia del arroz

Ruiz *et al.* (2015) informan que:

El arroz (*Oryza sativa* L.) es el cereal más consumido después del trigo por la población humana a escala mundial, pero tiene mayor importancia porque se cultiva actualmente en 113 países de todos los continentes, salvo en la Antártida y por la cantidad de población que depende de su

cosecha; constituye la base nutricional para más de un tercio de la humanidad.

Molina y Cabalceta (2017) difunden que:

El arroz es uno de los cultivos de mayor importancia en la dieta básica, con un consumo anual estimado en más de 52 kg/persona. La necesidad de lograr altos rendimientos sin un incremento desmedido en los costos de producción ha obligado a mantener activa la investigación en las prácticas culturales del cultivo, entre las cuales la fertilización es una de las más importantes.

Quesada-González y García-Santamaría (2014) señalan que “el arroz es, después del trigo, el segundo cultivo en importancia económica y nutricional en la alimentación de los seres humanos, además que genera numerosos empleos desde el campo hasta la agroindustria”.

Martínez *et al.* (2019) manifiestan que:

La importancia de los cereales, como el arroz, en la nutrición de millones de personas de todo el mundo es ampliamente reconocida. Debido a su ingesta relativamente elevada en los países en desarrollo, no se les puede considerar sólo una fuente de energía, sino también como suministro de proteínas.

1.5.2. Macroelementos y rendimiento del cultivo

De acuerdo a Ruiz (2017):

Los macronutrientes incluyen al Nitrógeno, Fósforo y Potasio, y normalmente se reportan en pruebas de suelo estándar. El zinc, hierro, cobalto, el vanadio, el sodio y el silicio también micronutrientes, pero rara vez son deficientes para el crecimiento normal de la planta.

Según Anffe (2015):

Los fertilizantes son necesarios y gracias en parte a ellos se obtienen grandes beneficios para la producción alimenticia y la obtención de

energías renovables. Sin los fertilizantes se tendrían que cultivar millones de hectáreas adicionales a nivel mundial para poder alimentar a una población en constante crecimiento.

García (2016), aclara que:

La principal ventaja que tiene la utilización de fertilizantes está relacionada a la industria agrícola, ya que como se supone, se tiene un altísimo rendimiento en un suelo para brindar una mayor calidad y cantidad de cultivos, lo que supone posteriormente que los ingresos económicos sean mayores, con una inversión que en muchos casos es proporcionalmente ínfima.

Hurtado (2018) explica que:

La nutrición del cultivo interactúa con otros factores de producción. La mejor nutrición del cultivo resulta en una mayor eficiencia del uso del agua en general el factor más importante en la producción de trigo. La respuesta a la fertilización, la misma disponibilidad de nutrientes, depende del potencial de rendimiento de la variedad y la adaptación a las condiciones edafo-climáticas del sitio. Los cultivos con mejor nutrición son más tolerantes o menos afectados por enfermedades foliares necrotróficas.

Anffe (2015), sostiene que:

Los fertilizantes contienen nutrientes de origen natural, que provienen de la propia naturaleza y por tanto no son obtenidos por el hombre. Estos nutrientes son exactamente los mismos que los incluidos en los abonos orgánicos, pero en formas que pueden ser asimiladas por las plantas, lo que sucedería también de forma natural pero en un periodo mayor de tiempo. El origen de los nutrientes que permiten a la planta producir alimentos de calidad es irrelevante, obteniendo las plantas los nutrientes siempre de la misma forma, independientemente del origen primario de los mismos.

1.5.3. Importancia y usos del magnesio

Intagri (2018) difunde que:

El magnesio es un elemento poco considerado en los planes de fertilización, aun cuando se han identificado numerosos procesos fisiológicos en los que interviene, por ejemplo, participa en: la fosforilación (formación de ATP en los cloroplastos), fijación fotosintética del dióxido de carbono (CO₂), síntesis de proteínas, formación de clorofila, recarga del floema, partición y asimilación de productos de la fotosíntesis, y foto-oxidación de los tejidos de las hojas. También la enzima ribulosa 1,5-bifosfato carboxilasa (RuBP), comúnmente conocida como RuBisco, solo se activa en presencia de Mg, esta es muy importante para realizar el proceso de fotosíntesis.

Para Summers (2014):

El Magnesio (Mg) ocupa la posición central de la molécula de la clorofila. La clorofila es un pigmento verde de la planta que interviene en la producción de materia orgánica utilizando la energía solar. De hecho, un adecuado suministro de Mg a las plantas intensifica claramente la actividad fotosintética de las hojas.

Promix (2018) indica que “el magnesio (Mg), junto con el calcio y el azufre, es uno de los tres nutrientes que requieren las plantas para un desarrollo normal, saludable”.

De acuerdo a Pinilla *et al.* (2014):

El magnesio es parte de la molécula de clorofila, siendo esencial en el proceso de fotosíntesis para la producción de carbohidratos, teniendo gran influencia en el peso del grano y responsable del color verde de la planta. Dos factores que influyen la nutrición con magnesio son el nivel de potasio y la temperatura del suelo. Se ha demostrado que a medida que la dosis de potasio aumenta, la absorción de magnesio disminuye, generando un efecto antagónico de absorción K-Mg. De este modo, en suelos con bajo contenido de magnesio se puede inducir una deficiencia

de este nutriente por aplicaciones de potasio. Por otro lado, las bajas temperaturas del suelo en la zona radicular han mostrado una disminución en la absorción de magnesio.

Smart (2018) divulga que “el magnesio es un nutriente esencial para las plantas. Es clave para una amplia gama de funciones en los vegetales. Uno de los papeles bien conocidos del magnesio se encuentra en el proceso de la fotosíntesis”.

Promix (2018) menciona que:

Para realizar un trabajo adecuado, muchas de las enzimas pertenecientes a las células de las plantas necesitan magnesio. Sin embargo, la función más importante de este elemento es la de átomo central en la molécula de clorofila. También interviene en la activación de un sinnúmero de enzimas necesarias para el desarrollo de la planta, contribuyendo en la síntesis de proteínas. Además, según la misma fuente, se consideran secundarios debido a su cantidad y no a su importancia, evitemos confusiones. La falta de un nutriente secundario es tan perjudicial para el desarrollo de las plantas como la de cualquiera de los tres de carácter primario (nitrógeno, fósforo y potasio). En algunas plantas, la concentración de magnesio en el tejido es comparable a la de fósforo.

Promix (2018) reporta que:

El magnesio tiene movilidad en las plantas, así que los síntomas de su deficiencia aparecen primero en las hojas más viejas: se tornan amarillas con venas verdes (i. e., clorosis intervenal). La deficiencia de magnesio a menudo es provocada por la falta de aplicación, pero también puede ser inducida si existen altos niveles de calcio, de potasio o de sodio en el sustrato.

Smart (2018) argumenta que:

Las plantas absorben el magnesio en su forma iónica Mg^{+2} , que es la forma de magnesio disuelto en la solución del suelo. La absorción de magnesio por las plantas está dominada por dos procesos principales:

- Absorción pasiva, impulsada por la corriente de transpiración
- Difusión – movimiento de iones de magnesio desde zonas de alta concentración hacia zonas de menor concentración. Por lo tanto, las cantidades de magnesio que la planta puede absorber dependen en su concentración en la solución del suelo. Así como, en la capacidad del suelo para reponer la solución del suelo con magnesio.

Goujard y Bayón (2014) corroboran que:

Las investigaciones se han centrado en el impacto del K en la capacidad de campo, el papel del K en la regulación del agua en la apertura y cierre de los estomas que controlan la transpiración de las hojas, y en la influencia conjunta de K y Mg en la fotosíntesis, la translocación de fotoasimilados en la raíz y otros órganos, y en la respuesta de la planta frente a condiciones de alta temperatura o luminosidad, ligadas la mayoría de las veces a la sequía.

Hurtado (2018) refiere que:

El magnesio es parte de la molécula de clorofila, siendo esencial en el proceso de fotosíntesis para la producción de carbohidratos, teniendo en cuenta la gran influencia en el peso del grano y responsable del color verde de la planta. Dos factores que influyen en la nutrición con magnesio son el nivel de potasio y la temperatura del suelo. Estudios demuestran que la medida de la dosis de potasio aumenta la absorción de magnesio, así como el efecto antagónico de absorción K-Mg. De este modo, en los suelos con bajo contenido de magnesio se puede inducir una deficiencia de este nutriente por aplicaciones de potasio. Por otro lado, las bajas temperaturas del suelo en la zona radicular han disminuido con la absorción de magnesio.

Reyes *et al.* (2017) corrobora que:

El Mg está involucrado directamente en la reacción fotosintética y el metabolismo glucídico en la planta, además activa enzimas que intervienen en la síntesis de los ácidos nucleicos; por tanto, es factible suponer su injerencia en el verdor de las hojas. Particularmente, el manejo

correcto del Mg puede resultar más barato que la adición de productos basados en hormonas vegetales para mantener el verdor de las hojas.

García-Ávila *et al.* (2015) manifiestan que:

La concentración de un elemento esencial en los tejidos de las plantas es un criterio importante para el diagnóstico de suficiencia o deficiencia. Varios factores afectan la absorción o concentración de los nutrientes en los tejidos; entre estos factores los más importantes son: edad de la planta, parte analizada, especie cultivada y fertilidad del suelo. El magnesio (Mg^{2+}) es un macronutriente esencial para el crecimiento y desarrollo de todas las plantas. Niveles adecuados en los suelos son importantes para producir los máximos rendimientos económicos.

1.5.4. Deficiencia del magnesio

Intagri (2018) explica que:

Los síntomas de deficiencia de Mg en plantas, incluye clorosis intervenal y manchas rojas en hojas viejas. Sin embargo, la aparición de estos síntomas está en función de la intensidad de la luz interceptada por la planta, ya que se cree que en condiciones de alta intensidad de luz, las plantas requieren mayores cantidades de este nutriente. Se sabe que hasta un 35 % del Mg contenido en las plantas está ligado a los tilacoides, ubicados en los cloroplastos (organelos celulares que transforman la luz en energía para la planta).

Smart (2018) expone que “la deficiencia de magnesio puede ser un factor importante que limita la producción de cultivos”.

Kali (2018) expresa que:

La deficiencia de magnesio puede ser causada por una baja disponibilidad del magnesio en el suelo o un decrecimiento del magnesio debido a un ratio sub-óptimo entre Ca:Mg intercambiables. El índice óptimo Ca: Mg en el arroz entre el encañado y la iniciación de la panícula es de 1 – 1,5:1. Para prevenir la deficiencia de magnesio la concentración de Mg en la

hoja debe hallarse en el rango óptimo descrito anteriormente. La concentración de Mg en el suelo debe ser $> 3 \text{ cmolc Mg}$.

Fischer *et al.* (2016) indican que:

Tanto la sobredosis como la carencia de nutrientes se manifiesta externamente en la planta a través de síntomas visuales característicos, aunque esta sintomatología puede confundirse en algunos casos con enfermedades u otros daños fisiológicos, por lo que deben ser determinadas con métodos cuantitativos, tales como análisis de la planta entera o de alguna de sus parte, como hojas o raíz, y análisis de suelo. Los efectos tóxicos son más recurrentes en macronutrientes, aunque igual pueden expresarse en casos extremos en microelementos.

García-Ávila *et al.* (2015) señalan que:

Como la deficiencia de calcio (Ca^{2+}), la deficiencia de Mg^{2+} en la producción de cultivos es más común en suelos ácidos erosionados. La deficiencia de Mg^{2+} también puede darse en suelos de estructura gruesa de regiones húmedas con baja capacidad de intercambio catiónico.

1.5.5. Magnesio en el rendimiento del cultivo de arroz

Para Pilaloa *et al.* (2017):

La planta de arroz requiere varios nutrientes esenciales para llegar a un óptimo rendimiento. Estos son los elementos mayores e incluyen nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, azufre, carbono, hidrógeno y oxígeno. Aquellos elementos que son requeridos en menores cantidades pero que son esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas son conocidos como elementos menores o trazas, e incluyen hierro, manganeso, cobre, zinc, boro, molibdeno, cloro y silicio. El nitrógeno es un constituyente de las proteínas las cuales a su vez forman parte del protoplasma, de los cloroplastos y de las enzimas. El fósforo como fosfato inorgánico es un componente del trifosfato de adenosina (ATP), compuesto rico en energía, y de una coenzima involucrada directamente en la fotosíntesis.

Kali (2018) indica que:

Aunque el arroz tiene las necesidades más bajas de magnesio entre los cereales, la fertilización del magnesio en el arroz, se está convirtiendo en una práctica habitual especialmente en sistemas de cultivos con altos rendimientos debido al agotamiento del magnesio en muchos suelos. El magnesio juega un papel esencial en el rendimiento y la calidad:

- El magnesio es el átomo central de la molécula de la clorofila
- El magnesio está involucrado en la asimilación del CO₂ y la síntesis de proteína y tiene un gran impacto sobre el valor nutricional del arroz
- El magnesio activa numerosos enzimas
- Un adecuado aporte de magnesio significa una mayor proporción en el molido del arroz.

“Estudios demuestran que para la aplicación de Mg, encontraron que con una dosis de 250 kg/ha⁻¹ de K y luego de 5 siembras de arroz, fue necesario aplicar 6 kg/ha⁻¹ de Mg para poder sustituir el magnesio evacuado del suelo por el cultivo” (Álvarez *et al.*, 2016)

1.6. Hipótesis

Ho= No es de vital importancia del Magnesio como macroelemento para el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz.

Ha= Es de vital importancia del Magnesio como macroelemento para el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz.

1.7. Metodología de la investigación

Para el desarrollo del presente documento se recolectó información bibliográfica de libros, revistas, periódicos, artículos científicos, páginas web, ponencia, congresos y manuales técnicos.

La información obtenida fue efectuada mediante la técnica de análisis,

síntesis y resumen, con la finalidad de que el lector conozca sobre la importancia del Magnesio como macroelemento para el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.).

CAPITULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

La finalidad de este documento fue recolectar información referente a la importancia del Magnesio como macroelemento para el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz.

El elemento Magnesio siendo un macroelemento, es considerado como elemento “secundario”, porque se aplican en cantidades menores, también es indispensable para el desarrollo de las plantas, tal como cualquier otro macroelemento (nitrógeno, fósforo y potasio).

2.2. Situaciones detectadas (hallazgos)

El arroz es uno de los principales alimentos de consumo masivo, y por el elevado crecimiento de la población, es necesario aumentar los rendimientos que suplan la demanda requerida por la población.

La mayoría de los agricultores no realizan una fertilización adecuada de Magnesio que logre incrementar los rendimientos, lo que implica baja producción y mermas en los beneficios económicos.

2.3. Soluciones planteadas

Es necesario concientizar a los productores sobre el beneficio de la aplicación del magnesio en los cultivos, especialmente de ciclo corto, como es el arroz, tratando de que utilicen este macroelemento en las dosis adecuadas.

El magnesio promueve la elaboración de clorofila, indispensable para la fotosíntesis, lo que ayudará a un incremento de granos por panículas y peso de granos, traducándose esto en mayor rendimiento del cultivo de arroz.

2.4. Conclusiones

Por lo anteriormente detallado se concluye:

Para promover la activación de las enzimas, las plantas de arroz necesitan cantidades adecuadas de magnesio, contribuyendo en la elaboración de la clorofila, responsable de la fotosíntesis, siendo necesaria su aplicación en dosis y época adecuada.

La utilización del macroelemento magnesio promueve el desarrollo y aumento de la producción del cultivo de arroz, lo que conlleva al incremento de los rendimientos, logrando el productor obtener mayor ganancia económica, mejorando el nivel de vida de él y su familia.

2.5. Recomendaciones (propuestas para mejorar el caso)

Por lo anteriormente detallado se recomienda:

Concientizar a los agricultores de arroz a realizar análisis de suelo para fertilizar de acuerdo a los requerimientos nutricionales de los cultivos y del suelo donde se desarrollen las plantas.

Aplicar magnesio en dosis y épocas adecuadas a fin de aumentar los rendimientos del cultivo de arroz.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, J., Daza, M., Mendoza, C. 2016. Aplicación de un fertilizante enriquecido con silicio y materia orgánica en arroz (*Oryza sativa* L.) cultivado en

Ibagué y El Guamo (Tolima, Colombia). Universidad Nacional de Colombia Medellín, Colombia. Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín, vol. 61, núm. 2, pp. 4605-4617

Anffe. 2015. La importancia de los fertilizantes en una agricultura actual productiva y sostenible. Disponible en <http://www.anffe.com/noticias/2008/2008-06-02%20La%20importancia%20de%20los%20fertilizantes%20en%20una%20agricultura%20actual%20productiva%20y%20sostenible/LA%20IMPORTANCIA%20DE%20LOS%20FERTILIZANTES.pdf>

Fischer, S., Wilckens, R., Vidal, I., Astete, P., Maier, J. 2016. Respuesta de la achicoria (*Cichorium intybus* L.) a la aplicación de magnesio. Chilean journal of agricultural & animal sciences, 32(1), 3-11. <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902016000100001>

García, C., Castillo, A., Avitia, E., Colinas, M., Trejo, L., Vargas, H. 2015. Magnesio y su relación con la calidad de Liliun cv. Casablanca. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 6(2), 265-276.

García, M. 2016. Importancia de los fertilizantes. Disponible en <https://www.importancia.org/fertilizantes.php>

Goujard, O., Bayón, C. 2014. Importancia del potasio y el magnesio en la minimización del estrés provocado por sequía. Vida RURAL.

Hurtado, N. 2018. Microelementos en la fertilización y manejo del cultivo. Disponible en <https://editorialderiego.com/2018/04/microelementos-en-la-fertilizacion-y-manejo-del-cultivo/>

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2018. Disponible en <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>

Intagri. 2018. El Magnesio en el Suelo y su Efecto en las Raíces. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/suelos/el-magnesio-en-el-suelo-y-su->

Kali. 2018. El cultivo de arroz. Disponible en https://www.kali-gmbh.com/eses/fertiliser/advisory_service/crops/rice.html

Martínez, M., Ortiz, R., Raigón, M. 2019. Contenido de fósforo, potasio, zinc, hierro, sodio, calcio y magnesio, análisis de su variabilidad en accesiones cubanas de maíz. ISSN 1819-4087. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362017000100012.

Molina, E., Cabalceta, G. 2017. Fertilización foliar en arroz (*Oryza sativa* L.) en Carrillo, Guanacaste. *Agronomía Costarricense*. 16(2): 287-2W.

Piaggese, A. 2015. Los microelementos en la nutrición vegetal. Disponible en <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Losmicroelementosenla nutricionvegetal.pdf>

Pilaloa, W., Alvarado, A., Pacheco, E. 2017. Reducción de la fertilización edáfica con aplicación de fertilizantes foliares en cultivo de arroz. *DELOS Revista Desarrollo Local Sostenible*. Vol 10. N° 29. ISSN: 1988-5245.

Pinilla, H., Herrera, L., Benavente, R., Sanhueza, H. 2014. Efecto del magnesio en el rendimiento y contenido de gluten en trigo (*Triticum aestivum* L.) en un suelo andisol. Versión On-line ISSN 0718-3429. *Idesia* vol.29 no.2 Arica. IDESIA (Chile) Volumen 29, N° 2. Mayo-Agosto 2011, pp. 53-57

Promix. 2018. La función del magnesio en el cultivo de plantas. Disponible en <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-funcion-del-magnesio-en-el-cultivo-de-plantas/>

Quesada-González, A., García-Santamaría, F. 2014. *Burkholderia glumae* en el cultivo de arroz. *Agronomía Mesoamericana*, vol. 25, núm. 2. Universidad

de Costa Rica Alajuela, Costa Rica. pp. 371-381

Reyes Alemán, María del Rosario; Mora, Omar franco; Morales Rosales, Edgar Jesús; Pérez López, Delfina de Jesús Influencia del magnesio y zinc en la altura de planta y verdor de hojas en *Lilium* Investigación y Ciencia, vol. 25, núm. 70, enero-abril, 2017, pp. 31-37 Universidad Autónoma de Aguascalientes Aguascalientes, México.

Rivero, S. 2016. Importancia del Magnesio y el Azufre en una fertilización equilibrada. Disponible en <http://www.traderargentina.com.ar/Papa.pdf>

Ruiz, J. 2017. Nutrición: La importancia de los micronutrientes en los cultivos. Disponible en <https://www.argenpapa.com.ar/noticia/6733-nutricion-la-importancia-de-los-micronutrientes-en-los-cultivos>

Ruiz, M.; Díaz, G.; Polón, R. 2015. Influencia de las tecnologías de preparación de suelo cuando se cultiva arroz (*Oryza sativa* L.) Cultivos Tropicales, vol. 26, núm. 2, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas La Habana, Cuba. pp. 45-52

Smart. 2018. El magnesio en suelo y plantas. Disponible en <https://www.smart-fertilizer.com/es/articles/magnesium>

Summers, P. 2014. Importancia del Magnesio y el Azufre en una fertilización equilibrada. Disponible en <http://www.traderargentina.com.ar/Papa.pdf>

ANEXOS