

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



EFECTO DE TRES DOSIS DE SOLUCIONES NUTRITIVAS EN LA PRODUCCIÓN DE DOS VARIEDADES DE PEPINO (*Cucumis sativus L.*) EN CONDICIONES DE FITOTOLDO EN K'AYRA - CUSCO

Tesis presentada por el Bachiller en Ciencias Agrarias:

ERIK IVAN CCAHUA CUSIHUAMÁN, para optar

al Título Profesional de **INGENIERO**

AGRÓNOMO. Asesor:

Mgt. Juan Wilbert Mendoza Abarca

Patrocinador:

Centro de Investigación en Suelos y Abonos - CISA

CUSCO - PERÚ

2019

DEDICATORIA

Esta tesis dedico al señor de Qolloritty y a la Virgen de Natividad de Chinchero, por oír mis oraciones para el cuidado de mi familia y de mi hogar, guiando mi rumbo a cada momento, para ser siempre cada vez

A mis amados padres Isabel Cusihuaman y Honorato Ccahua, quienes son el eje primordial de mi formación e impulsora para alcanzar, todos mis objetivos trazados.

A Henry y Marilia mis hermanos que siempre me motivan para seguir adelante y concretar mis metas.

A mi abuelita Anselma Quispe, por brindarme todo su cariño y apoyo para lograr ser profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a la Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco, en lo particular a la Facultad de Ciencias Agrarias y Escuela Profesional de Agronomía, así como a toda la plana docente que fueron parte de mi formación profesional.

De la misma manera mismo agradezco a mí excelentísimo asesor Al Mgt. Juan Wilbert Mendoza Abarca por su gran apoyo incondicional para la realización de mi trabajo de investigación.

Mi eterno agradecimiento Al Mgt. Arcadio Calderón Choquechambi, por sus orientaciones que ha sido primordial durante la realización del presente trabajo de tesis.

Agradezco al Centro de Investigación en Suelos y Abonos (CISA), por haberme brindado su infraestructura y los materiales indispensables en la instalación del campo experimental.

El Autor

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Identificación del problema	3
1.2. Formulación del problema	4
1.2.1. Problema general	4
1.2.2. Problemas específicos.....	5
II. OBJETIVOS y JUSTIFICACIÓN.....	6
2.1. Objetivo general.....	6
2.2. Objetivos específicos	6
2.3. Justificación	6
III. HIPÓTESIS.....	8
3.1. Hipótesis general.....	8
3.2. Hipótesis específicos.....	8
IV. MARCO TEÓRICO.....	9
4.1. El cultivo de pepino	9
4.1.1. Origen	9
4.1.2. Posición sistemática.....	9
4.1.3. Morfología	10
4.1.4. Variedades	15
4.2. Importancia económica	15
4.2.1. Producción nacional, regional y local del pepino.....	16
4.3. Requerimientos de suelo y clima	16
4.4. Conducción del cultivo	17

4.5.	Principales nutrientes del cultivo de pepino	19
4.5.1.	Función de los macronutrientes.....	19
4.5.2.	Los micronutrientes	21
4.5.3.	Funciones de los elementos nutritivos en las plantas	23
4.5.4.	Soluciones nutritivas	32
4.5.5.	Composición química de las soluciones nutritivas.....	33
4.6.	Los Fitotoldos	34
4.6.1.	La importancia de los Fitotoldos	35
V.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	36
5.1.	Tipo de investigación.....	36
5.2.	Ámbito de estudio.....	36
5.2.1.	Ubicación espacial.....	36
5.3.	Zona de vida.....	38
5.4.	Materiales y métodos	38
5.5.	Métodos	40
5.5.1.	Diseño experimental.....	40
5.5.2.	Factores de estudio	40
5.5.3.	Tratamientos	42
5.5.4.	Variables e indicadores.....	42
5.5.5.	Características del campo experimental	43
5.5.6.	Croquis de distribución de tratamientos	44
5.6.	Conducción de la investigación	45
5.7.	Evaluación de variables	51
VI.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	57
VII.	CONCLUSIONES Y SUGERENCIA.....	121
7.1.	Conclusiones.....	121
7.2.	Sugerencias	123

BIBLIOGRAFÍA	124
FUENTES WEB.....	125
ANEXOS	126

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Preparación del campo experimental.....	45
Fotografía 2 Preparación de surcos para la siembra.....	46
Fotografía 3 Riego de surcos por inundación.....	47
Fotografía 4 Aplicación de soluciones nutritivas con microaspersora.....	49
Fotografía 5 Cosecha de frutos de pepino en madurez comercial.....	51
Fotografía 6 Toma de peso de frutos en una balanza.....	51
Fotografía 7 Frutos de pepino listos para el conteo.....	52
Fotografía 8 Toma de peso seco de residuos de cosecha.....	53
Fotografía 9 Midiendo la longitud del fruto de pepino.....	54
Fotografía 10 Midiendo el diámetro ecuatorial del fruto de pepino.....	54
Fotografía 11 Midiendo la altura de planta.....	55
Fotografía 12 midiendo la longitud de raíz.....	56
Fotografía 13 semillas de pepino variedad palomar.....	128
Fotografía 14 semillas de pepino variedad marketmore.....	128
Fotografía 15 Pesado 1 kg de muestra de suelo para el laboratorio.....	129
Fotografía 16 Preparación de surcos para la siembra.....	129
Fotografía 17 Emergencia de plántulas de pepino después de la siembra.....	130
Fotografía 18 Riego de plántulas del cultivo de pepino.....	130
Fotografía 19 Soluciones nutritivas para el abonado del cultivo de pepino.....	131
Fotografía 20 Plántulas de pepino a 13 días de la siembra.....	131
Fotografía 21 Plantas de pepino a 25 días de la siembra.....	132
Fotografía 22 Estudiantes de Agronomía en el en tutorado del cultivo de pepino.....	132
Fotografía 23 Cultivo de pepino en inicio de floración.....	133
Fotografía 24 Aplicación soluciones nutritivas al cultivo de pepino.....	133
Fotografía 25 Cultivo de pepino en pleno desarrollo de frutos.....	134
Fotografía 26 Tesista registrando presencia de mosca blanca (Bemisia tabasi) en el cultivo de pepino.....	134

Fotografía 27 Cosecha de frutos de pepino en bolsas.	135
Fotografía 28 Pesado de frutos del cultivo de pepino	135
Fotografía 29 Midiendo altura de planta en centímetro.	136
Fotografía 30 Midiendo longitud de fruto de pepino.	136
Fotografía 31 Medición de longitud de fruto de pepino variedad Palomar.....	137
Fotografía 32 Medición de longitud de fruto de pepino variedad Marketmore.	137
Fotografía 33 Medición de diámetro ecuatorial del fruto de pepino.	138
Fotografía 34 Medición del diámetro ecuatorial de la variedad Marketmore	138
Fotografía 35 bolsa de pastor (Capsela bursa pastoris)	139
Fotografía 36 Trébol blanco (Trifolium repens).....	139
Fotografía 37 Nabo silvestre (Brassica rapa)	140
Fotografía 38 Diente de león (Taraxacum officinale)	140
Fotografía 39 Cicuta (Conium maculatum).....	141

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Partes de planta de pepino.....	10
Figura 2 Zarcillos del pepino.....	11
Figura 3 Hojas de pepino.....	12
Figura 4 Flor de pepino	13
Figura 5 Fruto del pepino mostrando las semillas.....	14
Figura 6 Soluciones nutritivas en diferentes presentaciones	33
Figura 7 Ubicación del campo experimental.....	37
Figura 8 Peso del fruto (Kg/planta) para tratamientos	60
Figura 9 Peso del fruto (Kg/planta) para dosis macro-micronutrientes	61
Figura 10 Peso del fruto (Kg/planta) para variedad de pepino.....	62
Figura 11 Número de frutos/planta para tratamientos	66
Figura 12 Número de frutos/planta para dosis macro-micronutrientes	67
Figura 13 Número de frutos/planta para variedad de pepino	68
Figura 14 Peso fresco residuos de cosecha (Kg/pta.) para tratamientos	72
Figura 15 Peso fresco residuos de cosecha (Kg/pta.) para dosis macro- micronutrientes	74
Figura 16 Peso fresco residuos de cosecha (Kg/pta.) para Variedad de pepino.....	75
Figura 17 Peso fresco residuos de cosecha (Kg/pta.) para Var. Palomar en Dosis Macro-micronutrientes.	77
Figura 18 Peso fresco residuos de cosecha (Kg/pta.) para var. Marketmore en dosis macro-micronutrientes.....	78
Figura 19 Peso seco residuos de cosecha para tratamientos.....	82
Figura 20 Peso seco residuos de cosecha (Kg/pta.) para dosis macro- micronutrientes	83
Figura 21 Peso seco residuos de cosecha para variedad de pepino	84
Figura 22 Peso seco residuos de cosecha para Var. Palomar en dosis macro- micronutrientes.	87

Figura 23	Peso seco residuos de cosecha para var. Marketmore en dosis macro- micronutrientes.	88
Figura 24	Longitud del fruto (cm) para tratamientos	92
Figura 25	Longitud del fruto (cm) para dosis macro-micronutrientes	93
Figura 26	Longitud del fruto (cm) para variedad de pepino.....	94
Figura 27	Longitud del fruto (cm) para Var. Palomar en dosis macro- micronutrientes.	96
Figura 28	Longitud del fruto (cm) para var. Marketmore en dosis macro- micronutrientes.	97
Figura 29	Diámetro ecuatorial del fruto (cm) para tratamientos.....	101
Figura 30	Diámetro ecuatorial del fruto (cm) para dosis macro-micronutrientes	102
Figura 31	Diámetro ecuatorial del fruto (cm) para variedad de pepino	103
Figura 32	Diámetro ecuatorial del fruto (cm) para Var. Palomar en dosis macro- micronutrientes.	105
Figura 33	Diámetro ecuatorial del fruto (cm) para Var. Marketmore en dosis macro-micronutrientes.....	106
Figura 34	Altura de planta (cm) para tratamientos.....	110
Figura 35	Altura de planta (cm) para Dosis Macro-micronutrientes.....	111
Figura 36	Altura de planta (cm) para variedad de pepino	112
Figura 37	Altura de planta (cm) para Var. Palomar en dosis macro-micronutrientes.....	114
Figura 38	Longitud de raíz (cm) para tratamientos	118
Figura 39	Longitud de raíz (cm) para dosis macro-micronutrientes	119
Figura 40	Longitud de raíz (cm) para Variedad de pepino.....	120

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Macro y micronutrientes para la nutrición de las plantas	33
Cuadro 2 Combinación de dosis soluciones nutritivas y variedades de pepino	42
Cuadro 3 Peso del fruto (Kg/planta).....	57
Cuadro 4 ANVA para peso del fruto	58
Cuadro 5 Prueba Tukey de tratamientos para peso del fruto.....	59
Cuadro 6 Prueba Tukey de dosis macro-micronutrientes para peso del fruto.....	61
Cuadro 7 Ordenamiento de variedad para peso del fruto (Kg/planta).....	62
Cuadro 8 Número de frutos/planta	63
Cuadro 9 ANVA para número de frutos/planta.....	64
Cuadro 10 Prueba Tukey de tratamientos para número de frutos/planta	65
Cuadro 11 Prueba Tukey de dosis macro-micronutrientes para número de frutos/planta	67
Cuadro 12 Ordenamiento de variedad para número de frutos/planta	68
Cuadro 13 Peso fresco residuos de cosecha (Kg/pta.).....	69
Cuadro 14 ANVA para peso fresco residuos de cosecha	70
Cuadro 15 Prueba Tukey de tratamientos para peso fresco residuos de cosecha.....	71
Cuadro 16 Prueba Tukey de dosis macro-micronutrientes para peso fresco residuos cosecha.....	73
Cuadro 17 Ordenamiento de variedad para peso fresco residuos de cosecha	74
Cuadro 18 Interacción variedad * dosis macro-micronutrientes para peso fresco residuos cosecha (Kg/pta.).....	75
Cuadro 19 ANVA auxiliar de variedad * dosis macro-micronutrientes para peso fresco residuos cosecha.....	76
Cuadro 20 Prueba Tukey para var. Palomar * dosis macro-micronutrientes para peso fresco residuos cosecha.....	76
Cuadro 21 Prueba Tukey para dosis macro. micronutrientes en peso fresco residuos cosecha.....	77

Cuadro 22	Peso seco residuos de cosecha (Kg/pta.)	79
Cuadro 23	ANVA para peso seco residuos de cosecha.....	80
Cuadro 24	Prueba Tukey de tratamientos para peso seco residuos de cosecha	81
Cuadro 25	Prueba Tukey de dosis macro-micronutrientes para peso seco residuos cosecha.....	83
Cuadro 26	Ordenamiento de variedad para peso seco residuos de cosecha.....	84
Cuadro 27	Interacción Variedad * Dosis macro-micronutrientes para peso seco residuos cosecha (Kg/pta.).....	85
Cuadro 28	ANVA auxiliar de Variedad * Dosis macro-micronutrientes para peso seco residuos cosecha	85
Cuadro 29	Prueba Tukey para var. Palomar * dosis Macro-micronutrientes en peso seco residuos cosecha	86
Cuadro 30	Prueba Tukey para variedad Marketmore* dosis macro-micronutrientes en peso seco residuos cosecha	87
Cuadro 31	Longitud del fruto (cm).....	89
Cuadro 32	ANVA para longitud del fruto.....	90
Cuadro 33	Prueba Tukey de tratamientos para longitud del fruto.....	91
Cuadro 34	Prueba Tukey de dosis macro-micronutrientes para longitud del fruto.....	93
Cuadro 35	Prueba Tukey de variedad para longitud del fruto.....	94
Cuadro 36	Interacción Variedad * Dosis macro-micronutrientes para longitud del fruto (cm).....	95
Cuadro 37	ANVA auxiliar de Variedad * Dosis macro-micronutrientes para longitud del fruto.....	95
Cuadro 38	Prueba Tukey para Var. Palomar * Dosis Macro-micronutrientes en longitud del fruto	96
Cuadro 39	Prueba Tukey para dosis macro-micronutrientes en longitud del fruto.....	97
Cuadro 40	Diámetro ecuatorial del fruto (cm)	98
Cuadro 41	ANVA para Diámetro ecuatorial del fruto (cm).....	99
Cuadro 42	Prueba Tukey de tratamientos para diámetro ecuatorial del fruto.....	100

Cuadro 43 Prueba Tukey de dosis macro-micronutrientes para diámetro ecuatorial del fruto.....	102
Cuadro 44 Prueba Tukey de variedad para diámetro ecuatorial del fruto	103
Cuadro 45 Interacción Variedad * Dosis Macro-micronutrientes para diámetro ecuatorial del fruto (cm)	104
Cuadro 46 ANVA auxiliar de Variedad * Dosis macro-micronutrientes para diámetro ecuatorial del fruto.....	104
Cuadro 47 Prueba Tukey para Var. Palomar * Dosis macro-micronutrientes para diámetro ecuatorial del fruto.....	105
Cuadro 48 Prueba Tukey para dosis macro-micronutrientes en diámetro ecuatorial del fruto.....	106
Cuadro 49 Altura de planta (cm).....	107
Cuadro 50 ANVA para altura de planta	108
Cuadro 51 ANVA para altura de planta	109
Cuadro 52 Prueba Tukey de dosis macro-micronutrientes para altura de planta	110
Cuadro 53 Prueba Tukey de variedad para altura de planta	111
Cuadro 54 Interacción Variedad * Dosis macro-micronutrientes para altura de planta (cm).....	112
Cuadro 55 ANVA auxiliar de Variedad * Dosis macro-micronutrientes para altura de planta (cm).....	113
Cuadro 56 Prueba Tukey para Var. Palomar * Dosis macro-micronutrientes para altura de planta.....	113
Cuadro 57 Prueba Tukey para dosis macro-micronutrientes en altura de planta	114
Cuadro 58 Longitud de raíz (cm)	115
Cuadro 59 ANVA para longitud de raíz.....	116
Cuadro 60 Prueba Tukey de tratamientos para longitud de raíz	117
Cuadro 61 Prueba Tukey de dosis macro-micronutrientes para longitud de raíz.....	118
Cuadro 62 Ordenamiento de variedad para longitud de raíz	119

RESUMEN

La presente tesis de grado titulado: “Efecto de tres dosis de soluciones nutritivas en la producción de dos variedades de pepino (*Cucumis sativus L*) en condiciones de fitotoldo en K’ayra - Cusco”. se realizó en los periodos del 2017 - 2018; cuyos objetivos fueron: Determinar el rendimiento y Desarrollo agronómico del cultivo de pepino, por efecto de tres dosis de soluciones nutritivas en dos variedades de pepino. Debido a la importancia que tiene el pepino es una hortaliza que sirve en la alimentación humana, cuyo consumo es en fresco en forma de ensaladas o industrializado a través de enlatados por lo que se pretende lograr una cosecha de alto rendimiento y buena presentación agronómica se logra a través de un buen manejo cuidadoso de soluciones nutritivas de los macro y micro nutrientes.

Para la metodología, se empleó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo factorial 4Ax2B. Siendo un total de 8 tratamientos, 4 repeticiones y 32 unidades experimentales.

Las conclusiones a lo que obtuvieron fueron:

Peso del fruto con dosis de 5 ml A/1 litro de agua x 2 ml B/1 Litro de agua x Variedad Marketmore; fue de 3.10 Kg/planta y con 5ml A/1 Litro de agua x 2 ml B/1 Litro de agua x Variedad Palomar de 3.04 Kg/planta.

Número de frutos con las dosis de 5 ml A + 2 ml B/1 Litro de agua x Variedad palomar, 5 ml A + 2 ml B/1 Litro de agua x Variedad marketmore, 7 ml A + 3 ml B/1 Litro de agua x Variedad palomar, 7 ml A + 3 ml B/1 Litro de agua x Variedad marketmore y 3 ml A + 1 ml B/1 Litro de agua x Variedad marketmore, resultaron con: 9.50, 9.25, 9.25 y 8.50 Frutos/planta correspondientemente.

Peso fresco de residuos de cosecha con dosis de 5 ml A/1 Litro de agua x 2 ml B/1 Litro de agua x Variedad palomar fue de 3.05 Kg/planta y 5 ml A/1 Litro de agua x 2 ml B/1 Litro de agua x Variedad marketmore de 3.00 Kg/planta.

Peso seco de residuos de cosecha con 5 ml A/1 Litro de agua x 2 ml B/1 Litro de agua x Variedad palomar fue de 1.86 Kg/planta y 5ml A/1 Litro de agua x 2 ml B/1 Litro de agua x Variedad marketmore de 1.80 Kg/planta.

Longitud del fruto del pepino con dosis de 5 ml A/1 Litro de agua x 2 ml B/1 Litro de agua x Variedad marketmore fue de 14.13 cm.

Diámetro ecuatorial del fruto de pepino con las dosis de 5 ml A/1 l agua x 2 ml B/1 Litro de agua x Variedad marketmore, 5ml A/1 Litro de agua x 2 ml B/1 Litro de agua x Variedad palomar, 7ml A/1 Litro de agua x 3 ml B/1 Litro de agua x Variedad palomar y 7ml A/1 Litro de agua x 3 ml B/1 Litro de agua x Variedad marketmore fueron de 8.03, 8.00, 7.95 y 7.88 cm correspondientemente.

Altura de planta del pepino con las dosis de 5 ml A/1 Litro de agua x 2 ml B/1 Litro de agua x Variedad palomar, 7ml A/1 Litro de agua x 3 ml B/1 Litro de agua x Variedad palomar, 5ml A/1 Litro de agua x 2 ml B/1 Litro de agua x Variedad marketmore y 7mL A/1 Litro de agua x 3 ml B/1 Litro de agua x Variedad marketmore fueron 171.25, 170.25, 169.75 y 167.00 cm.

Longitud de raíz del pepino con dosis de 5 ml A/1 Litro de agua x 2 ml B/1 Litro de agua x Variedad marketmore y 5ml A/1 Litro de agua x 2 ml B/1 Litro de agua x Variedad palomar fueron 23.93 y 23.88 cm respectivamente.

INTRODUCCIÓN

En principio, en la región Cusco no existe áreas cultivadas de pepino sea a nivel de campo abierto o bajo condiciones de fitotoldo; sin embargo, se observan frutos de pepino en los centros de abasto, lo que quiere decir que estos son abastecidos por comerciantes que traen de la región Arequipa. La ausencia de esta hortaliza se hace notable debido a que no existen estudios que propendan alternativas en la técnica de cultivo bajo condiciones de ambiente cubierto con plásticos como el agrofil.

El pepino es empleado para el consumo en fresco, respecto al valor nutritivo, es rico en calcio, fosforo hierro, sodio, potasio, agua entre otros elementos que son necesarios dentro del complemento alimenticio y que permitirá mejorar la seguridad alimentaria y combatir la desnutrición que aqueja a los niños de la región cusco

El desarrollo de cultivos bajo condiciones de fitotoldo es una alternativa para nuestros agricultores de nuestra región con el fin de obtener mejores rendimientos, debido a que las condiciones climáticas meteorológicas no permiten la producción de cultivos hortícolas a campo abierto.

Cuando se pretende lograr una cosecha de alto rendimiento y de buena presentación agronómica se logra a través de un manejo cuidadoso con soluciones nutritivas de macro y micronutrientes, conducidas en ambientes protegidas de factores climatológicas adversas, como son los fitotoldos. Los elementos que forman parte de los macro y micronutrientes en forma de soluciones son considerados esenciales para el crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos, los que en su mayoría vienen presentadas en forma de soluciones líquidas.

La tarea del investigador junto con la universidad, institutos agropecuarios, municipalidades dedicados a la investigación y elaboración de proyectos productivos será la de dar a conocer todas las herramientas necesarias de cualquier sistema de producción, mediante asistencias técnicas y capacitando a los agricultores y técnicos, y por qué no ofrecerles un servicio adecuado.

El autor.

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema

Como hortaliza, el pepino (*Cucumis sativus* L.) es de alta demanda por ser una planta herbácea anual, de comportamiento tipo rastrero y de crecimiento indeterminado.

En la actualidad el pepino se ha hecho popular, ya que es nutritiva y con contenido bajo en calorías. Su uso culinario es amplio y variado sea en rellenos, en tortilla, asados y como ensalada acompañando a los diferentes platos de consumo.

Habitualmente las hortalizas están dentro de la dieta alimentaria de los hogares en todos los estratos económicos, y frecuentemente tienen mucha demanda, especialmente de productos sanos, en la actualidad no existe control de dónde y cómo vienen estos productos.

Cuando se pretende realizar una revisión exhaustiva de los elementos nutritivos de un cultivo en nuestra zona como el pepino. Los efectos de los elementos mayores y menores se desconoce, mucho menos en cultivos sobre sustratos como suelo agrícola propios de la zona; además no se tiene resultados ni información alguna del efecto de dosis de soluciones nutritivas en la producción de variedades de pepino más comunes en la zona de influencia de Centro Agronómico K'ayra: peso del fruto, número de frutos, diámetro ecuatorial y longitud del fruto, altura de planta, longitud de la raíz, peso fresco y seco de los residuos de cosecha.

Para desarrollar una investigación relacionado al efecto de las diferentes dosis de soluciones nutritivas en la producción de variedades del cultivo de pepino, es muy importante; ya que permitirá contar con la información tecnológica y/o científica del cultivo en la zona de influencia, y permite de que los dedicados a la producción de esta hortaliza puedan tener la información básica, antes de iniciar con una explotación hortícola de esta especie, ya que no existe información alguno relacionado al cultivo mediante el empleo de dosis de macro y micronutrientes, así como la producción de variedades de pepino más comunes en el mercado local

Además, el pepino es un cultivo que requiere permanentemente climas cálidos, por lo que la zona de influencia de K'ayra del distrito de San Jerónimo no presenta condiciones ambientales para una producción a campo abierto, razón que es muy importante experimentar la producción del pepino bajo condiciones de fitotoldo, y así tener el fruto de esta hortaliza en cualquier época del año, con características agronómicas de buena presentación, a fin de que sea abastecida suficientemente en los mercados de la región Cusco.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuánto es el efecto de las dosis de soluciones nutritivas administradas en la producción de dos variedades del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en condiciones de fitotoldo en K'ayra - Cusco?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuánto es el rendimiento del fruto de pepino por efecto de tres dosis de soluciones nutritivas administradas en dos variedades de pepino?
- ¿Cómo es el desarrollo agronómico del cultivo de pepino por efecto de tres dosis de las soluciones nutritivas en dos variedades de pepino?

II. OBJETIVOS y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivo general

Determinar el efecto de tres dosis de soluciones nutritivas administradas en la producción de dos variedades del cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de fitotoldo en K'ayra – Cusco.

2.2. Objetivos específicos

- Evaluar los rendimientos del fruto de pepino: número de frutos, peso fresco y seco de los residuos de cosecha, por efecto de tres dosis de soluciones nutritivas administradas en dos variedades de pepino.
- Evaluar el desarrollo agronómico en longitud del fruto, diámetro ecuatorial del fruto, altura de planta y longitud de la raíz, por efecto de tres dosis de soluciones nutritivas en dos variedades de pepino.

2.3. Justificación

Los macronutrientes y micronutrientes de los cultivos se caracterizan por contener elementos esenciales que la planta requiere para su desarrollo y producción; los cuales, por sus cualidades de sustento en las plantas, al incorporarse al suelo en forma de soluciones influyen en un alto rendimiento del fruto tanto en cantidad y calidad del producto cosechado. Todo ello depende del comportamiento de dosis de nutrientes para la función fisiológica de la planta.

Cuando se aplican nutrientes al cultivo mediante soluciones son asimilados por las plantas con mayor eficiencia y más aún cuando se cultiva en áreas controladas bajo un fitotoldo; y sus efectos reflejan en el comportamiento agronómico de la planta, cuya

presentación y calidad del producto implica en la mayor demanda en los mercados de consumo.

Su producción implica un desarrollo socioeconómico tanto de productores como consumidores; además que los cultivos protegidos en un ambiente son libres de contaminantes externos como químicos y microorganismos.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

La producción (rendimiento del fruto y comportamiento agronómico) del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) está en función a las dosis de soluciones nutritivas y variedades, bajo condiciones de fitotoldo en K'ayra - Cusco.

3.2. Hipótesis específicos

- Las soluciones administradas a cultivo de pepino muestran diferencias en el rendimiento entre las variedades.
- El desarrollo agronómico del cultivo de pepino por efecto de dosis de soluciones nutritivas y variedades, mostrarán diferentes resultados, siendo mejor su presentación cuando los macro y micronutrientes responden a los requerimientos del cultivo.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. El cultivo de pepino

4.1.1. Origen

[http://www.infoagro.com/documentos/;](http://www.infoagro.com/documentos/) indica que el cultivo de pepino tiene origen en las regiones tropicales del sur del continente asiático, siendo cultivado en la India desde hace más de 3.000 años. De la india se extendió a Grecia y de allí a roma y posteriormente se introdujo a la China y El cultivo de pepino fue introducido por los romanos a otras partes de Europa, aparecen registros en Francia IX, en Inglaterra XIV y en Norteamérica a mediados del siglo XVI. Ya que Cristóbal colon trajo semillas a América.

4.1.2. Posición sistemática

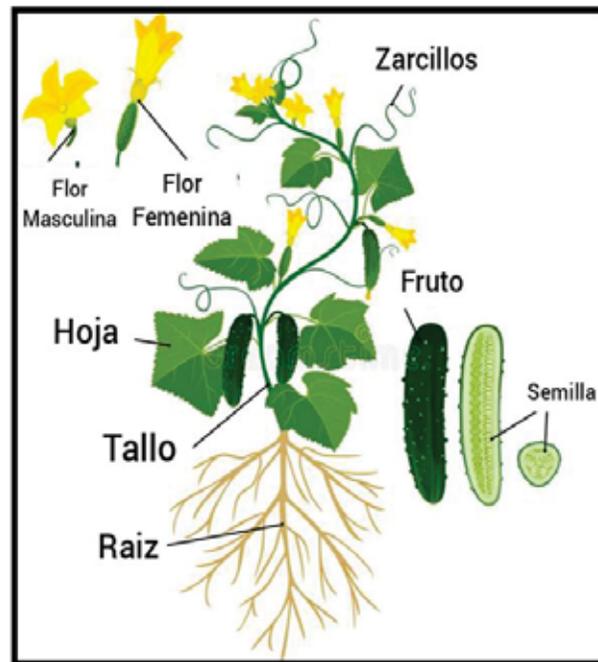
Según Arthur Cronquist (1989) citado por Castelo. H y Cosio. C que la posición sistemática es:

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub clase	Dilleniidae
Orden	Cucurbitales
Familia	Cucurbitaceae
Sub familia	Cucurbitoideae
Género	Cucumis
Especie	Cucumis sativus L.
Nombre común	pepino

4.1.3. Morfología

Planta: herbácea anual trepadora.

figura 1 Partes de planta de pepino.



Fuente: dreamstime.com

➤ **Botánica**

Salunkhe y Kadam, S. (2004); indican que el pepino pertenece al género *Cucumis* que incluye 50 o más especies de Asia y África. De estos, solo dos especies, *Cucumis sativus* (pepino) y *Cucumis melo* (melón) tienen importancia económica.

➤ **Raíz**

Montes y Holle (1982); refieren que están provistas de una fuerte raíz que desarrollan tan pronto como la semilla inicia su germinación con un crecimiento hacia abajo tan rápido como 2,5 cm por día hasta alcanzar aproximadamente 1 m

de profundidad, posteriormente las raíces secundarias desarrollan en todas las direcciones, siguiendo la dirección de la parte aérea.

Maroto, J. (2002); dice que es una planta herbácea anual, cubierta de pelos enraizados, de raíces fasciculadas y desarrollo bastante superficial.

➤ **Tallo**

Maroto, J. (2002); dice que tiene tallos trepadores o rastreros o rastreros muy ramificados en la base, con cuatro ángulos marcados.

Salunkhe, D. y Kadam, S. (2004); refieren que el pepino es una planta rastrera o trepadora con tallos vellosos, angulares.

➤ **Zarcillos**

Maroto, J. (2002); indica que los zarcillos son simples.

Serrano, Z. (1996); refiere que estos tienen la propiedad de adaptarse a cualquier tutor.

Figura 2 Zarcillos del pepino



Fuente: www.infoagro.com

➤ **Hojas**

Maroto, J. (2002); menciona que las hojas son largamente pecioladas, fuertemente cordadas en la base, con el ápice acuminados, en cuyo limbo se aprecia 3-5 lóbulos angulados y triangulares y de bordes dentados.

Figura 3 Hojas de pepino



Fuente: www.infoagro.com

➤ **Flor**

Maroto, J. (2002); menciona que las flores unisexuales, de localización axilar y color amarillento; primeramente, se forman las flores las flores masculinas y posteriormente las femeninas, pero, aunque la monoecia es habitual, pueden haber plantas andromonoicas, ginomonoicas y de floración totalmente femenina.

En resumen, el pepino es una planta normalmente monoica, que posee flores masculinas y femeninas.

Encada nudo y en la axila de cada hoja dl tallo principal aparecen uno o varios botones florales. En condiciones normales, los botones de los nudos inferiores originan flores masculinas y a continuación aparecen las flores femeninas, que

con el tiempo sobre las masculinas. La plana empieza siendo masculina, pasa a continuación por un estadio intermedio y acaba siendo femenina.

Figura 4 Flor de pepino



Fuente: [www. Infoagro.com](http://www.infoagro.com)

➤ **Polinización**

Maroto, J. (2002); menciona que la polinización se efectúa principalmente a través de los insectos.

Blancard, D. et. al; mencionan que la polinización está asegurada por insectos, esencialmente por las abejas pero también por los abejorros.

➤ **Fruto**

Maroto, J. (2002); menciona que los frutos son pepónides de tamaño y forma variable (oblongos, cilíndricos o globulosos). El color de su corteza puede ser verde, amarillo o blanco, mientras que la pulpa es siempre blanca y acuosa. Con

relativa frecuencia y sobre todo en estadios jóvenes, los frutos muestran en su superficie espinas o verrugas diseminadas.

➤ **Semillas**

Maroto, J. (2002); menciona que Las semillas son alargadas, ovales, aplastadas y de color, amarillento. Aunque el peso de las semillas es muy variable, como cifra media puede indicarse 30-40 semillas/grano.

La duración media de la capacidad germinativa de la semilla de pepino esta en unos cinco años.

Figura 5 Fruto del pepino mostrando las semillas



Fuente: www.infoagro.com

4.1.4. Variedades

Maroto, J. (2002); indica que existe un conjunto muy amplio de variedades que difieren entre sí en diversos caracteres morfológicos, como forma y tamaño de los frutos, espesor y color de la corteza, presencia más o menos marcadas de espinas sobre esta, viraje de coloración en la maduración.

Según el autor menciona que existen tres tipos varietales morfológicamente distintos:

- Pepinos tipo español cortos de forma cilíndrica, longitud reducida y con algunas protuberancias superficiales.
- Pepino tipo francés de frutos cilíndricos, alargados y con menos protuberancias superficiales.
- Pepinos de tipo holandés de frutos cilíndricos, muy largos, bastante lisos y menudos.

Salunkhe, D. y Kadam, S. (2004); indican que se han desarrollado varios cultivares en todas partes del mundo que difieren en tamaño y forma del fruto, diámetro, espinas y color de piel, variando de verde blanquecino a verde oscuro, y otros que se ponen amarillos o de marrón oxidado cuando maduran. Los cultivares de pepino se clasifican normalmente como tipos para encurtir o para rebanar.

4.2.Importancia económica

[http://www.infoagro.com/documentos/;](http://www.infoagro.com/documentos/) menciona que el pepino es importante, ya posee un elevado índice en el consumo diario, pues es una hortaliza que se consume tanto en fresco como también industrializado. La superficie cultivada de

esta hortaliza va entre los 7000 a 8000 ha, su producción y exportación van incrementado cada año.

4.2.1. Producción nacional, regional y local del pepino.

<http://www.infoagro.com/documentos/>; refiere que es complicado obtener datos de superficie y producción del pepino por países productores, ya que la mayor parte de ellos incluyen en las estadísticas oficiales calabazas y calabacines conjuntamente.

En el Perú según Programa de Hortalizas de la UNA La Molina en el año 2000, el rendimiento en fresco es 4,000 docenas/ a y en encurtido 15,000 Kg/ha.

Entre las zonas de producción más importante en el Perú son desde el nivel del mar hasta los 2,000 msnm, destacando Lima, Lambayeque, La Libertad y Loreto.

En la región del Cusco, no se tiene en claro la estadística del área cultivada ni producción lograda; pero sí se tiene información referencial que sí se cultiva el pepino a nivel familiar

4.3.Requerimientos de suelo y clima

Montes y Hollé (1972); indican que el pepino es una planta de países tropicales por ende de climas cálidos por consiguiente es una hortaliza de verano. Se puede cultivar a temperaturas de 15 a 25 °C.

Maroto, J. (2002); menciona que la temperatura optima de crecimiento puede situarse entre 18 y 28 °C. Siendo conveniente para asegurar un buen desarrollo del pepino que durante la noche la temperatura se mantenga alrededor de los 18 °C.

Suelo

Montes y Holle (1972); mencionan que pueden ser cultivados, en cualquier tipo de suelo. El pepino se desarrolla preferentemente en suelos con pH de 6 a 6.5.

Maroto, J. (2002); menciona que el pepino puede crecer en todo tipo de suelos, desde los suelos de textura arenosa, los más apropiados para producciones precoces hasta los suelos algo arcillosos, siempre y cuando no presenten problemas de encharcamiento. En términos generales se adapta mejor a los suelos medios, ricos en materia orgánica, fresca y aireada. Puede soportar sin problema la acides del terreno hasta un pH de 5.5. Es una hortaliza medianamente tolerante a la salinidad.

4.4. Conducción del cultivo

Preparación del terreno

Maroto, J. (2002); refiere que el pepino se debe evitar, un laboreo excesivo del suelo que deje la tierra demasiada fina, pues el apelmazamiento que se produce por el paso a través de las calles, al efectuarse las sucesivas recolecciones, pueden afectar negativamente al desarrollo radicular, siendo este aspecto principalmente importante en el cultivo del pepino.

Siembra y distanciamiento

Maroto, J. (2002); indica que un sistema empleado tradicionalmente en la meseta castellana, consiste en sembrar hoyos distantes entre sí 0.60 m en dos hileras situadas en los márgenes de las bancadas, separadas 2 a 2.4 m la siembra entonces es directa, colocándose en cada hoyo 4 o 6 semillas, gastándose en este caso unos 3 a 3.5 Kg de semilla por ha.

En el cultivo bajo invernadero suelen sembrarse en el suelo de pequeños bancos equidistantes 0.8 a 1 m, de forma que las plantas disten entre si unos 0.5 m.

Abonado

Serrano, Z. (1996); menciona que el pepinillo es muy exigente en abonos nitrogenados en forma nítrica. Necesitan suelos de gran fertilidad.

De todas formas, para obtener rendimientos altos en este cultivo, aparte de buenas estercoladuras, es necesario realizar abundantes aportaciones de abonos minerales.

El pepinillo es muy sensible a la falta de magnesio en el suelo.

Riegos

Serrano, Z. (1996); dice que cuando se siembre directamente en el terreno de cultivo, en los primeros estadios de la vegetación después de la nascencia es conveniente que haya poca humedad en el suelo, con el fin de que el sistema radicular se fortalezca. Unos días antes de la siembra se dará un negó, con el fin de suministrar humedad al suelo.

Aporcado

Serrano, Z. (1996); dice que el aporcado se hará en un par de labores.

En la labor del aporque se aprovecha para eliminar las malas hierbas.

Tutorado

Serrano, Z. (1996); refiere que en los invernaderos es imprescindible el empleo de tutores en esta planta.

Hay bastantes formas de en tutorar este cultivo; el más utilizado y de mejor resultado es el que se hace con cuerdas o rafias verticales, sujetas en un bastidor en la parte alta del invernadero y colgado hasta la base de cada uno de los tallos de cada planta.

Recolección

Fausto e Isa Gorini, (2000); refieren que las semillas no deben estar todavía completamente formadas, de lo contrario se obtiene una pésima calidad. Si el producto excede el consumo, los frutos se recolectan, igualmente, porque el exceso de maduración, además de perjudicar la calidad, impide a las plantas continuar la floración.

4.5.Principales nutrientes del cultivo de pepino

<http://www.sqm-vitas.com/es-pe/>; menciona en lo general, la absorción de nutrientes por parte de los cultivos es proporcional a la cantidad de nutrientes disponibles en la región radicular.

El pepino absorbe y utiliza grandes cantidades de nutrientes, pero es muy sensible al exceso o a la variación brusca de la concentración de éstos en la solución del suelo.

4.5.1. Función de los macronutrientes

➤ Nitrógeno.

Al igual que en todas las hortalizas de fruto, el principal nutriente absorbido no es el nitrógeno, sino el potasio. Es importante recalcar que el balance del nitrógeno nítrico/amoniaco es muy importante para el óptimo aprovechamiento y máxima absorción de nitrógeno.

➤ **Fósforo.**

La absorción del fósforo aumenta rápidamente con el inicio de la producción. Aproximadamente 80% del fósforo se absorbe entre el 48° y el 72° día posterior a la emergencia, período en que se concentra la mayor parte de la producción de frutos, los que acumulan cerca del 50% del fósforo absorbido.

➤ **Potasio**

El potasio es el nutriente absorbido en mayores cantidades. Aproximadamente 90% del potasio se absorbe en los 36 días finales del ciclo de cultivo.

➤ **Calcio**

El calcio es un nutriente de gran importancia para la producción. En deficiencia de este elemento se produce la formación de frutos con podredumbre apical. La deficiencia de calcio también está relacionada a la malformación del sistema radicular y a la reducción del crecimiento de las plantas. La cantidad de calcio absorbida durante el ciclo de cultivo y la marcha de absorción es semejante a la del nitrógeno.

➤ **Magnesio y Azufre**

El magnesio y el azufre se absorben en cantidades relativamente bajas en comparación con los demás nutrientes, pero son indispensables para un buen desarrollo del cultivo. El Mg forma parte de la molécula de clorofila, responsable de la fotosíntesis, mientras que el S es componente de diversos compuestos orgánicos de la planta.

4.5.2. Los micronutrientes

La disposición de los microelementos es importante para el correcto desarrollo y crecimiento de las hortalizas también nos permitirá obtener buenos rendimientos en su producción. Cuando hay ausencia de uno o varios elementos menores, éstos se convierten en factores limitantes del crecimiento y de la producción, aunque existan cantidades adecuadas de los otros nutrientes, en los últimos años se ha incrementado el uso de los micronutrientes en los programas de fertilización debido principalmente a:

- Un mejor conocimiento de la nutrición vegetal ayuda a diagnosticar deficiencias de elementos menores que antes no eran atendidas.
- La excesiva acidez de los suelos que reduce la disponibilidad de algunos micronutrientes.
- La continua remoción de elementos menores por los cultivos que en algunos casos, ha disminuido la concentración de éstos en el suelo a niveles menores a lo necesario para el crecimiento normal.
- El uso de nutrientes de alta pureza que ha eliminado el aporte de los elementos menores que en pequeñas cantidades estaban presentes en productos de más baja calidad usadas en el pasado.
- El cultivo intensivo, con un mayor uso de nutrientes para incrementar los rendimientos, la utilización de elementos menores los cuales no son devueltos al suelo al momento de la cosecha.

4.5.2.1. La función de los micronutrientes en los cultivos

La función de los micronutrientes es demasiado compleja ya que se encuentra asociado con procesos esenciales en los que trabajan conjuntamente con otros elementos nutritivos. Las funciones que presenta de manera muy general los principales elementos de los seis micronutrientes:

- **Hierro:** Es necesario para la formación de la clorofila, es un constituyente importante de algunas proteínas y enzimas. Es catalizador en los procesos de oxidación y reducción de la planta.
- **Cobre:** Catalizador para la respiración y constituyente de enzimas. Interviene en el metabolismo de carbohidratos y proteínas y en la síntesis de proteínas.
- **Boro:** Está relacionado con el transporte de azúcares en la planta. Afecta la fotosíntesis, el aprovechamiento del Nitrógeno y la síntesis de proteínas, interviene también en el proceso de la floración y en la formación del sistema radicular de la planta y regula su contenido de agua.
- **Molibdeno:** Es esencial en la síntesis de proteínas y en la fijación simbiótica del Nitrógeno, también ha sido asociado a los mecanismos de absorción y traslación del hierro.
- **Zinc:** participa en la formación de hormonas que afectan el crecimiento de las plantas. Participa en la formación de proteínas. Si no hay una cantidad adecuada de Zinc en la planta, no se aprovechan bien el Nitrógeno ni el Fósforo. Favorece un mejor tamaño de los frutos.
- **Manganeso:** Influye en el aprovechamiento del nitrógeno por la planta, actúa en la reducción de los nitratos, es importante en la asimilación del anhídrido

carbónico para la fotosíntesis y en la formación de beta carotenos, ácido ascórbico y riboflavina.

4.5.3. Funciones de los elementos nutritivos en las plantas

Moreno, A. (2007); Indica que el diagnóstico visual es una ayuda excelente para establecer un juicio preliminar sobre un posible problema nutricional. Los síntomas de deficiencia en las plantas aparecen cuando, por mal nutrición, el cultivo ha perdido una buena parte de su potencial de rendimiento. Por esto es importante mantener un programa adecuado de fertilización durante el ciclo vegetativo.

Vitorino, B. (2010); menciona de los 16 elementos químicos que son necesarios para el crecimiento saludable de la planta, 13 son nutrientes minerales. Ellos en condiciones naturales de cultivo (suelo) entran a la planta a través de las raíces. El déficit de uno solo de ellos limita o puede disminuir los rendimientos y, por lo tanto, las utilidades para el cultivador.

4.5.3.1. Nitrógeno

a. Forma de asimilación y función del nitrógeno

Moreno, A. (2007); dice que el nitrógeno, cuya forma de asimilación son el ion nitrato (NO_3^-) y el ion amonio (NH_4^+) es el motor del crecimiento de las plantas. Dentro de planta se combina con componentes generados por el metabolismo de los hidratos de carbono o carbohidratos para formar aminoácidos, proteínas y ácidos nucleicos. Asimismo, este elemento es parte esencial de la molécula de la clorofila.

b. Síntomas de carencia de nitrógeno

Moreno, A. (2007); Dice que cuando el nitrógeno está ausente se presenta un amarillamiento general del follaje, el cual principia en las hojas más vieja y seniles, posteriormente, aparecen hojas nuevas. Las hojas se vuelven progresivamente más amarillas. En caso grave las hojas mueren y esto es seguido por la pérdida de follaje.

La deficiencia de este elemento se da en invierno o temprano en primavera, debido a las bajas reservas de nitrógeno en las plantas, las bajas temperaturas del suelo y/o la falta de actividad de la raíz. Las plantas presentan un aspecto enfermizo y su desarrollo es lento y escaso. Se reduce significativamente en el rendimiento vegetal.

c. Síntomas de abundancia

Vitorino, B. (2010); menciona que estos signos son opuestos a los de la carencia. Las hojas son más oscuras, las plantas son suculentas y más digestibles hay pocas partes leñosas; por este motivo estas plantas son presa fácil de plagas y enfermedades. La madurez y por tanto, la recolección se retrasan, pues el nitrógeno estimula la vida vegetativa en perjuicio de los órganos de reproducción.

4.5.3.2.Fosforo

a. Forma de asimilación y funciones del fosforo

Moreno, A. (2007); Dice que el fosforo presenta dos formas de asimilación, HPO_4^{2-} (ion ortofosfato secundario) y H_2PO_4^- (ion ortofosfato primario) esta última forma se asimila diez veces más rápido. Este elemento juega un papel

importante en la transferencia de energía. es esencial para diversos procesos como la fotosíntesis, la respiración otros procesos químico – fisiológicos. También resulta indispensable para la diferenciación de las células y el desarrollo de los tejidos que forman los puntos de crecimiento de las plantas.

Vitorino, B. (2010); indica que el fosforo es necesario para la formación de las semillas (almidón), cuando falta el fosforo la cosecha puede reducirse en un 50%. Acelera la maduración contrarrestando el efecto unilateral de un exceso de nitrógeno. Influye en la calidad de algunos productos; cebada cervecera, estimula el desarrollo radicular, la abundancia del fosforo explica la mayor resistencia de las raíces a algunas enfermedades. Además, es necesario para la formación de los prótidos. La calidad de los alimentos (vitaminas) para el hombre, depende del fosforo presente en todas las enzimas que producen las vitaminas.

b. Síntomas de carencia y funciones del fosforo

Moreno, A. (2007); indica que las plantas muestran un desarrollo y madurez lentos, aspecto raquítrico de los tallos, bajo rendimiento de frutos y semillas, y, en consecuencia, existe una mala germinación de estas. En las hojas más viejas, ramas y tallos aparecen tonalidades purpura.

Vitorino, B. (2010); indica que presentan disminución general del crecimiento (estado benigno). La planta es más esbelta, los peciolos se alargan, las hojas son delgadas y erectas, las nervaduras poco pronunciadas y la planta toma el carácter de umbría, en estado agudo, las hojas se amarillean y se necrosan, con un pardeado rojizo (no bronceado como en la carencia potásica). Estos signos

son más o menos generales y se producen en suelos ligeros, pobres en cal y en ácido fosfórico y ricos en Fe por formación de FePO_4 no asimilable.

La deficiencia de fosforo deprime también en el crecimiento radical. Los tallos y hojas muestran un crecimiento reducido, con coloraciones pardo- rojizas, purpúreas o bronceadas. Se retarda la madurez de los frutos.

4.5.3.3.Potasio

a. Forma de asimilación y función del potasio.

Moreno, A. (2007); indica que el potasio es asimilado por las plantas en forma iónica K^+ . este elemento es de vital importancia para el desarrollo vegetal, ya que activa más de sesenta enzimas. Por ello, juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y proteínas. mejora el régimen hídrico de la planta, regula la apertura y cierre de las estomas y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas sufren menos enfermedades. Participa en el potencial osmótico celular regulando su contenido de agua.

Vitorino, B. (2010); indica que la cutícula de las células exteriores de las hojas se hace más resistentes a la penetración de las esporas patógenas. Y que las raíces han de alimentarse con los glúcidos que vienen de las hojas, un abonado potásico abundante, estimula el desarrollo radicular y que las paredes de los vasos conductores son más espesas, con un diámetro menor y las plantas que han recibido fuertes abonados potásicos gastan menos agua para su evapotranspiración. Esta situación es importante en suelos y climas secos.

b. Síntomas de carencia y funciones del potasio

Moreno, A. (2007); dice que cuando el potasio está ausente en las hojas de la parte más baja de las plantas se queman en los bordes y puntas, y tienden a enrollarse; generalmente, las venas centrales de las hojas conservan de color verde. Debido al pobre desarrollo de las raíces. Las plantas se degeneran antes de llegar a su etapa de producción.

Adicionalmente, se retrasa el desarrollo y crecimiento de la planta, ya que la velocidad relativa de crecimiento está relacionada con el transporte del potasio de la raíz al tallo y las hojas. Esto repercute en la presión de la turgencia y la apertura y cierre de las estomas. Se reduce la eficiencia del agua, por lo que hay pérdidas de turgencia en la hojas, células y tejidos de las plantas, los cuales se encuentran bajo estrés hídrico, que detiene su crecimiento, lo que ocasiona hojas flácidas y plantas más pequeñas.

Vitorino, B. (2010); indica que la falta de potasio con exceso de nitrógeno, prolonga el periodo vegetativo con retraso de la maduración de las semillas, las plantas resisten al frío; el potasio catión hidrófilo, aumenta la presión osmótica del jugo celular con descenso del punto de congelación en unos -2 o -3°C . El potasio siendo un elemento móvil, si hay potasio en la planta, las hojas viejas ceden a las hojas jóvenes y aquellos presentarán los signos externos de carencia. Los bordes y los extremos de las hojas, comienzan a amarillear, broncearse y luego aparecen necrosados. En algunas especies la necrosis aparece en puntos blancos luego se necrosan.

4.5.3.4.Calcio

a. Forma de asimilación del calcio.

Vitorino, B. (2010); indica que el Ca aumenta la transpiración y disminuye la absorción del agua por las raíces, ya que disminuye la permeabilidad de la membrana celular (es plasmolizante), interviene en la formación de las paredes celulares ya que se fijan precipitando en forma de pectatos de Ca y Mg. Además, transporta la sustancia elaboradas por la planta.

b. Síntomas de carencia

Debido a su carácter perezoso, su distribución en la planta se realiza en forma inversa a la del N, P y K, entonces la clorosis presenta las hojas jóvenes o apicales (blanquecinas). Las hojas se enrollan, se detiene el desarrollo radicular y la carencia en la planta se manifiesta desde la germinación, impidiendo el transporte de las sustancias elaboradas por la planta y provocando clorosis.

4.5.3.5.Magnesio

a. Importancia agrícola

- Es el único elemento mineral presente en el núcleo de la clorofila, entonces es evidente que juega un papel importante en la elaboración de la misma.
- Aproximadamente los 2/3 del total del Mg contenido en la planta son solubles en agua y el resto combinado orgánicamente.
- El Mg es necesario para la formación de los carotenoides y otros pigmentos, por ejemplo, la protoporfirina IX, precursores de la clorofila.

- La presencia de Mg en el suelo favorece la asimilación del fósforo y se pone en contacto con ellos para la formación de la fitina.
- El Mg interviene en la formación de los glúcidos (fosforilación).
- En necesario aplicar al suelo Mg adicional cuando se aplica al suelo grandes cantidades de potasio.

b. Síntomas de carencia

La carencia de Mg es como consecuencia de las siguientes condiciones:

- Se presenta en suelos ligeros, permeables, ácidos y en años lluviosos. Como consecuencia del lavado fuerte.
- El encalado y los abonados potásicos provocan frecuentemente carencias de Mg (antagonismo iónico).
- La deficiencia en Mg de las plantas puede corregirse más fácilmente con un abonado magnésico aportando a las raíces que por riego foliar. El abono orgánico y la ceniza de vegetales son las fuentes principales y sustentables de magnesio.

4.5.3.6.Hierro

Vitorino, B. (2010). Indica que:

- El hierro interviene en muchos procesos vitales para la planta, formando parte de diversos sistemas enzimáticos, bien como un componente metálico específico de los enzimas, bien como uno de los varios metales igualmente necesarios para la actividad de los enzimas correspondientes. Muchas vitaminas, como por ejemplo: tiamina (B1),

rivoflamina (B2), piridoxina (B6), etc. Constituyen grupos prostéticos de diferentes enzimas, o bien forman parte de dichos grupos. También el hierro participa en la síntesis clorofílica.

- Todos los vegetales deficientes en hierro muestran una sintomatología común, y es sin duda la más fácil de reconocer entre las deficiencias de los oligoelementos. Comienza con un ligero amarillamiento de las zonas foliares intervenales, en contraste con el color verde oscuro de sus nerviaciones. Cuando la enfermedad progresa, las hojas van siendo cada vez más amarillas, y en los casos muy graves se llega a la ausencia total de clorofila.
- El hierro resulta necesario, aunque en cantidades mínimas. Algunas plantas absorben en cantidades mayores y son muy sensibles ante su carencia (espinaca, lechuga, encina, arroz, peral, nogal, naranjo, limonero, rosal, piña, etc.).
- Las plantas lo contienen en proporción de 0.1 a 6%.
- La absorción del Fe y su translocación en las plantas es frenada por el Mn, Cu, Mg, K y Rb. De todos, el más deprimente es el Zn.

4.5.3.7.Cobre

- Las funciones del cobre en la planta están asociadas con un buen número de enzimas, ya sea como activador, o formando parte de ellos como grupo prostético.
- En el caso de una deficiencia de cobre, los enzimas fenoloxidasas no presentan actividad, se sintetiza menos lignina, los tejidos quedan

debilitados y los órganos de la planta tienden a encorvarse por esta pérdida de rigidez.

- Es elemento esencial de algunas enzimas vegetales y juega un papel importante en la respiración.
- El Cu se combina con las proteínas con carácter de fermentos: ureasa, lactasa, tirosinasa y la oxidasa. Todas estas enzimas oxidan la MO, con el O₂ libre. El Cu se encuentra en este caso en forma de quelatos.
- El Cu oxida el Fe en la planta y le hace inasimilable. Una carencia de Cu acumula Fe en los tejidos (Cu/Fe).

4.5.3.8.Zinc

- Este oligoelemento es requerido para la síntesis del ácido B-indol acético, una de las hormonas de crecimiento en las plantas; participa en el metabolismo nitrogenado; en la glucólisis y transformación de las hexosas fosforiladas.
- Bajo el punto de vista analítico, es interesante señalar que todas las plantas deficientes de cinc presentan en sus hojas altos contenidos de hierro, manganeso, nitratos y fosfatos, y bajos en almidón. Se observa también que las células contienen un número de cloroplastos siempre notablemente inferior a las normales.
- Interviene en la producción de auxinas que activan las yemas.
- Influye en la actividad fotosintética.

4.5.4. Soluciones nutritivas

Palomino, K. (2008). Menciona que una forma de preparar solución nutritiva que ha sido probada con éxito en varios países de América Latina y el Caribe para producir una gran variedad de hortalizas, plantas ornamentales y medicinales está compuesta de dos soluciones concentradas, las que llamaremos:

- Solución concentrada A
- Solución concentrada B

La solución concentrada A aporta a las plantas los elementos nutritivos que ellas consumen en mayor proporción o cantidad.

La solución nutritiva concentrada B, aporta en cambio, los elementos nutritivos que son requeridos en menor cantidad o proporción, pero que son esenciales para que las plantas logren desarrollar en forma normal los procesos fisiológicos que la harán crecer bien y producir hermosos frutos y abundantes cosechas.

http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/sol_presentacion. Citado por ccahuana menciona que la solución hidropónica La Molina ha sido formulada tomando en cuenta que las plantas deben recibir un balance nutricional adecuado para poder producir a través de sistemas hidropónicos (sistemas que emplean agua), o en sistemas que usan sustratos.

La solución hidropónica La Molina, consiste de dos soluciones concentradas, denominadas A y B.

Figura 6 Soluciones nutritivas en diferentes presentaciones



Fuente: http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/sol_presentacion.

4.5.5. Composición química de las soluciones nutritivas

Zirena, J. (2002). Citada por Tintaya indica que solo 16 elementos nutritivos son considerados muy importantes para el crecimiento y desarrollo de las hortalizas. Estos se agrupan en macronutrientes, que se requiere en gran cantidad y los micronutrientes requeridos en menor cantidad.

Cuadro 1 Macro y micronutrientes para la nutrición de las plantas

Macronutrientes	Micronutrientes
- Nitrógeno (N)	- Cloro (Cl)
- Fósforo (P)	- Manganeseo (Mn)
- Potasio (K)	- Hierro (Fe)
- Azufre (S)	- Boro (B)
- Magnesio (Mg)	- Cobre (Cu)
- Calcio (Ca)	- Zinc (Zn)
- Carbono (C)	- Molibdeno (Mo)
- Oxígeno (O)	
- Hidrógeno (H)	

Fuente: Zirena, J. (2002).

Rodríguez, A. et al. (2001). Indican que la fórmula de la solución hidropónica La Molina se prepara con los siguientes fertilizantes:

Solución concentrada A:

(Para 5,0 litros de agua, volumen final)

- Nitrato de potasio 13.5% N, 45% K₂O 500 g
- Nitrato de amonio 33% N 350 g
- Superfosfato triple 45% P₂O₅, 20% CaO 180 g

Solución hidropónica B:

(Para 2,0 litros de agua, volumen final)

- Sulfato de magnesio 16% MgO, 13% S 220 g
- Quelato de hierro 6% Fe 17 g
- Solución de micronutrientes 400 ml

4.6. Los Fitotoldos

<http://www.fao.org>; indica que un fitotodo es una construcción cuya cubierta o techo es de un material que permite pasar la luz solar, facilitando las acumulaciones de calor durante el día y desprendiendo lentamente por la noche, cuando las temperaturas descienden drásticamente. De esta manera se evitan las pérdidas ocasionadas por las heladas, así como por las bajas temperaturas

El fitotoldo permite controlar el ambiente interno, modificando el clima y creando condiciones favorables para el crecimiento y desarrollo de los cultivos en cualquier época del año. De esta manera, las temperaturas al interior del invernadero durante la noche siempre serán mayores que las de afuera.

El trabajo en campo ha demostrado que, si bien el techo de los invernaderos puede ser de diferentes materiales, el que permite mayor concentración de calor es el agrofilm. Esto se debe a que reduce la evapotranspiración o pérdida de agua por la evaporación del suelo y la transpiración de las plantas.

4.6.1. La importancia de los Fitotoldos

- Permite la producción de productos hortícolas durante toda la época del año en regiones donde presentan condiciones de temperaturas extremas y permitiendo la planificación de la producción.
- Proteger a las hortalizas de granizadas y heladas que se presentan en la zona.
- Al controlar la temperatura y humedad dentro del Fito toldo, ayuda acelerar el crecimiento de las hortalizas permitiendo que las cosechas se realicen en corto tiempo.
- Permite con facilidad en manejo de control de plagas y enfermedades, permite también controlar la temperatura y humedad dentro del fitoldo.
- Se aprovecha el agua de manera eficiente y de forma controlada.
- Las hortalizas están menos expuestas a la contaminación del medio ambiente.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo de investigación

Descriptivo - Experimental

5.2. Ámbito de estudio

5.2.1. Ubicación espacial

El campo experimental se encuentra ubicado en las instalaciones del Centro de Investigación en Suelos y Abonos de la Facultad de Ciencias Agrarias (F.C.A) de la Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco (UNSAAC).

Ubicación política

Región : Cusco
Provincia : Cusco
Distrito : San Jerónimo
Sector : Centro Agronómico K'ayra

Ubicación geográfica

Altitud : 3225 msnm
Longitud : 71°58' Oeste
Latitud : 13°50' Sur

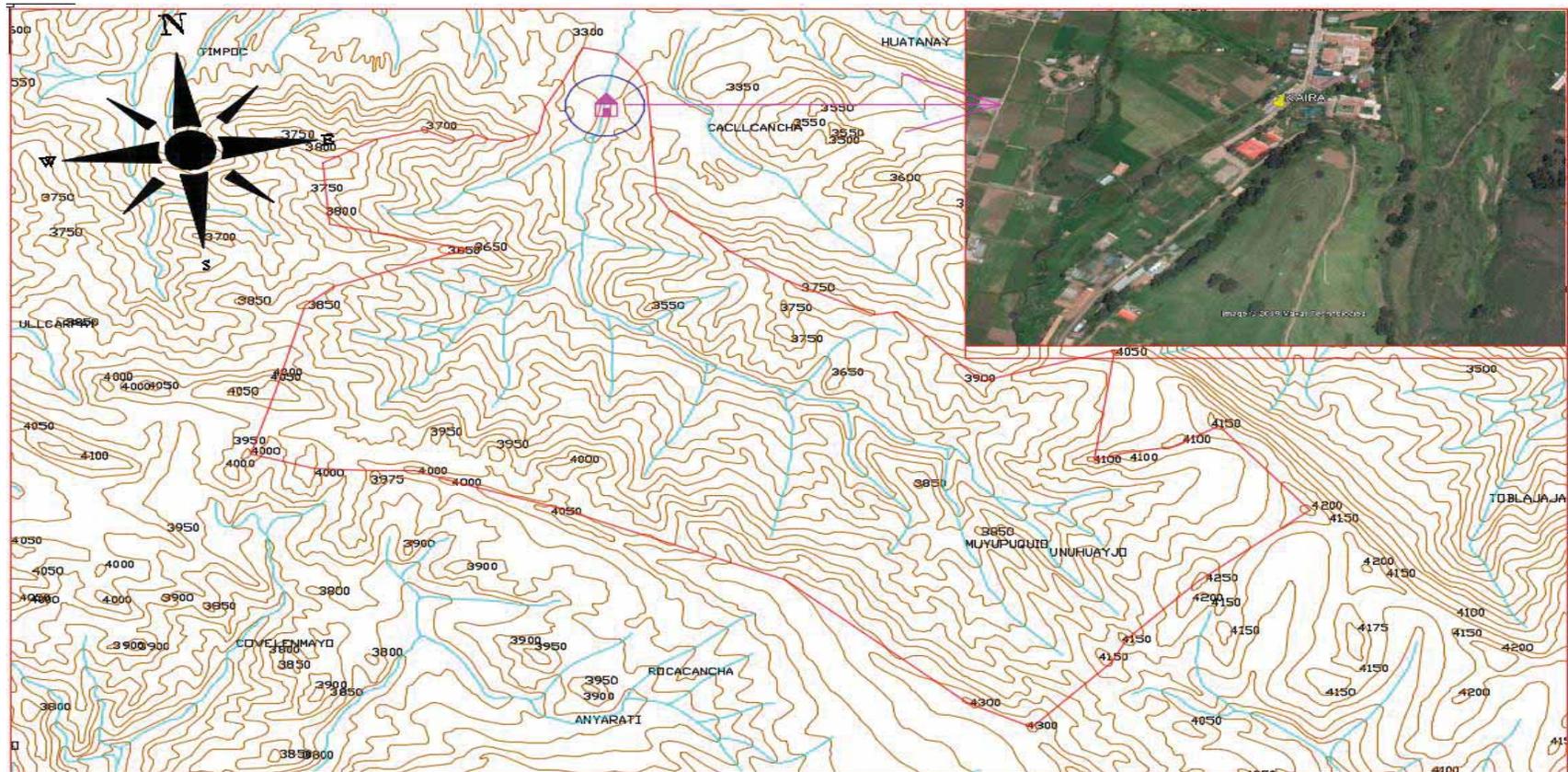
Ubicación hidrográfica

Cuenca : Vilcanota
Subcuenca : Huatanay
Microcuenca : Huanacaure

Ubicación temporal

Inicio : Octubre del 2017 (siembra)
Finalización : Febrero del 2018 (cosecha)

Figura 7 Ubicación del campo experimental



LEYENDA	
	RIO
	CURVAS DE NIVEL
	CENTRO AGRONOMICO KÁYRA
	DELIMITACION DE CUENCAS

CUENCA	Área (Km ²)	cota mayor(m.s.n.m.)	cota menor(m.s.n.m.)	P (Km)	S (%)
MICROCUENCA HUANACAURE	31.70	4,300.00	3,300.00	7.65	0.26

Fuente: Elaboración propia