

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**Comparativo de cuatro sustratos en la producción de
plantines de rocoto (*Capsicum pubescens*) en
condiciones de invernadero de la UNDAAC
Paucartambo – Pasco**

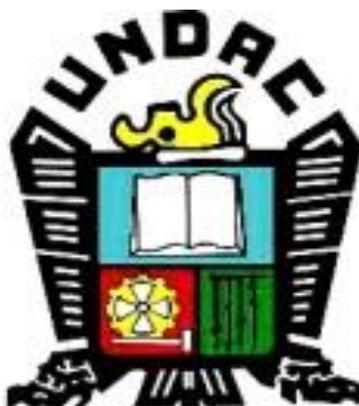
**Para optar el título profesional de:
Ingeniero Agrónomo**

**AUTORES: Bach. Gisela Betty ALANIA SACRAMENTO
 Bach. Lizbeth ASCANOA PANDURO**

ASESOR: Dra. Edith Iuz ZEVALLOS ARIAS

Cerro de Pasco – Perú – 2 019

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Comparativo de cuatro sustratos en la producción de plantines
de rocoto (*Capsicum pubescens*) en condiciones de invernadero
de la UNDAC Paucartambo - Pasco**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Andrés Edwin LEÓN MUCHA
PRESIDENTE

Mg. Carlos Adolfo de la CRUZ MERA
MIEMBRO

Mg. Fernando James ÁLVAREZ RODRÍGUEZ
MIEMBRO

DEDICATORIA

A Dios fuente inagotable de bondad, sabiduría, por darnos la vida, salud e iluminar nuestros caminos en quien confiamos y creemos cada día de nuestras vidas.

Con mucho aprecio y cariño a nuestros padres quienes fueron el soporte durante toda nuestra formación profesional.

RECONOCIMIENTO

Deseamos expresar nuestros más profundos reconocimientos a:

- A la Escuela de Formación Profesional de Agronomía sección Paucartambo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión por cobijarnos en sus ambientes durante nuestros estudios.
- A todos los docentes universitarios, de la Escuela de Agronomía sección Paucartambo quienes nos impartieron sus valiosas enseñanzas, experiencias y su preocupación constante en la formación de profesionales.
- A la Dra. Edith Luz Zevallos Arias asesora de la tesis, quien nos guió acertadamente en la presente investigación con sus valiosos conocimientos para llegar a la culminación de nuestros objetivos.
- Al Ing. Carlos Alberto, Zambrano Poma, co-asesor por habernos brindado su apoyo incondicional en la ejecución de este trabajo de tesis.
- A nuestros padres, hermanos y demás familiares que nos apoyaron en todo el trayecto de nuestros estudios y de nuestras vidas.
- A todas las personas quienes hicieron posible la realización de este proyecto.

RESUMEN

El rocoto pertenece a la familia Solanáceas, su fruto puede ser rojo, amarillo o marrón, y se distingue de los otros ajíes por contener semillas de color negro. Tiene un sabor picante, aunque también ligeramente dulzón. Contiene un principio activo llamado capsaisina, que brinda múltiples beneficios para la salud. Generalmente las zonas de producción son los valles andinos, la época de siembra es todo el año teniendo como ámbito un clima templado, favoreciendo una temperatura óptima que fluctúa entre los 18 a 20° C con una humedad relativa baja.

El principal departamento productor de rocoto fresco es Pasco, en el año 2011 superó las 6,7 mil toneladas; le siguen los departamentos de Puno y Cusco cuya producción en ambos sobrepasaron las mil toneladas anuales.

La producción de rocoto en Paucartambo, está teniendo una alta participación en la economía de la población, porque provee empleo e ingresos económicos a las familias relacionadas en la cadena de producción y comercialización del cultivo.

Actualmente se cultiva rocoto con la utilización de diferentes tipos de tecnologías agrícolas, el uso de cada tecnología depende de las posibilidades económicas, nivel tecnológico y objetivos de los productores.

Asimismo debemos mencionar que en la producción de cultivos hortícolas como es el caso del rocoto la etapa de crecimiento inicial de la planta es fundamental, ya que es imprescindible una planta de calidad para obtener una buena producción al final del cultivo y el medio de crecimiento es un factor importante para lograr una planta de calidad.

La presente investigación tuvo como objetivo comparar cuatro sustratos en la producción de plantines de rocoto (*Capsicum pubescens*) en condiciones de invernadero en el distrito de Paucartambo - Pasco.

La misma que fue conducido experimentalmente bajo el Diseño Completamente al Azar (DCA), con 4 tratamientos (sustratos), con 4 repeticiones (observaciones). La unidad experimental estuvo conformada por una bandeja de espumaplast de 96 tubetes, de 115 cm³ de volumen; para el análisis de varianza y las pruebas estadísticas con la cual se determinó las diferencias entre los sustratos se utilizó el paquete estadístico del SAS (Statistical Analysis System).

Se evaluaron cuatro sustratos, conformados por el humus de lombriz (T₁), un sustrato importado (T₂), un sustrato preparado a base de tierra agrícola y arena (T₃) y la turba (T₄); en la cual se determinaron la altura de la planta, el diámetro del tallo, la calidad de adobe y los costos de producción.

De los resultados obtenidos en cuanto a la altura de planta en la cuarta evaluación podemos decir que el sustrato importado (T₂) presentó una altura superior con 19.288 cm, seguidos de la turba con 6.215 cm, sustrato preparado con 4.090cm y del humus de lombriz con 3.538 cm.

Para el diámetro del tallo también el sustrato importado es el que obtuvo el mayor valor con 3.455 mm, mientras que en el último lugar se encuentra el sustrato preparado con 1.823 mm de diámetro, cuando las plántulas ya estaban listas para ser trasplantadas a campo definitivo.

Respecto a la calidad de adobe tres sustratos se comportaron de forma regular (el sustrato importado, el humus de lombriz y la turba), mientras que el sustrato preparado fue de mala calidad el adobe para la producción de plantines de rocoto.

Finalmente los sustratos con mayores rentabilidades en cuanto a tiempo y a calidad de plantines de rocoto en condiciones de invernadero en el distrito de Paucartambo fueron los tratamientos T₂ (sustrato importado) y T₄ (turba).

Sin embargo, es recomendable continuar estudiando el comportamiento de las plantas de rocoto producidas con la utilización del sustrato importado y de turba en el campo definitivo, para determinar la cosecha producida y analizar su desempeño como tal.

PALABRAS CLAVE: Comparativo, sustratos, capsicum, invernadero, tubete

ABSTRACT

The rocoto belongs to the Solanaceae family, its fruit can be red, yellow or brown, and it is distinguished from the other peppers by containing black seeds. It has a spicy flavor, although also slightly sweetish. It contains an active ingredient called capsaicin, which provides multiple health benefits. Generally, the production areas are the Andean valleys, the sowing season is all year round, with a temperate climate, favoring an optimum temperature that fluctuates between 18 to 20 ° C with a low relative humidity.

The main producing department of fresh rocoto is Pasco, in the year 2011 exceeded 6.7 thousand tons; followed by the department of Puno and Cusco whose production in both surpassed one thousand tons per year.

The production of rocoto in Paucartambo, is having a high participation in the economy of the population, because it provides employment and economic income to the families related in the chain of production and marketing of the crop.

Rocoto is currently cultivated with the use of different types of agricultural technologies, the use of each technology depends on the economic possibilities, technological level and objectives of the producers.

We must also mention that in the production of horticultural crops such as rocoto the initial growth stage of the plant is essential, since a quality plant is essential to obtain a good production at the end of the crop and the growth medium is an important factor to achieve a quality plant.

The objective of the present investigation was to compare four substrates in the production of rocoto seedlings (*Capsicum pubescens*) under greenhouse conditions in the district of Paucartambo - Pasco.

The same one that was experimentally conducted under the Completely Random Design (DCA), with 4 treatments (substrates), with 4 repetitions (observations). The experimental unit consisted of a tray of foamplast of 96 tubes, of 115 cm³ of volume; for the analysis of variance and the statistical tests with which the differences between the substrates were determined, the statistical package of the SAS (Statistical Analysis System) was used.

Four substrates were evaluated, consisting of earthworm humus (T1), an imported substrate (T2), a substrate prepared from agricultural soil and sand (T3) and peat (T4); in which the height of the plant, the diameter of the stem, the quality of adobe and the production costs were determined.

From the results obtained regarding the height of the plant in the fourth evaluation we can say that the imported substrate (T2) had a higher height with 19,288 cm, followed by the peat with 6,215 cm, substrate prepared with 4,090 cm and earthworm humus with 3,538 cm.

For the diameter of the stem also the imported substrate is the one that obtained the highest value with 3,455 mm, while in the last place is the prepared substrate with 1,823 mm in diameter, when the seedlings were ready to be transplanted to final field.

Regarding the quality of adobe, three substrates behaved in a regular way (the imported substrate, earthworm humus and peat), while the prepared substrate was of poor quality, the adobe for the production of rocoto seedlings.

Finally, the substrata with higher yields in terms of time and quality of rocoto seedlings under greenhouse conditions in the Paucartambo district were the T2 (imported substrate) and T4 (peat) treatments.

However, it is advisable to continue studying the behavior of rocoto plants produced with the use of imported substrate and peat in the final field, to determine the crop produced and analyze its performance as such.

KEY WORDS: Comparative, substrates, capsicum, greenhouse, tubete.

INTRODUCCIÓN

El género *Capsicum* se originó en el Alto Perú, zona que incluye la cuenca del lago Titicaca y lo que hoy es Bolivia; desde esta zona y gracias a las corrientes de los ríos y a las aves migratorias, el ají empezó su recorrido que lo llevaría a poblar y conquistar el resto de América del Sur y Central, su expansión fue muy rápida en Europa y África, es por ello que se le conoce con diversos nombres: ají, uchu, chile, pimiento (León J. , 2 000).

En el año 2 014 la exportación de *Capsicum* se ha incrementado en sus distintas presentaciones siendo Estados Unidos (conservas, secos y congelados) e Italia (frescos) los de mayor aceptación (ADEX, 2 015). En el año 2 013 el departamento con mayor producción de *Capsicum pubescens* fue Pasco, donde la producción anual fue de 14300 toneladas.

La superficie sembrada de rocoto en el distrito de Paucartambo durante la campaña 2013 – 2014 fue de 154 ha., la misma que tuvo un rendimiento promedio de 7909 kg/ha y con un precio en chacra de 1.23 soles por kilogramo; las que hacen interesantes para la instalación de nuevas áreas en el presente distrito. (Dirección Regional de Agricultura Pasco, 2 016).

La calidad de las plantas en contenedores depende, fundamentalmente, del tipo de sustrato que se utilice para cultivarlas y, en particular, de sus características físico-químicas, ya que el desarrollo y el funcionamiento de las raíces están directamente ligados a las condiciones de aireación y contenido de agua, además de tener una influencia directa sobre el suministro de nutrimentos necesarios para las especies que se desarrollen en él. Todas estas interacciones se reflejarán positiva o negativamente en la presentación comercial final de las especies cultivadas (Bunt, 1988).

Considerando los beneficios que se tiene con el uso de contenedores, sustratos y que involucra un menor control de plagas y enfermedades de la raíz en el cultivo de rocoto, se propuso realizar el presente trabajo de investigación cuyos objetivos fueron:

Objetivo general:

- 1) Comparar cuatro sustratos en la producción de plantines de rocoto (*Capsicum pubescens*) en condiciones de invernadero de la UNDAC Paucartambo - Pasco.

Objetivos específicos:

- 1) Determinar la calidad de adobe en la producción de plantines de rocoto (*Capsicum pubescens*) en condiciones de invernadero.
- 2) Evaluar el crecimiento y calidad de los plantines de rocoto (*Capsicum pubescens*) en los diferentes sustratos.
- 3) Efectuar el análisis económico de la producción de plantines de rocoto en los sustratos evaluados.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	3
RECONOCIMIENTO	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	8
INTRODUCCIÓN.....	11
ÍNDICE	13
LISTA DE CUADROS	16
LISTA DE CUADROS (Continuación)	17
LISTA DE CUADROS (Continuación)	18
LISTA DE GRÁFICOS.....	19
CAPITULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	20
1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA	20
1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.2.1. Delimitación geográfica	21
1.2.2. Delimitación temporal	21
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	21
1.3.1. Problema general	21
1.3.2. Problemas específicos.....	22
1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS	22
1.4.1. Objetivo general	22
1.4.2. Objetivos específicos	22
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	23
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	24
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	25
2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO.....	25
2.2. BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS.....	28
2.2.1. EL CULTIVO DE ROCOTO	28
A. Origen y distribución	28
B. Clasificación taxonómica.	29
C. Morfología y botánica.	30
D. Composición nutritiva.	33
E. Fases fenológicas.....	35
F. Exigencias climáticas.	38
G. Exigencias edáficas y fertilización.	38
H. Siembra y densidad de siembra.	39
I. Variedades.	40
J. Plagas y enfermedades.....	42
K. Usos.	46
L. Cosecha.....	48
M. Producción nacional por regiones.	49
N. Producción mundial.....	50
O. Evolución de las exportaciones.	51
P. Principales mercados de destino.....	54
2.2.2. EL SUSTRATO.....	55
A. Origen y distribución.....	55

B.	Propiedades de los sustratos.....	57
C.	Propiedades físicas de los sustratos.....	58
D.	Propiedades químicas del sustrato.....	62
E.	Materiales usados como sustrato.....	64
2.2.3.	EL CONTENEDOR O BANDEJAS Y LOS TUBETES.....	66
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	71
2.4.	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	73
2.4.1.	Hipótesis general	73
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	73
2.5.	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	74
2.6.	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES....	75
CAPITULO III. METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....		76
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	76
3.2.	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	76
3.3.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	77
a)	Diseño experimental.....	77
b)	Modelo matemático	78
3.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA	78
3.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	79
3.5.1.	Técnicas	79
3.5.2.	Instrumentos	79
3.6.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	79
3.7.	TRATAMIENTO ESTADÍSTICO.....	79
3.8.	SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	80
3.9.	ORIENTACIÓN ÉTICA.....	81
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		82
4.1.	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO.....	82
4.1.1.	Ubicación del campo experimental	82
a)	Ámbito de estudio.....	82
b)	Antecedentes del campo experimental	82
c)	Características de los sustratos empleados	83
➤	Características del humus de lombriz.....	83
➤	Características del sustrato importado.....	83
➤	Características del sustrato preparado	86
➤	Características de la turba.....	86
d)	Registro de temperatura.....	87
4.1.2.	Instalación y conducción del experimento	89
a.	Material vegetal	89
b.	Preparación y acondicionamiento de los sustratos	89
c.	Preparación y desinfección de bandejas y tubetes.....	89
d.	Siembra.....	89
e.	Riegos	90
f.	Control fitosanitario.....	90
4.1.3.	DATOS REGISTRADOS	90
a)	Germinación.....	90
b)	Altura de la planta.....	90
c)	Díámetro del tallo	91
d)	Calidad de adobe	91
e)	Análisis financiero.....	91

4.2.	PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	92
4.2.1.	Porcentaje de germinación.....	92
4.2.2.	Altura de planta.....	93
A.	Primera evaluación de la altura de planta.....	93
B.	Segunda evaluación de la altura de planta.....	95
C.	Tercera evaluación de la altura de planta.....	97
D.	Cuarta evaluación de la altura de planta.....	99
4.2.3.	Diámetro de tallo.....	101
A)	Primera evaluación del diámetro de tallo.....	101
B)	Segunda evaluación del diámetro de tallo.....	103
C)	Tercera evaluación del diámetro de tallo.....	105
D)	Cuarta evaluación del diámetro de tallo.....	107
4.2.4.	Calidad de adobe.....	109
4.2.5.	Análisis financiero.....	111
4.3.	PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	113
4.4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	114
	CONCLUSIONES.....	115
	RECOMENDACIONES.....	116
	BIBLIOGRAFIA.....	117
	ANEXOS.....	120

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Pág.
01	Composición por 100 g., de porción comestible.	35
02	Composición de la hortaliza, por 100g del producto comestible.	36
03	Producción nacional de rocoto.	51
04	Producción a nivel nacional en toneladas por departamentos.	52
05	Principales países productores de rocoto fresco.	53
06	Exportación de rocoto fresco.	54
07	Exportación de rocoto en otras presentaciones – valor FOB.	54
08	Exportación de rocoto en otras presentaciones – peso neto.	55
09	Principales destinos de exportación.	56
10	Características del tubete redondo modelo T-115.	73
11	Sustratos utilizados en el experimento.	82
12	Análisis físico químico del suelo experimental.	85
13	Análisis físico químico del sustrato importado.	86
14	Características físico químico del sustrato PREMIX # 3	87
15	Análisis físico químico del suelo agrícola.	88
16	Análisis físico químico de la turba.	89
17	Comportamiento de la temperatura por meses registrados en la localidad de estudio.	90

LISTA DE CUADROS (Continuación)

Cuadro		Pág.
18	Porcentajes para determinar la calidad del adobe.	93
19	Porcentaje de germinación de las semillas de rocoto en el distrito de Paucartambo.	94
20	Análisis de variancia de la altura de plantines de rocoto a la primera evaluación en condiciones de invernadero.	96
21	Prueba de Duncan de la altura de plantines de rocoto a la primera evaluación en condiciones de invernadero.	97
22	Análisis de variancia de la altura de plantines de rocoto a la segunda evaluación en condiciones de invernadero.	98
23	Prueba de Duncan de la altura de plantines de rocoto a la segunda evaluación en condiciones de invernadero.	98
24	Análisis de variancia de la altura de plantines de rocoto a la tercera evaluación en condiciones de invernadero.	99
25	Prueba de Duncan de la altura de plantines de rocoto a la tercera evaluación en condiciones de invernadero.	100
26	Análisis de variancia de la altura de plantines de rocoto a la cuarta evaluación en condiciones de invernadero.	101
27	Prueba de Duncan de la altura de plantines de rocoto a la cuarta evaluación en condiciones de invernadero.	102
28	Análisis de variancia del diámetro de tallo de plantines de rocoto a la primera evaluación en condiciones de invernadero.	104
29	Prueba de Duncan del diámetro de tallo de plantines de rocoto a la primera evaluación en condiciones de invernadero.	104
30	Análisis de variancia del diámetro de tallo de plantines de rocoto a la segunda evaluación en condiciones de invernadero.	106
31	Prueba de Duncan del diámetro de tallo de plantines de rocoto a la segunda evaluación en condiciones de invernadero.	106
32	Análisis de variancia del diámetro de tallo de plantines de rocoto a la tercera evaluación en condiciones de invernadero.	107

LISTA DE CUADROS (Continuación)

Cuadro		Pág.
33	Prueba de Duncan del diámetro de tallo de plantines de rocoto a la tercera evaluación en condiciones de invernadero.	108
34	Análisis de variancia del diámetro de tallo de plantines de rocoto a la cuarta evaluación en condiciones de invernadero.	109
35	Prueba de Duncan del diámetro de tallo de plantines de rocoto a la cuarta evaluación en condiciones de invernadero.	110
36	Análisis de variancia de la calidad de adobe en la producción de plantines de rocoto en condiciones de invernadero.	111
37	Prueba de Duncan de la calidad de adobe en la producción de plantines de rocoto en condiciones de invernadero.	112
38	Costos variables asociados a la producción de plantines de rocoto en condiciones de invernadero, Paucartambo 2 017.	114
39	Costo de los sustratos por cada tratamiento en la producción de plantines de rocoto utilizando bandejas de 96 tubetes en condiciones de invernadero, Paucartambo 2 017.	115

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico		Pág.
01	Climograma de los meses de junio a noviembre.	90
02	Primera evaluación de la altura de planta.	97
03	Segunda evaluación de la altura de planta.	99
04	Tercera evaluación de la altura de plantas.	101
05	Cuarta evaluación de la altura de plantas.	103
06	Primera evaluación del diámetro de tallo.	105
07	Segunda evaluación del diámetro de tallo.	107
08	Tercera evaluación del diámetro de tallo.	108
09	Cuarta evaluación del diámetro de tallo.	110
10	Calidad de adobe.	113

CAPITULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

El distrito de Paucartambo tiene como actividad principal la agricultura, destacándose el cultivo de papa; asimismo se tienen cultivos como la arveja, habas, maíz y rocoto, este último es cultivado por el valor que viene alcanzando en el mercado nacional como internacional, por sus diferentes formas de consumo además de presentar beneficios y propiedades nutraceuticas.

La gran mayoría de los productores en el distrito de Paucartambo son pequeños usufructuarios, que utilizan extensiones menores a 1 ha., y cuya producción y rentabilidad se ven afectados por varios factores, entre los que destacan: variedades de bajo potencial de rendimiento, susceptibilidad a enfermedades y plagas, poco uso de semillas de calidad y asistencia técnica;

Además la producción del rocoto es realizada mayormente por productores que practican una tecnología tradicional e intermedia, quienes para realizar el almácigo utilizan semillas provenientes de sus propias cosechas, asimismo las camas almacigueras no tienen el sustrato adecuado, las cuales repercuten en el crecimiento de los plantines y al momento de ser trasplantadas a campo definitivo, ya que dichas plantas son a raíz desnuda; por lo que también podemos decir que existe el desconocimiento de la utilización de sustratos y contenedores (tubetes, germinadores, bolsas, etc.).

En relación a la problemática descrita, referente al desconocimiento del uso de sustratos y contenedores para la producción de plantines de rocoto, es así que la

presente investigación busca determinar mediante el Diseño Completamente al Azar, con 4 tratamientos y 4 observaciones el sustrato con mejores propiedades físico químicas y con menor costo de producción por plántulas de rocoto en condiciones de invernadero de la escuela de agronomía de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en el distrito de Paucartambo; el mismo que se desarrolló durante los meses de junio a noviembre del año 2017.

1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Delimitación geográfica

El experimento se desarrolló en las instalaciones del invernadero de la escuela de agronomía, ubicada en el distrito de Paucartambo, provincia y región de Pasco.

1.2.2. Delimitación temporal

La presente investigación estuvo comprendida entre los meses de junio a noviembre del año 2017.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1. Problema general

¿Cuál de los cuatro sustratos presenta mejores condiciones para la producción de plantines de rocoto (*Capsicum pubescens*) en condiciones de invernadero para el distrito de Paucartambo – Pasco?

1.3.2. Problemas específicos

¿Qué características físicas y químicas de los sustratos en estudio serán mejores para la producción de plantines de rocoto (*Capsicum pubescens*) en condiciones de invernadero de la UNDAC Paucartambo - Pasco?

¿Cuál de los sustratos evaluados en la producción de plantines de rocoto (*Capsicum pubescens*) resultará ser una alternativa y que genere mayores beneficios?

1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Comparar cuatro sustratos en la producción de plantines de rocoto (*Capsicum pubescens*) en condiciones de invernadero de la UNDAC Paucartambo - Pasco.

1.4.2. Objetivos específicos

- ✓ Determinar la calidad de adobe en la producción de plantines de rocoto (*Capsicum pubescens*) en condiciones de invernadero.
- ✓ Evaluar el crecimiento y calidad de los plantines de rocoto (*Capsicum pubescens*) en los diferentes sustratos.
- ✓ Efectuar el análisis económico de la producción de plantines de rocoto en los sustratos evaluados.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La justificación del presente trabajo de investigación desde el punto de vista social es que el Distrito de Paucartambo presenta pisos altitudinales propicios para el desarrollo de diferentes hortalizas así como el Rocoto; y teniendo en consideración que la región Pasco es uno de los principales productores de rocoto a nivel nacional.

Mientras que la justificación desde el punto de vista tecnológico es que los almácigos presentan ventajas como la mayor precocidad y homogeneidad del cultivo, un manejo más eficiente de la semilla y la posibilidad de seleccionar las mejores plantas para ser sembradas en campo definitivo.

La justificación desde el punto de vista científico es que a los sustratos es indispensable concebir en contenedores como un sistema formado por tres fases: a) Una fase sólida la cual asegura el anclaje del sistema radical y la estabilidad de la planta; b) Una fase líquida que asegure el suministro de agua y nutrimentos a la planta y c) Una fase gaseosa que asegure el intercambio de oxígeno y bióxido de carbono entre las raíces y el medio externo.

Finalmente entre los beneficios que tiene el presente proyecto de investigación es que el uso de contenedores y sustratos involucra un menor control de plagas y enfermedades de la raíz de diversos cultivos, las cuales son comunes cuando se utiliza el suelo como medio de crecimiento.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Durante el proceso de instalación y conducción del presente trabajo de investigación, la principal limitante fue la obtención del sustrato importado, la misma que se obtuvo en la ciudad de Lima, ya que en nuestro distrito no se cuenta con dicho sustrato debido a su desconocimiento.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO.

Sobre el trabajo de investigación que realizamos en rocoto son pocos los trabajos realizados en nuestra región, por lo que los antecedentes mostrados se basan en trabajos sobre los aspectos técnicos en su producción:

Entre el año 2 005 y 2 006 se realizó el proyecto “Producción de rocoto ecológico en Oxapampa” el cual fue financiado por el gobierno regional de Cerro de Pasco y ejecutado por la gerencia sub regional Oxapampa, tuvo una duración de 18 meses. El proyecto fue conducido en 16 zonas focalizadas del ámbito de producción de rocoto, ubicados en los distritos de Oxapampa, Chontabamba, Huancabamba y Villa Rica en la provincia de Oxapampa, a través de parcelas de enseñanza e investigación, el cual fue dirigido a los pequeños productores de la zona (Sardón 2015).

Picón (2 013), realizó una evaluación de sustratos alternativos para la producción de pilones del cultivo de tomate en Guatemala; donde manifiesta que los diferentes tratamientos evaluados poseen propiedades físicas dentro de los rangos permitidos, lo cual permitieron que las raíces de las plantas se agreguen al sustrato para su facilidad en la extracción del contenedor; en cuanto a las propiedades químicas, los tratamientos que contenían abono orgánico tipo bocashi presentaron un alto contenido nutricional, pH y conductividad eléctrica en relación al tratamiento testigo (Peat moss).

Asimismo el porcentaje de germinación y desarrollo de las plantas de tomate fueron afectados por los niveles de conductividad eléctrica que presentaban los sustratos en la localidad del vivero de la carrera de Agronomía, dado que únicamente el sustrato testigo (Peat moss) (95.88%) obtuvo un porcentaje de germinación superior a 85%.

En cuanto a la altura de las plantas de tomate en la localidad del vivero de la carrera de Agronomía, estuvo influido por la luminosidad y temperatura en la casa malla; los sustratos Peat moss (tratamiento testigo) y tratamiento T₁ (Fibra de coco + cascarilla de arroz + carbón + bocashi + semolina,) presentaron una altura superior con 16.83 y 15.23 cm. respectivamente; en cuanto al diámetro del tallo, el sustrato T₂ (fibra de coco + piedra volcánica + carbón + bocashi + semolina) obtuvo el mayor valor con 2.94 mm.

La calidad de adobe de los pilones en los sustratos evaluados en el vivero de la carrera de Agronomía fue excelente en los sustratos T₀ (Peat moss) y T₁, (Fibra de coco + cascarilla de arroz + carbón + bocashi + semolina,)

El sustrato que presentó mayor rentabilidad para la producción de plantas de tomate en la localidad del vivero de la carrera de Agronomía fue el testigo, tratamiento compuesto en su totalidad por Peat moss con un retorno marginal de Q. 3.06 por cada quetzal invertido.

Rehermann (2 000), manifiesta que el aporte de materiales orgánicos, en mezcla con el suelo para elaborar los diferentes sustratos hizo posible buenos plantines respecto al testigo. Dicho aporte mejoró las características químicas del suelo (fundamentalmente la disponibilidad de fosforo). Lo cual se vio reflejado en un

mejor crecimiento de los plantines, incrementando los valores de: altura, diámetro, número de hojas verdaderas y peso al trasplante, respecto al testigo.

Cruz-Crespo, et al. (2 013) con respecto a los sustratos en la horticultura afirma que existen diversos materiales que pueden utilizarse como sustratos o medios de crecimiento para el cultivo de plantas, estos pueden ser orgánicos o inorgánicos, cuyas características pueden variar según la región. El uso de estos materiales presenta diversas ventajas tales como el cuidado del suelo y el agua; no obstante, se deben considerar diversos criterios para la selección de un material, ya que esto es de relevancia para el buen crecimiento de la planta, así como para la economía del productor. No solo se trata de tomar un material y colocarlo en un contenedor, si no que se requiere de una secuencia de análisis, priorizando a las propiedades físicas, químicas y a otros aspectos relacionados con el cuidado del ambiente. En general para tomar la decisión de utilizar un material como sustrato se debe considerar el costo, disponibilidad, respeto por el ambiente y que los resultados de la caracterización física, química y biológica se ajusten en lo posible a las características ideales para el crecimiento y desarrollo del cultivo por establecer.

Díaz (2 004), menciona que antes de utilizar un sustrato en explotaciones comerciales es muy importante el conocimiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del mismo, de esto depende el éxito o el fracaso de una buena producción de las partes que se comercializan de un cultivo hortícola. Por otro lado es importante tomar en consideración el costo del sustrato. Es posible que un sustrato barato no posea todas las propiedades físicas, químicas y biológicas adecuadas de un sustrato caro, sin embargo es importante considerar que éstas se

pueden adecuar por medio del manejo, de tal manera que la relación costo/beneficio se puede incrementar utilizando un sustrato barato.

2.2. BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS.

2.2.1. EL CULTIVO DE ROCOTO

A. Origen y distribución

El género *Capsicum*, incluye un promedio de 25 especies y tiene su centro de origen en las regiones tropicales y subtropicales de América, probablemente en el área Bolivia-Perú, donde se han encontrado semillas de formas ancestrales de más de 7 000 años, y desde donde se habría diseminado a toda América. (Misti, 2 015). Al menos cinco de sus especies son cultivadas en mayor o menor grado pero, en el ámbito mundial, casi la totalidad de la producción de ají y pimiento está dada por una sola especie, *Capsicum annuum*.

Asimismo destaca que existen otras especies del género cuyo fruto o producto también es denominado ají. Estas especies de interés más puntual son *Capsicum chinense*, cuyo cultivar "Habanero" produce el ají más picante que se conoce.

El *Capsicum frutescens*, cuyo cultivar "Tabasco" es muy usado para la elaboración de salsa picante y pickles.

El *Capsicum baccatum*, cuyo producto es conocido como ají andino y es ampliamente cultivado en las zonas altiplánicas.

Finalmente *Capsicum pubescens*, cuyo cultivar "Rocoto" (Manzano y Siete Caldos son sinónimos) es muy apreciado por su sabor y picantez en diversas regiones de América.

B. Clasificación taxonómica.

Según Pérez (2 002), la descripción taxonómica del rocoto es la siguiente:

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Sub clase	:	Asteridae
Orden	:	Solanales
Familia	:	Solanaceae
Género	:	<i>Capsicum</i>
Especie	:	<i>Capsicum pubescens</i>
Nombre Común	:	Rocoto
Sinónimos	:	Manzano, siete caldos

El rocoto, fue descrito por primera vez por Ruiz y Pavón en 1799, ésta especie fue introducida a México y América Central entre 1930 y 1940. Según Palacios (2007) citado por Valdez (2 017), la clasificación taxonómica del género *Capsicum* se da en base a color de la flor dada por IPGRI (1983).

Reino	:	Vegetal
Tipo	:	Fanerogama
División	:	Spemathophyta

Clase	:	Dicotiledóneae
Sub clase	:	Sin pétala o gamopetala
Orden	:	Solanales Tubiflorales
Familia	:	Solanáceae
Género	:	Capsicum
Especie	:	Capsicum pubescens Ruiz & Pavon.
Nombre común	:	Perú: Rocoto, Luquto Bolivia: Rukutu, Huayna México: Chile de cera, Chile manzano, perón.

Fuente: Zapata 1 992 & Palacios, 2 007. Citado por Valdez, I. 2 017.

C. Morfología y botánica.

Misti (2 015), realiza la siguiente descripción morfológica y botánica del Rocoto:

TIPO DE PLANTA

La planta es un semiarbusto de forma variable y alcanza entre 0.60 m a 1.50 m de altura, dependiendo principalmente de la variedad, de las condiciones climáticas y del manejo. La planta de Chile es monoica, tiene los dos sexos incorporados en una misma planta, y es autógama, es decir que se autofecunda; aunque puede experimentar hasta un 45% de polinización cruzada, es decir, ser fecundada con el polen de una planta vecina. Por esta misma razón se recomienda sembrar semilla híbrida certificada cada año.

SEMILLA

La semilla se encuentra adherida a la planta en el centro del fruto. Es de color blanco crema, de forma aplanada, lisa, reniforme, cuyo diámetro alcanza entre 2.5 y 3.5 mm. El porcentaje de germinación generalmente es alta y puede mantenerse por 4 a 5 años bajo buenas condiciones de conservación.

RAÍZ

El pimiento tiene una raíz pivotante, que luego desarrolla un sistema radicular lateral muy ramificado que puede llegar a cubrir un diámetro de 0.90 a 1.20 m, en los primeros 0.60 m de profundidad del suelo.

TALLO

El tallo puede tener forma cilíndrica o prismática angular, glabro, erecto y con altura variable, según la variedad. Esta planta posee ramas dicotómicas o pseudo dicotómicas, siempre una más gruesa que la otra (la zona de unión de las ramificaciones provoca que éstas se rompan con facilidad). Este tipo de ramificación hace que la planta tenga forma umbelífera (de sombrilla).

HOJAS

Hojas simples, Alternas, pequeñas, con limbo oval lanceolado de bordes, lisos, color verde oscuro, aovadas, enteras, glabras y pecíolos comprimidos.

FLORES

Las flores son actinomorfas, hermafroditas, con cáliz de 6 sépalos, Corola color blanco verduzco o blanco amarillento y pedicelos generalmente múltiples, de 6 pétalos y 6 estambres insertos en la garganta de la corola, el estigma generalmente está nivel de las anteras, lo que facilita la autopolinización. La polinización cruzada por los insectos es de un 80 % por lo que las variedades pierden su pureza genética rápidamente. Tiene ovario súpero.

Están localizadas en los puntos donde se ramifica el tallo o axilas, encontrándose en número de una a cinco por cada ramificación.

Generalmente, en las variedades de fruto grande se forma una sola flor por ramificación, y más de una en las de frutos pequeños.

FRUTO

El fruto es una baya, con dos a cuatro lóbulos, con una cavidad entre la placenta y la pared del fruto, siendo la parte aprovechable de la planta. Tiene forma globosa, rectangular, cónica o redonda. Existe una diversidad de formas y tamaños en los frutos, pero generalmente se agrupan en alargados y redondeados y tamaño variable, su color es verde al principio y luego cambia con la madurez a amarillo o rojo púrpura en algunas variedades. La constitución anatómica del fruto está representada básicamente por el pericarpio y la semilla. En casos de polinización insuficiente se obtienen frutos deformes.

D. Composición nutritiva.

El valor nutritivo del rocoto se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 01. Composición por 100 g., de porción comestible.

COMPUESTO	CANTIDAD
Energía (kcal)	39.00
Agua (g)	88.90
Proteínas (g)	0.90
Grasa (g)	0.70
Carbohidratos	8.80
Fibra (g)	2.40
Ceniza (g)	0.70
Calcio (mg)	31.00
Fósforo (mg)	21.00
Hierro (mg)	0.90
Retinol (mcg)	445.00
Tiamina (mg)	0.06
Riboflavina (mg)	0.58
Niacina (mg)	1.25
Ácido ascórbico reducido (mg)	60.00

Fuente: Collazos, C. *et. al.* 1 996.

Según Lozada (2 009), las especies de este género (*Capsicum*) son ricas en vitamina A, C y las del complejo B. así como un conenido de magnesio, hierro, tiamina, riboflavina y niacina. En análisis dietéticos practicados por

el departamento de nutrición del Perú en 1978, se le atribue los siguientes valores:

Cuadro 02. Composición de la hortaliza, por 100g del producto comestible.

Por 100 g de peso neto	Mínimo	Máximo
Agua	20.70 g	93.10 g
Hidratos de carbono	5.30 g	63.68 g
Proteínas	0.80 g	6.70 g
Extracto etéreo	0.30 g	0.80 g
Fibra	1.40 g	23.20 g
Cenizas	0.60 g	7.10 g
Calcio	7.00 mg	116.00 mg
Fósforo	31.00 mg	200.00 mg
Hierro	1.30 mg	15.10 mg
Caroteno	0.03 mg	25.20 mg
Tiamina	0.03 mg	1.09 mg
Riboflavina	0.07 mg	1.73 mg
Niacina	0.75 mg	3.30 mg
Acido ascorbico	14.40 mg	157.50 mg
Calorias	23.00 mg	233.00 mg
Capsicina	150.00 mg	335 mg / 10 g de peso

Fuente: Lozada, C. 2 009.

E. Fases fenológicas.

Misti (2 015), realiza la siguiente descripción de las fases fenológicas del cultivo de Rocoto:

Etapas fenológicas de desarrollo del género *Capsicum*:

a) Germinación y emergencia

El período de preemergencia varía entre 8 a 12 días, y es más rápido cuando la temperatura es mayor durante el período entre la germinación y la emergencia de la semilla emerge primeramente una raíz pivotante y las hojas cotiledonales, luego el crecimiento de la parte aérea procede muy lentamente, mientras que se desarrolla la raíz pivotante. Casi cualquier daño que ocurra durante este período tiene consecuencias letales y es la etapa en la que se presenta la mortalidad máxima.

b) Crecimiento de la plántula

Luego del desarrollo de las hojas cotiledonales, inicia el crecimiento de las hojas verdaderas, que son alternas y más pequeñas que las hojas de una planta adulta. De aquí en adelante, se detecta un crecimiento lento de la parte aérea, mientras la planta sigue desarrollando el sistema radicular, es decir, alargando y profundizando la raíz pivotante y empezando a producir algunas raíces secundarias laterales. La tolerancia de la planta a los daños empieza a aumentarse, pero todavía se considera que es muy susceptible.

c) Crecimiento vegetativo rápido

A partir de la producción de la sexta a la octava hoja, la tasa de crecimiento del sistema radicular se reduce gradualmente; en cambio la del follaje y de los tallos se incrementa, las hojas alcanzan el máximo tamaño, el tallo principal se bifurca (9-12 Hojas), después que el brote ha terminado por una flor o vástago floral (botón floral). Y a medida que la planta crece, ambas ramas se subramifican (después que el crecimiento del brote ha producido un número específico de órganos florales, vuelve a iniciarse una continuación vegetativa del proceso. Este ciclo se repite a lo largo del período de crecimiento. Se trata de un crecimiento simpodial. En este período la planta puede tolerar niveles moderados de defoliación. La tolerancia se incrementa a medida que la planta crece y siempre, que no haya otros factores limitantes la pérdida de follaje se compensan rápidamente. En el botoneo, la planta absorbe (necesita), niveles altos de N y K.

d) Floración y fructificación

Al iniciar la etapa de floración, el ají dulce produce abundantes flores terminales en la mayoría de las ramas, aunque debido al tipo de ramificación de la planta, parece que fueran producidas en pares en las axilas de las hojas superiores.

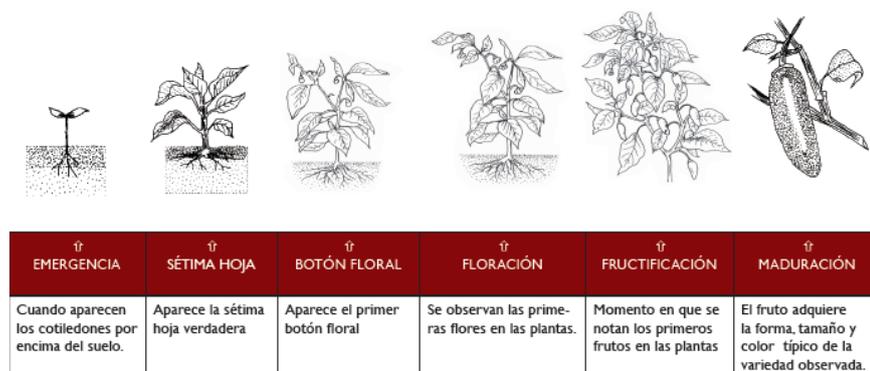
Cuando los primeros frutos empiezan a madurar, se inicia una nueva fase de crecimiento vegetativo y de producción de flores. De esta manera, el cultivo de ají dulce tiene ciclos de producción de frutos que

se traslapan con los siguientes ciclos de floración y crecimiento vegetativo. Este patrón de fructificación da origen a frutos con distintos grados de madurez en las plantas, lo que usualmente permite cosechas semanales o bisemanales durante un período que oscila entre 6 y 15 semanas, dependiendo del manejo que se dé al cultivo.

El mayor número de frutos y los frutos de mayor tamaño se producen durante el primer ciclo de fructificación, aproximadamente entre los 90 y 100 días. Los ciclos posteriores tienden a producir progresivamente menos frutos o frutos de menor tamaño, como resultado del deterioro y agotamiento de la planta.

Esta etapa es muy susceptible a plagas y enfermedades pues estos afectan al producto a cosechar. Los ciclos posteriores tienden a producir progresivamente menos frutos o frutos de menor tamaño, como resultado del deterioro y agotamiento de la planta. (Nuez *et al.* 1996).

Figura 01. Fases fenológicas del cultivo de Rocoto



Fuente: SENAMHI (2 011).

F. Exigencias climáticas.

Según Sierra Exportadora (2 012), El cultivo de rocoto requiere:

Clima

Temperaturas: cálidas entre 20 y 29°C y entre 300 a 600 m.s.n.m. (condiciones óptimas) pero produce muy buenos rendimientos con temperaturas de hasta 40°C y desde 60 hasta 1,600 m.s.n.m.

Precipitación: Preferible con 0 mm., por problemas de peca bacteriana y otras enfermedades, pero se produce con precipitaciones de hasta 1,200 mm., en la temporada de producción.

G. Exigencias edáficas y fertilización.

Según Sierra Exportadora (2 012), El cultivo de rocoto requiere:

Suelos

De preferencia suelos francos pero produce muy bien en suelos pesados hasta suelos arenosos. Con suelos extremos (arcillosos o arenosos) se requiere un poco más de manejo pero también produce bien.

Si a la preparación del terreno no se incorporó materia orgánica, debe incorporarse entre las plantas mezclados con los fertilizantes la cantidad de 5 t/ha. La cantidad de fertilizantes químico depende del análisis del suelo, recomendándose aplicar el primer abonamiento con el fertilizante compuesto de N-P-K-Ca-Mg a la dosis de 120-150-100 100-100 kg/ha.

- Primera: A los 15 días del trasplante o del prendimiento.

- Segunda: A los 30 días de la segunda fertilización.
- Tercera: A los 45 días en formación de ramas o inicio de floración.
- Cuarta: A los 60 días en desarrollo de fruto.

El cultivo del chile se adapta a diferentes tipos de suelo, pero prefiere suelos profundos, de 30 a 60 centímetros de profundidad, de ser posible, francos arenosos, franco limosos o franco arcillosos, con alto contenido de materia orgánica y que sean bien drenados.

El chile se adapta y desarrolla en suelos con pH desde 6.5 a 7.0 aunque hay que considerar que en suelos con pH de 5.5 hay necesidad de hacer enmiendas. Por abajo o arriba de los valores indicados no es recomendable su siembra porque afecta la disponibilidad de los nutrientes.

Es muy importante conocer y considerar el pH del suelo porque indica los rangos para el buen uso y asimilación de los fertilizantes y especialmente cuando sean de origen nitrogenado.

H. Siembra y densidad de siembra.

Según Sierra Exportadora (2 012), El cultivo de rocoto tiene las características:

Fecha de Siembra: La mejor época es todo el año. Hay unos meses que son menos difíciles pero se puede producir todo el año con excelente rentabilidad.

En camas de almácigo diseñadas de 10 x 1 m. se trazan surquitos de 10 cm. Y una profundidad de 2.0 cm, donde luego cada 1.0 cm. se deposita la

semilla y enseguida se cubre con arena de río el surquito. Durante 30-45 días se realiza el manejo (riego, deshierbo, fertilización).

- **Trasplante:** Las plantitas a los 30-45 días o cuando tienen 3 a 5 hojitas se trasplantan. Es importante desinfectar las plantitas con fungicida y un enraizador.
- **Suelo y preparación del terreno definitivo:** Tanto el pimiento morrón, ají pprika, el piquillo y el rocoto son moderadamente sensible a la salinidad, prefiriendo para ello suelos franco-arenosos que retengan la humedad en capacidad de campo. La preparaci3n del terreno debe realizarse tal como se hace en un campo comercial como es la incorporaci3n de materia orgánica (10-15 t/ha), dándose las siguientes labores en el campo: Arado, gradeo, mullido, nivelado del terreno y surcado a un distanciamiento adecuado.

I. Variedades.

UNALM (2 012) manifiesta que, los rocotos o ajíes andinos (*Capsicum pubescens*), presentan las siguientes variedades:

Nombre común: rocoto

Regiones: Andes bajos y de altitud media.

Diversidad: Media.

Observaciones: Rojos, amarillos, anaranjados.

Grandes y carnosos en los mercados, más pequeños y picantes en valles abrigados y huertas de la sierra sur.

Figura 02. Rocoto de los andes bajos, de colores rojo, amarillos y anaranjados.



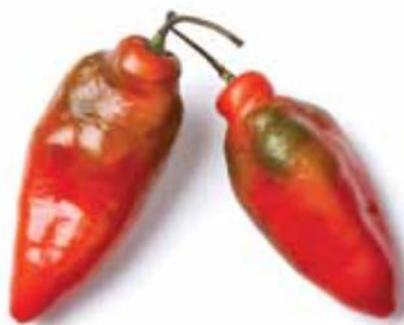
Nombre común: rocoto de huerta

Regiones: Quebradas y huertas abrigadas, principalmente en la sierra sur.

Diversidad: Media

Observaciones: Rojos, amarillos, anaranjados, verdes. Pequeños y muy picantes y aromáticos, abundan como plantas perennes en huertas.

Figura 03. Rocoto de huerta.



Nombre común: rocoto de la selva central

Regiones: Selva central de altura.

Diversidad: Baja

Observaciones: El gran ají de los Andes también se ha adaptado a la producción comercial en Oxapampa, de donde viajan a Arequipa para coronarse en un rocoto relleno.

Figura 04. Rocoto de selva central.



J. Plagas y enfermedades.

a. Plagas

Según Sierra Exportadora (2 012), El cultivo de rocoto presenta las siguientes plagas:

El Picudo del rocoto (*Anthonomus eugenii*): Este insecto se debe muestrear en las horas frescas de la mañana o la tarde ya que cuando calienta se esconde del calor y no se encuentra. Para muestrearlo se

revisan los brotes del cultivo y con un picudo por 200 brotes se justifica una aplicación de insecticida.

Ácaros (Varias Especies): Los ácaros son un problema recurrente en el verano todos los años en las distintas zonas de producción por lo cual recomendamos estar atentos al empezar a subir las temperaturas. Para prevenir un poco el acaro se debe de calendarizar la aplicación de fungicidas azufrados que controlan el acaro y el mildiú polvoso. Con el ácaro debemos tener mucho cuidado ya que también reduce el tamaño de la fruta.

Larvas de Lepidópteros (Noctuidae, Sphingidae, Arctiidae, etc.): Hay de varias especies que atacan el chile y pueden atacar el tallo, follaje y fruta. Desde que transplantamos hasta la cosecha.

Afidos (Aphididae) y **Mosca Blanca** (Aleyrodidae): Estos insectos tienen su importancia por ser vectores de virus no persistente y persistente.

Nematodos: Esta plaga es devastadora cuando se nos acumula en el suelo. No los podemos observar solo los podemos detectar sacando una muestra de suelo u observando el daño que nos causan a las raíces del cultivo y algunas malezas.

Mosquita del rocoto: Esta plaga es nueva y no esta reportada en ninguna literatura. El ciclo de vida de frutas y los tallos si se deja sin control o si el clima es favorable para el desarrollo de esta enfermedad.

b. Enfermedades

Según Sierra Exportadora (2 012), El cultivo de rocoto presenta las siguientes enfermedades:

Q`ellu onghoy o Amarillamiento: Es una de las principales enfermedades del rocoto y es conocido por los agricultores del lugar como Q`ellu onghoy –palabra Quechua que significa enfermedad amarilla. El síntoma característico es el amarillamiento de las hojas que comienza gradualmente desde un color verde pálido hasta llegar a un amarillamiento notable, y, luego alcanza su marchitamiento y defoliación –caída de hojas– completa de la planta, quedando los frutos completamente visibles y reducidos en su tamaño. En estas plantas el otro síntoma es la pudrición radicular siendo notable la ausencia de pelos absorbentes; así mismo, en un corte a bisel en la base del tallo también se observa una decoloración –color marrón oscuro– de los vasos conductores.

Ch`uña onghoy o Antracnosis: Es la enfermedad foliar, más importante, del rocoto, conocido por los agricultores como Ch`uña onghoy –palabra Quechua que significa enfermedad semejante al Chuño, que tiene la forma de una papa deshidratada de color oscuro y arrugado. Esta enfermedad afecta a frutos y tallos, pero, el principal daño está en el fruto, que es afectado desde el inicio de formación de los frutos hasta en la maduración. El síntoma característico en los frutos es la formación de manchas oscuras circulares a irregulares y hundidos,

cuando los frutos están en maduración sobre estas manchas se forman unos puntos de color naranja.

Nematodo nodulador de la raíz: Esta enfermedad está asociada a otras enfermedades como el Q`ellu onghoy y Lluch`u onghoy. El síntoma característico se observa en las raíces. En ellos se forma nódulos o agallas, que tienen la forma de raíces hinchadas. Dentro de estas raíces hinchadas se encuentran unos cuerpos globosos de color cristalino y transparente. Visto al microscopio estos tienen una cabeza y un cuerpo globoso que corresponden a las hembras en estado de madurez. Estos cuerpos del nematodo –son pequeños animales que tienen la forma de un gusano–, conocido como *Meloidogyne* sp. Estos nematodos son habitantes del suelo, por esta razón, pueden diseminarse a otros lugares a través de suelo contaminado. Estando el nematodo en el suelo, penetra a las raíces a través de las raicillas, causando heridas, pero, también por la misma herida pueden ingresar otros hongos como *Fusarium* causante del Q`ellu onghoy, *Phytophthora* sp causante del Ll`uchu onghoy, ocasionando mayores pérdidas en la producción.

Cercosporiosis de la hoja: Es una enfermedad que se presenta como manchas aisladas sobre las hojas, con el uso de los fungicidas para el control de la Antracnosis puede minimizarse esta enfermedad.

Ll`uch`u onghoy o marchitez de la planta: Esta enfermedad, causada por *Phytophthora* sp., se caracteriza por el marchitamiento de la planta, pudrición radicular y pudrición del fruto. Por el tipo de pudrición en el fruto los agricultores conocen a la enfermedad como Ll`ch`u onghoy. En

años muy húmedos puede llegar a causar pérdidas considerables, pero, en general, se presenta en parcelas con mal drenaje y las partes más húmedas, causando pérdidas aisladas.

Muk`uru onghoy: Son aquellas plantas que han sido afectadas severamente por la “Mosca blanca”, presentan síntomas característicos de plantas afectadas por virus, son plantas con hojas y frutos deformes y más pequeñas en tamaño, con mosaicos y frutos pequeños.

K. Usos.

Según Sierra Exportadora (2 012), El cultivo de rocoto tiene los siguientes beneficios y propiedades:

- El rocoto es un excelente protector estomacal: El consumo habitual de rocoto se recomienda para el tratamiento de las úlceras, la gastritis, la colitis y en general beneficia al sistema digestivo. ¿Cómo así? Porque los jugos gástricos humanos (al igual que la saliva de algunos mamíferos) tienen la acidez suficiente para neutralizar su picor, pero además, la capsaicina que posee el rocoto estimula la segregación de jugos gástricos y propicia la acumulación de lípidos y bicarbonatos en la mucosa del estómago, fortaleciéndola y facilitando el proceso digestivo. Además, la salivación extra que produce en la boca contribuye a una mejor digestión en general.
- El rocoto tiene propiedades desinflamatorias y antibióticas: por ello las pepitas del ají se empleaban antiguamente para combatir el dolor de muelas. Sus propiedades desinflamantes combinadas con las

digestivas lo convierten en un poderoso remedio para las hemorroides por ejemplo (una vez neutralizado su picor en el estómago).

- El rocoto produce endorfinas: la sensación de dolor controlado que el picor del rocoto produce en la lengua es equiparable al que sentimos cuando practicamos deporte, como respuesta nuestro organismo produce endorfinas que inhiben ciertas partes del cerebro produciendo una sensación de placer que genera cierta adicción difícil de describir.
- El rocoto es útil para combatir la neuropatía diabética: administrado como capsaicina tópica alivia el dolor asociado a la soriasis y artrosis.
- El rocoto es bueno para la hipertensión: actúa como dilatador de los vasos sanguíneos, se aconseja para aliviar el malestar y bajar la presión de las personas que sufren este mal.
- El rocoto es fuente de vitamina C y ayuda para combatir la anemia y excelente Antioxidante: un rocoto posee una cantidad de vitamina C cuatro veces superior al de la naranja y al igual que otros frutos sus propiedades antioxidantes son parte esencial de una dieta sana aconsejada para prevenir el cáncer. Por la combinación de altas proporciones de vitamina C con sus efectos desinflamantes y digestivos es ideal para tratamientos de la anemia: la vitamina C ayuda a absorber el hierro, la capsaicina neutraliza los efectos inflamatorios de las cápsulas de hierro en el estómago protegiendo la mucosa estomacal, finalmente sus efectos digestivos y

desinflamatorios previenen y combaten los problemas de estreñimiento que produce este tipo de tratamiento.

En general la composición química del rocoto incluye: agua, hidratos de carbono, proteínas, fibra, cenizas, calcio, fósforo, hierro, caroteno, tiamina, ribofabina, niacina, ácido ascórbico, capsaicina.

L. Cosecha.

Según Sierra Exportadora (2 012); la cosecha se debe de realizar de forma semanal ya que si lo hacemos con más días de por medio para la floración y el crecimiento de la planta lo cual alarga el ciclo de producción. La cosecha semanal bien echa es indispensable para evitar tener rocoto estrillado (o rayado). La importancia de esto son dos: una, cuando se nos raya mucho el hile se vuelve más susceptible al problema de Erwinia ya que las rayas son rajaduras de maduración naturales de la fruta que cicatrizan (las cicatrices es lo rayado). Estas rajaduras permiten el acceso más fácil a la fruta por patógenos por lo cual se vuelve más susceptible a Erwinia.

Dos, cuando la fruta se raya es un signo de maduración que le dice a la planta que deje de crecer y por consiguiente, florear para madurar la semilla que está dentro de estas frutas rayadas o maduras. Por consiguiente, si deseamos mantener nuestra chilera en producción más tiempo o producir más en menos tiempo, debemos de evitar tener rocoto rayado en los cortes. La cosecha de invierno es una de las labores más delicadas del chile. Siendo la razón la posible infección de la bacteria Erwinia spp. Este problema tiene

la peculiaridad que no se ve el daño al momento de enviar el producto a la planta procesadora sino que 8 a 12 horas después se empieza a manifestar.

M. Producción nacional por regiones.

Según Sierra Exportadora (2 012); para el año 2011 la producción nacional de rocoto fresco fue de 10,504 toneladas, si bien ese año disminuyó en un - 8.24% con respecto al año anterior, el rendimiento a tenido un ascenso considerable de más de 2 mil por ciento. Asimismo se observa un incremento en el precio de 48% siendo este de S/. 2.31 por Kg. promedio durante el año 2011.

Cuadro 03. Producción nacional de rocoto.

PRODUCCIÓN NACIONAL					
Variables	2008	2009	2010	2011	Var. %
Sup. Sembrada (ha)	122	228	151	208	37.75
Sup. Cosechada (ha)	1 328	1 385	1 181	40	96.61
Producción (t)	3 575	11 568	11 447	10 504	8.24
Rendimiento (kg/ha)	2 693	8 353	9 691	264 246	2 626.72
Precio (S/. /kg)	1.00	1.32	1.56	2.31	48.08

Fuente: Sierra Exportadora, 2 012.

El principal departamento productor de rocoto fresco es Pasco, en el año 2011 superó las 6,7 mil toneladas; le siguen los departamentos de Puno y Cusco cuya producción en ambos sobrepasaron las mil toneladas anuales como se puede apreciar en la siguiente tabla:

Cuadro 04. Producción a nivel nacional en toneladas por departamentos.

PRODUCCIÓN NACIONAL (t) POR DEPARTAMENTOS					
Departamento	2008	2009	2010	2011	Var. %
Pasco	2 129	6 952	6 175	6 781	9.81
Puno	747	2 592	2 270	1 433	36.87
Cusco	6	750	1 421	1 137	19.99
Junín	163	623	694	599	13.69
Huánuco	55	171	203	235	15.76
La libertad	281	108	243	182	25.10
Tacna	-	-	150	60	60.00
Amazonas	184	322	249	53	78.71
Apurímac	10	50	42	24	42.86
Total	3 575	11 568	11 447	10 504	8.24

Fuente: Sierra Exportadora, 2 012.

N. Producción mundial.

Según Sierra Exportadora (2 012); en el siguiente cuadro se detalla la producción mundial de *Capsicum* cuyo género comprende a los ajíes (incluido el rocoto), chiles, guindillas o pimientos; siendo el país de China el principal productor, seguido por México y Turquía.

Cuadro 05. Principales países productores de rocoto fresco.

PRINCIPALES PRODUCTORES MUNDIALES DE <i>Capsicum</i> FRESCOS EN MILES DE TM					
País	2006	2007	2008	2009	2010
China	13 030 234	14 026 272	14 274 178	14 520 301	15 023 503
México	1 681 280	1 890 430	2 054 970	1 941 560	2 335 560
Turquía	1 842 180	1 759 220	1 796 180	1 837 000	1 986 700
Indonesia	1 185 060	1 128 790	1 092 120	1 378 730	1 332 360
Estados Unidos	998 210	906 140	909 810	988 240	932 580
Total mundial	26 630 733	27 480 742	28 134 162	28 509 555	29 421 327

Fuente: Sierra Exportadora, 2 012.

O. Evolución de las exportaciones.

Según Sierra Exportadora (2 012); las exportaciones de rocoto en los últimos años han logrado un aumento del 277.6% en valor FOB, pasando de USD 86,218 en el año 2007 a los USD 325,562 en el año 2011, en el caso de su volumen a incrementado en 186.77% llegando al año 2011 a los 162,485 Kg.

Si bien se observa un crecimiento continuo a partir del año 2007, en este último año se observa una reducción en el valor FOB de -8.4% con respecto al año anterior; en cuanto a la presentación de rocoto fresco.

Cuadro 06. Exportación de rocoto fresco.

EVOLUCIÓN DE LAS EXPORTACIONES PERUANAS DE ROCOTO FRESCO				
Años	FOB en USD	Peso neto en kg	Var. % del FOB	Var. % del Peso Neto
2007	86 218	56 660		
2008	198 389	110 465	130.10	94.96
2009	223 922	128 794	12.87	16.59
2010	355 388	168 609	58.71	30.91
2011	325 562	162 485	-8.39	-3.63

Fuente: Sierra Exportadora, 2 012.

Como se puede observar en la siguiente tabla las exportaciones de rocoto en sus diversas presentaciones han superado el 1,8 millones en el año 2011, creciendo en 8.4% con respecto al año anterior.

Las principales presentaciones que destacan son el rocoto congelado, la salsa de rocoto, los rocotos preparados o conservados (ej. en salmuera) y los rocotos secos, triturados o pulverizados.

Cuadro 07. Exportación de rocoto en otras presentaciones – valor FOB.

EXPORTACIONES DE ROCOTO EN OTRAS PRESENTACIONES – Valor FOB US \$						
Presentación	2007	2008	2009	2010	2011	Var. %
Rocoto congelado	554 568	243 095	351 457	404 629	630 250	55.76
Salsa de rocoto	315 452	295 805	183 651	325 655	433 921	33.25
Rocotos preparados o conservados	90 336	181 768	321 266	555 765	345 257	-37.88

EXPORTACIONES DE ROCOTO EN OTRAS PRESENTACIONES – Valor FOB US \$						
Presentación	2007	2008	2009	2010	2011	Var. %
Rocotos secos, triturados o pulverizados	3 107	804	258	37 998	40 132	5.62
Otras presentaciones (incluida la mezcla con otras hortalizas)	129 344	231 767	246 276	386 602	404 776	4.70
Total general	1 092 808	953 239	1 102 908	1 710 649	1 854 335	8.40

Fuente: Sierra Exportadora, 2 012.

El rocoto congelado lidera el ranking de las exportaciones de rocoto en todas sus presentaciones; del total exportado, alrededor del 29% se destinó a esta presentación, siendo la principal empresa exportadora Import y Export Dona Isabel E.I.R.L. la cual exportó durante el año 2011 US\$ 97,525 en valor FOB.

Los tres principales mercados de destino para las exportaciones de rocoto congelado durante el año 2011 fueron Estados Unidos (US\$ FOB 415,528), España (US\$ FOB 174,482) y Chile (US\$ FOB 33,011).

Cuadro 08. Exportación de rocoto en otras presentaciones – peso neto.

EXPORTACIONES DE ROCOTO EN OTRAS PRESENTACIONES – PESO NETO kg.						
Presentación	2007	2008	2009	2010	2011	Var. %
Rocoto congelado	275 181	121 597	135 180	158 405	240 627	51.91
Salsa de rocoto	123 084	111 630	79 644	128 822	140 917	9.39
Rocotos preparados o conservados	51 100	97 576	105 100	210 891	125 627	-40.43
Rocotos secos, triturados o pulverizados	1 230	566	8	14 303	16 229	13.46

EXPORTACIONES DE ROCOTO EN OTRAS PRESENTACIONES – PESO NETO kg.						
Presentación	2007	2008	2009	2010	2011	Var. %
Otras presentaciones (incluida la mezcla con otras hortalizas)	78 544	126 849	137 828	180 694	193 488	7.08
Total general	529 138	458 218	457 760	693 115	716 888	3.43

Fuente: Sierra Exportadora, 2 012.

P. Principales mercados de destino.

Según Sierra Exportadora (2 012); los principales destinos para las exportaciones de rocoto fresco son Italia, España, Chile y Suiza; siendo el país de Italia el principal receptor, habiéndose destinado más del 80% del total exportado durante el año 2011, dicho monto asciende a la suma exportada de US\$ 268,704.

Cuadro 09. Principales destinos de exportación.

PRINCIPALES DESTINOS DE LAS EXPORTACIONES PERUANAS DE ROCOTO FRESCO VALOR EN USD								
N°	Países	2007	2008	2009	2010	2011	Part. % año 2011	Var. % 2010 – 2011
1	Italia	51 531	159 913	190 677	282 047	268 704	82.5 %	- 4.73
2	España	3 934	18 803	28 851	64 185	47 564	14.6 %	- 25.90
3	Chile					8 008	2.5 %	
4	Suiza	251	2 875	1 015	886	932	0.3 %	5.13
5	Aruba	6	636	1 986	863	203	0.1 %	- 76.47
Resto de países		30 497	16 161	1 393	5 082	151	0.05 %	- 97.03
Total general		86 218	198 389	223 922	353 063	325 562	100 %	- 7.79

Fuente: Sierra Exportadora, 2 012.

Para España como segundo receptor, solo se destinó el 14.6% equivalente a un valor de US\$ 47 mil.

Chile ocupa el tercer lugar en la lista de destinos y como se puede apreciar en la tabla recién en el año 2011 empieza a importar el rocoto fresco peruano, para dicho año solo se ha registrado un valor exportado de US\$ 8 mil.

Como se puede apreciar, el rocoto fresco tiene mucha acogida en los mercados europeos; cabe resaltar que actualmente se cuenta con una preferencia arancelaria total, por tanto el derecho arancelario de importación para el rocoto fresco originario de Perú es de 0%.

2.2.2. EL SUSTRATO

A. Origen y distribución.

Según García, (2006); puede asegurarse, sin exageración, que el principal factor del que depende el éxito de un cultivo en contenedor es la calidad del sustrato elegido y la finalidad más importante de un sustrato es producir una planta de alta calidad en un tiempo menor, a bajo costo.

Según Calderón, (2006); el término sustrato, que se aplica en agricultura, se refiere a todo material, natural o sintético, mineral u orgánico, de forma pura o mezclado, cuya función principal es servir como medio de crecimiento y desarrollo a las plantas, permitiendo su anclaje y soporte a través del sistema radical, favoreciendo el suministro de agua, nutrientes y oxígeno.

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta (INFOAGRO 2010).

En condiciones muy intensivas de producción hortícola en almácigo, el empleo de los sustratos se justifica por varias razones. Se tiende a sustituir el suelo natural para poder controlar mejor los parámetros de crecimiento y de desarrollo de los cultivos a través del:

- Tenor de aire en el sustrato,
- Control del tenor de agua y elementos minerales,
- Desinfección fácil de los sustratos, disminución de parásitos y fácil control,
- Extensión del período de producción,
- Desplazamiento más fácil de las plantas,
- Repique con alto grado de éxito, sin daño de las raíces.

García, (2006); cita las siguientes ventajas del trasplante frente a la siembra directa:

- Mayor stand de plantas
- Posibilidad de selección de la plántula
- Cultivos con menos tiempo en el campo

Ventajas del trasplante a raíz cubierta en contenedor:

- Disminuye estrés del trasplante
- Plantas más uniformes
- Menor tiempo de crecimiento
- Permite mecanizar el trasplante
- Producción a gran escala

B. Propiedades de los sustratos.

A continuación se mencionan las propiedades a tener en cuenta en los materiales utilizados para fabricar sustratos (García 2006).

- Granulometría: tamaño medio y distribución del tamaño de partículas. A partículas más grandes, mayor será el contenido de aire y menor el de agua para determinada succión. Relación óptima aire/agua: 3/1.
- Porosidad (mayor a 85 %)
- Capacidad de agua disponible (24 - 40 %)
- Densidad aparente (menor a 0.4 gr/cm³).
- Relación C/N y grado de estabilidad de la materia orgánica.
- Capacidad de intercambio de cationes (CIC): 6-15 meq/100gr (24-60 meq/litro).
- pH con efecto importante en la disponibilidad de nutrientes.
- Cantidad y disponibilidad de nutrientes.
- Concentración de sales en la solución acuosa. La salinidad dependerá del tipo de sustrato y del agua de riego. A menor volumen

del recipiente, más riesgoso es la acumulación de sales a niveles de toxicidad. Conductividad eléctrica menor a 0.65 mmhos/cm.

- Libre de enfermedades, plagas y malezas.
- Ser fácilmente disponible.
- Bajo costo.

Gallo y Viana, (2005); mencionan que, para determinado sustrato se comporte de manera adecuada, con propiedades físicas y químicas óptimas, es necesario que tenga un correcto reparto y composición de las fases sólidas, líquida y gaseosa. Es necesario que el sustrato combine propiedades físicas y químicas favorables manteniéndolas inalteradas.

C. Propiedades físicas de los sustratos.

Según Nuez, (2001); las propiedades físicas de los medios de cultivo son de primerísima importancia. Una vez que el medio esté en el contenedor, y la planta esté creciendo en él, no es posible modificar las características físicas básicas de dicho medio.

Generalmente suele darse más importancia a las propiedades físicas de los sustratos, ya que una vez seleccionada una mezcla como medio de cultivo, apenas puede modificarse su estructura física, a diferencia de su composición química, que puede ser alterada durante el desarrollo de la planta, mediante el riego y el abonado.

Las propiedades físicas más importantes que permiten evaluar la capacidad de un material como sustrato, o comparar diferentes materiales, son:

- Distribución del tamaño de partículas o granulometría

- Porosidad, y su reparto entre las fases líquida y gaseosa, es decir: capacidad de retención de agua y porosidad de aire.

Las características físicas de un sustrato que, generalmente son consideradas en un análisis de rutina, son densidad aparente, porosidad y curva de retención de agua.

Según García, (2006); sugiere los valores “ideales” para un sustrato (como porcentaje del volumen total): el total de espacio poroso (PT) sería 85 %; porosidad del aire (PAI) 10-30 %; agua fácilmente disponible (AFD) 20-30 %; y capacidad buffer del agua (agua de reserva) (AR) 4-10 %.

a) Granulometría

El tamaño de los gránulos o fibras condiciona el comportamiento del sustrato, ya que además de su densidad aparente varía su comportamiento hídrico a causa de su porosidad externa, que aumenta de tamaño de poros conforme sea mayor la granulometría.

De la naturaleza y del tamaño de partículas del sustrato dependerán principalmente sus propiedades físicas, como el reparto de aire y agua y la disponibilidad para las raíces (Gallo y Viana 2005).

- **Influencia de la granulometría en las propiedades del sustrato**

Según Gallo y Viana, (2005); en sustratos que presentan amplia distribución de tamaños de partículas, las partículas pequeñas se alojan en los huecos entre las partículas grandes, reduciendo su tamaño y, por tanto, la porosidad total y la

ocupada por aire. Al mismo tiempo, aumentará la cantidad de agua retenida, al ser mayor el número de microporos. En consecuencia, las propiedades físicas de los sustratos dependen en gran medida de la distribución de los tamaños de partícula, por lo que modificando o seleccionando adecuadamente el tamaño de partícula, se pueden alcanzar propiedades físicas óptimas.

b) Porosidad

Es el volumen total del medio no ocupado por las partículas sólidas, y por tanto, lo estará por aire o agua en una cierta proporción. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80-85 %, aunque sustratos de menor porosidad pueden ser usados ventajosamente en determinadas condiciones.

El grosor de los poros condiciona la aireación y retención de agua del sustrato. Poros gruesos suponen una menor relación superficie/volumen, por lo que el equilibrio tensión superficial/fuerzas gravitacionales se restablece cuando el poro queda solo parcialmente lleno de agua, formando una película de espesor determinado (INFOAGRO 2010).

Según Nuez, (2001); el total de poros existentes en un sustrato se divide entre: 1) Poros capilares de pequeño tamaño (< 30 micrómetros), que son los que retienen el agua y 2) Poros no capilares o macroporos, de mayor tamaño (> 30 μm), que son los que se vacían después que el sustrato ha drenado. Sin embargo, los poros

no drenan completamente y una fina película de agua es retenida alrededor de las partículas del sustrato.

c) Porosidad del aire

La porosidad de aire (Pa) es la propiedad física más importante de los sustratos. Los valores de Pa necesarios dependen mucho de la especie cultivada, ya que la sensibilidad de las plantas a la aireación es muy variable. Además dependen del método de medida utilizado y de las condiciones ambientales y de manejo (Gallo y Viana 2005).

El contenido de aire de un sustrato es definido como la proporción del volumen que contiene aire después de que ha sido saturado con agua y dejado drenar. La porosidad de aire consiste en el porcentaje de volumen de sustrato que contiene aire. El valor que se aconseja como óptimo oscila entre el 10 y el 30 % (Gallo y Viana 2005).

d) Agua fácilmente disponible

Según Nuez, (2001); es la diferencia entre el volumen de agua retenido por el sustrato, después de haber sido saturado con agua y dejado drenar a 10 cm de tensión matricial y el volumen de agua presente en dicho sustrato a una succión de 50 cm de capacidad de absorción. El valor óptimo para el agua fácilmente disponible oscila entre el 20 y el 30% del volumen.

e) Densidad

La densidad de un sustrato se puede referir bien a la del material sólido que lo compone y entonces se habla de densidad real, o bien a

la densidad calculada considerando el espacio total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso, y se denomina porosidad aparente.

La densidad aparente indica indirectamente la porosidad del sustrato y su facilidad de transporte y manejo. Los valores de densidad aparente se prefieren bajos (0,7-0.1) y que garanticen una cierta consistencia de la estructura (INFOAGRO 2010).

f) Estructura

Puede ser granular como la de la mayoría de los sustratos minerales o bien fibrilares. La primera no tiene forma estable, acoplándose fácilmente a la forma del contenedor, mientras que la segunda dependerá de las características de las fibras. Si son fijadas por algún tipo de material de cementación, conservan formas rígidas y no se adaptan al recipiente pero tienen cierta facilidad de cambio de volumen y consistencia cuando pasan de secas a mojadas (INFOAGRO 2010).

D. Propiedades químicas del sustrato.

La reactividad química de un sustrato se define como la transferencia de materia entre el sustrato y la solución nutritiva que alimenta las plantas a través de las raíces. Esta transferencia es recíproca entre sustrato y solución de nutrientes y puede ser debida a reacciones de distinta naturaleza.

Según Gallo y Viana, (2005); mencionan que las propiedades químicas más importantes de los materiales que componen un medio de crecimiento son:

a. Capacidad de intercambio catiónico

Según Nuez, (2001); se define como la suma de los cationes cambiabiles que pueden ser adsorbidos por unidad de peso (o de volumen) del sustrato. Dichos cationes quedan así retenidos frente al efecto lixivante del agua y están usualmente disponibles para la planta.

La capacidad de los sustratos orgánicos para adsorber cationes metálicos depende del pH: Cuando más alto es el pH, más elevada es la capacidad de intercambio catiónico. Para una turba rubia, la capacidad de intercambio catiónico se incrementa desde 50 hasta 100 meq/100 g cuando el pH aumenta desde 3.5 hasta 5.5.

b. Salinidad

La salinidad de una solución acuosa se mide por su contenido en sales disueltas (mg/l o ppm) o, más comúnmente, por su capacidad para conducir la corriente eléctrica o conductividad (en miliSiemens por cm, mS/cm, o microSiemens por cm, $\mu\text{S/cm}$) (Gallo y Viana 2005).

El efecto más común de la salinidad, es un retraso general en el crecimiento de la planta, aunque no todas las partes de la planta son afectadas igualmente, el crecimiento aéreo muy a menudo se suspende más que el crecimiento de la raíz.

c. pH

Según Nuez, (2001); la planta del tomate puede sobrevivir en un amplio intervalo de pH del sustrato sin sufrir desórdenes fisiológicos aparentes, siempre y cuando todos los nutrientes se suministren en forma asimilable. No obstante el crecimiento y el desarrollo de las plantas se ven reducidos de modo marcado en condiciones de acidez o alcalinidad extremas.

Según Gallo y Viana, (2005); en sustratos orgánicos, el rango óptimo de pH para el crecimiento de plantas está entre 5,0 y 6,5, lo que no excluye que no puedan crecer satisfactoriamente fuera de ese intervalo.

d. Relación Carbono/Nitrógeno

Se usa tradicionalmente como un índice del origen de la materia orgánica, de su madurez y de su estabilidad. Los daños que aparecen sobre las plantas cultivadas en materiales orgánicos inmaduros son, en parte por una inmovilización del nitrógeno como a una baja disponibilidad de oxígeno en la rizosfera. Esta situación está provocada por la actividad de los microorganismos, que descompone los materiales orgánicos crudos y utilizan el N para la síntesis de sus proteínas celulares.

E. Materiales usados como sustrato.

Existen diferentes criterios de clasificación de los sustratos utilizados en la producción de pilones, los cuales se clasifican según el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades, su capacidad de degradación (INFOAGRO 2010).

A continuación se detallan los más utilizados, de acuerdo a sus propiedades.

- ✓ Sustratos químicamente inertes. Arena granítica o silíceo, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida, lana de roca, etc.
- ✓ Sustratos químicamente activos. Turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, materiales ligno-celulósicos, etc.

Las diferencias entre ambos vienen determinadas por la capacidad de intercambio catiónico o la capacidad de almacenamiento de nutrientes por parte del sustrato.

Los sustratos químicamente inertes actúan como soporte de la planta, no interviniendo en el proceso de adsorción y fijación de los nutrientes, por lo que han de ser suministrados mediante la solución fertilizante. Los sustratos químicamente activos sirven de soporte a la planta pero a su vez actúan como depósito de reserva de los nutrientes aportados mediante la fertilización almacenándolos o cediéndolos según las exigencias del vegetal, (INFOAGRO 2 010).

a) Según el origen de los materiales

Materiales orgánicos

- ✓ De origen natural. Se caracterizan por estar sujetos a descomposición biológica (turba).
- ✓ De síntesis. Son polímeros orgánicos no biodegradables, que se obtienen mediante síntesis química (espuma de poliuretano, poliestireno expandido).
- ✓ Subproductos y residuos de diferentes actividades agrícolas, industriales y urbanas. La mayoría de los materiales de este

grupo deben experimentar un proceso de compostaje, para su adecuación como sustratos (cascarillas de arroz, pajas de cereales, fibra de coco, orujo de uva, cortezas de árboles, aserrín y virutas de la madera, residuos sólidos urbanos, lodos de depuración de aguas residuales, etc.).

Materiales inorgánicos o minerales

- ✓ De origen natural. Se obtienen a partir de rocas o minerales de origen diverso, modificándose muchas veces de modo ligero, mediante tratamientos físicos sencillos. No son biodegradables (arena, grava, tierra volcánica, etc.).
- ✓ Transformados o tratados. A partir de rocas o minerales, mediante tratamientos físicos, más o menos complejos, que modifican notablemente las características de los materiales de partida (perlita, lana de roca, vermiculita, arcilla expandida, etc.).
- ✓ Residuos y subproductos industriales. Comprende los materiales procedentes de muy distintas actividades industriales (escorias de horno alto, estériles del carbón, etc.).

2.2.3. EL CONTENEDOR O BANDEJAS Y LOS TUBETES.

A. Características y ventajas del contenedor

Según AGROMAT (2 015), la comodidad al trabajar es un factor que afecta intensamente la productividad por jornal. Las bandejas de vivero pueden ser instaladas a la altura de la cintura, creando así un ambiente de trabajo más agradable, cómodo, limpio y eficiente.

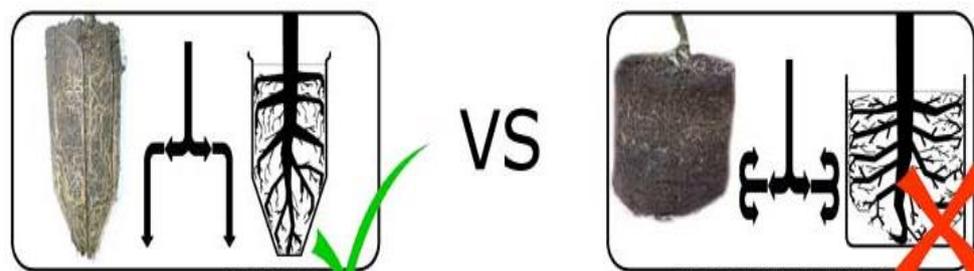
CONTROL FITOSANITARIO

Al alejar los plántones del suelo, se evita el contacto con animales, insectos y enfermedades del suelo. La elevación permite mejor circulación de aire y mayor acceso a luz solar, que son factores que reducen la propagación de hongos y el contagio de enfermedades.

DIRECCIONAMIENTO DE RAÍCES

Todos los modelos de tubetes AGROMAT cuentan con estrías interiores que ayudan a direccionar las raíces hacia abajo y a evitar nudos.

Figura 05. Direccionamiento de las raíces.



AUTO-PODA

En los tubetes AGROMAT, las raíces que alcanzan la apertura inferior se auto-podan, es por eso que no es necesario cortar las raíces como en las bolsas, antes de trasladar las plántulas al campo. Es por ello que la planta no sufre adicionalmente al momento del trasplante al campo.

Figura 06. Autopoda.



DURABILIDAD Y REUTILIZACIÓN

Los tubetes AGROMAT son fabricados con polietileno reciclado en primer ciclo. Este material es durable y suficientemente flexible para aguantar años de uso y garantizar su inversión.

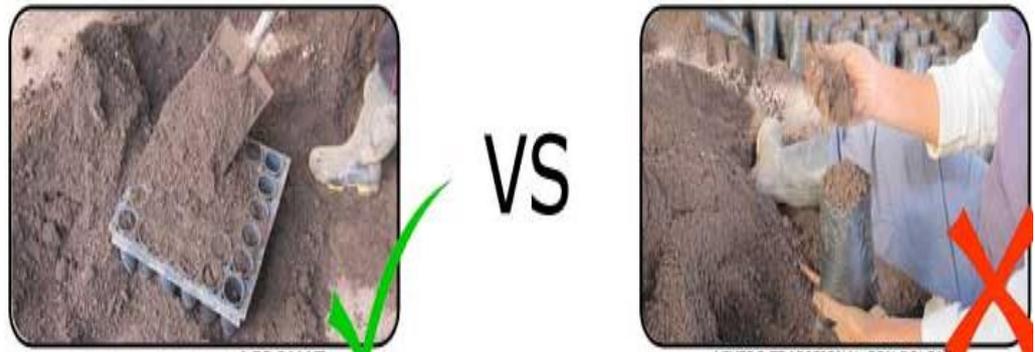
Figura 07. Durabilidad y reutilización.



LLENADO RAPIDO

El llenado de bolsas de vivero es una actividad con alta demanda de tiempo y mano de obra. El llenado de tubetes AGROMAT es significativamente más rápido y simple.

Figura 08. Llenado rápido.



MANIPULEO

Al manipular bolsas de vivero existe el riesgo de romperlas o que se deshagan. Las bandejas portatubetes AGROMAT, permiten manipular las plántulas con mayor rapidez y seguridad. También al momento de transportar las plántulas al campo, las bandejas y tubetes AGROMAT permiten mayor movilidad y menos pérdidas por manipuleo. En el vivero, el poder seleccionar y mover plántulas fácilmente, permite tener un mejor orden y ocupar menos espacio.

Figura 09. Manipuleo.



Ventajas de uso:

- Ergonomía: La comodidad al trabajar es un factor que afecta intensamente la producción por jornal. Este modelo de bandejas puede ser instalado a la altura promedio de la mano, creando así un ambiente de trabajo más agradable, cómodo y eficiente.
- Control Fitosanitario: Al alejar los plántones del suelo, se evita el contacto con animales y enfermedades del suelo y se permite mayor circulación de aire y mejor acceso a la luz solar, lo que es una medida que dificulta la propagación de hongos.
- Transporte: Estructuras metálicas simples y duraderas permiten transportar una mayor cantidad de plántones. Ejemplo: En un camión Dodge 300, se pueden cargar hasta 20160 plantas en 140 bandejas.
- Orden y menor área de vivero: Las camas de bandejas permiten ordenar eficientemente un vivero y ahorrar espacio. Esto crea mejor eficiencia de tiempo y ahorro al construir la infraestructura de irrigación y sombra.

B. Tubete Redondo - Modelo T-115

Diseñados para plántones de café, cedro rosado, especies nativas y otras plántulas que requieren mayor espacio radicular. Se usa con las bandejas de piso modelo BP-96.

Ventajas de uso:

- Plántulas de mejor calidad
- Ahorro de tiempo y dinero
- Sistema radicular bien desarrollado

- Menor periodo de producción
- Menor cantidad de sustrato
- Menor incidencia de plagas y enfermedades
- Reutilización de tubetes
- Menor espacio en vivero

Cuadro 10. Características del tubete redondo modelo T-115.

Diámetro superior ext.	4.6 cm
Diámetro superior int.	3.8 cm
Diámetro inferior	1.5 cm
Altura	14.5 cm
Capacidad volumen	115 cm ³
Peso	17 grs.
Estrías interiores	8
Material	Polipropileno
Color	Negro

Fuente. Agromat, 2015

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

- ✓ **CALIDAD DE ADOBE;** Por adobe se entiende el agregado que forma las raíces de la planta con el sustrato; y para que sea considerado como apropiado, debe permitir un buen desarrollo radical, mantener la integridad de las raíces y la facilidad para la extracción de la celda sin dañar la plántula al tirar de la base del tallo.
- ✓ **TUBETE;** Recipiente pequeño en forma de tubo.

- ✓ **CONTENEDOR;** Se entiende por contenedor cualquier recipiente que tenga una altura limitada y que su base se encuentre a presión atmosférica (Burés, 1998).
- ✓ **PLANTINES;** Material genético producido en un vivero de uso agrícola y/o forestal.
- ✓ **SUSTRATO;** Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, ya sea natural o de síntesis, residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desarrollando el papel de soporte para la planta.

Sobre el término sustrato aplicado a la horticultura, existen diversas definiciones. Burés (1997) señala que sustrato es cualquier medio que se utilice para el cultivo de plantas en contenedores, donde se entiende por contenedor cualquier recipiente que tenga altura limitada.

Por su parte, Abad *et al.*, (2004) señalan que sustrato es todo material sólido distinto del suelo in situ, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta y que este puede intervenir o no en la nutrición vegetal.

Por otro lado, Röber (2000) señala que un sustrato hortícola es la tierra para las plantas, como las mezclas a base de turbas y otros materiales, que sirven de ambiente para las raíces. Kämpf *et al.*, (2006) definen como sustrato para plantas al medio poroso donde se desarrollan las raíces, relacionadas con el cultivo en recipientes fuera del suelo in situ.

- ✓ **TURBA**; Las turbas son materiales de origen vegetal, de propiedades físicas y químicas variables en función de su origen. Se pueden clasificar en dos grupos: turbas rubias y negras. Las turbas rubias tienen un mayor contenido en materia orgánica y están menos descompuestas, las turbas negras están más mineralizadas teniendo un menor contenido en materia orgánica.

Es más frecuente el uso de turbas rubias en cultivo sin suelo, debido a que las negras tienen una aireación deficiente y unos contenidos elevados en sales solubles. Las turbas rubias tienen un buen nivel de retención de agua y de aireación, pero muy variable en cuanto a su composición ya que depende de su origen. La inestabilidad de su estructura y su alta capacidad de intercambio catiónico interfiere en la nutrición vegetal, presentan un pH que oscila entre 3,5 y 8,5. Se emplea en la producción ornamental y de plántulas hortícolas en semilleros.

2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

2.4.1. Hipótesis general

Los cuatro sustratos evaluados presentan diferencias estadísticas en la producción de plantines de rocoto (*Capsicum pubescens*) en condiciones de invernadero para el distrito de Paucartambo.

2.4.2. Hipótesis específicas

Las características físicas y químicas de los sustratos presentan diferencias estadísticas en la producción de plantines de rocoto (*Capsicum pubescens*) en condiciones de invernadero de la UNDAC Paucartambo – Pasco.

La evaluación de los cuatro sustratos permite identificar la alternativa tecnológica que genere mayores beneficios en la producción de plantines de rocoto en condiciones de invernadero.

2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Dentro de los factores o las variables en estudio, tenemos a las siguientes:

Variable independiente; 4 tipos de sustratos:

<u>Sustrato</u>	<u>Tratamiento</u>
a. Humus de lombriz	T1
b. Sustrato importado	T2
c. Sustrato preparado (común)	T3
d. Turba	T4

Variable dependiente; se evaluará las siguientes:

- Germinación (%)
- Altura de planta (cm)
- Diámetro del tallo (mm)
- Materia seca de parte aérea (gr)
- Materia seca de raíces (gr)
- Calidad de adobe (%)
- Porcentaje de plantas transplantables.
- Porcentaje de rendimiento.
- Relación parte aérea/raíz.
- Índice de esbeltez.

- Índice de calidad de Dickson.

2.6. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL			INSTRUMENTOS
		DIMENSIÓN O FACTOR A MEDIR	INDICADOR	VALORES ESCALARES	
V.I. Tipos de sustratos	Es cualquier medio que se utilice para el cultivo de plantas en contenedores.	Propiedades físicas y químicas.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Calidad de adobe. ➤ Granulometría ➤ Porosidad. ➤ Densidad aparente. ➤ Densidad real. ➤ Relación C/N. ➤ CIC ➤ pH. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ %. ➤ mm. ➤ %. ➤ grr/cm³. ➤ grr/cm³. ➤ C/N. ➤ meq/lt. ➤ pH. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Analíticos ➤ Potenciómetro
V.D. Producción de plantines de rocoto.	Material genético producido en un vivero de uso agrícola y/o forestal.	Características fenotípicas del cultivo en estudio.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Porcentaje de germinación. ➤ Altura de planta. ➤ Diámetro de tallo. ➤ Materia seca de la parte aérea. ➤ Materia seca de las raíces. ➤ Porcentaje de plantas trasplantables ➤ Porcentaje de rendimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ %. ➤ cm. ➤ mm. ➤ gr. ➤ gr. ➤ %. ➤ %. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vernier. ➤ Vernier. ➤ Balanza analítica. ➤ Balanza analítica ➤ Analíticos

CAPITULO III. METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es experimental y aplicada, ya que se usa el método científico con el apoyo de la estadística descriptiva.

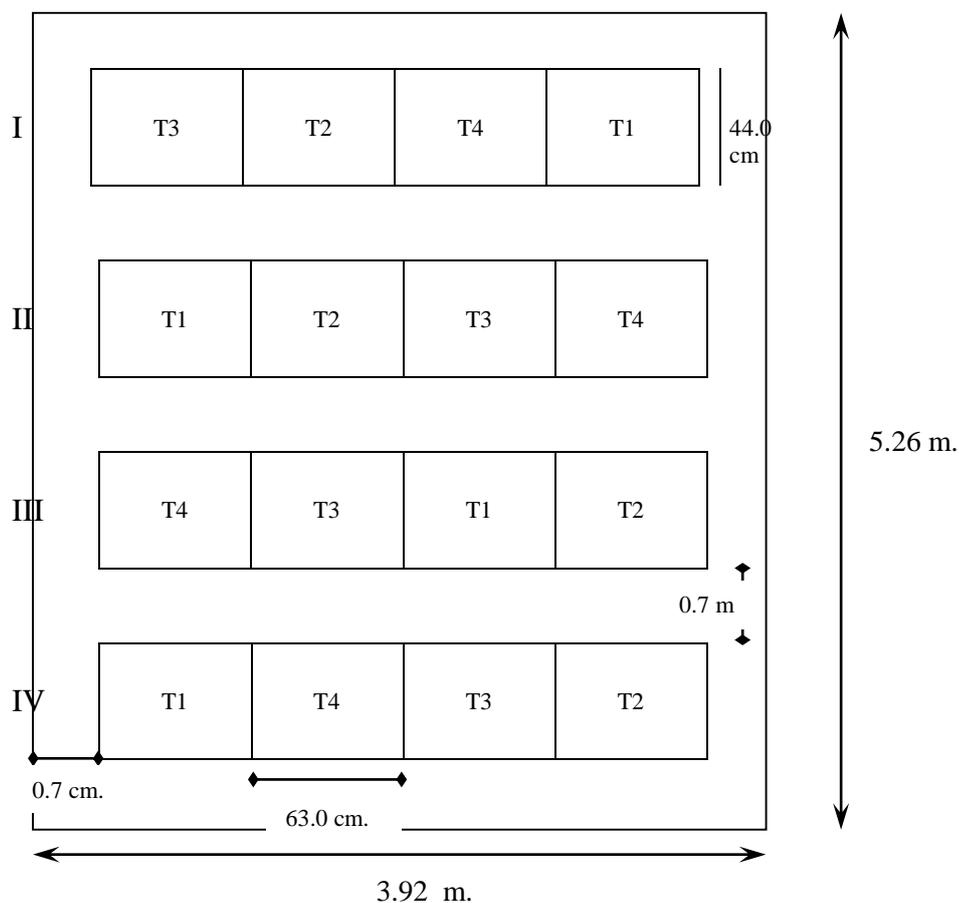
3.2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

El método de investigación es el experimental; mediante la comparación entre sí de los cuatro sustratos que vienen a ser los tratamientos; las mismas que fueron llenados en las bandejas con sus respectivos tubetes y conducidos bajo las mismas condiciones de manejo dentro del invernadero, y teniendo las siguientes características las bandejas y el campo experimental:

Bandejas:

Número de bandejas	16
Largo de la bandeja	63.0 cm.
Ancho de la bandeja	44.0 cm.
Altura de bandeja	16.0 cm.
Peso de bandeja	1 170 gr.
Celdas por bandeja	96.

El croquis del campo experimental para la conducción del presente experimento es el siguiente:



LEYENDA:

- T1 = Humus de lombriz.
- T2 = Sustrato importado.
- T3 = sustrato preparado.
- T4 = Turba.

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

a) Diseño experimental

El presente experimento se ha conducido bajo el diseño experimental de Completamente al Azar (DCA), con 4 tratamientos (sustratos), con 4 repeticiones (observaciones). La unidad experimental estuvo conformada por una bandeja de espumaplast de 96 tubetes, de 115 cm³ de volumen por celda.

b) Modelo matemático

El modelo estadístico lineal aditivo, en el cual se ajustan los análisis de varianza es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ik}$$

$i = 1, 2, 3, 4$ (tratamientos)
 $j = 1, 2, 3, 4$ (observaciones)

Dónde:

Y_{ij} = Es la variable respuesta de la ij -ésima unidad experimental.

μ = Es la media general de la variable respuesta.

τ_i = Efecto del i -ésimo tratamiento en la variable dependiente.

ε_{ij} = Error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

Población:

La población total del presente experimento está constituido por las 16 bandejas y que cada una de ellas contiene 96 tubetes, lo que da como resultado 1 536 unidades experimentales.

Muestra:

La muestra del presente trabajo de investigación está conformada por 36 tubetes de cada bandeja, como se tiene 16 bandejas entonces se tendría un total de 576 tubetes o unidades experimentales.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1. Técnicas

La técnica de recolección de datos para la germinación, altura de planta, diámetro de tallo y calidad de adobe fue mediante la observación sistemática regulada o controlada; las que fueron recolectadas de forma manual.

Para el análisis financiero se usó la técnica de presupuestos parciales, mediante el análisis documental.

3.5.2. Instrumentos

Los instrumentos utilizados fueron:

- ✓ Placas Petri.
- ✓ Vernier.
- ✓ Cuaderno de campo.
- ✓ Formatos de cuadros estadísticos.
- ✓ Escalas de valoración.

3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Habiéndose observado, medido y registrado los datos de la germinación, la altura de planta, diámetro de tallo y la calidad de adobe, se procedieron a tabular y realizar el análisis de varianza y la prueba de significación de Duncan con la ayuda del programa estadístico del SAS (Statistical Analysis System), la misma que corresponde al diseño completamente al azar.

3.7. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

Los tratamientos o factores en estudio de la presente investigación son: los tipos de sustratos; las que se detallan a continuación:

Cuadro 11. Sustratos utilizados en el experimento.

TIPOS DE SUSTRATO	TRATAMIENTO (CLAVE)
Humus de lombriz	T ₁
Sustrato importado	T ₂
Sustrato preparado (común)	T ₃
Turba	T ₄

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.8. SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

En la presente investigación se han seleccionado y utilizado los instrumentos correspondientes a la estadística inferencial para probar las hipótesis según el diseño completamente al azar, para trabajos conducidos en condiciones controladas o de invernadero.

Las que fueron representadas en los cuadros de análisis de varianza, donde se tienen como fuentes de variación a los tratamientos, representados por los cuatro sustratos, el error experimental; asimismo los grados de libertad para los tratamientos, el error experimental.

Asimismo los niveles de significación que se obtienen entre la F calculada y las F tabulares a los niveles de 95 y 99 %, así como el coeficiente de variación que debe de estar por debajo del 15 % nos permitirán también expresar la validez y confiabilidad de los instrumentos utilizados en el presente experimento.

3.9. ORIENTACIÓN ÉTICA.

La investigación del comparativo de cuatro sustratos en la producción de plantines de rocoto (*Capsicum pubescens*) en condiciones de invernadero de la UNDAC Paucartambo – Pasco, está orientado para que los productores puedan emprender la implementación de una nueva alternativa tecnológica en la producción e incorporación de nuevas áreas de siembra del rocoto y de hortalizas afines en el distrito de Paucartambo, en vista que dicho cultivo está teniendo una demanda creciente a nivel nacional e internacional según las estadísticas de producción y comercialización, las mismas que se verán reflejados en los ingresos y beneficios económicos que obtendrán los agricultores y de esta manera mejorar su nivel y calidad de vida.

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO

El presente trabajo de investigación tuvo la siguiente secuencia en el invernadero:

4.1.1. Ubicación del campo experimental

a) Ámbito de estudio

La ubicación política, geográfica y ecológica del presente trabajo de experimentación que se realizó en los meses de junio a noviembre del año 2017 tiene las siguientes características:

Región : Pasco

Provincia : Pasco

Distrito : Paucartambo

Lugar : UNDAC

Longitud : 75°47'40"

Latitud : 10°45'22"

Altitud : 2 897 m.s.n.m.

Zona de vida : Bosque muy húmedo Montano Tropical (bmh – MT)

(Fuente: Gobierno Regional de Pasco 2 004)

b) Antecedentes del campo experimental

En el invernadero (campo experimental) donde se llevó acabo el presente experimento, no se instaló ningún cultivo es decir estuvo en descanso durante el último año.

c) Características de los sustratos empleados

➤ Características del humus de lombriz

Los resultados del análisis químico del humus de lombriz procedente del laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria – La Molina, se muestran en el cuadro siguiente y en los anexos.

Cuadro 12. Análisis físico químico del suelo experimental.

ANÁLISIS QUÍMICO	
ELEMENTO	VALOR
pH	7.01
C. E. (dS/m)	6.58
Materia orgánica (%)	39.56
Nitrógeno (%)	2.31
Fosforo (P ₂ O ₅) (%)	2.47
Potasio (K ₂ O) (%)	0.20
CaO (%)	4.60
MgO (%)	1.31
Na (%)	0.18
Hd (%)	51.54

Fuente: UNALM – Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes, 2 017.

➤ Características del sustrato importado

Las propiedades químicas del sustrato importado que fue utilizado como sustrato en la presente investigación se muestran a continuación.

Cuadro 13. Análisis físico químico del sustrato importado.

ANÁLISIS QUÍMICO	
ELEMENTO	VALOR
pH	6.02
C. E. (dS/m)	1.47
Materia orgánica (%)	69.49
Nitrógeno (%)	0.55
Fosforo (P ₂ O ₅) (%)	0.12
Potasio (K ₂ O) (%)	0.58
CaO (%)	2.81
MgO (%)	3.17
Na (%)	0.03
Hd (%)	50.24

Fuente: UNALM – Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes, 2 017.

Según **Maruplast** (2019), el sustrato PREMIX # 3 está compuesto principalmente a base de musgo *Sphagnum* y vermiculita. Su granulometría es fina y óptimas condiciones de temperatura, humedad constante logrando así el nacimiento de las plántulas. Recomendada para una exitosa germinación.

Favorece el desarrollo y crecimiento de las raíces. La adición de la vermiculita facilita el trasplante de plantines no se dañan debido a sus partículas; mejora la retención de agua y aire, siendo muy importante la oxigenación para la absorción de agua y nutrientes. Es un material inocuo, no contiene microorganismos o nematodos patógenos, ni malas hierbas. Excelente aislante térmico.

Aplicaciones:

En la elaboración de semilleros, almácigos, producción de plantines en bandejas y esquejes bajo sanidad controlada. Especialmente para hortalizas y ornamentales.

Se recomienda humedecer previo al llenado para lograr un mayor volumen total, luego dejar descansar el material un mínimo de dos horas antes de llenar las bandejas.

Cuadro 14. Características físico químico del sustrato PREMIX # 3.

CARACTERÍSTICAS	DETALLES		
Procedencia	CANADÁ		
Composición	Turba de musgo Sphagnum canadiense, Compost orgánico, vermiculita, agentes Humectantes y fertilizantes.		
Apariencia	Sustancia orgánica natural marrón claro a oscuro.		
Olor	Leve a olor de tierra.		
Solubilidad en agua	No corresponde		
pH	5.5 (en agua)		
Conductividad eléctrica	0.75 dS/m		
Densidad	152,3 g/L		
Capacidad de agua	60,7%		
Capacidad de aire	21.6 %		
Retención de agua	50.0 %		
Elementos en ppm	NO3-N: 36	Mg: 30	Mn: 0.251
	NH4-N: 9	S: 39	Mo: 0.035
	P: 7	B: 0.046	Na: 10
	K: 49	Cu: 0.010	Cl: 8
	Ca: 45	Fe: 0.478	Al: 0.480
Volumen expandido del fardo	200L		
Presentación	Fardo de 32 kg		

Fuente: Maruplast 2019.

➤ **Características del sustrato preparado**

Los resultados del análisis físico químico del suelo agrícola se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro 15. Análisis físico químico del suelo agrícola.

ANÁLISIS FÍSICO		
ELEMENTO	VALOR	MÉTODO
Arena	82 %	Hidrómetro
Limo	11 %	Hidrómetro
Arcilla	7 %	Hidrómetro
Clase textural	Arena Franca	Triangulo textural
ANÁLISIS QUÍMICO		
ELEMENTO	VALOR	
pH	4.78	
C. E. (dS/m)	0.41	
CaCO ₃ (%)	0.00	
Materia orgánica (%)	4.83	
Fosforo (ppm)	32.1	
Potasio (ppm)	206	
CIC	14.40	
CATIONES CAMBIABLES		
ELEMENTO	VALOR	
Ca ⁻²	2.56	
Mg ⁻²	0.53	
K	0.73	
Na ⁺	0.17	
Al ⁺³ + H ⁺	0.50	

Fuente: UNALM – Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes, 2 017.

➤ **Características de la turba**

El análisis físico químico de la turba, utilizado como sustrato en el presente trabajo experimental, fue realizado en el laboratorio de suelos de

la Universidad Nacional Agraria – La Molina, cuyos resultados se muestran en el cuadro siguiente y en los anexos.

Cuadro 16. Análisis físico químico de la turba.

ANÁLISIS FÍSICO		
ELEMENTO	VALOR	MÉTODO
Arena	66 %	Hidrómetro
Limo	17 %	Hidrómetro
Arcilla	17 %	Hidrómetro
Clase textural	Franco Arenoso	Triangulo textural
ANÁLISIS QUÍMICO		
ELEMENTO	VALOR	
pH	4.29	
C. E. (dS/m)	0.02	
CaCO ₃ (%)	0.00	
Materia orgánica (%)	7.13	
Fosforo (ppm)	2.7	
Potasio (ppm)	84	
CIC	29.28	
CATIONES CAMBIABLES		
ELEMENTO	VALOR	
Ca ⁻²	0.47	
Mg ⁻²	0.22	
K	0.23	
Na ⁺	0.16	
Al ⁺³ + H ⁺	4.70	

Fuente: UNALM – Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes, 2 017.

d) Registro de temperatura

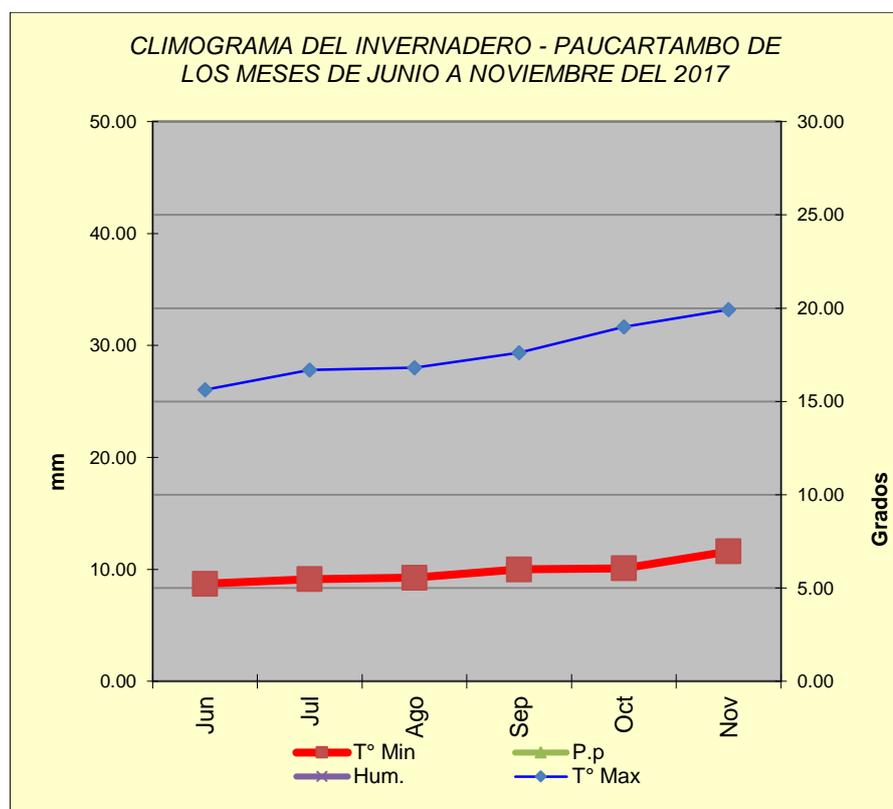
La temperatura ambiente, dentro del invernadero, fue registrada con los termómetros de máxima y mínima, y cuyos promedios se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro 17. Comportamiento de la temperatura por meses registrados en la localidad de estudio.

Mes	Temperatura (°C)	
	Mínima	Máxima
Junio	8.71	15.62
Julio	9.12	16.69
Agosto	9.26	16.81
Setiembre	10.00	17.61
Octubre	10.09	19.00
Noviembre	11.61	19.92

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Gráfico 01. Climograma de los meses de junio a noviembre.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.1.2. Instalación y conducción del experimento

a. Material vegetal

Para el presente trabajo se utilizó las semillas que usan los agricultores del distrito de Paucartambo, las que procedían de la campaña 2016; la cantidad de semilla fue de 1 semilla por cada tubete, por lo que se tuvo 96 semillas por cada bandeja.

b. Preparación y acondicionamiento de los sustratos

Para desarrollar la investigación se utilizó 4 materiales (materias primas) para conformar los tratamientos o sustratos: Humus de lombriz, sustrato importado, sustrato preparado (común) y turba.

La preparación de los materiales consistió en realizar un tamizado de los mismos, utilizando un tamiz No. 10 de 2mm de abertura, con el propósito de disponer de un tamaño homogéneo de las partículas, para obtener una proporción adecuada de macro y microporos. Los materiales preparados fueron dispuestos en los tubetes y bandejas según tratamiento.

c. Preparación y desinfección de bandejas y tubetes

Se utilizó bandejas con capacidad de 96 tubetes, las cuales fueron lavadas y desinfectadas para su uso, a través de la inmersión en un recipiente con agua y yodo a razón de 2 ppm/ litro.

d. Siembra

Inicialmente se llenaron las bandejas con cada uno de los tratamientos/sustratos, utilizando 4 bandejas por tratamiento.

Antes de efectuarse la siembra, las semillas previamente seleccionadas fueron desinfectadas con Vitavax-300 a razón de 1,5 g. por kg, de semilla.

La siembra se realizó de forma manual colocando 1 semilla de rocoto por tubete, la semilla se introdujo a la profundidad de 1 cm, cubriéndolo con sustrato para completar el llenado de la bandeja.

Posteriormente las bandejas fueron trasladadas al interior del invernadero y se colocaron tomando en cuenta la distribución de las unidades experimentales.

e. Riegos

Se aplicó riego a los sustratos evitando al máximo el exceso de humedad o de resequeidad, controlando que la distribución del agua en las bandejas sean homogéneos.

f. Control fitosanitario

Se realizaron inspecciones diarias en horas de la mañana, con la finalidad de conocer el estado fitosanitario de las bandejas con los tubetes, para detectar el desarrollo de posibles focos de enfermedades y plagas, luego establecer una medida de control apropiado.

4.1.3. DATOS REGISTRADOS

a) Germinación.

La germinación se determinó en porcentaje (%), para lo cual se realizó un conteo de las plantas emergidas en cada bandeja; a los 6, 8, 12 días después de la siembra.

b) Altura de la planta.

Se midió la altura de las plantas en centímetros (cm) en cada repetición, desde la base del tallo hasta el ápice, utilizando una regla graduada, a los 24 días después de la germinación, con el propósito de identificar el efecto de los tratamientos.

c) Diámetro del tallo

Se midió el diámetro en milímetros (mm) de la base del tallo en cada una de las repeticiones utilizando un vernier, a los 24 días después de la germinación.

d) Calidad de adobe

Se evaluó la calidad de adobe que conforma cada tratamiento, a los 24 días después de la germinación, tomando en cuenta el número de plantines a muestrear por repetición, con el propósito de identificar el efecto de los tratamientos, en respuesta al desempeño de los plantines en los diferentes sustratos.

Para determinar la calidad de adobe, se consideró la siguiente escala visual de evaluación:

Cuadro 18. Porcentajes para determinar la calidad del adobe.

Calidad de Adobe	Porcentaje de Adobe
Excelente	Sale del 95% al 100% del adobe
Buena	Sale del 85% al 94% del adobe
Regular	Sale del 75% al 84% del adobe.
Mala	Sale del 50% al 74% del adobe.
Pésima	Sale menos del 50% del adobe o la raíz desnuda

Fuente: Picón 2 013.

e) Análisis financiero.

Para realizar el análisis financiero se utilizó la metodología de presupuestos parciales, con el objeto de determinar el tratamiento con mayores beneficios.

4.2. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

4.2.1. Porcentaje de germinación

Para la presente evaluación se usaron 100 semillas, las que se pusieron en placas Petri, tomándose nota del número de semillas germinadas; los datos de estas evaluaciones se muestran a continuación.

Cuadro 19. Porcentaje de germinación de las semillas de rocoto en el distrito de Paucartambo.

Número de días	Fecha	Número de semillas germinadas	Porcentaje de germinación
1	08/05/2017	-----	0
2	09/05/2017	-----	0
3	10/05/2017	-----	0
4	11/05/2017	-----	0
5	12/05/2017	-----	0
6	13/05/2017	-----	0
7	14/05/2017	04	4
8	15/05/2017	07	7
9	16/05/2017	05	5
10	17/05/2017	08	8
11	18/05/2017	12	12
12	19/05/2017	15	15
13	20/05/2017	18	18
14	21/05/2017	17	17
15	22/05/2017	10	10
TOTAL		96	96 %

Las semillas de rocoto bajo condiciones controladas de humedad y temperatura empezaron a germinar a los 7 días hasta los 15 días después de haber sido puestos en las placas Petri; los mayores porcentajes de

germinación se dieron a los 12 (15 %), 13 (18 %) y 14 (17 %) días de haber sido instalados, por consiguiente el total del porcentaje de germinación es de 96 % lo cual demuestra que presentó un buen porcentaje de viabilidad de las semillas la cual nos garantizó de esta manera la emergencia en los tubetes de los contenedores para la conducción del experimento.

Según la FAO (2011), menciona que los métodos de laboratorio para el análisis de germinación de semillas hortícolas, como en el caso del *Capsicum annuum*, se puede realizar en los sustratos: BP=between paper (entre papel), TP=top of paper (sobre papel), S=in sand (en arena); a temperaturas entre 20 y 30 °C. Teniendo como un primer recuento a los 7 días y el segundo recuento a los 14 días. Asimismo se debe de considerar una pureza varietal y pureza analítica mínima del 98 %, una germinación mínima entre el 70 y 80 % y finalmente su contenido de humedad máxima debe ser del 8 %.

4.2.2. Altura de planta.

La evaluación del presente parámetro se realizó en cuatro (4) oportunidades con la ayuda de un flexómetro, los datos registrados durante las evaluaciones se encuentran en los anexos respectivamente.

A. Primera evaluación de la altura de planta.

Los datos registrados de esta primera evaluación se encuentran en el cuadro 01 de los anexos.

El análisis de varianza efectuado a los datos obtenidos de la altura de planta durante la primera evaluación nos indica que hubo diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos en estudio; además el

coeficiente de variación fue de 11.84 % lo cual se encuentra dentro de los rangos de confiabilidad.

Cuadro 20. Análisis de variancia de la altura de plantines de rocoto a la primera evaluación en condiciones de invernadero.

FV	GL	SC	CM	Fc	F _{0.05}	F _{0.01}	Signi.
Tratamientos	3	4.2156	1.4052	17.42	3.49	5.95	**
Error exp.	12	0.9683	0.0807				
TOTAL	15	5.1839					

C.V. = 11.84 %

Para determinar estas diferencias altamente significativas entre los promedios de los tratamientos se procedió a realizar la prueba de Duncan al 5 % para poder establecer el orden de mérito de las mismas, las cuales se muestran a continuación.

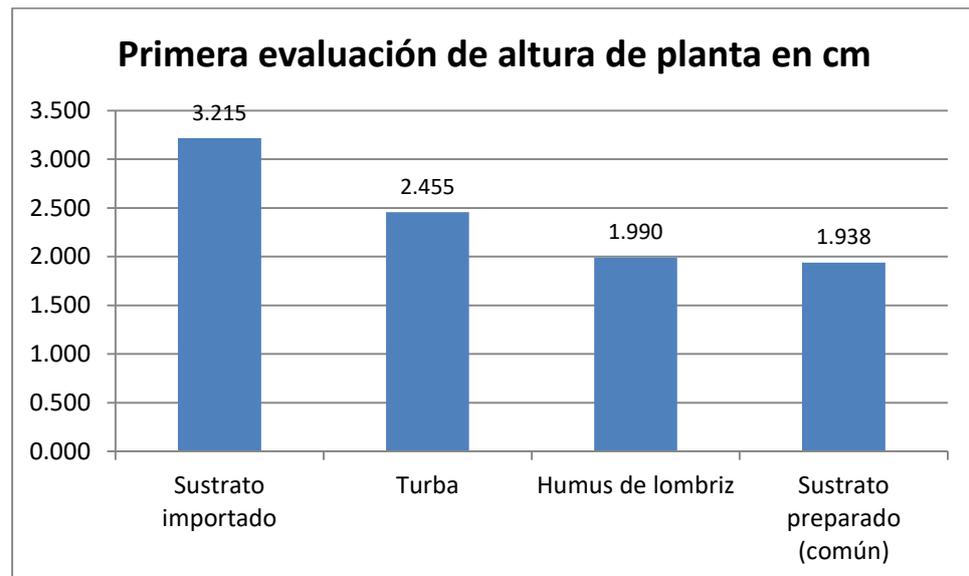
Cuadro 21. Prueba de Duncan de la altura de plantines de rocoto a la primera evaluación en condiciones de invernadero.

Orden de Mérito	Clave	Tratamiento	Media (cm)	Grupo Duncan
1	T ₂	Sustrato importado	3.215	A
2	T ₄	Turba	2.455	B
3	T ₁	Humus de lombriz	1.990	C
4	T ₃	Sustrato preparado (común)	1.938	C

La prueba de Duncan nos muestra que el promedio del tratamiento T₂ estadísticamente es significativo en comparación con los promedios de los tratamientos T₄, T₁ y T₃; asimismo el promedio del tratamiento T₄, presenta diferencias significativas con los promedios de los tratamientos T₁ y T₃;

mientras que los tratamientos T_1 y T_3 no presentan diferencias estadísticas entre sí. Las mismas que se muestran en el gráfico siguiente.

Gráfico 02. Altura de plantines de rocoto a la primera evaluación en condiciones de invernadero.



B. Segunda evaluación de la altura de planta.

Los datos obtenidos de esta evaluación se encuentran en los anexos en el cuadro 02.

Seguidamente se procedió a realizar el análisis de varianza donde la prueba de F al 5 % de probabilidad nos muestra que existen diferencias altamente significativas para los promedios de los tratamientos.

El coeficiente de variación es de 9.21 % el cual nos indica que los datos son confiables y que se encuentran dentro de los rangos permisibles para experimentos conducidos a nivel de campo.

Cuadro 22. Análisis de variancia de la altura de plantines de rocoto a la segunda evaluación en condiciones de invernadero.

FV	GL	SC	CM	Fc	F_{0.05}	F_{0.01}	Signi.
Tratamientos	3	2.7217	0.9072	19.75	3.49	5.95	**
Error exp.	12	0.5513	0.0459				
TOTAL	15	3.2730					

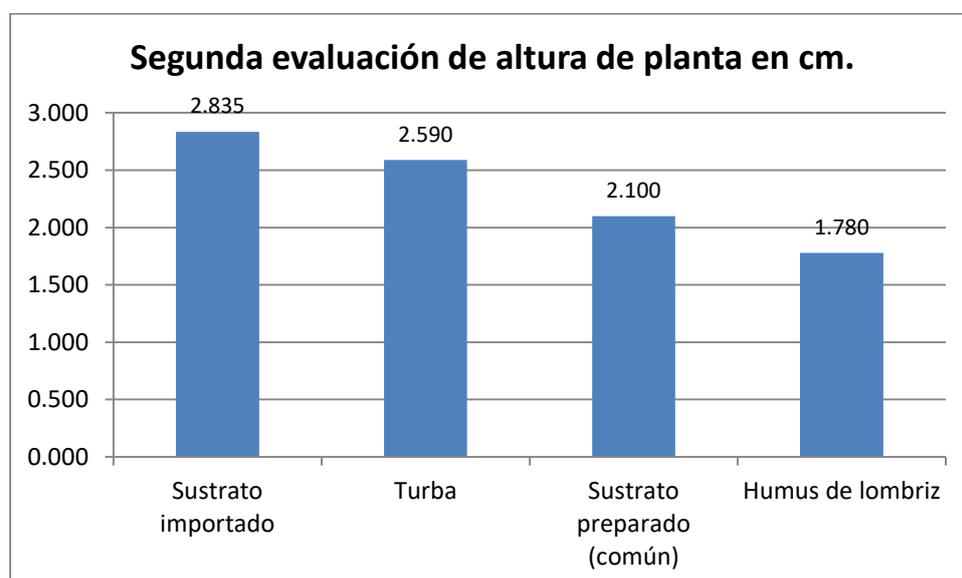
C.V. = 9.21 %

Al efectuarse la prueba de Duncan a los promedios de los tratamientos con respecto a la altura de plantas en la segunda evaluación, encontramos que los promedios de los tratamientos T₂ y T₄ no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí. Asimismo los promedios de los tratamientos T₃ y T₁ no son estadísticamente significativos entre sí, tal como se puede apreciar en el cuadro y gráfico siguiente.

Cuadro 23. Prueba de Duncan de la altura de plantines de rocoto a la segunda evaluación en condiciones de invernadero.

Orden de Mérito	Clave	Tratamiento	Media (cm)	Grupo Duncan
1	T ₂	Sustrato importado	2.835	A
2	T ₄	Turba	2.590	A
3	T ₃	Sustrato preparado (común)	2.100	B
4	T ₁	Humus de lombriz	1.780	B

Gráfico 03. Altura de plantines de rocoto a la segunda evaluación en condiciones de invernadero.



C. Tercera evaluación de la altura de planta.

Los datos registrados de esta observación se encuentran en los anexos en el cuadro 03.

Cuadro 24. Análisis de variancia de la altura de plantines de rocoto a la tercera evaluación en condiciones de invernadero.

FV	GL	SC	CM	Fc	F _{0.05}	F _{0.01}	Signi.
Tratamientos	3	8.5178	2.8393	19.88	3.49	5.95	**
Error exp.	12	1.7141	0.1428				
TOTAL	15	10.2320					

C.V. = 13.41 %

La prueba de F al 5 % de probabilidad del análisis de variancia de la altura de plantas en su tercera evaluación nos muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los promedios de los tratamientos.

Para determinar estas diferencias altamente significativas entre los promedios de los tratamientos se procedió a realizar la prueba de Duncan para poder establecer el orden de mérito de las mismas, las cuales se muestran a continuación.

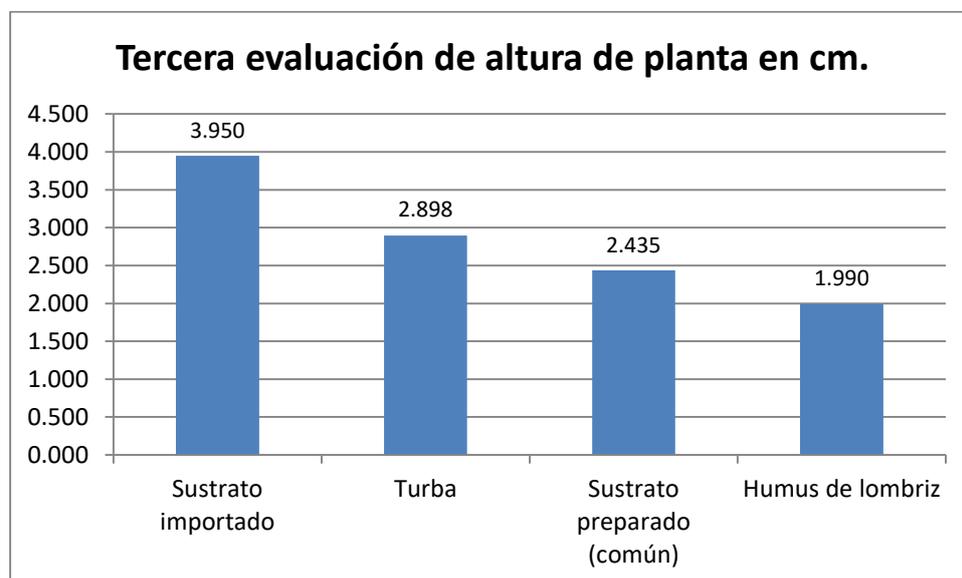
Cuadro 25. Prueba de Duncan de la altura de plantines de rocoto a la tercera evaluación en condiciones de invernadero.

Orden de Mérito	Clave	Tratamiento	Media (cm)	Grupo Duncan
1	T ₂	Sustrato importado	3.950	A
2	T ₄	Turba	2.898	B
3	T ₃	Sustrato preparado (común)	2.435	BC
4	T ₁	Humus de lombriz	1.990	C

El cuadro anterior nos indica que los promedios de la tercera evaluación de la altura de planta se encuentran agrupados en tres grupos Duncan (A, B y C). Siendo el tratamiento con humus de lombriz el que obtuvo un promedio de 1.990 cm., ubicándose en el último lugar y perteneciendo al grupo Duncan C.

El tratamiento T₂ (Sustrato importado), es el que presentó un mayor promedio (3.950 cm) por consiguiente pertenece al grupo Duncan A. mientras que el tratamiento T₁ (humus de lombriz) es el que presentó el menor promedio en cuanto a la altura de planta en la tercera evaluación, alcanzando sólo 1.99 cm y en consecuencia se encuentra bajo el grupo Duncan C.

Gráfico 04. Altura de plantines de rocoto a la tercera evaluación en condiciones de invernadero.



D. Cuarta evaluación de la altura de planta.

Para esta evaluación también se tomó al azar las plantas de las bandejas, para ello se utilizó un flexómetro (técnica mecánica), los valores registrados durante la presente evaluación se muestran en los anexos en el cuadro 04. A continuación se muestra el análisis de varianza de los datos registrados de este parámetro evaluado.

Cuadro 26. Análisis de variancia de la altura de plantines de rocoto a la cuarta evaluación en condiciones de invernadero.

FV	GL	SC	CM	Fc	F _{0.05}	F _{0.01}	Signi.
Tratamientos	3	662.0907	220.6969	183.71	3.49	5.95	**
Error exp.	12	14.4162	1.2013				
TOTAL	15	676.5068					

C.V. = 13.23 %

El cuadro de análisis de varianza nos muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas para los promedios de los tratamientos.

El coeficiente de variación es de 13.23 % el cual nos indica que los datos son confiables y que se encuentran dentro de los rangos permisibles para experimentos conducidos a nivel de campo.

Para determinar estas diferencias altamente significativas entre los promedios de los tratamientos se procedió a realizar la prueba de Duncan para poder establecer el orden de mérito de las mismas, las cuales se muestran a continuación.

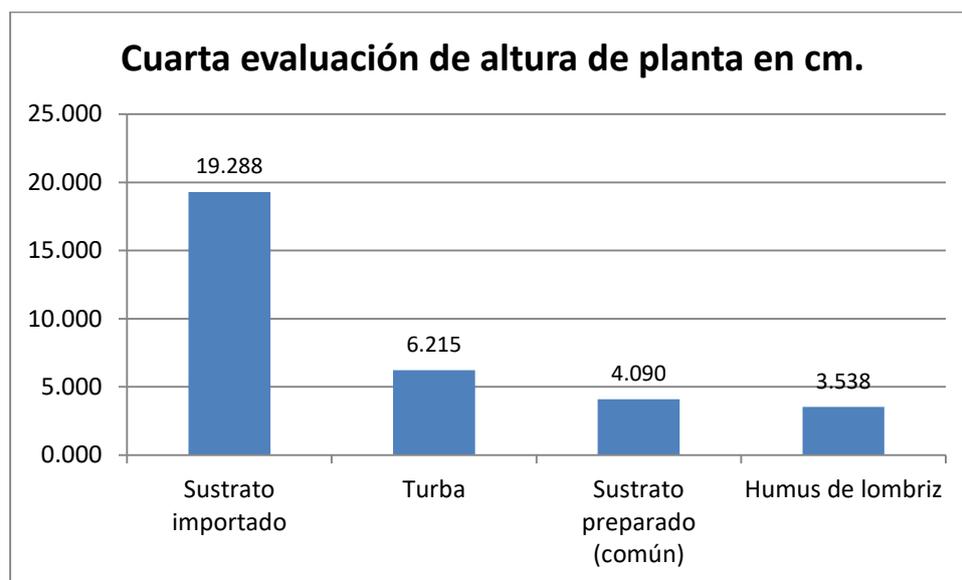
Cuadro 27. Prueba de Duncan de la altura de plantines de rocoto a la cuarta evaluación en condiciones de invernadero.

Orden de Mérito	Clave	Tratamiento	Media (cm)	Grupo Duncan
1	T ₂	Sustrato importado	19.288	A
2	T ₄	Turba	6.215	B
3	T ₃	Sustrato preparado (común)	4.090	C
4	T ₁	Humus de lombriz	3.538	C

El cuadro de Duncan para la cuarta evaluación de altura de plantas también nos muestra que el promedio del tratamiento T₂ es estadísticamente significativo en comparación con los promedios de los tratamientos T₄, T₃ y T₁; del mismo modo el promedio del tratamiento T₄ es significativo en comparación con los promedios de los tratamientos T₃ y T₁; mientras que los promedios de los tratamientos T₃ y T₁ no presentan diferencias

estadísticas significativas entre sí; las mismas que se muestran en el gráfico siguiente.

Gráfico 05. Altura de plantines de rocoto a la cuarta evaluación en condiciones de invernadero.



4.2.3. Diámetro de tallo.

Se evaluó el diámetro en milímetros (mm) de la base de tallo en cada una de las repeticiones utilizando un vernier.

A) Primera evaluación del diámetro de tallo.

Los datos obtenidos de esta evaluación se encuentran en el cuadro 05 en los anexos.

El análisis de varianza efectuados a los datos obtenidos de la primera evaluación del diámetro del tallo nos indica que hubo diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, además el

coeficiente de variación fue de 5.15 % lo cual se encuentra dentro de los rangos de confiabilidad para experimentos en condiciones de campo.

Cuadro 28. Análisis de variancia del diámetro de tallo de plantines de rocoto a la primera evaluación en condiciones de invernadero.

FV	GL	SC	CM	Fc	F _{0.05}	F _{0.01}	Signi.
Tratamientos	3	0.31	0.1024	27.87	3.49	5.95	**
Error exp.	12	0.04	0.0037				
TOTAL	15	0.35					

C.V. = 5.15 %

Para determinar estas diferencias altamente significativas entre los promedios de los tratamientos se procedió a realizar la prueba de Duncan al 5 % para poder establecer el orden de mérito de las mismas, las cuales se muestran a continuación.

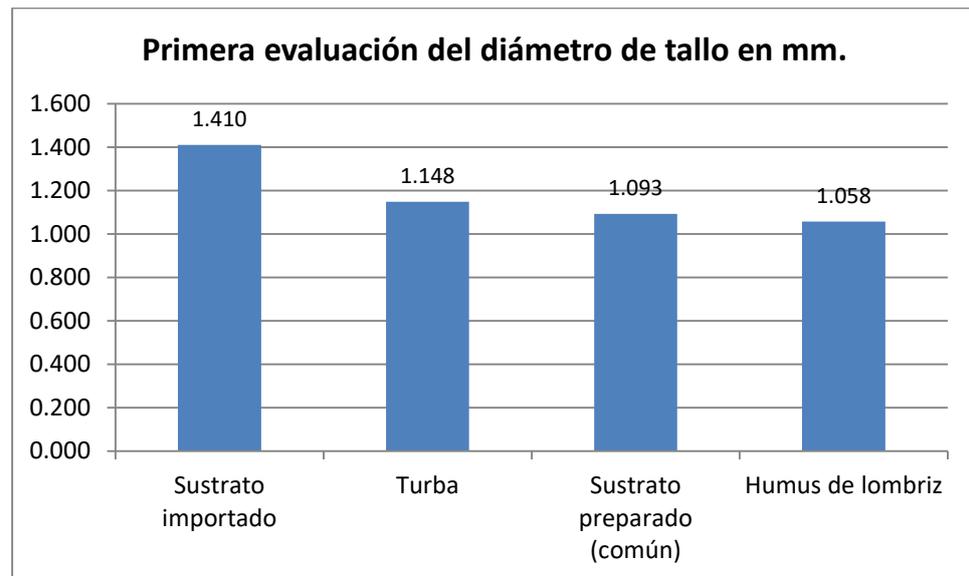
Cuadro 29. Prueba de Duncan del diámetro de tallo de plantines de rocoto a la primera evaluación en condiciones de invernadero.

Orden de Mérito	Clave	Tratamiento	Media (mm)	Grupo Duncan
1	T ₂	Sustrato importado	1.410	A
2	T ₄	Turba	1.148	B
3	T ₃	Sustrato preparado (común)	1.093	B
4	T ₁	Humus de lombriz	1.058	B

La prueba de Duncan, nos muestra que el promedio del tratamiento T₂ es estadísticamente significativo en comparación con los promedios de los tratamientos T₄, T₃ y T₁; mientras que los promedios de los tratamientos T₄,

T₃ y T₁ no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí con respecto a la primera evaluación del diámetro de tallo.

Gráfico 06. Diámetro de tallo de plantines de rocoto a la primera evaluación en condiciones de invernadero.



B) Segunda evaluación del diámetro de tallo.

Los datos obtenidos de esta evaluación se encuentran en los anexos en el cuadro 06.

Seguidamente se procedió a realizar el análisis de varianza donde la prueba de F al 5 % de probabilidad nos muestra que existen diferencias altamente significativas para los promedios de los tratamientos, con respecto a la segunda evaluación del diámetro de tallo.

El coeficiente de variación es de 6.19 % el cual nos indica que los datos son confiables y que se encuentran dentro de los rangos permisibles para experimentos conducidos a nivel de campo.

Cuadro 30. Análisis de variancia del diámetro de tallo de plantines de rocoto a la segunda evaluación en condiciones de invernadero.

FV	GL	SC	CM	Fc	F _{0.05}	F _{0.01}	Signi.
Tratamientos	3	0.25	0.0843	13.16	3.49	5.95	**
Error exp.	12	0.08	0.0064				
TOTAL	15	0.33					

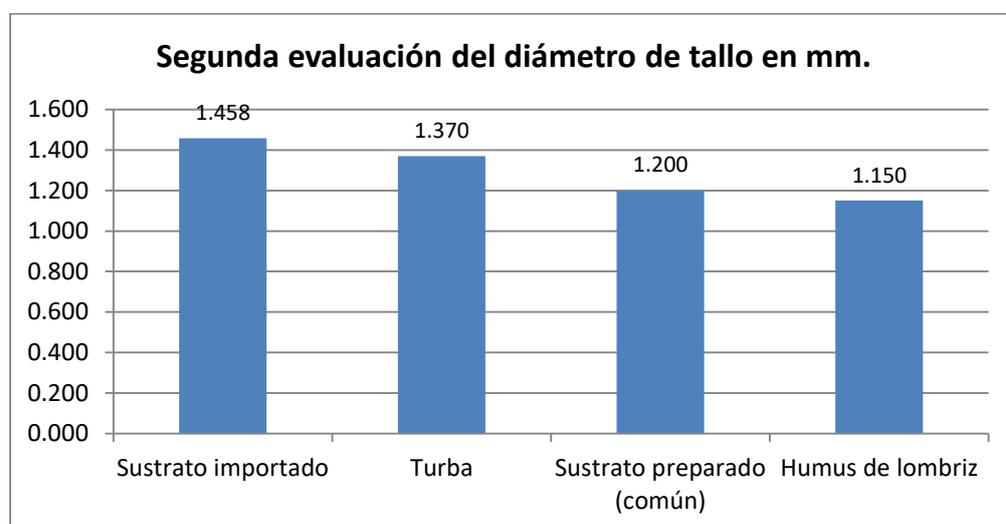
C.V. = 6.19 %

Al efectuarse la prueba de Duncan a los promedios de los tratamientos con respecto al diámetro del tallo durante la segunda evaluación, encontramos que el tratamiento T₂ y T₄ no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí, pero si muestran diferencias significativas frente a los tratamientos T₃ y T₁; asimismo los tratamientos T₃ y T₁ no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí, tal como se puede apreciar en el cuadro y gráfico siguiente.

Cuadro 31. Prueba de Duncan del diámetro de tallo de plantines de rocoto a la segunda evaluación en condiciones de invernadero.

Orden de Mérito	Clave	Tratamiento	Media (mm)	Grupo Duncan
1	T ₂	Sustrato importado	1.458	A
2	T ₄	Turba	1.370	A
3	T ₃	Sustrato preparado (común)	1.200	B
4	T ₁	Humus de lombriz	1.150	B

Gráfico 07. Diámetro de tallo de plantines de rocoto a la segunda evaluación en condiciones de invernadero.



C) Tercera evaluación del diámetro de tallo.

Los datos de esta observación se encuentran en los anexos en el cuadro 07.

Cuadro 32. Análisis de variancia del diámetro de tallo de plantines de rocoto a la tercera evaluación en condiciones de invernadero.

FV	GL	SC	CM	Fc	F _{0.05}	F _{0.01}	Signi.
Tratamientos	3	0.6397	0.2132	12.03	3.49	5.95	**
Error exp.	12	0.2126	0.0177				
TOTAL	15	0.8523					

C.V. = 9.41 %

La prueba de F al 5 % de probabilidad del análisis de variancia del diámetro de tallo nos muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas para los promedios de los tratamientos, con respecto al diámetro de tallo en la tercera evaluación.

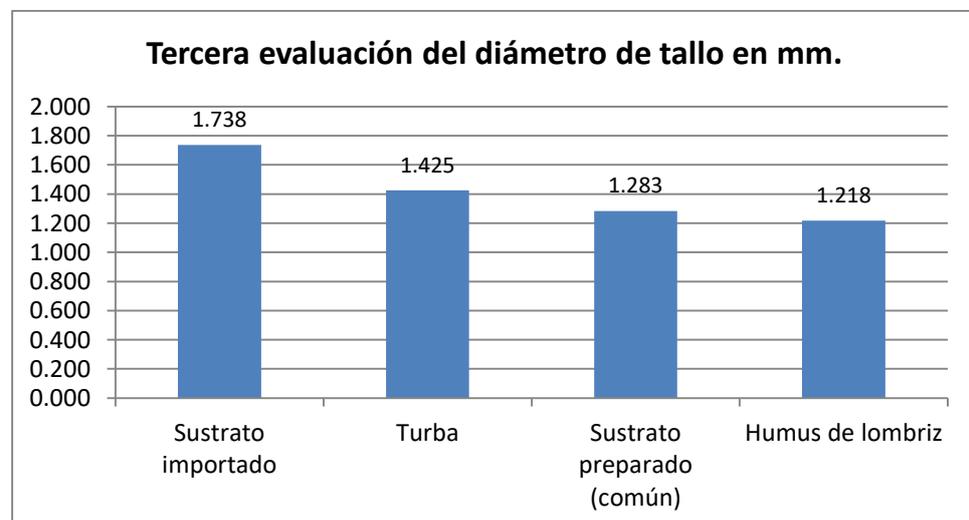
Para determinar estas diferencias altamente significativas entre los promedios de los tratamientos se procedió a realizar la prueba de Duncan para poder establecer el orden de mérito de las mismas, las cuales se muestran a continuación.

Cuadro 33. Prueba de Duncan del diámetro de tallo de plantines de rocoto a la tercera evaluación en condiciones de invernadero.

Orden de Mérito	Clave	Tratamiento	Media (mm)	Grupo Duncan
1	T ₂	Sustrato importado	1.738	A
2	T ₄	Turba	1.425	B
3	T ₃	Sustrato preparado (común)	1.283	B
4	T ₁	Humus de lombriz	1.218	B

En el cuadro 32, se puede apreciar que el promedio del tratamiento T₂ es estadísticamente significativo en comparación con los promedios de los tratamientos T₄, T₃ y T₁; mientras que los promedios de los tratamientos T₄, T₃ y T₁ no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí, con respecto al diámetro de tallo durante la tercera evaluación.

Gráfico 08. Diámetro de tallo de plantines de rocoto a la tercera evaluación en condiciones de invernadero.



D) Cuarta evaluación del diámetro de tallo.

Los valores registrados durante la presente evaluación se muestran en los anexos en el cuadro 08. A continuación se muestra el análisis de varianza de los datos registrados de este parámetro evaluado.

Cuadro 34. Análisis de variancia del diámetro de tallo de plantines de rocoto a la cuarta evaluación en condiciones de invernadero.

FV	GL	SC	CM	Fc	F_{0.05}	F_{0.01}	Signi.
Tratamientos	3	7.1134	2.3711	51.18	3.49	5.95	**
Error exp.	12	0.5559	0.0463				
TOTAL	15	7.6694					

C.V. = 9.25 %

El cuadro de análisis de varianza nos muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas para los promedios de los tratamientos.

El coeficiente de variación es de 9.25 % el cual nos indica que los datos son confiables y que se encuentran dentro de los rangos permisibles para experimentos conducidos a nivel de campo.

Para determinar estas diferencias altamente significativas entre los promedios de los tratamientos se procedió a realizar la prueba de Duncan para poder establecer el orden de mérito de las mismas, las cuales se muestran a continuación.

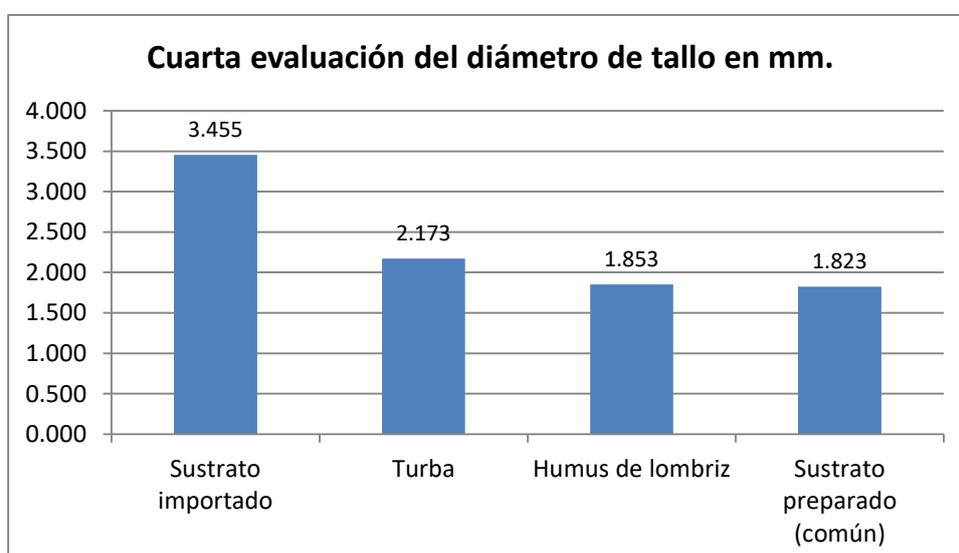
Cuadro 35. Prueba de Duncan del diámetro de tallo de plantines de rocoto a la cuarta evaluación en condiciones de invernadero.

Orden de Mérito	Clave	Tratamiento	Media (mm)	Grupo Duncan
1	T ₂	Sustrato importado	3.455	A
2	T ₄	Turba	2.173	B
3	T ₁	Humus de lombriz	1.853	BC
4	T ₃	Sustrato preparado (común)	1.823	C

El cuadro 34, nos muestra que los tratamientos en estudio están agrupados en 3 grupos Duncan (A, B y C), destacándose al tratamiento T₂ con un promedio de 3.455 mm, la misma que presenta diferencias estadísticas significativas con los promedios de los tratamientos T₄, T₁ y T₃ quienes presentaron promedios de 2.173 ; 1.853 y 1.823 mm respectivamente.

Asimismo los promedios de los tratamientos T₄ y T₁ no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí; lo mismo que los promedios de los tratamientos T₁ y T₃.

Gráfico 09. Diámetro de tallo de plantines de rocoto a la cuarta evaluación en condiciones de invernadero.



4.2.4. Calidad de adobe

Se evaluó la calidad de adobe que conforma cada tratamiento, cuando las plántulas ya estaban en condiciones de ser trasplantadas, tomando en cuenta el número de plantines a muestrear por repetición, con el propósito de identificar el efecto de los tratamientos, en respuesta al desempeño de los plantines en los diferentes sustratos.

Para determinar la calidad de adobe, se consideró la siguiente escala visual de evaluación:

Calidad de Adobe	Porcentaje de Adobe
Excelente	Sale del 95% al 100% del adobe
Buena	Sale del 85% al 94% del adobe
Regular	Sale del 75% al 84% del adobe.
Mala	Sale del 50% al 74% del adobe.
Pésima	Sale menos del 50% del adobe o la raíz desnuda

Fuente: Picón 2 013.

Los valores registrados durante la presente evaluación se muestran en los anexos en el cuadro 09. A continuación se muestra el análisis de varianza de los datos registrados de este parámetro evaluado.

Cuadro 36. Análisis de variancia de la calidad de adobe en la producción de plantines de rocoto en condiciones de invernadero.

FV	GL	SC	CM	Fc	F _{0.05}	F _{0.01}	Signi.
Tratamientos	3	1863.2500	621.0833	7.45	3.49	5.95	**
Error exp.	12	1000.5000	83.3750				
TOTAL	15	2863.7500					

C.V. = 12.40 %

El cuadro de análisis de varianza nos muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas para los promedios de los tratamientos.

El coeficiente de variación es de 12.40 % el cual nos indica que los datos son confiables y que se encuentran dentro de los rangos permisibles para experimentos conducidos a nivel de campo.

Para determinar las diferencias significativas que se encontraron entre los tratamientos se procedió a realizar la prueba estadística de Duncan al 5% de probabilidad la misma que se muestra a continuación.

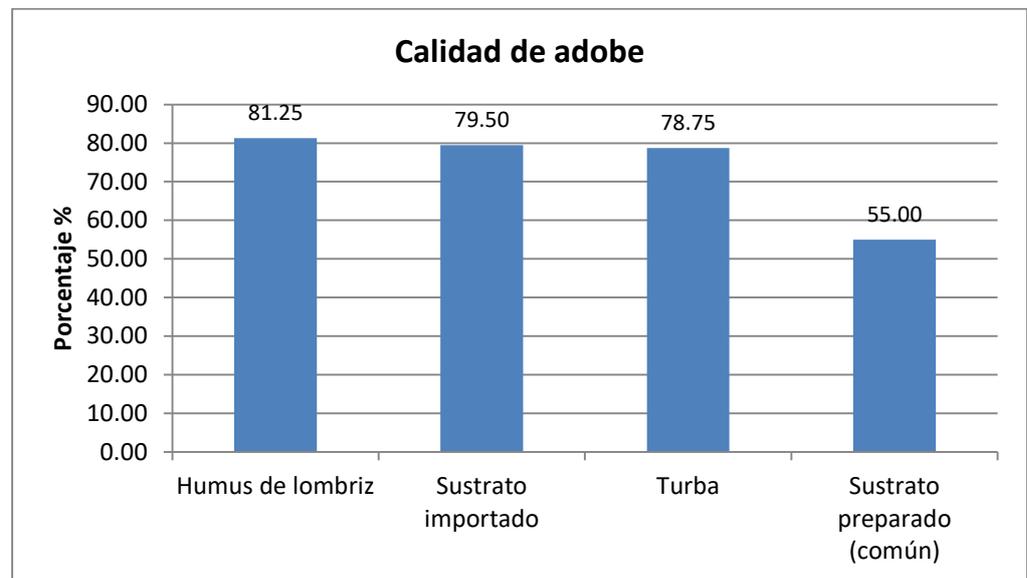
Cuadro 37. Prueba de Duncan de la calidad de adobe en la producción de plantines de rocoto en condiciones de invernadero.

Orden de Mérito	Clave	Tratamiento	Media (%)	Grupo Duncan
1	T ₂	Sustrato importado	81.250	A
2	T ₁	Humus de lombriz	79.500	A
3	T ₄	Turba	78.750	A
4	T ₃	Sustrato preparado (común)	55.000	B

El cuadro 36 nos muestra que los tratamientos en estudio están agrupados en 2 grupos Duncan (A y B), donde los tratamientos T₂ (sustrato importado), T₁ (humus de lombriz) y T₄ (turba); presentan promedios de 81.250 %, 79.500 % y 78.750 % respectivamente, los cuales no son significativos estadísticamente entre sí, mientras que el tratamiento T₃ (sustrato preparado), presento un promedio de 55.00 % perteneciendo al grupo Duncan B.

Por tanto podemos afirmar también que los tres primeros tratamientos presentaron una calidad de adobe de regular, ya que se encuentran dentro de los rangos del 75 al 84 %, mientras que el sustrato preparado fue de mala calidad por encontrarse dentro del rango de 50 al 74 %.

Gráfico 10. Calidad de adobe en la producción de plantines de rocoto en condiciones de invernadero.



4.2.5. Análisis financiero

Para realizar el análisis financiero se utilizó la metodología de presupuestos parciales, con el objeto de determinar el tratamiento con mayores beneficios.

Según Reyes, (2001); se llama presupuestos parciales, porque con este enfoque solamente se toman en consideración los costos asociados con la decisión de usar o no un tratamiento. Estos son los costos que permiten diferenciar un tratamiento del otro, y se denominan “Costos que Varían”, y

se llaman así porque varían de un tratamiento a otro. El resto de costos no se ven afectados por la decisión de usar un tratamiento en particular, y permanecen constantes a las que se denominan costos fijos.

A continuación se presentan los costos variables, en este caso los costos variables son los costos asociados a la producción de los tratamientos utilizando diversos materiales así como de la mano de obra empleada para su elaboración.

Cuadro 38. Costos variables asociados a la producción de plantines de rocoto en condiciones de invernadero, Paucartambo 2 017.

Tratamiento	Materiales	Porcentaje	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total	Costo Kg
T ₁	Humus de lombriz		Kg	35.328	2	70.656	2.42
	Mano de obra		Hora	0.5	30	15	
	TOTAL			35.328		85.656	
T ₂	Sustrato importado	100	Kg	10.752	5.44	58.4908	6.84
	Mano de obra		Hora	0.5	30	15	
	TOTAL			10.752		73.4908	
T ₃	Tierra agrícola	60	Kg	35.71	0.045	1.6070	0.30
	Arena	40	Kg	23.81	0.059	1.4047	
	Mano de obra		Hora	0.5	30	15	
	TOTAL			59.52		18.0117	
T ₄	Turba		Kg	52.224	1	52.224	1.29
	Mano de obra		Hora	0.5	30	15	
	TOTAL			52.224		67.224	

Como se puede apreciar en el cuadro 37, el costo más elevado por kilogramo lo tiene el tratamiento T₂ (sustrato importado) con S/. 6.84 y el costo más bajo por kilogramo lo tiene el tratamiento T₃ (sustrato preparado o común) con un valor de S/. 0.30.

En base a esto podemos determinar el costo del sustrato para la producción de plantines de rocoto considerando bandejas de 96 celdas. Además en el cuadro 37, se observa el costo (en soles) por tratamiento (4 bandejas) y el costo de cada plantín al utilizar diferente sustrato.

Cuadro 39. Costo de los sustratos por cada tratamiento en la producción de plantines de rocoto utilizando bandejas de 96 tubetes en condiciones de invernadero, Paucartambo 2 017.

Tratamiento	Costo/kg	Peso/Bandeja (kg)	Costo/Bandeja	Costo / Localidad	Costo de plantines
T ₁	2.42	8.832	21.41	85.66	0.223
T ₂	6.84	2.688	18.37	73.49	0.191
T ₃	0.30	14.88	4.50	18.01	0.047
T ₄	1.29	13.056	16.81	67.22	0.175

Del cuadro podemos observar que el tratamiento con menor costo por plantín es el de sustrato preparado cuyo costo es de S/. 0.047 nuevos soles y el de mayor costo es el de humus de lombriz con un costo de S/. 0.223 nuevos soles, mientras que los plantines producidos con sustrato importado y turba tienen costos de S/. 0.191 y S/. 0.175 nuevos soles.

4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Durante la conducción del presente trabajo se plantearon dos hipótesis para cada una de las evaluaciones realizadas; la hipótesis nula y la hipótesis alterna. La primera consistía en que todos los promedios de los tratamientos en estudio no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí; mientras que la hipótesis

alterna menciona que al menos uno de los promedios de los tratamientos es significativo.

Para poder decidir si se rechaza o no se rechaza la hipótesis nula, se obtuvo un valor (F calculada) y se comparó con otros valores (F tabular al 95 % y 99 %) que se encuentra en las tablas estadísticas, las cuales indican la probabilidad de cometer un error al aceptar o rechazar la hipótesis de nulidad.

Realizada la comparación de los valores podemos decir que la hipótesis alterna se acepta para todas las evaluaciones realizadas; luego se procedió a realizar la prueba de Duncan para poder establecer las diferencias estadísticas altamente significativas y por consiguiente el orden de mérito, destacándose el sustrato importado en todas las evaluaciones efectuadas.

4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la presente investigación para determinar el porcentaje de germinación de las semillas de rocoto, los conteos se realizaron a partir de los 7 días de haber sido puesto en las placas Petri y el último día de conteo fue a los 15 días; teniendo los mayores porcentajes de germinación a los 12 (15 %), 13 (18 %) y 14 (17 %) días, haciendo un total de 96 %; la misma que se corrobora con lo mencionado por la FAO (2011) donde realizaron los conteos entre los 7 días y 14 días y cuyos porcentajes oscilaron entre los 70 y 80 %. Con respecto a las demás observaciones no se encontraron referencias bibliográficas similares a la presente investigación.

CONCLUSIONES.

1. Las semillas de rocoto, empiezan a germinar a los 7 días hasta los 15 días, alcanzando un total de 96 %; los mayores porcentajes se dieron a los, 13 días (18 %), 14 días (17 %) y 12 días (15 %), de haber sido instalados.
2. La mayor altura de plantines de rocoto se presentó en el sustrato importado con un 19.288 cm.; seguido de la turba, el sustrato preparado y del humus de lombriz, con promedios de 6.215 cm, 4.090 cm y 3.538 cm respectivamente.
Asimismo el sustrato importado presentó un mayor diámetro de tallo con un promedio de 3.455 mm, seguido de los promedios de la turba, humus de lombriz y sustrato preparado con promedios de 2.173 mm, 1.853 mm y 1.823 mm respectivamente.
3. La calidad de adobe para el sustrato importado, el humus de lombriz y la turba fue regular, mientras que el sustrato preparado fue de mala calidad, para la producción de plantines de rocoto en condiciones de invernadero.
4. El tratamiento con menor costo de producción por plántula de rocoto fue el sustrato preparado con S/. 0.047, luego tenemos a la turba, sustrato importado y al humus de lombriz con costos de S/. 0.175, S/. 0.191 y S/. 0.223 nuevos soles respectivamente por plántula.

Teniendo en consideración la uniformidad del desarrollo vegetativo y las características deseables de los plantines de rocoto para el trasplante a campo definitivo, el sustrato importado ofrece los mejores resultados para su producción en condiciones de invernadero.

RECOMENDACIONES.

- 1.** Efectuar investigaciones similares para implementar estrategias que permitan reducir el riesgo de mortandad de las plántulas de rocoto cuando se realizan el trasplante a campo definitivo a través de la mejora de herramientas y competencias necesarias de los agricultores.
- 2.** Estudiar el comportamiento de las plántulas de rocoto en campo definitivo para evaluar la calidad y desempeño del sustrato importado y la turba, efectuando un análisis de la conductividad eléctrica de los sustratos previos a su utilización en la producción de plántulas de rocoto.
- 3.** Es necesario continuar efectuando investigaciones con el objeto de evaluar la utilización de los sustratos alternativos para la producción de otras especies a nivel de invernadero y en el campo definitivo.

BIBLIOGRAFIA.

- Abad-Berjon M,; Noguera-Murray P,; Carrión-Benedito C. (2 004). Los sustratos en los cultivos sin suelo. En: Urrestarazu-Gavilán. Cultivo sin suelo. Madrid: Mundi Prensa.
- ADEX. (2 015). Exportación de Capsicum. 10-13. Recuperado de: <http://www.adexperu.org.pe/index.php/prensa/notas-de-prensa/item/517-adex-estima-que-exportacion-de-capsicum-peruano-crecera-20-este-ano>
- Agromat E.I.R.L. (2 015). Materiales para la agricultura tecnificada. Recuperado de: <http://www.agromatperu.com/index.html>
- Arias, S. E. (1 998). Sustratos para la producción de plántulas de lechuga “Great Lakes 407” bajo invernadero (Tesis Profesional). Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Bunt, A. C. (1 988). Media and Mixes for Container-grown Plants. Unwin Hyman Ltd., Great Britain. 309 p.
- Burés, S. (1 997). Sustratos. Ed. Agrotécnicas, F. L. Madrid, España. 341 p.
- Calderón, A. (2 006). Sustratos agrícolas (en línea). Chile, Proyecto Fondef D0I1063. 10 p. Recuperado de: <http://www.biosustratos.cl/pdf/Sustratos%20agricolas1.pdf>
- Collazos, C.; White, P,; White, S. (1 996). La composición de los alimentos peruanos. 4ta. Edición, Instituto Nacional de Nutrición. Lima/Perú.
- Cruz-Crespo E, Can-Chulim A, Sandoval-Villa M, Bugarín-Montoya R, Robles-Bermúdez A, Juárez-López P. (2 013). Sustratos en la horticultura Revista Bio Ciencias ISSN 2007-3380 2 (2): 17-26
- Díaz, F. (2 004). Selección de sustratos para la producción de hortalizas en invernadero. En: Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción Torreón, Coah, México, Octubre 13, 14 y 15 del 2004.
- Dirección Regional de Agricultura Pasco – Oficina de Estadística Agraria e Informática. (2016). Datos estadísticos de la producción por cultivos en el departamento de Pasco.
- Fao. (2 011). Semillas en emergencias, manual técnico. Roma – Italia.

- Gallo, R; Viana, O. (2 005). Evaluación agronómica de sustratos orgánicos en la producción de plantines de tomate *Lycopersicum esculentum* (Tesis de pregrado) Montevideo, UY, Universidad de la República, Facultad de Agronomía. 80 p. Recuperado de: <http://164.73.52.13/iah/textostesis/2005/3363gall1.pdf>
- García, M. (2 006). Sustratos para la producción de plantines hortícolas. Uruguay, Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Departamento Producción Vegetal Centro Regional Sur. 6 p. Recuperado de: <http://tesis.deSustratos%20organicos%20horticultura.pdf>
- Infoagro (Información Agrícola, ES). (2 010). Cultivo de tomate. España, Editorial Agrícola Española, S.A. Recuperado de: <http://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento>.
- IPGRI, (1 983). Genetics Resources of Capsicum – A global Plan Action. International Board for Plant Genetic Resources AGPG / IPGRI /82 / 12. Rome. Italy. 49 p.
- Kämpf An,; Jun Takane R,; Vital de Siqueira, P. T. (2 006). Floricultura, Técnicas de preparo de sustratos. Brasilia: LK editora.
- León, J. (2 000). Botánica de los Cultivos Tropicales (tercera edición ed.). IICA. San José, Costa Rica. 522 pp.
- Lozada, C. (2 009). Ficha Técnica Rocoto, *Capsicum pubescens*. Publicación virtual red peruana de alimentación y nutrición. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/javiergodenzzi/69-rocoto-r-pan>
- Maruplast Internacional E.I.R.L. (2 019). Ficha técnica; sustrato premix 3.
- Misti - Fertilizantes. (2 015). Cultivo de *Capsicum*. Lima. Perú. 22 p.
- Nuez, V. F. (2 001). El cultivo de tomate. México. Ediciones Mundi Prensa. 793 p.
- Nuez, F.; Gil, R.; Costa, J. (1 996). El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 607 p.
- Pérez, G. M. (2 002). Estudio genético y fisiológico del crecimiento, rendimiento y calidad de fruto en chile manzano (*Capsicum pubescens* R y P). (Tesis doctoral). Colegio de postgraduados. México. 106 p.
- Picón, R. (2 013). Evaluación de sustratos alternativos para la producción de pilones del cultivo de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. en los municipios de Esquipulas y

- Chiquimula, departamento de Chiquimula, Guatemala. 2011 (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Chiquimula, Guatemala.
- Rehermann, C. (2 000). Evaluación agronomica de sustratos organicos en la producción de plantines de morrón (Tesis de pregrado). Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.
- Reyes, H. (2 001). Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: re-enseñando el uso de este enfoque. Guatemala.
- Röber, R. (2 000). Gärtnerische Substrate: Möglichkeiten und grenzen ihrer herstellung und verwendung; beispiele aus forschung, industrie und anwendung. En: AN Kämpf, & MH Fermino (eds). Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Genesis.
- Sardón, E. (2 015). Fortalecimiento de la cadena de valor del rocoto fresco (*Capsicum pubescens*) de la selva central para el mercado de lima (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
- SENAMHI – Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (2 011). Manual de observaciones fenológicas. Lima Perú.
- Sierra Exportadora. (2 012). Perfil comercial del rocoto fresco. Lima Perú. 25 p.
- UNALM. (2 012). El punto de ají Investigaciones en *Capsicum* nativos. Números 1 y 2. 1. Clasificación de los ajíes del Perú. 2. Producción orgánica de ajíes. Lima. Perú. 26 p.
- UNALM – Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes. (2 017). Informe de análisis de materia orgánica. Lima Perú.
- UNALM – Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes. (2 017). Análisis de suelos: caracterización. Lima Perú.
- Valdez, I. (2 017). Caracterización fenotípica de quince accesiones de germoplasma de rocoto (*Capsicum pubescens* Ruiz & Pavón.) en la estación INIA Santa Rita Arequipa (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín Arequipa, Perú.
- Velázquez, J. M. (1 995). Evaluación de *Quercus crassipes* en vivero bajo diferentes tipos de sustrato e intensidades de luz. (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

ANEXOS.

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS: Registro de las variables observadas durante el experimento.

Anexo 01. Primera evaluación de la altura de planta en cm.

TRATAMIENTO	BANDEJA			
	I	II	III	IV
	Altura de planta	Altura de planta	Altura de planta	Altura de planta
T ₁	2.23	1.93	1.92	1.88
T ₂	3.80	3.09	3.17	2.80
T ₃	2.10	2.01	1.84	1.80
T ₄	2.61	2.82	2.26	2.13

Anexo 02. Segunda evaluación de la altura de planta en cm.

TRATAMIENTO	BANDEJA			
	I	II	III	IV
	Altura de planta	Altura de planta	Altura de planta	Altura de planta
T ₁	1.85	1.57	1.85	1.85
T ₂	3.13	2.59	2.74	2.88
T ₃	2.35	2.06	2.14	1.85
T ₄	2.89	2.54	2.27	2.66

Anexo 03. Tercera evaluación de la altura de planta en cm.

TRATAMIENTO	BANDEJA			
	I	II	III	IV
	Altura de planta	Altura de planta	Altura de planta	Altura de planta
T ₁	2.15	1.99	2.07	1.75
T ₂	4.39	3.85	4.41	3.15
T ₃	2.67	2.32	2.45	2.30
T ₄	3.09	3.08	2.29	3.13

Anexo 04. Cuarta evaluación de la altura de planta en cm.

TRATAMIENTO	BANDEJA			
	I	II	III	IV
	Altura de planta	Altura de planta	Altura de planta	Altura de planta
T ₁	3.09	3.87	3.02	4.17
T ₂	18.80	20.75	20.25	17.35
T ₃	5.26	3.65	3.92	3.53
T ₄	7.58	4.62	6.18	6.48

Anexo 05. Primera evaluación del diámetro de tallo en mm.

TRATAMIENTO	BANDEJA			
	I	II	III	IV
	Diámetro de tallo	Diámetro de tallo	Diámetro de tallo	Diámetro de tallo
T ₁	1.07	1.04	1.09	1.03
T ₂	1.52	1.39	1.42	1.31
T ₃	1.14	1.10	1.07	1.06
T ₄	1.25	1.14	1.11	1.09

Anexo 06. Segunda evaluación del diámetro de tallo en mm.

TRATAMIENTO	BANDEJA			
	I	II	III	IV
	Diámetro de tallo	Diámetro de tallo	Diámetro de tallo	Diámetro de tallo
T ₁	1.13	1.13	1.23	1.11
T ₂	1.63	1.32	1.48	1.40
T ₃	1.27	1.18	1.20	1.15
T ₄	1.42	1.32	1.35	1.39

Anexo 07. Tercera evaluación del diámetro de tallo en mm.

TRATAMIENTO	BANDEJA			
	I	II	III	IV
	Diámetro de tallo	Diámetro de tallo	Diámetro de tallo	Diámetro de tallo
T ₁	1.20	1.07	1.34	1.26
T ₂	1.75	1.73	1.94	1.53
T ₃	1.37	1.18	1.36	1.22
T ₄	1.46	1.48	1.22	1.54

Anexo 08. Cuarta evaluación del diámetro de tallo en mm.

TRATAMIENTO	BANDEJA			
	I	II	III	IV
	Diámetro de tallo	Diámetro de tallo	Diámetro de tallo	Diámetro de tallo
T ₁	1.64	1.90	1.63	2.24
T ₂	3.48	3.50	3.34	3.50
T ₃	1.98	1.76	2.02	1.53
T ₄	2.47	1.96	2.08	2.18

Anexo 09. Calidad de adobe.

TRATAMIENTO	BANDEJA			
	I	II	III	IV
	Calidad de adobe	Calidad de adobe	Calidad de adobe	Calidad de adobe
T ₁	80.00	70.00	95.00	80.00
T ₂	88.00	80.00	70.00	80.00
T ₃	60.00	55.00	45.00	60.00
T ₄	70.00	95.00	75.00	75.00

Anexo 10. Preparación de los sustratos.



Anexo 11. Llenado de los sustratos en los tubetes e instalación en el invernadero.



Anexo 12. Siembra de la semilla de rocoto en las diferentes bandejas con los respectivos sustratos.



Anexo 13. Riego de las bandejas que han sido sembradas con las semillas de rocoto.



Anexo 14. Emergencia de las plántulas de rocoto.



Anexo 15. Vista panorámica del campo experimental en diferentes etapas de desarrollo.



Anexo 15. Vista panorámica del campo experimental en diferentes etapas de desarrollo.



Anexo 16. Evaluación de la altura de planta y del diámetro de tallo en los diferentes sustratos.



Anexo 17. Evaluación de la calidad de adobe de los diferentes sustratos.



Anexo 18. Supervisión del asesor y los jurados de tesis.

