



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:

“Dinámica de la absorción del Calcio, en plantas de cultivos de ciclo
corto”

AUTORA:

Ángela Francisca Herrera Méndez

TUTOR:

Ing. Agr. Marlon López Izurieta, MSc.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2020

RESUMEN

El tema estuvo basado en la dinámica de la absorción del Calcio, en plantas de cultivos de ciclo corto. Esta técnica nos permite determinar cuáles son las etapas de absorción de nutrientes en tiempo y dosis puntuales durante las diferentes etapas fenológicas de los cultivos de ciclo corto. Dicha absorción puede estar limitada por el potencial genético de las variedades, humedad, temperatura, brillo solar, acompañado de un programa de fertilización edáfica y foliar que si no se adicionan de manera adecuada repercuten en la productividad de la plantación. Los objetivos planteados fueron reconocer los procesos de las funciones de los fertilizantes en los cultivos e identificar los beneficios de la aplicación del Calcio en cultivos de ciclo corto. Las conclusiones planteadas determinaron que las curvas de absorción de nutrientes, además de contribuir en forma cuantitativa a la solidez de la recomendaciones de programas de fertilización, permiten conocer concretamente la cantidad de Calcio en kg/ha, que es absorbida por los cultivos de ciclo corto para producir alto nivel de rendimiento en un tiempo definido; con la dinámica de absorción de nutrientes, se da respuesta a las épocas máximas de absorciones y cantidades reales que necesitan los cultivos de ciclo corto para su normal desarrollo y permite a los agricultores a mejorar sus ingresos económicos, evitando el aumento de los costos de producción por no aplicar el Calcio en dosis y épocas adecuadas.

Palabras claves: absorción, calcio, ciclo corto, rendimiento, plantas.

SUMMARY

The theme was based on the dynamics of Calcium absorption, in short cycle crop plants. This technique allows us to determine which are the nutrient absorption stages in time and specific doses during the different phenological stages of short cycle crops. Said absorption may be limited by the genetic potential of the varieties, humidity, temperature, solar brightness, accompanied by an edaphic and foliar fertilization program that, if not properly added, will affect the productivity of the plantation. The objectives set were to recognize the processes of the functions of fertilizers in crops and to identify the benefits of the application of Calcium in short cycle crops. The conclusions raised determined that the nutrient absorption curves, in addition to contributing quantitatively to the strength of the recommendations of fertilization programs, allow us to know specifically the amount of Calcium in kg / ha, which is absorbed by short-cycle crops to produce high level of performance in a defined time; with the nutrient absorption dynamics, it responds to the maximum absorption times and real quantities that short-cycle crops need for their normal development and allows farmers to improve their economic income, avoiding the increase in production costs for not applying Calcium in adequate doses and times.

Key words: absorption, calcium, short cycle, yield, plants.

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	3
1.4. Objetivos.....	4
1.5. Fundamentación teórica.....	4
1.6. Hipótesis	12
1.7. Metodología de la investigación	13
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)	15
BIBLIOGRAFÍA	16

INTRODUCCIÓN

Los cultivos de ciclo corto ayudan a los pequeños y medianos agricultores a tener sustento económico para su familia en corto periodo de tiempo, debido a que son cultivos que poseen un ciclo vegetativo de máximo un año, y en algunos casos existen plantaciones que para ser cosechada requieren de dos a tres meses.

Un buen suelo es esencial para una buena cosecha. El suelo debe tener todos los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, y una estructura que las mantenga firmes y derechas. La estructura del suelo debe asegurar suficiente aire y agua para las raíces de la planta, pero debe evitar el exceso de agua mediante un buen drenaje. Los cultivos saludables crecerán solamente si el suelo tiene suficientes nutrientes. Un agricultor necesita hacer una aplicación básica y suficiente de nutrientes para empezar sus cultivos, y luego mantener una aplicación regular de los mismos mientras el cultivo crece. Un suelo pobre, puede llegar a ser productivo si está bien manejado (FAO 2018).

Los cultivos para su buen desarrollo requieren de macro y microelementos, estos elementos son necesarios en cantidades relativamente abundantes para asegurar el crecimiento y supervivencia de las plantas. La presencia de una cantidad suficiente de elementos nutritivos en el suelo no garantiza por sí misma la correcta nutrición de las plantas, pues estos elementos han de encontrarse en formas moleculares que permitan su asimilabilidad por la vegetación (Infoagro, 2020).

La absorción del calcio por la planta es pasiva y no requiere una fuente de energía. El calcio se transporta por la planta principalmente a través del xilema, junto con el agua. Por lo tanto, la absorción del calcio, está directamente relacionada con la proporción de transpiración de la planta. Las condiciones de humedad alta, frío y un bajo nivel de transpiración pueden causar deficiencia del calcio. El aumento de la salinidad del suelo también podría causar deficiencia de calcio, ya que disminuye la absorción de agua por la planta. Dado que la movilidad del calcio en las plantas es limitada, la deficiencia de calcio aparece en las hojas más jóvenes y en la fruta, porque tienen una tasa de transpiración muy baja. Por lo

tanto, es necesario tener un suministro constante de calcio para un crecimiento continuo (Cropbioscience 2019).

El presente documento práctico tuvo como finalidad validar información sobre las funciones del Calcio en cultivos del ciclo corto.

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del tema caso de estudio

El tema estuvo basado en la dinámica de la absorción del Calcio, en plantas de cultivos de ciclo corto.

Esta técnica nos permite determinar cuáles son las etapas de absorción de nutrientes en tiempo y dosis puntuales durante las diferentes etapas fenológicas de los cultivos de ciclo corto. Dicha absorción puede estar limitada por el potencial genético de las variedades, humedad, temperatura, brillo solar, acompañado de un programa de fertilización edáfica y foliar que si no se adicionan de manera adecuada repercuten en la productividad de la plantación.

1.2. Planteamiento del problema

Los cultivos de ciclo corto son de vital importancia a los agricultores porque les permite obtener ingresos económicos en menos tiempo posible y además los consumidores no presentan deabastecimiento al adquirir estos productos; sin embargo los bajos rendimientos en la producción de estos cultivos están íntimamente ligados con la nutrición.

La absorción de nutrientes, especialmente el Calcio como elementos menores, es un proceso que ocurre diariamente y en cada proceso metabólico la planta requiere este elemento cualitativa y cuantitativamente, lo cuales si no se aplican bajo las condiciones adecuadas repercuten en el bajo rendimiento y por consiguiente merma la utilidad económica de los agricultores.

1.3. Justificación

Cuando se cultivan plantas para obtener sus recursos, los agricultores se ven obligados a seguir una serie de etapas desde que siembran la planta hasta que

pueden cosechar el recurso que esta produce; ese periodo de tiempo, desde que la planta nace hasta que nos entrega lo que de ella se requiere se denomina ciclo de cultivo. Se considera que si el ciclo dura un año o menos, se trata de un ciclo corto, mientras que si dura más de un año, se trata de un ciclo largo (Mundo huerto 2018).

Las plantas para su desarrollo requieren de elementos indispensables como Nitrógeno, Fosforo, Potasio, calcio, magnesio, Zinc, Hierro, etc., los que aplicados en condiciones adecuadas y necesarias permiten la buena productividad del cultivo.

La absorción del calcio por la planta es pasiva y no requiere una fuente de energía. El calcio se transporta por la planta principalmente a través del xilema, junto con el agua. Por lo tanto, la absorción del calcio, está directamente relacionada con la proporción de transpiración de la planta. Dado que la movilidad del calcio en las plantas es limitada, la deficiencia de calcio aparece en las hojas más jóvenes y en la fruta, porque tienen una tasa de transpiración muy baja. Por lo tanto, es necesario tener un suministro constante de calcio para un crecimiento continuo (Smart 2020).

1.4. Objetivos

General

Describir las funciones del Calcio en cultivos de ciclo corto.

Específicos

- ✓ Reconocer los procesos de las funciones de los fertilizantes cálcicos en los cultivos.
- ✓ Identificar los beneficios de la aplicación del Calcio en cultivos de ciclo corto.

1.5. Fundamentación teórica

Barahona et al. (2018) informan que:

El manejo eficiente de cualquier cultivo se basa en el conocimiento adecuado de su fenología. La importancia de determinar épocas de

aplicación de fertilizantes de acuerdo a etapas de máxima absorción, así como, la cantidad total de nutrientes que la planta requiere para su desarrollo, radica en que ayudan a desarrollar practicas adecuadas para mejorar el crecimiento integral de la planta, mediante la aplicación de los nutrientes en proporciones adecuadas, para optimizar la producción sin degradar los recursos naturales.

Gómez (2015) indica que:

Es evidente que en las últimas décadas uno de los grandes retos a los que ha tenido que enfrentarse la agricultura a la hora de diseñar los programas de fertilización es la falta de disponibilidad en el suelo de determinados nutrientes como consecuencia de la elevada salinidad de las aguas de riego que impiden que cationes como el calcio o el hierro puedan ser absorbidos por las raíces de las plantas. Las sales presentes en el agua son ricas en sodio, un elemento que desplaza en el complejo arcillo-húmico a la mayor parte de los cationes a las capas más profundas del suelo. Todo esto trae como consecuencia una merma en los rendimientos y en las calidades de producción y lleva aparejado un cambio de actitud en los cultivadores.

Barahona et al. (2018) manifiestan que:

La fertilización constituye un factor importante en la obtención de altos rendimientos. La respuesta a la fertilización depende de la variedad, fertilidad del suelo, clima, manejo del agua y manejo de plagas. Conociendo el consumo total de nutrientes de un cultivo se puede estimar la dosis necesaria para obtener el rendimiento deseado, lo cual se logra, confrontando el consumo total con las cantidades presentes en el suelo para así determinar las cantidades necesarias para llegar a la meta establecida.

De acuerdo a Gómez (2015):

El calcio es un catión que tiene limitada su movilidad dentro de la planta. Entra por las raíces de la planta desde la solución del suelo y fluye hacia las partes aéreas de las plantas por el xilema. Las zonas de la planta que están respirando más activamente reciben la mayor parte del calcio porque es hacia donde se dirige en un principio la savia ya que, a diferencia de muchos

otros nutrientes, el calcio no puede ser redistribuido vía floema a las partes aéreas de crecimiento que necesitan calcio para construir nuevos tejidos.

Castillo y Nova (2014), divulgan que:

El objetivo de la nutrición es mantener o aumentar la productividad de los cultivos; es importante que el cultivo sea nutrido de forma balanceada y con un programa específico para el mismo. Los estudios de absorción, permiten conocer la cantidad de un nutrimento que es absorbida por determinado cultivo para producir un rendimiento dado en un tiempo definido; estos estudios generan información que contribuyen a dar solidez a los programas de nutrición. Es necesario relacionar las absorciones de los nutrimentos en kilogramos o gramos por hectárea, en función de la edad del cultivo total o por órganos. Asimismo, es importante generar inicialmente la curva de crecimiento del cultivo, que es una expresión generalizada del crecimiento en las plantas.

Gómez (2015) explica que:

Con aplicaciones foliares de calcio este puede ser absorbido por las hojas, por los tejidos leñosos y otros órganos en desarrollo, pero su movilidad sigue estando restringida al xilema. El resultado son estructuras celulares pobres en aquellas partes de la planta con menos transpiración. Las consecuencias son abortos de yemas, pobre polinización y crecimiento deformado o débil de tallos y frutos. Los períodos críticos en la nutrición de calcio (cómo el comienzo de la floración) ocurren en épocas de elevadas temperaturas y máximo crecimiento vegetativo.

Coraspe (2015) expresa que:

El conocimiento de la cantidad de nutrientes en la planta en cada fase de crecimiento suministra información que ayuda al establecimiento de programas de fertilización. Sin embargo, esas curvas reflejan apenas lo que la planta necesita y no lo que debe ser aplicado, ya que debe considerarse la eficiencia del aprovechamiento de los nutrientes, el cual varía según las condiciones de fertilidad del suelo, la época de siembra, condiciones climáticas, manejo del sistema de cultivo, finalidad de uso del producto

cosechado y sistema de irrigación, entre otros factores. En lo fundamental, las curvas de absorción de nutrientes auxilian en los programas de fertilización, principalmente en las cantidades de los diferentes nutrientes que deben ser aplicados en las diferentes etapas fisiológicas de las plantas.

Gómez (2015) señala que:

Los esfuerzos complementarios para ayudar a la planta en la distribución del calcio son rara vez tenidos en cuenta por los cultivadores y estos problemas de distribución hacen que sea importante el proveer a los cultivos con una abundancia de calcio en dosis regulares durante el ciclo de crecimiento en un programa combinado de aplicación radicular y foliar.

Smart (2020) publica que:

La absorción del calcio por la planta es pasiva y no requiere una fuente de energía. El calcio se transporta por la planta principalmente a través del xilema, junto con el agua. Por lo tanto, la absorción del calcio, está directamente relacionada con la proporción de transpiración de la planta.

Para Gómez (2015):

Las aplicaciones radiculares deben ser en formas fácilmente asimilables que aporten la mejor disponibilidad de calcio y que no produzcan efectos contraproducentes en el crecimiento vegetativo, lo que se traduce en un crecimiento vegetativo equilibrado y en un sistema radicular más homogéneo que asegurará una correcta nutrición a la planta a lo largo de todo el ciclo de cultivo. En cambio, las aplicaciones foliares deberán ser aportadas en pequeñas cantidades y de forma regular y constante.

Barahona et al. (2018) mencionan que “una curva de absorción de nutrientes es la representación gráfica de la extracción de un nutriente y representa las cantidades extraídas por la planta durante su ciclo de vida”.

Smart (2020) señala que:

Las condiciones de humedad alta, frío y un bajo nivel de transpiración pueden causar deficiencia del calcio. El aumento de la salinidad del

suelo también podría causar deficiencia de calcio, ya que disminuye la absorción de agua por la planta.

Para Promix (2020):

El calcio (Ca) es uno de los tres nutrientes secundarios, junto con el magnesio (Mg) y el azufre (S), que requieren las plantas para crecer vigorosamente. Aunque no son nutrientes primarios, tales como el nitrógeno (N), el fósforo (P) y el potasio (K), no se debe confundir el término “secundario” en el sentido de menor importancia comparado con un nutriente primario. Los nutrientes secundarios son esenciales para el crecimiento óptimo de la planta, pero se necesitan en menor cantidad que los nutrientes primarios.

Piedrahita (2016) considera que:

El Calcio es un componente esencial de las paredes de las células y sólo puede ser suministrado por el xilema. Además, el Calcio es un cofactor de ciertas reacciones enzimáticas. Por lo tanto, si la planta agota el suministro de calcio del suelo, no puede movilizarlo de tejidos viejos hacia los nuevos brotes o frutas, lo que resulta en una disminución en la productividad. Esto es especialmente válido cuando un cultivo tiene insuficiente calcio en el suelo y llegan las primeras lluvias.

SEIPASA (2017) aclara que:

El calcio en los cultivos desempeña un papel fundamental en su desarrollo. Su presencia garantiza frutos más firmes. El calcio agrícola es necesario en el fortalecimiento estructural de las paredes y en la elasticidad del tejido vegetal. Es fundamental para tener plantas resistentes y sanas.

Piedrahita (2016) sostiene que:

El rápido crecimiento generado por la humedad conlleva un déficit de calcio en los tejidos nuevos porque el calcio no alcanza a ser movilizado hasta las zonas de crecimiento. El Calcio, a diferencia de la mayoría de los elementos, es absorbido y transportado por un mecanismo pasivo. Por ello el proceso de transpiración de las plantas es importante en el transporte del Calcio. Una

vez en la planta, el calcio se mueve hacia las áreas de rápida expansión, tales como hojas nuevas o frutos, a través de la transpiración

Díaz et al. (2017) comentan que:

Además, si se encuentran concentraciones altas de calcio, pero no necesariamente esos valores expuestos en los análisis coinciden con las cantidades que presenta la planta, es decir, con la cantidad real de calcio absorbido por la misma, especialmente en épocas de verano, cuando la humedad en el suelo disminuye y consigo el movimiento de calcio en el perfil. Esto confirma la poca movilidad del calcio en el suelo y su baja absorción en la planta, sumado a factores como el antagonismo con otros elementos, condiciones físicas y químicas del suelo y desarrollo de las raíces.

Monge et al. (2015) reportan que:

A nivel celular, las plantas son genótipicamente diferentes en su demanda de calcio (absorción, transporte y compartimentación). Esta se halla estrechamente relacionada con la capacidad de cambio catiónico que presentan las paredes celulares y especialmente con la cantidad de grupos carboxílicos libres (ácido poligalacturónico). En general, las plantas dicotiledóneas presentan mayor capacidad de cambio catiónico y mayor demanda de calcio. Esta es una de las razones por las que la deficiencia de calcio se manifiesta casi exclusivamente en plantas dicotiledóneas. En los vegetales que producen gran cantidad de oxalato, la disponibilidad de calcio para otras funciones, especialmente para la estabilidad de las membranas, decrece considerablemente.

Díaz et al. (2017) definen que:

Las relaciones de equilibrio que deben guardar el Ca, Mg y K son esenciales para una buena asimilación de nutrientes en la planta y tienen una analogía estrecha con la cantidad de calcio cambiante en el suelo. La capacidad de absorción de las raíces de banano guarda una relación estrecha con el sistema foliar exuberante de la planta, pero el desarrollo radical no guarda proporción con el tamaño de la planta; por tanto, es necesario suplir las

demandas de algunos elementos con fertilizantes minerales.

Coraspe (2015) relata que:

La nutrición mineral es uno de los factores que más contribuye para lograr elevado rendimiento y mejor calidad del producto, de forma que los nutrientes deben ser aplicados de acuerdo a las exigencias del cultivo, en las cantidades y épocas adecuadas. Una de las herramientas utilizadas en la determinación de fertilizaciones balanceadas son las curvas de absorción de nutrientes, expresadas bajo la forma de curvas en función de la edad de la planta.

Dios et al. (2016) exponen que:

El calcio también es importante como translocador de señales para desencadenar una respuesta por parte de la planta a la infección de patógenos en términos de elongación y crecimiento celular.

Villegas et al. (2017) aseguran que:

El calcio ha recibido considerable atención en años recientes no sólo por su relación con desórdenes fisiológicos, sino también, por sus efectos benéficos, particularmente en frutos, en los cuales puede reducir la respiración, retrasar la maduración, incrementar la vida de anaquel, así como mejorar la firmeza y el contenido de vitamina C. Varios experimentos indican que el incremento del calcio en las paredes celulares de los tejidos de las plantas disminuye la presencia o la severidad de las enfermedades.

Carpena et al. (2018) estiman que:

Normalmente, el cálculo de los nutrientes extraídos del suelo por un cultivo se hace por medio del análisis total de la planta, lo cual presenta inconvenientes como: necesidad de tomar un gran número de muestras, imposibilidad de obtención del sistema radical completo, variabilidad de la concentración de nutrientes en la solución del suelo, etcétera.

Smart (2020) argumenta que:

Dado que la movilidad del calcio en las plantas es limitada, la deficiencia de

calcio aparece en las hojas más jóvenes y en la fruta, porque tienen una tasa de transpiración muy baja. Por lo tanto, es necesario tener un suministro constante de calcio para un crecimiento continuo.

SEIPASA (2017) apunta que:

El déficit de calcio en los cultivos afecta a la calidad del fruto y a su rendimiento, por lo que una incorrecta asimilación puede provocar mermas en el valor de la producción en el mercado. Afortunadamente, existen tratamientos para mejorar la asimilación del calcio en los cultivos. Su aplicación se hace especialmente necesaria ante factores climatológicos como los que pueden acontecer al inicio de la primavera, cuando la amplitud térmica entre el día y la noche puede someter a las plantas a situaciones de estrés.

García (2015) refiere que:

Las deficiencias de Calcio son: Rotura de membranas falta de desarrollo de yemas Deficiencias: Rotura de membranas, falta de desarrollo de yemas terminales y apicales, desórdenes fisiológicos en tejidos de almacenamiento (frutos); menor crecimiento radicular en subsuelos pobres en Ca.

Villegas et al. (2017) describen que:

En las plantas cultivadas, los síntomas por deficiencia de calcio son raramente observados; sin embargo, cada año se tienen pérdidas importantes debido a desórdenes fisiológicos como resultado de una concentración inadecuada de este nutrimento en los frutos, raíces o tubérculos, o en las hojas internas de col, lechuga y otros vegetales de hojas compactas. Existen más de 30 desórdenes por deficiencia de calcio, los cuales son consecuencia de una deficiente distribución más que a una absorción baja.

Piedrahita (2016) indican que:

El calcio es esencial para muchas funciones de la planta. Algunas de ellas son:

- ✓ Correcta división y elongación celular

- ✓ Desarrollo adecuado de paredes celulares
- ✓ Captación y metabolismo de nitratos
- ✓ Actividad enzimática
- ✓ Metabolismo del almidón

García (2015) manifiestan que:

- ✓ El calcio en la nutrición vegetal cumple las siguientes funciones:
- ✓ El calcio se absorbe como Ca^{2+} y es abastecido a las raíces vía flujo masal o intercepción
- ✓ Concentración promedio en plantas de 0.2-1%
- ✓ Constituyente de paredes y membranas celulares (estructura y estabilidad)
- ✓ Regulador de enzimas
- ✓ Es esencial para la elongación y división celular
- ✓ Es inmóvil en la planta

Barahona et al. (2018) divulga que:

Un estudio de absorción es un buen punto de partida para estimar la cantidad de nutrientes que se debe reponer al campo para mantener la fertilidad. Si se desea mantener la sostenibilidad del sistema, debe al menos reponerse al suelo las mismas cantidades de nutrientes que salen del campo en la biomasa del cultivo.

Gómez (2015) señala que:

Estudios realizados desde hace algunos años, el calcio es un elemento necesario para algunas enzimas de las plantas, pero sus funciones más importantes son el fortalecimiento de las paredes celulares y la regulación de la permeabilidad de la membrana. Es de gran importancia a la hora obtener un aumento del grosor de la pared celular y por consiguiente una menor evapotranspiración, un menor estrés hídrico y una mayor fortaleza ante el ataque de plagas y enfermedades.

1.6. Hipótesis

Ho= No existe influencia de la dinámica de la absorción del Calcio, en

plantas de cultivos de ciclo corto.

Ha= Existe influencia de la dinámica de la absorción del Calcio, en plantas de cultivos de ciclo corto.

1.7. Metodología de la investigación

Para la elaboración del presente documento se realizaron 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 calcio en cultivos de ciclo corto.

CAPÍTULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

El presente documento trata sobre la importancia del calcio en las plantas, así como las funciones de este microelemento en los cultivos permitiendo determinar la dinámica de absorción de las plantas, en los cultivos de ciclo corto.

2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)

Las situaciones detectadas fueron las siguientes:

- ✓ Los agricultores no cuentan con una herramienta que les suministre el suficiente seguimiento y monitoreo para fortalecer los programas de fertilización, lo que le permitirá mejorar su rendimiento, en menor costo de producción.
- ✓ Al aplicar el Calcio en épocas y dosis no adecuadas, conlleva a la pérdida del producto por lixiviación, escorrentía y evapotranspiración.

2.3. Soluciones planteadas

Como soluciones planteadas se determinó que:

- ✓ Desarrollar curvas de absorción, como manera apropiada de afinar los programas de fertilización a fin de satisfacer los requerimientos nutricionales cualitativo y cuantitativamente a lo largo del desarrollo del cultivo.
- ✓ La nutrición de cultivos de ciclo corto está íntimamente relacionada con la producción, por lo tanto es necesario determinar la dosis y época de aplicación adecuada de Calcio.

2.4. Conclusiones

Las conclusiones planteadas fueron:

- ✓ Las curvas de absorción de nutrientes, además de contribuir en forma cuantitativa a la solidez de las recomendaciones de programas de fertilización, permiten conocer concretamente la cantidad de Calcio en kg/ha, que es absorbida por los cultivos de ciclo corto para producir alto nivel de rendimiento en un tiempo definido.
- ✓ Con la dinámica de absorción de nutrientes, se da respuesta a las épocas máximas de absorciones y cantidades reales que necesitan los cultivos de ciclo corto para su normal desarrollo.
- ✓ Permite a los agricultores a mejorar sus ingresos económicos, evitando el aumento de los costos de producción por no aplicar el Calcio en dosis y épocas adecuadas.

2.5. Recomendaciones (propuesta para mejorar el caso)

Las recomendaciones planteadas fueron:

- ✓ Realizar curvas de absorción de nutrientes, con la finalidad de mejorar la eficiencia de las aplicaciones de Calcio, por lo tanto reducen la contaminación ambiental.
- ✓ Verificar los diferentes planes de absorción de nutrientes para determinar las épocas de mayor absorción de Calcio en los cultivos de ciclo corto.

BIBLIOGRAFÍA

- Barahona-Amores, L. A., Villarreal-Núñez, J. E., Samaniego-Sánchez, R. D., & Quirós-McIntire, E. I. (2018). Absorción de nutrientes de dos variedades de arroz en un suelo Entisol bajo seco en Tonosí-Panamá. *Ciencia Agropecuaria*, (28), 56-74.
- Carpena, O., Pérez Melián, G., Luque, A. (2018). Absorción de agua e iones en el cultivo de pepinos. I. Consumos totales. *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos*, 18(2), 236-244.
- Castillo, I., Nova, S. (2014). Evaluación de la dinámica nutrimental de NPK en el cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* L. hibr. Deep purple F1) en la finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez, Guatemala. "Estimación de la erosión hídrica en la parte alta de la zona cañera microcuenca Los Suju-yes, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, 27.
- Coraspe-León, H. (2015). Absorción de macronutrientes por plantas de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la producción de tubérculo-semilla. *Interciencia*, 34(1), 57-63.
- Cropbioscience. 2019. La importancia del calcio en los cultivos. Disponible en <http://cropbioscience.net/la-importancia-del-calcio-en-los-cultivos/>
- Díaz, A., Cayón, G., Mira, J. J. (2017). Metabolismo del calcio y su relación con la "mancha de madurez" del fruto de banano. Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 25(2), 280-287.
- Dios-Delgado, Ignacio de, y Sandoval-Villa, Manuel, y Rodríguez-Mendoza, Ma. de las Nieves, y Cárdenas-Soriano, Elizabeth (2016). Aplicaciones foliares de calcio y silicio en la incidencia de mildiu en lechuga. *Terra Latinoamericana*, 24 (1), 91-98. [Fecha de Consulta 4 de Julio de 2020]. ISSN:. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=573/57311494011>

FAO. 2018. Mejoramiento del suelo. Cartilla Tecnológica Nº 5. Disponible en <http://www.fao.org/3/v5290s/v5290s30.htm>

García, F. (2015). Dinámica de nutrientes en el sistema suelo en el sistema suelo – planta. Jornada de Actualización Minga Guazú, Paraguay.

Gómez, V. (2015). El calcio y su asimilación por parte de las plantas. *Cannabis Magazine: La revista de los profesionales y amantes del cáñamo*, (125), 58-63.

Infoagro. 2020. Macro, micronutrientes y metales pesados presentes en el suelo. Disponible en https://www.infoagro.com/documentos/macro___micronutrientes_y_metale_s_pesados_presentes_suelo.asp

Monge, E., Val, J., Sanz, M., Blanco, A., Montañés, L. (2015). El calcio nutriente para las plantas. Bitter pit en manzano. Institución «Fernando Elcatólico», 189.

Mundo huerto. 2018. Cultivos de ciclo corto. Disponible en <https://www.mundohuerto.com/cultivos/ciclo-corto>

Piedrahita, O. 2016. El Calcio en las plantas. Disponible en http://www.nuprec.com/Nuprec_Sp_archivos/Literatura/Calcio/Calcio%20en%20Plantas.pdf

Promix. 2020. Rol de Calcio en el cultivo de plantas. Disponible en <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-calcio-en-el-cultivo-de-plantas/>

SEIPASA. 2017. El calcio en los cultivos: por qué es importante una correcta asimilación. Disponible en <https://www.seipasa.com/es/blog/calcio-los-cultivos-importante-una-correcta-asimilacion/>

Smart. 2020. El calcio en las plantas. Disponible en <https://www.smart-fertilizer.com/es/articles/calcium-in-plants/>

Villegas-Torres, O. G., Ali-Tejacal, I., Acosta-Durán, C. M., Guillén-Sánchez, D., López-Martínez, D. (2017). Relación del calcio con las enfermedades de los cultivos. *Investigación Agropecuaria*, 4, 77-86.