



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA**

**MODALIDAD:
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:
INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN POTÁSICA EN EL
RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL PEPINO (*Cucumis sativus* L.)
UNA REVISIÓN AL ESTADO DEL ARTE**

**AUTOR:
HAZ VILLAMAR HENRRY FRANCHESCO**

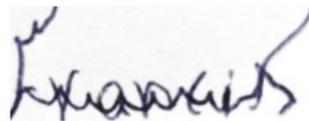
**TUTOR:
ING. ENRIQUE PÁRRAGA MUÑOZ, Ms.**

CALCETA, FEBRERO 2021

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, HENRRY FRANCHESCO HAZ VILLAMAR, con cédula # 092912319-8, declaro bajo juramento que el trabajo de integración curricular titulado **INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN POTÁSICA EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL PEPINO (*Cucumis sativus* L.) UNA REVISIÓN AL ESTADO DEL ARTE**. Es de mi autoría que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluye en este documento.

A través de la presente declaración concedo a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, una licencia gratuita intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académico, conservando a mi favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el artículo 114 del código orgánico de la economía social de los conocimientos, creatividad e innovación



HENRRY FRANCHESCO HAZ VILLAMAR

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

ING. ENRIQUE PÁRRAGA, Ms, certificó haber tutelado el proyecto: **INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN POTÁSICA EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL PEPINO (*Cucumis sativus L.*)UNA REVISIÓN AL ESTADO DEL ARTE**, que ha sido desarrollada por **HENRRY FRANCHESCO HAZ VILLAMAR**, previa la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.



Firmado electrónicamente por:

**LUIS ENRIQUE
PARRAGA MUNOZ**

ING. ENRIQUE PÁRRAGA, Ms.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación “**INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN POTÁSICA EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL PEPINO (*Cucumis sativus L.*) UNA REVISIÓN AL ESTADO DEL ARTE**, que ha sido propuesto, desarrollado y defendido por **HENRRY FRANCHESCO HAZ VILLAMAR**, previa la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.



Firmado electrónicamente por:

**FREDDY
WILBERTO
MESIAS GALLO**

ING. **FREDDY WILBERTO MESÍAS GALLO**, Mg
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:

**ANGEL FROWEN
CEDENO SACON**

ING. **ÁNGEL FROWEN CEDEÑO SACON**, Mg
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:

**GONZALO BOLIVAR
CONSTANTE TUBAY**

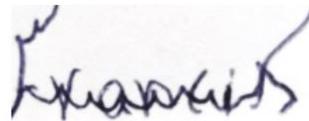
ING. **GONZALO BOLÍVAR CONSTANTE TUBAY**, Mg
PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios por darme la vida, la energía y la inspiración para enfrentar cada reto propuesto en mi camino. A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me permitió cursar la educación superior con éxito y lleno de conocimientos que me permitirán ser un profesional exitoso. Debo agradecer especialmente a la Carrera de Ingeniería Agrícola y a cada uno de los compañeros y docentes que me han permitido enriquecerme de sus conocimientos para forjar mi carácter y mi ética profesional.

Al Ing. Enrique Párraga, Ms, por el apoyo y la consideración brindada en la elaboración de este proyecto. A los señores Ingenieros participantes del tribunal que colaboró con sus exigencias en la persecución de un trabajo de calidad. A mis padres, quienes han sido un eje fundamental para todo lo que he conseguido en mi vida, que me han respaldado en mis decisiones y están brindándome su apoyo económico y moral.

Agradezco también a mis compañeros, personas que han aportado con risas, alegrías y conocimiento mi vida.



HENRRY FRANCHESCO HAZ VILLAMAR

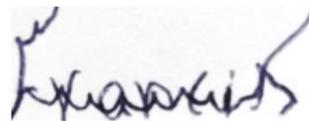
DEDICATORIA

A mi hija, quién no llego a estar en mis brazos, pero que llego a mi corazón. Con mucho cariño y amor a mis padres; Henry Haz y Gloria Villamar, las personas que han apoyado mi camino de manera incondicional.

A mis sobrinos, quienes alegran mi vida, y hacen de cualquier día, un camino de ternura y amor. A mis hermanos por apoyar mis metas y enriquecerme de anécdotas.

A cada una de las personas que han apoyado mi andar en estos años de educación, entre ellos mis compañeros y maestros, que han hecho que mi sueño de ser profesional se cumpla.

A cada uno de ustedes, gracias por su acompañamiento y respaldo en este andar.



HENRRY FRANCHESCO HAZ VILLAMAR

CONTENIDO GENERAL

PORTADA.....	i
DERECHOS DE AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
CONTENIDO GENERAL.....	vii
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.4. HIPÓTESIS.....	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. SUELO.....	4
2.1.1 SUELOS AGRÍCOLAS.....	4
2.1.2 POTASIO EN SUELOS AGRÍCOLAS.....	5
2.2. PEPINO.....	6
2.2.1 IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL PEPINO.....	7
2.2.2 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS.....	8
2.2.3 MANEJO AGRONÓMICO.....	9
2.2.4 PRODUCCIÓN DE PEPINO EN EL ECUADOR.....	10
2.3. EFECTO DEL POTASIO EN LAS HORTILIZAS.....	11
2.3.1 EFECTO FERTILIZANTE DEL POTASIO SOBRE EL PEPINO.....	13

2.4.	FUNDAMENTOS GENERALES DE LA FERTILIZACIÓN POTÁSICA EN HORTALIZAS Y PEPINO	16
2.4.1	ASPECTOS HISTÓRICOS DE LA FERTILIZACIÓN POTÁSICA.....	19
2.4.2	TENDENCIAS Y TECNOLOGÍAS ACTUALES DE LA FERTILIZACIÓN POTÁSICA	20
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO		23
3.1.	UBICACIÓN.....	23
3.2.	DURACIÓN	23
3.3.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	23
3.4.	TÉCNICA BIBLIOGRÁFICA.....	24
3.5.	PROCEDIMIENTO	24
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		25
4.1.	CONTEXTUALIZACIÓN DE LOS FUNDAMENTOS GENERALES DE LA FERTILIZACIÓN POTÁSICA EN EL CULTIVO DE PEPINO.	25
4.2.	CLASIFICACIÓN DESCRIPTIVA DE LA INFORMACIÓN RELEVANTE RELACIONADA A LA INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN POTÁSICA EN LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DEL PEPINO.	26
4.3.	CATEGORIZACIÓN CRONOLÓGICA Y TECNOLÓGICA DE LA INFORMACIÓN RELACIONADA A LA INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN POTÁSICA EN LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DEL PEPINO.....	28
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		29
5.1.	CONCLUSIONES.....	29
5.2.	RECOMENDACIONES.....	29
BIBLIOGRAFÍA		30
ANEXOS.....		37

CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 2.1. Composición de los fertilizantes potásicos comerciales más comunes	18
Figura 2.1. Formas de potasio en el suelo.....	16
Figura 2.2. Formas y evolución del potasio en el suelo	18
Figura 2.3. Esquema propuesto por Prinischikov	19
Figura 3.1. Ubicación geográfica del área de estudio	23

RESUMEN

El objetivo principal de la investigación fue revisar el estado del arte relacionado a la influencia de la fertilización potásica en la productividad y calidad del pepino. El estudio se desarrolló en la biblioteca del campus politécnico de la ESPAM MFL localizada en el sitio el Limón perteneciente al cantón Bolívar, Manabí. La metodología que se ejecutó fue de corte cualitativa e interpretativa. Se empleó una matriz bibliográfica diseñada en Excel donde se inventariaron todos los textos que conformaron el universo y sobre el cual se aplicaron filtros de selección para localizar, identificar y acceder a aquellos documentos que contenían la información pertinente para la investigación. Se reseñaron un total de 80 documentos de diverso tipo de material. Concluyendo que el potasio tiene funciones esenciales en síntesis de proteínas, actividades enzimáticas, fotosíntesis, transferencia de energía, transporte en el floema, en la osmorregulación que tiene lugar en los procesos de apertura y cierre estomáticos equilibrio anión-cation y resistencia al estrés biótico y abiótico. De igual forma, influye en la productividad y calidad del pepino, aumenta el número de frutos, peso de frutos, diámetro y longitud de frutos, concentrándose su mayor demanda nutricional, en las etapas fenológicas de fructificación y cosecha. Cronológicamente se reporta la fertilización potásica a principio del siglo 19 y en la década del 60 con la “revolución verde”, donde se identificó al potasio como uno de los tres factores críticos responsable de la productividad y calidad del pepino.

Palabras clave: Fertilización potásica, estado de arte, cultivo de pepino, influencia en la calidad y rendimiento.

ABSTRACT

The main objective of the research was to review the state of the art related to the influence of potassium fertilization on the productivity and quality of cucumber. The study was developed in the library at ESPAM MFL polytechnic campus located at El Limón site, belonging to Bolívar canton, Manabí. The methodology implemented was qualitative and interpretative. A bibliographic matrix designed in Excel was used where all the texts that made up the universe were inventoried and on which selection filters were applied to locate, identify and access those documents that contained the pertinent information for the investigation. A total of 80 documents of various types of material were reviewed. Concluding that potassium has essential functions in protein synthesis, enzymatic activities, photosynthesis, energy transfer, transport in the phloem, in the osmoregulation that takes place in the processes of opening and closing stomata anion-cation balance and resistance to biotic stress and abiotic. In the same way, it influences the productivity and quality of the cucumber, increases the number of fruits, fruit weight, diameter and length of fruits, concentrating its greater nutritional demand, in the phenological stages of fruiting and harvesting. Chronologically, potassium fertilization is reported at the beginning of the 19th century and in the 60s with the "green revolution", where potassium was identified as one of the three critical factors responsible for the productivity and quality of cucumber.

Keywords: Potassium fertilization, state of the art, cucumber cultivation, influence on quality and yield.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El cultivo de pepino es originario de las regiones tropicales de Asia, siendo cultivado desde hace más de 3000 años. Es una planta anual, herbácea de crecimiento rastrero e indeterminado. El cultivo del pepino tiene un alto índice de consumo, en fresco como industrializado, representando una alternativa de producción para el agricultor, tanto para mercado interno, como con fines de exportación (Moreira, 2013).

En nuestro país, este cultivar se encuentra distribuido en zonas tropicales secas de la región costa y en la sierra ecuatoriana está localizada en los valles cálidos y también bajo condiciones de invernaderos con temperaturas reguladas. No existen siembras de grandes superficies, más bien esta cultivado en pequeña escala exclusivamente dedicada a la exportación de este producto a países de gran importancia como Francia, Italia, EE. UU y Alemania (Benitez, 2012)

De acuerdo con los datos publicados en el año 2014 por la FAO, la producción total mundial ha sido de 74.975'62 millones de kilos sobre una superficie de 2'18 millones de hectáreas y un rendimiento medio de 3'44 kilos por metro cuadrado. Los tres mayores productores han sido China, Rusia, Irán (Hortofruticola, 2014). La producción en el Ecuador a nivel nacional para el año 2013 fue de 1250 Ha aproximadamente con 13.2 Tm/a, presentando la mayor producción en la Provincia del Guayas con 6,680 Tm, observando en general que la productividad del pepino depende del material genético, condiciones climáticas y manejo tecnológico del cultivo (Moreira, 2013).

El potasio juega un rol clave en los procesos metabólicos de la planta; es esencial en la fotosíntesis, activa más de 60 sistemas enzimáticos, promueve la síntesis, translocación y el almacenamiento de carbohidratos y optimiza la

regulación hídrica en los tejidos vegetales. Estimula el crecimiento radicular, aumenta la resistencia a la sequía, disminuye la incidencia de plagas y enfermedades. Todos estos efectos explican porque el potasio aumenta el rendimiento y calidad de los cultivos (Imas, 2012).

Sin embargo, este autor señala, que las tendencias y tecnologías actuales de nutrición potásica en pepino no son ampliamente conocidas entre los productores de pepino a nivel local, dado que la información existente está dispersa y en su mayoría en otros idiomas ajenos a nuestra lengua, por lo que la recopilación de datos generados en investigaciones previas podría utilizarse para emitir recomendaciones fundamentadas y generar nuevas ideas de investigaciones futuras.

Por los antecedentes antes planteados, la presente investigación se plantea la siguiente pregunta científica: ¿La escasa información relacionada a la influencia de la fertilización potásica en la productividad y calidad del pepino no permite difundir y recomendar las nuevas tecnologías a productores locales?

1.2. JUSTIFICACIÓN

El potasio es conocido como el “elemento de calidad” para la producción agrícola. Una nutrición potásica adecuada mejora muchos aspectos de la calidad de los cultivos, tales como, mayor porcentaje comercializable del rendimiento total, aumento en el porcentaje de proteínas en los granos, mayor contenido de aceite y vitamina C, mejora en el color y sabor de las frutas, aumento del tamaño de frutos y tubérculos, menores pérdidas durante el almacenamiento y transporte, y vida más larga de las frutas y hortalizas en los anaqueles del supermercado (Imas, 2012).

En este sentido, para contribuir a mejorar la productividad y calidad del cultivo de pepino, que bajo las condiciones locales es deficiente, se hace necesario buscar nuevas alternativas de nutrición potásica, más aún cuando la

información existente es escasa, por lo que, existe un vacío de conocimiento que debe ser abordado y compilado con fines de que las nuevas tendencias puedan ser conocidas, probadas y usadas de una manera más amplia, fundamentada y segura, más aún cuando el valle del río Carrizal es una importante zona productora de hortalizas como el pepino. Por lo anteriormente expuesto, la presente revisión del estado del arte de la investigación se justifica plenamente.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Revisar el estado del arte relacionado a la influencia de la fertilización potásica en la productividad y calidad del pepino.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Contextualizar los fundamentos generales de la fertilización potásica en el cultivo de pepino.
- Clasificar descriptivamente información relevante relacionada a la influencia de la fertilización potásica en la productividad y calidad del pepino.
- Categorizar cronológica y tecnológicamente la información relacionada a la influencia de la fertilización potásica en la productividad y calidad del pepino.

1.4. HIPÓTESIS

La información generada en el estado del arte de la investigación permite verificar que las nuevas tendencias y tecnología de fertilización potásica mejoran significativamente la productividad y calidad del pepino.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. SUELO

De acuerdo con Burbano (2016), el suelo es un recurso natural finito y no renovable que presta diversos servicios ecosistémicos o ambientales, entre ellos y a manera de ejemplo, el relacionado con su participación en los ciclos biogeoquímicos de elementos clave para la vida como carbono, nitrógeno, fósforo, etc., que continuamente y por efecto de la energía disponible, pasan de los sistemas vivos a los componentes no vivos del planeta.

Puede afirmarse, además, que el suelo influye considerablemente sobre el medio en el que se ubica y repercute en las actividades sociales y económicas de los grupos humanos que se asientan en ese territorio, grupos que ejercen diferente grado de presión sobre el suelo y que generan así afectación o deterioro de éste (Gardi et al., 2014). La historia, da cuenta de cómo el suelo ha hecho parte de la vida de los seres humanos, no obstante, que es el gran olvidado cuando se alude a los recursos naturales (Burbano, 2013; Saavedra, 2015). Por eso, hoy se juzga, que debe haber un manejo respetuoso del suelo, no solo para incrementar la producción de alimentos sino para preservar los servicios ecosistémicos y regular el clima (FAO, 2015).

2.1.1 SUELOS AGRÍCOLAS

Barreiro (2011) afirma que, la variabilidad espacial que se observa en los cultivos es el resultado de la interacción compleja entre factores edáficos (salinidad, materia orgánica, textura, estructura y nutrientes), antropogénicos (compactación del suelo debido al tráfico de maquinaria agrícola, riego y drenaje, lixiviación de solutos aplicados por el hombre), biológicos (plagas, enfermedades), topográficos (pendiente y altitud) y climáticos (temperatura, humedad relativa y precipitaciones).

Según datos del Instituto Mundial de Recursos (World Resources Institute), a principios de los años noventa del siglo XX el manejo inapropiado de los suelos agrícolas había derivado ya en la aparición de síntomas de degradación en el 38% de los 1500 millones de hectáreas cultivables a nivel mundial. En este contexto el manejo sostenible del trinomio suelo-planta-agua resulta fundamental.

2.1.2 POTASIO EN SUELOS AGRÍCOLAS

En la agricultura intensiva el aporte de K de los suelos no siempre es suficiente para satisfacer la demanda de los cultivos, aun cuando el contenido de K total del suelo puede ser 4% o más, este tipo de K no se relaciona directamente con el K disponible para las plantas (Mutscher, 1997). Las fracciones de K importantes para la nutrición de los cultivos son la K soluble, K intercambiable y K no intercambiable, si las dos primeras son bajas, los suelos deben ser complementados con fertilizantes potásicos para incrementar su disponibilidad (De la Horra et al., 1998).

Aguado et al., (2002) sostienen que, el consumo de fertilizante potásico en Ecuador ha aumentado en los últimos años. Se infiere que dicho aumento es consecuencia del agotamiento de los reservorios de K en los suelos cultivados y porque los productores han observado que los cultivos responden a la adición de esos materiales. En el país se conoce poco acerca del funcionamiento del K en el sistema suelo-planta, y parece conveniente estudiarlo más profundamente para mejorar la capacidad de diagnóstico del estado de este elemento en el suelo y afinar las dosis recomendadas de este elemento.

Con base en las diferencias en su biodisponibilidad, el K del suelo se divide en cuatro fracciones: soluble; intercambiable; no intercambiable, pero potencialmente disponible para las plantas; y la presente en la matriz mineral o estructural (Sparks y Huang, 1985; Mutscher, 1997). El Ks corresponde al K presente como ion en la solución del suelo, la cual es la fase líquida del suelo que contiene solutos y es el medio de donde las plantas absorben los

nutrientes; así, el Ks es la fracción que satisface las necesidades inmediatas de las plantas. El Ki, una fracción de reserva de respuesta rápida, está adsorbido en las arcillas, compensa las cargas negativas que resultan de las sustituciones isomórficas en la estructura de éstas o de las fracturas del cristal, y se encuentra en equilibrio con el Ks (Haby et al., 1990).

2.2. PEPINO

Sánchez (2015) menciona que, no existe duda es que el pepino se lleva cultivando desde la antigüedad, de tal forma que es una de las pocas hortalizas que viene mencionada en la Biblia. Existen numerosas pruebas de que los pepinos eran muy bien conocidos por los antiguos griegos y romanos. El pepino es una planta herbácea, anual, rastrera o trepadora, cuyo nombre genérico es *Cucumis sativus*, perteneciente al orden Curcubitales, el cual sólo contiene una familia las cucurbitáceas.

A continuación, se describe la morfología de los órganos de las plantas, de acuerdo a Reché (2011):

- Raíz: posee un sistema radical muy potente y extenso con una raíz principal pivotante que suele alcanzar los 60 cm de profundidad, pero puede llegar hasta más de 1 metro en cultivos sueltos y profundos. De dicha raíz se ramifican numerosas raíces secundarias muy finas. La raíz de pepino es de rápido crecimiento.
- Tallo: de porte herbáceo, rastrero, trepador, anguloso y áspero al tacto. Su crecimiento es indeterminado, con formación de nudos y entrenudos.
- Hojas: pecioladas, con pecíolo largo y hendido, grandes, acorazonadas, opuestas a los zarcillos (tallos, hoja o pecíolo especializado del que se sirven para sujetarse a una superficie o a otras plantas), simples, alternas, de limbo lobulado, divididas en 3-4 lóbulos más o menos pronunciados, siempre el central más puntiagudo. Bordes suavemente dentados, recubiertas de una vellosidad fina, de tacto áspero sobre todo en hojas viejas y con nervios muy pronunciados por el envés. Son de color verde claro cuando son jóvenes y de tono algo más oscuro y más quebradizas las más bajas de la planta, y las

que son más afectadas por los plagas y enfermedades, principalmente por la mosca blanca. Al principio del ciclo de la planta, a los 7 días, ya se aprecian las dos primeras hojas verdaderas de aspecto ovalado.

- Flores: En las axilas de las hojas nacen flores gamopétalas, masculinas y femeninas, flores unisexuales en plantas monoicas. Estas, una vez polinizadas, darán origen al fruto, diferenciándose fácilmente unas de otras porque las femeninas poseen un ovario ínfero que se aprecia notablemente por un diminuto pepino cubierto de vellosidad y que se desarrolla antes de la floración. Las flores del pepino son de color amarillo oro intenso y de corto pedúnculo.
- Fruto: Es una pepónide, de forma más o menos cilíndrica y alargada, de sección circular, de peso y tamaño variable, de color verde claro al principio para luego tomar color verde más oscuro y amarillento en su madurez fisiológica, que no tiene valor comercial, en cuyo interior y a lo largo del fruto se encuentran las semillas. Las semillas están vacías y muy tiernas cuando los frutos no son polinizados, como ocurre en plantas ginoicas, estas plantas con frutos partenocárpicos son variedades de frutos largos que proceden de variedades de floración totalmente femenina, que no necesitan ser fecundadas por el polen de las flores masculinas. La piel del pepino puede ser lisa, con o sin estrías, con espina o sin ellas y de piel rugosa y muy fina. La pulpa es de color blanquecino, acuosa, refrescante, y en algunas variedades de sabor algo amargo.

2.2.1 IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL PEPINO

Reho (2015) argumenta que, el pepino se destaca a nivel mundial como una de las principales hortalizas de alto consumo y de mayor importancia ya que su producción es relativamente rápida, favoreciendo a países de clima templado quienes las pueden trabajar durante todo el año, lo cual significan un punto a favor respecto a países estacionales, quienes solamente las desarrollan en condiciones protegidas, convirtiéndose en un mercado atractivo de exportación. Por ser de consumo tanto en fresco para en ensaladas y platos típicos, como industrializado en encurtidos, en países pioneros en su producción el área

cultivada se encuentra en constante crecimiento dadas las exigencias de un mercado dinámico y en crecimiento, a nivel nacional e internacional.

2.2.2 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

Los requerimientos en cuanto a clima y suelo de la planta de pepino son los siguientes:

- **Temperatura:** El pepino se adapta a climas cálidos y templados y se cultiva desde las zonas costeras hasta los 1.200 metros sobre el nivel del mar. Por encima de 40°C el crecimiento se detiene, con temperaturas inferiores a 14°C, ocurre lo mismo, y en caso de prolongarse esta temperatura, se caen las flores femeninas. La planta muere cuando la temperatura desciende por debajo de 1°C, comenzando un marchitamiento general de muy difícil recuperación (Qian et al., 2013).
- **Humedad:** es una planta con elevados requerimientos de humedad, debido a su gran superficie foliar, siendo la humedad relativa óptima durante el día del 60-70% y durante la noche del 70-90%. Sin embargo, los excesos de humedad durante el día pueden reducir la producción, al disminuir la transpiración y en consecuencia la fotosíntesis, aunque esta situación no es frecuente. El exceso de humedad también puede provocar la aparición de enfermedades (Prono et al., 2003).
- **Luminosidad:** el pepino es una planta que crece, florece y fructifica con normalidad incluso en días cortos (con menos de 12 horas de luz), aunque también soporta elevadas intensidades luminosas. A mayor cantidad de radiación solar, mayor es la producción (Ortega et al., 2012).
- **Suelos:** el pepino se puede cultivar en una amplia gama de suelos fértiles y bien drenados; desde los arenosos hasta los franco-arcillosos, aunque los suelos francos que poseen abundante materia orgánica son los ideales para su desarrollo. Se debe contar con una profundidad efectiva mayor de 60 cm, que facilite la retención del agua y el crecimiento del sistema radicular para lograr un buen desarrollo y excelentes rendimientos. En cuanto a pH, el cultivo se adapta a un rango de 5.5-6.8, soportando incluso pH hasta de 7.5; se deben evitar los suelos ácidos con pH menores de 5.5 (Casaca, 2005).

2.2.3 MANEJO AGRONÓMICO

a) PREPARACIÓN DEL SUELO

FAO (2012) establece que, el terreno seleccionado preferiblemente con topografía plana, se prepara pasando al arado y la rastra, para dejarlo suelto y favorecer la producción de raíces del cultivo, generalmente 2 ó 3pases. Se debe realizar una cama de siembra de por lo menos 20-25 centímetros de altura para favorecer un buen drenaje.

b) SIEMBRA

De acuerdo a Filgueiras (2007) el pepino se siembra directamente en el suelo, o en algunos casos en bandejas de semilleros. Para el pepino de mesa, la distancia de plantación entre surcos varía entre 1,2 y 1,5 m y la distancia entre plantas entre 0.25m y 0.30m dependiendo la variedad utilizada y usando guías. La siembra se realiza en hoyos de 2 a 3 cm de profundidad en los que se colocan de tres a cuatro semillas por golpe, una semana después de realizar la siembra, se ralea y se deja una planta por golpe.

c) FERTILIZACIÓN

Fertilizar el cultivo de pepino con 100 Kg de Nitrógeno más 40 Kg de Fósforo por hectárea, aplicado en dos partes: la primera mitad, antes del amarre de las plantas y la segunda durante la formación y crecimiento del fruto (González y Nava, 1996). Con el objetivo de aportarle a las plantas la cantidad necesaria de nutrientes durante el ciclo productivo de acuerdo a sus etapas fisiológicas, recomiendan para la fertilización tres aspectos importantes: el contenido nutricional del material a utilizar (fertilizantes y/o abonos), los requerimientos nutricionales de las plantas y el contenido nutricional del suelo, teniendo en cuenta la extracción del cultivo (Casilimas et al., 2012).

Finalmente concluye este autor, que se debe tener en cuenta para la fertilización un balance nutricional con todos los elementos necesarios para un buen desarrollo del pepino. En el balance de los nutrientes son importantes las relaciones que deben existir entre el N:K, el K:Ca y el Ca:Mg, con el propósito de evitar antagonismos y controlar el desarrollo de las plantas y su resistencia a los factores ambientales o enfermedades, así mismo permitiendo optimizar el rendimiento.

Lukat y Sarteel (2012) advierten que, si las plantas no absorben estos nutrientes, se corre el riesgo de que estos se pierdan por diferentes vías (por ej., lixiviación, escorrentías, emisiones, etc.), con los correspondientes costes innecesarios para las explotaciones agrícolas.

d) RIEGO

Casilimas et al. (2012) se refieren al riego como la aplicación artificial de agua al suelo con el fin de cubrir la reposición del cultivo, necesarios para su crecimiento y desarrollo. Bajo condiciones de invernadero se deben conocer las necesidades hídricas del cultivo de pepino y su evapotranspiración, la cual se afecta directamente por las condiciones climáticas del lugar (temperatura, humedad, radiación) y del suelo.

Reché (2011) señala que, desde la preparación del terreno es necesario mantener buena humedad, para lograr un bulbo húmedo apropiado para el momento de siembra. En cada riego, el suelo debe quedar a capacidad de campo, sin embargo, el tiempo y frecuencia de riego está determinada por la textura del suelo y la fase vegetativa del cultivo.

2.2.4 PRODUCCIÓN DE PEPINO EN EL ECUADOR

Guerrero y Troya (2003) expresan que, la superficie cosechada de pepino en el Ecuador es de alrededor de 78,9 hectáreas; distribuidas en las provincias de:

Tungurahua 39%, Pichincha 21%, Loja 19%, Chimborazo 10%, Manabí 3%; Carchi, Los Ríos y Esmeraldas con el 2% y Azuay con el 1%.

Existen numerosos cultivos de pepino que se cultivan en la Provincia del Guayas y depende del carácter genético, variando mucho de acuerdo con su adaptación a las diferentes zonas y condiciones del suelo (AGRIPAC, 2005). Además, se recomienda la siembra del pepino en las zonas de Manabí, Loja, Milagro, Babahoyo, Santa Elena para lograr buenos rendimientos de frutos (AGRIPAC, 2004).

2.3. EFECTO DEL POTASIO EN LAS HORTILIZAS

Según Fageria (2001), la interacción entre nutrientes en las plantas cultivadas ocurre cuando al abastecimiento de uno de los nutrientes afecta la absorción y utilización de otros nutrientes, este tipo de interacción es muy común cuando un nutriente tiene un exceso de concentración en el medio de cultivo, éstas interacciones pueden ocurrir en la superficie de la raíz o dentro de la planta y pueden ser clasificadas en dos categorías principales; en la primera están los precipitados o complejos que ocurren entre iones por su capacidad de formar vínculos químicos; en la segunda es entre iones con propiedades tan similares que compiten por el sitio de adsorción, absorción, transporte y función en la raíz de las plantas o dentro de sus tejidos, estas interacciones son comunes entre nutrientes de similar tamaño, carga, geometría de coordinación y configuración electrónica, este tipo de interacción es común entre Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} , y Na^{+} .

Fageria y Baligar (1999) mencionan que, la importancia en la producción de cultivos de las interacciones nutrimentales, es un reflejo indirecto de su contribución al rendimiento, investigaciones al respecto muestran que los más altos rendimientos han sido obtenidos donde los nutrientes y otros factores del crecimiento están favorablemente balanceados, cuando uno se aleja de ese estado los antagonismos se reflejan en reducción del rendimiento; las interacciones antagonistas y sinergias están determinadas por el nivel de cada

nutriente en el suelo y la especie de la planta y algunas veces entre cultivares de la misma especie, en suma, la física, química y las propiedades biológicas del suelo también cambian los patrones de las interacciones de nutrientes en las plantas.

Mortvedet al. (1972) hacen énfasis, en la compleja naturaleza de las relaciones entre crecimiento de la planta, la concentración de nutrimentos en solución y la concentración de los mismos dentro de la planta; el crecimiento depende de varios factores que interactúan entre sí, tales como: el abastecimiento de nutrimentos, el rango de absorción de los nutrimentos, la distribución de éstos hacia sitios funcionales y la movilidad de los mismos. Grandes progresos se han logrado a éste respecto, principalmente en lo relativo a los problemas en los puntos de conexión entre factores interactuantes.

El potasio es absorbido como ion potásico K^+ y se encuentra en los suelos en cantidades variables, el fertilizante potásico es añadido a los suelos en forma de sales solubles tales como yoduro potásico, sulfato potásico, nitrato potásico y sulfato potásico magnésico (Tisdale y Nelson, 1982).Llega a las raíces de las plantas por transporte en la solución del suelo y su concentración determina cuanto potasio alcanza las raíces en un momento dado. Se debe conocer que los niveles de potasio soluble del suelo son solamente indicadores de disponibilidad momentánea. Para la exitosa producción de cultivos es más importante que se mantenga la concentración de potasio en la solución del suelo a un nivel satisfactorio a través del ciclo de cultivo (Ramírez, 1991).

El potasio según Rodríguez (1992), es absorbido por la planta en su forma catiónica, K^+ . La absorción en el suelo está relacionada a la concentración de otros cationes, como es el caso de magnesio (Mg^{++}), por problemas de competencia única, en la cual son absorbidos con mayor facilidad y velocidad los cationes que tienen una sola carga positiva que los que tienen mayor cantidad.

El potasio interviene, además, fisiológicamente en los siguientes procesos: Síntesis de azúcar y almidón, traslado de azúcares, síntesis de proteínas, interviene en la estimulación enzimática.

2.3.1 EFECTO FERTILIZANTE DEL POTASIO SOBRE EL PEPINO

Yamada (2003) indica que, existe una gran diferencia entre la cantidad de potasio tomado por varios cultivos. La cantidad de potasio removido del suelo por los cultivos es influenciada por su disponibilidad, por los requerimientos del cultivo en particular, y las condiciones físicas, químicas y biológicas del ambiente en el cual el cultivo está creciendo. Es fundamental que exista un adecuado balance entre macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio) y los micronutrientes (boro, cloro, cobalto, manganeso, hierro, molibdeno, níquel y zinc), para el buen crecimiento de las plantas y microorganismos benéficos del suelo. Estos nutrientes deben estar en el suelo desde el inicio del crecimiento, cuando es mayor la tasa de absorción de estos elementos.

Suniaga et al. (2009) en su investigación de la fertilización, mediante fertirriego, durante diferentes etapas del ciclo de cultivo del pepino, obtuvieron el mayor crecimiento vegetativo de las plantas y los mayores rendimientos, cuando el fraccionamiento de la fertilización se realizó durante todo el ciclo de cultivo, la mayor producción promedio fue de 56895 kg/ha, la cual resultó 35% más alta que la obtenida cuando todo el fertilizante fue aportado al inicio del ciclo de cultivo. Sin embargo, se considera que es posible obtener todavía mejores rendimientos, si los aportes de nutrientes se incrementan en la medida que aumentan los requerimientos de las plantas.

La aplicación de fertilizantes debe de realizarse con criterio técnico y económico, pues una aplicación incorrecta ocasiona un desequilibrio nutricional; se debe señalar que existe antagonismo entre los nutrientes que es necesario conocer, ya que una aplicación excesiva de un elemento puede

limitar la absorción de otros disminuyendo al rendimiento de las cosechas (FERTISA, 2005).

El abonamiento no debe ser efectuado con recomendaciones generales o paquetes tecnológicos, sino considerando cada finca o parcela en forma independiente. Esto hace indispensable los análisis químicos, físicos, y biológicos de los suelos, para los programas de abonamiento, así como para identificar las principales deficiencias de fertilidad (Garro, 2016).

INFOAGRO (2005) indica que, el pepino requiere de 150 a 200 kg/ha de nitrógeno y 300 kg/ha de fósforo. El fósforo se aplica totalmente a la siembra, junto con el 50% del nitrógeno; el resto se aplica a los 22–30 días después de la siembra. Cuando el suelo es deficiente en potasio, se recomienda utilizar de 110–120 kg/ha de K_2O , distribuyéndolo al voleo y luego se lo incorpora. El cultivo de pepino, para un rendimiento de 40 toneladas de frutos por hectárea, requiere 70 kg/ha de N; 50 kg/ha de P_2O_5 ; 120 kg/ha de K_2O ; 60 kg/ha de MgO. El requerimiento de potasio cambia durante el ciclo del cultivo; así, el requerimiento de K es bajo al inicio del ciclo, cuando las plantas son pequeñas; a medida que el cultivo crece las necesidades de K se incrementan, particularmente durante la etapa vegetativa, hasta la floración.

Cardona (2015) evaluó el efecto de diferentes concentraciones de potasio de solución nutritiva de Steiner sobre el rendimiento del cultivo de pepino desarrollado en un sistema hidropónico; determinando que la concentración más alta con $11,8 \text{ me L}^{-1}K^+$, estimula una mayor cantidad de frutos por planta y mayor peso de frutos.

Ezeta (2014) demostró que, los niveles de fertilización química influyeron significativamente en las características agronómicas del pepino, conforme aumentaban los niveles nutricionales aplicados, incidían positivamente en el rendimiento de frutos. El mayor rendimiento de frutos se logró con el nivel alto 180-70-190 kg/ha de NPK con 61,94 t/ha; mientras que el testigo sin fertilizar produjo 24,75 t/ha.

La efectividad de los fertilizantes órganos-mineral con humus de lombriz y NPK, tienen influencias positivas en el rendimiento, siendo el mejor tratamiento en el que se empleó el fertilizante orgánico (Humus de lombriz) a razón de 7 t/ha. (García y Romero, 2016). La fertilización orgánica por sí sola, también incrementan significativamente los rendimientos, el abono orgánico “Guanno” en dosis de 20 t/ha, promovieron el número de frutos por planta y peso de los frutos comparado con otros fertilizantes orgánicos (Calle, 2017). Sin embargo, cuando se compara la fertilización química con la orgánica, la fertilización química logra aumentar el número de frutos y longitud de frutos; el tratamiento químico presento mayor beneficio con relación de 1:2 con los orgánicos (Blandón et al., 2014).

Quinchiguango (2017) determinó que; el híbrido diamante F1 en niveles de fertilización la aplicación media mostro promedio superiores en la mayoría de las variables; número de frutos cosechados en primera categoría y total, diámetro de frutos de primera categoría, longitud de frutos de primera y segunda categoría y en peso de frutos de primera, segunda y peso total, afirmando que esta combinación (109 N-23 P-72 K) alcanzó mayor rendimiento (83933,33 kg/ha) en frutos de calidad.

Se evidencio que, el contenido fitoquímico y la calidad nutraceutica de frutos de pepino puede ser modificada mediante el aporte de potasio en la solución nutritiva (Steiner) aplicada en un cultivo de pepino desarrollado bajo condiciones hidropónicas; esta mejora en la calidad nutraceutica fue obtenida con la aplicación de 15 mm de K (Díaz et al., 2018). En otra investigación, se obtuvieron mejores resultados con la fertilización química, en la calidad nutracéutica en el contenido de vitamina C y clorofilas (Rodríguez, 2016).

La riqueza de potasio en los fertilizantes se expresa habitualmente en forma de óxido de potasio, cloruro de potasio también, nitrato de potasio, y Sulfato de potasio y magnesio, la fuente a utilizar deberá ser, generalmente, aquella que resulte más económica por unidad de nutriente aplicado (INTAGRI, 2017b).

2.4. FUNDAMENTOS GENERALES DE LA FERTILIZACIÓN POTÁSICA EN HORTALIZAS Y PEPINO

El potasio se encuentra en el suelo en distintos silicatos que forman parte de las rocas de origen magmático tales como micas, feldspatos, etc. También se combina con la materia orgánica, aunque por su escasa transformación en formas minerales es poco importante. Además, existen formas iónicas libres en la solución del suelo, adsorbidas en el complejo de cambio y fijadas en determinadas arcillas (García et al., 2009). El conocimiento y estudio de la mineralogía del suelo es fundamental para el entendimiento de las interacciones dinámicas entre la fertilización y las demandas de los cultivos (Conti, 2000).

En lo referente, a la forma de potasio, García et al. (2009), agronómicamente, la clasifica en los siguientes tipos: en la solución del suelo, lo que significa que es directamente asimilable; cambiante, es decir, fijado en la superficie de las arcillas y en el complejo arcillo-húmico, interviniendo en el intercambio catiónico con la solución del suelo; interlamina, situado entre las láminas de arcilla muy difícilmente disponible para las plantas y; la fracción mineral, no utilizable por las plantas y liberado muy lentamente por meteorización y por la acción de determinadas bacterias (Figura 2.1.).

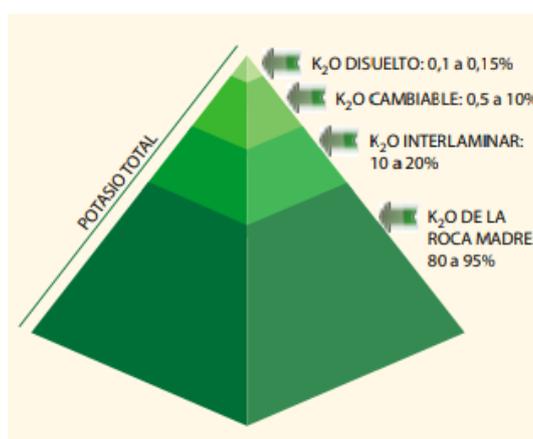


Figura 2.1. Formas de potasio en el suelo

Las formas iónicas del potasio, disueltas en la solución del suelo, se encuentran en equilibrio con el resto de fracciones en las que está presente (Figura 2.2). Debido a su baja carga y pequeño radio iónico, el potasio es fácilmente absorbido por las raíces sobre todo por difusión, pudiendo incluso absorberse cantidades superiores a las necesarias sin que por ello se produzcan efectos negativos. (García et al., 2009).



Figura 2.2. Formas y evolución del potasio en el suelo

Navarrete (2005), en su estudio de absorción de nutrientes en el cultivo de pepino bajo condiciones de campo manifiesta que, la etapa de mayor demanda nutricional es la de fructificación y cosecha debido a que representa el 60% del total de materia seca acumulada. El nutriente que más se consume es el potasio, debido a su alta concentración tanto en el fruto como en el resto de la planta.

Barraza (2017) cuantificó los contenidos de N, P, K, Ca y Mg en la materia seca total de plantas y a partir de estos datos calculó la absorción. Se encontró que la mayor absorción de nutrimentos ocurrió con la solución nutritiva de Steiner al 175% de concentración, lo que equivale a 13,055 N; 5,730 P; 15,143 K; 37,281 Ca y 9,750 Mg g/planta, estableciendo que, a mayor concentración de las soluciones nutritivas, se presentó mayor absorción de macro nutrimentos

Con base en las curvas de absorción que determinó Fuentes (2015) indica que, en la fase vegetativa el cultivo utilizó menos del 1% de los nutrientes; durante la fase de floración, el cultivo requirió cerca del 26% de N, P, K y Cu, el 16% de Zn, Fe y Mg, mientras que se utilizó solo el 5% de calcio y manganeso. En la etapa de fructificación, el cultivo requirió del 73% de N, P, K y Cu, el 83% de Zn, Fe y Mg, y el 94% de calcio y manganeso.

El contenido de K en los tejidos de la planta se define generalmente como deficiente, adecuado, o excesivo para un determinado órgano de la planta. Para conocer el estado nutricional de la planta se recurre con frecuencia al análisis de la lámina foliar. En algunos casos se elige una etapa crítica en el desarrollo del cultivo (Kant y Kafkafi, 2002).

Betrán et al. (2006) resaltan que la riqueza de potasio en los fertilizantes se expresa habitualmente en forma de óxido de potasio (K_2O), y también se expresan en esta forma las necesidades de las plantas. Por su parte, en el suelo (o en planta) se expresa habitualmente en forma de potasio elemental (K). El fertilizante potásico más abundante es el Cloruro de Potasio (KCl) que se explota en yacimientos de ese mineral y se usa directamente o una vez transformado o combinado con otros nutrientes. En el Cuadro 2.1, se describe la riqueza de nutrientes en los fertilizantes potásicos más comúnmente empleados en la fertilización de cultivos. La decisión sobre cual fuente utilizar debe ser, en general, económica, es decir aquella que resulte más económica por unidad de nutriente aplicado.

Cuadro 2.1. Composición de los fertilizantes potásicos comerciales más comunes

Fuente	COMPOSICIÓN (% EN PESO)					
	N	P2O5	K2O	S	CaO	MgO
Cloruro de potasio	-	-	60-62	-	-	-
Sulfato de Potasio	-	-	50-52	17	-	-
Nitrato de Potasio	13	-	44	-	-	-
Sulfato de Potasio y Magnesio	-	-	22	22	-	18

2.4.1 ASPECTOS HISTÓRICOS DE LA FERTILIZACIÓN POTÁSICA

Salmerón y García (1994) relatan que, desde hace mucho tiempo (430 a.C) la práctica del uso de abonos orgánicos como medio para enriquecer el suelo ya era realizada. En La Odisea Homero hace referencias a la utilización de estiércol como abono para las viñas del padre de Ulises. Xenofonte menciona en sus escritos de prácticas agrícolas; el enterrado de plantas verdes como medio de enriquecer el suelo. Los romanos influenciados por las obras griegas sobre agricultura, escribieron también algunas obras en las que mencionaban algunas prácticas como: labranza, abonos verdes, rotación de cultivos, uso de cal, aplicación de estiércol, y cultivo de legumbre para el mejoramiento del suelo.

Estos mismos autores narran también investigaciones de varios autores a través del tiempo: Sesure (1804) en sus estudios transmitió nuevas ideas y demostró la absorción de oxígeno y la devolución de CO₂, en la respiración de la planta así como el proceso de la fotosíntesis; Berthelot (1885) demostró que ciertos microorganismos pueden asimilar el nitrógeno del aire; al año siguiente Hellria y Wilfrat, presentaron una comunicación en la que demostraban la relación entre los microorganismos y la fijación del nitrógeno atmosférico; Prinischikov (1893), desarrollo investigaciones profundas con la producción, aplicación y efectos fisiológicos de los distintos abonos nitrogenados, fosfóricos y potásicos sobre cultivos agrícolas y estableció el siguiente esquema:

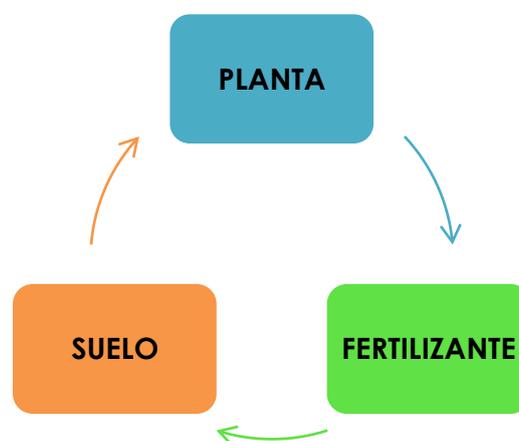


Figura 2.3. Esquema propuesto por Prinischikov (1893)

Durante el siglo XIX, la harina de hueso fue uno de los primeros materiales objeto de comercio a gran escala para su empleo como fertilizante. Sin embargo, su uso fue limitado por no haberse logrado establecer, con un mercado estable. Para 1843 Perú empezó a hacer uso de sus depósitos de Guano y exportarlo para su uso como fertilizante, pero estos fueron consumidos rápidamente teniendo que disminuir su abastecimiento, por el agotamiento de sus depósitos (Salmerón y García, 1994). Es de señalar que el empleo a gran escala del guano como abono, impulso la introducción de muchas granjas, la nueva práctica de la fertilización con abonos orgánicos a las plantas cultivadas (Pujol, 1998)

Navarro (2015) destaca que, en 1842 Justus Von Liebig fundó la teoría mineral, estableciendo definitiva y exactamente los principios de la alimentación mineral de las plantas. Liebig planteaba que: todas las plantas se nutren de elementos inorgánicos o minerales, -la planta vive de ácido carbónico, agua, amoníaco, nitrato, ácido fosfórico, silícico, sulfúrico, cal, magnesio, potasio, hierro, y que algunas plantas exigen también sal- y añadía: "determinando las cantidades de cenizas contenida en la planta que han crecido en los diferentes suelos y analizando sus cenizas, se podrá conocer los elementos que varían y los que existen constantemente en una sola y misma planta". Estos análisis darán la suma de los elementos extraídos de la tierra por las cosechas e indican los que precisan restituirle para su crecimiento y desarrollo.

2.4.2 TENDENCIAS Y TECNOLOGÍAS ACTUALES DE LA FERTILIZACIÓN POTÁSICA

Según la FAO (2009), el consumo mundial de fertilizantes aumentó desde 1997/98 a 1999/2000, descendió en 2000/01 aproximadamente un 3% y a partir de entonces aumentó en torno al 3%. Desde 2002/03 a 2003/04, el consumo de fertilizantes descendió en los países desarrollados (aproximadamente un 12%) y se incrementó en los países en desarrollo un 7,8%. Comparado con el año 2002/03, el consumo de nitrógeno aumentó un 1,4%, el de fósforo un 0,5% y el de potasio un 10,3%.

Esta institución menciona señala además que, la demanda mundial de fertilizantes potásicos aumentará a un ritmo medio anual de aproximadamente un 1,8%, equivalente a un incremento de 2,5 millones de toneladas. En torno a un 45% de este crecimiento tendrá lugar en Asia y un 50% en América. La demanda en Europa Central aumenta un 1,5% al año. La demanda en Europa Occidental descenderá aproximadamente un 0,7% hasta 2009/10. En Europa del Este y Asia Central se prevé que la demanda aumente un 3,4% anual.

Méndez y Lira (2019) resaltan que, en los sistemas agrícolas emanados de la Revolución Verde, el empleo de agroquímicos sintéticos deteriora las condiciones del suelo, debido al incremento de metales pesados, agentes tóxicos y disminuye la fertilidad natural. Además, la poca o nula incorporación de materia orgánica que proporcionan los fertilizantes inorgánicos, hace que los microorganismos benéficos sean perjudicados y afecta la capacidad del suelo para retener agua y nutrientes.

González et al. (2005) resaltan que, uno de los retos de la industria de fertilizante está en desarrollar nuevos tipos de materiales especiales que eviten o reduzca la contaminación ambiental. Entre estos materiales encontramos a los fertilizantes de liberación lenta o controlada (FLC), los cuales permiten mejorar la eficiencia y el aprovechamiento de los nutrientes pues se encuentran disponibles durante un periodo de tiempo más largo en las plantas, lo que provoca su asimilación más lenta evitando las posibles pérdidas de los mismos. El principal proceso de obtención de los FLC está dado en proteger por recubrimiento o encapsulación un fertilizante convencional soluble haciéndolo un material insoluble, semipermeable o impermeable, controlando la penetración del agua y el por ciento de dilución y de liberación de nutrientes de acuerdo a las necesidades de las plantas.

Ancín (2011) reseña que, entre las tecnologías de la fertilización potásica se encuentran: los fertilizantes minerales o inorgánicos potásicos, estos sólidos pueden ser en polvo, cristalinos y granulado, de forma esférica, permiten que la distribución mecánica sea uniforme, el 90% de las partículas presenta

diámetros entre 1 y 4 mm, los perlados son de diámetro uniforme; los fertilizantes orgánicos utilizan sustancias naturales, mantiene y fomenta la fertilidad del suelo y protege el ambiente. Los fertilizantes constituyen tecnologías de gran importancia en agro-ecosistemas modernos y el conocimiento de sus propiedades resulta una herramienta importante para optimizar su manejo en los sistemas agrícolas.

Como alternativa Lagler (2017) señala que, los bioinsumos como productos de origen biológico constituyen una de las soluciones sustentables para la mejora de las buenas prácticas agrícolas ligadas a conservar el ambiente. La fertilización biológica, en la que intervienen diferentes microorganismos, es utilizada en la agricultura para mejorar la eficiencia en el uso de nutrientes con distintos efectos favorables como la promoción de su crecimiento vegetal, fijación de nitrógeno, solubilización de nutrientes, efectos de biocontrol, entre otros.

Por otra parte Chemicals (2017) destaca que, la nutrición foliar es una solución excelente cuando el sistema radicular de la planta no está funcionando de manera óptima o cuando la nutrición que se aplica en el suelo no es suficiente. Esta forma de alimentar a la planta es la ideal cuando la absorción de la raíz está afectada por factores como una temperatura demasiado fría o caliente del suelo, un valor alto del pH, abundancia de malas hierbas o la aparición de nematodos. Los fertilizantes foliares también son perfectos para usarse como herramienta preventiva para evitar y reducir situaciones de estrés.

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La zona de estudio se desarrolló en la biblioteca del campus politécnico de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” localizada en el sitio el Limón perteneciente al cantón Bolívar, Manabí.



Figura 3.1. Ubicación geográfica del área de estudio

3.2. DURACIÓN

La investigación tuvo una duración de 7 meses, se inició en mayo y finalizó en noviembre del 2020 dentro de un año calendario, incluyendo la elaboración y ejecución del trabajo.

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La metodología que se ejecutó para la presente investigación fue de corte cualitativa e interpretativa, el cual determinó el procedimiento de selección, acceso y registro de la muestra documental.

El estado del arte propuesto en este trabajo es también: “una investigación con desarrollo propio que se inscribe en el campo de la investigación documental” (Gómez et al., 2015, p. 425). Su finalidad esencial es dar cuenta de: “construcciones de sentido sobre datos que apoyan un diagnóstico y un pronóstico en relación con el material documental sometido a análisis” (Hoyos, 2000, p. 57).

3.4. TÉCNICA BIBLIOGRÁFICA

Se empleó una matriz bibliográfica diseñada en Excel donde se inventariaron todos los textos que conformaron el universo y sobre el cual se aplicaron filtros de selección para localizar, identificar y acceder a aquellos documentos que contenían la información pertinente para la investigación.

3.5. PROCEDIMIENTO

Se reseñaron un total de 80 documentos de diverso tipo de material: artículos de revista, trabajos de investigación, libros, trabajos de grado de pregrado y posgrado, folleto, entre otros.

El plan de análisis consistió en dos lecturas: una lineal que exigió la revisión consecutiva de la información obtenida en las fuentes bibliográficas, y transversal que permitió la comparación de las fuentes a partir de los filtros aplicados para identificar las repeticiones, vacíos, confirmaciones, ampliaciones, falencias, así como la calidad y cualidad de la información sobre el objeto de investigación.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CONTEXTUALIZACIÓN DE LOS FUNDAMENTOS GENERALES DE LA FERTILIZACIÓN POTÁSICA EN EL CULTIVO DE PEPINO.

El potasio (K⁺) es uno de los nutrimentos más importantes en el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que participa en diferentes procesos bioquímicos y fisiológicos de los vegetales (INTAGRI, 2017a) Encontrándolo dentro de la solución de las células de la planta y su aplicación esta direccionada a mantener la presión de turgencia de la célula (lo que significa que evita que la planta se marchite prematuramente) (PROMIX, 2021).

Fundamentalmente desempeña funciones esenciales en síntesis de proteínas, fotosíntesis, transferencia de energía, transporte en el floema, equilibrio anión-cación y resistencia al estrés biótico y abiótico (INTAGRI, 2017a), así como, en la activación enzimática y en la osmorregulación que tiene lugar en los procesos de apertura y cierre estomáticos, que permiten la salida de vapor de agua y gases residuales (Bonilla, 2008; INTAGRI, 2017a; PROMIX, 2021).

Al respecto de las funciones esenciales, Larriva (2003) destaca que, el K es requeridos por más de cincuenta enzimas para aumentar la velocidad de reacción y por cuarenta procesos enzimáticos para su normal actividad en la síntesis de fotofosforización (sintetiza ATP), glicólisis, fosforilización oxidativa, respiración (influye en la ATP), síntesis de proteínas y síntesis de glicógeno y almidones. El K mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades (FAO, 1992).

4.2. CLASIFICACIÓN DESCRIPTIVA DE LA INFORMACIÓN RELEVANTE RELACIONADA A LA INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN POTÁSICA EN LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DEL PEPINO.

La aplicación de niveles altos de fertilización potásica ($76 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$), en el cultivo de pepino, influyó tanto en la calidad como en la producción, obteniendo los mejores resultados en las variables número de frutos (23,25), diámetro de frutos (0,060 m), longitud de fruto (0,225 m), días a la floración (30,42), días a la cosecha (47,75), peso de frutos (379,4 g) y rendimiento ($14,98 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) debido a que los nutrientes incorporados al sustrato indujeron un mayor desarrollo del cultivo (Zeas, 2016). Similares, resultados alcanzo Cardona (2015) cuando evaluó el efecto de diferentes concentraciones de potasio de solución nutritiva de Steiner sobre el rendimiento del cultivo de pepino desarrollado en un sistema hidropónico; determinando que la concentración más alta con $11,8 \text{ me L}^{-1} \text{ K}^+$, estimula una mayor cantidad de frutos por planta y mayor peso de frutos.

Ezeta (2014) demostró que, los niveles de fertilización química influyeron significativamente en las características agronómicas del pepino, conforme aumentaban los niveles nutricionales aplicados, incidían positivamente en el rendimiento de frutos. El mayor rendimiento de frutos se logró con el nivel alto $180\text{-}70\text{-}190 \text{ kg/ha}$ de NPK con $61,94 \text{ t/ha}$; mientras que el testigo sin fertilizar produjo $24,75 \text{ t/ha}$.

Pereira (2015) señala que los niveles altos de fertilización 80 kg/ha^{-1} de K tuvieron mayores rendimientos en diversas variedades de pepino, con promedios de $42,62 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. De igual forma, Bello (2019) midió, el efecto de la aplicación de diferentes niveles de potasio y dosis uniforme de nitrógeno; obteniendo los mejores resultados en el número de frutos por planta (5,94), longitud y diámetro de frutos (18,13 y 4,72 cm respectivamente), peso de frutos (260,28 gr). Obteniendo rendimientos de $15744,78 \text{ kg/ha}^{-1}$, en dosis de 100 kg/ha^{-1} de K.

Quinchiguango (2017) demostró, que en niveles de fertilización la aplicación media (72 Kg/ha^{-1} de K_2O) mostro promedio superiores en las variables de longitud de planta, diámetro de tallo, número de frutos cosechados en primera categoría y total, diámetro de frutos de primera categoría, longitud de frutos de primera y segunda categoría y en peso de frutos de primera, segunda y peso total. Obteniendo el rendimiento más alto con $83933,33 \text{ kg/ha}^{-1}$.

Zambrano et al. (2002), determinaron que, la planta de pepino realizó mayores extracciones de K (20 kg/ha^{-1}) a medida que se incrementan las dosis de fertilizantes. La dosis alta (120 kg/ha^{-1}) produjo los mayores rendimientos con $20562,8 \text{ kg/ha}^{-1}$, y la dosis media (60 kg/ha^{-1}) $19023,6 \text{ kg/ha}^{-1}$, siendo estadísticamente similares entre sí.

Fuentes (2015) establece que más del 51% del K absorbido es utilizado por los frutos, el 31% por las hojas, el 12% por los tallos, el 5% por las hojas, y menos del 1% por raíz y zarcillos. Además, determina, que a los 105 días después del trasplante se percibe el máximo valor acumulado de absorción de K, con $442,9 \text{ kg/ha}^{-1}$; durante la etapa vegetativa (hasta 15 días después del trasplante) el cultivo utilizó menos del 1% de potasio total, en la etapa de floración (de 16 a 45 días después del trasplante) el 26%, mientras que durante la etapa de fructificación y cosecha (46 a 120 días después del trasplante) más del 73%. En este aspecto Navarrete (2005), refiere que efectivamente la absorción de nutrientes en el cultivo de pepino bajo las condiciones de campo tiene una mayor demanda nutricional, en las etapas fenológicas de fructificación y cosecha, debido a que representa el 60% del total de materia seca acumulada, siendo el potasio el nutriente que más consume, debido a su alta concentración tanto en el fruto como en el resto de la planta.

4.3. CATEGORIZACIÓN CRONOLÓGICA Y TECNOLÓGICA DE LA INFORMACIÓN RELACIONADA A LA INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN POTÁSICA EN LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DEL PEPINO.

A principios del siglo 19, las técnicas y tecnologías agropecuarias habían mejorado tanto que el rendimiento por unidad de tierra fue muchas veces mayor que el alcanzado en la Edad Media. La identificación del nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) como factores críticos en el crecimiento de plantas condujo a la fabricación de fertilizantes sintéticos, aumentando aún más los rendimientos de los cultivos (Janick 2006 citado por Ramírez et al., 2015).

La revolución verde, extendida en década de los 60 consistió en la difusión y propagación de tecnologías que ya existían, pero que no habían sido ampliamente implementadas, ejemplos de estas tecnologías son el riego, pesticidas, fertilizantes de nitrógeno sintético, variedades mejoradas, entre otras (García et al., 2009; Pollock 2007 citados por Ramírez et al., 2015). Observándose, que el rendimiento del pepino a nivel mundial ha aumentado progresivamente, desde aquella época cuya producción promedio era $9,43 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, y actualmente alcanza $39,35 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, según las estadísticas (FAO, 2021).

Existe diferente fuente de potasio, su riqueza en los fertilizantes se expresa habitualmente en forma de óxido de potasio, cloruro de potasio también, nitrato de potasio, y Sulfato de potasio y magnesio, la fuente a utilizar deberá ser, generalmente, aquella que resulte más económica por unidad de nutriente aplicado (INTAGRI, 2017b).

Paredes (2014) manifiesta que, se han realizado un importante esfuerzo para la creación de fertilizantes especiales que contribuyan a incrementar la eficiencia de utilización de los nutrientes por los cultivos, y evitar pérdidas mediante la lixiviación del K. El costo de un fertilizante de liberación controlada frente a un fertilizante convencional es más elevado, pero se compensa al prescindir de costos de mano de obra en la aplicación y al aumentar sensiblemente los rendimientos.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Fundamentalmente desempeña funciones esenciales en síntesis de proteínas, actividades enzimáticas, fotosíntesis, transferencia de energía, transporte en el floema, en la osmorregulación que tiene lugar en los procesos de apertura y cierre estomáticos equilibrio anión-cation y resistencia al estrés biótico y abiótico
- La fertilización potásica influye en la productividad y calidad del pepino, aumenta el número de frutos, peso de frutos, diámetro y longitud de frutos, concentrándose su mayor demanda nutricional, en las etapas fenológicas de fructificación y cosecha
- La información cronológica de mayor importancia sobre la fertilización reviste a principio del siglo 19 y en la década del 60 “revolución verde”, donde se identificó al potasio como uno de los tres factores críticos responsable de la productividad y calidad del pepino.

5.2. RECOMENDACIONES

- Proyectar programas de fertilización que incida en formas positivas en los diferentes procesos fisiológicos.
- Aplicar los aportes nutricionales de potasio en forma oportuna y adecuada particularmente durante la etapa de fructificación y cosecha.
- Innovar la aplicación de fertilizantes potásicos con tecnología que contribuya en la productividad y en la calidad del pepino.

BIBLIOGRAFÍA

- AGRIPAC. (2004). Pepinos híbridos. *Hojas divulgativas*, 2(3), 12-18.
- AGRIPAC. (2005). *Manual sobre el cultivo de pepino y sus tipos de híbridos*. Guayaquil.
- Ancín, M. (2011). Evaluación de diferentes tipos de fertilizantes químicos y orgánicos en la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L. var. alubia) en el distrito de san juan de castrovirreynahuancavelica (Perú). Universidad Pública de Navarra. Recuperado de <http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/3454/577423.pdf?sequence=1>
- Aguado, L., Etchevers, J., Hidalgo, C., Galvis, A., y Aguirre, A. (2002). Dinámica del potasio en suelos agrícolas. *Revista Agrociencia*, 36(1), 11-21.
- Barraza, F. (2017). Absorción de N, P, K, Ca y Mg en cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo sistema hidropónico. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 11(2), 343-350.
- Barreiro, P. (2011). *Sensores para la caracterización del suelo agrícola*. España: Departamento de Ingeniería Rural.
- Benitez, D. (2012). *Cultivo de pepino*. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo.
- Betrán, A., Espada, D., Gutiérrez, G., Isla, I., Orús, M., Quílez, P. y Yangué, S. (2006). *Fertilización Nitrogenada*. Aragon, España: Centro de Transferencia Agroalimentaria. Departamento de Agricultura y Alimentación.
- Bello, G. (2019). Efecto de la aplicación de diferentes niveles de potasio y dosis uniforme de nitrógeno sobre el rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en Yurimaguas. (Tesis Ing. Agrónomo). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú.
- Bonilla, I. (2008). Introducción a la nutrición mineral de las plantas: los elementos minerales. En Azcón, J. y Talón, M. (Eds.), *Fundamentos de fisiología vegetal*, 2 ed. (pp. 103-121). Madrid, España: McGRAW-HILL.
- Blandón, Z., Blandón, E. y Fernández, N. (2014). Evaluación de fertilización orgánica y química en el rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.). (Tesis Ing. Agroecología Tropical). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Leon. Jinotega, Nicaragua.

- Burbano, H. (2013). La sociedad depende del todo y las partes: naturaleza y suelo. *Revista Tendencias*, 14, 9-22.
- Burbano, H. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. *REVISTA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS*, 33(2), 117-124.
- Calle, R. (2014). Evaluación agronómica del pepinillo (*Cucumis sativus* L.) híbrido diamante, cultivado aplicando diferentes abonos orgánicos comerciales en el cantón Cumandá (Tesis Ing. Agrónomo). Universidad Técnica de Ambato. Cevallos, Ecuador.
- Cardona, B. (2015). Efecto de potasio sobre la calidad y el rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) desarrollado en un sistema hidropónico. (Tesis Ing. Agrónomo en Horticultura). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México.
- Casaca, A. (2005). *Guías tecnológicas de frutas y vegetales*. Banco Interamericano desarrollo.
- Casilimas, H., Monsalve, O., Bojaca, C., y Gil, R. (2012). *Manual de producción de pepino bajo invernadero*. Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- Conti, E. (2000). Dinámica de la liberación y fijación de potasio en el suelo. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires, Argentina. Recuperado de [http://lacs.ipni.net/0/C2645DDD711C34D303257967007D6ED5/\\$FILE/AA%204.pdf](http://lacs.ipni.net/0/C2645DDD711C34D303257967007D6ED5/$FILE/AA%204.pdf)
- Chemicals, I. (2017). Nutrición Precisa. ICL Specialty Fertilizers. Recuperado de https://iclsf.com/uploads/IBERIA/General_Downloads/Spec%20Ag/CATALOGUES/Catalogo_Agricultura_2017.pdf
- De la Horra, D., Jiménez, P., y Conti, M. (1998). Effect of potassium fertilizers on quantity-intensity parameters in some Argentine soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 29, 671-680.
- Díaz, H., Preciado, P., Sánchez, E., Esparza, J., Fortis, M. y Álvarez, E. (2018). El potasio en la calidad nutracéutica de frutos de pepino hidropónico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 20, 4245-4250.
- Ezeta, H. (2014). Respuesta agronómica y rendimiento de frutos de los pepinos híbridos 'diamante' y 'amanda' a la aplicación de diferentes niveles de fertilización química. (Tesis Ing. Agrónomo). Universidad Técnica De Babahoyo. Babahoyo, Ecuador.

- Fageria, N., y Baligar, V. (1999). Growth and nutrient concentrations of common bean, lowland rice, corn, soybean, and wheat at different soil pH on an inceptisol. *Journal of Plant Nutrition*, 22, 1495-1507.
- Fageria, V. (2001). Nutrient interactions in crop plants. *Journal of Plant Nutrition*, 24(8), 1269-1290.
- FAO. (1992). *Los fertilizantes y su uso*. Recuperado el 8 de 2 de 2021, de <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>
- FAO. (2009). *Tendencias mundiales actuales y perspectivas de los fertilizantes al 2009/10*. Roma, Italia: FAO.
- FAO. (2012). *Producción vegetal*. Roma, Italia: FAO.
- FAO. (2015). *Los suelos sanos son la base para la producción de alimentos saludables*. Colombia: FAO.
- FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). FAOSTAT: cultivos. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/es/#data>
- FERTISA. (2005). *Folleto sobre fertilización en hortalizas*. Guayaquil.
- Filgueiras, O. (2007). Silicio en la agricultura. *Revista Pesquisa*, 2, 140-149.
- Fuentes, E. (2015). Descripción de la dinámica de absorción nutrimental en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L. Híbrido diomedea), bajo condiciones de invernadero en el centro experimental docente de la facultad de agronomía (CEDA), Guatemala, C.A. (Tesis Ing. Agrónomo). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- García, P., Lucena, J., Ruano, S., Nogales, M., López, L., y Betrán, J. (2009). *guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España*. España: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- García, Y. y Romero, F. (2016). Evaluación de la fertilización órgano-mineral del cultivo de pepino en la finca Los Ramírez, Municipio Manatí. *Medio Ambiente*, 43, 6-21.
- Gardi, A., Barceló, S., Comerma, J., Cruz, C., Encina, A., y Jones, A. (2014). *Atlas de suelos de América Latina y el Caribe*. Luxembourg: Comisión Europea.
- Garro, J. (2016). *El suelo y los abonos orgánicos*. SanJose, Costa Rica: INTA

- Gómez, M., Galeano., C. y Jaramillo, A. (2015). El estado del arte: una metodología de investigación. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 6(2), 423-442.
- González, C., y Nava, L. (1996). *Guía para cultivar pepino de piso en la costa de Nayarit*. México: INIFAB.
- González, M., Rodríguez, M., Hernández, M., Rodríguez, C., Rieumont, J., Cuesta, E., Sardinias, C. y Morales, A. (2005). Obtención de un fertilizante de liberación lenta y controlada enriquecido con diferentes plantas marinas. *Revista Cubana de Química*, 17(3), 25-31.
- Guerrero, F., y Troya, R. (2003). *Estudio del potencial agroindustrial y de exportación para la producción del pepino en la Península de Santa Elena y los recursos necesario para su implantación*. Ecuador: Escuela Politécnica del Litoral de Guayaquil.
- Haby, V., Ruselle, P., y Skogley, O. (1990). *Testing soils for potassium, calcium, and magnesium*. Madison, Wisconsin: Soil Science Society of America, .
- Hortofruticola, D. d. (2014). *Producción Mundial De Pepino 2014*. Obtenido de Hortoinfo: <http://www.hortoinfo.es>
- Hoyos, C. (2000). Un modelo para investigación documental: guía teórico-práctica sobre construcción de Estados del Arte con importantes reflexiones sobre la investigación. Señal Editora. Medellín:
- Imas, P. (2012). El potasio: nutriente esencia para aumentar el rendimiento y la calidad de las cosechas. *ICL Fertilizers*, 1-5.
- INFOAGRO. (2005). *El cultivo de pepino*. México.
- INTAGRI. (2017a). Las Funciones del Potasio en la Nutrición Vegetal. Serie Nutrición Vegetal Núm. 100. Artículos Técnicos de Intagri. México. 4 Recuperado de 2021. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/las-funciones-del-potasio-en-la-nutricion-vegetal>
- INTAGRI. 2017b. Criterios para la Fertilización Potásica en Cultivos. Serie Nutrición Vegetal. Núm. 86. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p. Recuperado de: <https://www.intagri.com/articulos/cereales/criterios-para-la-fertilizacion->.

- Kant, S y Kafkafi, U (2002). Absorción de potasio por los cultivos en distintos estadios fisiológicos. The Hebrew University of Jerusalem, Faculty of Agricultural, Food and Environmental Quality Sciences, Rehovot, Israel. Recuperado el 3 de diciembre de 2020 de <https://www.ipipotash.org/uploads/udocs/Sesion%20V.pdf>
- Lagler, J.(2017). Bioinsumos: Distintas percepciones haciendo foco en la fertilización biológica. *Revista de la Facultad de Agronomía UBA*, 37(1), 73-89.
- Larriva, N. (2003). Síntesis de la importancia del potasio en el suelo y plantas. *Revista la Graja*. 2(1): 23-24.
- Lukat, E. y Sarteel, M. (2012). *Buenas prácticas para reducir la pérdida de nutrientes en la región de Murcia (España)*. Berlín, Alemania: Ecologic Institute.
- Méndez, B y Lira, R. (2019). Uso potencial de la zeolita en la agricultura sustentable de la nueva revolución verde. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 6(17), 191-193.
- Moreira, J. (2013). *Fertilización química en la producción de Pepino en la zona de Valencia - Los Ríos*. Quevedo: Publicaciones Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Mortvedt, J., Giordano, M., y Lindsay, L. (1972). *micronutrients in agriculture*. Inc. Madison.
- Mutscher, H. (1997). *Measurement and Assessment of Soil Potassium*. International Potash Institute.
- Navarrete, R. (2005). Curvas de absorción de nutrientes en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de campo en Zamorano. (Proyecto Ing. Agrónomo). Zamorano. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Honduras.
- Navarro, G. (2015). Química Agrícola. Evolución y concepto. Facultad de Química. Universidad de Murcia. Recuperado de <https://www.um.es/documents/811811/13016255/Quimica+Agricola+Evolucion+y+concepto.pdf/1c673c81-a704-4789-acee-96548d8dda33>
- Ortega, E., Montoya, S., y Asensio, C. (2012). *Prácticas y Seminarios de Producción de Materias Primas* (Segunda ed.). Editorial Universidad de Granada.

- Paredes, D. (2014). Fertilizantes de liberación controlada: una alternativa en cultivos de ciclo corto
- Pereira, N. (2015). Efecto de niveles de fertilización en cinco variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) en Santa Ana, La Convención. (Tesis Ing. Agrónomo). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Quillabamba, Perú.
- PROMIX. (2021). Rol del potasio en el cultivo de plantas. Recuperado de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-potasio-en-el-cultivo-de-plantas/>
- Prono, H., Schreiner, M., Huyskens, S., y Ludders, P. (2003). Effect of ripening stage and storage temperature on postharvest quality of pepino. *Food Agriculture & Environment.*, 1(1), 35-41.
- Pujol, J. (1998). La difusión de los abonos minerales y químicos hasta 1936: El caso español en el contexto europeo. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/197315.pdf>.
- Qian, C., He, Z., Zhao, Y., Mi, H., Chen, X., y Mao, L. (2013). Maturity dependent chilling tolerance regulated by the antioxidative capacity in postharvest cucumber (*Cucumis sativus* L.) fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, (93), 626-633.
- Quinchiguango, E. (2017). Evaluación del rendimiento de dos híbridos de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) sometidos a tres niveles de fertilización química en la zona de Monte Olivo, Cantón Bolívar, Provincia del Carchi. (Tesis Ing. Agronomo). Universidad Técnica de Babahoyo. Espejo, Ecuador.
- Ramírez, R. (1991). *El uso eficiente de los fertilizantes y el incremento de la productividad agrícola en Venezuela*. Venezuela.
- Ramírez, Bismark, & Garzón. (2015). *Innovación tecnológica en el sector agropecuario*. Recuperado de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/6848/1/84%20INNOVACION%20TECNOLOGICA%20EN%20EL%20SECTOR%20AGROPECUARIO.pdf>
- Reché, J. (2011). *Cultivo del pepino en invernader*. Ministerio de Medio Ambiente Medio Rural y Marino.

- Reho, A. (2015). El pepino Sinaloense continúa escalando su exportación. *Revista Hortalizas*, 1(1), 15-19.
- Rodríguez, Y. (2016). Calidad comercial y producción de frutos de pepino injertado y cultivado en dos modalidades de fertilización. (Tesis Ing. Agrónomo). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo Coahuila, Mexico.
- Rodríguez, S. (1992). *Fertilizantes, nutrición vegetal*. México: AGT Editor.
- Saavedra, J. (2015). *El suelo en nuestra vida*. . Agricultura e Innovación.
- Salmerón, M., y García, C. (1994). *Fertilidad y fertilización de suelos* . Nicaragua : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA .
- Sánchez, S. (2015). *Biofortificación con potasio en pepinos*. Universidad de Granada.
- Sparks, D., y Huang, P. (1985). *Physical chemistry of soil potassium*. Wisconsin: Soil Science Society of America.
- Suniaga, J., Rodríguez, A., Rázuri, L., Romero, E. y Montilla, E. (2009). Fertilización, mediante fertirriego, durante diferentes etapas del ciclo de cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) en condiciones de bosque seco premontano. *Agricultura Andina*, 15, 56-65.
- Tisdale, S., y Nelson, W. (1982). *Fertilidad de los suelos y fertilizantes*. México: Editorial Uteha.
- Yamada, T. (2003). Como mejorar la eficiencia de la fertilización aprovechando las interacciones entre nutrientes. *Agronómicas*(50), 1-6.
- Zambrano, J., Rodríguez, E. y Pire, R. (2002). Crecimiento, producción y extracción de N-P-K en plantas de pepino (*Cucumis sativus* L.) en diferentes dosis de fertilizante. *Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture*. 46: 85-88.
- Zeas, E. (2016). Evaluación de cuatro sustratos y tres niveles de fertilización en el cultivo semihidroponico de pepinillo de sal (*Cucumis sativus* L.). (Tesis Ing. Agropecuario). Universidad Técnica de Ambato. Cevallos, Ecuador

ANEXOS

Anexo 1: Realizando la investigación

