



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA 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:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Efecto del Calcio en el cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*) y su
impacto en el rendimiento”.

AUTOR:

José Daniel Díaz Naranjo

TUTORA:

Ing. Agr. Maribel Vera Suárez, MAE.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2021

RESUMEN

El Ecuador dispone de condiciones ambientales favorables para el cultivo de una infinidad de especies vegetales que pueden ser consideradas como hortalizas, entre las que se destaca la sandía. El presente documento hace referencia sobre el efecto del Calcio en el cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*) y su impacto en el rendimiento, debido a que el Ca activa y regula la división y el alargamiento celular, influye en la compartimentación de la célula relacionada con la especialización de los órganos celulares; es responsable de mantener unidas las paredes celulares de las plantas en la forma de pectato de calcio. Las conclusiones determinan que para mejorar los efectos de la nutrición en el desarrollo y la maduración de los frutos, el calcio desempeña un papel decisivo en relación con la calidad y las cualidades organolépticas; el calcio y el magnesio son aportados por el agua de riego, ayudando a mejorar la productividad; la elección de variedades certificadas que se adapten a las condiciones climáticas de la zona puede obtener buenos rendimientos con la aplicación de calcio de 2,5 L/ha, que ayudaron a mejorar los porcentajes de grados brix en el fruto y su calidad y la buena dulzura del fruto; la corrección de calcio ayuda con la fijación de la pared celular estimulando a la planta en la formación de frutos, evitando el derramamiento de flores e incorporar micro y macro nutrientes en el cultivo de sandía ayudando con las deficiencias que presente la planta más en etapas de formación y cuajado de fruto.

Palabras claves: sandia, calcio, deficiencia, macronutrientes.

SUMMARY

Ecuador has favorable environmental conditions for the cultivation of an infinity of plant species that can be considered as vegetables, among which the watermelon stands out. This document refers to the effect of Calcium in the cultivation of Watermelon (*Citrullus lanatus*) and its impact on yield, since Ca activates and regulates cell division and elongation, influences cell compartmentalization related to the specialization of cellular organs; It is responsible for holding plant cell walls together in the form of calcium pectate. The conclusions determine that to improve the effects of nutrition on the development and ripening of fruits, calcium plays a decisive role in relation to quality and organoleptic qualities; calcium and magnesium are provided by irrigation water, helping to improve productivity; The choice of certified varieties that adapt to the climatic conditions of the area can obtain good yields with the application of calcium of 2.5 L / ha, which helped to improve the percentages of Brix degrees in the fruit and its quality and good sweetness of the fruit ; The calcium correction helps with the fixation of the cell wall stimulating the plant in the formation of fruits, avoiding the shedding of flowers and incorporating micro and macro nutrients in the watermelon crop helping with the deficiencies that the plant presents more in stages of formation and fruit set.

Keywords: watermelon, calcium, deficiency, macronutrients.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
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. Generalidades de cultivo de sandía.....	3
1.5.2. Efecto del calcio en las plantas	6
1.5.3. Efecto del Calcio en el cultivo de Sandía.....	16
1.6. Hipótesis	20
1.7. Metodología de la investigación	20
CAPÍTULO II.....	21
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
2.1. Desarrollo del caso	21
2.2. Situaciones detectadas (hallazgo).....	21
2.3. Soluciones planteadas	21
2.4. Conclusiones	22
2.5. Recomendaciones	23
BIBLIOGRAFÍA	24

INTRODUCCIÓN

La sandía (*Citrullus lanatus*) es un fruto no climatérico, también conocido en diferentes partes del mundo como patilla o melón de agua, es uno de los frutos de mayor tamaño de los que se conocen y puede alcanzar hasta los 10 kg de peso. La sandía es una planta perteneciente a la familia de las cucurbitáceas y al orden cucurbitales, se caracteriza principalmente por su alto contenido de agua, su pulpa es carnosa y tiene un rico sabor dulce debido a su alto contenido de fructuosa; es granulosa, acuosa y presenta un color rojo intenso o rojo claro dependiendo de la variedad (González 2017).

El aporte adecuado de agua y fertilizante es uno de los aspectos fundamentales para mejorar la producción y la calidad de los cultivos hortícolas. Las actuales técnicas de fertilización, permiten importantes mejoras en ambos aspectos, por lo que son innovaciones técnicas que se están difundiendo con gran rapidez (Tapia 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 (Promix 2021).

El Calcio es el elemento fundamental para mantener unidas las paredes celulares de las plantas. La absorción de Ca por la planta es pasiva y por lo tanto no requiere de fuente de energía.

El presente documento tuvo como finalidad establecer el efecto del Calcio en el cultivo de Sandía.

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del tema caso de estudio

El presente documento trata sobre el efecto del Calcio en el cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*) y su impacto en el rendimiento.

Es importante aplicar fertilizante como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en los cultivos, a fin de incrementar sus rendimientos.

1.2. Planteamiento del problema

Ecuador es productor de frutas tropicales y la sandía se ha identificado como un producto novedoso, en especial en mercados extranjeros, con elevado potencial para su expansión tanto para el consumo interno como para la exportación.

La deficiencia de calcio en las plantas ocasiona serias pérdidas económicas debido a la mala calidad de los frutos y desencadena desórdenes y enfermedades; por esto es que con las aplicaciones de este producto incrementamos la vida de anaquel de los frutos.

1.3. Justificación

Ecuador es productor de frutas tropicales y la sandía se ha identificado como un producto novedoso, en especial en mercados extranjeros, con elevado potencial para su expansión tanto para el consumo interno como para la exportación. Además de que tiene una mejor calidad que los competidores de América Central (Rosales 2018).

La fertilización en las hortalizas, especialmente con microelementos, es indispensable para el desarrollo de los cultivos e incrementar la producción, por

lo tanto el Calcio ayuda a que las plantas crezcan vigorosamente y los frutos obtengan mayor firmeza.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Definir el efecto del Calcio en el cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*) y su impacto en el rendimiento.

1.4.2. Específicos

- Recopilar información sobre la importancia del cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*).
- Establecer los beneficios del Calcio en el cultivo de Sandía y su impacto en el rendimiento.

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1. Generalidades de cultivo de sandia

Morales (2015) sostiene que:

La sandía tuvo su origen desde las áreas silvestres de África, no obstante, otros investigadores indican que es originaria de una especie de Cucurbitácea que crece silvestre en el valle del Nilo. Con toda probabilidad, se comenzó a cultivar en África, desde donde se dispersó por el Mediterráneo, Próximo Oriente y la India. Hasta el siglo XVI se tienen pocos registros sobre esta especie, pero a partir de esa época comienza a ser popular. La sandía llegó a América con la conquista del Nuevo Mundo.

Paredes (2017), mencionan la taxonomía de la sandia

Reino: *Plantae*
Division: *Magnoliophyta*
Clase: *Magnoliopsida*
Subclase: *Dilleniidae*
Orden: *Cucurbitales*
Familia: *Cucurbitaceae*
Subfamilia: *Cucurbitoidae*
Tribu: *Benincaseae*
Subtribu: *Benincasinae*
Género: *Citrullus*
Especie: *Citrullus Lanatus*

Yeliz (2016), señala que “existen alrededor de 50 tipos de sandías y las clasifican de acuerdo a su peso, forma, color de la pulpa y de la piel, entre otros. Genéticamente hablando, existen 2 tipos de sandías: las sandías diploides (consemillas) y las sandías triploides (sin semilla)”.

Asqui (2020) indica que: “En el Ecuador, la producción de hortalizas está proyectándose con éxito tanto a los mercados locales como a los grandes mercados internacionales, debido a su reconocida calidad, lo que está motivando que cada vez más agricultores incursionen en este importante renglón productivo”.

Para Esquinca (2016).

La sandía contiene 93 % de agua, por lo que podría decirse que es la fruta con más cantidad de agua, por lo tanto, tiene un valor calórico bastante bajo que por cada 100 gr tiene 20 calorías. Contiene minerales y vitaminas en bajos niveles siendo el magnesio y el potasio los que más sobresalen, debido al pigmento licopeno es que presenta la coloración de la pulpa tomando un color rosado y ésta misma sustancia tiene como característica antioxidante

Asqui (2020) sostiene que: “Entre las hortalizas cuya demanda ha crecido en los últimos tiempos, aparece la sandía, que tiene una gran demanda

entre los consumidores locales, y ya ha incursionado con éxito en el mercado internacional”.

Peralta (2016) comenta que: “La sandia es una baya globosa en pepónide, la cual está formada por 3 carpelos unidos con receptáculo adherido, que dan inicio al pericarpio. En cuanto su peso va entre los 2 y los 20 kg”.

Asqui (2020) informa que:

La reina de las frutas es la sandía. Refrescante, sabrosa y dulce, aporta casi un 92% de agua y es la mejor forma de hidratarnos. Pero además, ofrece muchas propiedades y beneficios para la salud y es apta para muchas personas. Una de sus particularidades es que contiene muchos nutrientes, como la vitamina A, B, C., mientras que entre sus minerales destaca el potasio, el magnesio, el manganeso, el hierro y el fósforo, además de muchos otros, y esto regula el organismo y al sistema inmunológico.

Enrique (2016) expresa que:

Los cultivos de hortalizas necesitan en gran cantidad de nutrientes para su buen desarrollo y crecimiento sobre todo fósforo y potasio, sin embargo, el problema se encuentra en los microelementos que en la mayoría de los casos no son tomados en cuenta por los agricultores y productores.

Peralta (2016) refiere que:

El color de la corteza o cáscara es variable, los cuales pueden ser: verde oscuro, verde claro o amarillo) o franjas de color amarillento, grisáceo o a su vez verde claro indicando diversas tonalidades verdes claros u oscuros. Su pulpa o parte interna presenta diferentes tonalidades de colores, las cuales van desde el rojo, rosado e incluso el amarillo. En cuanto a sus semillas estas presentan variados colores y tamaños: negro, marrón o blanco, todos estos elementos dependen del cultivar.

Asqui (2020) reporta que:

En la actualidad, ante los eventos naturales y realizados por el hombre que se han venido suscitando en los últimos años, dentro de los que se encuentra la degradación acelerada del recurso suelo, por efecto del uso inadecuado, en detrimento del rendimiento de los cultivos. En este sentido, la siembra de la sandía, genera una importancia fundamental desde el punto de vista social ya que apunta a mejorar la calidad de vida de la población.

1.5.2. Efecto del calcio en las plantas

Según Palacios (2017):

Por lo general los cultivos de hortalizas requieren gran cantidad de nutrientes para su crecimiento sobre todo Potasio y Fósforo, sin embargo, su principal problema se presenta en el micro elementos; los cuales en muchos casos no son tomados en consideración por los productores y por muchos técnicos.

Orrala (2017) considera que:

El grado de fertilidad presente en los mismos es variable pero generalmente presentan deficiencias en nitrógeno, aunque sus contenidos de fósforo debido a la siembra excesiva sin aportaciones han bajado considerablemente, A nivel de Potasio y micro elementos estos se encuentran en condiciones normales. Los niveles de alcalinidad y acidez están muy por debajo de algún problema, la mayoría de pH se sitúan entre 5,7 y 6,1.

Smart (2016) publica que:

El nitrato de calcio es una sal fabricada principalmente para nutrición vegetal y tratamiento de aguas residuales. Es fuente de calcio y nitrógeno para las plantas. El nitrógeno es un nutriente esencial requerido por las plantas en grandes cantidades. Constituyente fundamental de la clorofila y los aminoácidos. El calcio forma parte de las paredes celulares y es esencial para el desarrollo de la planta.

Mejora la calidad de la fruta, vida útil, fortalece la pared celular y ayuda a proteger la planta del estrés y enfermedades. Este elemento se mueve en las plantas desde las raíces con el flujo de agua y es inmóvil una vez incorporado al tejido vegetal, por lo que se requiere su suministro constante.

Troy Buechel (2014) menciona que:

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.

De acuerdo a Troy Buechel (2014):

El mismo autor menciona las funciones del calcio, en la forma de pectato de calcio, es responsable de mantener unidas las paredes celulares de las plantas. Cuando el calcio es deficiente, los tejidos nuevos tales como: las puntas de las raíces, las hojas jóvenes y las puntas de los brotes a menudo presentan un crecimiento distorsionado debido a la formación incorrecta de la pared celular. El calcio también se utiliza para activar ciertas enzimas y enviar señales que coordinan ciertas actividades celulares.

Charaja (2018) deduce que:

El calcio se encuentra en muchos minerales en el suelo, pero en el estado relativamente insoluble. El calcio no se lo considera uno de los nutrientes lixiviable, muchos suelos contienen niveles altos de calcio insoluble tal como el carbonato de calcio, pero cultivos que crecen en estos suelos muchas de las veces muestran deficiencias, los niveles altos de cationes como son los de magnesio, amoníaco, hierro, aluminio y en especial el potasio reducirán la absorción de calcio en algunos de

los cultivos.

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) publica 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 genotípicamente 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, desordenes 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.

1.5.3. Efecto del Calcio en el cultivo de Sandía

Orrala (2017) señala que:

A nivel de la Provincia de Los Ríos, se ha demostrado que existe una diversa variabilidad de suelos. Estos tienden a presentar mayor variabilidad en los cantones de Babahoyo y Montalvo. En muchos de estos sectores se presentan suelos tipo franco arcillosos, franco arenoso, arcilloso, francos y en ciertos sectores se presentan suelo tipo franco arcillosos, franco arenosos, arcillosos, francos y en ciertos sectores arcillo-limosos.

Tal como menciona Felix (2019):

La sandía prefiere los suelos ricos en elementos fertilizantes y materia orgánica, profundos, bien expuestos al sol y de consistencia media (*silíceoarcillosos*). No le convienen los terrenos fuertes (arcillosos), pues la presencia, a veces, constante de agua al aplicar riegos más copiosos perjudica a las raíces reduciéndose el desarrollo vegetativo por exceso de humedad. En los terrenos excesivamente sueltos y permeables la maduración de la sandía es más precoz, pero con menor rendimiento. En los terrenos muy fuertes la planta tiene un crecimiento más reducido

Idrovo (2017) reporta que:

La planta de la sandía, al igual que todas las plantas, necesita de los elementos nutricionales esenciales para su desarrollo. Estos nutrientes esenciales se pueden dividir en macronutrientes primarios (nitrógeno, fósforo y potasio), macronutrientes secundarios (magnesio, calcio y azufre) y micronutrientes (manganeso, cobre, cloro, molibdeno, zinc, hierro y boro).

Felix (2019) acota que

En la sandía los niveles bajos de magnesio o altas relaciones del complejo potasio-calcio versus magnesio pueden provocar la caída de hojas. Estos síntomas pueden confundirse con problemas de enfermedades. La deficiencia de calcio es también perjudicial para el cultivo, la misma puede provocar que se presente la condición conocida como pudrición de la parte distal de la fruta.

Desde el punto de vista de Bolívar (2019):

El Calcio en el cultivo de sandía es absorbido como Ca^{+2} . Se encuentra en mayor proporción en hojas y tallos que en semillas y frutos. El calcio, pese a estar presente en cierta cantidad en forma soluble, no se desplaza fácilmente en la planta. Es absorbido pasivamente con la transpiración vía xilema y apenas se retransporta vía floema, esta es la causa de fisiopatías ocasionadas por deficiencia cálcica. De esta manera, tiende a acumularse en órganos viejos, mostrándose su deficiencia inicialmente en frutos, hojas jóvenes y ápices de crecimiento. Una de las principales funciones del Ca en la planta es la de actuar formando como agente cementante para mantener las células unidas, es muy importante en el desarrollo de raíces.

Garrastazú (2017) menciona que:

La sandía es poco tolerante a la deficiencia de magnesio (Mg), la cual se manifiesta principalmente bajo condiciones de acidez en el suelo (pH menor de 5.5). Si se observan deficiencias de este u otro elemento se deben aplicar los mismos incorporándolos al terreno, en bandas a lo

largo de la hilera de la siembra o como abono foliar. Niveles bajos de magnesio o altas relaciones del complejo potasio-calcio versus magnesio se pueden reflejar en el color y vigor de las hojas. Estos síntomas pueden confundirse con problemas de enfermedades. La deficiencia de calcio es perjudicial para el cultivo, ya que puede provocar que se presente la condición conocida como pudrición de la parte distal de la fruta (“blossom end rot”).

González (2017) indica que:

Utilizando las recomendaciones realizadas por la FAO, la eficiencia implementada, expresada en porcentajes, para los cálculos fue de 50, 30, 60, 80 y 80, de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio respectivamente aplicadas al cultivo de sandía.

Para Idrovo (2017):

Las aportaciones de nutrientes que se realizan a través del agua de riego pueden suplir las necesidades del cultivo de la sandía. Las aguas que llevan en disolución 2 o más meq/l de Ca y 1 o más meq/l de Mg aportan suficiente calcio y magnesio para compensar las necesidades de este cultivo, por lo que no serían necesarias aportaciones adicionales.

Guadalupe (2016) señala que:

La deficiencia de calcio activa la liberación de sustratos respiratorios a partir de las vacuolas; el tratamiento subsiguiente con el calcio decreta la tasa respiratoria y aumenta la síntesis de proteínas. El número de mitocondrias en las raíces se reduce por la deficiencia de calcio, con un aumento de la concentración de glúcidos en las hojas y descenso en el aparato radical, lo que se interpreta como un efecto de decremento de la translocación de azúcares en el sentido brote- raíz, efecto similar al provocado por la deficiencia de boro.

De acuerdo a Guadalupe (2016):

Las deficiencias de calcio afectan a las regiones meristemáticas del tallo, las hojas y la raíz que con facilidad, mueren tempranamente; se detienen

las mitosis, con lo que las hojas jóvenes presentan malformaciones, quedando con los extremos cuñados hacia atrás, las raíces son cortas y pardas. Más tarde, las hojas muestran clorosis marginales y estas áreas laterales inician un fenómeno de necrosis. Al final, las hojas caen y se detiene el crecimiento del ápice. Se produce entonces la brotación de yemas laterales, a las que les ocurre lo mismo. El síntoma más característico de la deficiencia de calcio consiste en la morfología de gancho que adquieren los limbos foliares.

Villalobos y Camacho (2017) indican que:

En trabajos realizados encontraron que las etapas fenológicas de mayor absorción de nutrimentos en sandía tienen lugar durante la emisión de guías e inicio de la floración y en la floración y llenado de frutos. Determinaron que la absorción de los nutrimentos N, Ca, y Mg alcanza su máximo a los 50 días después de la siembra (dds), mientras que la mayor proporción del K (65%) se consumió en forma constante en los últimos 20 días del cultivo. Los requisitos nutricionales de una plantación están también relacionados con variables como la temperatura y el fotoperíodo ya que se conoce que el desarrollo y los diferentes órganos de la planta y su demanda de nutrimentos dependen de esas variables.

Para Crawford (2017).

Es absorbido como Ca^{+2} . Se encuentra en mayor proporción en hojas y tallos que en semillas y frutos. El calcio, pese a estar presente en cierta cantidad en forma soluble, no se desplaza fácilmente en la planta. Es absorbido pasivamente con la transpiración vía xilema y apenas se retransporta vía floema, esta es la causa de fisiopatías ocasionadas por deficiencia cálcica. De esta manera, tiende a acumularse en órganos viejos, mostrándose su deficiencia inicialmente en frutos, hojas jóvenes y ápices de crecimiento. Una de las principales funciones del Ca en la planta es la de actuar formando como agente cementante para mantener las células unidas, es muy importante en el desarrollo de raíces.

Agrosience (2021) indica que:

Calcio-Boro tiene como prioridad cubrir las necesidades de calcio y boro en los cultivos, es un fertilizante foliar líquido soluble de alta concentración, acompañado con agentes quelatantes que facilitan su asimilación. Es una fórmula especialmente balanceada que pone a disposición de las plantas el calcio y boro, esenciales para un desarrollo vegetativo; forma un papel fundamental en la integridad celular, ayuda al incremento de la floración, amarre de frutos, correcta formación del fruto e incremento de la productividad. Dosis de 1 a 2 L/ha Aplicar desde los 20 días después del trasplante o de la siembra hasta el inicio de llenado, en aplicaciones semanales con dosis baja, cambiar a alta en pleno llenado.

1.6. Hipótesis

Ho= el Calcio no causa efecto del en el cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*) y su impacto en el rendimiento.

Ha= el Calcio causa efecto del en el cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*) y su impacto en el rendimiento.

1.7. Metodología de la investigación

Para la elaboración del presente documento se recopiló información de textos, revistas, bibliotecas virtuales y artículos científicos.

La información obtenida fue resumida y analizada en función de la importancia del efecto del Calcio en el cultivo de Sandía y su impacto en el rendimiento.

CAPÍTULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

El Ecuador dispone de condiciones ambientales favorables para el cultivo de una infinidad de especies vegetales que pueden ser consideradas como hortalizas, entre las que se destaca la sandía.

El presente documento hace referencia sobre el efecto del Calcio en el cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*) y su impacto en el rendimiento, debido a que el Ca activa y regula la división y el alargamiento celular, influye en la compartimentación de la célula relacionada con la especialización de los órganos celulares; es responsable de mantener unidas las paredes celulares de las plantas en la forma de pectato de calcio.

2.2. Situaciones detectadas

Las situaciones detectadas son:

Los síntomas de la deficiencia de Calcio aparecen primero en las hojas y tejidos jóvenes, el crecimiento se inhibe y las plantas tienen la apariencia de un arbusto. Las hojas pueden verse ajadas y partidas. El crecimiento de los meristemas de la raíz se detiene en las plantas deficientes.

La deficiencia de calcio en las plantas de sandía ocasiona serias pérdidas económicas debido a la mala calidad de los frutos y desencadena desórdenes y enfermedades.

2.3. Soluciones planteadas

Entre las soluciones planteadas son:

Para la deficiencia de calcio en los diferentes cultivos como sandía, se precisa de soluciones de micronizados de carbonato de calcio que reduce el estrés del cultivo a las altas temperaturas.

Los síntomas de deficiencia del calcio en el cultivo de sandía aparecen primero en las hojas y tejidos jóvenes e incluyen hojas pequeñas y deformadas, manchas cloróticas, hojas ajadas y partidas, crecimiento deficiente, retraso en el crecimiento de raíces y daños a la fruta y por lo tanto repercuten el rendimiento.

2.4. Conclusiones

Las conclusiones son:

Para mejorar los efectos de la nutrición en el desarrollo y la maduración de los frutos, el calcio desempeña un papel decisivo en relación con la calidad y las cualidades organolépticas.

El calcio y el magnesio son aportados por el agua de riego, ayudando a mejorar la productividad.

La elección de variedades certificadas que se adapten a las condiciones climáticas de la zona puede obtener buenos rendimientos con la aplicación de calcio de 2,5 L/ha, que ayudaron a mejorar los porcentajes de grados brix en el fruto y su calidad y la buena dulzura del fruto.

La corrección de calcio ayuda con la fijación de la pared celular estimulando a la planta en la formación de frutos, evitando el derramamiento de flores.

Incorporar micro y macro nutrientes en el cultivo de sandía ayudando con las deficiencias que presente la planta más en etapas de formación y cuajado de fruto.

2.5. Recomendaciones

Las recomendaciones son:

Promover ante los agricultores las aplicaciones de calcio en el cultivo de sandía para incrementar sus rendimientos.

Realizar investigaciones sobre macronutrientes que deben aplicar al cultivo de sandía, previo a un análisis de suelo.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrosience. 2021. Fertilizante foliar líquido Calcio – Boro. Disponible en https://www.tacsa.mx/DEAQ/src/productos/382_28.htm
- Asqui, L. (2020). Evaluación de variedades e híbridos de sandía (*Citrullus lanatus*), injertados sobre patrón de calabaza, Naranjito-Guayas (Doctoral dissertation, Universidad Agraria del Ecuador).
- 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.
- Bolívar Montaña, J. D. (2019). Implementación de un sistema de producción y comercialización de 1 ha de Sandía (*Citrullus lanatus* thunb.) en Monterrey-Casanare.
- Carpaena, 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. hybr. 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.
- Charaja, E. (2018). Variación de N, P, K y cationes cambiabiles en tres suelos de Puno, por efecto del cultivo de maca (*Lepidium meyenii* Walp).
- 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.
- Crawford, H. (2017). Manual de manejo agronómico para cultivo de sandía.
- 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. ISSN:. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=573/57311494011>

Enrique Alarcón, Fabricio Mendoza (2016). Evaluación de tres híbridos de sandía (*CitrulluslanatusSchrad*) sometidos a diferentes distanciamientos de siembra. Epoca seca. Disponible en <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/33/1/Alarc%C3%B3n%20Zambano%20Manuel->

[Mendoza%20Zambrano%20Fabricio%20Jos%C3%A9.pdf](http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/33/1/Alarc%C3%B3n%20Zambano%20Manuel-Mendoza%20Zambrano%20Fabricio%20Jos%C3%A9.pdf)

Esquinca, M. (2016). Análisis del comportamiento de la producción de sandía (*Citrulluslanatus*) en el estado de Chiapas. Universidad autónoma agraria “Antonio Narro” Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Felix Mendoza, M. C. (2019). Efecto de la fertilización potásica y cálcica en el rendimiento y calidad del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus matsum*) bajo un sistema hidropónico.

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

Garrastazú, S. L. M. (2017) Conjunto Tecnológico para la Producción de Sandía.

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.

González Cano, L. E. (2017). Implementación de un cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) como aporte al fortalecimiento de la cadena agrícola en el corregimiento La India, departamento de Santander.

González Cano, L. E. (2017). Implementación de un cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) como aporte al fortalecimiento de la cadena agrícola en el corregimiento La India, departamento de Santander.

Guadalupe, M. (2016). Efecto de N, P, K, Ca y mg en etapas iniciales de crecimiento de calabaza (*Cucurbita pepo*), chile (*Capsicum annum*), melón (*Cucumis melo*), pepino (*Cucumis sativus*) y sandia (*Citrullus iannatus*).

Idrovo Wong, J. O. (2017). *Estudio del Comportamiento Agronómico de las Zeolitas en la Fertilización del Cultivo de la Sandía (Citrullus vulgaris) en*

- la Zona de Taura, Guayas* (Bachelor's thesis).
- 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.
- Morales, S. (2015). Información general de vegetales, frutas y plantas. Disponible en <http://biologas.weebly.com/frutas>
- Orrala, N. (2017). Influencia de patrones sobre la producción y calidad del fruto de sandía en Santa Elena, Ecuador. Obtenido de cagricola.uclv.edu.cu: 55 http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V40-Numero_4/cag044131940.pdf
- Palacios, F. 2017. Efecto sobre el comportamiento agronómico de los cultivos de pimiento (*Capsicum annum*), a la aplicación de biofertilizantes orgánicos
- Paredes Quispe, C. A. (2017). Manejo agronómico del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*)(Thunb.), para producción de semilla, bajo condiciones de Villacurí-Ica.
- Peralta. (2013). Enfermedades emergentes de interés agrícola. Causas y perspectivas. Conferencia presentada en el XIX Congreso Latinoamericano de Microbiología y VI Congreso Nacional de Microbiología., Resumen de conferencias, Libro Programa, pág 37.
- 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/>
- Promix. 2021. Rol del calcio en el cultivo de plantas. Disponible en <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-calcio-en-el-cultivo-de-plantas/>
- Rosales Villao, V. M. (2018). Análisis económico de la producción y comercialización de la sandía *Citrullus lanatus* en el centro de práctica Manglaralto, provincia de Santa Elena, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- 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. (2016). Nitrato de Calcio. Disponible en <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/calciumnitrate>
- Smart. 2020. El calcio en las plantas. Disponible en <https://www.smart-fertilizer.com/es/articles/calcium-in-plants/>
- Tapia, C. 2020. Elementos que inciden en un programa de fertirrigación. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-fertilizacin_en_hortalizas.pdf
- Troy Buechel (2014). Rol del calcio en el cultivo de plantas. Disponible en <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-calcio-enel->
- Villalobos, E. V. V., Camacho, R. E. S. (2017). Curvas de absorción de nutrientes bajo dos métodos de fertilización en sandía, en Guanacaste, Costa Rica. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, 13(26), 19-44.
- 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.
- Yeliz, R. 2016. Características del cultivo de sandía. Recuperado el 27-12-2019: <http://agronomaster.com/elcultivo-de-sandias/>