

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**TÍTULO DE LA TESIS
DIAGNÓSTICO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES DE
CINCO AJÍES (*Capsicum* sp) EN INVERNADERO,
HUAMBO, RODRÍGUEZ DE MENDOZA, REGIÓN
AMAZONAS**

Autor: Bach. Angel Fernando Huaman Pilco
Asesor: M.Sc. Santos Triunfo Leiva Espinoza.

CHACHAPOYAS - PERÚ

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**TÍTULO DE LA TESIS
DIAGNÓSTICO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES DE
CINCO AJÍES (*Capsicum* sp) EN INVERNADERO,
HUAMBO, RODRÍGUEZ DE MENDOZA, REGIÓN
AMAZONAS**

Autor : Bach. Angel Fernando Huaman Pilco

Asesor: M.Sc. Santos Triunfo Leiva Espinoza.

CHACHAPOYAS - PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios porque ha estado conmigo
en cada paso que doy,
cuidándome y dándome fortaleza
para continuar.

A mi padre Santos Valentín y mi hermano Florentino que ya partieron a la presencia del Altísimo, dedicarle este presente documento quienes permanentemente me apoyaron con su espíritu alentador, contribuyendo incondicionalmente a lograr mis metas y objetivos propuestos y que al brindarme con su ejemplo a ser perseverante y darme la fuerza que me impulsó a conseguirlo, a mi madre Donatilde y mis hermanos Valentin, Santos, Trinidad y Teofila que me acompañaron a lo largo del camino, brindándome la fuerza necesaria para continuar y momentos de ánimo.

Angel Fernando Huaman Pilco

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de investigación, si bien ha requerido el esfuerzo y dedicación por parte del autor, no hubiera sido posible su realización sin el apoyo de las siguientes personas e instituciones:

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza y en particular a la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma por los conocimientos técnicos - científicos y la formación profesional.

Al director ejecutivo del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES), M.Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz, por la oportunidad brindada para realizar la investigación, mediante el proyecto SNIP N° 209950 Creación del servicio del Laboratorio de Entomología y Fitopatología (PROFITEN).

Al coordinador del proyecto Creación del servicio del Laboratorio de Entomología y Fitopatología (PROFITEN) el M.Sc. Santos Triunfo Leiva Espinoza, por su apoyo incondicional durante las actividades desarrolladas para la ejecución de proyecto de investigación.

Al M.Sc. Santos Triunfo Leiva Espinoza por su asesoramiento científico, por sus sabios consejos y palabras de motivación para desarrollarme en el ámbito personal como profesional, siendo un modelo a seguir.

A todas las personas que contribuyeron en mi formación profesional GRACIAS.

Angel Fernando Huaman Pilco

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI

Rector

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

Vicerrector académico

Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN

Vicerrectora de investigación

M.Sc. ERICK ALDO AUQUIÑIVÍN SILVA

Decano de la Facultad

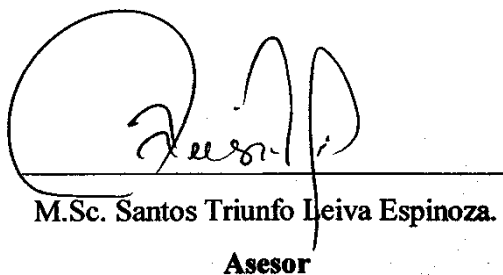
de Ingeniería y Ciencias Agrarias

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

El docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, M.Sc. SANTOS TRIUNFO, LEIVA ESPINOZA profesor nombrado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis titulada: **DIAGNÓSTICO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES DE CINCO AJÍES (*Capsicum* sp) EN INVERNADERO, HUAMBO, RODRÍGUEZ DE MENDOZA, REGIÓN AMAZONAS** del tesista Bach. Angel Fernando Huaman Pilco, egresado de la carrera profesional de Ingeniería Agrónoma de la UNTRM.


El docente de la UNTRM que suscribe da su visto bueno para que la tesis mencionada sea presentada al jurado evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en el acto de sustentación de tesis.

Chachapoyas, abril del 2019.



M.Sc. Santos Triunfo Leiva Espinoza.
Asesor

JURADO EVALUADOR DE TESIS



Ing. GUILLERMO IDROGO VASQUEZ
PRESIDENTE



M.Sc. SEGUNDO MANUEL OLIVA CRUZ
SECRETARIO



Ph.D. PEDRO JAVIER MANSILLA CÓRDOVA
VOCAL



ANEXO 3-K

**DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO DE TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

Yo Angel Fernando Huaman Pilco
identificado con DNI N° 98157436 Estudiante()/Egresado (x) de la Escuela Profesional de
Ingeniería Agronomía de la Facultad de:
Ingeniería y Ciencias Agrarias
de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:

1. Soy autor de la Tesis titulada: Diagnóstico de plagas y enfermedades de cinco años (Capsicum sp.) en invernadero, Huambo, Rodríguez de Mendoza, Región Amazonas
que presento para obtener el Título Profesional de: Ingeniero Agrónomo
2. La Tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, y para su realización se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La Tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La Tesis presentada no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. La información presentada es real y no ha sido falsificada, ni duplicada, ni copiada.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la Tesis para obtener el Título Profesional, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la Tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que la Tesis para obtener el Título Profesional haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 25 de abril de 2019


Firma del(a) tesista

ANEXO 3-N

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 04 de Diciembre del año 2018, siendo las 10.10am horas, el aspirante Angel Fernando Huancin Pilco defiende en sesión pública la Tesis titulada: Diagnóstico de plagas y enfermedades de cinco variedades de ají (*Capsicum* spp.) en invernadero, Huacabo, Rodríguez de Mendoza, región Amazonas.

para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente : Ing. Guillermo Larco Vaizquez
Secretario : M.Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz
Vocal : Dr. Pedro Javier Mansilla Córdova

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y método, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 11.57 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES: Ajustar el título de acuerdo a lo observado por el jurado: cinco ajíes (*Capsicum* spp.)

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS.....	V
VISTO BUENO DEL ASESOR.....	VI
JURADO EVALUADOR DE TESIS.....	VII
ÍNDICE.....	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT.....	XV
I. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1. Antecedentes de la investigación.....	17
II. OBJETIVOS.....	19
2.1. Objetivo general.....	19
2.2. Objetivos específicos.....	19
III. MARCO TEÓRICO.....	19
3.1. Cultivo de ají.....	19
3.1.1. Generalidades.....	19
3.1.2. Clasificación taxonómica.....	20
3.1.3. Características morfológicas del cultivo.....	20
3.2. Especies de ajíes en estudio.....	20
3.3. Hidroponía bajo invernadero.....	24
3.4. Plagas y enfermedades del ají.....	27
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
4.1. Lugar de ejecución.....	31
4.3. Diseño de la investigación.....	33
4.4. Conducción del experimento.....	36
4.5. Evaluación de variables.....	38

4.6. Análisis de datos.....	41
V. RESULTADOS.....	42
VI. DISCUSIONES.....	51
VII. CONCLUSIONES.....	55
VIII. RECOMENDACIONES.....	56
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
X. ANEXO.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Microelementos y sus funciones.....	26
Tabla 2: Cuadro ANVA.....	33
Tabla 3: Descripción de tratamientos aplicados.....	34
Tabla 4: Sales minerales utilizadas en soluciones A y B.....	37
Tabla 5: Cuadro ANVA para incidencia de pulgón.....	47
Tabla 6: Comportamiento fenológico de las variedades de ají.....	49
Tabla 7: Comportamiento de crecimiento de las variedades de ají.....	49
Tabla 8: Rendimiento alcanzado por las variedades de ají.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación geopolítica del distrito de Huambo /provincia de Rodríguez de Mendoza, Amazonas.....	31
Figura 2: Croquis de la distribución de tratamientos /Estación Experimental INDESCES/Huambo.....	35
Figura 3: Detalle de la unidad experimental y de las plantas evaluadas.....	35
Figura 4: Características de los áfidos de color verde (tubérculo antena desarrollado, antenas ligeramente convergentes) (A) Adultos alados de (color oscuro) (B) Adulto alado (tórax de color negro, de apariencia coriácea) (C) Adultos ápteros de (cuerpo color verde- amarillento a veces rosáceo) (D) ápice de sifones color oscuro (E).....	43
Figura 5: Síntomas de la enfermedad pudrición de fruto del ají Pimiento <i>Capsicum annuum</i> (A) Desarrollo del hongo fitopatogeno en medio de cultivo (B) Órganos reproductores del hongo fitopatogeno aislado, observadas en microscopio invertido del Laboratorio de Fitopatología y Entomología de la UNTRM (C) y (D) Estructura del hongo agente causal de pudrición de frutos según Barnett, H y Hunter, B. (1998) (E).....	44
Figura 6: Pudrición de raíz en el ají pimiento <i>Capsicum annuum</i> (A) Desarrollo del hongo fitopatogeno en medio de cultivo (B) Estructuras del hongo fitopatogeno observadas en microscopio invertido del Laboratorio de Fitopatología y Entomología de la UNTRM (C) y (D) Estructura del hongo causante de pudrición de raíz según Barnett, H y Hunter, B. (1998) (E).....	46
Figura 7: Incidencia del pulgón en los diferentes tratamientos en estudio.....	47
Figura 8: Incidencia de <i>Penicillium</i> sp en los diferentes tratamientos en estudio.....	47
Figura 9: Incidencia de <i>Fusarium</i> sp en los diferentes tratamientos en estudio.....	48

RESUMEN

El Perú es uno de los países con mayor diversidad de ají en el mundo. El objetivo fue diagnosticar las plagas y enfermedades de cinco ajíes, cultivadas en un invernadero con ambiente semicontrolado. Se inició con el acondicionamiento del invernadero, el sustrato utilizado fue una mezcla de pajilla de arroz más arena, las plantas fueron trasplantadas a invernadero bajo condiciones hidropónicas de una altura de 7 a 8 cm. El experimento se instaló bajo un Diseño Completamente al Azar con cinco tratamientos: ají pimiento, ají escabeche, ají charapita, ají pucunucho rojo y ají pipi de mono. Se evaluó la incidencia de plagas y enfermedades, comportamiento fenológico y rendimiento. En laboratorio se realizó la identificación de las plagas y enfermedades encontradas. Se identificaron los hongos *Penicillium* sp y *Fusarium* sp, estas se presentaron solo para ají pimiento con incidencias del 3.8 % y 8.3 % respectivamente. La plaga *Myzus* sp se presentó en todos los tratamientos, pero con mayor incidencia en ají pimiento con valor promedio de 34.34 adultos por $\frac{1}{2}$ pulg² de hoja. Los días a la emergencia no mostraron diferencias entre tratamientos, en cuanto a la cosecha el ají escabeche fue más precoz (90 días después del trasplante) por otro lado ají pipi de mono y ají pucunucho rojo fueron los más tardíos (140 días después del trasplante). En cuanto a altura total de planta ají pucunucho rojo fue superior con 89.5 cm. Los mayores rendimientos por planta los presentaron ají pimiento y ají escabeche con 675.33 y 582.25 g respectivamente.

Palabras claves: *Capsicum* sp, *Fusarium* sp, *Myzus* sp, *Penicillium* sp, rendimiento

ABSTRACT

Peru is one of the countries with the most diversity of chili in the world. The objective was to diagnose the pests and diseases of five peppers, grown in a greenhouse with a semi-controlled environment. It began with the conditioning of the greenhouse, the substrate used was a mix of rice straw plus sand, the plants were transplanted to a greenhouse under hydroponic conditions of a height of 7 to 8 cm. The experiment was installed under a Completely Random Design with five treatments: ají pimiento, ají escabeche, ají charapita, ají pucunucho rojo and ají pipi de mono. The incidence of pests and diseases, phenological behavior and yield was evaluated. In the laboratory, the identification of pests and diseases found was carried out. The fungi *Penicillium* sp and *Fusarium* sp were identified, these were presented only for chili peppers with incidences of 3.8% and 8.3% respectively. *Myzus* sp plague was present in all treatments, but with a higher incidence in pepper with an average value of 34.34 adults per $\frac{1}{2}$ pulg² of leaf. The days to the emergency did not show differences between treatments, as for the harvest, the pickled chili was earlier (90 days after the transplant), on the other hand chili peppers and red pepper were the latest (140 days after the transplant). In terms of total height of red pepper pucunucho plant was higher with 89.5 cm. The highest yields per plant were chili peppers and pickled chili with 675.33 and 582.25 g respectively.

Keywords: *Capsicum* sp, *Fusarium* sp, *Myzus* sp, *Penicillium* sp, yield

I. INTRODUCCIÓN

El ají es el alma de la cocina peruana. Sus distintas variedades se diferencian en forma, color, tamaño y picante. Este cultivo crece en casi todo el territorio peruano y son la base para innumerables preparaciones. En el Perú se encuentran la mayor diversidad de ajíes cultivados del mundo y una gran cantidad de ajíes silvestres. Se requiere más investigaciones para evitar que esta riqueza en diversidad de ajíes se vaya extinguiendo (Ugas, 2012). El ají como cualquier cultivo es susceptible a sufrir un complejo de plagas y enfermedades (Chew Madinaveitia, Piña Vega, Palomo Rodríguez, & Jiménez Díaz, 2008). Cisneros (2010) menciona que en orden decreciente en cuanto a daño económico que puedan causar estos son: los insectos, hongos, bacterias, nematodos y virus. Adicionalmente existen otros patógenos de importancia secundaria que son los fitoplasmas y los viroides. Los daños causados por plagas y enfermedades, a nivel de cualquier sistema de producción de cultivos, pueden ser causados por distintos organismos (TECA, 2016).

La producción de hortalizas puede darse en ambientes cerrados y aislados de un medio agreste y sin condiciones para su producción. Se mencionan por ejemplo los sistemas de producción bajo invernadero o fitotoldos especialmente acondicionados para tal fin, estos ambientes ofrecen condiciones ideales de producción hortícola (Pacheco, 2006). Sin embargo, muchas veces las áreas de producción y almacenamiento, favorecen condiciones ambientales (alta humedad, mala aireación) que predisponen el desarrollo y aparición de plagas y enfermedades (Beatriz, 2015). Al ser de tipo intensivo, normalmente están sometidos a un laboreo y manipulación constante, lo que puede ayudar a la diseminación de muchas plagas y enfermedades, particularmente bacterias o virus que se transmiten mecánicamente (FAO, 2002).

En la región Amazonas, una alternativa de producción de este cultivo sería bajo invernadero, aunque actualmente la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, en su afán de generar conocimiento vinculado al cultivo de ají, tiene instalado invernaderos con producción de hortalizas, entre ellos el ají. Estas experiencias ya dejan notar la presencia de plagas y enfermedades. Por esta razón, en la presente investigación se planteó el objetivo de: Diagnosticar las plagas y enfermedades de cinco ajíes (*Capsicum* sp), cultivadas en un invernadero semicontrolado en el distrito de Huambo, provincia de Rodríguez de Mendoza, así como registrar el comportamiento del cultivo de ají bajo este sistema de producción.

1.1. Antecedentes de la investigación

1.1.1. Con respecto a rendimiento

Elizondo y Monge (2017) investigaron en genotipos de ají dulce que fueron cultivadas bajo condiciones de invernadero, las variables que se evaluaron fueron de calidad y rendimiento. Las diferencias encontradas entre genotipos fueron en los días de inicio de cosecha (74 – 91 días después de trasplante) y rendimiento comercial (46,94 – 78,35 t/ha) y total (57,80 – 88,82 t/ha).

Luna (2014) investigo en la especie de ají charapita (*Capsicum frutescens* L) donde evaluó el efecto de fertilización a base de fosfonato de calcio boro, las variables evaluadas durante su investigación fueron, altura de planta, número de flores por planta, número de frutos por planta, diámetro de frutos, longitud de frutos, peso de frutos por planta y por tratamiento, rendimiento en t.ha-1. Las conclusiones que se obtuvo fue . “El tratamiento f4 (1.ha-1 de fosfonato de Calcio - Boro), fue el que arrojó los mejores y mayores valores promedio en los indicadores de productividad siendo estos de 2514,0 frutos por planta, 3737,8 número de flores por planta, 0,66 cm de diámetro del fruto, 1.49 cm de longitud del fruto y un peso de 0.90 g por fruto cosechado respectivamente; el tratamiento TO (Sin aplicación de magnet-b), fue el que arrojó los valores promedios más bajos”

1.1.2. Con respecto a fenología

Mundarain, Coa y Cañizares (2005) investigaron crecimiento y desarrollo de plantulas de ají en un lapso de 35 días, durante su investigación se pudo observar que la horizontalidad de las primeras hojas ocurrieron al octavo día mostrando una variabilidad en cuanto al tamaño e intensidad de color de las hojas debido a que cada embrión posee diferente información genética.

1.1.3. Con respecto a plagas y enfermedades

Orobiyi *et al.* (2017) Mencionan en su investigación la importancia del cultivo de ajíes en la mejora de calidad de vida de los productores hortícolas, sin embargo existen retos que se deben asumir para mejorar el manejo de este importante cultivo haciendo uso de bases científicas para su producción, se estimaron que en materia de sanidad vegetal, en la encuesta realizada observaron que el 63,1% de los productores, no toman acciones específicas para control fitosanitario de problemas que se presentan en el cultivo de ají.

Además Harp, Kunh, Roberts y Pernezny (2014) realizaron estudios en campo donde mencionan que la antracnosis puede causar epidemias graves en variedades de *Capsicum annuum*, por ende este puede causar contaminación cruzada si se tiene cultivos de fresa o tomate alrededor de parcelas de pimiento que tienen la fuente de inóculo de la enfermedad antracnosis causado por el hongo *Colletotrichum acutatum*.

Por otro lado Jiménez *et al.* (2013) Menciona que su trabajo donde el diagnóstico las enfermedades bacterianas en plántulas de pimiento en casas de cultivo y buscar una alternativa ecológica para su control, mediante utilización de extracto etanólico (EE) de orégano silvestre (*Lippia origanoides* K.). Se analizaron muestras de plántulas con síntomas de bacteriosis y se determinó la prevalencia de estas enfermedades.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Diagnosticar las plagas y enfermedades de cinco ajíes (*Capsicum* sp), cultivadas en un invernadero semicontrolado en el distrito de Huambo – Rodriguez de Mendoza, Amazonas.

2.2. Objetivos específicos

- ❖ Identificar las principales plagas y enfermedades de cinco ajíes (*Capsicum* sp).
- ❖ Determinar la incidencia de las principales plagas y enfermedades según estado fenológico de cinco ajíes (*Capsicum* sp).
- ❖ Determinar comportamiento fenológico y el rendimiento de cinco ajíes (*Capsicum* sp). como respuesta al cultivo en invernadero.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Cultivo de ají

3.1.1. Generalidades

El Perú es considerado entre los países con más especies de *Capsicum* cultivadas en el mundo gracias a nuestro diversos climas encontramos una gran diversidad genética de ajíes. “En los mercados locales no es raro encontrar variedades de las cinco especies domesticadas (*C. annuum* L., *C. baccatum* L., *C. chinense* L., y *C. frutescens* L., *C. pubescens* Ruiz & Pav.), correspondiendo a cuatro ajíes y el rocoto, mientras que en otros países comúnmente se encuentran variedades de dos o tres especies cultivadas” (Libreros *et al.* 2013). La producción de ajíes en los últimos años viene en auge, siendo China y México los mayores productores según estimaciones se tiene un aproximado de de 3 millones de hectáreas de producción global.

Sin embargo los productores tienen varios retos que enfrentar para mejorar la calidad, rendimiento de los ajíes como tener información científica de manejo de plagas y enfermedades para que su producción sea sostenible y sustentable.

3.1.2. Clasificación taxonómica

Según Pérez *et al.* (2015), la clasificación del pimiento desde el punto de vista botánico es:

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Scrophulariales

Familia: Solanácea

Género: Capsicum

3.1.3. Características morfológicas del ají.

Partes de la planta (Elizondo y Monge, 2017):

- **Hoja:** Simple (limbo sin partir), alterna (una por cada nudo y cada vez en un lado opuesto del tallo), pequeña, con limbo en forma de lanza, de bordes lisos, aovada (más ancha por la base que por la punta), glabra (carente de pilosidad) y de peciolo corto.
- **Flor:** Estructura reproductiva de simetría radial (actinomorfa), que posee los órganos sexuales masculinos y femenino (hermafrodita).
- **Fruto:** Es una baya con forma de globo alargado y conico.
- **Semilla:** Es de color crema, de forma aplanada, lisa y redondeada y mide entre 2,5 a 3,5 mm de diámetro.
- **Raíz:** Es muy ramificada y puede llegar a cubrir un diametro muy amplio (0,90 a 1,20)

3.2. Descripción de los ajíes en estudio.

3.2.1. Ají pucunucho rojo (*Capsicum chinense* Jacq) (Libreros *et al.*, 2013)

El ají es variable en el Perú. Mediano, de muchas formas (cónico, campana, alargado, ovalado) y colores (rojo, amarillo, morado). Típico de la costa norte.

a. Datos agronómicos

Habito de crecimiento: Es una planta de crecimiento erecto Intermedia (compacta).

Rendimiento: El rendimiento promedio del ají pucunucho rojo varía según el hábitat donde se esté cultivando, generalmente el promedio de rendimiento es de 0,11 kg/planta.

Rango de referencia: Según investigaciones realizadas se obtuvo un rango de referencia que varía entre 0,045 – 7,3 kg/planta

b. Características del fruto fresco

Color de fruto maduro: El color del fruto maduro que no presenta ningún problema patológico es de rojo oscuro.

Forma de fruto: La forma del fruto es triangular.

Longitud del fruto: En promedio obtenido luego de anteriores investigaciones es de 3,86 cm aproximadamente.

Diámetro del fruto: En promedio 1,5 cm

Peso del fruto: 2,3 g

3.2.2. Ají charapita (*Capsicum chinense* Jacq.) (Libreros *et al.*, 2013)

El ají es variable en el Perú. Mediano, de muchas formas (cónico, campana, alargado, ovalado) y colores (rojo, amarillo, morado). Típico de la costa norte.

a. Datos agronómicos

Habito de crecimiento: El habito de crecimiento del ají charapita Postrada.

Rendimiento: El rendimiento promedio es de 0,33 kg/planta.

Rango de referencia: En términos de rango de referencia es de 0,045 – 7,3 kg/planta

Mediana de referencia: Tiene una mediana de referencia 0.76 kg.

b. Características del fruto fresco

Color de fruto maduro: El fruto cuando el alcanzado la madurez fisiológica es de color amarillo - naranja.

Forma de fruto: El fruto es de tamaño pequeño y tiene una forma de casi redondo.

Longitud del fruto: El fruto maduro tiene una longitud 1,0 cm.

Diámetro del fruto: Diámetro promedio del fruto es de 0,9 cm.

Peso del fruto: Peso promedio del fruto es de 0,4 g.

3.2.3. Ají malagueta o pipi de mono (*Capsicum frutescens* L.) (Libreros *et al.*, 2013)

Muy pequeño, verde – rojo y alargado. Cultivado y asilvestrado, muy común en jardines. Tiende a volverse perenne, les encanta a los pájaros.

a. Datos agronómicos

Habito de crecimiento: Esta especie tiene un habito de crecimiento erecto.

Rendimiento: El rendimiento promedio de esta variedad es de 0,15 kg/planta.

Rango de referencia: El rango que podemos tomar como referencia es de 0,045 – 7,3 kg/planta

Mediana de referencia: 0.76 kg.

b. Características del fruto fresco

Color de fruto maduro: El color predominante cuando el fruto está en madurez fisiológica es de rojo.

Forma de fruto: Es un fruto pequeño de forma elongada.

Longitud del fruto: La longitud del fruto promedio es de 2,4 cm.

Diámetro del fruto: Diámetro promedio del fruto es de 0,6 cm.

Peso del fruto: Peso promedio del fruto es de 0,5 g

3.2.4. Ají escabeche (*Capsicum baccatum*) (Libreros *et al.*, 2013)

a. Características principales

Es un ají característico del Perú, muy sabroso y aromático, su coloración fluctúa entre el amarillo y el anaranjado, posee un aroma muy característico

y su picor a diferencia de otros ajíes, no es tan intenso sino que se mezclan entre lo picante y lo dulce.

b. Descripción del fruto

Apariencia: Forma larga y delgada. Pulpa de color amarillo, naranja o verde y posee semillas de color cremoso o blanquecino.

Textura: Carnosidad firme y fresca, de sabor picante.

c. Usos

Alimento: El fruto se usa como condimento por su sabor picante, como verdura en ensalada, y como base para la preparación del ají de gallina, papa a la huancaína, salsa de ocopa, cauchi de queso, escabeche y varios platos más.

Medicinal: Analgésico odontológico; picaduras de abejas, avispas, arañas y alacranes; tratar orzuelo, reumas, amigdalitis, hemorroides externas, hipo rebelde, galactóforo, contra los sabañones, antigripal y sudorífico.

Ornamental: Una vez secados los frutos son utilizados como adornos de cocina.

3.2.5. Ají pimiento (*Capsicum annuum* L) (Fornaris, 2005)

a. Características principales

Pertenece a la familia de las Solanáceas, específicamente al género *Capsicum*. Las Solanáceas constituyen una familia que incluye alrededor de 75 géneros y unas 2.300 especies. Las plantas de esta especie son de tipo herbácea, la característica principal del fruto es que posee cuatro lóbulos vacíos por dentro, esto se observa haciendo un corte de manera transversal al fruto.

b. Su mejor época

Es una especie que se adapta bien a altas temperaturas sin embargo son sensibles a bajas temperaturas, por eso el cultivo en campo abierto se desarrolla en el periodo de verano a otoño. Pero en condiciones controladas de invernadero se puede cultivar todo el año.

3.3. Hidroponía bajo invernadero

Debe cumplir las siguientes condiciones:

a. Luz

Esta tiene un efecto directo en la fenología del cultivo que se instala bajo condiciones de invernadero, al instalar un invernadero se busca la mayor eficiencia de paso y distribución de luz, se puede lograr en invernaderos curvos de tipo capilla que se hayan construido con materiales de menor grosor posible, tal es el tipo arco con tubos de hierro galvanizado. Otro factor importante ubicación de las plantas con respecto a la homogeneidad en la radiación solar, para evitar variantes en el desarrollo de la productividad del invernadero (Barrera y Rodríguez, 2006).

b. Temperatura

El valor de la temperatura puede considerarse como un factor limitante o estimulante de los procesos fisiológicos, estos valores son propios de cada especie vegetal y son parámetros bien definidos cuando se necesita tener en cuenta cuando se va a seleccionar una especie para trabajar en invernadero (Barrera y Rodríguez, 2006).

c. Humedad

El aire contiene en forma constante vapor de agua, se denomina humedad relativa al porcentaje de vapor de agua que en un volumen de aire (m³) puede contener, esta humedad es directamente proporcional a la temperatura interna del invernadero, así la cantidad de vapor de agua será mayor a temperaturas altas, lo cual beneficia la aparición de plagas y enfermedades causadas por hongos y bacterias (Barrera y Rodríguez, 2006).

d. Manejo de plantación bajo invernadero

La densidad de siembra de las plantas debe ser las recomendadas por investigaciones similares, para no generar microclimas que favorezcan el ataque de plagas y enfermedades, para permitir el libre desplazamiento del personal sin dañar los órganos de las plantas, para permitir el adecuado ingreso de la luz solar,

etc. ya que de no realizar una adecuada densidad se estaría bajando la productividad y aumentando costos (Barrera y Rodríguez, 2006).

e. Técnica de la poda para el manejo de la plantación

Consiste en quitar los brotes laterales de manera sistemática, antes que se presente un grado de desarrollo que comprometa la distribución de asimilados. En lo que respecta al número de frutos, la forma simple de ramificación es dominante sobre la doble. La reducción de yemas laterales es importante en el tutorado debido a que la planta requiere de gran fuerza de trabajo cuando los frutos esta maduros.(Barrera y Rodríguez, 2006).

f. Manejo de plantación con sistemas de tutores

En ajíes de crecimiento indeterminado, los ciclos de productividad suelen extenderse hasta 6 meses o más. Esta situación exige descolgar los tallos con frecuencia en torno a una vez por semana. Esta labor se facilita utilizando las perchas o ganchos con rafia de polietileno que sirve para tuturar las plantas. Los tallos van circulando la doble línea de cultivo, de manera que las flores y frutos en desarrollo reciban el aporte conveniente de luz. En algunos casos, las plantas pueden alcanzar una longitud superior a los 15 metros (Zapata, 1995)

g. Fertilización química

Fertirriego

El fertirriego es un avance tecnológico aplicado a la producción agrícola que busca resolver dos requerimientos fundamentales de las plantas: la fertilización y el riego. Básicamente, es el proceso por el cual los fertilizantes son aplicados junto con el agua de riego, con gran ventaja para que los nutrientes sean aprovechados rápida e íntegramente por las plantas. La difusión de su uso promete mejorar cada vez más la producción de frutas, hortalizas, flores y plantas ornamentales (Bareiro, 2014).

Solución nutritiva

La solución nutritiva se aplica a todos los riegos sin alternancia con solo agua. La concentración del fertilizante varía según el estado fenológico de la planta y

las condiciones del clima. Una solución nutritiva (SN) consta de agua con oxígeno y de todos los nutrimentos esenciales en forma iónica y, eventualmente, de algunos compuestos orgánicos tales como los quelatos de fierro y de algún otro micronutriente que puede estar presente (Steiner, 1968). Una SN verdadera es aquélla que contiene las especies químicas indicadas en la solución, por lo que deben de coincidir con las que se determinen mediante el análisis químico correspondiente (Favela *et al.*, 2006).

Macroelementos

Los macro elementos intervienen, aunque no exclusivamente, en la estructura de moléculas, lo cual implica su necesidad en grandes cantidades. La falta de uno o varios de estos elementos puede causar un pobre crecimiento o hasta la muerte de las plantas (El Herald, 2014).

Microelementos

Son un grupo de elementos químicos necesarios para el buen desarrollo de la planta (Etchevers, 2004).

Tabla 1: Microelementos y sus funciones

Macroelementos	Función en la planta
Nitrógeno (N)	Formación de órganos vegetativos de la planta, la deficiencia de este elemento produce floración tardía y disminución en el peso de los productos (Etchevers, 2004)
Fósforo (P)	Enraizamiento y floración de la planta (Mendoza E. , 2006).
Potasio (K)	Formación de tallos y frutos, aumento de sustancias sólidas, colocación y brillantez de los frutos. En el tomate acumula cantidades de azúcares (Contreras, 2006).
Calcio (Ca)	Evita la necrosis apical generados por salinidad o irregularidades en los riegos (Ferre, 2010).
Azufre (S)	Crecimiento de la planta, desarrollo de proteínas y semillas. Formación de ácidos amínicos, vitaminas y clorofila (Mendoza, 2006).

Magnesio (Mg)	Importante en la etapa de floración y amarre de flores, su deficiencia presenta clorosis intervenal y palidez del color de los frutos en desarrollo (Reyes, 2002).
Microelementos	
Boro (B)	Importante para la polinización adecuada, además favorece el cuajado de flores, frutos y el desarrollo de semillas (Berenguer, 2003).
Manganeso (Mn)	Actúa como catalizador de las acciones enzimáticas y fisiológicas. Fomenta resistencia contra plagas y enfermedades (Liñan, 2010).
Zinc (Zn)	Está ligado al desarrollo y expansión foliar y en el proceso de fotosíntesis. Su deficiencia produce clorosis intervenal (Bastida, 2001).

3.4. Plagas y enfermedades en el cultivo de ajíes

3.4.1. Principales plagas en ají

a. Pulgones (*Mysus* sp, *Aphis* sp,)

Los pulgones o áfidos son insectos que causan serios problemas a la agricultura, debido a que son polívoros se les puede encontrar atacando varios cultivos agrícolas, estos insectos fitófagos se les puede encontrar alimentándose en ciertas partes de la planta como (raíces, tallos, hojas, flores y frutos), Al absorber la savia de las plantas provocan debilitamiento generalizado, que se manifiesta en un retraso en el crecimiento y amarillamiento de la planta, lo cual está en relación con la población de pulgones que soporta. Durante la alimentación, los pulgones inyectan saliva que contiene sustancias tóxicas ocasionando deformaciones de hojas, como enrollamiento y curvaturas (Simbaqueba *et al.*, 2014).

b. Mosca blanca: *Trialeurodes* sp

Las moscas blancas son insectos que causan serios problemas en invernadero y se ven a menudo en tomates, cucurbitáceas, pepinos, lechuga, y ajíes. Estos insectos son blancos pulverulentos, de aproximadamente 1/12 de pulgada de largo, revolotean desde la parte inferior de las hojas cuando

las plantas son perturbadas. La superficie inferior de las hojas puede estar infestada con todas las etapas de la mosca blanca. La hembra de estos insectos succionadores de savia puede poner 150 huevos a razón de 25 por día. Después de tres mudas larvales, se forma la etapa pupal, de la cual emerge el adulto. El ciclo de vida entero toma 21-36 días, dependiendo del ambiente del invernadero. Las especies de mosca blanca se desarrollan enteramente en la parte inferior de las hojas. Su ciclo de vida puede ser tan corto como 20 a 25 días. También señalan que las moscas blancas reducen los rendimientos al extraer agua, fotosintatos y aminoácidos de la planta. Además, la mosca blanca excreta una miel que cubre la superficie foliar, que fomenta el crecimiento del moho gris o fumagina y reduce la fotosíntesis de las plantas (Nasruddin & Mound, 2016).

c. Arañuela roja (*Tetranychus urticae*)

Es de pequeño tamaño, mide aproximadamente 0,6 mm; se puede reconocer su presencia a simple vista como pequeños puntos rojizos en las hojas o en los tallos. En condiciones óptimas de temperatura (23-30°C), desarrollan su ciclo (Huevo-Larva-Protoninfa- Deutoninfa-Adulto) entre 8-14 días. Cada hembra puede vivir 20-28 días y en ese período coloca 100 – 200 huevos. Las abundantes colonias de arañuela roja viven generalmente agrupadas en el envés de las hojas. Producen hilos de seda en gran cantidad, que le sirven de protección frente a enemigos naturales y controles químicos con acaricidas, el daño que producen estos ácaros son penetrar la epidermis y extraer la savia del envés de las hojas. El follaje infestado adopta pronto un aspecto blancuzco o bronceado. Las hojas ligeramente infestadas muestran manchas o erupciones pálidas transparentes; cuando éstas son gravemente infestadas se tornan completamente pálidas y se secan. El envés de las hojas se ve recubierto de tejido sedoso sobre el cual los ácaros se arrastran. Las hojas infestadas pueden estar recubiertas de estas telarañas. Una revisión minuciosa revela a los ácaros adultos en las hojas, aunque son las larvas quienes inician los daños (Carrera, 2013).

3.4.2. Principales enfermedades en ají

a. Complejo pudrición de plantulas o Damping off

Productores de hortalizas (2004) menciona que el damping off es causado por el complejo de hongos (*Pythium* sp, *Fusarium solani* (Mart.), *Rhizoctonia solani* J.G.). También resalta que este complejo de hongos ataca a plantas que tienen un mal manejo en semilleros o inmediatamente después del trasplante, bajo condiciones de humedad excesiva.

La sintomatología de este complejo de hongos generalmente se presenta con una gran destrucción de tejidos, produciendo un amarillamiento de las hojas, doblamiento del tallo y finalmente muerte de la planta.

Como parte de las estructuras reproductivas de los hongos quedan en el suelo, una alta humedad, especialmente en períodos largos, favorece el incremento de la infección en las raíces y los tallos en todos los estados de desarrollo de los cultivos, este complejo de hongos ataca a una amplia gama de cultivos y en invernadero se crean ambientes favorables para su desarrollo.

b. Mancha bacteriana

Carrera. (2013) menciona que los síntomas de la mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. vesicatoria), se desarrollan de 5 a 15 días después del inóculo, siendo la temperatura óptima de 20 C°, en el que los daños son más agresivos. A su vez menciona que el daño empieza en el envés de las hojas con presencias de manchas pequeñas, generalmente angulares y húmedas al principio, luego a lo largo de su desarrollo toman formas circulares e irregulares, con márgenes amarillos, translúcidas y centros pardos y finalmente se tornan apergaminados.

En consecuencia, al ataque de dicha enfermedad, las hojas afectadas pueden amarillear y caerse. En el tallo se forman pústulas negras o pardas y abultadas. Los trasplantes infectados en el campo normalmente pierden todas las hojas a la vez, menos las superiores.

c. Antracnosis del pimiento

Antracnosis (*Colletotrichum capsici*, *C. gloeosporioides*, *Colletotrichum* sp.) produce manchas circulares en los frutos. Es una enfermedad que ocurre cada día con más frecuencia en toda zona donde se cultiven ajíes a nivel mundial. Puede representar un problema más severo en los campos donde se emplea riego elevado (por aspersión). La infección tiene lugar durante periodos de riego excesivo o lluvia sobre frutos inmaduros, aunque los síntomas no se manifiestan hasta que el fruto madura en su color final. Temperaturas en torno a los 27° C son las óptimas para el desarrollo de esta enfermedad, pero la infección ocurre en temperaturas tanto superiores como inferiores.

Los síntomas se pueden apreciar al principio con magulladuras acuosas pequeñas que se extienden con rapidez. La lesión en su completa magnitud es profunda y de colores rojo oscuro a bronce o negro. A medida que la infección avanza, aparecen esporas color salmón dispersas o en anillos concéntricos en las lesiones. Dado que esta enfermedad ataca al fruto inmaduro, la infección tiene lugar en el campo, pero a menudo se manifiesta en el periodo de pos cosecha (productores de hortalizas, 2004).

d. Seca o tristeza del chile

Esta enfermedad es causada por el hongo (*Phytophthora capsici*) se origina en el suelo y se desarrolla rápidamente en condiciones húmedas y templadas. Puede atacar tanto plántulas como plantas maduras, dependiendo la severidad de varios factores como condiciones climáticas, cantidad de inóculo, variedad del cultivo, estado vegetativo de la planta, etc. *Phytophthora capsici* puede ser responsable de varios desórdenes que van desde la marchitez de la hoja, hasta la pudrición del fruto o de la raíz. La planta sobre la tierra manifiesta una marchitez irreversible, sin previo amarillamiento. En las raíces se produce un moho que se manifiesta con un engrosamiento y chancro en la parte del cuello. Es posible confundir los síntomas con la asfixia radicular. Presenta zoosporas que son diseminadas por el agua de riego (Carrera, 2013).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Lugar de ejecución

La investigación se realizó en el invernadero de la estación experimental del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, en el distrito de Huambo, ubicado en las coordenadas $6^{\circ} 20' 10''$ S, $77^{\circ} 27' 58''$ O, (Figura 1), a una altitud de 1630 m.s.n.m y una temperatura 18° C, en la provincia de Rodríguez de Mendoza.

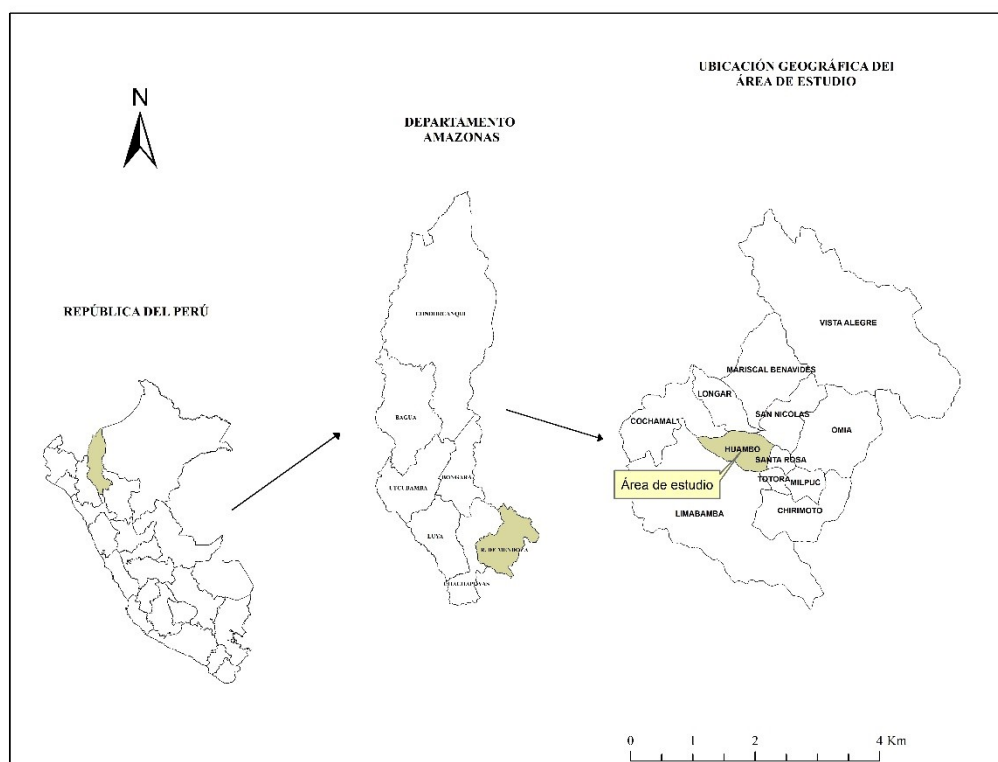


Figura 1: Ubicación geopolítica del distrito de Huambo /provincia de Rodríguez de Mendoza, Amazonas

En dicho invernadero se trabajó con mangas plásticas y sustrato de 75% de paja de arroz y 30 % de arena de río, las plantas se alimentaron con fertilizante hidropónico, según necesidad del cultivo del cultivo (Ver fotografías 1; 2 del anexo)

4.2. Materiales y equipos utilizados

Materiales

- Marcadores Acrílicos
- Tijeras podadoras
- Bandejas cosechadoras
- Cintas másketing
- Tanque pvc de agua de 1100 litros
- Solución de nutrientes (solución hidropónica macronutrientes)
- Solución de nutrientes (solución hidropónica micronutrientes)
- Manga de plástico blanco de 20" x 0.04 mm (150 m)
- Manguera negra de jebe x 1/4" (100 m)
- Micro manguera para riego presurizado (150 m)
- Gancho metal para fijar tutorado (220)
- Cordel de nylon mediano grosor para guiado de plantas (2)
- Clip plástico para sujetar los tallos (1 millar)

Equipos

- Cámara fotográfica
- Microscopio
- Medidor de pH
- Estufa
- Refrigeradora
- Balanza gramera portátil
- Electrobomba de 2 HP
- Estereoscopio.

4.3. Diseño de la investigación y distribución de unidades experimentales

Se trabajó con un diseño completo al azar, teniendo en total 180 plantas, constó de 5 tratamientos con 3 repeticiones cada uno haciendo un total de 12 unidades experimentales (Figura 2) (cada unidad experimental representó plantas de una variedad de ají). Se evaluarán 4 plantas por tratamiento y repetición (Figura 3).

✓ Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : representa la j-ésima observación del i-ésimo tratamiento

μ : Efecto de la media general

T_i : Efecto del i-ésimo tratamiento

E_{ij} : Efecto aleatorio (error experimental) que pertenece a la Y_{ij} observación de la variable respuesta con i-ésimo tratamiento, j-ésimo tratamiento

Para $i = 1, 2, 3, \dots, 5$ tratamientos y $j = 1, 2, 3, \dots, 5$ repeticiones.

✓ Análisis de varianza

Prueba de hipótesis

La hipótesis para tratamientos

H₀: $T_1 = T_2 = T_3 = \dots = T_5$

H_a: $T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq \dots \neq T_5$ para $i = 1, 2, 3, \dots, 5$ tratamientos.

Nivel de significación: $\alpha = 5\%$

Tabla 2: Cuadro ANVA

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fc
Tratamiento	SC tratamiento	t-1	CMT	CMT/CME
Error	SC error	$\sum_{i=1}^t (n_i - 1)$	CME	
Total	SC total	$\sum_{j=1}^t (n_i - 1)$		

Fuente: Cuadro ANVA (Torres E. A., 2013.)

4.3.1. Población, muestra y muestreo

Población: Está conformada por 180 plantas, de las 5 variedades de ají incluidas en el presente experimento, fue desarrollado en la estación experimental del INDE-CES sede Huambo.

Muestra: La muestra fue de 04 plantas por unidad experimental

Muestreo: Se realizó un muestreo no probabilístico, los plantones por tratamiento fueron elegidos al azar.

4.3.2. Procedimientos

Características del campo experimental

En esta investigación se trabajó con un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 5 tratamientos y 3 repeticiones 12 sub-muestras por repetición dando un total de 36 sub-muestras u observaciones por tratamiento, que fueron los plantones de las 5 especies de ají. En total se tendrá 180 plantas.

Descripción de los tratamientos

Tabla 3: Descripción de tratamientos aplicados

Tratamiento	Especie	Nombre científico
T1	Ají pimiento	<i>Capsicum annuum</i>
T2	Ají escabeche	<i>Capsicum baccatum</i>
T3	Ají charapita	<i>Capsicum chinense</i>
T4	Ají pucunucho rojo	<i>Capsicum chinense</i>
T5	Ají malagueta	<i>Capsicum frutescens</i>

4.3.3. Croquis de distribución de los tratamientos

Cada tratamiento, estuvo representado por mangas plasticas de 0.90 m de largo por 0.30 m de largo y en cada manga plastica se instalo 2 plantas de ají (figura 2).

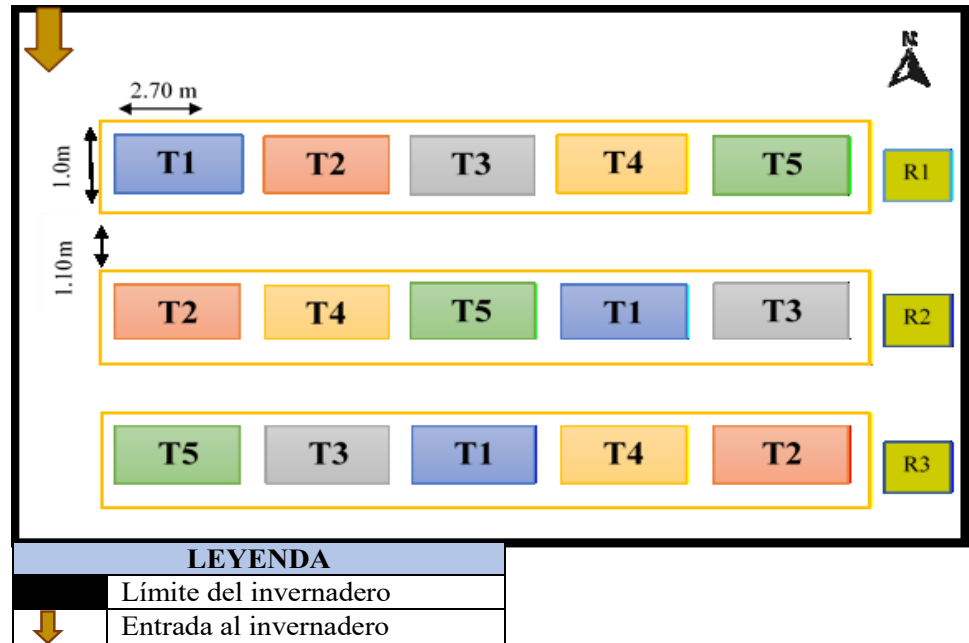


Figura 2: Croquis de la distribución de tratamientos /Estación Experimental INDES-CES /Huambo

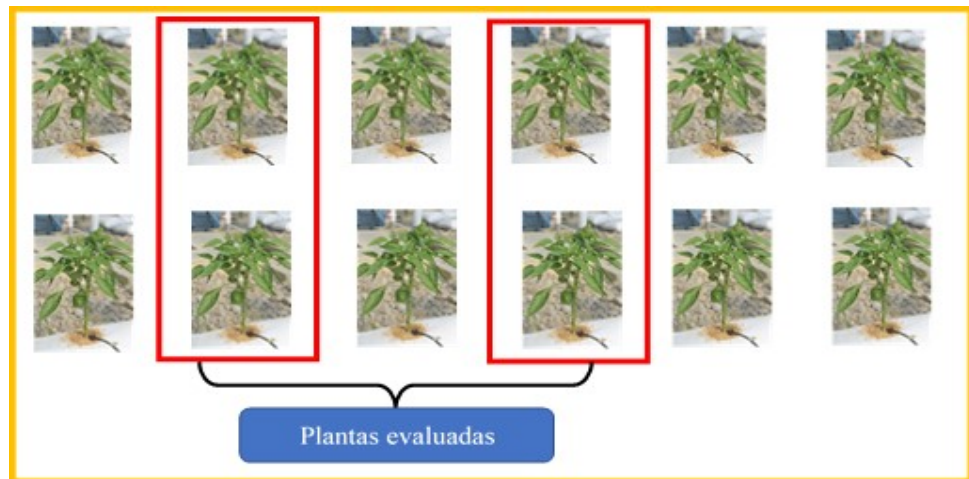


Figura 3: Detalle de la unidad experimental y de las plantas evaluadas

4.4. Conducción del experimento.

a. Invernadero

Se inició con el acondicionamiento del invernadero nivelación del terreno colocación de tutores, el invernadero fue de tecnología media tenía las siguientes características, tipo capilla, estructura metálica (fierro galvanizado), parte lateral tapada con malla anti áfida, parte superior plástico solar este invernadero de mediana tecnología no se controlaban ciertos factores como temperatura y humedad relativa.

b. Obtencion de la semillas

Las semillas de las especies de *Capsicum annuum* y *Capsicum baccatum* fueron comprados en una agroveterinaria, de las especies nativas se seleccionó plantas de buenas características de donde obtuvo las semillas.

c. Pregerminado

Las semillas se sometieron a un proceso de imbibición por 12 horas, se colocó cada variedad por separado en papel toalla húmeda para luego proceder a la siembra

d. Siembra

Las semillas fueron colocadas en una bandeja de germinación con su identificación por variedad, en la bandeja se colocó previamente un sustrato compuesto por (fibra de coco + turba).

e. Transplante

El trasplante se realizó en mangas plásticas de color blanco. Estas contenían como sustrato la combinación de pajilla de arroz 75% + arena 25%. En esta labor se realizó cuando las plántulas tenían una altura entre 10 a 15 cm.

f. Preparación de solución nutritiva

Se utilizó soluciones concentradas A y B, para preparar un litro de solución nutritiva se añadió 5 ml de la solución concentrada A y 2 ml de la solución concentrada B en un litro de agua, para nuestra investigación se preparó el equivalente para un tanque de 1100 litros. Esta solución preparada a partir de soluciones concentradas A y B de la solución hidropónica La Molina, es una solución hidropónica de nutrientes de nivel promedio que puede ser utilizada

para producir varios cultivos dentro de ellos los ajíes (Universidad Nacional Agraria la Molina, 2015)

Tabla 4: Sales minerales utilizadas en soluciones A y B

Solución A	Solución B	Micronutrientes
Nitrato de potasio	Sulfato de magnesio	Sulfato de manganeso
Nitrato de amonio	Quelato de hierro	Ácido bórico
Superfosfato triple	Solución de micronutrientes	Sulfato de Zinc Molibdato de amonio

Fuente: Universidad Nacional Agraria la Molina

g. Riego

Se realizó un sistema de riego por goteo, a través de goteros autocompensantes, impulsados por una motobomba con capacidad de 2.5 HP, donde se realizó un ferti-riego con macro y micronutrientes divididas en solución A y B. Se regó con una frecuencia de 2 veces al día, el tiempo promedio de cada riego, fue de 5 minutos con un caudal de 0.225 litros por segundo, se usó una cantidad de 0.068 m

h. Deshierbos

Durante el desarrollo del cultivo, se presentaron algunas malezas, las cuales se eliminaron manualmente para evitar la competencia por agua y nutrientes con las plantas de ají.

i. Entutorado

Se colocaron estructuras metálicas en forma de “T” en la parte frontal y posterior a la distribución de las mangas, y en la parte superior fueron fijados horizontalmente dos hileras de alambres galvanizados con separaciones de 60 cm entre ellas. Las plantas de ají se sujetaron con clips de tutorado y con una cuerda se ataron verticalmente en los alambres galvanizados, para prevenir el acame de éstas, generados por el peso de los frutos.

4.5. Evaluación de variables.

4.5.1. Evaluación de incidencia de plagas y enfermedades

Evaluación de plagas

Para esta variable se tomaron 4 plantas elegidas al azar, el muestreo de pulgones se realizó un conteo de pulgones adultos de un área de $\frac{1}{2}$ pulg² de cada 4 hojas por planta respectivamente, adaptado de la metodología utilizada por Belmontes & Castañeda Cabrera (2015).

Evaluación de enfermedades

Para determinar la incidencia de enfermedades se hizo una evaluación simple donde se contabilizó la proporción de plantas enfermas “(el número o proporción de plantas, hojas, tallos y frutos que muestren cualquier tipo de síntomas)” descrito por Agrios (1995)

4.5.2. Identificación de plagas

a. Recolección de muestras

La colecta de insectos que afectaban a las hojas se realizó de manera manual y se colocó en envases herméticos con su respectiva codificación y fecha de recolección, estas muestras fueron trasladadas al laboratorio de sanidad vegetal LABISANV. Para su respectiva identificación.

b. Caracterización e identificación de género

La caracterización e identificación de género se realizó en el laboratorio de Investigación en Sanidad Vegetal. Los especímenes colectados fueron colocados en cámaras letales con la finalidad de dar muerte al insecto, conservando la estructura completa, de esta forma facilitar su identificación. Pertinentemente se observó las características morfológicas para su respectiva identificación según claves taxonómicas descritas por Cabello *et al.* (1997), Simbaqueba *et al.* (2014) y Navarro y Ferran (2014).

4.5.3. Identificación de enfermedades

a. Recolección de muestras

Se extrajeron hojas, frutos y raíces de plantas afectadas que reunieron ciertos signos y síntomas, que indicaban presencia de la enfermedad. Los materiales a utilizar para cortar se esterilizaron con alcohol y las muestras vegetales se envasaron en bolsas de papel para que el exceso de humedad sea absorbido por el papel. Posteriormente se procedió a en un envase de plástico con su respectiva codificación y se trasladó inmediatamente al laboratorio para proceder con el trabajo en el mismo (Tomalo, 2015).

b. Aislamiento en medio de cultivo

Se procedió a tomar porciones de tejido enfermo para desinfectarlos en alcohol a 75°C, se lavó dos veces con agua desmineralizada y se eliminó los excesos de esta, y al final se coloca en el introdujo en una caja de petri estéril con PDA (Tomalo, 2015).

c. Incubación

La incubación se realizó a 23,5 °C en una incubadora, por el lapso de 7 días según el desarrollo del micelio del hongo (Tomalo, 2015).

d. Caracterización morfológica

Se procedió a separar las estructuras del hongo de la placa Petri haciendo uso de una tira de cinta adhesiva de 4 cm. Con el lado adhesivo se pegó con mucho cuidado una pequeña muestra de la colonia del hongo a estudiar, después se adicionó una gota de agua destilada sobre el portaobjetos y se pegó la cinta sobre el portaobjetos para luego ser observado en el microscopio con un aumento de 4x, 10x, 20x y 100x.

Para la respectiva caracterización se tomó en cuenta las características más importantes de los hongos descritos por Agrios (1995), sus esporas y cuerpos fructíferos (o estructuras portadoras de las esporas) y, hasta cierto grado, las características de su soma (plasmodio o micelio). Estos órganos se examinaron directamente en el microscopio compuesto, también se consideró la forma de

los conidios y conidióforos descritos por Ellis (1971) y Barnett y Hunter (1998).

4.5.4. Comportamiento fenológico de los ajíes

a. Días a la emergencia

Se contabilizó el número de días desde la colocación de las semillas en las bandejas germinadoras con sustrato, hasta el 100 % de elongación del hipocotilo de las semillas.

b. Días a la floración

Se tomaron datos del número de días desde el trasplante hasta la floración de cada especie. Este dato se tomó cuando más del 50 % de plantas evaluadas se encontraron en estado de floración.

c. Días a la cosecha

Se tomó dato del número de días desde el trasplante hasta la madurez de cada especie. Este dato se tomó cuando el 80 % de los frutos de las plantas evaluadas se encontraban en madurez fisiológica.

4.5.5. Rendimiento como respuesta a cultivo en invernadero

a. Altura de la planta

Con ayuda de una wincha, se midió desde el cuello de la planta hasta el ápice principal, dicha medición se realizó cada 15 días luego del trasplante hasta el inicio floración.

b. Rendimiento total por planta y tratamiento

En cada cosecha se pesó en una balanza de precisión los frutos de ají tanto por planta y por especie, a fin de estimar el rendimiento total.

4.6. Análisis de datos

La identificación se realizó por observación y comparación, los datos de las variables agronómicas obtenidos se analizaron bajo un diseño completo al azar. Se inició realizando la prueba de contraste de normalidad de Shapiro Wilk, dado que se tuvo menos de 50 observaciones por tratamiento, una vez que se probó la normalidad de los datos se realizó el análisis de varianza (ANVA) al 5% de significación; la interacción entre los factores se realizó mediante la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($\alpha \leq 5\%$) y se procesaron mediante el programa estadístico SPSS versión 23.0 de prueba

V. RESULTADOS

5.1. Identificación de plaga y enfermedades.

5.1.1. Identificación de plaga 1

Los resultados encontrados indican la aparente presencia de una sola plaga las muestras llevadas a laboratorio y observados al estereoscopio, describieron las siguientes características o llaves: insectos ápteros de color , tamaño de 1 a 10 mm, color verde amarillento claro, alados y con cabeza y tórax oscuro, una cabeza de tipo opistognata con aparato bucal dirigido hacia abajo y hacia atrás, filiforme tubérculo antenal bien desarrollado con el lado interior ligeramente divergente, patas de tipo caminador, tibias más largas que fémures, alas membranosas y sifones largos y convergentes con ápice oscuro (Simbaqueba, Serna, & Posada Flórez, 2014); (Ortego, Difabio, & Mier Durante, 2004); (Figura 4A,4B,4C,4D y 4E)

Por otro esta plaga se presentó solo en la etapa de fructificación. Con mayor incidencia en la especie de ají pimiento. Como síntomas ocasionados de insectos de color verduzco al alimentarse de los órganos en desarrollo de las plantas se notó un retraso en el crecimiento de órganos vegetativos y el amarillamiento de la planta, lo cual estuvo en función de la cantidad de individuos que soportaba la planta. Se observó además deformaciones de hojas como enrollamientos y curvaturas (Figura 4A).



Figura 4: Características de los áfidos de color verde (tubérculo antena desarrollado, antenas ligeramente convergentes) (A) Adultos alados de (color oscuro) (B) Adulto alado (tórax de color negro, de apariencia coriácea)(C) Adultos ápteros de (cuerpo color verde- amarillento a veces rosáceo) (D) ápice de sifones color oscuro (E)

5.1.2. Identificación de enfermedad 1

Síntomas

En campo se observó pudrición con mayor presencia en frutos maduros para el ají pimiento. Al principio se presentaron manchas superficiales blandas, aguanosas, ligeramente decoloradas y de tamaño variable, luego estas manchas se empezaron a hundir con rapidez y a descomponer parte del fruto. Poco después, un moho blanco comenzó a crecer sobre la superficie de la cáscara del fruto, cerca de la parte central de la mancha (Figura 5A). Posteriormente el hongo prosiguió su desarrollo y produjo esporas, el área esporulante tuvo un color verde azulado. Para saber de qué enfermedad se trataba, se llevaron muestras de frutos al laboratorio.

Signos

Por otro lado los tejidos vegetales se llevaron a laboratorio, donde se realizó un cultivo puro observándose en la placa petri la presencia de una colonia de coloración blanco cremosa (Figura 5 (B)) luego se observó con la ayuda de un microscopio invertido conidios esféricos, fiálides ampuliformes y estipe liso ramificado; células fialidas dispuestas estrechamente en una cabeza en forma de cepillo, conidióforos que surgen del micelio solos, ramificados cerca del ápice, peniciliados, que terminan en un grupo de fialidas (Barnett, H y Hunter, B, 1998); (Figura 5 (C) y (D)).

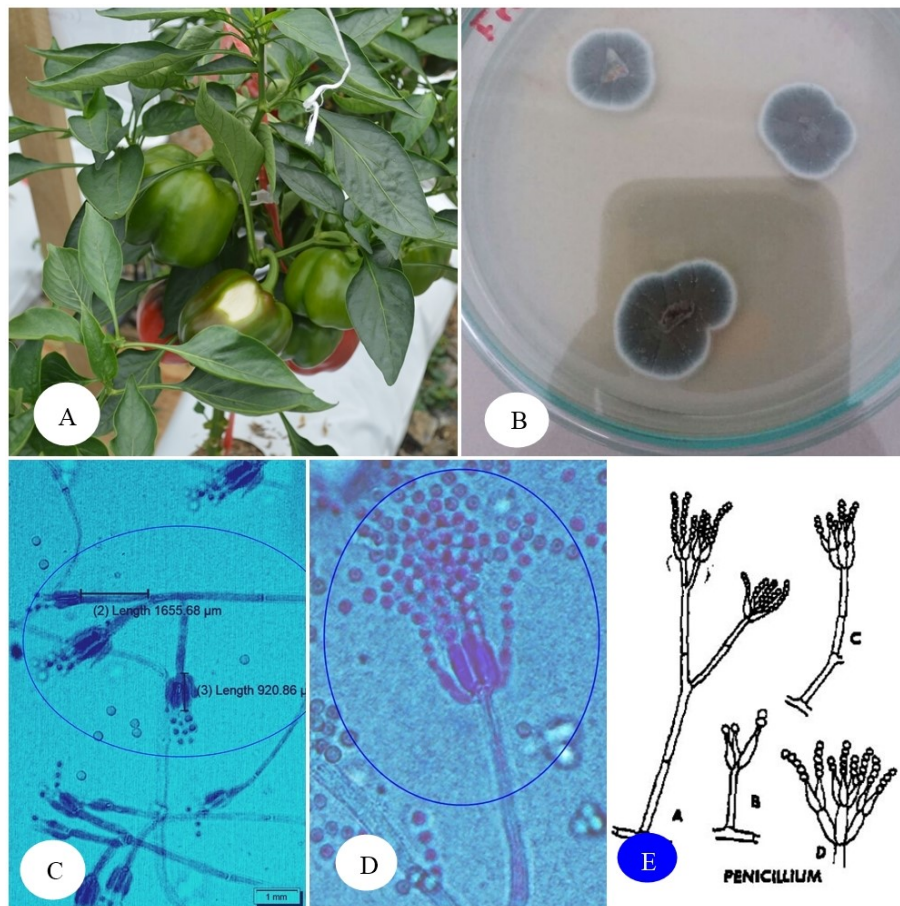


Figura 5: Síntomas de la enfermedad pudrición de fruto del ají Pimiento *Capsicum annuum* (A) Desarrollo del hongo fitopatógeno en medio de cultivo (B) Órganos reproductores del hongo fitopatógeno aislado, observadas en microscopio invertido del Laboratorio de Fitopatología y Entomología de la UNTRM (C) y (D) Estructura del hongo agente causal de pudrición de frutos según Barnett, H y Hunter, B. (1998) (E)

5.1.3. Identificación de enfermedad 2

Síntomas

La sintomatología en campo se pudo observar en la etapa de fructificación, fue pudrición de raíces, esta enfermedad se presentó solo para el ají pimiento. El primer síntoma mostrado fue el amarillamiento de las hojas basales. Posteriormente se secaron, pero siguieron adheridas a las plantas. Este síntoma fue progresando hacia la parte superior de la planta. Al comienzo las plantas mostraron marchitez en las horas más calurosas del día, recuperándose al final de este, pero finalmente se marchitan y mueren.

Signos

Los órganos vegetales afectados por la enfermedad se llevaron a laboratorio, donde se realizó un cultivo puro y se observó con la ayuda de un microscopio invertido la presencia de una colonia blanca (Figura 6 (B)), conidios fialosporas-hialinos de dos tipos: macroconidias y microconidias, conidióforos simples y ramificados y un micelio extenso y similar al algodón (Figura 6 (C) y (D)).

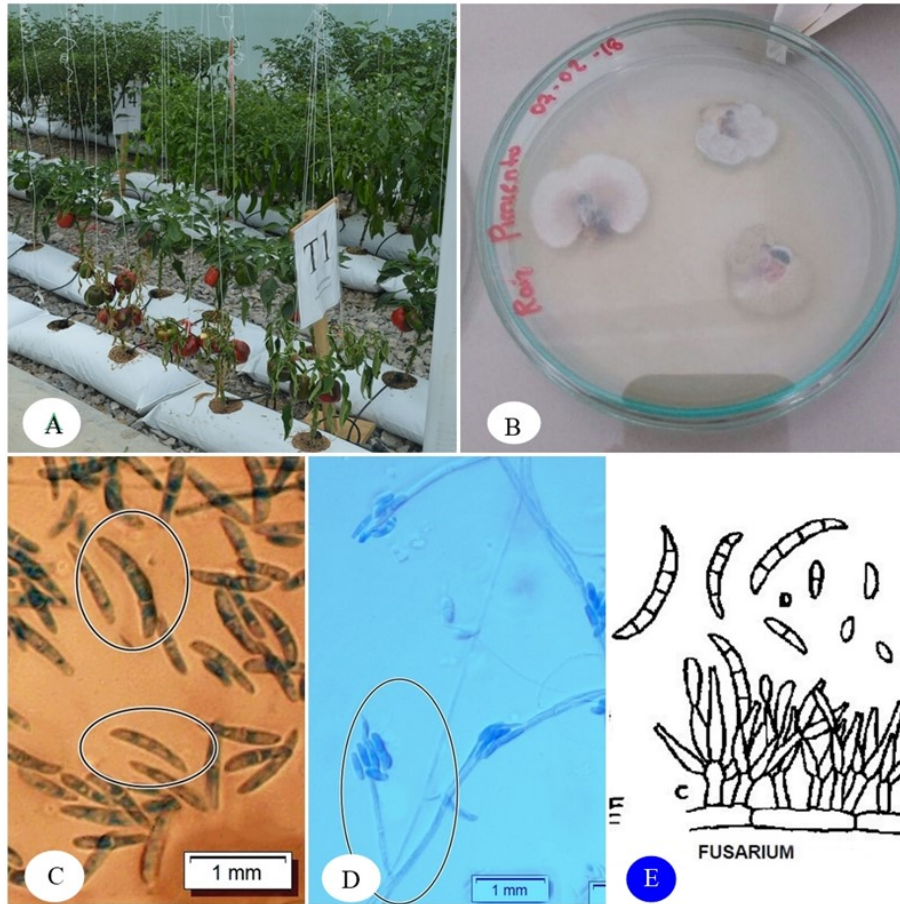


Figura 6: Pudrición de raíz en *el* ají pimiento *Capsicum annuum* (A) Desarrollo del hongo fitopatógeno en medio de cultivo (B) Estructuras del hongo fitopatógeno observadas en microscopio invertido del Laboratorio de Fitopatología y Entomología de la UNTRM (C) y (D) Estructura del hongo causante de pudrición de raíz según Barnett, H y Hunter, B. (1998) (E)

5.2. Incidencia de las principales plagas y enfermedades en *Capsicum* sp.

5.2.1. Incidencia de pulgón.

Luego de realizar la evaluación de la incidencia de plagas, solo se reportó al pulgón verde. Esta plaga se presentó en las cinco especies de ají (Figura 4).

Los resultados fueron sometidos a un ANVA (tabla 5) y se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, ello indicó la necesidad de realizar la prueba de comparaciones múltiples de Tukey (0.05) la cual mostró que fue el tratamiento T1 (ají pimiento) es el que tuvo mayor incidencia (34.167) y fue estadísticamente diferente del resto de variedades; de otro lado, fue el

tratamiento T5 (ají pipi de mono), el que tubo menor incidencia de pulgón con 1.083, mostrando además ser estadísticamente diferente al resto de tratamientos (Figura 7).

Tabla 5: Cuadro ANVA para incidencia de pulgón

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadratica	F	Sig
Entre grupos	8024,454	4	2006,114	29,029	.000
Dentro de los grupos	3800,932	55	69,108		
Total	11825,386	59			

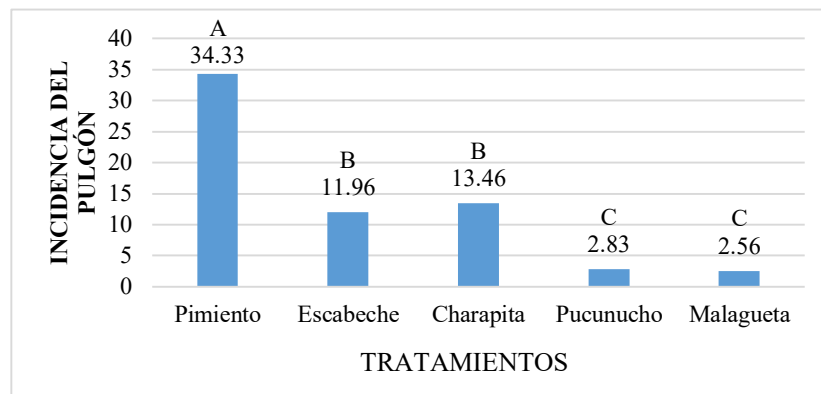


Figura 7: Incidencia del pulgón en los diferentes tratamientos en estudio

5.2.2. Incidencia de pudrición de frutos.

En cuanto a la incidencia de pudrición de frutos se registró únicamente en la especie de ají pimiento (*Capsicum annuum*) con un porcentaje promedio de incidencia del 3.8% en fruto (Figura 8). Las otras especies de ají no reportaron el ataque de esta enfermedad.

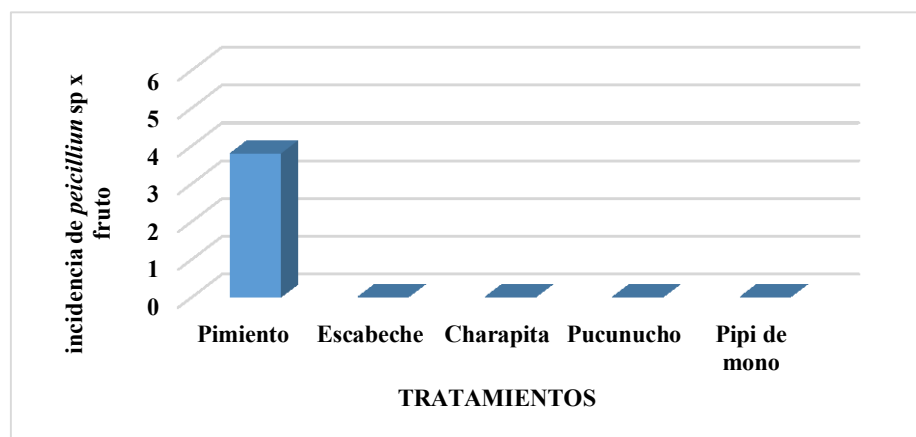


Figura 8: Incidencia de pudrición de frutos en los diferentes tratamientos en estudio

5.2.3. Incidencia de pudrición vascular.

En lo que respecta a la incidencia de pudrición vascular, solo se reportó para ají pimiento (*Capsicum annuum*) con un porcentaje promedio de incidencia del 8.3% en fruto (figura 9). Las otras especies en estudio no presentaron esta enfermedad.

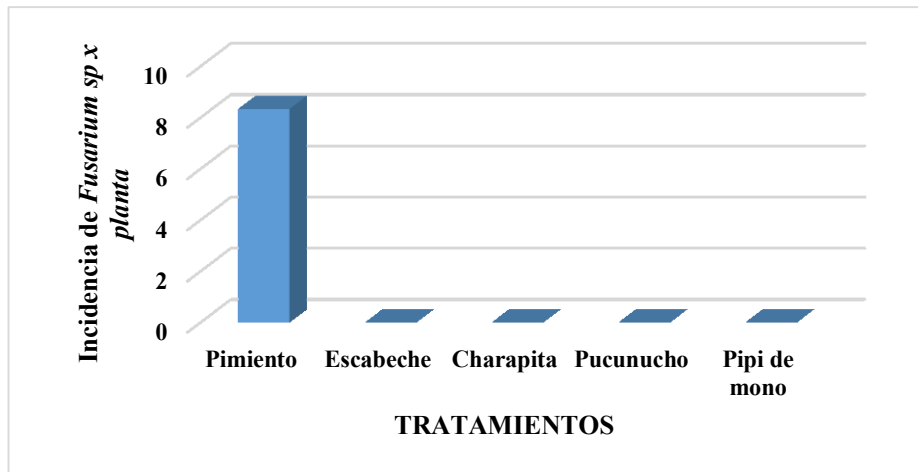


Figura 9: Incidencia de pudrición vascular en los diferentes tratamientos en estudio.

5.3. Comportamiento fenológico y rendimiento de las especies de *Capsicum sp* como respuesta al cultivo en invernadero

5.3.1. Comportamiento fenológico.

En la tabla 6 se observa el comportamiento fenológico de cada una de las especies en estudio. Se observa que con respecto a los días a la emergencia casi todas las especies presentaron la misma cantidad de días (7 a 10 días), en lo que respecta a días a la floración la más precoz fue el ají escabeche (36 días) y las más tardías fueron los ajíes pucunucho rojo y pipi de mono (83 días). Por último, en lo que respecta a la cosecha la variedad ají escabeche fue la más precoz, puesto que su cosecha fue alrededor de los 95 días.

Tabla 6: Comportamiento fenológico de las cinco especies de ají

Especie	Días a la emergencia	Días a la floración (*DDT)	Días a la cosecha (*DDT)
Pimiento	8- 10 días	55 días	113 días
Escabeche	7- 10 días	36 días	95 días
Charapita	8- 10 días	71 días	110 días
Pucunucho rojo	7- 10 días	83 días	130 días
Pipi de mono	7-10 días	83 días	130 días

*DDT (días después del trasplante)

5.3.2. Altura a la cosecha alcanzada por los ajíes en estudio.

La tabla 07 muestra los valores de altura promedio de planta alcanzados al momento de la cosecha; se observa que el (ají pipi de mono) obtuvo una mayor altura de planta (89.5 cm). Por otro lado, el ají (Charapita) alcanzó el menor tamaño de planta con un promedio de 35.2 cm. Las especies de ají pimiento, escabeche y pucunucho rojo, alcanzaron valores intermedios de 42.8, 69.2 y 83.7 cm, respectivamente.

Tabla 7: Comportamiento de crecimiento de las especies de ají

Especie	Altura total (cm)
Pimiento	42,8
Escabeche	69,2
Charapita	32,2
Pucunucho rojo	83,7
Pipi de mono	89,5

5.3.3. Rendimiento alcanzado por los ajíes en estudio

En la tabla 8 se observa el rendimiento alcanzado por las especies de ají, la especie (pimiento) alcanzo un rendimiento de 675,33 gramos por planta, el ají escabeche alcanzo un rendimiento de 582,25, la especies (charapita) y (pipi de

mono) obtuvieron rendimiento de 340,08 y 300,83 gramos respectivamente, por último el ají pucunucho rojo obtuvo el rendimiento más bajo con 192,78 gramos.

Tabla 8: Rendimiento alcanzado por las especies de ají

Especie	Rendimiento (g)	Estimación toneladas por ha (t/ha)
Pimiento	675,33	45
Escabeche	582,25	39
Charapita	340,08	23
Pucunucho rojo	192,78	13
Pipi de mono	300,83	20

VI. DISCUSIONES

Respecto a la identificación de plagas en ajíes, los resultados indican la presencia de áfidos de coloración verde, que estuvieron atacando las cinco especies de ají, dentro de lo cual la especie más afectada fue *Capsicum annuum* (ají pimiento), esto coincide con lo reportado por Rodríguez (2017), quien reporta al pulgón como una de las principales plagas del pimiento en condiciones de invernadero.

Los resultados encontrados en el presente trabajo, y tras la comparación efectuada con las llaves de identificación utilizadas de Navarro Campos & Ferrán García, (2014), la especie encontrada causando daños en ají, se trataría del género *Myzus sp.*, puesto que este autor menciona que las características de este género corresponden a un cuerpo color verde claro, a veces rosáceo, sifones y cauda de color verde claro también menciona que tienen sifones largos y convergentes con ápice oscuro por otro lado refiere que es una especie polífaga, lo que podría coincidir con las características encontradas en el presente trabajo.

Por otro lado, Simbaqueba, Serna, & Posada Flórez, (2014) mencionan que las especies del género *Myzus sp.* tienen las siguientes características; adultos de color verde-amarillento claro, verde o rosáceo, cuerpo de 1.3-2.5 mm de largo. Tubérculo antenal desarrollado, con excrescencias redondeadas en el margen interior y apariencia convergente, también agrega que los adultos alados del género *Myzus sp.* poseen las siguientes características, cabeza y tórax oscuro. Dorso con algunas arrugas con apariencia coriácea, tubérculo bien desarrollado, con el lado interior ligeramente divergente, las que coinciden también con el presente trabajo.

En cuanto a la enfermedad pudrición vascular registrada solo en *Capsicum annuum* (ají pimiento), coincide con lo reportado por Pérez *et al* (2017) donde ellos señalan como principal causa de la marchitez del ají a la enfermedad pudrición vascular para cultivos a campo abierto.

Fusariosis o pudrición vascular se encuentra identificada como una de las principales enfermedades del pimiento en condiciones de invernadero y a campo abierto (Bojacá y Monsalve, 2012). La incidencia de pudrición vascular para el

ají pimiento fue de 8.3 %, este valor es bajo considerando que para condiciones de campo abierto se reportan valores del 30 a 60% (Chew *et al.*, 2008).

Cabe mencionar que luego de la comparación efectuada con las claves taxonómicas mencionadas en Barnett, H y Hunter, B. (1998), la especie encontrada causando pudrición vascular en el ají pimiento, se trataría de *Fusarium* sp, debido a que estos autores mencionan que las características de este género son: conidios de forma filamentosas-hialinas de dos tipos: macroconidias y microconidias, conidióforos simples y ramificados y un micelio extenso y similar al algodón, estas características mencionadas coinciden con las encontradas en el presente trabajo.

Asimismo, también se observó el ataque de pudrición de frutos al ají pimiento con una incidencia del 3.8%, que se considera como baja según Alemán, (2015). Sin embargo, esta enfermedad no es exclusiva de *Capsicum* sp, más bien se trata de una enfermedad con amplio rango de hospederos (Arauz, 1998). Es así como los resultados encontrados en laboratorio y efectuada la comparación con las claves taxonómicas utilizada por Barnett, H y Hunter, B. (1998), la especie encontrada causando pudrición de frutos en ají pimiento se trataría del género *Penicillium* sp, aunado a esto ellos mencionan que las características de este género son: esporulación de coloración blanquecina , conidios de forma filamentosas-hialinas de dos tipos: macroconidias y microconidias, conidióforos simples y ramificados y un micelio extenso y similar al algodón, en efecto estas características coinciden con las encontradas en la investigación.

También se agrega que el hongo *Penicillium* sp solo atacó a la especie *Capsicum annuum* probablemente al efecto de la cantidad de capsaicina que contiene el fruto de pimiento con relación a las otras especies estudiadas, sobre esto Yáñez, Balseca, Rivadeneira y Larenas (2015) trabajaron con especies del mismo género de las estudiadas por nosotros y encontraron que el (pimiento dulce) *Capsicum annuum* es la especie que contiene más baja cantidad de capsaicina en contrario de las especies *Capsicum chinense* , *Capsicum frutescens* que tienen un alto contenido de capsaicina, en efecto (Fieira, Oliveira , Calegari

Perez , Machado, & Coelho, 2012) encontró afecto anti fúngico exhibido por la capsaicina contra *Penicillium expansum* en condiciones *in vitro*.

Se hace necesario resaltar que la enfermedad pudrición de frutos causado por *Penicillium* sp podría tratarse de una infección secundaria debido a que el síntoma observado en invernadero podría tratarse de alguna injuria (quemadura de sol, deficiencia nutricional, etc.), porque es sabido que *Penicillium* sp es un hongo oportunista.

Por otro lado, con respecto a las variables agronómicas, la variable altura total se debe principalmente a que se tratan de especies diferentes de ají. Sin embargo, la altura reportada para *Capsicum annuum* (42.8 cm) es menor a lo reportado en otras investigaciones como las de Rodríguez et al. (2014) quienes reportan alturas entre 46 – 65 cm para la misma especie de ají sin embargo estas fueron cultivadas en campo abierto. Alemán et al. (2018) reportaron alturas de 136 cm para *Capsicum annuum* en condiciones de invernadero. En el caso del ají *Capsicum baccatum* la cosecha fue a los 95 días y obtuvo una altura de 69.2 cm. Estos datos son menores a los reportados por Aguilar (2016) quien reporta alturas de 139 cm y 160 días para la cosecha en condiciones de campo abierto.

En cuanto al ají charapita en esta investigación se alcanzó una altura promedio de 35.2 cm, que es superior a lo obtenido por Luna (2014) para condiciones de campo abierto en San Martín, puesto que el valor máximo de altura fue de 31.4 cm.

El rendimiento alcanzado por *Capsicum annuum* fue de 675.33 g por planta en promedio, este valor es inferior a lo obtenido por Sánchez *et al* (2017) quienes obtuvieron valores de producción de hasta 800 g por planta en invernadero bajo condiciones estrictamente controladas. Sin embargo Alemán *et al* (2018) obtuvo un rendimiento en invernadero de 612 g por planta inferior a lo encontrado. Las marcadas diferencias de los rendimientos alcanzados en estas investigaciones podrían deberse a las condiciones ambientales de cada zona de estudio, ya que en nuestra investigación la temperatura y humedad fueron variables que no se controlaron.

La especie *Capsicum baccatum* alcanzó valores de rendimiento de 582.25 g por planta, estos datos son inferiores a los obtenidos por Ríos (2017) quien obtuvo valores de 765 gramos por planta para condiciones de campo abierto. Moreno (2017) obtuvo resultados similares a Ríos (2017) con valores de rendimientos promedios de 1316 g por planta de ají cultivada a campo abierto y haciendo uso de extracto de algas marinas para la fertilización del cultivo, este rendimiento es superior al obtenido en esta investigación, pero las condiciones en la que se cultivaron es netamente costa, se tiene una diferencia marcada en rendimiento podría deberse a que este cultivo se adapta más a condiciones edafoclimáticas de costa que a condiciones de nuestro medio.

La especie ají charapita (*Capsicum chinense* Jacq.) obtuvo un rendimiento promedio de 270.78 g por planta, este valor es inferior a lo obtenido por Luna (2014), quien obtuvo un valor de 1700 g por planta. Cabe rescatar que en su caso se trataba de un cultivo a campo abierto y en otras condiciones edafoclimáticas.

Por último para las especies pucunucho rojo y pipi de mono no se encontraron investigaciones que sirvan como referencia, esto podría deberse a que se tratan de especies nativas de la zona y hay poca información disponible.

VII. CONCLUSIONES

Se reportó como principal y única plaga la presencia de pulgón verde probablemente *Myzus* sp (Familia: Aphididae)

Se reportó la presencia de *Fusarium* sp, y *Penicillium* sp, como probables agentes causales de las enfermedades pudrición vascular y pudrición de frutos respectivamente, la especie de ají pimiento (*Capsicum annuum*) cultivada bajo condiciones semicontroladas de invernadero.

El nivel de incidencia causado por pulgón verde alcanzó un promedio de 34.34 adultos en un área de $\frac{1}{2}$ pulg². Por otro lado, las incidencias de *Fusarium* sp y *Penicillium* sp, alcanzaron los 3.85 y 8.3 % respectivamente, siendo pimiento (*Capsicum annuum*) la única especie afectada.

Las variables agronómicas evaluadas en el trabajo determinan que el rendimiento por planta en gramos, la especie pimiento (*Capsicum annuum*) con un valor promedio de 0.68 kg por planta, seguido del escabeche (*Capsicum baccatum*) con 0.60 kg. Por otro lado con respecto al comportamiento fenológico se observó que el ají escabeche (*Capsicum baccatum*) mostro mayor precocidad con respecto a las especies de pucunucho rojo (*Capsicum chinense* Jack) y ají malagueta (*Capsicum frutescens* L) quienes mostraron comportamiento más tardío, con respecto a días a la germinación no existieron diferencias entre las especies.

En cuanto a altura de planta se encontraron diferencias bien marcadas entre las especies de ají, vinculado a esto las especies *Capsicum frutescens* “pipi de mono” y *Capsicum chinense* Jacq. “pucunucho rojo”, alcanzaron el crecimiento más alto, con alturas de 89.5 cm y 83.7 cm, respectivamente. Al mismo tiempo la especie *Capsicum chinense* Jacq “ají charapita” alcanzo el crecimiento más bajo con 32.2 cm.

VIII. RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar la evaluación económica de la producción de ají bajo condiciones de invernadero y en campo abierto, para evaluar la rentabilidad del cultivo.
- ✓ Evaluar el rendimiento del cultivo de ají en diferentes pisos altitudinales de la región para evaluar las especies más promisorias para cada zona.
- ✓ Realizar el diagnóstico de plagas y enfermedades de *Capsicum annuum* en condiciones de campo abierto.
- ✓ Ensayar diferentes tipos de sustratos y condiciones ambientales para ver su influencia en el rendimiento de las especies de ají.
- ✓ Evaluar el uso de controladores biológicos para las enfermedades y plaga reportada en esta investigación.
- ✓ Realizar la caracterización molecular de la plaga y las enfermedades encontradas en esta investigación para conocer con precisión de que especie se trata.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrios, G. N. (1995). Fitopatología. 2 da edición. Uteha- Noriega. 838 pp.
- Aguilar, A. (2016). Densidad de siembra en la producción y calidad de ají escabeche (*Capsicum baccatum* L. var. pendulum), en la Molina. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 94 pp.
- Alemán, R. D., Domínguez, J., Rodríguez, Y., Soria, S., Torres, R., Vargas, J. C. *et al.* (2018). Indicadores morfofisiológicos y productivos del pimiento sembrado en invernadero y a campo abierto en las condiciones de la Amazonía ecuatoriana. *Revista Centro Agrícola*, 45 (1): 14-23.
- Alemán, L. (2015). Control de las podredumbres de pimiento (*Capsicum annuum* var. California) con ácido peroxiacético. Tesis para optar el grado de ingeniera agrónoma. Departamento de Producción Vegetal, Universidad Politécnica de Cartagena. Cartagena, Colombia. 89 pp.
- Arauz, L. F. (1998). Fitopatología un enfoque agroecológico. 1era edición. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 443 pp.
- Bareiro, J. F. (30 octubre 2014). Fertirriego. Disponible en: <http://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/abc-rural/fertirriego-1300794.html>
- Barnett, H. L., & Hunter, B. B. (1998). Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Disponible en:
https://books.google.com.pe/books/about/Illustrated_genera_of_imperfect_fungi.html?id=0O4J5Onk2i4C&redir_esc=y
- Barrera F, M. A., & Rodríguez R, R. (2006). Evaluación del comportamiento de las variedades de tomate 3209 y Abigail con riego por goteo bajo invernadero. Monografía previa para optar al Título de Ingeniería en Agroecología Tropical, UNAN - león, León - Nicaragua.
- Bastida, T. A. (2001). El medio de cultivo de las plantas. Sustratos para la agricultura moderna. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

- Beatriz, N. (2015). Producción de hortalizas bajo invernaderos (fitotoldos), en la mejora de la alimentación familiar en zonas Altoandinas, Melgar, Puno Perú. En: Congreso latinoamericano de Agroecología. La Plata, Argentina. 5 pp.
- Belmontes, J. R., & Castañeda Cabrera, C. (2015). Evaluación del insecticida kensei® (clorpirifos + lamdacyhalotrina) para el control de pulgón amarillo en sorgo (*melanaphis sacchari*) en la comunidad de lazaro cardenas, texistepec, veracruz. 2015. Investigación y Desarrollo Gowan Mexicana, 4-9.
- Berenguer, J. J. (2003). Manejo del cultivo de tomate de invernadero. En curso internacional de producción de hortalizas. (J. Z. Castellanos, & J. J. Muñoz, Edits.) Guanajuato, México.
- Bojacá, C. R., Monsalve, O. (2012). Manual de producción de pimentón bajo invernadero. 1 era edición. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, Colombia. 202 pp.
- Cabello, T., Torres, M., Barranco, P. (1997). Plaga de los cultivos: guía de identificación. Almería: Universidad de Almería, servicio de publicaciones.
- Carrera, F. (2013). Invernaderos: Manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos hidropónicos en invernaderos.
- Chew Madinaveitia, Y.L., Piña Vega, A., Palomo Rodríguez, M., & Jiménez Díaz, F. (2008). Principales enfermedades del Chile (*Capsicum annuum* L.). Mexico: Sagarpa.
- Cisneros, F. H. (2010). Control de plagas Agrícolas-fascículo 13. Disponible en:
https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=18&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjam7CqqsfcAhWBxFkKHRG8BG8QFjARegQIABAC&url=https%3A%2F%2Fhortintl.cals.ncsu.edu%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Farticles%2FControl_de_Plagas_Agricolas_MIP_Ene_2010.pdf&usg=AOvVawlu49b25xN92IW95FVdTklU
- CONABIO (2008). Catálogo de autoridades taxonómicas de los hongos (Fungi) de México. Base de datos SNIB CONABIO. México. 59 pp.

- Contreras, M. E. (2006). Manejo de la nutrición en cultivos hidropónicos. Memorias (Cd). Curso teórico-práctico “Producción de Cultivos en Sistemas Protegidos en el Trópico Húmedo”. Tabasco, México.
- El Herald (2014). Minerales: Macroelementos, microelementos y oligoelementos. Disponible en: <http://elheraldoslp.com.mx/2014/11/05/minerales-macroelementos-microelementos-y-oligoelementos/>
- Elizondo, E., Monge, J. E. (2017). Evaluación de calidad y rendimiento de 12 genotipos de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) cultivados bajo invernadero en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 30 (2): 36-47.
- Ellis, M. B. (1971). Dematiaceous hyphomycetes. Commonwealth Agricultural Bureaux. Inglaterra.
- Etchevers, J. B. (2004). Manual de fertilizantes para el cultivo de alto rendimiento. (J. A. Bravo Salas, Ed.) México D.F.: Limusa S.A.
- FAO. (2002). Manual práctico MIP y enfermedades en cultivos hidropónicos en invernadero. Recuperado el 2016 de 01 de 14, de <http://www.fao.org/alc/file/media/pubs/2002/mip.pdf>
- Favela, E., Preciado, P., Benavides, A. (2006). Manual para la preparación de soluciones nutritivas. 1 era edición. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 148 pp.
- Ferre, F. C. (2010). La nutrición de la planta en el semillero. 3er Diplomado Internacional de Horticultura Protegida (Intagri).
- Fieira, C., Oliveira, F., Calegari Perez, R., Machado, A., & Coelho, A. (2012). In vitro and in vivo antifungal activity of natural inhibitors against *Penicillium expansum*. Inibidores naturais no controle in vitro e in vivo de *Penicillium expansum*. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 40 - 46.
- Fornaris, G. J. (2005). Conjunto Tecnológico para la Producción de Pimiento. Características de la Planta. Disponible en: <https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=16&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwimnPzez8fcAhVixFkKHa-EAnUQFjAPegQIAhAC&url=http%3A%2F%2F136.145.11.14%2Feea%2Fwp-content%2Fuploads%2Fsites%2F17%2F2016%2F03%2FPIMIENTO->

Caracter%25C3%25ADsticas-de-la-Planta-
v2005.pdf&usg=AOvVaw1aYWtBTxDt_f66xmaQyI-X

- Harp, T., Kunh, P., Roberts, P. D., & Pernezny, K. L. (2014). Management and cross-infectivity potential of *Colletotrichum acutatum* causing anthracnose on bell pepper in Florida. *Phytoparasitica*, 31- 39.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2012). IV Censo Nacional Agropecuario. Recuperado el 07 de Agosto de 2017, de <http://proyectos.inei.gob.pe/CenagroWeb/#>
- Jiménez, Y., Escalona, Y., Montilla, J. O., Sanabria, M. E. (2013). Prevalencia de enfermedades bacterianas en plántulas de pimentón (*Capsicum annuum* L.) en casas de cultivo del municipio Jiménez, estado Lara, Venezuela. En: XXIII Congreso Venezolano de Fitopatología. Disponible en: <https://sites.google.com/site/ideafitopatologia2013/home/resumenes-socializados/trabajos-por-cultivos/pimentn>
- Libreros, D., Zonneveld, M., Petz, M., Meckelmann, S. W., Ríos, L., Peña, K. *et al.* (2013). Catálogo de ajíes (*Capsicum* sp.) perúanos promisorios conservados en el banco de semillas del INIA- Perú. 1 era edición. Bioversity International. Cali, Colombia. 51 pp.
- Liñan, C. D. (2010). Agroquímicos de México (Productos fitosanitarios, Nutricionales, Orgánicos y Otros insumos). (2da Edición ed.). México: Tecno Agrícola de México, S.A de C.V.
- López, J. D., Villegas, O. G., Sotelo, H., Andrade, M., Juárez, P., Martínez, E. (2017). Rendimiento y calidad del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) por efecto del régimen nutrimental. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8 (8): 1747-1758.
- Luna, L. F. (2014). Efecto de cuatro dosis de fosfonato de Calcio- Boro en el cultivo de ají charapita (*Capsicum frutescens* L.) en la localidad de Lamás. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. Departamento Académico Agrosilvopastoril, Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. Tarapoto, San Martín. 79 pp.
- Mendoza, E. (2006). Manual técnico de cultivo de tomate en campo. Fasagua, 4 - 13.

- Moreno, S. L. (2017). Extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad del ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) bajo condiciones de Cañete. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 64 pp.
- Mundarain, S., Coa, M., & Cañizares, A. (2005). Fenología del crecimiento y desarrollo de plántulas de ají dulce (*Capsicum frutescens* L.). *UDO Agrícola*, 62 - 67.
- Navarro, C., Ferran, M. (2014). Guía de Identificación Pulgones y sus enemigos naturales. Disponible en: <http://www.belchim.es/catalog/files/assets/basic-html/index.html#page1>
- Orobiyi, A., Loko, Y. L., Sanoussi, F., Adjatin, A., Gbaguidi, A., Dansi, A., & Sanni, A. (2017). Horticultural practices and varietal diversity of chili pepper (*Capsicum annum* L.) in Central and Northern Benin. *Genet Resour Crop Evol*, 419–436.
- Ortego, J., Difabio, M.E., & Mier Durante, M.P (2009). Nuevos registros y actualización de la lista faunística de los pulgones (Hemíptera: Aphididae) de la Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 19 – 30.
- Pacheco, J. A. (2006). Fundamentos técnicos para el diseño y construcción en invernaderos. En memoria Producción de hortalizas bajo invernadero. Disponible en: <https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiQ1YmVtfcAhVLjlkKHUk0DzUQFjAEegQIBBAC&url=https%3A%2F%2Fwww.fps.org.mx%2Fportal%2Findex.php%2Fcomponent%2Fphocadownload%2Fcategory%2F31-hortalizas%3Fdownload%3D122%3Aproduccion-de-hortalizas-bajo-invernadero&usg=AOvVaw3xhfd-QE5WHA3AH-KI1xH6>
- Pérez, C. E., Carrillo, J. C., Chávez, J. L., Perales, C., Enriquez, R., Villegas, Y. (2017). Diagnóstico de síntomas y patógenos asociados con marchitez del chile en Valles Centrales de Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8 (2):281-293.
- Pérez, L. M., Castañón, G., Ramírez, M., Mayek, N. (2015). Avances y perspectivas sobre el estudio del origen y la diversidad genética de *Capsicum* sp. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2 (4): 117-128.

Perú Opportunity Fund (2011). Diagnóstico de la Agricultura en el Perú. Informe Final.

Disponible en:

https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=12&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiZ6oiLrMfcAhVow1kKHQP2BnoQFjALegQIAhAC&url=http%3A%2F%2Fwww.perúopportunity.org%2Fuploads%2Fposts%2F34%2FDiagno_stico_de_la_Agricultura_en_el_Perú_-_web.pdf&usg=AOvVaw3scvg2R_OcuuMzbc1PqxC_

Productores de hortalizas (2004). Plagas y enfermedades de chiles y pimientos. Guía de identificación y manejo. 1era edición. Meister Media Worldwide. 19 pp. Disponible en:

https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi88NTeyMfcAhXJslkKHVROBmgQFjAAegQIABAC&url=http%3A%2F%2Fvegetablemdonline.ppath.cornell.edu%2FNewsArticles%2FPepper_Spanish.pdf&usg=AOvVaw0FU9YtZ7ZiFmujAjF__ehl

Reyes, N. Y. (2002). Nutrición y regulación del crecimiento de hortalizas y frutales. Artículo científico, Celaya, Gto. México.

Rodríguez, N. (2017). Ensayo de tres variedades de pimiento (*Capsicum annuum* L.) de tipo Lamuyo en dos tipos de invernaderos y en distintos sistemas de cultivo. Grado en ingeniería Agrícola y del Medio Rural. Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, Universidad de La Laguna. 143 pp.

Sánchez, F., Moreno, E., Reséndiz, R. C., Colinas, M. T., Rodríguez, J. E. (2017). Producción de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) en ciclos cortos. *Agrociencia*, 51 (4): 437-446.

Simbaqueba, R., Serna, F., Posada, F. J. (2014). Curaduría, morfología e identificación de áfidos (Hemiptera: Aphididae) del museo entomológico UNAB. Primera aproximación. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 18 (1): 222-246.

Steiner, A. A. (1968). A Universal Method for preparing nutrient solutions of certain desired Composition. Plant soil. Holanda.

- Rodríguez, Y., Depestre, T. L. y Palloix, A. (2014). Comportamiento en campo abierto de nuevos híbridos F1 y variedades de pimiento (*Capsicum annuum* L.) multirresistentes a virus. *Cultivos tropicales*, 35 (2): 51-59.
- Tecnologías y prácticas para pequeños productores agrarios TECA (2016). Plagas y enfermedades en la agricultura orgánica. Disponible en: <http://teca.fao.org/es/read/8629>
- Tomalo, M. A. Caracterización morfológica de hongos fitopatógenos en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca*) en el sector de Salache Barbapampa, canton Salcedo, Cotopaxi 2015. Tesis de grado presentada como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo. Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad Técnica de Cotopaxi. Cotopaxi, Ecuador. 85 pp.
- Torres , E. A. (2013.). Métodos estadísticos para la Investigación Experimental. Chachapoyas , Perú.: Compugraf S.R.L.
- Ugas, R. (2012). Clasificación de ajíes del Perú(Primera edición ed.). Lima, Perú: Programa de hortalizas, UNALM .
- Universidad Nacional Agraria la Molina. (diciembre de 2015). Centro de investigación de hidropónia y nutrición mineral. Obtenido de http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/sol_uso.htm
- Yáñez, P., Balseca, D., Rivadeneira, L., & Larenas, C. (2015). Características morfológicas y de concentración de capsaicina en cinco especies nativas del género capsicum cultivadas en Ecuador. *la granja: revista de ciencias de la vida*, 12- 32 .
- Zapata, F. (1995). Manejo de cultivo de tomate en invernadero. (M. A. Barrera, & R. Rodríguez, Edits.) Caracas, Venezuela.

X. ANEXOS

- Anexo 1: Panel fotográfico
- Etapa en campo



Fotografía 1 Evaluación de crecimiento de las variedades de aji



Fotografía 1 Ambiente del invernadero donde se realizó el experimento.



Fotografía 2 Diagnostico de plagas y enfermedades en variedades instaladas



Fotografía 3 Síntomas en fruto de *Penicillium* sp

- Etapa en laboratorio



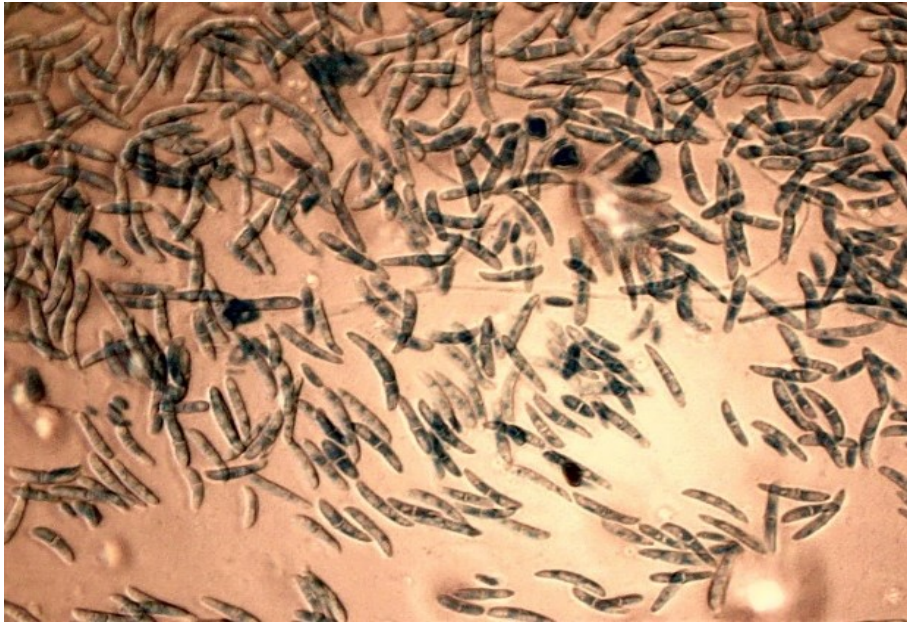
Fotografía 5 Esterilización del material vegetal para el aislamiento del patógeno



Fotografía 6 Colonización en placa petri de *Penicillium* sp



Fotografía 7 Estructuras morfológicas de *Penicillium* sp vistas en microscopio invertido IX83 Olympus del Laboratorio de Fitopatología y Entomología de la UNTRM



Fotografía 8 Macroconidias y microconidias de *Fusarium* sp observadas en microscopio invertido IX83 Olympus de del Laboratorio de Fitopatología y Entomología de la UNTRM.



Fotografía 9 Ninfa de *Myzus* sp observada en el estereoscopio SMZ18 Nikon del Laboratorio de Fitopatología y Entomología de la UNTRM.

- Anexo 2: Tablas de evaluaciones realizadas

Tratamiento	Repeticion	N° de planta	1° cosecha (gr)	2° cosecha (gr)	3° cosecha (gr)
T1 (Aji pimiento)	1	1	385	596	602
		2	323	445	567
		3	390	487	669
		4	330	424	629
	2	1	399	510	645
		2	338	525	602
		3	494	750	694
		4	348	603	648
	3	1	454	554	810
		2	389	487	742
		3	429	516	775
		4	553	796	721
T2 (Aji escabeche)	1	1	265	542	508
		2	364	528	601
		3	299	508	581
		4	373	608	705
	2	1	145	241	603
		2	243	643	648
		3	207	163	563
		4	365	488	552
	3	1	247	679	702
		2	406	651	716
		3	298	396	307
		4	346	457	501
T3 (Aji charapita)	1	1	126	250	213
		2	277	409	451
		3	98	342	375
		4	123	356	369
	2	1	66	177	343
		2	213	222	249
		3	89	323	176
		4	141	262	299
	3	1	258	391	433
		2	233	322	357
		3	79	423	330
		4	189	298	486
T4 (Aji pucunucho rojo)	1	1	100	311	98
		2	97	208	220
		3	133	231	96
		4	98	132	135
	2	1	89	110	117
		2	121	148	157
		3	101	144	148
		4	87	210	215
	3	1	155	241	244
		2	67	156	161
		3	84	283	71
		4	96	128	134
T5 (Aji pipi de mono)	1	1	143	254	299
		2	180	269	190
		3	193	269	292
		4	246	303	314
	2	1	216	302	346
		2	150	216	238
		3	299	354	377
		4	200	276	331
	3	1	287	379	390
		2	145	201	254
		3	164	198	275
		4	111	277	304

Anexo 3: Procesamiento estadístico

CARTILLA DE EVALUACIÓN DE AJÍ												Nº 01		
Provincia: Rodríguez de Mendoza				Distrito: Huambo				Etapa fenológica: Establecimiento						
Fecha de evaluación: 26/10/17				Evaluador: Angel Fernando Huaman Pilco										
Tratamiento/ Variedad	Unidad de medida	Plantas evaluadas												
		R1				R2				R3				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
T1	Altura de planta	7.3	6.6	7	6.5	7.6	7	6.5	7	8	7.5	7.5	7	
T2	Altura de planta	7.6	8.3	5.6	7.4	5	8	6.5	5	5.9	7.5	5.9	7	
T3	Altura de planta	5	6	5.2	5.2	6.3	5	4.8	5.8	4	5	5	4	
T4	Altura de planta	8.4	7.1	8.5	8.3	9	6.7	7.5	6.8	7.6	8.4	6.3	6.4	
T5	Altura de planta	8.6	6.8	8.5	7.7	7.7	7.7	6.4	6	8.5	7.5	6.6	5	

a) Pruebas de contraste de normalidad

Pruebas de normalidad							
Tratamientos		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
INCIDENCIA	T1 (ají pimiento)	0,186	12	,200*	0,942	12	0,527
	T2 (ají escabeche)	0,283	12	0,009	0,843	12	0,03
	T3 (ají charapita)	0,259	12	0,025	0,767	12	0,004
	T4 (ají pipi de mono)	0,155	12	,200*	0,944	12	0,553
	T5 (ají pucunucho rojo)	0,168	12	,200*	0,928	12	0,355

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

b) Análisis de varianza

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Entre grupos	8024,454	4	2006,114	29,029	.000
Dentro de los grupos	3800,932	55	69,108		
Total	11825,386	59			

c) Prueba de comparación múltiple de Tukey

Prueba Tukey B ^a para incidencia de pulgon		
Tratamiento	Media	Significacion
T1 (ají pimiento)	34.33	A
T2 (ají escabeche)	11.96	B
T3 (ají charapita)	13.46	B
T4 (ají pipi de mono)	2.83	C
T5 (ají pucunucho rojo)	2.56	C