

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA**

(Creada por ley N° 25265)

**FACULTAD DE CIENCIAS DE AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA**



**TESIS:**

**“PRODUCCIÓN DE PLANTINES DE PIMENTÓN EN SUSTRATOS  
ORGÁNICOS COMPUESTO POR TURBA, RESTOS DE COSECHA Y  
HOJARASCAS EN CONDICIONES DE INVERNADERO EN ACOBAMBA –  
HUANCVELICA”**

**LINEA DE INVESTIGACION:**

**PRODUCCION DE CULTIVOS**

**PRESENTADO POR:**

**Bach: CLINTON GUSTAVO TITO TINOCO**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRONOMO**

**ACOBAMBA-HUANCVELICA**

**2019**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA  
(Creada por ley N°25625)  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la Ciudad Universitaria de "Común Era"; auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, a los 10 días del mes de diciembre del año 2019, a horas 11:00 a.m., se reunieron los miembros del jurado calificador, conformado de la siguiente manera:

**PRESIDENTE** : Dr. David, RUIZ VILCHEZ  
**SECRETARIO** : Mg. Efraín David, ESTEBAN NOLBERTO  
**VOCAL** : Mtro. Salomón, VIVANCO AGUILAR  
**ACCESITARIO** : Mtro. Jesús Antonio, JAIME PIÑAS

Designados con resolución N° 070-2019-D-FCA-UNH; del proyecto de investigación titulado:

"PRODUCCIÓN DE PLANTINES DE PIMENTÓN EN SUSTRATOS ORGÁNICOS COMPUESTOS POR TURBA, RESTOS DE COSECHA Y HOJARASCAS EN CONDICIONES DE INVERNADERO EN ACOBAMBA - HUANCAVELICA" Cuyo autor es el graduado:

**BACHILLER:** Clinton Gustavo, TITO TINOCO

**ASESORADO POR:** Dr. Ruggers Neil, DE LA CRUZ MARCOS.

A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación del proyecto de investigación, antes citado.

Finalizando la evaluación; se invitó al público presente y al sustentante abandonar el recinto; y luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al siguiente resultado.

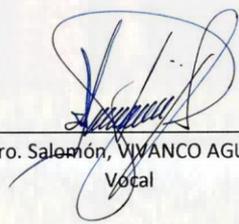
**APROBADO**  POR..... MAYORIA.....

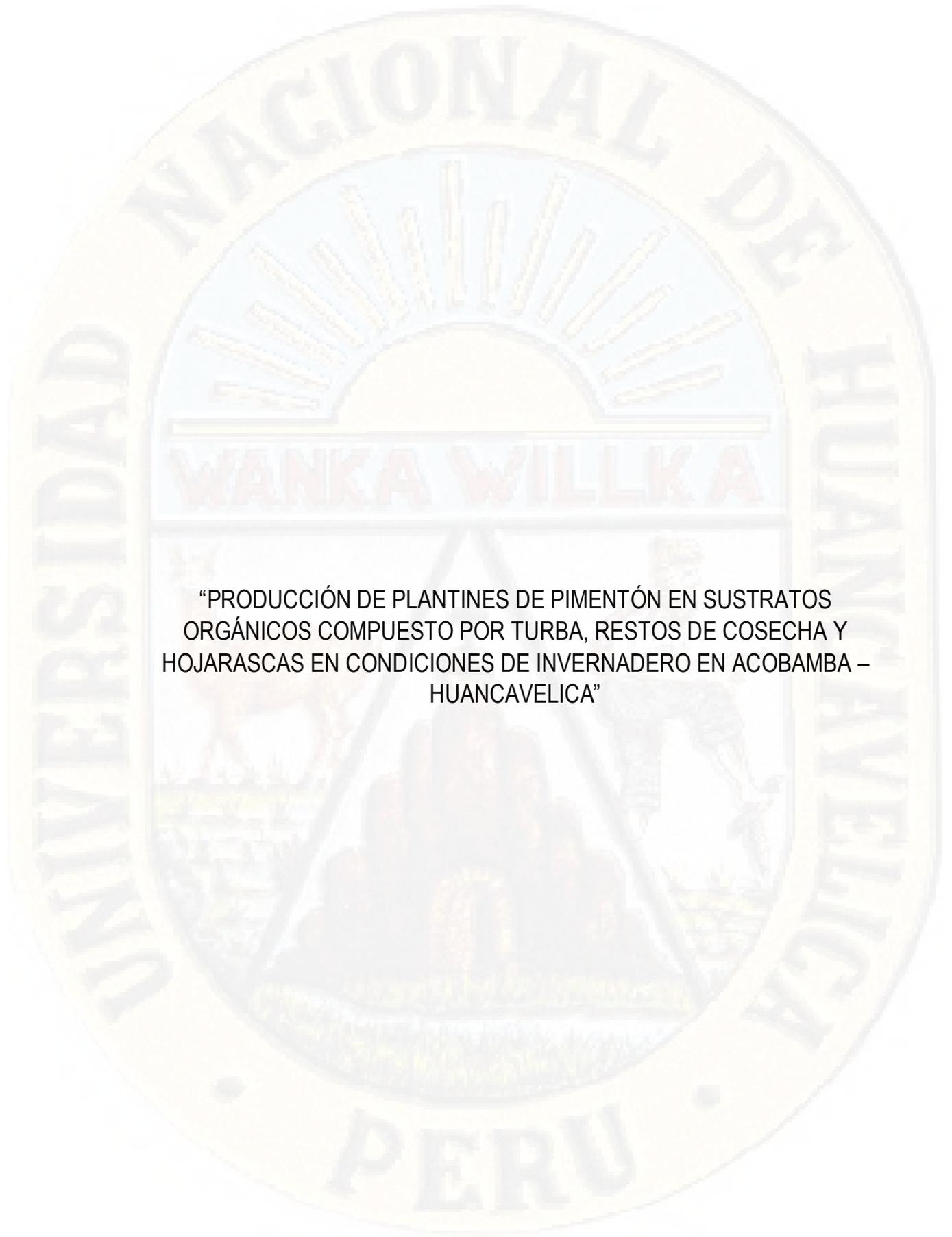
**DESAPROBADO**

En conformidad a lo actuado firmamos al pie.

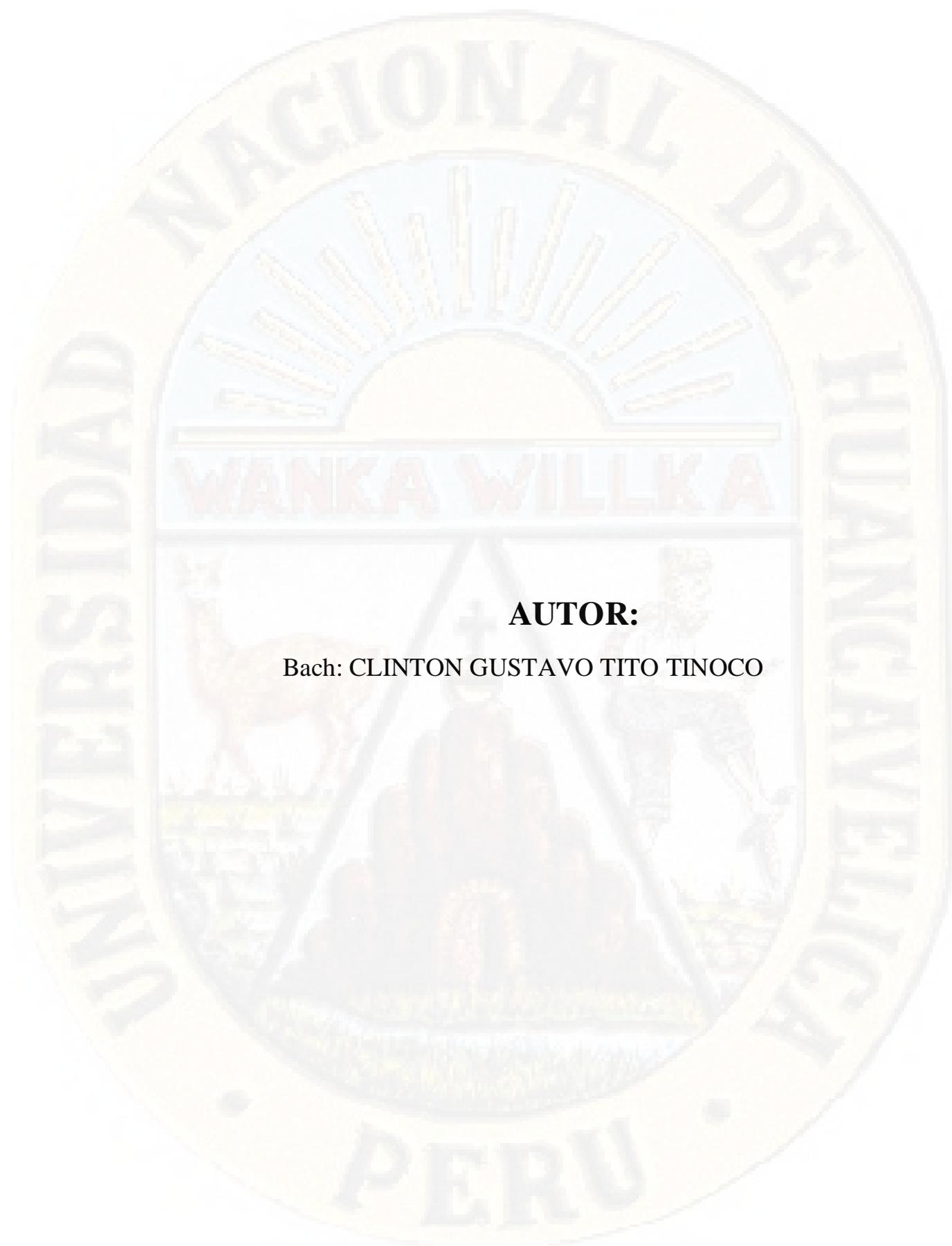
  
Dr. David, RUIZ VILCHEZ  
Presidente

  
Mg. Efraín David, ESTEBAN NOLBERTO  
Secretario

  
Mtro. Salomón, VIVANCO AGUILAR  
Vocal

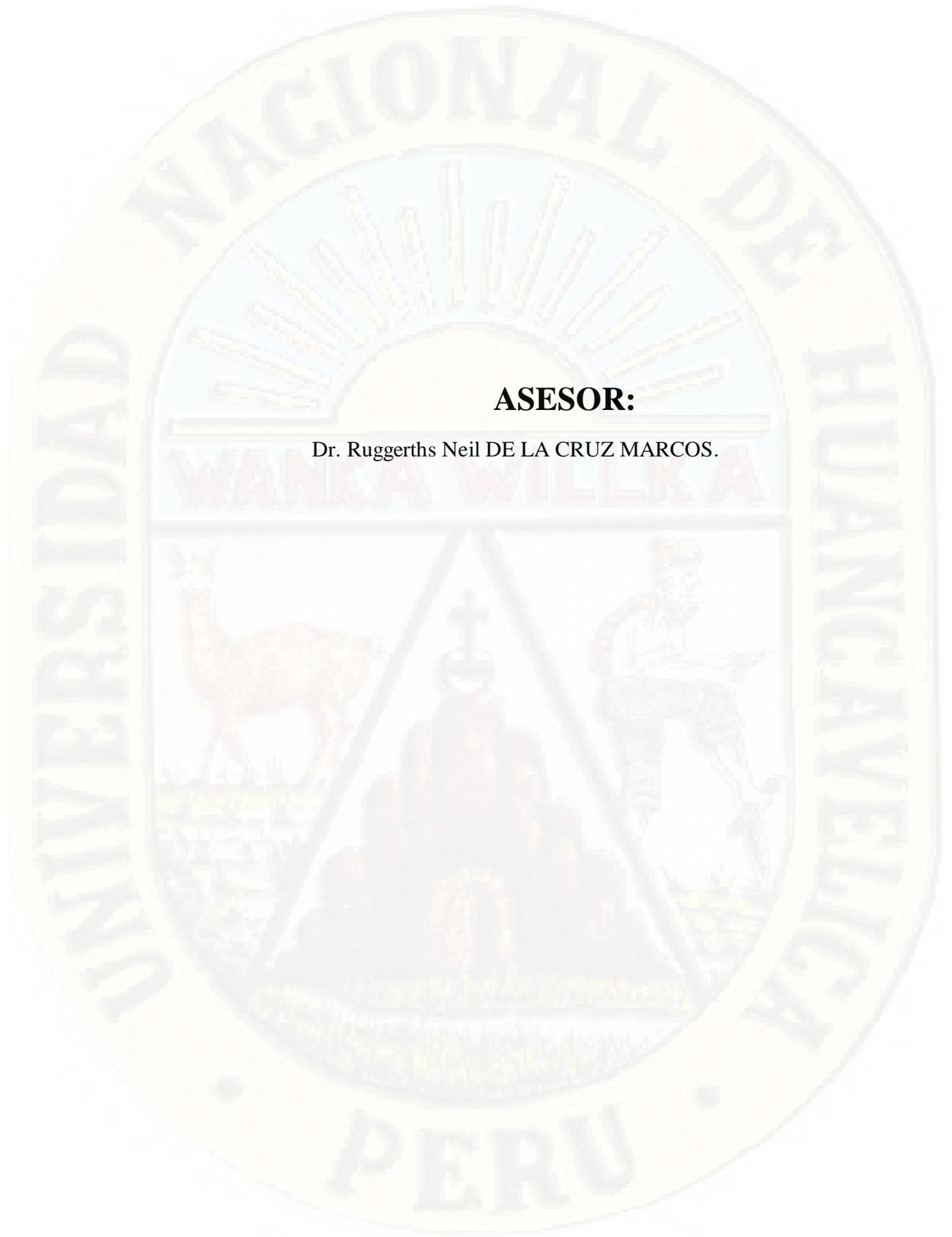


“PRODUCCIÓN DE PLANTINES DE PIMENTÓN EN SUSTRATOS  
ORGÁNICOS COMPUESTO POR TURBA, RESTOS DE COSECHA Y  
HOJARASCAS EN CONDICIONES DE INVERNADERO EN ACOBAMBA –  
HUANCAVELICA”



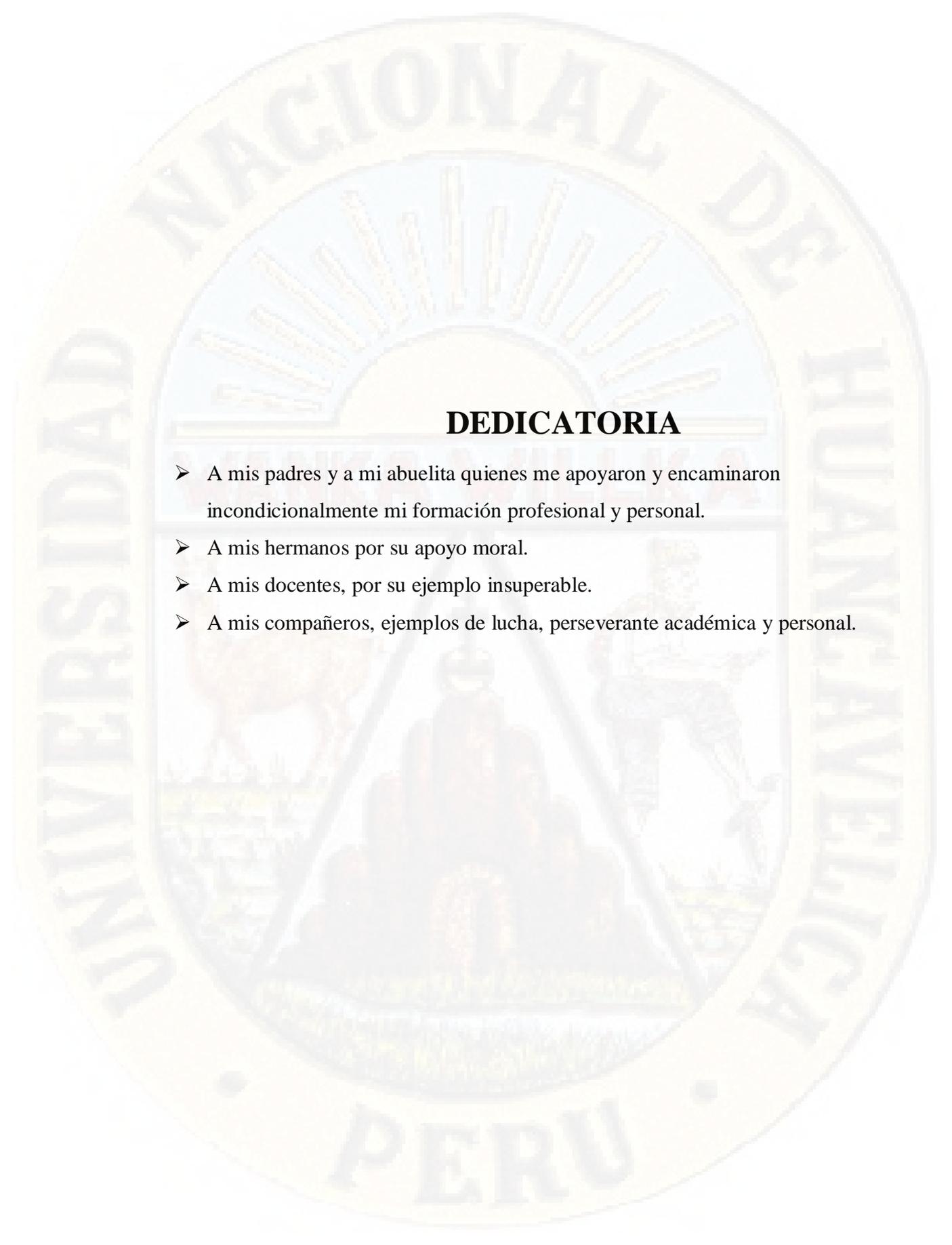
**AUTOR:**

Bach: CLINTON GUSTAVO TITO TINOCO



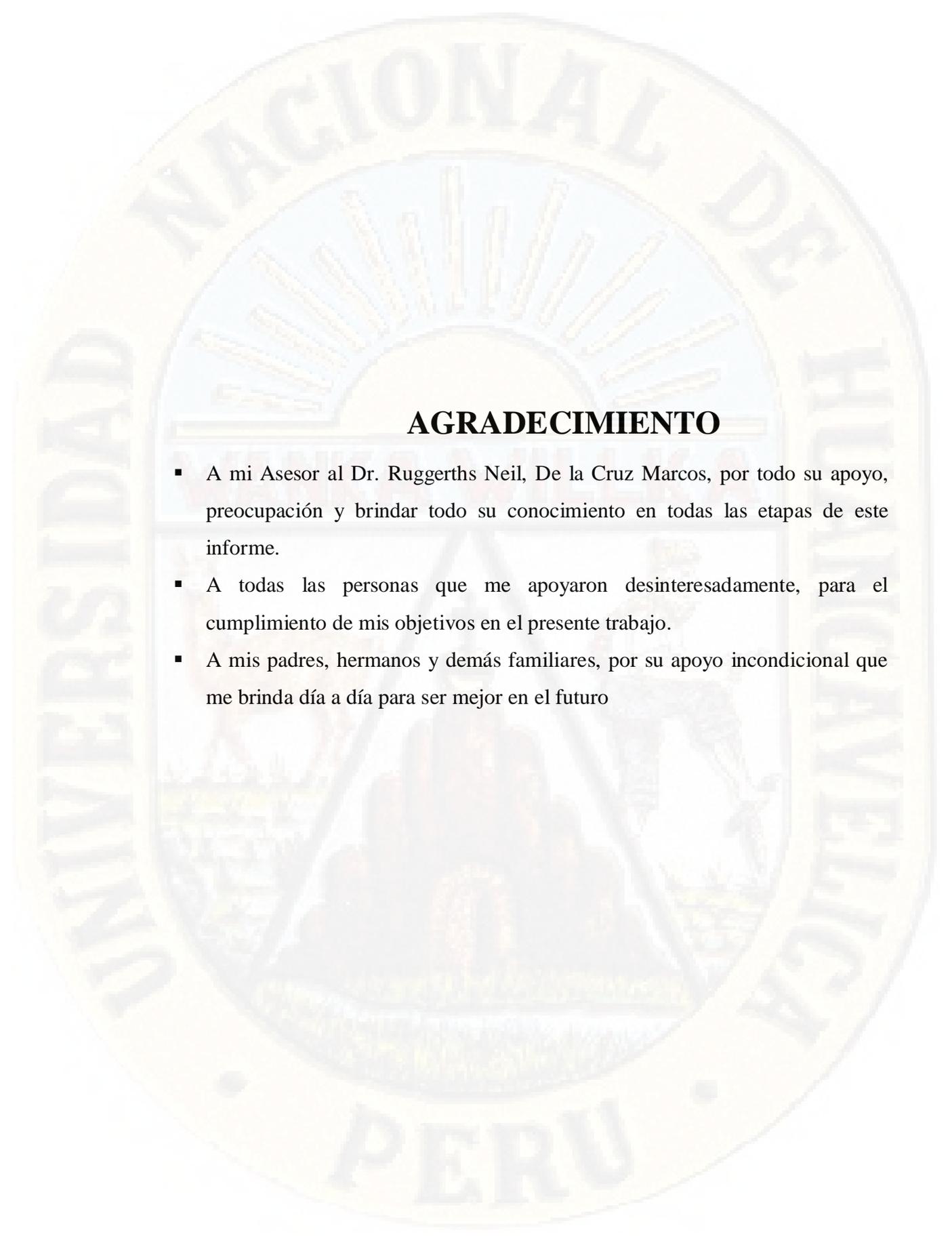
**ASESOR:**

Dr. Ruggërths Neil DE LA CRUZ MARCOS.



## **DEDICATORIA**

- A mis padres y a mi abuelita quienes me apoyaron y encaminaron incondicionalmente mi formación profesional y personal.
- A mis hermanos por su apoyo moral.
- A mis docentes, por su ejemplo insuperable.
- A mis compañeros, ejemplos de lucha, perseverante académica y personal.



## **AGRADECIMIENTO**

- A mi Asesor al Dr. Ruggerths Neil, De la Cruz Marcos, por todo su apoyo, preocupación y brindar todo su conocimiento en todas las etapas de este informe.
- A todas las personas que me apoyaron desinteresadamente, para el cumplimiento de mis objetivos en el presente trabajo.
- A mis padres, hermanos y demás familiares, por su apoyo incondicional que me brinda día a día para ser mejor en el futuro

## INDICE

<b>AUTOR:</b> .....	<b>iv</b>
<b>ASESOR:</b> .....	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>vii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>ABSTRAT</b> .....	<b>xv</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>CAPITULO I</b> .....	<b>18</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>18</b>
1.1. Descripción del Problema .....	18
1.2. Formulación del Problema .....	19
1.3. Objetivos .....	19
1.3.1. Objetivo general: .....	19
1.3.2. Objetivos específicos: .....	20
1.4. Justificación .....	20
1.5. Limitación .....	21
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>22</b>
2.1. Antecedentes .....	22
2.2. Bases Teóricas sobre el tema de investigación .....	25
2.2.1. Cultivo de pimentón .....	25
2.2.2. Etapas fenológicas del cultivo de pimentón .....	27
2.2.3. Variedades de pimentón .....	29
2.2.4. Requerimientos edafoclimáticos .....	30
2.2.5. Enfermedades y Plagas .....	32

2.2.6.	Particularidades del cultivo .....	39
2.2.7.	Fertilización .....	41
2.2.8.	Riego .....	42
2.2.9.	Sustratos agrícolas .....	43
2.2.10.	Tipos de sustrato:.....	44
2.3.	Turba .....	47
2.3.1.	Formación de la turba.....	47
2.3.2.	Composición y propiedades de la turba .....	48
2.3.3.	Aplicaciones de la turba.....	56
2.4.	Invernadero .....	57
2.5.	Hipótesis .....	59
2.6.	Definición de términos.....	59
2.7.	Identificación de variables.....	61
2.8.	Operacionalización de las Variables.....	61
<b>CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION .....</b>		<b>63</b>
3.1.	Ámbito temporal o espacial .....	63
3.1.1.	Ubicación política.....	63
3.1.2.	Ubicación geográfica.....	63
3.1.3.	Factores Climáticos .....	64
3.2.	Tipo de Investigación .....	64
3.3.	Nivel de Investigación .....	64
3.4.	Método de Investigación .....	64
3.4.1.	Material experimental .....	64
3.4.2.	Material vegetal .....	64
3.4.3.	Procedimiento de conducción .....	64
3.4.4.	Registro de información .....	65
3.4.5.	Procesamiento y análisis .....	65
3.5.	Diseño de Investigación .....	65
3.5.1.	Modelo estadístico lineal del (DCA).....	65
3.5.2.	Tratamientos .....	66
3.5.3.	Características de experimento .....	67

3.5.4.	Croquis y distribución de los tratamientos .....	67
3.6.	Población, Muestra y Muestreo .....	67
3.7.	Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos .....	68
3.8.	Procedimiento de Recolección de Datos .....	68
3.9.	Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos .....	70
<b>CAPITULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....</b>		<b>71</b>
4.1.	Análisis de información.....	71
4.1.1.	Altura de planta de plantín de pimentón .....	71
4.1.2.	Número de hojas de las plántulas .....	73
4.1.3.	Longitud de tallo.....	74
4.1.4.	Diámetro de tallo .....	76
4.1.5.	Longitud de raíz.....	78
4.2.	Discusión de resultados .....	80
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>86</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>		<b>87</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>		<b>88</b>
<b>APÉNDICE.....</b>		<b>91</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1:</b> Requerimiento de temperatura por el cultivo de pimentón. ....	30
<b>Cuadro 2:</b> Niveles foliares de referencia para cultivo del pimiento (% sms). ....	42
<b>Cuadro 3:</b> Composición y propiedades de la turba. ....	48
<b>Cuadro 4:</b> Propiedades de las turbas-de turberas altas y turbas de transición de páramo según la norma DIN 11.540, 1989. ....	52
<b>Cuadro 5:</b> Propiedades de las turbas. ....	54
<b>Cuadro 6:</b> Análisis elemental típico de la turba. ....	55
<b>Cuadro 7:</b> Análisis de los grupos de sustancias típico de una turbera. ....	56
<b>Cuadro 8:</b> Operacionalización de las variables. ....	61
<b>Cuadro 9:</b> Distribución de tratamientos. ....	66
<b>Cuadro 10:</b> Técnicas e instrumentos utilizados en la recolección de datos. ....	68

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> El análisis de varianza (ANOVA) para la altura de plántulas de pimentón. ....	71
<b>Tabla 2:</b> Prueba de tukey para la altura de planta con diferentes sustratos en condiciones de invernadero. ....	72
<b>Tabla 3:</b> El análisis de varianza (ANOVA) para el número de hojas de las plántulas de pimentón. ....	73
<b>Tabla 4:</b> Prueba de tukey para el número de hojas con diferentes sustratos en condiciones de invernadero. ....	73
<b>Tabla 5:</b> El análisis de varianza (ANOVA) para la longitud de tallo de las plántulas de pimentón. ....	74
<b>Tabla 6:</b> Prueba de tukey para la longitud de tallos con diferentes sustratos en condiciones de invernadero. ....	75
<b>Tabla 7:</b> El análisis de varianza (ANOVA) para el diámetro de tallo de las plántulas de pimentón. ....	76
<b>Tabla 8:</b> Prueba de tukey para el diámetro de tallos con diferentes sustratos en condiciones de invernadero. ....	77
<b>Tabla 9:</b> El análisis de varianza (ANOVA) para la longitud de raíz de las plántulas de pimentón. ....	78
<b>Tabla 10:</b> Prueba de tukey para la longitud de raíz con diferentes sustratos en condiciones de invernadero. ....	78
<b>Tabla 11:</b> Costo de producción de plantines de pimentón y rentabilidad. ....	80
<b>Tabla 12:</b> Características físicas de los sustratos estudiados. ....	82
<b>Tabla 13:</b> Valores de características de crecimiento de los plantines de pimentón... ..	83

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Sección esquemática a través de una turbera alta que se ha acumulado sobre depósitos pantanosos. ....	52
<b>Figura 2:</b> Croquis de distribución de los tratamientos. ....	67
<b>Figura 3:</b> Recolección de sustratos. ....	92
<b>Figura 4:</b> Preparación de sustratos. ....	92
<b>Figura 5:</b> Instalación de sustrato tubetes. ....	93
<b>Figura 6:</b> Siembra de semilla de pimiento en los diferentes tratamientos. ....	93
<b>Figura 7:</b> Monitoreo de germinación de la semilla del pimiento. ....	94
<b>Figura 8:</b> Fase final de la germinación. ....	94
<b>Figura 9:</b> Evaluación de la longitud del tallo, raíz, diámetro de tallo y número de hojas de plántulas de pimentón. ....	95

## RESUMEN

El trabajo se realizó en el invernadero de cultivos hidropónicos y de la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional de Huancavelica, tuvo por objeto determinar el efecto de sustratos compuestos por turba y restos de cosecha en la producción de plantines de pimiento. Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar para 11 tratamientos, el análisis de los datos fue mediante el análisis de varianza y la prueba de tukey. Se obtuvo como resultados: Se encontró diferencias significativas en la altura de plantas y tasas de desarrollo de crecimiento en la evaluación realizada. El sustrato hojarasca de quinual 50% + turba 50% presentó el mayor número de hojas con 7 folíolos, mayor longitud de tallo, diámetro de tallo con 2,1 mm; para la longitud de raíz el sustrato hojarasca de quinual 100% presentó 9.06 cm. El costo de producción por plántula de pimiento fue de 0.27 soles y una rentabilidad de 67.43 %.

**Palabras clave:** Plantines, sustrato, invernadero.

## **ABSTRAT**

The research work was carried out in the greenhouse of hydroponic crops and the Professional School of Agronomy of the National University of Huancavelica, aimed to determine the effect of substrates composed of peat and crop residues in the production of pepper seedlings. The completely randomized block design was used for 11 treatments, the analysis of the data was through the analysis of variance and the tukey test. The results were obtained: Significant differences were found in plant height and growth development rates in the evaluation performed. The 50% quinal litter substrate + 50% peat presented the largest number of leaves with 7 leaflets, longer stem length, stem diameter with 2.1 mm; for the root length the 100% quinal litter substrate presented 9.06 cm. The production cost per pepper seedling was 0.27 soles and a yield of 67.43%.

Keywords: Seedling, substrate, greenhouse.

## INTRODUCCIÓN

La producción agrícola en Acobamba, tienen características de ser extensiva, dependiente de las precipitaciones pluviales, además está limitada por factores ambientales y por la falta de servicios de transferencia de tecnología en las diferentes etapas de desarrollo de las plantas. Los sistemas de producción agrícola generalmente están compuestos por cultivos que requieren grandes cantidades agua, totalmente dependientes del comportamiento climático. Los cultivos comunes que se conducen en Acobamba son: arveja, maíz, papa, habas, cebada, trigo, quinua; como se pueden ver, casi no incluyen cultivos hortícolas. Por lo general las cosechas tienen destino de mercado comercializados como materia prima mayormente en la misma chacra al primer postor, y en otras ocasiones en los mercados locales a acopiadores e intermediarios que aprovechan la falta de organización de los productores para presentar sus cosechas a los mercados.

Se ha convertido en mal hábito de los pobladores rurales por lo general, en que después de las ventas de sus cosechas y/o crianzas de animales menores o mayores, con los pocos ingresos adquieren productos poco nutritivos para sus sistemas de alimentación que poco o nada aportan en combatir la desnutrición y anemia de los niños y personas mayores, reemplazando la carne y los derivados de las aves que crían, por formas de harina en forma de fideos, galletas, panes, entre otras formas, y escasamente valoran los aportes nutricionales de las hortalizas, lo que en adelante se traduce en anemia y desnutrición de los miembros de las familias de los productores.

Estas formas de vivencias, nos conducen a buscar alternativas que contribuyen a superar estos grandes problemas de salud, entre ellos las necesidades de implementar programas y proyectos productivos que consideren en sus componentes a las hortalizas, en especial aquellos que presentan mayores bondades de aportar vitaminas

y minerales como es el caso de espinacas acelgas, lechugas de hojas verdes y rojas, así como el tomate, pepinillo, pimentones entre otros.

No todas las hortalizas pueden sembrarse en forma directa, sino que hay otros que necesariamente requieren pasar por una etapa de almacigado, esto implica definir procesos apropiados que consideran elementos esenciales tales como el sustrato y las semillas, para poder lograr plántulas o platines de buen vigor que garanticen el buen crecimiento y desarrollo de la planta.

Este proceso es una etapa fundamental para el éxito de las cosechas de hortalizas de siembra indirecta, considerando que a nivel de Acobamba se dispone de recursos naturales, entre ellos la turba orgánica, con aparentes características físicas y químicas, que pueden ser una gran alternativa para preparar los sustratos combinados con restos de cosechas en diferentes proporciones o dosis.

Por tal sentido se tomó la decisión de ejecutar el presente estudio del efecto de diferentes sustratos orgánicos que consideran a la turba como elemento principal en la producción de plantines de pimentón con fines de producir frutos en condiciones de invernadero, cuyos resultados se pondrán a disposición de los agricultores y a partir de los cuales se pueden plantear otras alternativas de consumo que ayuden a combatir los grandes males de anemia y desnutrición.

The page features a large, semi-transparent watermark of the National University of Huancavelica. The watermark is circular and contains the text "UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA" around the perimeter and "HUANCABELICA" in the center. In the background of the watermark, there is a sun with rays.

## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Descripción del Problema

Los distritos de la provincia de Acobamba de la región Huancavelica, concentran gran población cuya actividad principal es el sector agropecuario, conducidos con sistemas de producción extensiva, casi todos dependientes de las precipitaciones pluviales entre octubre y abril de cada año. Si bien se tiene como principal actividad económica a la agricultura, las experiencias de trabajo indican que no es suficiente los ingresos económicos que generan a partir de dicha actividad, para sostener adecuadamente a sus familias cubriendo sus necesidades básicas, entre ellas el de alimentación.

Alta población de niños e incluso personas adultas sufren de desnutrición, además anemia, que requieren de manera urgente atenciones directas para superar estas enfermedades, sea a través de proyectos o programas viables y sostenibles en el tiempo y espacio.

Consideramos que una de las alternativas que surgen son los cultivos de hortalizas que contengan en contenidos significativos de vitaminas y minerales como calcio, hierro y otros elementos que ayudan a revertir estas enfermedades, promoviendo su inserción en los sistemas de cultivos de las familias principalmente rural y a nivel de las instituciones educativas a través de huertos libres o protegidos.

La propuesta de cultivos de hortalizas a nivel de huertos familiares e institucionales requieren aparte de orientaciones técnicas de insumos básicos para la primera etapa de crecimiento de las plantas, es decir que desde el momento que se eligen las hortalizas a cultivar, se debe tener en cuenta la disponibilidad de semillas de calidad, el sustrato para el almácigo, la frecuencia de riegos y los cuidados para evitar daños sanitarios a las plantas en sus primeros, porque el éxito de las cosechas depende fundamentalmente de las semillas y la calidad de plántulas, en el caso de los que requieren siembra indirecta como en algunas hortalizas como en el caso del pimentón.

En la provincia de Acobamba se disponen de recursos naturales que pueden hacer uso en la producción de plántulas o plantines de hortalizas de siembra indirecta, tal como es el caso de la turba proveniente de Huachaybamba, además de los restos de cosechas que encontramos en las familias rurales que tienen como actividad económica principal a la agricultura.

En ese sentido planteamos realizar los estudios de la calidad de sustratos orgánicos compuestos por restos de cosecha y mezclados con diferentes dosis de turba para producir plantines de pimentón en condiciones de invernadero.

## **1.2. Formulación del Problema**

¿Cuál es el efecto de los sustratos elaborados mediante combinación de diferentes proporciones de turba, con restos de cosechas agrícolas en la producción de plantines de pimentón (*Capsicum annuum*) en condiciones de invernadero?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general:**

- Determinar el efecto de los sustratos elaborados mediante combinación de diferentes proporciones de turba con restos de cosechas agrícolas y hojarasca en la producción de plantines de pimentón (*Capsicum annuum*) en condiciones de invernadero.

### **1.3.2. Objetivos específicos:**

- Conocer el efecto de los sustratos orgánicos en la producción de plantines de pimentón
- Determinar las características físicas químicas de los sustratos.
- Evaluar el desarrollo y crecimiento de los plantines de pimentón.

### **1.4. Justificación**

La disponibilidad de recursos naturales en el ámbito de Acobamba, brindan oportunidades para ser utilizados en las diferentes actividades productivas de la población, entre ellas la agricultura, es así que la turba es uno de estos recursos que abundan en grandes cantidades a nivel de Acobamba, principalmente en la zona de Huachaybamba perteneciente al distrito de Rosario, lugar donde cada año los agricultores inician el proceso de producción de chuno, dado que las condiciones ambientales que ofrece este lugar. Los agricultores, aun en estas condiciones desarrollan actividades agrícolas complementadas con la crianza de animales mayores (vacunos, ovinos, porcinos).

Sin embargo, las necesidades alimenticias de la población aún no son satisfechas, más que nada las que conllevan a la seguridad alimentaria, que prevenga los problemas de desnutrición y anemia en personas menores y mayores. La población consume hortalizas que provienen de las zonas de producción de Huancayo y Ayacucho, con los cuales tratan de satisfacer sus necesidades alimenticias, sin embargo, en Acobamba, a pesar de ser una zona eminentemente agrícola, los agricultores no le ponen interés en las hortalizas de hoja para incorporar en sus sistemas de cultivo, talvez por la escasa disponibilidad del recurso agua, a parte, de ello el poco conocimiento de tecnologías alternativas de producción.

Es base fundamental para garantizar buenas cosechas de hortalizas de siembra indirecta, contar con buenas plantas o plantines, para lograr ello se requieren además de semillas de calidad, buenos sustratos que permitan un buen

desarrollo de las plántulas. Teniendo la disponibilidad de fuentes naturales turberas en Acobamba, se tiene la oportunidad muy justificada de utilizarla responsablemente la turba como elemento básico de los sustratos almacigueros para la producción de plantines de hortalizas. El uso responsable del recurso en mención permitirá a la población mejorar la producción de hortalizas y con ello tener la oportunidad de mejorar su dieta alimenticia y complementariamente sus ingresos económicos para sus familias.

### **1.5. Limitación**

En el desarrollo de la investigación no se tuvieron limitaciones de índole económico, pues el costo estuvo entro del alcance de financiamiento de autor. Sin embargo una pequeña limitación fue conseguir la semilla de calidad certificada del pimentón, el mismo que fue superado con facilidad, recurriendo a establecimientos que expenden semillas de hortalizas

Durante la ejecución del proyecto se pudo observar daños de roedores dentro del invernado retrasando así el proyecto, pero que fueron controlados.

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

**Chiquito et al (2018)** reportan que, el humato de vermicompost es un estimulante que mejora la calidad y productividad de los cultivos y permite eliminar total o parcialmente los fertilizantes químicos contribuyendo a la agricultura orgánica, ecológica y sustentable. El objeto del estudio fue evaluar el efecto de diferentes concentraciones del humato de vermicompost (1/10, 1/20, 1/30 v/v y un control -agua destilada-) en el crecimiento de plántulas de *Solanum lycopersi* cultivadas en suelos afectados por salinidad. El experimento se realizó utilizando un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones por tratamiento de 40 plántulas cada una. A los 24 días después del trasplante, se midió altura de plántulas, diámetro de tallo, número de hojas, peso fresco y seco de parte aérea y de raíz. Los resultados mostraron diferencias significativas entre tratamientos y todas las variables mostraron valores superiores en la dilución de 1/30 (v/v), seguido de las diluciones 1/20 y 1/10, mostrando valores inferiores en el control. El valor porcentual de incremento en la dilución de 1/30 respecto al control fue de 61, 68, 63, 50, 19, 30, 56 y 27 para altura, diámetro de tallo, longitud de raíz, número de hojas, peso fresco de raíz, peso seco de raíz, peso fresco de parte aérea y peso seco de parte aérea, respectivamente.

**Hernández et al (2017)** reportan que la turba de musgo es un tipo de sustrato orgánico, uno de los más usados en los sistemas de producción de

plantines para invernadero; pero, es un producto importado, de alto costo y agotable, es decir que no se puede renovar como recurso natural.

Evaluaron el efecto de diferentes proporciones de vermicomposta (V) y semicomposta (S) mezcladas con turba de musgo (PM) en la germinación y desarrollo de los plantines de lechuga y tomate a nivel de invernadero. Probaron cinco tratamientos cuyas proporciones fueron: 1V:2PM, 2V:1PM, 1S:2PM, 2S:1PM y el PM como control testigo, utilizaron el diseño completamente al azar con cuatro repeticiones, cada una representada por una charola con 100 plántulas. Obtuvieron resultados con diferencias estadísticas entre tratamientos ( $P \leq 0,05$ ). En lechuga 2V:1PM fue superior al control en germinación (12,5%), área foliar (94,5%) y número de hojas (54,3%); en tomate, 1S:2PM superó al control en germinación (16,6%), en área foliar (80,2%), número de hojas (46,3%) y altura de la plántula (66,3%). En el desarrollo de la raíz de la lechuga el tratamiento, 2V:1PM fue superior que el testigo en 74,1% y 44,4% en longitud y volumen de la raíz. En el cultivo de tomate el tratamiento 1S:2PM incrementó en 53,0% y 89,3% la longitud y el volumen de raíz, respecto del testigo o control. El tratamiento 2S:1PM destacó en la calidad de cepellón. Los resultados muestran que las mezclas de vermicomposta y semicomposta, con turba de musgo con diferentes proporciones, mejoraron la germinación y desarrollo de los plantines de los cultivos de lechuga y tomate, lo que las hace adecuadas para su utilización en agricultura.

**Ortega *et al* (2010)** realizaron el estudio del efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de hortalizas. Indican que:

La obtención de plántulas vigorosas de hortalizas evita la pérdida de plantas después de realizado el trasplante en campo definitivo, además, se tiene como alternativa aplicar sustratos disponibles en las fincas o predios de los productores. El estudio tuvo por objeto evaluar el efecto de diferentes sustratos en el desarrollo fenológico de plantines de hortalizas a nivel de condiciones de invernadero. Los tratamientos

estuvieron compuestos por sustratos los mismos que fueron: suelo agrícola, aserrín compostado de pino, lombricomposta, cáscara de cacahuate y turba utilizada como testigo, el semillero se instaló en bandejas de polietileno de 200 cavidades o celdas. Se sembraron 100 semillas por tratamiento repetido cuatro veces. Las variables de estudio fueron analizadas a través del análisis de varianza, prueba de comparación de medias de tukey y correlaciones con el paquete estadístico SPSS. Los tratamientos: sustrato de aserrín y lombricomposta tuvieron efectos similares que a la turba en la dinámica de crecimiento de los plantines. Resaltan las propiedades de los sustratos a destacar como la capacidad de absorción de agua (CAA), en la que sobresalió la turba, asimismo el tratamiento aserrín y el tratamiento de lombricomposta presentaron significativa CAA, el influyo positivamente en la germinación y emergencia de las plántulas hortícolas. Con los tratamientos turba, aserrín y lombricomposta se obtuvieron plantines con mayor peso seco, mayor tamaño en altura, y grosor (diámetro de tallo). Por lo que estos tratamiento de los sustratos basado en aserrín y en lombricomposta son una alternativa para la producción de plantines de tomate.

**Alex, (2015)** realizo el estudio de evaluación de sustratos para hidroponía en canaletas para producción de chile y pimiento:

La producción en el cultivo de chile pimiento hidropónico mostró una diferencia en el número de frutos total por tratamientos. Según los resultados obtenidos en el estudio se observó clara ventaja con el tratamiento compuesto por piedra poma, con el promedio de 88 frutos por tratamiento. Resultado que se debe en las características de la piedra poma, que favorecen el anclaje, retención de humedad, y porosidad para la oxigenación en las raíces, generando condición favorable para una mejor producción de frutos de pimentón. El uso de la cascarilla de arroz como sustrato junto a la perlita, generó condición desfavorable para la planta por la permeabilidad, el cual ocasionó estrés en los plantines. Al humedecer el sustrato antes citado, se generó una humedad extrema. Lo

que alteró negativamente el desarrollo fisiológico del chile, ocasionando baja producción. En el tratamiento compuesto por sustrato compuesto fibra de coco, se tuvo la presencia de ataque de hormigas, debido a que los sustratos orgánicos por la misma composición que tienen son más vulnerables al ataque de insectos, puesto que generan condiciones favorables para que predominen diversas especies de insectos. Sin embargo, los sustratos orgánicos, favorecieron el crecimiento de las plantitas por su aporte de nutrientes, que ayudan favorablemente para que las plantas se desarrollen adecuadamente.

## **2.2. Bases Teóricas sobre el tema de investigación**

### **2.2.1. Cultivo de pimentón**

#### **2.2.1.1. Origen**

Se reportan que el pimentón tiene como puntos de origen a las zonas de Bolivia y Perú, lugares en el que también se cultivaban al menos otras cuatro especies. Fue traído al Viejo Mundo por Cristóbal Colón en su primer viaje (1493). Mendoza (2011) afirma: “En el siglo XVI se había difundido su cultivo en España, de donde se distribuyó toda Europa. Su introducción en Europa supuso un avance culinario, complementó a otro condimento muy empleado como la pimienta negra (*Piper nigrum* L”.

#### **2.2.1.2. Descripción botánica**

Según Mendoza, (2011) la taxonomía del cultivo de pimentón es la siguiente:

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Solanales*

Familia: *Solanaceae*

Especie: *Capsicum annuum L*'

*Capsicum annuum* es una planta herbácea, de cultivo generalmente anual, y que puede, en algunos casos, transformarse en bianual. El ciclo de vida del pimiento comprende cuatro fases principales: plántula vegetativa, floración y fructificación (Anónimo, 2016).

**Sistema radical:** Anónimo (2016) afirma: “es pivotante y profundo cuando se inicia mediante el sistema de siembra directa y puede llegar a 1,2 m de profundidad. En los cultivos iniciados por plantines es superficial” (p. 21).

**Tallo:** Anónimo (2016) afirma: “presenta un tallo erecto de hasta 2 m o más de altura. Es anguloso y provisto de ramificaciones dicotómicas. Es glabro en las variedades cultivadas mientras pubescentes en los tipos espontáneos” (p. 21).

**Hojas:** tiene hojas alternas, brillantes de lámina ovada o elíptica. La expansión de las láminas foliares está en relación a las dimensiones de los frutos. Son ricas en estomas llegando hasta 30000/cm<sup>2</sup> en el envés y con una relación de 3,3 entre lámina superior y envés (Anónimo, 2016).

**Flores:** Tienen flores hermafroditas. La antesis floral dura 2-3 días en cada flor, pero en toda la planta es escalonada y, en algunos cultivares y en condiciones favorables por varios meses (Anónimo, 2016).

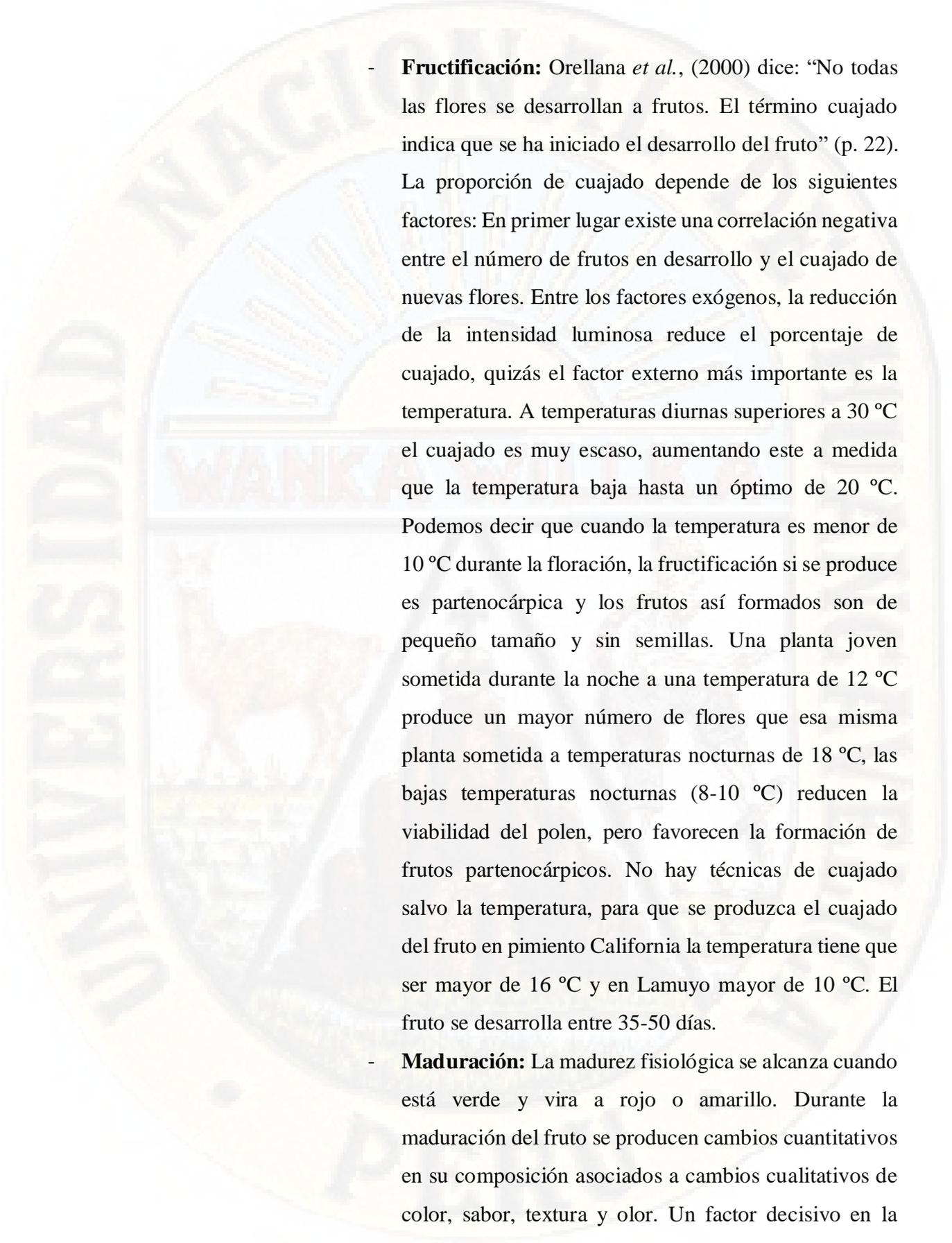
**Frutos:** son bayas carnosas que van desde pequeñas (<10g), hasta grandes (>500g) según las variedades. En los frutos, presentan el alcaloide “capsicina” que es responsable del sabor picante. Dicha sustancia es variable en los diversos cultivares por lo que presentan grados diversos de sabor pungente (Anónimo, 2016).

**Semillas:** Las semillas llegan a pesar hasta el 0,25% en peso del fruto, son reniformes aplastadas, de color marrón claro y son levemente pubescentes. La viabilidad dura tres o cuatro años, según las condiciones de humedad y temperatura durante su almacenamiento. No presenta dormición, por lo que para germinar solo necesitan agua, oxígeno y temperatura (Anónimo, 2016).

### 2.2.2. Etapas fenológicas del cultivo de pimentón

Según Orellana *et al.*, (2000) en el ciclo del cultivo se diferencian las siguientes fases:

- **Germinación:** Es un proceso complejo en el que se distinguen tres fases, la fase de hidratación, la de germinación estricta y la de crecimiento. Los cultivares de *C. annuum* no presentan latencia seminal, si las semillas están inmaduras se retrasa la germinación, sobre la germinación inciden diversos factores, destacando la necesidad de humedad y aireación, así como un rango térmico de 20-30 °C. A temperaturas próximas a 30 °C la germinación es más rápida que con temperaturas más bajas. A 35 °C no se produce germinación (Orellana *et al.*, 2000).
- **Crecimiento vegetativo:** El crecimiento dura durante todo el cultivo, el crecimiento es simpoidal (de cada nudo salen 2 o 3 tallos)
- **Floración:** Para que se produzca la floración, se materializa con la presencia mínima de 12-14 hojas, es una planta refloreciente y flores solitarias (Orellana *et al.*, 2000).

- 
- The page features a large, semi-transparent watermark of the University of Wankay. The watermark is circular and contains the text 'UNIVERSIDAD NACIONAL DE WANKAY' around the top and 'WANKAY' in the center. Below the text is a central emblem depicting a llama or alpaca standing on a rocky outcrop, with a sunburst above it. The background of the watermark is a light blue and yellow color scheme.
- **Fructificación:** Orellana *et al.*, (2000) dice: “No todas las flores se desarrollan a frutos. El término cuajado indica que se ha iniciado el desarrollo del fruto” (p. 22). La proporción de cuajado depende de los siguientes factores: En primer lugar existe una correlación negativa entre el número de frutos en desarrollo y el cuajado de nuevas flores. Entre los factores exógenos, la reducción de la intensidad luminosa reduce el porcentaje de cuajado, quizás el factor externo más importante es la temperatura. A temperaturas diurnas superiores a 30 °C el cuajado es muy escaso, aumentando este a medida que la temperatura baja hasta un óptimo de 20 °C. Podemos decir que cuando la temperatura es menor de 10 °C durante la floración, la fructificación si se produce es partenocárpica y los frutos así formados son de pequeño tamaño y sin semillas. Una planta joven sometida durante la noche a una temperatura de 12 °C produce un mayor número de flores que esa misma planta sometida a temperaturas nocturnas de 18 °C, las bajas temperaturas nocturnas (8-10 °C) reducen la viabilidad del polen, pero favorecen la formación de frutos partenocárpicos. No hay técnicas de cuajado salvo la temperatura, para que se produzca el cuajado del fruto en pimiento California la temperatura tiene que ser mayor de 16 °C y en Lamuyo mayor de 10 °C. El fruto se desarrolla entre 35-50 días.
  - **Maduración:** La madurez fisiológica se alcanza cuando está verde y vira a rojo o amarillo. Durante la maduración del fruto se producen cambios cuantitativos en su composición asociados a cambios cualitativos de color, sabor, textura y olor. Un factor decisivo en la maduración es la temperatura, siendo por lo común

temperaturas necesarias entre 15-35 °C para una adecuada maduración.

### 2.2.3. Variedades de pimentón

Según Nuez *et. al*, (2003) manifiesta las variedades de pimentón son las siguientes:

- **Variedades dulces:** Nuez *et. al*, (2003) afirma: “se cultivan en invernaderos. Presentan frutos de gran tamaño para consumo en fresco e industria conservera” (p. 34).
- **Variedades de sabor picante:** Nuez *et. al*, (2003) afirma: “son muy cultivadas en Sudamérica, suelen ser variedades de fruto largo y delgado” (p.34).
- **Variedades para la producción de pimentón:** pertenecen a un subgrupo de variedades dulces. Dentro de las variedades de fruto dulce se pueden diferenciar tres tipos de pimienta:
  - **Tipo California:** Nuez *et. al*, (2003) afirma: “son frutos cortos (7-10 cm), anchos (6-9 cm), con tres o cuatro cascotes bien marcados, con el cáliz y la base del pedúnculo por debajo o a nivel de los hombros y de carne más o menos gruesa” (3-7mm)” (p.35). Son los cultivares exigentes en temperatura, por lo que la plantación se realiza temprano (desde mediados de mayo a comienzos de agosto, dependiendo de la climatología de la zona), para alargar el ciclo productivo y evitar problemas de cuajado con el descenso excesivo de las temperaturas nocturnas.
  - **Tipo Lamuyo:** Nuez *et. al*, (2003) afirma: “son llamados así, en honor a la variedad obtenida por el

INRA francés, con frutos largos y cuadrados de carne gruesa, son tolerantes al frío que los de tipo California, por lo que es cultivado en ciclos más tardíos” (p.35).

- **Tipo Italiano:** son frutos alargados, estrechos, terminan en punta, de carne fina, tolerantes al frío, se cultivan normalmente en ciclo único, alcanzan producciones de 6-7 kg. Por metro cuadrado.

“Para los cultivos intensivos, en especial los de invernadero, se utilizan híbridos F1 por su mayor precocidad, producción, homogeneidad y resistencia a las enfermedades” (Infoagro, s.f.).

#### 2.2.4. Requerimientos edafoclimáticos

Según Del Castillo *et. al*, (2004) manifiestan que el manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto.

**-Temperatura:** Es una planta exigente en temperatura. Así se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 1:** Requerimiento de temperatura por el cultivo de pimentón.

FASES DEL CULTIVO	TEMPERATURA (°C)		
	ÓPTIMA	MÍNIMA	MÁXIMA
Germinación	20-25	13	40
Crecimiento vegetativo	20-25 (día) 16-18 (noche)	15	32

Floración y	26-28 (día) 18-20	18	35
-------------	----------------------	----	----

**Fuente:** Castillo *et. al*; 2004

Nuez *et. al*, (2003) afirma: “La diferencia de temperatura entre la máxima diurna y la mínima nocturna ocasionan desequilibrios vegetativos” (p. 37). La coincidencia de bajas temperaturas durante el desarrollo del botón floral (entre 15 y 10°C) origina flores con anomalías: pétalos curvados y sin desarrollar, formación de múltiples ovarios que pueden evolucionar a frutos distribuidos alrededor del principal, acortamiento de estambres y de pistilo, engrosamiento de ovario y pistilo, fusión de anteras, etc. Las bajas temperaturas también inducen la formación de frutos de menor tamaño, que pueden presentar deformaciones, reducen la viabilidad del polen y favorecen la formación de frutos partenocárpicos. Las altas temperaturas provocan la caída de flores y frutitos (Del Castillo *et. al*, 2004).

**Humedad:** la óptima oscila en el rango de 50% y el 70%, humedades muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. La coincidencia de altas temperaturas y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flores y de frutos recién cuajados (Del Castillo *et. al*, 2004).

**Luminosidad:** Es una planta muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la floración (Del Castellanos *et. al*, 2004).

**Suelo:** Del Castellanos *et. al*, (2004) dice: “Los suelos más adecuados para cultivar pimiento son los franco-arenosos, profundos, ricos, con un contenido en materia

orgánica del 3-4% y principalmente bien drenados” (p.67). Los valores de pH óptimos oscilan entre 6,5 y 7 aunque puede resistir ciertas condiciones de acidez (hasta un pH de 5,5); en suelos enarenados puede cultivarse con valores de pH próximos a 8. En cuanto al agua de riego el pH óptimo es de 5,5 a 7. Es una especie de moderada tolerancia a la salinidad tanto del suelo como del agua de riego. (Del Castellanos *et. al*, 2004).

## **2.2.5. Enfermedades y Plagas**

### **2.2.5.1. Principales plagas que afectan al pimentón**

#### **-Araña roja (*Tetranychus urticae*, *T. turkestanii* y *T. ludeni*)**

*Tetranychus urticae* es un ácaro muy común en el cultivo que produce donde en el envés de las hojas se desarrollan las larvas y adulto, causando decoloraciones, punteaduras o manchas amarillentas que pueden apreciarse en el haz como primeros síntomas causando la defoliación de la planta y reduciendo la cosecha. Los ataques más graves se producen en los primeros estados fenológicos. Las temperaturas elevadas y la escasa humedad relativa favorecen el desarrollo de la plaga. (Evelin ,2005)

#### **- Araña blanca (*Polyphagotarsonemus latus*)**

Las larvas y adultos de este ácaro suelen vivir en las hojas jóvenes y en las yemas de los entre los esbozos de hojas en formación, de los cuales se alimentan. Las picaduras en estos órganos desorganizan los tejidos y dan lugar a hojas deformadas, a menudo filiformes, con las nerviaduras sinuosas y en relieve, de donde se deriva

el nombre de acariosis deformante. Si el ataque es fuerte el ápice de la planta amarillea y se detiene el crecimiento. (Evelin,2005)

**-Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*)**

Las partes jóvenes de las plantas son colonizadas por los adultos, realizando las puestas en el envés de las hojas. De éstas emergen las primeras larvas, que son móviles. Tras fijarse en la planta pasan por tres estados larvarios y uno de pupa, este último característico de cada especie. Los daños directos (amarillamientos y debilitamiento de las plantas) son ocasionados por larvas y adultos al alimentarse, absorbiendo la savia de las hojas. Los daños indirectos se deben a la proliferación de negrilla sobre la melaza producida en la alimentación, manchando y depreciando los frutos y dificultando el normal desarrollo de las plantas. (Evelin ,2005)

**-Pulgón (*Aphis gossypii*, *Myzus persicae* y *Neomizus circumflexus*)**

Se presentan con mayor frecuencia en ambientes controlados como en invernaderos. Evelin (2005) afirma: “Presentan polimorfismo, hembras aladas y ápteras de reproducción vivípara. Las ápteras presentan sifones negros, cuerpo verde o amarillento, las de *Myzus* son completamente verdes. Forman colonias y se convierten en focos que se dispersan por de las hembras aladas” (p. 45).

Debido a su gran prolificidad pueden causar importantes daños en poco tiempo, debilitando y defoliando las plantas, pudiendo provocar ataques de negrilla y ser transmisores de enfermedades viróticas. (Evelin,2005)

**- Trips (*Frankliniella occidentales*)**

Los Trips son insectos que poseen flecos en los bordes alares que aumentan la superficie alar, son vaciadores de células, que poseen estiletes cortos con los que rasgan el tejido e inyectan saliva para la lisis de tejidos y células, succionando el jugo celular *Frankliniella occidentalis* es el más importante y el único capaz de vivir en el fruto. Evelin (2005) dice: “Los adultos de esta plaga, colonizan los cultivos dentro de los tejidos vegetales en hojas, frutos y, preferentemente, en flores, donde se localizan los mayores niveles de población de adultos y larvas nacidas de las puestas” (P. 48). Los daños directos se producen por la alimentación de larvas y adultos, sobre todo en el envés de las hojas, dejando un aspecto plateado en los órganos afectados que luego se necrosan. El daño indirecto es el que acusa mayor importancia y se debe a la transmisión del virus del bronceado del tomate (TSWV), que afecta a pimiento, tomate, berenjena y judía. (Evelin,2005)

**- Orugas (*Spodoptera exigua*, *Spodoptera littoralis*, *Heliothis armigera*, *Heliothis peltigera*, *Chrysodeisis chalcites*, *Autographa gamma*)**

Los daños pueden clasificarse de la siguiente forma: daños ocasionados a la vegetación (*Spodoptera*, *Chrysodeixis*), daños ocasionados a los frutos (*Heliothis*, *Spodoptera* y *Plusias* en tomate y *Spodoptera* y *Heliothis* en pimiento) y daños ocasionados en los tallos (*Heliothis* y *Ostrinia*) que pueden llegar a cegar las plantas. (Evelin,2005)

**-Nemátodos (*Meloidogyne javanica*, *Heterodera sp.*, *Tylenchus sp.* y *Dorylaimus sp.*)**

El pimiento en invernadero puede verse en atacado por diversos nematodos. Unos afectan al interior de las raíces, como Heterodera y Meloidogyne y otros al exterior de las mismas, como Tylenchus y Dorilaimus, los cuales, si bien son menos perjudiciales por su acción directa pueden ser transmisores de enfermedades viróticas.

En el caso de los nematodos que afectan al interior de las raíces, estas muestran ligeras hinchazones y de ramifican intensamente, presentando deformaciones que acaban por construir una masa deforme en todo el sistema radicular. Las plantas atacadas se debilitan, retrasan su desarrollo y reducen su producción. Las heridas que producen los nematodos en las raíces pueden convertirse en entrada de hongos, por lo que es doblemente importante conocer la incidencia de ésta plaga y ejercer un control final sobre la misma. La especie Meloidogyne incognita es la que produce mayores daños en invernaderos, ya que sólo se desarrolla con temperaturas elevadas. (Evelin ,2005)

#### **2.2.5.2. Enfermedades que ataca al pimentón**

Se pueden distinguir cuatro grupos de enfermedades ocasionadas por hongos:

##### **-Pythium (*Pythium debaryanum* y *P. ultimum*)**

Provocan la podredumbre de las semillas en el suelo antes de su emergencia. Su virulencia se ejerce sobre todo en la punta de las raíces y particularmente en la extremidad de la radícula, al principio de la germinación. Una vez que la plátula ha emergido del suelo los ataques en la extremidad de las raíces pueden reducir el vigor de las plantas. (Evelin,2005)

**- Rhizoctonia (*Rhizoctonia solani*)**

Es muy frecuente en suelos hortícolas. Provoca necrosis en raíces, podredumbres o chancros de cuello y podredumbre de órganos en contacto con el suelo. Puede provocar la muerte de plántulas de pimiento a temperaturas comprendidas entre 15 y 35 °C. Las enmiendas orgánicas parecen los mejores medios de restringir los ataques de *R. solani* en los suelos hortícolas. (Evelin,2005)

-Podredumbre gris (*Botryotinia fuckeliana*, *Botrytis cinerea*).

Esta es una enfermedad que afecta al cultivo del pimiento y también otras especies de invernadero en todas las fases, desde el semillero hasta el final del cultivo, siendo especialmente virulenta en épocas lluviosas o muy húmedas con temperaturas de 15 a 20 °C y en plantaciones muy cerradas o invernaderos muy anchos y poco ventilados. Las épocas más propicias son el otoño y el principio de la primavera, que es cuando las esporas de *Botrytis* son más abundantes en la naturaleza.

*Botrytis cinerea* es un parásito de debilidad, no especializado, que puede comportarse como parásito y saprofito. La penetración tiene lugar a través de una herida o un tallo envejecido o el contacto con una parte afectada. En plántulas produce “damping-off”. En hojas y flores se producen lesiones de color pardo. En frutos se produce una podredumbre blanda (más o menos acuosa, según el tejido), en los que se observa el micelio gris del hongo. La aplicación de fungicidas contra *Botrytis cinerea* es a menudo poco eficaz. El potencial infeccioso de *Botrytis* es siempre elevado, debido a su

presencia constante sobre sustratos inertes, en la vecindad de las plantas. (Evelin ,2005)

**-Seca o tristeza (*Phytophthora capsici*)**

La infección por *Phytophthora* puede ser contraída en el semillero o proceder de gérmenes del suelo o aportados por el agua, ya que presenta zoosporas responsables de la diseminación acuática. En la primera fase de ataque de *Phytophthora*, la planta sufre un marchitamiento brusco y total dando la impresión de estar necesitada de agua, con un aspecto que da lugar a la llamada “tristeza”. A la vez se observa una alteración muy típica en la zona del cuello, que consiste en una necrosis de los tejidos de dicha zona. El cuello de la planta se vuelve marrón oscuro, la lesión abarca todo el perímetro de la base del tallo y va ascendiendo hasta secarse los tejidos superiores por carecer de agua. Tiene lugar una constricción del tallo, lo que afecta a los vasos conductores. La parte aérea manifiesta una marchitez irreversible sin previo amarillamiento. Los síntomas pueden confundirse con la asfixia radicular. (Evelin ,2005)

**-Fusariosis (*Fusarium oxysporum*)**

Se trata de una enfermedad vascular cuya incidencia es importante en todas las zonas donde se cultiva el pimiento. Hay varios hongos del género *Fusarium* que atacan al pimiento en invernadero y al aire libre. Son hongos que viven en el suelo de forma saprofítica y atacan a los cultivos cuando las condiciones les son propicias. En las plantas sensibles los vasos leñosos invadidos se llenan completamente de micelio o bien se obstruyen por exudaciones marrones, provocando una enfermedad vascular que se traduce en un

amarilleamiento, seguido de marchitez en las hojas. La temperatura óptima para los ataques son los 28 °C, aunque la nutrición insuficiente en calcio vuelve a las plantas más sensibles, pudiendo en este caso mostrarse virulento a 20 °C. (Evelin,2005)

**-Podredumbre blanca (*Sclerotinia sclerotiorum*)**

Hongo polífago que ataca a la mayoría de las especies hortícolas cultivadas. En plántulas produce “damping-off”. En planta produce una podredumbre blanda (no desprende mal olor) acuosa al principio que posteriormente se seca más o menos según la succulencia de los tejidos afectados, cubriéndose de un abundante micelio algodonoso blanco, observándose la presencia de numerosos esclerocios, blancos al principio y negros más tarde. Los ataques al tallo con frecuencia colapsan la planta, que muere con rapidez, observándose los esclerocios en el interior del tallo. (Evelin,2005)

La enfermedad comienza a partir de esclerocios del suelo procedentes de infecciones anteriores, que germinan en condiciones de humedad relativa alta y temperaturas suaves, produciendo un número variable de apotecios. El apotecio cuando está maduro descarga numerosas esporas, que afectan sobre todo a los pétalos. Cuando caen sobre tallos, ramas u hojas producen la infección secundaria

**-Oidiopsis (*Leveillula taurica*)**

Es un parásito de desarrollo semi-interno y los conidióforos salen al exterior a través de los estomas. En Almería es importante en los cultivos de pimiento y tomate y se ha visto de forma esporádica en pepino, pudiendo llegar a reducir la cosecha hasta en un 40%. Los síntomas que aparecen son manchas amarillas en el haz que se necrosan por el centro,

observándose un fieltro blanquecino por el envés. En caso de fuerte ataque la hoja se seca y se desprende. Las solanáceas silvestres actúan como fuente de inóculo. Se desarrolla a 10-35 °C con un óptimo de 26 °C y una humedad relativa del 70% (Evelin,2005).

#### **2.2.6. Particularidades del cultivo**

##### ➤ **Marcos de plantación**

El marco de plantación se establece en función del porte de la planta, que a su vez dependerá de la variedad comercial cultivada. El más frecuentemente empleado en los invernaderos es de 1 metro entre líneas y 0,5 metros entre plantas, aunque cuando se trata de plantas de porte medio y según el tipo de poda de formación, es posible aumentar la densidad de plantación a 2,5-3 plantas por metro cuadrado. También es frecuente disponer líneas de cultivo pareadas, distantes entre sí 0,80 metros y dejar pasillos de 1,2 metros entre cada par de líneas con objeto de favorecer la realización de las labores culturales, evitando daños indeseables al cultivo (Infoagro, s.f.).

En cultivo bajo invernadero la densidad de plantación suele ser de 20.000 a 25.000 plantas/ha. Al aire libre se suele llegar hasta las 60.000 plantas/ha (Rodríguez 2017).

##### ➤ **Poda de formación**

Es una actividad cultural frecuente y útil que permite mejorar las condiciones para el desarrollo del cultivo en invernadero para la obtención de producciones de una mayor cantidad y calidad comercial. La poda permite obtener plantas vigorosas y aireadas. Se delimita el

número de tallos con los que se desarrollará la planta. En los casos necesarios se realizará una limpieza de las hojas y brotes que se desarrollen bajo la “cruz”. La poda de formación es más necesaria para variedades tempranas de pimiento, que producen más tallos que las tardías (Rodríguez 2017).

➤ **Aporcado**

Consiste en cubrir con tierra o arena parte del tallo de la planta para reforzar su base y favorecer el desarrollo radicular. (Rodríguez 2017).

➤ **En tutorado**

Práctica para mantener la planta erguida, ya que los tallos del pimiento son frágiles y se rompen con mucha facilidad. Las plantas en invernadero son más tiernas y alcanzan una mayor altura, por ello se emplean tutores que faciliten las labores de cultivo y aumente la ventilación. Pueden considerarse dos modalidades de en tutorado:

En tutorado tradicional: consiste en colocar hilos de polipropileno (rafia) o palos en los extremos de las líneas de cultivo de forma vertical, que se unen entre sí mediante hilos horizontales pareados dispuestos a distintas alturas, que sujetan a las plantas entre ellos.

El entutorado del tipo holandés, variante que requiere una mayor inversión en mano de obra con respecto al tutorado tradicional, pero supone una mejora de la aireación general de la planta y favorece el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallados, recolección, etc.), lo que repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades (Rodríguez 2017).

➤ **Deshojado**

“Es recomendable tanto en las hojas senescentes, con objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, como en hojas enfermas, que deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así la fuente de inóculo” (Infoagro, s.f.).

➤ **Aclareo de frutos**

Normalmente es recomendable eliminar el fruto que se forma en la primera “cruz” con el fin de obtener frutos de mayor calibre, uniformidad y precocidad, así como mayores rendimientos.

En plantas con escaso vigor o endurecidas por el frío, una elevada salinidad o condiciones ambientales desfavorables en general, se producen frutos muy pequeños y de mala calidad que deben ser eliminados mediante aclareo (Rodríguez 2017).

### **2.2.7. Fertilización**

Del castillo et. al, (2004) menciona que:

En los cultivos protegidos de pimentón el aporte de agua y gran parte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y en función del estado fenológico de la planta, así como del ambiente en que esta se desarrolla (tipo de suelo condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.)

El cultivo en suelo y en enarenado el establecimiento del momento y volumen de riego vendrá dado básicamente por los siguientes parámetros:

- Tensión del agua en el suelo (tensión métrica)
- Tipo de suelo (capacidad de campo, porcentaje de saturación).

- Evapotranspiración del cultivo
- Eficiencia de riego (uniformidad de caudal de los goteros).
- Calidad del agua de riego (a peor calidad, mayores son los volúmenes de agua, ya que es necesario desplazar el frente de sales del bulbo de humedad).

La fertilización es, después del riego, el principal factor limitante de la producción hortícola, y tiene como objetivo fundamental la restitución al medio de cultivo de las cantidades de nutrientes absorbidas por las plantas. El período de mayores necesidades de N, P y K se extiende desde aproximadamente diez días después de la floración hasta justo antes de que el fruto comience a madurar. Las concentraciones de N, P y K son mayores en la hoja, seguidas del fruto y del tallo. El orden de éstos dos últimos se invierte en los contenidos de Ca y Mg.

**Cuadro 2:** Niveles foliares de referencia para cultivo del pimiento (% sms).

N	P	K	Ca	Mg
3,0-	0,3-	3,5-	1,5-	0,8-
5,0	0,8	5,5	4,0	1,7

Fuente: Alarcon 2002

Los programas de fertirrigación, donde el agua de riego y los fertilizantes se aportan conjuntamente, deben intentar restituir las cantidades extraídas por el cultivo en cada estado de su desarrollo. Los valores de la tabla tres se pueden considerar como orientativos de cultivo en invernadero con rendimientos similares.

### 2.2.8. Riego

El cultivo del pimiento se considera entre sensible y muy sensible al estrés hídrico, tanto por exceso como por defecto de humedad. Junto con el abonado nitrogenado, el riego es el factor

que más condiciona el crecimiento, desarrollo y productividad de este cultivo. Un aporte de agua irregular, en exceso o en defecto, puede provocar la caída de flores y frutos recién cuajados y la aparición de necrosis apical, siendo aconsejables los riegos poco copiosos y frecuentes. La mayor sensibilidad al estrés hídrico tiene lugar en las fases de floración y cuajado de los primeros frutos, siendo el período de crecimiento vegetativo el menos sensible a la escasez de agua. El déficit hídrico ocasiona un descenso en la producción en cantidad y calidad al reducirse al número de frutos y/o su peso unitario, incrementándose la proporción de frutos no comerciales y, en frutos destinados a la industria, disminuyendo el pH y aumentando el contenido en sólidos totales y solubles (salunkhe *et.al*, 2004).

El pimiento es un cultivo que en años de climatología más suave (veranos no muy calurosos y secos), se adapta bien al riego deficitario diario por goteo, siendo aconsejable en este caso dar riegos con dotaciones en torno al 80-90%. Con climatología extrema el asesoramiento es interesante a fin de no aplicar riegos deficitarios, ya que en este caso se produce una importante merma de la producción comercial y un considerable aumento del destrío, fundamentalmente por frutos afectados por necrosis apical (salunkhe *et.al*, 2004).

#### **2.2.9. Sustratos agrícolas**

Pavón (2017), manifiesta que:

El sustrato de cultivo es, junto con la climatología, uno de los componentes más importantes para que nuestras plantas crezcan sanas y vigorosas. En más de una ocasión seguro que nos ha pasado que hemos sembrado o trasplantado una planta a una maceta, con tierra recogida directamente del campo y ésta ha crecido con

dificultad o se ha marchitado al cabo de pocos meses. Esto es debido a que nuestras plantas en contenedor o mesa de cultivo requieren una mayor aireación, drenaje y aporte de nutrientes, que una planta cultivada directamente en el campo.

**¿Qué es un sustrato de cultivo?** Es el medio o material en el que crecen las plantas, hierbas o verduras cultivadas en contenedor o maceta. En cierto modo, es el sustituto de la tierra. Este está compuesto por diversos materiales entre los que se suelen encontrar la perlita, compost, fibra de coco, humus de lombriz. El sustrato más utilizado es el sustrato universal, que contienen una mezcla de materiales que se adapta a multitud de tipos de plantas.

#### **¿Para qué sirve el sustrato?**

Pavón (2017), manifiesta que:

Para proporcionar el medio adecuado para el correcto desarrollo de nuestras plantas. Este proporciona los nutrientes necesarios a las plantas y además sirve de soporte a las mismas. Por lo general, los sustratos de cultivo deben ser porosos, ligeros y con un aporte de nutrientes equilibrado. Además, deben retener la humedad, estar exentos de sustancias contaminantes y en la medida de lo posible a bajo coste. Normalmente se utilizan mezclas de sustratos dependiendo del tipo de cultivo para conseguir unas características óptimas

#### **2.2.10. Tipos de sustrato:**

Según Pavón, (2017) los tipos de sustratos son los siguientes:

**Estiércol:** Se trata de los excrementos de ciertos animales, principalmente ganado, aunque también son frecuentes los

de aves o murciélagos. Cada animal produce un tipo de estiércol con unas características determinadas. Es importante que se trate de animales procedentes de ganadería ecológica para que nuestro estiércol esté libre de elementos nocivos o perjudiciales, y que este maduro para que los procesos de descomposición no dañen las raíces de las nuestras plantas. Los más utilizados son los de oveja, cabra, vaca, cerdo, palomas y gallinas, denominados los dos últimos palomina y gallinaza respectivamente. El más codiciado por su elevado contenido en nitrógeno, fósforo y potasio es el denominado guano, que proviene de la acumulación masiva de excrementos de murciélago, aves marinas y focas en ambientes áridos. Este jugó un papel fundamental en la agricultura intensiva del siglo XIX. Hoy en día sigue siendo un producto muy apreciado sobre todo en agricultura ecológica.

“La cantidad necesaria de estiércol para mejorar nuestra huerta o huerto urbano depende del tipo de estiércol, pero en general con 3-4 kg/m<sup>2</sup> suele ser suficiente” (Pavón, 2017).

**Turba:** Se compone de materia orgánica en descomposición procedente de zonas encharcadas denominadas turberas, donde se produce una acumulación importante de restos vegetales y en el cual el proceso de degradación es muy lento debido a la baja concentración de oxígeno. Es el primer paso a la carbonización y a la formación por tanto de carbón. Se pueden distinguir dos tipos de turbas: las turbas rubias, con un contenido en materia orgánica mayor y un menor grado de descomposición y las turbas negras, más mineralizadas y por lo tanto un menor contenido en materia orgánica. Estas

además de nutrientes, aportan acidez al suelo y retención de agua.

**Fibra de coco:** Es un subproducto de la industria alimentaria del coco. Se produce a partir de las fibras de la capa externa del coco. La principal ventaja es su elevada porosidad y ligereza. Por contra apenas posee nutrientes, por lo que debe ser mezclada con otros sustratos que aporten los nutrientes necesarios.

**Compost:** Se trata de la descomposición de los desechos orgánicos que producimos (restos de comida, restos de poda, hojarasca, etc). Como principal ventaja consta de su ligereza, aporte de nutrientes y retención de líquidos, además del reciclado de parte de la basura que generamos. Podemos producirlo en casa fácilmente con un compostador. Es la base de un sustrato de cultivo universal comercial.

**Humus de lombriz:** Es un abono procedente de excrementos de lombrices, normalmente a partir de la lombriz roja americana. Es uno de los abonos que más se está utilizando en los últimos años debido a la riqueza de su composición y a que procede de desechos orgánicos. Al igual que el compost podemos producirlo en casa con un vermicompostador.

Asimismo, el mismo autor, indica como complementos también son habituales otros materiales inertes como la arena, vermiculita, perlita, cenizas, etc.

**Perlita:** Es una roca volcánica en forma de esferas con la característica principal de que es extremadamente porosa, lo que la convierte en muy útil para aportar a nuestro sustrato ligereza y aireación, y en menor medida retención de agua.

**Vermiculita:** Es un mineral de arcilla expansivo que se comercializa en el mercado en forma de escamas. Su principal característica es que es capaz de absorber hasta 5 veces su peso en agua lo que en cantidades pequeñas (menor del 5%) facilita la retención de humedad de nuestro sustrato .

## **2.3. Turba**

Turetsky, et al, (2014), refiere que:

La turba es un material orgánico, de color pardo oscuro y rico en carbono. Está formado por una masa esponjosa y ligera en la que aún se aprecian los componentes vegetales que la originaron. Se emplea como combustible y en la obtención de abonos orgánicos”.

### **2.3.1. Formación de la turba**

Turetsky, et al, (2014), refiere que:

La formación de turba constituye la primera etapa del proceso por el que la vegetación se transforma en carbón mineral. Se forma como resultado de la putrefacción y carbonificación parcial de la vegetación en el agua ácida de pantanos, marismas y humedales. La formación de una turbera es generalmente lenta como consecuencia de una escasa actividad microbiana, debida a la acidez del agua o la baja concentración de oxígeno. El paso de los años va produciendo una acumulación de turba que puede alcanzar varios metros de espesor, a un ritmo de crecimiento que se calcula de entre medio metro y diez centímetros cada cien años.

Las turberas son cuencas lacustres de origen glaciario que actualmente están repletas de material vegetal más o menos descompuesto y que conocemos como turba de

agua dulce. La turba se acumula debido a que la putrefacción de la materia vegetal es muy lenta en climas fríos. La materia vegetal que se acumula por debajo del nivel del agua de un lago está en unas condiciones de continua saturación y de poca disponibilidad de oxígeno, fomentando así la actividad de los transformadores. En estas formaciones tenemos un suelo de tipo histosol”.

Asimismo, las turbas se pueden clasificar en dos grupos:

- Las **turbas rubias** (esfagno) tienen un mayor contenido en materia orgánica y están menos descompuestas.
- Las **turbas negras** tienen un menor contenido en materia orgánica y están más mineralizadas.”

### 2.3.2. Composición y propiedades de la turba

Anónimo (2014) refiere que: Se conocen métodos químicos precisos para determinar el grado de descomposición de la turba, pero por lo general es suficiente determinar el grado de descomposición o humificación de la turba recién cavada en valores H utilizando el método de von Post.

Una pequeña cantidad de turba es aplastada en la mano. El color del agua que luego se escurre y la naturaleza del residuo triturado permiten determinar el grado de descomposición de la turba en valores de H 1 a H 10 según la escala que se muestra en el cuadro siguiente.

**Cuadro 3:** Composición y propiedades de la turba.

Símbolo	Descripción
H1	Turba completamente sin descomponer que, cuando se aprieta, libera agua casi transparente. Las plantas siguen siendo fácilmente identificables. No hay material amorfo presente.
H2	Turba casi enteramente sin descomponer la que, cuando se aprieta, libera agua clara o amarillenta. Las plantas todavía siguen siendo fácilmente identificables. No hay material amorfo presente.
H3	Turba muy ligeramente descompuesta que, cuando se aprieta, libera agua marrón fangosa, pero de la que no pasa turba entre los dedos. Las plantas permanecen todavía identificables, y no hay ningún material amorfo presente
H4	Turba ligeramente descompuesta que, cuando se aprieta, libera agua oscura muy fangosa. Sin pulpa de turba que pase entre los dedos, pero los restos de plantas están ligeramente pastosos y han perdido algunas de sus características identificables.
H5	Turba moderadamente descompuesta que, cuando se aprieta, libera agua muy "fangosa" con una muy pequeña cantidad de turba granular amorfa que escapa entre los dedos. La estructura de los restos de plantas es bastante indistinto aunque todavía es posible reconocer ciertas características. El residuo es muy pastoso

H6	Turba moderadamente altamente descompuesta con una estructura de plantas muy indistinta. Cuando se aprieta, alrededor de un tercio de la turba se escapa entre los dedos. El residuo es muy pastoso, pero muestra la estructura de las plantas más claramente que antes de apretar
H7	Turba altamente descompuesta. Contiene una gran cantidad de material amorfo con estructura de plantas muy vagamente reconocible. Cuando es exprimida, aproximadamente la mitad de la turba se escapa entre los dedos. El agua que se libera, si alguna, es muy oscura y casi pastosa
H8	Turba muy altamente descompuesta con una gran cantidad de material amorfo y estructura de las plantas muy indistinta. Cuando se aprieta, alrededor de dos tercios de la turba se escapa entre los dedos. Una pequeña cantidad de agua pastosa puede ser liberada. El material vegetal que queda en la mano consiste en residuos tales como raíces y fibras que se resisten a la descomposición
H9	Turba prácticamente totalmente descompuesta en la que casi no hay estructura de plantas reconocible. Cuando se exprime es una pasta bastante uniforme.
H10	Turba totalmente descompuesta sin estructura de plantas discernible. Cuando es exprimida, toda la turba húmeda se escapa entre los dedos

Fuente: Anónimo, 2014.

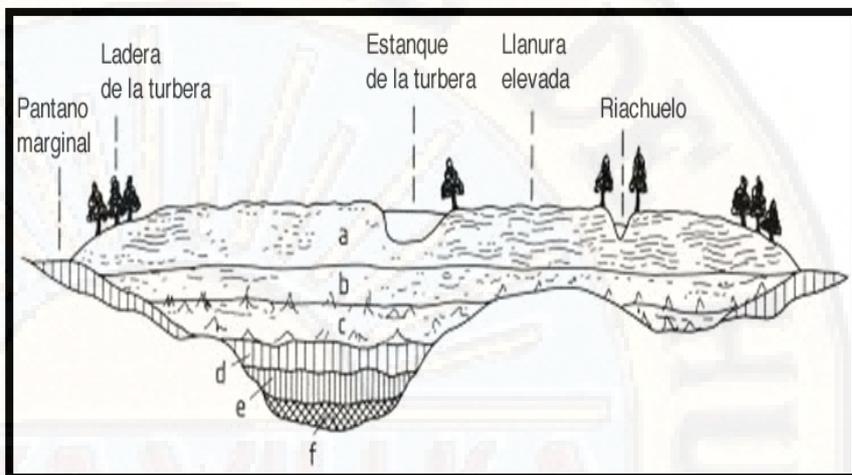
Los grados de humificación H 1 - H 6 se muestran en las turbas sueltas depositadas más arriba en la cama de una turbera alta. De acuerdo a la norma DIN 11.540 estas turbas se llaman turbas blancas (turba de Sphagnum). Las turbas negras tienen grados de humificación de H6 - H10. La mayor parte de Centro y Norte de Europa produjo turberas altas mayormente formadas por la turba negra. Las turberas bajas en su mayoría tienen turba negra (Anónimo,2014).

Las turbas blancas y negras difieren en su estructura, química y propiedades físicas. La turba blanca suelta es absorbente, ya que la estructura original de las plantas con sus capilares sobrevive en gran medida, mientras que la turba negra es casi no tiene estructura y ya no es absorbente. El contenido de carbono es alrededor del 50% en peso en la turba blanca y alrededor de 60% en peso de la turba negra” (Anónimo,2014).

Por otra parte, Anónimo, (2014), también manifiesta que:

Las propiedades físicas, tales como el alto volumen de poros, agua y capacidad de aire, capacidad de intercambio iónico, y alto contenido de complejos de sustancias húmicas y sustancias con actividad fisiológica de plantas hacen a las turbas de turberas elevadas una materia prima insustituible para la jardinería como un mejorador de suelos y para la producción de sustratos

para el cultivo de plantas. Estas propiedades se describen en la norma DIN 11.540.



“Figura 1: Sección esquemática a través de una turbera alta que se ha acumulado sobre depósitos pantanosos.

a) turba de Sphagnum ligeramente descompuesta (turba rubia); b) turba de Sphagnum altamente descompuesta (turba negra); c) turba de pantano Alder, por encima de ella abedules - pinos - turba de transición Fenwood; d) turba Carex; e) turba Reed; f) Barro

**Cuadro 4:** Propiedades de las turbas-de turberas altas y turbas de transición de páramo según la norma DIN 11.540, 1989.

Propiedades	Turba de turberas al ras y de transición sin aditivos		
	Ligeramente descompuesta	Moderadamente descompuesta	Congelada altamente descompuesta
Densidad a granel (seca), g / L	40–80	70–150	120 – 250
Fracción de poros, vol %	95–98	91–96	85–93
Capacidad de agua, vol %	40–82	40–85	60–87

Capacidad de aire% en volumen	16–58	11–56	6–33
Grado de descomposición (valor r),%	<42	42–62	>62
Índice de humificación H (von Post)	1–3	4–6	7–10
Materia orgánica en la materia seca,% en peso	94–99	94–99 (≥ 90)	94–99 (≥85)
Residuo de ignición en la materia seca,% en peso	1–6	1–6 (≤10)	1–6 (≤15)
pH (en CaCl <sub>2</sub> )	2.5–3.5	2.5–3.5 (≤4.0)	2.5–3.5 (≤5.0)
pH (en H <sub>2</sub> O)	3.0–4.0	3.0–4.0 (≤5.0)	3.0–4.0 (≤6.0)
Conductividad eléctrica (método de volumen, 1: 3,6), μS / cm	< 175	< 175	< 175
Conductividad eléctrica (método de peso, 1 g de MS: 25 g), μS / cm	< 370	< 370	< 370

**Fuente:**(Anónimo,2014)

Anónimo (2014), indica que:

Para su uso industrial como un producto químicamente y térmicamente procesado, son importantes los contenidos de los siguientes elementos: H, C, N, y O, que forman

principalmente las sustancias orgánicas de la turba; los elementos principalmente biogénicos como P y K; y los elementos que están presentes en la turba y en todos los otros combustibles fósiles, con frecuencia en cantidades considerables (contenido de cenizas, es decir, Na, Mg, Al, Si, S, Ca, Fe). La composición de esta ceniza depende más del medio geológico que de las especies de plantas y es casi independiente de las facies de la turbera.

Las cenizas de turberas altas en general tienen niveles bajos de potasio y un alto contenido de silicio, mientras que el fósforo, azufre, calcio, magnesio y hierro siempre se producen en proporciones similares, incluso en clases diferentes de la turba (Anonimo,2014).

Ya que las turbas de turberas altas sólo se pudieron formar por encima del agua subterránea, su contenido de nutrientes minerales de plantas es muy bajo. En la materia seca de la turba de turberas altas se encuentran generalmente contenidos minerales es 1-3% en peso. La siguiente composición es típica (residuo de calcinación a 550 °C, % en peso) (Anonimo,2014).

**Cuadro 5:**Propiedades de las turbas.

SiO <sub>2</sub>	10–45
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1–11
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.1–5.5
CaO	2–45
MgO	1–20
MnO	0.1 – 0.3
K <sub>2</sub> O	0.1–2.5

Na <sub>2</sub> O	0.2–5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1–3
SO <sub>3</sub>	5–20

Fuente: (Anonimo,2014).

Anonimo ,(2014), presenta un análisis elemental típico (% en peso) de la turba de turberas altas; el rango depende del grado de descomposición:

**Cuadro 6:**Análisis elemental típico de la turba.

Carbón	50 – 60
Oxígeno	30 – 45
Hidrógeno	5 – 6.5
Nitrógeno	0.5 – 2
Sulfuro	0.10 – 0.5
Fosforo	0.008 – 0.025

Fuente: Anonimo,2014.

Anónimo, (2014) afirma que:

Los contenidos aumentan con el grado de descomposición, a excepción del contenido de oxígeno que disminuye. Los grupos individuales de las sustancias presentes en la turba de turberas altas son variados como resultado de las muchas plantas de formación de turba, e incluyen carbohidratos y lignina. Ceras, resinas, colorantes y aceites esenciales están presentes en concentraciones muy bajas y variables. El

contenido de betún de las turbas se incrementa con el número de plantas arbustivas que tomaron parte en la formación de la sustancia de turba del depósito. Un análisis de los grupos de sustancias típico de una turbera elevada presenta los siguientes valores medios (% en peso):

**Cuadro 7:** Análisis de los grupos de sustancias típico de una turbera.

Ceras, resinas, bitumen	4 – 7
Celulosa	3 – 5
Lignina	30 – 40
Ácidos húmicos	25 – 38
Insolubles	≤ 22

Fuente: Anonimo,2014.

El contenido de celulosa disminuye con el aumento del grado de descomposición, mientras que todas las otras aumentan.

### 2.3.3. Aplicaciones de la turba

Méndez, (2009), refiere que “En estado fresco alcanza hasta un 98 % de humedad, pero una vez desecada puede usarse como combustible.

La turba también se usa en jardinería para mejorar suelos por su capacidad de retención de agua. 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 son muy variables en cuanto a su composición ya que depende de su origen” (EcuRed, s.f.).

“La inestabilidad de su estructura y su alta capacidad de intercambio catiónico interfieren en la nutrición vegetal, al presentar un pH que oscila entre 3,5 y 8,5. Se emplea en la producción ornamental y de plántulas.

La turba negra se utiliza en algunas zonas de Escocia para el secado de los ingredientes del whisky, al que da un aroma único. Son suelos carbonosos que se han formado como resultado de una descomposición libre de oxígeno de las plantas muertas. La turba natural es ácida y contiene mucha agua. Posee compuestos químicos que se usan para el tratamiento de la piel. Oscila entre los 5 y los 8 grados Celsius de temperatura (Méndez, 2009).

#### **2.4. Invernadero**

“Un invernadero es toda aquella estructura cerrada cubierta por materiales transparentes, dentro de la cual es posible obtener unas condiciones artificiales de microclima, y con ello cultivar plantas fuera de estación en condiciones óptimas” (AgriculturaEcológica, s.f.).

Asimismo, se reporta que las ventajas del empleo de invernaderos son:

- Precocidad en los frutos.
- Aumento de la calidad y del rendimiento.
- Producción fuera de época.
- Ahorro de agua y fertilizantes.
- Mejora del control de insectos y enfermedades.

- Posibilidad de obtener más de un ciclo de cultivo al año.

Inconvenientes:

- Alto costo de operación.
- Requiere personal especializado, de experiencia práctica y conocimientos teóricos.

“Los invernaderos se pueden clasificar de distintas formas, según se atiende a determinadas características de sus elementos constructivos (por su perfil externo, según su fijación o movilidad, por el material de cubierta, según el material de la estructura, etc.)” (Axayácatl, 2018).

Axayácatl, (2018) refiere que:

La elección de un tipo de invernadero está en función de una serie de factores o aspectos técnicos:

- **Tipo de suelo.** Se deben elegir suelos con buen drenaje y de alta calidad aunque con los sistemas modernos de fertirriego es posible utilizar suelos pobres con buen drenaje o sustratos artificiales.
- **Topografía.** Son preferibles lugares con pequeña pendiente orientados de norte a sur.
- **Vientos.** Se tomarán en cuenta la dirección, intensidad y velocidad de los vientos dominantes.
- Exigencias bioclimáticas de la especie en cultivo
- Características climáticas de la zona o del área geográfica donde vaya a construirse el invernadero
- Disponibilidad de mano de obra (factor humano)
- Imperativos económicos locales (mercado y comercialización).

Según la conformación estructural, los invernaderos se pueden clasificar en:

- Planos o tipo parral.

- Tipo raspa y amagado.
- Asimétricos.
- Capilla (a dos aguas, a un agua)
- Doble capilla
- Tipo túnel o semicilíndrico.
- De cristal o tipo Venlo.”

## 2.5. Hipótesis

Hi: Todos los sustratos con mayor concentración de turba en su composición, muestran efectos positivos en el desarrollo y crecimiento de los plantines de pimentón.

Ho: No sólo los sustratos con mayor concentración de turba en su composición muestran efectos positivos en el desarrollo y crecimiento de los plantines de pimentón.

## 2.6. Definición de términos

### **Invernadero: Según Hydro Enviroment (2020):**

El Invernadero es una construcción agrícola de estructura metálica, usada para el cultivo y/o protección de plantas, con cubierta de película plástica traslúcida que no permite el paso de la lluvia al interior y que tiene por objetivo reproducir o simular las condiciones climáticas más adecuadas para el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas establecidas en su interior, con cierta independencia del medio exterior y cuyas dimensiones posibilitan el trabajo de las personas en el interior. Los invernaderos pueden contar con un cerramiento total de plástico en la parte superior y malla en los laterales.

### **Temperatura en invernaderos: Novagric (2015), dice que:**

La temperatura idónea en invernadero varía en función del cultivo y sus estadios, o etapas de desarrollo en las que se encuentre. Generalmente,

la **temperatura mínima** requerida para las plantas de invernadero es de **10-15°C**, mientras que **30°C podría ser la Temperatura máxima**. Una variación o diferencia de temperatura de 5 – 7°C entre las temperaturas diurnas y nocturnas suele resultar beneficiosa para las plantas. La temperatura del suelo es incluso más importante que la temperatura del aire en un invernadero (Temperatura del suelo por debajo de 7°C, las raíces crecen más despacio y no absorben fácilmente el agua ni los nutrientes). Se debe conseguir un suelo templado, para que las semillas germinen y para se desarrollen los esquejes de raíces. La temperatura ideal para la germinación de la mayoría de las semillas es 18-25°C. Una diferencia de 5-7°C entre las temperaturas diurnas y nocturnas suele resultar beneficiosa para las plantas.

**Cultivo forzado:** Cultivo en invernadero, aumentar beneficios, control de cultivos, polinizadores, mejorar condiciones, aumentar ganancias, microclima, producción agrícola, polinización. Cuando se desea aumentar la producción agrícola o impulsarla aún más, es cuando se debe implementar un cultivo forzado.

**Costo de producción:** Los costos de producción son estimaciones monetarias de todos los gastos que se han hecho dentro de la empresa, para la elaboración de un bien. Estos gastos abarcan todo lo referente a la mano de obra, los costos de los materiales, así como todos los gastos indirectos que de alguna manera contribuyen a la fabricación de un bien.

**Productividad: Gardey (2008) dice que:** “la productividad describe el nivel de producción por unidad de superficies de tierras cultivadas, de trabajo o de equipos industriales. De acuerdo a la perspectiva con la que se analice este término puede hacer referencia a diversas cosas”.

**PH:** Coeficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa. "el pH neutro es 7: si el número es mayor, la solución, es básica, y si es menor, es ácida".

**Conductividad eléctrica:** La conductividad eléctrica es la capacidad que tiene una sustancia o material para permitir el paso de corriente eléctrica a

través de sí, es decir, de transportar electrones. Es lo contrario a la resistencia eléctrica

## 2.7. Identificación de variables

- **Variable independiente:**
  - Sustratos orgánicos
- **Variable dependiente:**
  - Producción de plántines

### Indicadores:

- Características físicas del sustrato
- Características químicas del sustrato
- Emergencia
- Longitud de raíz a los 40 DDS
- Altura de planta
- Grosor de tallo
- Número de hojas a los 40 DDS
- Costo de producción
- Rentabilidad

## 2.8. Operacionalización de las Variables

**Cuadro 8:**Operacionalización de las variables.

Variables	Definición operativa	Indicadores/ unidad medida
➤ X: Sustratos almacigueros	Compuestos de elementos orgánicos y minerales: restos de cosechas con diferentes proporciones de turba proveniente de Huachaybamba.	Cascarilla de arroz, tuza molida, hojas de quinual, tierra agrícola y turba

<p>➤ Y: Producción de plantines de pimentón</p>	<p>Efectos en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Características físicas del sustrato</li> <li>▪ Características químicas del sustrato</li> <li>▪ Emergencia</li> <li>▪ Longitud de raíz a los 40 DDS</li> <li>▪ Altura de planta</li> <li>▪ Grosor de tallo</li> <li>▪ Número de hojas a los 40 DDS</li> <li>▪ Costo de producción</li> <li>▪ Rentabilidad</li> <li>▪ Tiempo de producción plantines</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Porosidad</li> <li>- Textura</li> <li>- Ph</li> <li>- Contada</li> <li>- Centímetro</li> <li>- Centímetro</li> <li>- Contada</li> <li>- Centímetro</li> <li>- Contada</li> <li>- Soles por planta</li> <li>- Índice rentabilidad</li> <li>- Días</li> </ul>
---	---	--

## CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

### 3.1. Ámbito temporal o espacial

El trabajo de investigación se ejecutó en:

#### 3.1.1. Ubicación política

Región	: Huancavelica
Departamento	: Huancavelica
Provincia	: Acobamba
Distrito	: Acobamba
Lugar	: Común Era
Ambiente	: Invernadero de Cultivos Hidropónicos y Plantas Ornamentales de la Facultad de Ciencias Agrarias - UNH

#### 3.1.2. Ubicación geográfica

Altitud	: 3436 m.s.n.m.
Latitud Sur	: 12° 49' 27"
Longitud Oeste	: 74° 16' 75"

Fuente: SENAMHI Acobamba 2018

### **3.1.3. Factores Climáticos**

Temperatura Promedio : 12 °C

Humedad relativa : 60%

Precipitación promedio anual : 750mm.

Fuente: SENAMHI Acobamba 2018.

### **3.2. Tipo de Investigación**

Aplicada.

### **3.3. Nivel de Investigación**

Experimental

### **3.4. Método de Investigación**

El trabajo de investigación se elaboró con el método científico experimental cuyo procedimiento nos permitió validar el desarrollo de plantines de pimentón para su trasplante a campo definitivo.

#### **3.4.1. Material experimental**

Sustratos orgánicos alternativos

#### **3.4.2. Material vegetal**

Pimentón

#### **3.4.3. Procedimiento de conducción**

- a) Acondicionamiento de materiales para sustratos
- b) Preparación de sustratos para almácigos
- c) Siembra en almácigo
- d) Aplicación de riego
- e) Registros de datos de estudio

f) Análisis de datos

#### **3.4.4. Registro de información**

Se realizó en función al desarrollo de las plantas, para su estudio.

#### **3.4.5. Procesamiento y análisis**

Se realizó la tabulación con uso de la computadora y el análisis se realizó mediante el ANVA

### **3.5. Diseño de Investigación**

El diseño experimental fue en Bloques Completamente al Azar; con 11 tratamientos y 03 repeticiones.

#### **3.5.1. Modelo estadístico lineal del (DCA)**

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Variable de respuesta observada o media en el i-ésimo tratamiento y el j-ésimo bloque

U = Media general de la variable de respuesta

$B_j$  = El verdadero efecto del j-ésimo de bloque

$T_i$  = El verdadero efecto del i-ésimo tratamiento

E = El verdadero efecto de error asociado a la ij-ésima unidad experimental.

### 3.5.2. Tratamientos

Los tratamientos de estudio fueron:

**Cuadro 9:**Distribución de tratamientos.

N°	DESCRIPCION	TRATAMIENTO	CLAVE
1	Hojasca quinnual 50% + Turba 50%	T1	HQ 50 % + T 50 %
2	Hojasca quinnual 25% + Turba 75%	T2	HQ 25% + T 75%
3	Cascarilla de arroz 50 % + Turba 50 %	T3	CA 50 % + T 50 %
4	Cascarilla de arroz 25 % + Turba 75 %	T4	CA 25 % + T 75 %
5	Tuza molida 50 % + Turba 50 %	T5	TM 50 % + T 50 %
6	Tuza molida 25 % + Turba 75 %	T6	TM 25 % + T 75 %
7	Hojasca de quinnual 100%	T7	HQ 100%
8	Tuza molida 100%	T8	TM 100 %
9	Cascarilla de arroz 100%	T9	CA 100 %
10	Turba 100%	T10	T 100 %
11	Arena 100 %	T11	A 100 %

### 3.5.3. Características de experimento

- Capacidad de hoyos por Bandeja : 25 celda
- N° de tratamientos : 11
- N° de bloques : 3
- Total bandejas por experimento : 33
- N° plantines por bandeja : 25
- N° total de plantines por experimento : 825

### 3.5.4. Croquis y distribución de los tratamientos

Figura 2: Croquis de distribución de los tratamientos.

I	II	III
T1	T3	T5
T2	T4	T6
T3	T5	T7
T4	T6	T8
T5	T7	T9
T6	T8	T10
T7	T9	T11
T8	T10	T1
T9	T11	T2
T10	T1	T3
T11	T2	T4

### 3.6. Población, Muestra y Muestreo

La población estuvo compuesta por 825 plantines de pimiento.

El tamaño de la muestra fue de 03 plantas por unidad experimental por variable de estudio.

La elección de las plantas fue al azar empleando para ello el sistema de balotas, para el cual se asignó un número a cada planta.

### 3.7. Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos

Las técnicas e instrumentos utilizados en la recolección de datos para cada variable de estudio fueron:

**Cuadro 10:** Técnicas e instrumentos utilizados en la recolección de datos.

Variable	Técnica	Instrumento
Características físicas de sustrato	Laboratorio	Bouyoucus
Características químicas de sustrato	Laboratorio	Potenciómetro y otros
Emergencia de planta	Conteo	Registro de contada
Longitud de raíz	Medición	Cinta métrica
Altura de planta	Medición	Cinta métrica
Número de hojas	Conteo	Registro de contada
Diámetro de tallo	Medición	Vernier

Fuente: Elaboración propia 2019

### 3.8. Procedimiento de Recolección de Datos

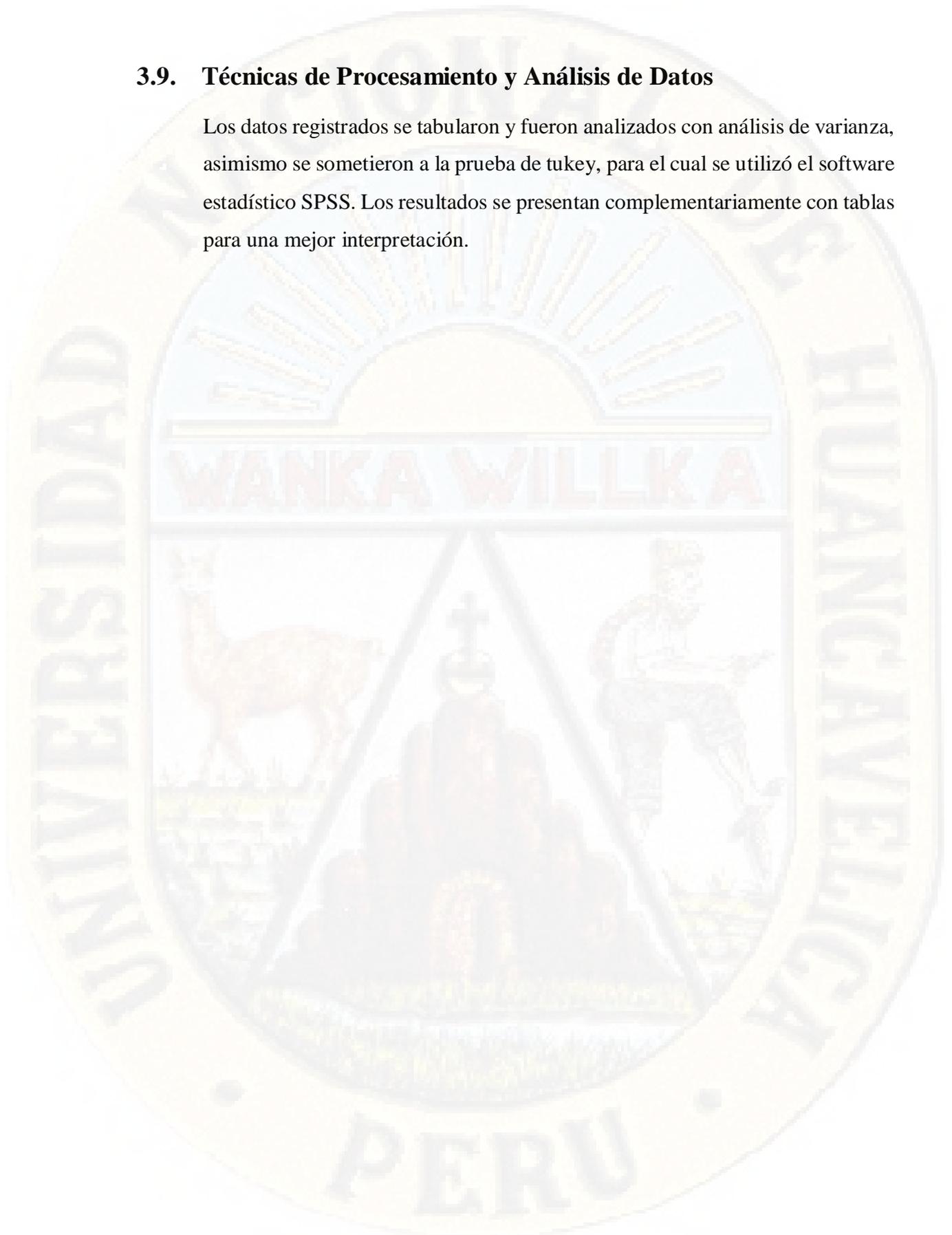
La recolección de los datos, se realizó en función a cada variable de estudio de la siguiente manera:

- Características físicas y químicas de sustratos: Se tomaron muestras de los sustratos preparados mediante las combinaciones de turba, tuza molida, cascarilla de arroz, hojarasca molida de quinnual y suelo agrícola, y se llevaron a laboratorio de análisis de suelos para la determinación de las características físicas y químicas de los mismos.

- Emergencia: Se realizó el conteo de plantas emergidas en cada tratamiento en estudio.
- Longitud de raíz DDS: se realizó a los 40 días después de la siembra, se seleccionó una planta por cada tratamiento y se medirá desde la base inferior de la planta hasta el ápice del sistema radicular, la unidad de medida fue en centímetro.
- Altura de planta: Se realizó a los 40 días después de la siembra, se seleccionó una planta por cada tratamiento y se midió desde la base inferior de la planta hasta la parte superior de la planta de pimentón, la unidad de medida fue en centímetro.
- Número de hojas: Se realizó a los 40 días después de la siembra, para el conteo se utilizó las mismas plantas seleccionadas anteriormente, se contó todas las hojas por planta. La unidad de medida fue número de hojas por planta
- Diámetro de tallo: Se realizó a los 40 días después de la siembra, para el conteo se utilizó las mismas plantas seleccionadas anteriormente, se midió todo el tallo de las plantas. La unidad de medida fue en milímetros.
- Costo de producción: Se determinó con los datos de los costos de materiales, insumos, utilizados en el proceso de producción de los plantines, los resultados se expresaron en soles por plántula.
- Rentabilidad: Se calcularon considerando los costos de producción por cada tratamiento expresado en soles por plantín.
- Tiempo de producción de plantín: se midió número de días, contados desde el momento de la siembra.

### **3.9. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos**

Los datos registrados se tabularon y fueron analizados con análisis de varianza, asimismo se sometieron a la prueba de tukey, para el cual se utilizó el software estadístico SPSS. Los resultados se presentan complementariamente con tablas para una mejor interpretación.



## CAPITULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Análisis de información

#### 4.1.1. Altura de planta de plantín de pimentón

**Tabla 1:** El análisis de varianza (ANOVA) para la altura de plántulas de pimentón.

dentro de la variabilidad para los tratamientos presenta que existe diferencias estadísticas significativas debido a que los tratamientos evaluados influyeron directamente y de manera distinta en el crecimiento de las plántulas a los 40 días. De acuerdo al dato obtenido podemos apreciar que los datos experimentales son confiables, por lo cual se realizó la prueba de tukey.

ANOVA					
<b>Tabla 1: Análisis de Varianza de la altura de planta a los 40 DDS (cm)</b>					
F. V	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	52,473	10	5,247	3,963	,003 **
Dentro de grupos	29,127	22	1,324		
Total	81,600	32			

$$\bar{X} = 3.8 \text{ cm}$$

$$CV = 30.28 \%$$

**Tabla 2:** Prueba de tukey para la altura de planta con diferentes sustratos en condiciones de invernadero.

Altura de planta (cm)			
HSD Tukey			
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Cascarilla de arroz 100%	3	2,5333	
Tuza molida 100%	3	2,8333	
Tuza molida 25% + Turba 75%	3	2,9000	
Arena	3	2,9000	
Turba 100%	3	2,9333	
Tuza molida 50% + Turba 50%	3	3,3333	
cascarilla de arroz 25% + Turba 75%	3	3,8667	3,8667
Cascarilla de arroz 50% + Turba 50%	3	4,3000	4,3000
Hojarasca de quinual 25% + Turba 75%	3	4,3333	4,3333
Hojarasca de quinual 100%	3	4,7667	4,7667
Hojarasca de quinual 50% + Turba 50 %	3		7,1000
Sig.		,422	,066

Según la prueba de tukey, se observa que el tratamiento T1, ocupa el primer lugar con un promedio de 7,10 cm de altura, mostrando diferencias estadísticas del resto de los tratamientos: T7, T2, T3, T4, T5, T10, T11, T6, T8, T9. El tratamiento T9 ocupa el último lugar con un promedio de 2.53 cm de altura por plántula, es decir mostro un menor número. Además, se pudo observar que las plántulas tuvieron crecimientos diferenciados en la altura de plantulas, por efecto de los diferentes sustratos.

#### 4.1.2. Número de hojas de las plántulas

**Tabla 3:** El análisis de varianza (ANOVA) para el número de hojas de las plántulas de pimentón.

dentro de la variabilidad para los tratamientos presenta que existe diferencias estadísticas significativas debido a que los tratamientos evaluados influyeron directamente y de manera distinta en el número de hojas de las plántulas. De acuerdo al dato obtenido podemos apreciar que los datos experimentales son confiables, por lo cual se realizó la prueba de tukey.

ANOVA					
Tabla 2: Análisis de Varianza del número de hojas a los 40 DDS					
F. V	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	68,848	10	6,885	3,725	,005**
Dentro de grupos	40,667	22	1,848		
Total	109,515	32			

$$\bar{X} = 3.79$$

$$CV = 35.86 \%$$

**Tabla 4:** Prueba de tukey para el número de hojas con diferentes sustratos en condiciones de invernadero.

Número de hojas			
HSD Tukey			
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Tuza molida 100%	3	2,0000	
Cascarilla de arroz 100%	3	2,3333	
Arena	3	2,3333	

Tuza molida 25% + Turba 75%	3	3,0000	
Turba 100%	3	3,3333	3,3333
cascarilla de arroz 25% + Turba 75%	3	3,6667	3,6667
Tuza molida 50% + Turba 50%	3	3,6667	3,6667
Cascarilla de arroz 50% + Turba 50%	3	4,0000	4,0000
Hojasca de quinua 25% + Turba 75%	3	4,6667	4,6667
Hojasca de quinua 100%	3	5,6667	5,6667
Hojasca de quinua 50% + Turba 50 %	3		7,0000
Sig.		,087	,087

Según la prueba de tukey la tabla 14, se observa que el tratamiento T1, ocupa el primer lugar con un promedio de 7 hojas por planta, mostrando diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos T7, T2, T3, T5, T4, T10, T6, T11, T9, T8. El tratamiento T8 ocupa el último lugar con un promedio de 3 hojas por planta, es decir mostro un menor número. Además, se pudo observar que las plántulas tuvieron crecimientos diferenciados en el número de hojas, por efecto de los diferentes sustratos.

#### 4.1.3. Longitud de tallo

**Tabla 5:** El análisis de varianza (ANOVA) para la longitud de tallo de las plántulas de pimentón.

dentro de la variabilidad para los tratamientos presenta que existe diferencias estadísticas significativas debido a que los tratamientos evaluados influyeron directamente y de manera distinta en la longitud de tallo de las plántulas. De acuerdo al dato obtenido podemos apreciar que los datos experimentales son confiables, por lo cual se realizó la prueba de tukey.

ANOVA					
Tabla 5: Análisis de Varianza de longitud de tallo a los 40 DDS (cm)					
F. V	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,620	10	,162	3,175	,011
Dentro de grupos	1,123	22	,051		
Total	2,742	32			

$$\bar{X} = 1.47$$

$$CV = 15.36 \%$$

**Tabla 6:** Prueba de tukey para la longitud de tallos con diferentes sustratos en condiciones de invernadero.

Longitud de tallo (cm)			
HSD Tukey			
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Tuza molida 100%	3	1,1000	
Arena 100 %	3	1,2500	1,2500
Hojarasca de quinual 25% + Turba 75%	3	1,3233	1,3233
cascarilla de arroz 25% + Turba 75%	3	1,3667	1,3667
Tuza molida 50% + Turba 50%	3	1,3667	1,3667
Tuza molida 25% + Turba 75%	3	1,4333	1,4333
Turba 100%	3	1,4333	1,4333
Cascarilla de arroz 50% + Turba 50%	3	1,6567	1,6567
Cascarilla de arroz 100%	3	1,6667	1,6667
Hojarasca de quinual 100%	3	1,7500	1,7500
Hojarasca de quinual 50% + Turba 50 %	3		1,8667
Sig.		,056	,080

Según la prueba de tukey la tabla 15, se observa que el tratamiento T1, ocupa el primer lugar con un promedio de 1,8667 cm por planta, mostrando diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos T7, T9, T3, T10, T6, T5, T4, T2, T11, T8. El tratamiento T8 ocupa el último lugar con un promedio de 1.100 de longitud de tallo por plántula, es decir mostro un menor número. Además, se pudo observar que las plántulas tuvieron crecimientos diferenciados en la longitud de tallo, por efecto de los diferentes sustratos.

#### 4.1.4. Diámetro de tallo

**Tabla 7:** El análisis de varianza (ANOVA) para el diámetro de tallo de las plántulas de pimentón.

dentro de la variabilidad para los tratamientos presenta que existe diferencias estadísticas significativas debido a que los tratamientos evaluados influyeron directamente y de manera distinta en el diámetro de tallo de las plántulas. De acuerdo al dato obtenido podemos apreciar que los datos experimentales son confiables, por lo cual se realizó la prueba de tukey.

ANOVA					
Tabla 7: Análisis de Varianza de diámetro de tallo a los 40 DDS (mm)					
F. V	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4,043	10	,404	2,995	,015 *
Dentro de grupos	2,970	22	,135		
Total	7,013	32			

$$\bar{X} = 1.47 \text{ mm}$$

$$CV = 24.99 \%$$

**Tabla 8:** Prueba de tukey para el diámetro de tallos con diferentes sustratos en condiciones de invernadero.

Diámetro de tallo (mm)			
HSD Tukey			
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Tuza molida 100%	3	1,0000	
Arena	3	1,0500	1,0500
Cascarilla de arroz 50% + Turba 50%	3	1,1667	1,1667
Hojarasca de quinual 25% + Turba 75%	3	1,1833	1,1833
Turba 100%	3	1,3333	1,3333
cascarilla de arroz 25% + Turba 75%	3	1,3500	1,3500
Tuza molida 50% + Turba 50%	3	1,6667	1,6667
Tuza molida 25% + Turba 75%	3	1,6667	1,6667
Cascarilla de arroz 100%	3	1,6667	1,6667
Hojarasca de quinual 100%	3	1,9500	1,9500
Hojarasca de quinual 50% + Turba 50 %	3		2,1000
Sig.		,114	,058

Según la prueba de tukey la tabla 16, se observa que el tratamiento T1, ocupa el primer lugar con un promedio de 2,100 mm de tallo por planta, mostrando diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos T7, T9, T6, T5, T4, T10, T2, T3, T11, T8. El tratamiento T8 ocupa el último lugar con un promedio de 1.0000 de diámetro de tallo por plántula, es decir mostro un menor número. Además, se pudo observar que las plántulas

tuvieron crecimientos diferenciados en el diámetro de tallo, por efecto de los diferentes sustratos.

#### 4.1.5. Longitud de raíz

**Tabla 9:** El análisis de varianza (ANOVA) para la longitud de raíz de las plántulas de pimentón.

dentro de la variabilidad para los tratamientos presenta que existe diferencias estadísticas significativas debido a que los tratamientos evaluados influyeron directamente y de manera distinta en la longitud de raíz de las plántulas. De acuerdo al dato obtenido podemos apreciar que los datos experimentales son confiables, por lo cual se realizó la prueba de tukey.

ANOVA					
Tabla 9: Análisis de Varianza de Longitud de raíz los 40 DDS (cm)					
F.V.	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	132,042	10	13,204	5,229	,001
Dentro de grupos	55,553	22	2,525		
Total	187,595	32			

$$\bar{X} = 5.81 \text{ cm}$$

$$CV = 27.34 \%$$

**Tabla 10:** Prueba de tukey para la longitud de raíz con diferentes sustratos en condiciones de invernadero.

Longitud de raíz (cm)				
HSD Tukey				
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Cascarilla de arroz 50% + Turba 50%	3	3,5667		
Tuza molida 100%	3	3,7333		

Hojarasca de quinual 25% + Turba 75%	3	3,8667		
Turba 100%	3	4,3000	4,3000	
Tuza molida 50% + Turba 50%	3	4,4667	4,4667	4,4667
Arena	3	5,0333	5,0333	5,0333
cascarilla de arroz 25% + Turba 75%	3	5,8333	5,8333	5,8333
Cascarilla de arroz 100%	3	7,5667	7,5667	7,5667
Tuza molida 25% + Turba 75%	3	7,7000	7,7000	7,7000
Hojarasca de quinual 50% + Turba 50 %	3		8,8000	8,8000
Hojarasca de quinual 100%	3			9,0667
Sig.		,110	,062	,053

Según la prueba de tukey la tabla 15, se observa que el tratamiento T7, ocupa el primer lugar con un promedio de 9,0667 cm de raíz por planta, mostrando diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos T1, T6, T9, T4, T11, T5, T10, T2, T8, T3. El tratamiento T3 ocupa el último lugar con un promedio de 3.5667 cm de raíz de por plántula, es decir mostro un menor número. Además, se pudo observar que las plántulas tuvieron crecimientos diferenciados en la distancia de raíz, por efecto de los diferentes sustratos.

**Tabla 11:**Costo de producción de plantines de pimentón y rentabilidad.

RUBROS	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
Semilla	Gr	6.00	10.00	60.00
Alquiler Bandejas	Unidad	33.00	1.00	33.00
Turba	Kg	21.00	1.50	31.50
Cascara de Arroz	Kg	9.00	1.00	9.00
Hojarasca de Quinnual	Kg	21.00	1.50	31.50
Tuza de Maíz	Kg	9.00	1.00	9.00
Arena Fina	Kg	6.00	0.50	3.00
Mano de obra	Global	50.00	50.00	50.00
TOTAL S/.				227.00

✓ COSTO INDIVIDUAL POR PLANTIN S/.

0.27

✓ RENTABILIDAD

Costo de venta por plantín en mercado en soles	0.70
Costo de producción de plantín en soles	0.27
Utilidad por plantín en soles:	0.43

Rentabilidad %:

$$R = \frac{(PV - CP)}{PV} * 100$$

PV

R : Rentabilidad; PV: Precio de venta y CP: Costo producción o compra

En función a la aplicación de la fórmula se tiene una rentabilidad de 67.43 %.

## 4.2. Discusión de resultados

### a) Características físico químicas de los sustratos

Los sustratos utilizados en el estudio presentaron diferencias en sus características físicas y químicas, las diferencias son naturales debido a que cada uno de ellos tiene componentes que difieren entre sí entre orgánicos y químicos, además en diferentes estados y avances de descomposición de residuos orgánicos.

En cuanto a las características químicas, en lo que corresponde al nivel de acidez, el sustrato turba presentó el pH más bajo, el cual de acuerdo a la escala de lectura, indica ser ácido con el valor promedio de 4.85, y el pH más alto lo presentó el sustrato de tuza de maíz con el valor de 8.13. El valor de pH de la turba es diferente a lo reportado por Martínez y Soriano (2014) en los sustratos que utilizaron para producir plántulas forestales, el valor de pH de la turba de Huachaybamba es mayor al de la turba canadiense (3.96), siendo muy ácido en comparación a la turba que se utilizó en el presente estudio. Las diferencias de valor se deben a las procedencias y a los niveles de descomposición de sus componentes orgánicos, los mismos que también influyen y determinan la composición química.

**Tabla 12:**Características físicas de los sustratos estudiados.

SUSTRATO	D.A. g/cm <sup>3</sup>	M. O. %	D.R. g/cm <sup>3</sup>	P.T. %	M.S %	PH	CE
100 % HOJARASCA QUINUAL	0.17	66.1	1.85	83.56	42.12	6.79	0.37
75% TURBA + 25% TUZA	0.22	70.46	1.73	79.68	51.44	7.16	0.17
100 % TURBA	0.25	63.57	1.78	81.48	38.45	4.85	0.61
50% TURBA + 50% TUZA	0.19	77.34	1.66	77.85	62.43	7.78	0.22
100 % CASCARA ARROZ	0.15	86.15	1.48	92.68	84.12	6.48	0.39
100% TUZA	0.13	91.12	1.54	74.21	82.41	8.13	0.41
75% TURBA + 25% C ARROZ	0.23	71.21	1.71	84.28	52.87	6.23	0.42
50% TURBA + 50% C ARROZ	0.2	88.63	1.65	88.09	62.28	6.06	0.48
50% H QUINUAL + 50% TUZA	0.15	78.62	1.7	79.85	63.27	7.01	0.48
50% H QUINUAL + 50% C ARROZ	0.16	76.13	1.67	89.12	65.12	7.16	0.52
75% H QUINUAL + 25% TUZA	0.16	74.35	1.77	87.23	53.19	6.85	0.81

D.A: Densidad aparente; MO: Materia Orgánica; DR: Densidad Real; PT: Porosidad total; MS: Materia Seca

Las características físicas de los sustratos estudiados, también presentan diferencias entre el carácter evaluado, la diferencia de los valores se debe a las diferencias de las características propias de cada una de ellos y también a las características de los elementos que los componen. Los valores obtenidos en densidad real son inferiores al promedio común de los suelos que reporta Heredia (2016) en el que dice que, sí la densidad real es inferior a 2.65 gr / cm<sup>3</sup> se puede asumir que el suelo posee alto contenido de materia orgánica, y si es significativamente superior a 2.65 gr / cm<sup>3</sup>, podemos asumir que posee un elevado contenido de óxidos de Fe o minerales ferromagnéticos. En el estudio realizado, se reporta también que

los sustratos presentan altos valores de materia orgánica, que va en concordancia con los valores de la densidad que varían entre 1.48 y 1.85 g/cm<sup>3</sup>. Los valores de la porosidad total de los sustratos presentaron valores de entre 74.21% (tuza de maíz) y 92.68% (100% cáscara de arroz).

### b) Crecimiento de plantines de pimentón

**Tabla 13:** Valores de características de crecimiento de los plantines de pimentón.

SUSTRATO	Atura de planta	Longitud Raíz	Longitud de tallo	Diámetro tallo	Nº hojas por plantín
HOJARASCA QUINUAL 100 %	4.77	8,8	1.75	1.95	5.67
TURBA 75% + TUZA 25%	2.90	7.7	1.43	1.67	3
TURBA 100 %	2.93	4.30	1.43	1.33	3.33
TURBA 50% + TUZA 50%	3.33	4.67	1.37	1.67	3.67
CASCARA ARROZ 100 %	2.53	7.57	1.67	1.67	2.33
TUZA 100%	2.83	3.73	1.10	1	2
TURBA 75% + C ARROZ 25%	3.87	5.83	1.37	1.35	3.67
50% TURBA + 50% C ARROZ	4.30	3.57	1.66	1.67	4
H QUINUAL 50% + TURBA 50%	7.10	9.07	1.87	2.10	7
H QUINUAL 25% + TURBA 75%	4.77	3.87	1.32	1.18	4.67
ARENA 100%	2.90	5.03	1.25	1.05	2.33

Los resultados en el crecimiento de las plántulas de pimiento por efecto de los sustratos muestran que fueron diferentes entre los tratamientos, debido a las características propias de composición de cada uno de ellos. Siendo el sustrato Hojarasca de quinual el que mejor resultado presentó en las características de longitud de tallo o altura de planta y longitud de raíz, el efecto se debe además de la concentración de materia orgánica del sustrato, a las características físicas del mismo, porque permitió una mayor aireación

del suelo, mayor capacidad de retención de agua y también de los aportes nutricionales y el pH del sustrato. Resultado que no concuerda con lo reportado por Ortega et al (2010) quienes reportan que en el estudio que realizaron el sustrato que sobresalió fue la turba, asimismo el aserrín en el caso de la germinación y emergencia de las semillas. Por otro lado, el sustrato compuesto por lombricomposta obtuvo plántulas con mayor altura y diámetro de tallo.

### **c) Costo de producción y rentabilidad**

El costo de producción se determinó considerando los valores individuales y grupales de los insumos y materiales utilizados en el estudio, además se estimó el costo de producción en forma grupal, es decir para todos los tratamientos, debido que por la cantidad de plántulas que se producían por todo los tratamientos no fue elevado. Con el procesamiento de los datos se obtuvo el costo de producción individual de cada plántula a 0.21 soles.

Al comparar con el costo de venta de plántulas de pimientos que oferta el centro de investigación de Hidroponía de la Universidad Nacional Agraria (UNALM - 2019) del tamaño aproximado de 8 cm y con 4 hojas, cuyo valor es de 0.70 soles, es significativamente menor, por tanto, en el caso de proyectar estos valores con un sentido económico y de negocio, se puede observar con claridad que se tiene ventaja competitiva. Puesto que se estaría obteniendo una utilidad alta, de 0.49 soles por cada plantín para las condiciones de la UNALM, en un periodo de tiempo de 40 días, sin embargo, para las condiciones en que nos encontramos, el valor de venta podría ser mayor, para una planta de mayor tamaño y con mayor número de hojas, como la que se ofertan en las ferias semanales de Acobamba, con una especie como lo es la planta de rocoto, cuyo costo alcanza hasta de 5 soles.

En ambos casos la rentabilidad sería muy alto y atractivo para una proyección futura de emprendimiento como agronegocio. De la información descrita en líneas arriba y aplicando la fórmula para obtener la rentabilidad se tiene una rentabilidad de hasta el 67.43 %, al venderse como

plantín, mientras que al venderse como planta de mayor tamaño se tendría una rentabilidad mayor.



## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y finalizando el trabajo de investigación se concluye que:

- ✓ Se encontró diferencias significativas en la altura de plantas y en las tasas de desarrollo de crecimiento en la evaluación realizada.
- ✓ Se encontró diferencias significativas en el número de hojas, el tratamiento T1 (Hojarasca de quinual 50% + turba 50%), obtuvo el mayor promedio con 7 hojas por planta y tratamiento T8 obtuvo el último lugar con un promedio de 2 hojas por plántula.
- ✓ Se encontró diferencias significativas en la medición de longitud de tallos el tratamiento T1 (Hojarasca de quinual 50% + turba 50%) ocupó el primer lugar con un promedio de 1,86 cm por planta.
- ✓ Para el diámetro de tallo el tratamiento T1 (Hojarasca de quinual 50% + turba 50%), presentó el mayor promedio de 2,1 mm de tallo por planta.
- ✓ Se encontró diferencias significativas en la longitud de raíz, el tratamiento T7 (Hojarasca de quinual 100%) presentó el mayor promedio con 9,1 cm.
- ✓ El costo de producción por plantín de pimiento es de 0.27 soles y una rentabilidad de 67.43 %

## RECOMENDACIONES

Se recomienda lo siguiente:

- ✓ Utilizar el sustrato de tratamiento T1 (Hojarasca de quinual 50% + turba 50%), para poder realizar trabajos en viveros forestales, almácigos de hortalizas y para la floricultura.
- ✓ Se recomienda trabajar con hojarascas ya descompuestas para su mayor efecto en el desarrollo de la planta.

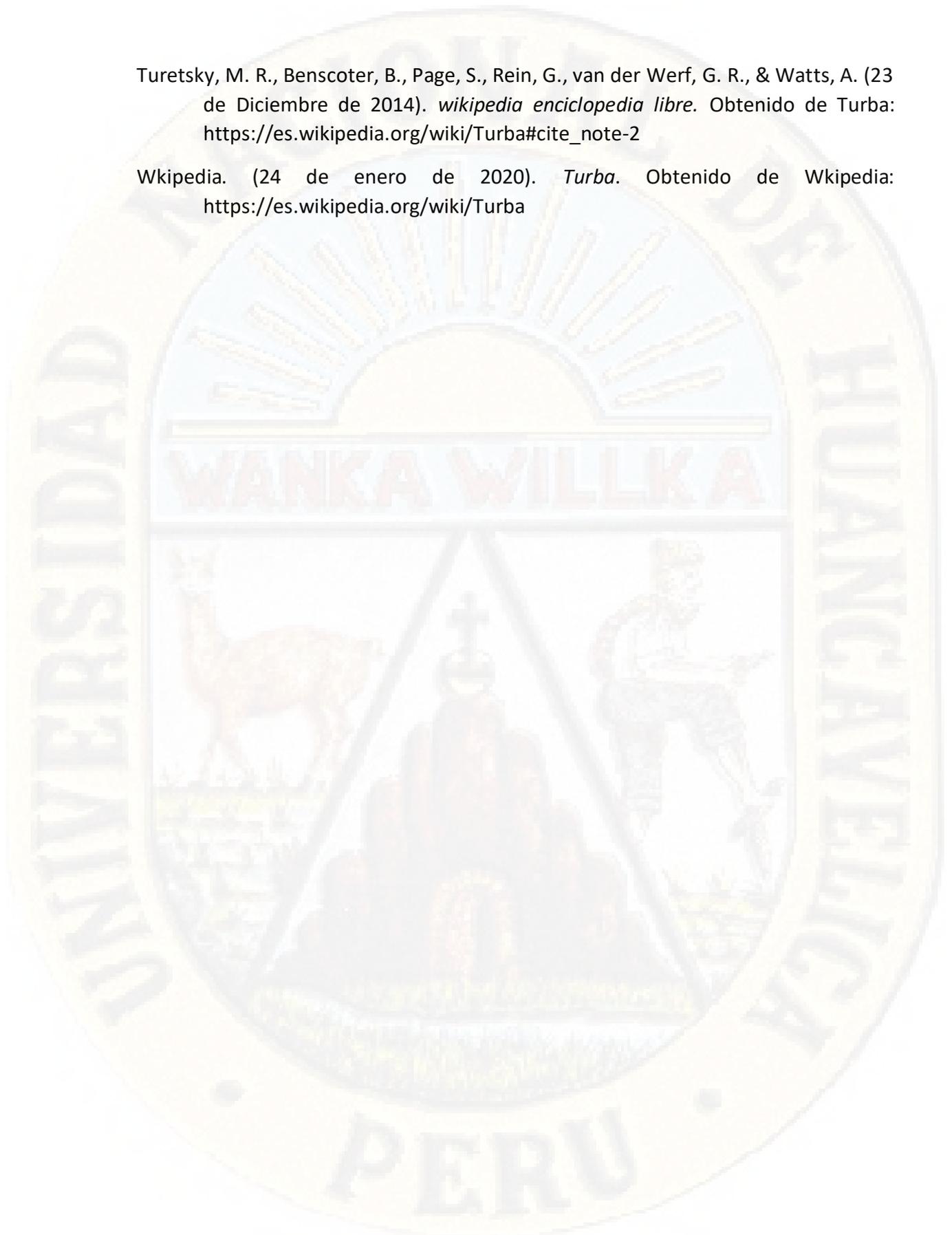
## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

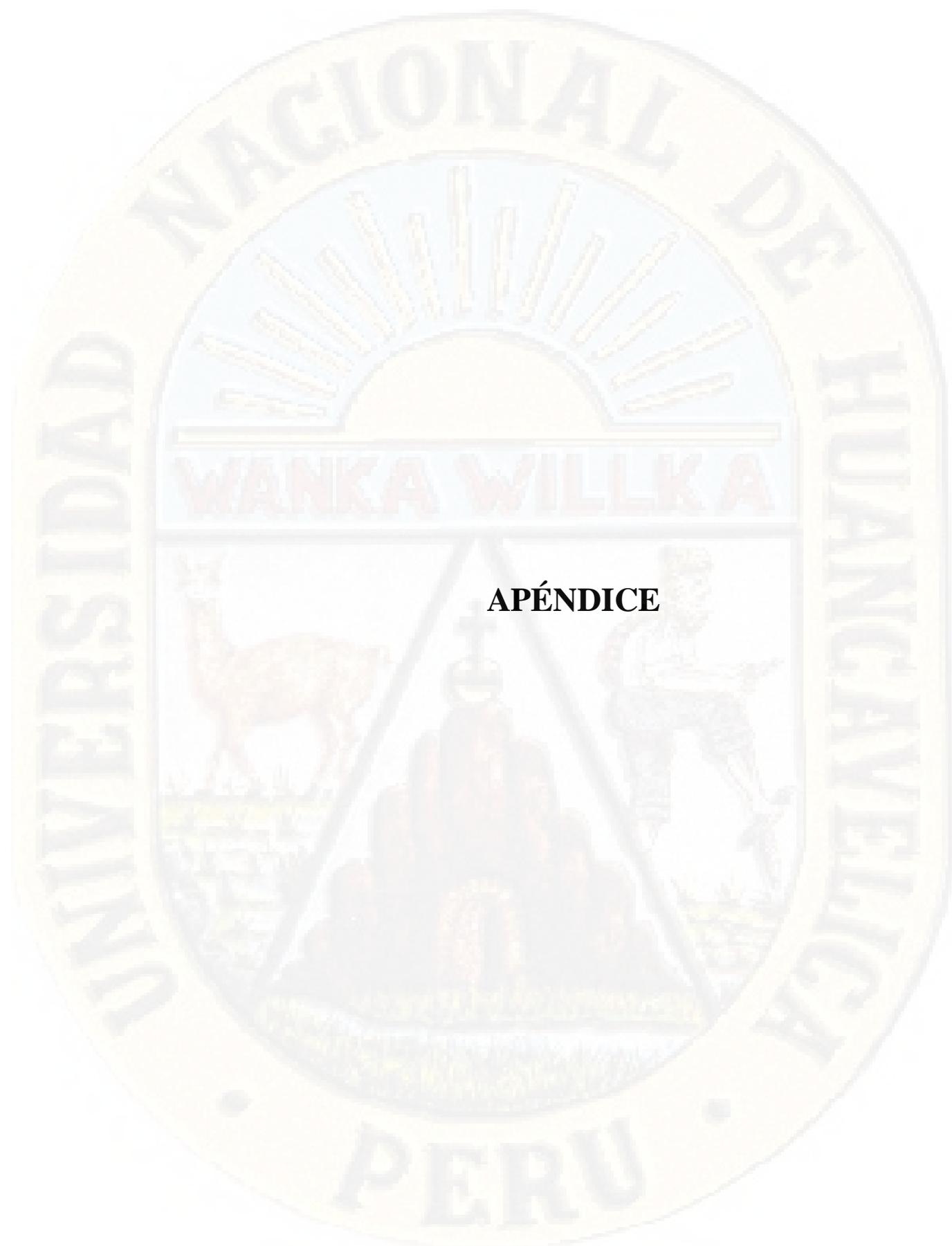
- AgriculturaEcológica. (s.f.). *Principales tipos de invernaderos (Parte II)*. Obtenido de AgriculturaEcológica:  
[https://www.infoagro.com/documentos/principales\\_tipos\\_invernaderos\\_\\_parte\\_ii\\_.asp](https://www.infoagro.com/documentos/principales_tipos_invernaderos__parte_ii_.asp)
- Anónimo. (18 de Noviembre de 2014). *Textos científicos*. Obtenido de COMPOSICIÓN Y PROPIEDADES DE LA TURBA:  
<https://www.textoscientificos.com/energia/combustibles/turba/composicion-propiedades-turba>
- Axayacatl, O. (14 de Mayo de 2018). *Blog agricultura*. Obtenido de Análisis de las principales ventajas y desventajas de los invernaderos:  
<https://blogagricultura.com/ventajas-desventajas-invernaderos/>
- BASEGODA, A. X. (Mayo de 2015). *EVALUACIÓN DE SUSTRATOS PARA HIDROPONÍA EN CANALETAS*. Obtenido de UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR:  
<http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/06/17/Basegoda-Alex.pdf>
- Chiquito C, R., Reyes P, J., Troyo D, E., Rueda P, E., & Torres R, J. y. (2018). *crecimiento de plantas de tomate*. Mexico: Revista Mexicana de ciencias agrícolas.
- ConceptoDefinición. (25 de julio de 2019). *Costos de Producción*. Obtenido de ConceptoDefinición: <https://conceptodefinicion.de/costos-de-produccion/>
- Del castillo, J. U. (2004). Guía del cultivo del pimiento en invernadero. *Navarra Agraria*, 5-10.
- EcuRed. (s.f.). *Turba*. Obtenido de EcuRed: <https://www.ecured.cu/Turba>
- Evelin, R. (2005). plagas y enfermedades en el cultivo de pimiento. *Departamento de protección de cultivos*, 164.
- F., C. R. (2017). Pimiento. *cultivos hortícolas al aire libre*, 471-571. Obtenido de Condés Rodríguez L. F. (2017). Pimiento, In: cultivos hortícolas al aire libre (Maroto B. JV & Baixauli S.C. Eds, Serie Agricultura Española <http://www.publicacionescajamar.es/pdf/seriestematicas/agricultura/cultivos-hortícolas-al-aire-libre>
- Gardey, J. P. (2008). *Productividad*. Obtenido de Definición.De: <https://definicion.de/productividad/>
- Hernández R, A., Robles H, L., Ojeda B, D., Prieto L, J., González F, A., & Guerrero P, V. (2017). semicompostera y vermicompostera mezclada con turba de musgo incrementa la germinación de semilla y desarrollo de las plantas de tomate y pimiento. *interciencia*, 774-779.

- Hydro Environment. (2020). *¿Qué es un Invernadero?* Obtenido de Hydro Environment:  
[https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main\\_page=page&id=44](https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=44)
- Infoagro. (s.f.). *EL CULTIVO DEL PIMIENTO (1ª parte)*. Obtenido de Infoagro:  
<https://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm>
- Méndez, R. (12 de Octubre de 2009). *wikipedia enciclopedia libre*. Obtenido de Turba:  
<https://es.wikipedia.org/wiki/Turba>
- Mendoza, .. O., Ruiz, R. D., & Ocampo, J. (2010). EFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE. *Ra Ximhai*, 365-372.
- Novagric. (20 de octubre de 2015). *Clima de un Invernadero. ¿Cómo conseguir la Temperatura Ideal?* Obtenido de Novagric:  
<https://www.novagric.com/es/blog/articulos/clima-invernadero-como-conseguir-temperatura-ideal>
- Nuez, F., Gil Ortega, R., & Costa, J. (2003). *El cultivo de pimientos ,chiles y ajies*. España: Ediciones Mundi-Prensa .
- Orellana, F., Escobar, J., Morales de Borja, A., Méndez de Salazar, I., & Cruz, R. y. (2000). El cultivo de chile dulce. *Guía técnica San Salvador, el salvador Centro Nacional de tecnología agropecuaria y forestal*, 9-19.
- Pavón, J. (2017). *¿QUE ES UN SUSTRATO DE CULTIVO?* Recuperado el 9 de febrero de 2020, de invasionverde: <https://www.invasionverde.com/blog/huerto-urbano/que-es-un-sustrato-de-cultivo>
- Salunkhe, D. K. (2004). Riego en el cultivo de pimenton. *Tratado de ciencia y tecnologia de las hortalizas*, 9-20.
- Significados. (19 de Marzo de 2017). *Significado de Conductividad eléctrica*. Recuperado el 9 de Febrero de 2020, de Significados:  
<https://www.significados.com/conductividad-electrica/>
- Terry A, E., A, L., & A, H. (2005). microorganismos beneficos en el cultivo de hortalizas. *Revista cientifica de america Latinay EL Caribe*, 47-54.
- Textoscientificos. (18 de Noviembre de 2014). *COMPOSICIÓN Y PROPIEDADES DE LA TURBA*. Obtenido de Textoscientificos:  
<https://www.textoscientificos.com/energia/combustibles/turba/composicion-propiedades-turba>

Turetsky, M. R., Benscoter, B., Page, S., Rein, G., van der Werf, G. R., & Watts, A. (23 de Diciembre de 2014). *wikipedia enciclopedia libre*. Obtenido de Turba: [https://es.wikipedia.org/wiki/Turba#cite\\_note-2](https://es.wikipedia.org/wiki/Turba#cite_note-2)

Wkipedia. (24 de enero de 2020). *Turba*. Obtenido de Wkipedia: <https://es.wikipedia.org/wiki/Turba>





## APÉNDICE

**Figura 3:**Recolección de sustratos.



**Figura 4:**Preparación de sustratos.



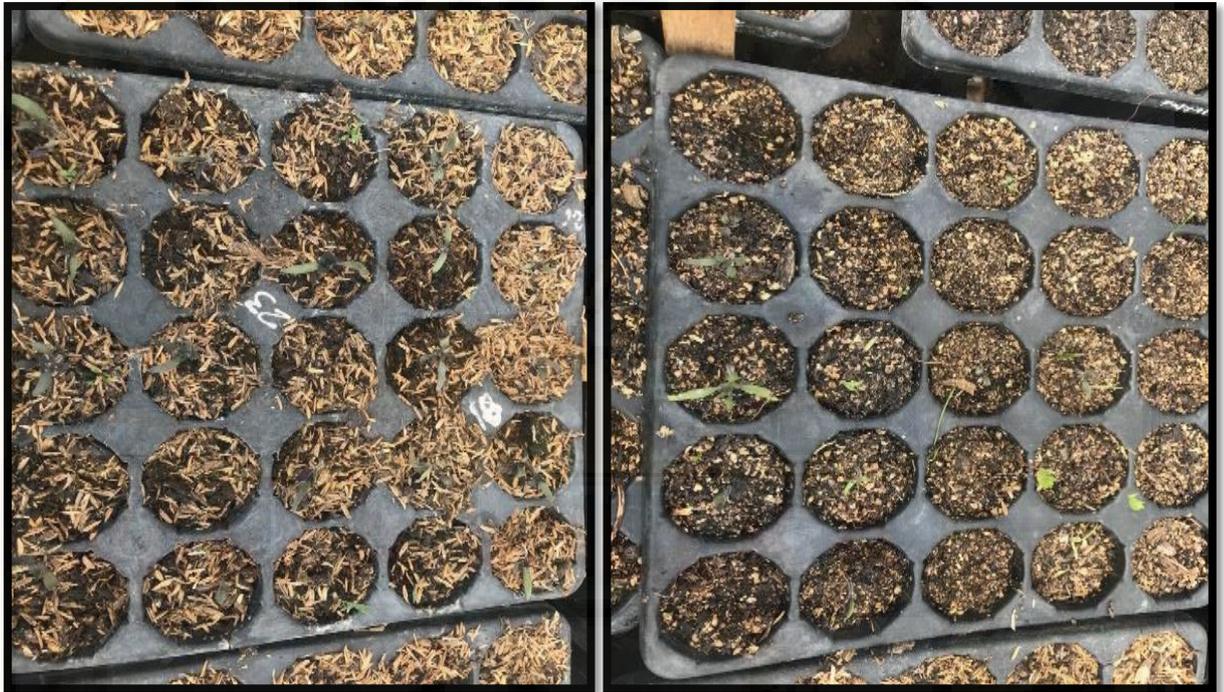
**Figura 5:** Instalación de sustrato tubetes.



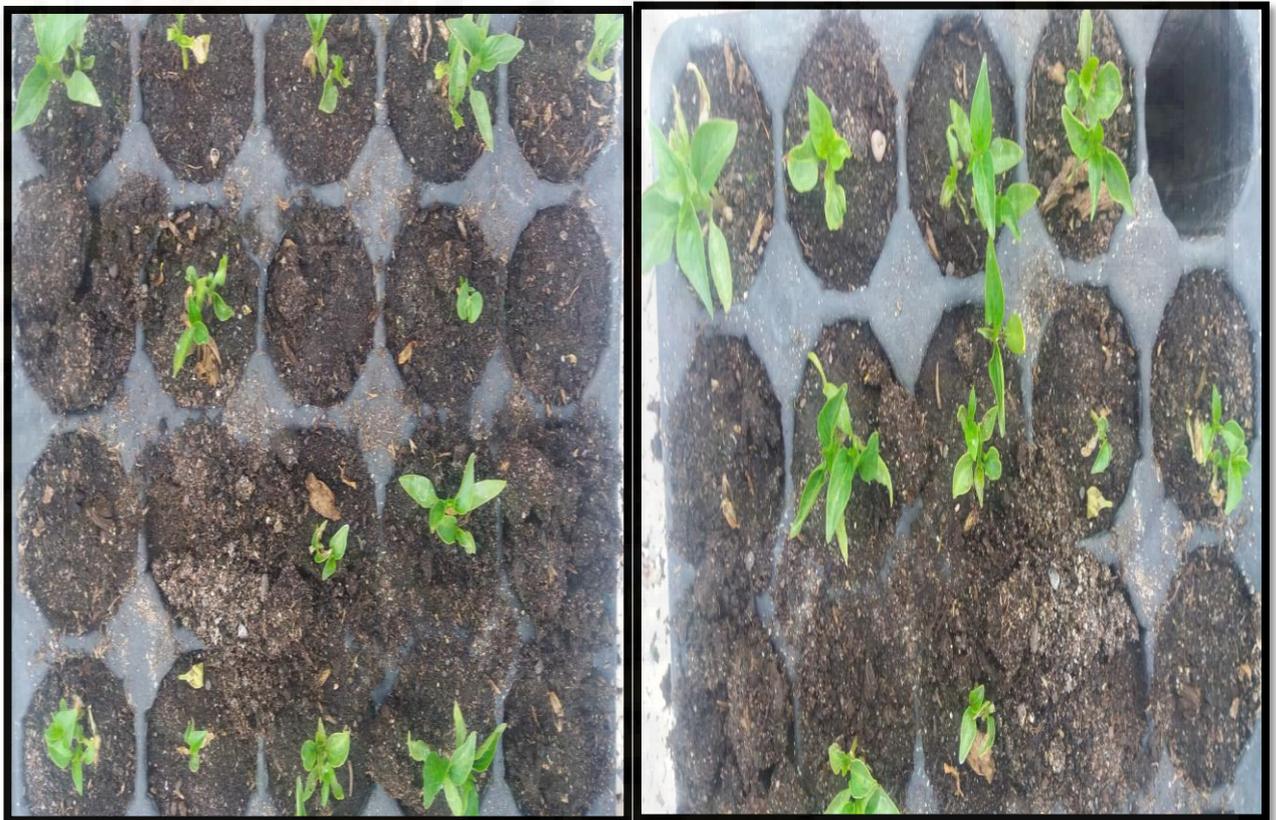
**Figura 6:** Siembra de semilla de pimiento en los diferentes tratamientos.



**Figura 7:**Monitoreo de germinación de la semilla del pimiento.



**Figura 8:**Fase final de la germinación.



**Figura 9:** Evaluación de la longitud del tallo, raíz, diámetro de tallo y número de hojas de plantines de pimentón.



### MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES / INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>P. general</p> <p>¿Cuál es el efecto de los sustratos elaborados mediante combinación de diferentes proporciones de turba con restos de cosechas agrícolas en la producción de plantines de pimentón (<i>Capsicum annuum</i>) en condiciones de invernadero?</p>	<p>O. General</p> <p>Evaluar el efecto de los sustratos elaborados mediante combinación de diferentes proporciones de turba con restos de cosechas agrícolas en la producción de plantines de pimentón (<i>Capsicum annuum</i>) en condiciones de invernadero.</p> <p>O. específicos</p> <p>Oe.1 Determinar las características físico químicas de los sustratos</p> <p>Oe.2. Evaluar el desarrollo y crecimiento de los plantines de pimentón</p>	<p>H. General:</p> <p>Todos los sustratos orgánicos con mayor concentración de turba en su composición muestran efectos positivos en el desarrollo y crecimiento de los plantines de pimentón.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>X<sub>1</sub>: Sustratos orgánicos</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>Y<sub>1</sub>. Producción de plantines</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Emergencia</li> <li>▪ Longitud de raíz a los 40 DDS</li> <li>▪ Altura de planta</li> <li>▪ Grosor de tallo</li> <li>▪ Número de hojas a los 40 DDS</li> <li>▪ Costo de producción</li> <li>▪ Rentabilidad</li> <li>▪ Tiempo de producción plantines</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tipo de investigación Aplicada</li> <li>➤ Nivel de investigación Experimental</li> <li>➤ Método Método científico</li> <li>➤ Diseño investigación Experimental Diseño de Bloques completamente al azar.</li> </ul>

