UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
BIBLIOTECA CENTRAL
01/08/16

REACCIÓN DE ONCE CULTIVARES DE ALGODONERO (*Gossypium sp*) FRENTE A *Xanthomonas axonopodis pv. malvacearum* (Smith) Dye EN DOS FASES DE DESARROLLO BAJO CONDICIONES AISLADAS EN PUCALLPA Y LIMA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÓNOMO

BACH. JOSÉ MARTÍN SCHUNKE RABANAL

PUCALLPA - PERÚ

2012

DEDICATORIA

A un ejemplo de persona y padre
Erich Kleber y a mi sendero de
mis fortalezas Blanca Luz

A mis hermanos: Karin, Erich y
Juliana, por sus apoyo
incondicional

A los pilares de mi vida en estos
momentos: mi esposa Heidi y mi
hijo José André.

AGRADECIMIENTO

- A los docentes de la UNU por sus conocimientos vertidos en mi formación profesional
- Al Ing. Eliel Sánchez Marticorena, por su asesoramiento en esta tesis
- Al Ing. Sonia Padilla Silva por su interés y apoyo en todo el momento del experimento
- A los Ing. Lida Granados F., Ing. Carlos Torres L. e Ing. Luis Raymundo; especialistas del SENASA – Lima, por sus colaboración durante el desarrollo del experimento
- Al Servicio Nacional de Sanidad Agraria "SENASA" y Universidad Nacional de Ucayali "UNU" por el apoyo y financiamiento del proyecto
- Al Ing. Rafael Soto Fernández, por su apoyo en la metodología estadística
- Al Ing. Noé Ramírez Flores, por su colaboración en el análisis estadístico e Ing. Nadia M. Panduro por su aporte en la redacción.
- Un agradecimiento especial a mi esposa, quien me brindó todo el apoyo para seguir adelante
- A mis compañeros de estudio, a quienes agradezco el apoyo social y moral durante los años de estudio.
- Agradecimiento Póstumo a la Ing. Mercedes Cueva, profesional del SENASA Ucayali, por su aporte en las recomendaciones durante el experimento.
- A todos quienes fueron partícipe de una u otra forma en mi preparación profesional.

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Calificador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito parcial para obtener el título profesional de Ingeniero Agrónomo.

Ing. Isaias Gonzales Ramírez

Presidente

Ing. Luis Alberto Díaz Sandoval

Secretario

Ing. Celso Calle Serrano

Miembro

Ing. Eliel Sánchez Marticorena

Asesor

Ing. Sonia Padilla Silva

Co - Asesor

Bach. José Martin Schunke Rabanal

Sustentante

ÍNDICE DE MATERIA

RESUMEN viii
LISTA DE CUADROS xii
EN EL TEXTO xii
EN EL ANEXO xiii
LISTA DE FIGURAS xiv
EN EL TEXTO xiv
EN EL ANEXO xv
ICONOGRAFÍA xvi

I. **INTRODUCCIÓN** 1

II. **REVISIÓN DE LITERATURA** 3
2.1. **Antecedentes del Cultivo de Algodón** 3
2.2. **Antecedentes de la Enfermedad** 5
2.3. Exigencias Edafoclimáticas del Cultivo de Algodón 9
2.3.1. Exigencia en Clima 9
2.3.2. Exigencias en Suelo 9
2.4. Términos de la Enfermedad 9
2.4.1. Tipos de Enfermedades 10
2.4.2. Patogenia de las bacterias 11
2.4.3. Ecología y Diseminación de las bacterias Fitopatógenas 12
2.4.4. Evaluación de Enfermedad 13
2.4.5. Aspectos del Metabolismo en la Patogenia 16
2.5. Generalidades del cultivo 16
2.6. Principales variedades de algodón cultivadas en el Perú 17
2.7. Generalidades del agente causal de la enfermedad 18
2.7.1. Nombres comunes 18
2.7.2. Nombres científico 19
2.7.3. Posición taxonómica 20
2.7.4. Características del patógeno 20
2.7.5. Epidemiología 20

2.7.6. Síntomas y daños..... 22
2.7.7. Medios de diseminación..... 23
2.7.8. Rango de hospedantes..... 24
2.7.9. Distribución geográfica..... 24
2.8. Métodos de Inoculación..... 25
2.9. Status fitosanitario en regiones de selva del Perú..... 25

III. MATERIALES Y MÉTODOS..... 26
A. Ubicación y duración del Experimento..... 26
B. Condiciones climáticas..... 26
C. Material Genético en Estudio..... 31
D. Ejecución del experimento..... 32
1. Fase de Laboratorio..... 32
2. Fase Experimental..... 36
E. Variables Evaluadas..... 38
F. Diseño Experimental..... 40

IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN..... 41
4.1. Resultado a Nivel de Plántulas..... **41**
4.1.1. Incidencia (%I) y Severidad (°S) de la enfermedad..... 41
4.1.2. Incidencia y Severidad en la localidad de Pucallpa..... 41
4.1.1.2 Incidencia y Severidad en la localidad de Lima..... 43
4.2. Resultado a Nivel de Semillas..... **45**
4.2.1. Incidencia y Severidad Localidad de Pucallpa..... 45
4.3. Incidencia en Ambas Localidades..... **46**
4.4. Severidad en Ambas Localidades..... **46**
4.4.1. Severidad en plántulas..... 46
4.5 Análisis de Regresión Lineal Múltiple..... **48**
4.5.1 Severidad, Temperatura y Humedad..... 48
4.5.2 Resultados en la localidad de Pucallpa..... 49
4.5.3 Resultados en la localidad de Lima..... 51
4.6 Factores Climáticos en la Severidad..... **52**

V. CONCLUSIONES..... 53
VI. RECOMENDACIONES..... 55
VII. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA..... 57
VIII. ANEXOS..... 63
IX. ICONOGRAFÍA..... 81

RESUMEN

Este experimento se llevó a cabo en ambientes aislados de la Unidad de Fitopatología de la Universidad Nacional de Ucayali (en Pucallpa) y la Unidad del Centro de Diagnóstico de Sanidad Vegetal del SENASA (en Lima) durante los meses de diciembre a febrero y de marzo a mayo del 2008 respectivamente.

La metodología consistió en inocular la bacteria (*Xanthomonas axonopodis* pv *malvacearum)* a semillas y plántulas de 11 cultivares de algodonero de las zonas de Costa y Selva del Perú; la solución bacterial empleada fue de $1.7x10^7$ células/ml. En cuanto a la inoculación por semillas, esta se realizó con la técnica de sumersión, dejándolas allí por 1 hora y luego se dejaba reposar durante 24 horas bajo sombra a temperatura ambiente para favorecer el ingreso del patógeno a la semilla; así mismo, para la inoculación en plántulas se utilizó la solución con la misma cantidad de células viables ($1.7x10^7$ células/ml) con la técnica de aspersión directa, rociando dos veces en el has y dos veces en el envés. Todo este procedimiento se ha realizado en ambas localidades.

La evaluación para la severidad de la enfermedad se realizó empleando una escala adaptada de Knight y Clouston que consta de 5 grados según los síntomas en las hojas; así tenemos que: **Grado 1**: *Ausencia de síntomas de la enfermedad,* **Grado 2:** *Lesiones diminutas (generalmente menores de 1 mm) hasta 2 mm, de forma redondeado, húmedas y solo se observan en las hojas, nunca en nervaduras,* **Grado 3:** *Similar al grado "2"*

el ataque es mas severo. Lesiones mayores de 2 mm. Raramente es mayor de 8 mm; marrón, angular, permaneciendo húmedo por más tiempo que el grado "2" sin embargo las lesiones se secan relativamente rápido. Lesiones ocasionalmente coalescen en pequeñas manchas, llegando a adquirir un color negrusco. No se muestran síntomas en nervaduras. **Grado 4:** *El ataque en las venas es típico y los síntomas aparecen simultáneamente que en la lámina, también pueden acompañar manchas irregulares que se secan. Mas tejido circundante de las nervaduras es involucrado formando bandas húmedas de aproximadamente 3 mm de ancho que al secarse se tornan de color marrón. Estas lesiones en las nervaduras permanecen húmedas* **Grado 5:** *Lesiones son similares que del grado"4", pero las lesiones se presentan en todas las nervaduras que llegan a afectar el total de la hoja, generalmente la parte central de la hoja se torna en una gran lesión acuosa húmeda, la cual se torna negra según el área enferma se seca, pudiendo presentarse también entre las nervaduras. Las lesiones permanecen húmedas todo el tiempo, finalmente se secan tornándose negro.*

Posteriormente, las nervaduras son fuertemente atacadas, formando bandas húmedas cerca de 5 mm de ancho, de color negras y secas.

También se realizó una escala para medir la severidad de la enfermedad en los tallos de las plantitas de algodonero (brazo negro), esta escala comprende de 6 grados y se describió de la siguiente manera: **GRADO 0:** *Tallo sin infección visible de la enfermedad,* **GRADO 1: >0.0 – 0.05:**

Equivalente hasta el 5 % del tallo afectado, aquí el síntoma empieza a aparecer en la base del cuello de las plántulas que desde un comienzo es de apariencia humedecidas y de color marrón oscuro a negro. **GRADO 2: >0.05 – 0.1:** *Se considera cuando el ataque es equivalente mas del 5 al 10 % en el tallo; aquí las manchas necróticas empiezan a aparecer a lo largo del tallo (manchas alargadas)* **GRADO 3: >0.1 – 0.25:** *Equivale mas del 10 al 25 % del tallo afectado, en este grado las manchas alargadas se juntan y llegan a ocupar casi la totalidad del diámetro del tallo donde iniciaron los síntomas alargados.* **GRADO 4: >0.25 – 0.5:** *Del 25 al 50 % del tallo afectado, este grado es similar al anterior, pero a diferencia, en las partes afectadas no se observan tejido sano, todo el diámetro se encuentra necrosado* **GRADO 5: >0.5:** *Este grado equivale más del 50% del tallo afectado. Todo el tallo se encuentra necrosado y flácido hasta su muerte.* En cuanto a la incidencia de la enfermedad, este se dio en más del 70% en todos los tratamientos.

Como resultado del experimento, se comprobó que, el máximo grado alcanzado en la localidad de Pucallpa a nivel de plántula asperjada con el inóculo, fue de **5** que corresponde a los cultivares **Áspero** e **INIA 802 Shanao** y el menor grado **1** se registró en los cultivares **LMG – 72 I Massaro, Del Cerro** e **INIA 801 Utquillo**. En la localidad de Lima el máximo grado fue **2** que corresponden a todos los tratamientos, excepto a los cultivares **Del Cerro e INIA 801 Utquillo** que alcanzaron solo el grado **1**, siendo el cultivar **Del Cerro** el que mejor respondió a las variables evaluadas.

En la evaluación de las plantas que fueron sumergidas en la fase de semilla en la localidad de Pucallpa se presentan los resultados, donde la mayor severidad (5) se dio en los cultivares **INIA 802 Shanao**, **CH-H Chinchana y Pima ASN 90**, siendo los demás tratamiento grado de severidad 2.

Para el análisis estadístico se ha utilizado la regresión lineal múltiple por considerar a una variable explicada (severidad y/o severidad) y a dos variables explicativas (temperatura, humedad), en el cual se acepta la hipótesis nula que determina que ni la temperatura ni la humedad influyen directamente en la severidad de la enfermedad en los cultivares de algodonero, lo que podemos plantear una nueva hipótesis en que esta influencia principalmente podría estar dada por el factor genético de cada cultivar.

LISTA DE CUADROS

En el texto

1. Área Cosechada de Algodón en ha..... 4
2. Área sembrada de algodón áspero y Upland y afectada por brazo negro del algodonero en zonas de selva (ha)..... 26
3. Tipo de algodón y lugares de siembra..... 26
4. Código de los cultivares del algodonero en estudio..... 41
5. Evaluación de Xanthomonas axonopodis pv. malvacearum en Pucallpa..... 43
6. Evaluación de Xanthomonas axonopodis pv. malvacearum en Lima..... 45
7. Evaluación de Xanthomonas axonopodis pv. malvacearum en ambas localidades..... 46
8. Moda para Grados de severidad de los tratamientos en ambas localidades (plántulas)..... 47
9. Promedios de Temperatura y Humedad y Grados de Severidad.... 48
10. Regresión lineal Múltiple de la severidad en plantas asperjadas en Pucallpa..... 49
11. Regresión lineal Múltiple de la severidad en semillas inoculadas en Pucallpa..... 50
12. Regresión lineal Múltiple de la severidad en plantas asperjadas en Lima..... 51

En el anexo

1 A. Registro de datos de temperatura y humedad en cada Localidad..... 64

2 A. **Origen de los cultivares según la especie.....** 65

3 A. Promedios de temperatura, humedad y severidad..... 66

4 A. Ciclo del experimento..... 66

5 A. Severidad de las plantas asperjadas en Pucallpa..... 67

6 A. Severidad de las plantas asperjadas en Lima..... 68

7 A. Severidad de las semillas inoculadas en Pucallpa..... 69

LISTA DE FIGURAS

EN EL TEXTO

1. Zonas productoras de algodón comercial y la distribución de la enfermedad a nivel nacional..... 27
2. Aspersión de la suspensión bacteriana..... 38
3. Grados de Severidad en Pucallpa (Plántulas)..... 42
4. Severidad en Lima (Plántulas)..... 44

En el anexo

1 A. Flujo del Experimento.....72
2 A. Escala de Enfermedad – Gráfica – presentado en Semilla..... 73
3 A. Escala de Enfermedad – Valores - presentado en Semillas..... 74
4 A. Escala de Enfermedad – Descripción - presentado en Semillas..... 75
5 A. Escala de Enfermedad – Gráfica Y Descripción – presentado en plántulas 1..... 76
6 A. Escala de Enfermedad – Gráfica Y Descripción – presentado en plántulas 2..... 77
7 A. Temperatura Vs Severidad - Fase plántulas Pucallpa..... 78
8 A. Humedad Vs Severidad - Fase plántulas Pucallpa..... 78
9 A. Temperatura Vs Severidad - Fase plántulas Lima.....78
10 A. Humedad Vs Severidad - Fase plántulas Lima..... 78
11 A. Temperatura Vs Severidad - Fase semilla Pucallpa.....78
12 A. Humedad Vs Severidad - Fase semilla Pucallpa.....78

IX. ICONOGRAFÍA

Foto 1. Característica de *X. axonopodis* pv. *malvacearum* en placa Petri..... 78
Foto 2. Desinfección de las semillas en el laboratorio de Fitopatología de la UNU..... 78
Foto 3. Dilución de la siembra de la bacteria (UNU)..... 79
Foto 4. Preparación de la suspensión bacteriana (UNU)..... 79
Foto 5. Inoculación de las semillas separadas por cultivar..... 80
Foto 6. Semillas impregnadas con la bacteria por espacio de 24 horas..... 80
Foto 7. Inoculación de las plántulas (2 veces en el haz y 2 veces en el envés)..... 81
Foto 8. Distribución de los tratamientos en la Unidad de Fitopatología de la UNU..... 81
Foto 9. Distribución de los tratamientos en el local de la **UCDSV – Lima**..... 82
Foto 10. Evaluaciones realizadas en las instalaciones de la Unidad de Fitopatología de la UNU..... 82
Foto 11. Evaluaciones realizadas en las instalaciones de la **UCDSV – Lima**..... 83
Foto 12. Registro de las variables en las instalaciones de la **UCDSV - Lima** 83
Foto 13. Recomendaciones por parte del personal del SENASA – Ucayali.. 84
Foto 14. Muestra de una hoja completamente sana..... 84
Foto 15. Síntoma de la enfermedad en nervaduras de una hoja..... 85
Foto 16. Síntoma de V invertida en cotiledón..... 85
Foto 17. Envés de una hoja con avance de los síntomas de la enfermedad.. 86
Foto 18. Hoja con síntoma de la enfermedad solo en las entrenervaduras.. 86
Foto 19. Muestra de hojas sanas..... 87
Foto 20. Muestra de hojas con síntomas secas entrenervaduras..... 87
Foto 21. Muestra de hojas con síntomas secas en nervaduras y entrenervaduras..... 88
Foto 22. Muestra de hojas con síntomas aguanosas en nervaduras..... 88

I. INTRODUCCIÓN

El algodón es una planta subtropical que necesita para su perfecto desarrollo vegetativo condiciones climáticas especiales. Su producción mundial oscila entre 17 y 20 millones de toneladas al año. De todas las variedades registradas hay algunas que son más conocidas que otras. Las superficies sembradas de cada una varían en función de muchos factores, entre los que se encuentra susceptibilidad a plagas y enfermedades que disminuyen considerablemente los rendimientos en el cultivo.

Entre las enfermedades mas severas se encuentra la **mancha angular o brazo negro del algodonero** ocasionada por la bacteria *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum,* que es considerada a nivel mundial como la enfermedad más importante de este cultivo; entre los síntomas que produce se observan manchas con apariencia húmeda y limitadas por las nervaduras en algunos casos severos observadas a tras luz en los cotiledones y hojas, de allí su nombre "mancha angular" luego se presenta en el pecíolo, tallo y ramas, es aquí donde se le conoce como "brazo negro" para después infectar flores y frutos. Esto ocasiona reducciones en la producción entre el 20 y 30 % dependiendo de las condiciones ambientales favorables para el desarrollo de la bacteria. Las pérdidas más importantes son económicas, debido a que afecta directamente en la fibra, ocasionando una mala calidad para el mercado.

Las condiciones óptimas para que esta enfermedad sea severa deben encontrarse entre 27 y 31 °C de temperatura y una humedad relativa superior

al 80 % (Díaz, T; *et. al.* 2001), condiciones que cumple la selva peruana a comparación de otras zonas algodoneras de nuestro país.

Actualmente en el Perú, el Servicio Nacional de Sanidad Agraria "SENASA", ha reportado la aparición de la enfermedad en zonas productoras de San Martín, Ucayali, Cerro de Pasco, Huánuco y Junín motivo por el cual desde 1998 hasta la actualidad mediante **Resolución Ministerial N° 362-98-AG** se prohíbe la salida del algodón rama de dichas regiones para evitar su diseminación hacia otros campos dentro del país que se encuentran libres de esta enfermedad o que no son afectados en un grado significativo.

Se conoce que dichas regiones tienen plantaciones de algodón en forma comercial variedades áspero (*Gossypium barbadense*) además al encontrarse geográficamente cercanas entre sí, durante mucho tiempo han intercambiado pepas obtenidas de sus cosechas lo que agravó la diseminación de la bacteria.

Hasta la fecha no se han realizado investigación válida para demostrar si esta bacteria es capaz de desarrollarse en las condiciones climáticas de la Costa Central o si el grado de severidad es significativo, puesto que de ser así esta enfermedad podría fácilmente diseminarse en diversos campos de cultivo del algodonero de nuestro país.

Por eso, esta investigación tiene por objetivo conocer la incidencia y severidad de la enfermedad del brazo negro y/o mancha angular del algodonero en las condiciones aisladas de las regiones de Ucayali y Lima.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes del Cultivo de Algodón

La planta de algodón produce la fibra natural de mayor importancia económica. El origen de su domesticación se remonta a la época prehistórica en que los cereales, y la mayor parte de las plantas útiles fueron incorporados a la agricultura primitiva. Los restos arqueológicos más antiguos de que se tiene registro se ubican en el año 3000 a.C. y consiste en pequeños fragmentos de tejido y de cuerda de algodón, hallados en excavaciones realizadas en Mohenjo-Daro, un paraje ubicado al norte de Karachi, Pakistán. En América, los restos encontrados en Huaca Prieta (Perú) y las cuevas de la región de Tamaulipas (México) datan se supone de 2500 y 1800 años a.C., respectivamente. (Arturi, 1984; Basurto, 1990)

Álvarez, J. 2004, describe que en el Perú: Las variedades Tangüis y Pima, en la costa y la variedad Áspero en el noreste, son cultivadas desde comienzos de siglo pasado. La selección en estas es dirigida actualmente hacia formas más precoces, neutras al fotoperiodismo y con una mejor calidad de fibra. El mismo autor menciona que la obtención de variedades modernas ha permitido el incremento de la productividad y el mejoramiento del valor comercial de la fibra en los principales Países productores de fibra larga y extralarga de G. barbadense (Egipto, Rusia, India, USA, Sudan, China, Perú e Israel).

La EEA Pucallpa - INIA 2002, describe que la Región Ucayali en décadas pasadas fue productora de algodón, el que era comercializado en los mercados americanos con amplia aceptación. Progresivamente la producción fue disminuyendo hasta desaparecer. En 1995 productores del distrito de Nueva Requena iniciaron la producción de una (1) hectárea de algodón, utilizando semillas de plantas aisladas que eran usadas como medicinales, nuevamente al siguiente año esta superficie se incrementó a cinco ha; a partir del año 1997 este cultivo adquirió importancia económica y comercial, siendo incorporado a los sistemas de producción de los pequeños y medianos agricultores de las zonas de San Alejandro, Curimaná, Campo Verde, Yarinacocha y Nueva Requena, para luego ir difundiéndose a otras zonas aledañas en otros departamentos como Tournavista, Súngaro y Puerto Inca en Huánuco, Contamana en Loreto, etc.

Así mismo manifiesta que en la campaña 2001-2002 se registraron más de 5000 ha sembradas en Ucayali.

El MINAG en el 2010, presenta los siguientes datos de información histórica en la siguiente tabla:

Cuadro N° 1. Área cosechada de algodón (ha)

Años	2006	2007	2008
A Nivel Nacional	91787	89428	70507
A Nivel de Ucayali	2786	5600	724
Porcentaje %	3,04	6,26	1,03

Fuente: www.minag.gob.pe 2010

Falcone, E. 2010, menciona que la producción de algodón ha caído dramáticamente, y este año (2010) se producirán sólo **30 mil toneladas de fibra** comparadas con las 80 mil toneladas producidas el año 2006. Además afirma que a la crisis financiera se ha sumado el incremento de la **masiva importación de productos asiáticos,** que repuntó durante el año 2009 a niveles nunca antes alcanzados afectando a toda la cadena industrial de **hilados, tejidos, confecciones.** Asimismo también afecta al algodonero peruano, que atraviesa en la actualidad la peor crisis de su historia"

2.2. Antecedentes de la Enfermedad

Diversos estudios se realizaron para conocer los síntomas que causa esta enfermedad en los diferentes órganos de la planta.

Así por ejemplo Alfaro A., en 1953, señala por primera vez en España una bacteriosis en el algodón causado por *Xanthomonas malvacearum* Smith, de la cual deja perfectamente caracterizados los síntomas en hojas, tallos y cápsulas, indica la vía de acceso más frecuente, los estomas, y la difusión.

Alcalá D. y Urquiola Y., 1992, en Venezuela, demostraron que esta bacteria puede sobrevivir en tejidos de algodón infectados y mantenidos en condiciones de laboratorio (22°C - 29°C) durante 90 meses. El resultado indica que la bacteria permaneció viable en las condiciones señaladas después de ese

tiempo, siendo capaz de reproducir síntomas de la mancha angular al ser inoculadas en variedades comerciales de algodón.

Diaz, T. *et al.* 2001, evaluaron un germoplasma infectado con *X. campestris* pv. *malvacearum* con plantas de diferentes accesiones de Cuba, en la que determinaron que el desarrollo de la bacteria fue favorecida cuando la temperatura se encontraba entre 27°C y 31°C y una humedad relativa por encima de 80%, presentándose accesiones con diferentes grados de resistencia y susceptibilidad.

Malavolta, V., *et al* 2006, observaron en Brasil una nueva sintomatología causada *por Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum* llamada **tizón bacteriano**. "El síntoma se caracteriza por mostrar tizón de la hoja, por lo general presentan halos cloróticos y que a veces se muestra en forma de **V invertida a partir de las lesiones en los bordes de las hojas"**

En el Perú, Cedano, C. y Delgado, M. en 1986 hacen mención a Revilla, V. 1955, que la enfermedad "brazo negro" o "mancha angular del algodonero", ocasionada por *Xanthomonas campestris* path. *malvacearum* fue encontrada en Perú por primera vez en el año 1955 en los valles de Piura, Chira y posteriormente en Bagua.

En informes del Servicio Nacional de Sanidad Agraria "SENASA" Ucayali (2005); esta enfermedad es reportada por primera vez en la selva del Perú en la región San Martín en 1980; luego se sospecha su aparición en la región Ucayali; así el 01 de Diciembre del 2000 esta institución reporta oficialmente

por primera vez la enfermedad del **"brazo negro del algodonero"** en el Caserío Bandeja Pozo de la localidad de San Alejandro, Distrito de Irazola.

2.2.1. Taxonomía del género *Xanthomonas*

Montesinos, E. y Beltrá, R. 1996, manifiestan que el género *Xanthomonas* incluye más patógenos de plantas que todos los otros géneros juntos. Se ha demostrado que la mayoría de especies que contiene no se puede distinguir de *X. campestris* y por consiguiente se han agrupado 5 de las antiguas especies de *Xanthomonas* y más de 110 antiguos patógenos en la especie *X. campestris.* Los 143 patovares de *X. campestris* que se consideran actualmente tienen un amplio rango de huéspedes que abarca más de 66 géneros de plantas monocotiledóneas y 160 de dicotiledóneas.

Según Araya, C. 1990; describe la taxonomía de *Xanthomonas* mencionando sus patovares y su actual clasificación:

El género *Xanthomonas*, comprende un grupo de bacterias fitopatógenas de gran importancia económica, y se caracteriza por presentar una sorprendente diversidad patogénica y una contrastante uniformidad fenotípica, lo cual ha provocado que sea objeto de múltiples estudios taxonómicos.

a) Patovares

Originalmente, cada variante de *Xanthomonas* patogénica sobre un hospedante en particular, o produciendo síntomas diferentes, fue clasificado como especie separada. Pero por la homogeneidad de los aislamientos y la

escasa información sobre el taxón, condujo a varios científicos a abogar por fusionar todas las especies de *Xanthomonas* en una única especie: *X. campestris*. Posteriormente, se propuso su reclasificación bajo el término de patovares, básicamente por su patogenicidad. Actualmente se han identificado más de 140 patovares dentro del género.

b) La actual clasificación de *Xanthomonas*

La homología del ADN, determinada por la hibridización de ADN de 183 variantes de *Xanthomonas*, ha permitido distinguir 20 grupos genómicos. Se confirmaron cuatro especies: *X. albilineas*, *X. fragariae*, *X. populi*, y *X. oryzae*, mientras que 16 grupos de homología del ADN fueron nuevos y no correlacionados con los patovares existentes.

La nueva clasificación de *Xanthomonas* se adhiere a los principios del Código Internacional de Nomenclatura, pero esencialmente a dos reglas; **primero**, cuando una especie es dividida en dos o más especies, el epíteto específico de la especie original debe ser mantenido por uno de los taxones en los que se ha dividido la especie.

En **segundo** lugar, cuando uno o dos taxones del mismo rango son unidos, el nombre del taxón emergente es definido según la fecha de publicación. La mayoría de las enmiendas partieron del heterogéneo grupo de *X.campestris*, y el nombre fue reservado para el taxón que contiene las variantes tipo de la especie.

2.3. Exigencias Edafoclimáticas del Cultivo de Algodón

2.3.1. Exigencia en Clima

MINAG, 2011. El cultivo del algodón es típico de las zonas cálidas. La germinación de la semilla se produce cuando se alcanza una temperatura no inferior a los 14° C, siendo el óptimo de germinación de 20° C.

Para la floración se necesita una temperatura media de los 20 a 30° C. Para la maduración de la cápsula se necesita una temperatura de entre 27 y 30° C. Se trata de un cultivo exigente en agua, pues la planta tiene mucha cantidad de hojas provistas de estomas por las que se transpiran cuando hay un exceso de calor. Los riegos deben de aplicarse durante todo el desarrollo de la planta a unas dosis: gravedad: 13,500 m3/ha y goteo: 7,500 m3/ha. El viento es un factor que puede ocasionar pérdidas durante la fase de floración y desarrollo de las cápsulas, produciendo caídas de éstas en elevado porcentaje.

2.3.2. Exigencias en el Suelo

Se requieren unos suelos francos a francos arcillosos, profundos, bien drenados con pH entre 5 a 6.5. También pueden sembrarse en suelos degradados o de baja fertilidad con un buen manejo de fertilización y buena preparación del terreno. Hidalgo, L. 2005.

2.4. Términos de la Enfermedad

Fernández, M.V. 1975, Menciona los tipos de enfermedades producidas por bacterias y su patogenia:

2.4.1. Tipos de Enfermedades

Las enfermedades producidas por bacterias pueden dividirse en tres tipos: vasculares, parenquimáticas e hiperplásicas.

a) Vasculares

Se caracteriza por la invasión primaria de las bacterias en los vasos de conducción del agua. Éstos pueden llenarse, tanto por los microorganismos como también por la mucosidad producida, de tal manera que el agua no alcanza a llegar a las hojas y la planta se marchita rápidamente. En caso de algunas podredumbres ocasionadas por *Xanthomonas*, si bien el marchitamiento es poco evidente, en cambio, hay una invasión de las nervaduras de las hojas las que aparecen completamente oscurecidas, por lo que se le debe denominar una enfermedad vascular.

b) Parenquimáticas

La bacteria invade los tejidos parenquimáticos o suculentos en primer lugar, luego avanza hacia los tejidos vasculares adyacentes. Las enfermedades de este tipo presentan como síntomas necrosis, manchas, podredumbre total del órgano atacado.

c) Hiperplásicas

Se caracterizan por la presencia de tubérculos, tumores o agallas o la formación de órganos adicionales (raíces o brotes), a partir de yemas adventicias o dormidas. En estos casos, el exceso de actividad celular se manifiesta exteriormente con la aparición de malformaciones.

2.4.2. Patogenia de las bacterias

Fernández, M.V. 1975, explica la patogenia de las bacterias:

a) La Penetración

La capa externa de las plantas, está constituida por una epidermis con una cutícula más o menos espesa, según los órganos. Las bacterias no pueden atravesarla directamente, como lo hacen algunos hongos por lo que necesitan aberturas naturales y/o artificiales; entre las que se pueden mencionar: estomas, hidatodos, nectarios, lenticelas, estigmas, heridas.

b) La Localización

Una vez que la bacteria ha penetrado en el hospedante, su localización puede ser:

2. Intercelular.- como ocurre en la mayor parte de las enfermedades parenquimáticas
3. Intravascular.- se encuentran en los vasos conductores del xilema, es el caso de los marchitamientos y enfermedades vasculares

4. Intracelular.- en muchas enfermedades vasculares, la bacteria invade también al final del proceso, el parénquima adyacente, formando verdaderos paquetes intercelulares y a medida que avanza la descomposición de los tejidos, penetra en las células muertas, contribuyendo al proceso de destrucción.

2.4.3. Ecología y Diseminación de las bacterias Fitopatógenas

Agrios, 2004, menciona que cuando las bacterias fitopatógenas habitan en el suelo, estas viven principalmente sobre los órganos vegetales y con menos frecuencia libres o saprófitamente o en su mucílago bacteriano natural, el cual les protege de cualquier factor adverso. Las semillas pueden sobrevivir también o sobre las semillas (como lo menciona Alcalá y Urquiola, 1992), otros órganos de la planta o insectos que se muestran en el suelo. Sobre las plantas, las bacterias pueden sobrevivir epifíticamente en yemas, heridas, en sus exudados, o en el interior de varios tejidos u órganos que infectan.

El mismo autor señala que la diseminación de estas bacterias de una planta a otra o a otras partes de la misma, se transporta principalmente a través del agua, insectos, diversos animales y el hombre. La lluvia por su efecto de "lavado" o "salpicador", distribuye bacterias de una planta a otra, de uno de sus órganos a otros y del suelo a las partes inferiores.

2.4.4. Evaluación de Enfermedad

A) Diagramas estándares y claves de campo

Mont, 2002, menciona que el diagrama estándar es la descripción gráfica de las clases o grados de la escala de la enfermedad. Este diagrama consiste en un juego de ilustraciones esquematizadas de los diferentes grados definidos. Lo que el observador realmente tiene que hacer es visualizar qué área de lesiones cubriría si los juntara, y entonces estimar esta área como un porcentaje del área total de la hoja o del órgano o planta evaluada. Por ejemplo, para las escalas diagramáticas que se emplean para la evaluación de severidad de ataque de royas de cereales, el 100% de enfermedad fijada arbitrariamente en el 37% de área foliar cubierto de pústulas; para esto se asume que el tejido infectado está invadido de forma intercelular por las hifas del hongo que ha penetrado con los estomas.

Es necesario tener presente que síntomas de igual tamaño no tienen necesariamente igual efecto en el tejido afectado; por ejemplo, una lesión de *Pelicularia orizae* en el cuello de la panícula de arroz, si bien es cierto que es de igual tamaño a una lesión en la hoja, tiene un efecto dramáticamente diferente en los rendimientos y pérdidas de cosecha. De igual forma, una lesión en el tallo de la papa causada por *Phytophthora infestans* llega a matar un brote con muchos foliolos, mientras que una lesión del mismo tamaño en el foliolo mata a lo más al foliolo.

El mismo autor menciona que la evaluación de enfermedades debe ser empleando métodos fáciles de aprender y capaces de ser usados con rapidez, ser aplicable para un amplio rango de condiciones, y ser exacto, preciso y reproducible. Para estos requerimientos, la exactitud se consigue cuando la intensidad estimada de enfermedad refleja la cantidad real, la precisión es la variación asociada con los valores estimados ante intensidades similares de enfermedad, y la reproducibilidad es la "carencia" de variación en los estimados cuando la misma muestra es evaluada por cualquier otro observador o por el mismo que hizo la evaluación inicial. La evaluación de la intensidad de la enfermedad puede lograrse mediante métodos que mide una enfermedad en términos de incidencia y severidad.

Entonces se puede definir que **La incidencia** de la enfermedad es el porcentaje o proporción de plantas o parte de ellas con enfermedad. La incidencia es la información más exacta que puede ser obtenida de una enfermedad. El concepto más molestoso de la incidencia de la enfermedad para el investigador es que las plantas muertas o severamente afectadas son colocadas en la misma clase. Por otro lado, la **severidad** de la enfermedad es la porción de la planta o parte de ella afectada por la enfermedad; debido a agudeza visual humana no es lineal sobre el rango completo de severidades, los sesgos y errores son comunes en esta evaluación, para lo cual se idearon escalas de enfermedad (verbal y numéricas) para ayudar al observador a determinar un estimado de la severidad de la enfermedad. Mont (2002).

Arnold, M. 1976, en su publicación **Agricultural Research for Development** menciona a diversos autores refiriéndose a que la severidad de la enfermedad

puede ser influenciada por muchos factores. Esta es una tendencia general para infecciones del tallo en asociación con infecciones tempranas en hojas (Wickens y Logan, 1957). Incrementos en los rangos de nitrógeno han sido asociados con un decremento en la severidad de la enfermedad de la mancha bacterial en algodón (Rolfs, 1915; Presley y Bird, 1968).

Los regímenes de plantaciones pueden influenciar la severidad. Arnold y Arnold (1960) establecen que hubo infecciones del 8% cuando las semillas fueron plantadas individualmente, los niveles de infección se incrementaron en un 62% cuando fueron plantadas 6 semillas en grupo.

La gravedad de la enfermedad en Kenia ha sido reportado de mayor a mayor altitud, donde las precipitaciones son más intensas (Hastie, 1952). En Sudán, la relación entre la cantidad y la estación de las lluvias y la incidencia de la enfermedad fue también una correlación positiva. La incidencia del brazo negro del algodonero se correlaciona con las lluvias de septiembre y octubre, y había una correlación positiva independiente con lluvias de junio. La difusión de la enfermedad se encontró que en gran medida depende de la frecuencia de las tormentas de lluvia en septiembre-octubre. Se afirma que las precipitaciones de junio sirve para aumentar la cantidad presente de la enfermedad antes de las lluvias de septiembre-octubre (Boughey, 1947).

2.4.5. Aspectos del Metabolismo en la Patogenia

La mayoría de las bacterias producen uno o varios tipos de sustancias o macromoléculas que intervienen directa o indirectamente en la patogenia. Entre las más importantes se incluyen fitotoxinas, exoencimas, fitohormonas, exopolisacáridos, sideróforos y antimetabolitos. La producción de exopolisacáridos está muy extendida entre los patovares de *Pseudomonas syringae, Xanthomonas campestris y Erwinia* sp. Los **xantanos** son heteropolisacáridos de naturaleza gomosa producida por la mayoría de *Xanthomonas.* Montesinos, E. y Beltrá, R. 1996.

Fernández, M.V. 1975, manifiesta que el signo de la enfermedad del brazo negro, está constituido por un exudado amarillento que cuando se seca, forma pequeñas costras sobre todo en ramitas, pecíolos y fibras. Además *Xanthomonas,* contiene en su metabolismo el amoniaco, que constituye un factor relacionado con la manifestación de los síntomas necróticos observados en los cotiledones y hojas.

2.5. Generalidades del cultivo

El algodonero es una planta de la familia malvaceae, cuyo nombre científico es *Gossypium sp;* este género comprende unas 45 especies, entre las cuales encontramos plantas anuales, bianuales y perennes, herbáceas, arbustivas y arbóreas (Lorente, 1997)

Estudios realizados por Watt en 1907, 1926, y 1927 y considerada como la más aceptada por estudiosos modernos, indican que las especies vegetales que se incluyen bajo la denominación de "Algodonero", pertenecen a la siguiente clasificación (Córdova, 1980):

Tipo: Fanerógama

Sub Tipo: Angiosperma

Clase: Dicotiledónea

Sub Clase: Arquiclamideas

Orden: Malvales

Familia: malvaceae

Género: *Gossypium*

Especie: *hirsutum, barbadense, herbaceaum y arboreum.*

De todas las especies, tres son las más cultivadas por su producción algodonera: *hirsutum, barbadense y herbaceum.* (Lorente, 1997)

2.6. Principales variedades de algodón cultivadas en el Perú

Córdova (1980). En el Perú, las principales variedades de algodón según su importancia:

TANGÜIS.- De origen peruano, buen representante de la especie botánica *Gossypium barbadense* L., se caracteriza por tener hebra larga y extra larga, como los que se cultivan en el mundo. Su área de cultivo comprende los valles de Centro y Sur de nuestras Costa, situada entre Jequetepeque (La Libertad) a 7° 5` latitud Sur y Tambo, Camaná (Arequipa) a 17° 5´ latidud Sur disminuyendo su importancia mas al Sur Sama – Locumba (Tacna) a 18° 5´

(límite extremo del cultivo).

PIMA.- De origen peruano, se cultiva en la Costa Norte del Perú (Piura) (45% del área restante bajo la forma de "Líneas" o "Sub – variedades")

DEL CERRO.- Igual a la anterior, se cultiva en la Costa Norte, confinado a la Región de Lambayeque, ocupa un área del 3%

ÁSPERO.- De origen peruano, principal variedad del algodón que se cultiva en el Nor-oriente peruano (Región Selva), el *Gossypium barbadense* L. ocupa un área total de algodonero del 2%.

En el cuadro 2 A. se muestra el origen de los cultivares según la especie de los tratamientos utilizados en el experimento.

2.7. Generalidades del agente causal de la enfermedad

2.7.1. Nombres comunes

CABI 2007, Los nombres comunes más usados para nombrar a *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum* en diversos idiomas son:

Español:

- Brazo negro del algodonero
- Mancha angular de la hoja del algodonero
- Bacteriosis del algodonero

Inglés:

- Bacterial blight of cotton
- Boll rot of cotton
- Blackarm of cotton
- Angular leafspot of cotton

Francés:

- Bactériose du cottonier
- Taches angulaires du cotonier
- Tache angulaire des feuilles du cotonnier

Alemán:

- Bakterielle: Baumwolle Blattfleckenkrankheit
- Eckige: Baumwolle Blattfleckenkrankheit

2.7.2. Nombres científico

CABI 2007, menciona que la enfermedad conocida como "brazo negro del algodonero" es causada por la bacteria *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum*, anteriormente conocida como *Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum*. Los sinónimos encontrados, pero no usados actualmente para denominar esta bacteria son:

- *Pseudomonas malvacearum* E. F. Sm.
- *Xanthomonas campestris* (Pam.) Oows.
- *Xanthomonas malvacearum* (Smith) Oowson, 1939.
- *Bacterium malvacearum* var. *barbadense* Evelyn, 1928.

- Phytomonas malvacearum (= malvacera) (Smith) Bergey *et al.*, 1923.
- Bacillus malvacearum (Smith) Holland, 1920. g.. *Bacterium malvacearum* (Smith) Smith, 1905.
- *Pseudomonas malvacearum* Smith, 1901.

2.7.3. Posición taxonómica

La posición taxonómica de *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum* es la siguiente:

Reino: Proteobacteria

Clase: Zymobacteria

Orden: Xanthomonadales

Familia: Xanthomonadaceae

En el Perú, se conoce que el brazo negro es producido en algodonero en la costa norte y selva del país por la raza 8. SENASA, 2002.

2.7.4. Características del patógeno

X. axonopodis pv. *malvacearum* es una bacteria gram-negativa, tiene forma de varilla, midiendo 0.2-0.8 x 0.6-2.0 um. Se moviliza gracias a un flagelo polar simple. SENASA, 2002.

2.7.5. Epidemiología

SENASA, 2002. Cuando el campo es cultivado en la campaña siguiente, la bacteria proveniente de la semilla o de los rastrojos, causa lesiones sobre las hojas cotiledonales. De esta infección primaria, la bacteria puede diseminarse y atacar todas las partes vivas de la planta, incluyendo las bellotas. Debe de

tenerse en cuenta que la bacteria puede permanecer latente en la semilla sin afectar la germinación. Las pudriciones internas de la bellota provocadas por la bacteria pueden destruir la semilla dentro de la bellota, pero cuando ésta es infectada tardíamente en su desarrollo o es sólo parcialmente podrida, la semilla reduce su viabilidad.

La bacteria puede sobrevivir de una estación a otra en hojas, ramas, bellotas y en semillas enfermas dejadas en el campo después de la cosecha, siendo estos la principal fuente de infección. Esta bacteria no puede sobrevivir en el suelo, fuera de los residuos. Después de la emergencia, las plántulas también pueden ser infectadas por inóculo secundario diseminado por el viento, lluvia o agua de riego de plantas cercanas o de rastrojos. El ciclo secundario de la infección ocurre con la diseminación de la bacteria a las hojas basales por salpicadura de lluvia o a través del contacto con cotiledones infectados. Se requiere de agua libre para la infección foliar y la diseminación secundaria es favorecida por periodos de alta humedad seguidos de periodos de viento y lluvia que distribuyen la bacteria en la copa de la planta.

En las hojas, la bacteria entra a través de los estomas. Una alta infección sólo ocurre cuando los estomas están totalmente abiertos y los espacios intercelulares están llenos de agua. El patógeno produce enzimas pectolíticas, celulasas y proteasas. Una vez dentro de la hoja, la bacteria se disemina por la cavidad subestomatal, rompiendo las paredes de las células del mesófilo esponjoso. El mesófilo del tejido es completamente destruido. Con el tiempo las lesiones visibles empiezan a secarse y oscurecerse. Bajo ciertas condiciones,

la infección vascular puede provocar síntomas sobre las hojas y la infección de las semillas.

El ciclo de la enfermedad puede romperse con el uso de semilla libre de la bacteria o variedades resistentes. El desarrollo máximo de la enfermedad es favorecida por humedad relativa por encima del 85% y temperatura atmosférica de 30 a 36° C. Es un parásito obligado, pero es una excepción a la regla, debido a que los parásitos obligados pueden romper la cutícula de las bellotas. La infección sistémica no es frecuente.

2.7.6. Síntomas y daños

SENASA, 2002. El primer síntoma en aparecer son lesiones redondas o elongadas en los cotiledones, inicialmente verdes y húmedas. Posteriormente se secan y se tornan marrones con un halo rojizo. Las lesiones en los hipocotilos son cancros negros y elongados que generalmente rodean y matan a las plántulas.

A temprana edad, las plantas infectadas pueden morir, pero ello tiene mayor significado porque en la superficie de las mismas, las manchas acuosas contienen millones de bacterias que pueden ser diseminadas por la lluvia y los insectos hacia las hojas.

Lesiones similares se presentan en ramas a medida que la planta crece. Los cancros que se presentan en las ramas se conocen como "brazo negro". Inusualmente, cuando la enfermedad es severa, se presentan varios cancros

que rodean a las ramas matando la porción distal de las ramas en todas las partes de la planta. Puede causar también la ruptura de las ramas.

La parte foliar de la enfermedad es llamada "mancha angular de la hoja del algodonero" y puede aparecer en cualquier momento del desarrollo como lesiones húmedas angulares. Las manchas infecciosas tienden a ser limitadas en crecimiento debido a las nervaduras

A medida que las manchas más viejas se van secando, su color se torna marrón. La enfermedad en las hojas estimula la formación prematura de una zona de abscisión en la base de los pecíolos, lo que causa defoliación.

Cuando las condiciones son especialmente favorables para el desarrollo de la enfermedad, las lesiones pueden seguir las nervaduras principales de la hoja, produciendo una línea angosta, necrótica y desigual. Algunas veces pueden verse sobre la superficie de las lesiones más viejas, en ramas, hojas y bellotas, manchas de costras cerosas y masas secas del agente causal

2.7.7. Medios de diseminación

El viento es el agente ambiental más activo en la diseminación de *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum,* pero el inoculo también puede ser diseminado por la lluvia, rocío, agua de riego y en menor proporción por animales mayores, insectos y maquinaria. Las semillas son importantes en la diseminación local y a largas distancias de la bacteria.

Las infecciones sobre las bellotas y las hojas también pueden ser provocadas por la alimentación de varios insectos chupadores. Se conoce que el principal vector en África e India es *Dysdercus* spp. ("stainer bug"), el cual puede llevar internamente la bacteria y la puede introducir dentro de la bellota o directamente dentro de la semilla al alimentarse. SENASA, 2002.

2.7.8. Rango de hospedantes

Este patógeno tiene como único hospedante reportado al género *Gossypium* y algunos investigadores mencionan como hospedante secundario a *Ceiba pentandra* (Lupuna) y como hospedante silvestre a *Jatropha curcas* (Piñón blanco). SENASA 2002

2.7.9. Distribución geográfica

Fernández, M.V. 1975. Originaria de los EEUU, se distribuyó a todas partes del mundo donde se cultiva el algodonero, siendo particularmente grave en las zonas del Nilo y en México, en los lugares sometidos al riego.

Se encuentra en Argentina, Brasil, Colombia, Guatemala, Guayana, México, Nicaragua, Perú, Uruguay, Venezuela, Costa Rica y Salvador.

2.8. Métodos de inoculación

López, M. y Cambra, M. 1996, mencionan que, las bacterias Fitopatógenas pueden penetrar por aberturas naturales de las plantas (estomas, hidatodos, nectarios). El inóculo bacteriano a utilizar debe ser adecuado para los distintos tipos de bacteriosis, así, para reproducir los síntomas de manchas foliares son más adecuadas las concentraciones de $10^6 - 10^7$ ufc/ml; además los métodos de inoculación adecuados para las manchas foliares es mediante la pulverización, infiltración de tejido con atomizador de alta presión o inyección en hojas, tallos o frutos.

2.9. Estatus fitosanitario en regiones de selva del Perú

X. axonopodis pv. *malvacearum* ha sido detectada atacando algodón de la variedad "blanco ucayalino" (áspero) *(Gossypium barbadense)* en la costa norte y selva del Perú.

En informes del SENASA (2006), las dependencias de esta institución ubicadas en zonas de selva, determinaron que en las regiones San Martín, Ucayali, Huanuco, Pasco, Junín, y la Dirección Desconcentrada del Valle Río Apurímac Ene (VRAE) cultivan el algodón en forma comercial las variedades áspero (*Gossypium barbadense*) y Upland (*Gossypium hirsutum*). También determinaron que la existencia de algodón silvestre en la mayoría de las áreas agrícolas de estas provincias, creciendo, como su mismo nombre lo indica, en

forma silvestre entre los cultivos de las zonas o áreas marginales o no agrícolas en forma de malezas.

Cuadro 2. Área sembrada de algodón Áspero y Upland y afectada por brazo negro del algodonero en zonas de selva (ha)

Región/ Dirección Desconcentrada	2002		% área afect.	2005		% área afect.
	ha semb.	ha afect.		ha semb.	ha afec	
San Martín	9	2.25	25.00	3.87	284	7.34
Ucayali	4	2.276	56.90	3.8	1.14	30.00
Huánuco	1.2	708	59.00	1.412	1.412	100.00
Pasco	320	0	0.00	40	35	87.50
Junín	0	0	0.00	400	no datos	0.00
VRAE	0	0	0.00	22	no datos	0.00
TOTAL	**14520**	**5234**	**36.05**	**9544**	**2871**	**30.08**

Fuente: SENASA 2006

Cuadro 3. Tipo de algodón y lugares de siembra

Especie/Tipo		**Tipo**	**Siembra frecuente del Cultivo**
barbadense	Pima Tanguis Áspero	Tanguis	Lima Ica Anchash
hirsutum	Upland Del Cerro	Pima	Piura
		Del Cerro – Upland	Lambayeque
		Áspero	Ucayali San Martín

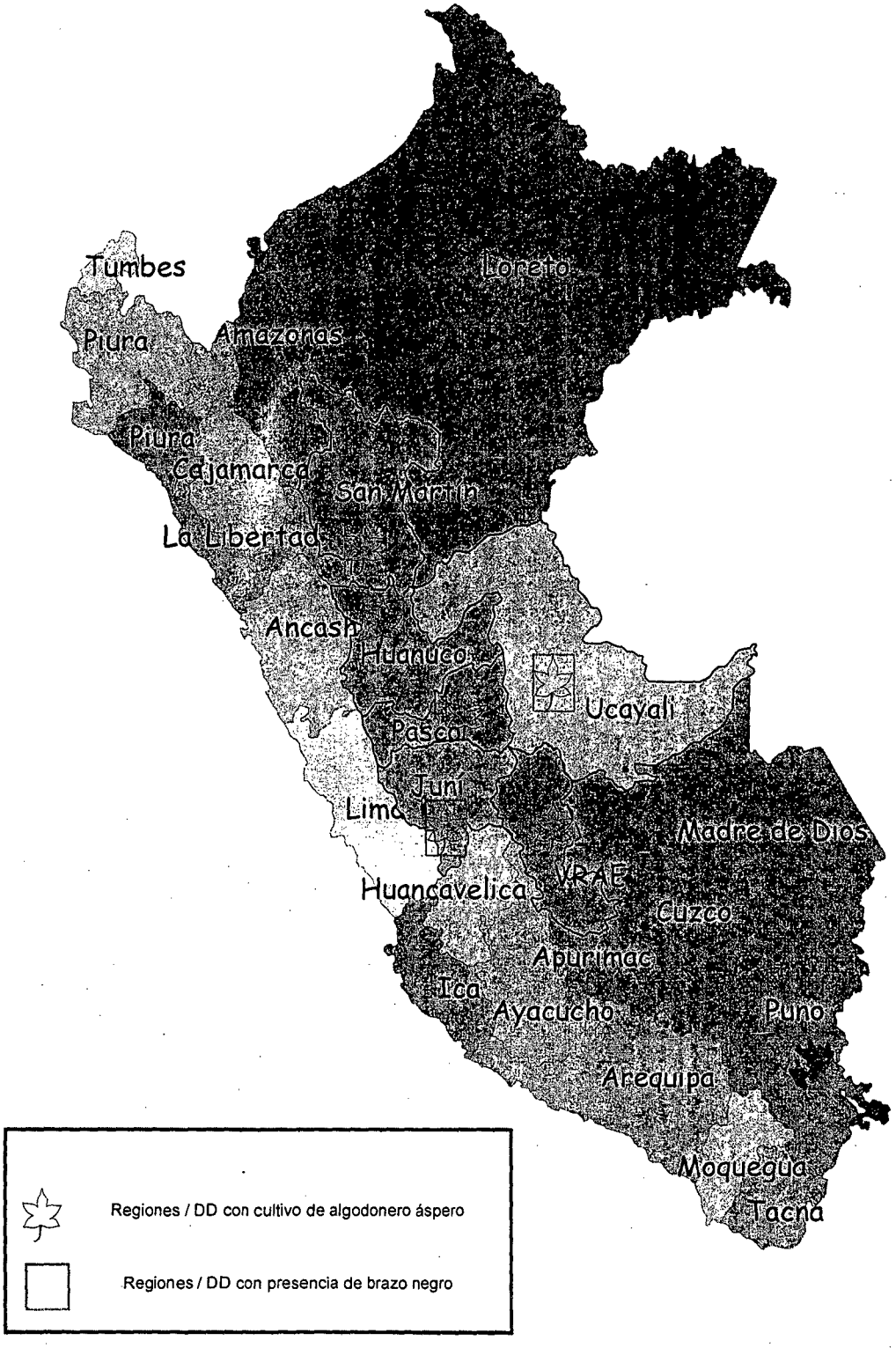


Figura 1. Zonas productoras de algodón comercial y la distribución de la enfermedad a nivel nacional

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Ubicación y duración del experimento

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones de la Unidad de Fitopatología de la Universidad Nacional de Ucayali (Pucallpa) y en la Unidad del Centro de Diagnóstico de Sanidad Vegetal del SENASA "**UCDSV**" (Lima) en el año 2008; la duración del experimento en cada localidad fue de 3 meses, considerando la obtención del material infectado, asepsia de los ambientes y evaluación. En la localidad de Pucallpa el trabajo se realizó durante los meses de diciembre, enero y febrero, mientras que en la localidad de Lima entre los meses de marzo, abril y mayo.

B. Condiciones climáticas

INEI, 2008, menciona las características de la Región Lima y Ucayali:

1. Región Lima

1.1. Ubicación y Superficie

Para fines de análisis, en el departamento de Lima, el INEI considera a la Provincia Constitucional del Callao, que geográficamente se encuentra en el Centro Occidental del Departamento de Lima. Mientras que la plaza de armas se ubica a una altitud de 161 msnm, el distrito de Lurigancho-Chosica llega a los 950 msnm. Así tenemos que el departamento de Lima se localiza en la

región central y occidental del territorio peruano, limitando por el norte con el departamento de Ancash, por el Este con los departamentos de Huánuco, Pasco y Junín, por el Sur-Este con el departamento de Huancavelica, por el Sur con el departamento de Ica y por el Oeste con el Océano Pacifico.

Tiene una superficie territorial de 34 948,57 kilómetros cuadrados, donde reside el 31% de la población del país.

1.2. *Relieve*

El territorio departamental tiene un relieve muy accidentado, que da lugar a la formación de dos unidades geográficas o regiones naturales: Costa y Sierra.

La región de la **Costa** se caracteriza por tener una continuidad desértica con pequeños valles cercanos entre sí, pampas áridas y elevaciones de poca altura cercanas a los 1000 metros, y la presencia de valles de curso regular o irregular que dan lugar a zonas agrícolas y ganaderas.

1.3. *Clima*

El clima del departamento de Lima es variado, templado con alta humedad atmosférica y constante nubosidad en el invierno, con lluvias escasas más conocidas como "garda", por ser lluvia con gotas pequeñas que caen en el invierno. Estas lluvias son más frecuentes y de mayor volumen cuando se produce el fenómeno de "El Niño".

La temperatura promedio anual de la costa es de 18°C, siendo las temperaturas máximas y mínimas de 30°C y 12°C respectivamente.

2. Región Ucayali

2.1. Ubicación y Superficie

INEI, 2008. Las coordenadas geográficas se sitúan entre los 8°22' y 11°27'de latitud sur, y los 70°30' y 76°05' de longitud oeste. Tiene como capital la cuidad de Pucallpa, ubicado a una altura de 154 m.s.n.m. Limita por el norte con el departamento de Loreto, por el sur con el departamento de Madre de Dios y Cuzco por el sur Oeste con el departamento de Junín; por el este con la Republica de Brasil y por el Oeste limita con los departamentos de Pasco y Huánuco.

Esta región tiene una extensión de 102,410.55 Km.², representando el 7.97 % del territorio peruano, en el que vive el 1.4% de la población del país y está formado por 4 provincias (Coronel Portillo, Padre Abad, Purús y Atalaya).

2.2. Clima

La zona pertenece a la clasificación de bosque húmedo tropical Semi-siempre verde estacional, la temperatura media anual es de 26,5°C con temperatura máxima de 36,5°C y mínima de 17,4°C a lo largo del año; la humedad relativa es de 82,4%, el promedio mensual de horas de sol varía notablemente, siendo los meses de julio, agosto y setiembre los de mayor radiación solar, los meses de mayor precipitación con mayor cantidad de horas sol en octubre, noviembre, febrero y marzo. La precipitación media anual es de 1 773 mm con un período seco en los meses de junio, julio y agosto cuando la lluvia es menor de 100 mm mensuales. Los meses restantes son más lluviosos siendo mayor la precipitación en los meses de febrero, marzo y abril. (Cochrane, 1982). Se

encuentra en la parte central y Oriental del territorio Peruano, región de la selva Amazónica y forma parte de la selva baja (INEI, 2008).

C. Material Genético en Estudio

Se utilizaron semillas y pepas de 11 cultivares genéticos de algodonero. Parte de este material fue proporcionado por el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) de la Universidad Agraria La Molina, las variedades Utquillo y Shanao y el cultivar áspero, fueron proporcionados por el INIA - EEA Pucallpa, los mismos que se codificaron para la facilidad del experimento de la siguiente manera:

Cuadro 4. Código de los cultivares del algodonero en estudio

Nº	Código	Tratamientos
1	T1	ÁSPERO
2	T2	UNA 2004-77
3	T3	LMG-72 I MASSARO
4	T4	UNA 1
5	T5	INIA 802 SHANAO
6	T6	PIMA FUNDEAL 8
7	T7	CH-H 4982 CHINCHANA
8	T8	DEL CERRO
9	T9	INIA 801 UTQUILLO
10	T10	PIMA ASN 90
11	T11	UNA 96-13

D. Ejecución del Experimento

La ejecución consistió de dos fases: Fase de Laboratorio y Fase de Experimental

1. Fase de Laboratorio

Esta fase corresponde al trabajo de los especialistas del SENASA, cuya preparación del inóculo fue entregada al tesista para su ejecución experimental.

El Diagnóstico y Detección de Bacterias Fitopatógenas se realizó a través de la metodología practicada por (Cedano, C. y Delgado, M. 1986)

a) Obtención del material vegetal infectado

El material vegetal fue obtenido de una plantación infectada con síntomas de la bacteria ubicada en el distrito de Campo Verde, de la Provincia Coronel Portillo, Región Ucayali; procediéndose a colectar hojas con pecíolo que presentaban estadíos tempranos y tardíos de infección; para su transporte se colocaron las muestras en cajas herméticamente cerradas conteniendo gel refrigerante hacia las oficinas del SENASA Ucayali, para luego ser llevados al SENASA Lima.

Para el envío de las muestras colectadas a la **UCDSV (SENASA Lima),** estas fueron colocadas en un material absorbente (papel toalla) introducidas en una doble bolsa plástica para evitar pérdida

de humedad colocando además la identificación entre las bolsas para luego juntarlos en la caja herméticamente cerrada.

b) Aislamiento de la bacteria

Se realizó de la siguiente manera:

- De las hojas infectadas se obtuvieron pequeñas secciones afectadas de la hoja (peciolo y nervadura), cada una separadas fueron sumergidas en alcohol al 75% durante 1 minuto 30 segundos y luego lavadas en agua destilada para eliminar la posible contaminación externa.
- Se trituraron los trocitos en un mortero con 3 ml de agua destilada estéril y se mantuvo así por un tiempo de 20 minutos, este proceso se realizó en todo momento dentro de la cámara de flujo laminar.
- De la suspensión obtenida se estrió sobre placas Petri conteniendo medios: Agrar nutritivo, YCD y 0-1 (Kado y Herkett, 1979).
- Luego del sembrado en los medios se incubaron a temperatura entre 22 y 29 °C durante 3 días.

c) Estandarización del Inóculo

La cantidad de bacterias viables utilizadas en las inoculaciones durante el experimento fue de 1.7 x 10^7 células/ml que fue

determinado mediante un espectrofotómetro TURNER SP-870 con cubetas de 75 mm por 9 mm de diámetro a una absorvancia de 0.6 con 660 nm de longitud de onda; El pH del agua para la dilución del inóculo fue de 7.7.

d) Prueba de hipersensibilidad

Para esta prueba se utilizaron plantas de *Nicotiana tabacum* (tabaco). Las hojas maduras de tabaco fueron asperjadas en las hojas con las suspensión bacteriana (1.7×10^7 células/ml), las plantas fueron evaluadas durante 9 días.

e) Prueba de patogenicidad

Inoculación en semillas de algodonero: se utilizaron semillas de los cultivares **UNA 1 y LMG-72 I MASSARO.** Los aislamientos fueron sembrados por estrías en placas Petri conteniendo medio a base de Papa-Peptosa-Glucosa Agar (PPGA) e incubados a 30°C durante 48 horas.

Después de la incubación se le adicionó a cada placa Petri agua destilada estéril para preparar suspensiones bacteriales equivalentes a 1.7×10^7 células/ml. Las semillas de algodonero previamente seleccionadas y tratadas durante 1 minuto con alcohol al 75% fueron sumergidas en cada suspensión bacterial por 60 minutos, al final de los cuales se extendieron sobre papel de filtro y se dejaron secar a la sombra durante 24 horas.

Estas semillas fueron sembradas en tierra estéril contenida en cubetas de plástico. Las plántulas inoculadas fueron cubiertas durante 48 horas con bolsas de polietileno trasparente y previamente humedecidas a fin de preservar la humedad necesaria para el inicio de patogénesis. La evaluación de los daños se realizó con una escala adaptada de Knight y Clouston.

f) Acondicionamiento y asepsia de los ambientes

En el Invernadero del Departamento de Fitopatología se construyó una división de malla metálica con el fin de mantener a las plantas aisladas de insectos y otros agentes ajenos al experimento. La asepsia en ambas localidades se realizó limpiando las paredes y piso con la ayuda de escobas y abundante agua con hipoclorito de sodio al 5%.

g) Preparación del sustrato

Para el caso de Pucallpa se trabajó con suelo y arena de restinga, siendo la proporción 3:2 respectivamente. Los costales con el sustrato (homogenizados) se colaron dentro de un cilindro herméticamente cerrado donde fueron esterilizados por el método de baño maría por un tiempo de 2 horas, luego se dejó secar a temperatura ambiente y se colocaron en las macetas preparadas para la siembra. Para la localidad de Lima se utilizó sustrato a base de arena y turba con proporción de 3:2. En este caso los costales

con el sustrato ya homogenizado se esterilizaron en un autoclavado a 121°/15 lb de presión y luego de ser secado bajo sombra fueron distribuidos en las macetas. Las macetas utilizadas fueron de material de plástico de 14 cm de diámetro mayor y 10.5 cm de diámetro menor y 11 cm de alto con capacidad de 2 litros.

2. Fase Experimental

a) Acondicionamiento y asepsia de los ambientes

En el Invernadero del Departamento de Fitopatología de la UNU se construyó una división de malla metálica con el fin de mantener a las plantas aisladas de insectos y otros agentes ajenos al experimento. La asepsia en ambas localidades se realizó limpiando las paredes y piso con la ayuda de escobas y abundante agua con hipoclorito de sodio al 5%.

b) Preparación del sustrato

Para el caso de Pucallpa se trabajó con suelo y arena de restinga, siendo la proporción 3:2 respectivamente. Los costales con el sustrato (homogenizados) se colaron dentro de un cilindro herméticamente cerrado donde fueron esterilizados por el método de baño maría por un tiempo de 2 horas, luego se dejó secar a temperatura ambiente y se colocaron en las macetas preparadas para la siembra. Para la localidad de Lima se utilizó sustrato a base de arena y turba con proporción de 3:2. En este caso los costales con el sustrato ya homogenizado se esterilizaron en autoclave a 121°C/15 lb de presión y luego de ser secado bajo sombra fueron distribuidos en las macetas. Las macetas

utilizadas fueron de material de plástico de 14 cm de diámetro mayor y 10.5 cm de diámetro menor y 11 cm de alto con capacidad de 2 litros.

c) Métodos de Siembra

Para este caso las semillas fueron desinfectadas de acuerdo al procedimiento descrito en el ítem f) de la fase de laboratorio.

Para el método **asperjado en plántulas** se ha trabajado con 3 macetas, sembrando 2 semillas en cada una, en la que cada maceta es una (1) repetición, haciendo de esta forma 3 repeticiones por cultivar y un total de 33 unidades experimentales; mientras que para el método **inmersión de semillas** se ha trabajado con 3 macetas y se sembraron 7 semillas en cada una, en la que cada maceta es una repetición, haciendo 3 repeticiones por cultivar y 33 unidades experimentales. Este trabajo se realizó en las localidades de Pucallpa y Lima con tierra de restinga y turba respectivamente con el sustrato preparado.

d) Proceso de Inoculación

d.1. Inoculación en las plantas jóvenes (método asperjado)

La inoculación se realizó cuando las plántulas presentaron al menos 2 hojas verdaderas; estas hojas fueron asperjadas en el haz y en el envés con una solución de 1.7×10^7 bacterias/ml mediante una asperjadora manual (como se muestra en la Figura 2). La aspersión se realizó de la siguiente manera: 2 veces en el haz, 2 veces en el envés y luego en toda la planta.





A. Aspersión en el haz B. Aspersión en el envés

Figura 2. Aspersión de la solución bacteriana

d.2. Inoculación en las semillas (método de sumersión)

Las semillas luego de secadas y separadas por tratamiento fueron sumergidas en la solución bacteriana (1.7 x 10^7 bacterias/ml) en vasos precipitados por un espacio de 1 hora para luego dejarlas secar bajo sombra por 24 horas, durante este tiempo el inóculo ingresa a las semillas.

E. Variables Evaluadas

e.1. Variables (Explicadas) Dependientes

e.1.1. Porcentaje de Incidencia (% I)

La incidencia de la enfermedad se ha evaluado observando el número de plantas que presentaban síntomas de la enfermedad entre el número total de plantas y multiplicadas por 100:

$$\mathrm{I\,T} = \frac{Nº\,PE}{Nº\,TP} x100$$

Donde:

I= Incidencia
Nº PE= Número de Plantas Enfermas
Nº TP= Número Total de Plantas

e.1.2. Grado de Severidad (°S)

La Severidad en plantas inoculadas en plantas jóvenes: consistió en observar durante 30 días los síntomas de la enfermedad a nivel de hojas y tallitos. Los síntomas fueron medidos con una herramienta vernier; la Escala de Night y Clouston modificada sirvió para medir el grado de infección que se presentó solo en hojas verdaderas siendo los siguientes criterios:

Grado 1: *Ausencia de síntomas de la enfermedad*
Grado 2: *Lesiones diminutas (generalmente menores de 1 mm) hasta 2 mm,*
Grado 3: *Similar al grado 2 ataque mas severo. Lesiones mayores a 2 mm*
Grado 4: *El ataque en las venas es típico y los síntomas aparecen simultáneamente que en la lámina, las nervaduras forman bandas húmedas de aproximadamente 3 mm de ancho*
Grado 5: *Lesiones son similares que del grado"4", pero las lesiones se presentan en todas las nervaduras, formando bandas húmedas cerca de 5 mm de ancho, de color negras y secas*

La Severidad en plantas inoculadas - semillas mostraron síntomas solo a nivel de tallo, por lo que se elaboró una escala para evaluar el grado de severidad. Para esto, se midió con una herramienta vernier el tamaño de los síntomas y el área ocupada en el tallo; siendo los criterios los siguientes:

GRADO 0: *Tallo sin infección visible de la enfermedad*
GRADO 1: >0.0 – 0.05: *Equivalente hasta el 5 % del tallo afectado*
GRADO 2: >0.05 – 0.1: *El ataque es equivalente más del 5 al 10 % en el tallo*
GRADO 3: >0.1 – 0.25: *Equivale más del 10 al 25 % del tallo afectado*
GRADO 4: >0.25 – 0.5: *Equivale más del 25 al 50 % del tallo afectado*
GRADO 5: >0.5: *Equivale más del 50% del tallo afectado*
Esta evaluación se realizó durante 30 días.

Las escalas mencionadas se muestran en las figuras 02 A, 03 A, 04 A y 05 A

e.2. Variables Explicativas (Independientes)

e.2.1.Temperatura y Humedad

Dentro de los ambientes mencionados se registraba la temperatura y humedad con un termohidrómetro (en ºC y %HR respectivamente) de forma directa.

F. Diseño Experimental

Para el análisis estadístico se ha considerado utilizar el modelo de Regresión Lineal Múltiple analizado mediante el programa BioEstat 3.0, puesto que se consideran una variable explicada (Severidad) y dos explicativas (temperatura y humedad)

Este análisis se utilizará para conocer si las variables explicativas influyeron significativamente en la variable explicada estadísticamente.

El modelo es el siguiente:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \ldots + \beta_2 X_2 + E$$

Donde:

$Y =$ *Variable explicada (dependiente)*

$\beta 1\ X1 =$ *Variable explicativa (independiente)*

$E =$ *Error aleatorio*

Por la naturaleza discreta de la variable "severidad" se ha analizado mediante el uso de la moda estadística que consiste en tomar el valor con una mayor frecuencia en una distribución de datos.

IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

A. De las variables

Resultado y discusión de este estudio se realizaron según las variables del mismo:

4.1. Resultado a Nivel de Plántulas

4.1.1. Incidencia (% I) y Severidad (°S) de la enfermedad

4.1.1.1. Incidencia y Severidad en la localidad de Pucallpa

Cuadro 4. Evaluación de *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum* en Pucallpa

Plantas asperjadas			
Trat	**Cultivares**	**Sev (Moda)**	**Incid (%)**
T1	ÁSPERO	5	100.00
T2	UNA 2004-77	3	100.00
T3	LMG-72 I MASSARO	1	33.33
T4	UNA 1	4	83.33
T5	INIA 802 SHANAO	5	100.00
T6	PIMA FUNDEAL 8	4	100.00
T7	CH-H 4982 CHINCHANA	4	100.00
T8	DEL CERRO	1	40.00
T9	INIA 801 UTQUILLO	3	100.00
T10	PIMA ASN 90	3	100.00
T11	UNA 96-13	1	50.00

El cuadro 4 indica el porcentaje de la incidencia presentada en los distintos tratamientos de la localidad de Pucallpa, donde se demuestra que la bacteria se presentó en todos los tratamientos. La mayor incidencia se presentó en los cultivares **Áspero**, **UNA 2007-77, INIA 802 Shanao, Pima Fúndela 8, Utquillo, CH-H Chinchana** y **Pima ASN 90 con el 100%** seguidos por los cultivares **UNA 1** (83.33%), **Del Cerro** (40%) y **LMG-72 I Massaro** (33.33%), siendo estos dos últimos los de menor incidencia.

La MODA para la variable de **Severidad** de la enfermedad en el estadío de plántula en esta localidad; se observa que existe diferencia entre los cultivares siendo **Áspero** e **INIA 802 Shanao** los que presentaron el mayor grado de severidad (grado 5), seguidamente de **UNA 1, Pima Fúndela 8** y **CH-H Chinchana** con el grado 4 ; los cultivares **UNA 2007-77, Utquillo** y **Pima ASN 90** se manifestaron con un grado de nivel 3, los demás presentaron los menores grados de severidad siendo **LMG-72 I Massaro, Del Cerro** y **UNA 96-13** con grado 1.

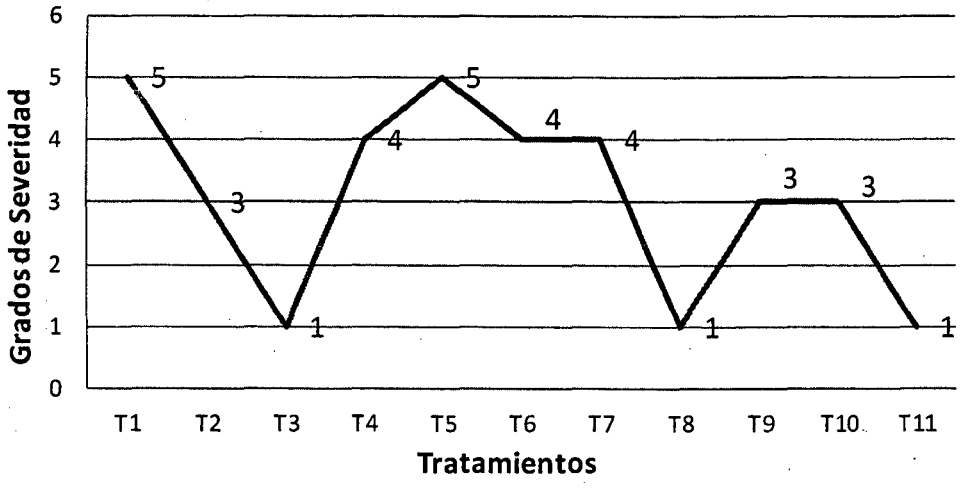


Figura 3. Grados de Severidad en Pucallpa (Plántulas)

4.1.1.2 Incidencia y Severidad en la localidad de Lima

Cuadro 5 Evaluación de *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum* en Lima
Plantas asperjadas

Trat	Cultivares	Sev (Moda)	Incid (%)
T1	ÁSPERO	2	100.00
T2	UNA 2004-77	2	100.00
T3	LMG-72 I MASSARO	2	100.00
T4	UNA 1	2	100.00
T5	INIA 802 SHANAO	2	83.33
T6	PIMA FUNDEAL 8	2	100.00
T7	CH-H 4982 CHINCHANA	2	83.33
T8	DEL CERRO	1	16.67
T9	INIA 801 UTQUILLO	1	50.00
T10	PIMA ASN 90	2	100.00
T11	UNA 96-13	2	100.00

El cuadro 5 indica el porcentaje de la incidencia presentada en los distintos tratamientos de la localidad de Lima, donde se muestra que la bacteria se presentó en todos los tratamientos. La mayor incidencia se presentó en los cultivares **Áspero**, **UNA 2007-77, LMG-72 I Massaro, UNA 1**, **Pima Fúndela 8, Pima ASN 90 y UNA 96-13** (con el 100%) indicando una alta susceptibilidad de éstos; seguido de los cultivares **INIA 802 Shanao** y **CH-H Chinchana** (con el 83%). Los cultivares con menor incidencia fueron **Utquillo** y **Del Cerro** (con 50 y 16.67% correspondientemente), siendo el T8 el menos susceptible a la enfermedad.

En el cuadro 5, se presenta la MODA para la variable de Grado de Severidad de la enfermedad en el estadío de plántula en la localidad de Lima; donde se observa que existe una mínima diferencia entre los cultivares **Del Cerro** y **Utquillo** se manifestaron con el menor grado de severidad (grado 1) tal como se muestra en la figura 4.

A pesar que el cultivar **Utquillo** es utilizado en la selva peruana, ha demostrado que bajo las condiciones en las que se ha llevado el experimento en la localidad de Lima ha sido el que mostró menor susceptibilidad al igual que el cultivar Del Cerro en el estadío de plántula. Los demás tratamientos presentaron el mayor grado de severidad (grado 2).

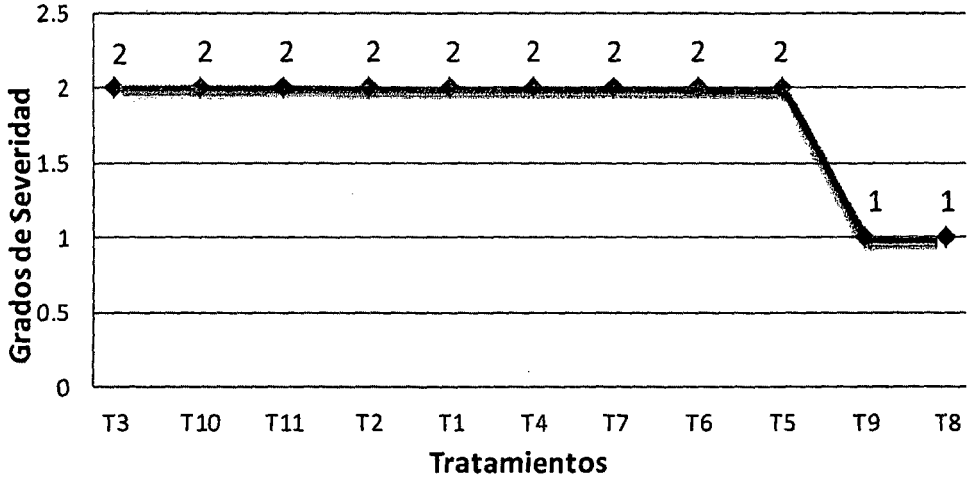


Figura 4. Severidad en Lima (Plántulas)

4.2. Resultado a Nivel de Semillas

4.2.1. Incidencia y Severidad Localidad de Pucallpa

Cuadro 6 Evaluación de *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum* en Pucallpa

	Plantas asperjadas		
Trat	**Cultivares**	**Sev**	**Incid**
T1	ÁSPERO	2	93.00
T2	UNA 2004-77	2	100.00
T3	LMG-72 I MASSARO	2	86.00
T4	UNA 1	3	89.00
T5	INIA 802 SHANAO	5	100.00
T6	PIMA FUNDEAL 8	2	100.00
T7	CH-H 4982 CHINCHANA	5	100.00
T8	DEL CERRO	2	100.00
T9	INIA 801 UTQUILLO	2	100.00
T10	PIMA ASN 90	5	80.00
T11	UNA 96-13	2	94.00

En el cuadro 6 de observa que inconsistentemente con el porcentaje de incidencia, la mayor severidad (**5**) se dio en los cultivares **INIA 802 SHANAO**, **CH-H 4982 CHINCHANA** y **PIMA ASN 90**, siendo los demás de grado de severidad **2**. Esto demuestra que los tratamientos que presentan una mayor incidencia no siempre será el de mayor grado de severidad; debido que en un determinado tratamiento puede existir un mayor número de plantas infectadas pero con un grado mínimo de severidad y/o viceversa. Los diversos cultivares de algodonero mostraron un comportamiento diferencial ante esta enfermedad que puede atribuirse al factor genético que existe entre los materiales; otra razón se debe a los factores climáticos diferentes y al escape de la enfermedad.

4.3. Incidencia en Ambas Localidades

Cuadro 7 A. Evaluación de ***Xanthomonas axonopodis*** **pv. m*alvacearum* en ambas localidades**
Plantas asperjadas

EVal / Tratam	Incidencia Lima (%)	Incidencia Pucallpa (%)	Promedio (%)
ÁSPERO	100.00	100.00	100.00
UNA 2004-77	100.00	100.00	100.00
LMG-72 I MASSARO	100.00	33.33	66.67
UNA 1	100.00	83.33	91.67
INIA 802 SHANAO	83.33	100.00	91.67
PIMA FUNDEAL 8	100.00	100.00	100.00
CH-H 4982 CHINCHANA	83.33	183.33	91.67
DEL CERRO	16.67	56.67	28.33
INIA 801 UTQUILLO	50.00	150.00	75.00
PIMA ASN 90	100.00	200.00	100.00
UNA 96-13	100.00	150.00	75.00

Los resultados del cuadro 7 muestran que el menor promedio del porcentaje de incidencia de la enfermedad se dio en los cultivares **Del Cerro** (28.33%) y **LMG-72 I Massaro** (66.67%) en ambas localidades.

4.4. Severidad en Ambas Localidades

4.4.1. Severidad en plántulas

Las comparaciones de severidad entre localidades se realizaron solo a nivel de plántula porque los síntomas de la enfermedad se mostraron en ambas localidades; mientras que en la localidad de Lima, los tratamientos inoculados por inmersión (semillas) no presentaron síntomas de la enfermedad hasta la finalización del experimento, presentándose solo a nivel de cotiledones.

Como se aprecia en el cuadro 8, el cultivar DEL CERRO presenta el rango de severidad menor a los demás tratamientos en ambas localidades con el grado

1, seguido por los cultivares LMG-72 I MASSARO y UNA 96-13 (rango de 1-2) siendo a su vez, los menos susceptibles mostrados en el experimento.

Cuadro 8. Moda para Grados de severidad de los tratamientos en ambas localidades (plántulas)

TRAT	CULTIVAR	° SEV LIM	° SEV PUC	RANGO
T1	ÁSPERO	2	5	3 - 4
T2	UNA 2004-77	2	3	2 - 3
T3	LMG-72 I MASSARO	2	1	1 - 2
T4	UNA 1	2	3	2 - 3
T5	INIA 802 SHANAO	2	5	3 - 4
T6	PIMA FUNDEAL 8	2	4	3
T7	CH-H 4982 CHINCHANA	2	3	2 - 3
T8	DEL CERRO	1	1	1
T9	INIA 801 UTQUILLO	1	3	2
T10	PIMA ASN 90	2	2	2
T11	UNA 96-13	2	1	1 - 2

Como se observa en el cuadro 8, el grado "2", presentado como el máximo nivel en la ciudad de Lima y está representado por los síntomas que se presentan a este nivel como manchas angulares que pueden medir hasta **2 mm** de diámetro y solo se presentan a nivel de entrenervaduras y nunca en las nervaduras.

Mientras que el grado "5", es el máximo nivel presentado en la ciudad de Pucallpa, comprende el máximo nivel que se presenta en la escala donde los síntomas son manchas angulares de forma irregular que llegan a cubrir todas las nervaduras de la hoja formando bandas de hasta **5 mm** de ancho y que finalmente llegan a secar a la hoja.

Concordante con el porcentaje de incidencia, la menor severidad fue detectada en el cultivar **Del Cerro** con grado 1 y la mayor en los cultivares **Áspero** e **INIA 802 Shanao** con un rango de grado 3-4.

4.5 Análisis de Regresión Lineal Múltiple

4.5.1 Severidad, Temperatura y Humedad

En el cuadro 9, se presenta los resultados obtenidos en 6 evaluaciones; los promedios de temperatura y humedad obtenidos de los cuadros 1 A y 3 A.

Cuadro 9. Promedios de Temperatura y Humedad y Grados de Severidad

Localidad	Evaluac.	Fecha de Eval.					
		31-ene	12-feb	17-feb	20-feb	23-feb	01-mar
Pucallpa	Prom. Temp	31.60	32.36	33.64	33.36	31.22	30.65
	Prom.HR	65.60	67.32	60.44	59.76	66.72	67.67
	Sev Plan	1	3	3	3	3	4
	Sev Sem	0	0	0	0	0	2
Lima	Prom. Temp	27.35	24.93	21.95	21.98	23.17	23.42
	Prom.HR	57.75	63.57	65.20	65.17	63.18	62.57
	Sev Plan	1	1	1	2	2	2

4.5.1.1 Resultados en la localidad de Pucallpa

a) A nivel de plántulas

Al regresionar los resultados del cuadro 9 se obtiene:

Cuadro 10. Regresión lineal Múltiple de la severidad en plantas asperjadas en Pucallpa

Fontes de variação	GL	SQ	QM
Regressão	2	0.0193	0.0096
Erro	3	4.814	1.6047
Total	23	4.8333	---
	---	---	---
F Regressão (2, 3) =	0.006	---	---
(p) =	**0.995**	---	---
Coef. de determinação múltipla (R2yy) =	0.004	---	---
F R2yy (2, 3) =	0.016	---	---
(p) =	---	---	---
R2yy ajustado =	-0.66	---	---
Coef. de correlação múltipla (Ryy) =	0.0632	---	---
Intercepto (a) =	2.7452	t = 0.0530	(p) = 0.9610
Coef. parcial de regressão (b1) =	-0.02	t = -0.0202	(p) = 0.9852
Coef. parcial de regressão (b2) =	0.0113	t = 0.0342	(p) = 0.9749
Comparação: Coef. (b1) e Coef. (b2) =	---	t = -0.0436	(p) = 0.9680
Variável dependente =	Coluna 3	---	---

El valor de F no es significativa (p=0.995), por lo que se acepta la hipótesis nula, la cual indica estadísticamente que la severidad no es influenciada por la temperatura ni la humedad (b1=0.9852) (b2=0.9749).

b) A nivel de Semillas

Cuadro 11. Regresión lineal Múltiple de la severidad en semillas inoculadas en Pucallpa

Fontes de variação	GL	SQ	QM
Regressão	2	1.325	0.6625
Erro	3	2.0083	0.6694
Total	23	3.3333	---
	---	---	---
F Regressão (2, 3) =	0.9897	---	---
(p) =	**0.5312**	---	---
Coef. de determinação múltipla (R2yy) =	0.3975	---	---
F R2yy (2, 3) =	2.6391	---	---
(p) =	---	---	---
R2yy ajustado =	-0.0042	---	---
Coef. de correlação múltipla (Ryy) =	0.6305	---	---
Intercepto (a) =	27.6281	t = 0.8266	(p) = 0.4690
Coef. parcial de regressão (b1) =	-0.6596	t = -1.0285	(p) = 0.3793
Coef. parcial de regressão (b2) =	-0.0943	t = -0.4400	(p) = 0.6897
Comparação: Coef. (b1) e Coef. (b2) =	---	t = -1.2158	(p) = 0.3110
Variável dependente =	Coluna 3	---	---

El valor de F no es significativa (p=0.5312), por lo que se acepta la hipótesis nula, la cual indica estadísticamente que la severidad no es influenciada por la temperatura ni la humedad (b1=0.3793) (b2=0.6897).

4.5.1.2 Resultados en la localidad de Lima

a) A nivel de plántulas

- Cuadro 12. Regresión lineal Múltiple de la severidad en plantas asperjadas en Lima

Fontes de variação	GL	SQ	QM
Regressão	2	0.64	0.32
Erro	3	0.86	0.2867
Total	23	1.5	---
	---	---	---
F Regressão (2, 3) =	1.1164	---	---
(p) =	**0.4351**	---	---
Coef. de determinação múltipla (R2yy) =	0.4267	---	---
F R2yy (2, 3) =	2.977	---	---
(p) =	---	---	---
R2yy ajustado =	0.0445	---	---
Coef. de correlação múltipla (Ryy) =	0.6532	---	---
Intercepto (a) =	32.9822	t = 1.5080	(p) = 0.2286
Coef. parcial de regressão (b1) =	-0.6255	t = -1.4905	(p) = 0.2328
Coef. parcial de regressão (b2) =	-0.1761	t = -1.2558	(p) = 0.2980
Comparação: Coef. (b1) e Coef. (b2) =	---	t = -1.4769	(p) = 0.2361
Variável dependente =	Coluna 3	---	---

El valor de F no es significativa (p=0.4351), por lo que se acepta la hipótesis nula, la cual indica estadísticamente que la severidad no es influenciada por la temperatura ni la humedad (b1=0.2328) (b2=0.2980).

4.6 Factores Climáticos en la Severidad

Los datos empleados para este análisis resultaron del registro de severidad en 6 fechas distintas de forma progresiva, cuyos datos se muestran en el cuadro 3 A.

a) Localidad de Pucallpa (fase plántulas)

En la figura 7 A, se observa que la temperatura, a nivel de plántula en la localidad de Pucallpa, influyó negativamente en la severidad, lo que quiere decir que cuando la temperatura fue superior a 30°C la severidad fue menor. Mientras que en la figura 8 A se muestra que la humedad relativa influyó positivamente en la severidad, siendo mayor el nivel de severidad cuando la humedad relativa fue mayor a 60%.

b) Localidad de Lima (fase plántulas)

En la figura 9 A, se observa que la temperatura en la localidad de Lima influenció negativamente en la severidad, puesto que los datos muestran que este factor estuvo dentro de un rango de 22 a 27°C. En cuanto a la humedad relativa (figura 10 A), se muestra que influyó positivamente en la severidad, al observar que mientras mas alta fue la humedad relativa (mas del 60%) la severidad fue mayor.

c) Localidad de Pucallpa (fase semilla)

En la figura 11 A se observa que la temperatura, a nivel de semilla en la localidad de Pucallpa, influyó negativamente en la severidad, lo que quiere decir que cuando la temperatura fue superior a 30°C la severidad fue menor. En la figura 12 A se muestra que la humedad relativa influyó positivamente en la severidad, siendo mayor el nivel de severidad cuando la humedad relativa fue mayor a 60%.

Estos resultados coinciden con Díaz, T; *et. al.* 2001, quienes demostraron que la enfermedad se ve favorecida cuando la temperatura se encuentre en el rango de 27°C y 31°C y con humedad relativa más del 80%.

V. CONCLUSIÓN

De acuerdo al resultado obtenido, se concluye lo siguiente:

1. La incidencia a nivel de plántulas y semillas en ambas localidades fue del 100%; pero, a diferencia de la localidad de Lima a nivel de semilla, fue que los síntomas se mostraron en los cotiledones **(mancha angular y V invertida),** mientras que en la localidad de Pucallpa se manifestó en los tallos donde alcanzó el nivel de **"brazo negro".** En plántulas los síntomas de V invertida y mancha angular en las hojas se presentaron en ambas localidades.

2. La severidad de la enfermedad, dio como resultado que en Pucallpa (plántulas asperjadas) se manifestaron los síntomas con el máximo nivel de severidad "Grado 5", mientras que en Lima fue de "Grado 2" siendo el "grado 1" sin presencia de los síntomas y "grado 5" el máximo. En cuanto al grado de severidad en las semillas inoculadas en la localidad de Pucallpa, se presentó el síntoma de **brazo negro** del algodonero, alcanzando el máximo grado de severidad registrado con una escala realizada para tallos de grado "5", siendo el "grado 0" sin presencia de la enfermedad y "grado 5" el máximo.

3. La temperatura y humedad relativa registradas en las localidades durante el experimento permitieron que el máximo grado de severidad se presente en la localidad de Pucallpa y la mínima en la localidad de Lima.

4. Si bien es cierto que las condiciones de temperatura en la localidad de Pucallpa permitió el mayor desarrollo de los síntomas, el análisis estadístico indica que la severidad no fue influenciada por la temperatura ni la humedad de una manera determinante, pudiendo deberse a otros factores no analizados en este experimento como a la genética de cada cultivar (resistencia o susceptibilidad) en una determinada localidad.

V. RECOMENDACIONES

- Las semillas infectadas con la bacteria proveniente de campos infectados, deben ser tratadas con un adecuado manejo integrado como la incorporación temprana de rastrojos, rotación de cultivos, sembrando variedades resistentes, tratamiento de semillas infectadas en baño de agua a 65° C por 20 min antes de la siembra y no deben ser sembradas junto a parcelas con semillas sanas, puesto que la infección de una sola planta es suficiente para que la bacteria infecte a las demás plantas; de este modo se estará disminuyendo el nivel de incidencia en los lugares donde se presenta la enfermedad

- Para un mejor análisis del grado de severidad, tanto a nivel de plántulas y semillas, se recomienda utilizar las escalas con las que se ha llevado a cabo este experimento; porque muestra los síntomas en hojas y tallos presentados en las localidades de Pucallpa (selva) y Lima (costa). De este modo se pueden identificar inicios de la enfermedad y tomar las medidas necesarias para evitar su diseminación.

- Se deben utilizar los cultivares LMG-72 I MASSARO, DEL CERRO, PIMA ASN 90 y UNA 96-13, puesto que fueron los que se manifestaron con el menor grado frente a la inoculación de la bacteria *X. axonopodis* pv. *malvacearum*

- Considerar el síntoma de "V" Invertida cuando sea observada en los campos de cultivo, puesto que es un indicador de la presencia de esta enfermedad que muchas veces pasa por desapercibida.

- De acuerdo a la R M Nº 0362-98-AG del MINAG, se prohíbe la movilización de algodón rama en zonas de selva afectados por la presencia de esta enfermedad hacia los valles de costa y otros lugares de producción de algodón. Este experimento ha demostrado que la enfermedad se desarrolla en las condiciones en las que se llevó a cabo esta investigación (en ambas localidades); por lo que se corrobora el riesgo en la movilización del algodón rama hacia campos libres de la enfermedad.

VII. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. Agrios, N. 2004. Plant Pathology. Fifth Edition. Departament of Plant Pathology University of Florida. Elsevier Academic Press. USA.

2. Alcalá de Marcano, Dylcia C.; Urquiola,Yenny. 1992. Agronomía Tropical. Volumen 44. Págs. 579-591 Sobrevivencia *de Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum* En Tejidos Secos de Algodón. Venezuela. [en línea] disponible en: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at4404/Arti/alcala_d.htm

3. Alfaro, A. 1953-54a: Aspecto Fitopatológico del Cultivo Algodonero de Aragón. Bol. Pat. Veg. Ent. Agrie. **XX:** 145-166.

4. Álvarez, Juan. 2004. Evolución del Algodón *Gossypium Barbadense* L, en el Perú y en el Continente. Instituto Peruano del Algodón - IPA. Artículo de Publicidad. 7 págs. [en línea] disponible en: http://www.ipaperu.org/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=6&Itemid=76

5. Araya, C. Manuel. 1990. Taxonomía del Género Xanthomonas. Asociación de Profesionales en Enfermedades de Plantas. Publicaciones de Phytopathology: Edition 90, págs. 677-682 [en línea] disponible en: http://apep-cr.tripod.com/Public/Xantomonas.htm

6. Arturi, J. M. 1984.El algodón, mejoramiento genético y técnico de su cultivo. Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires, Argentina. 45 p.

7. Basurto, L. R. 1990. El cultivo del algodonero "Tanguis" en el Perú, Manual técnico. Editorial. UNAS – La Molina – Lima, Perú. 93 p.

8. ABI International 2007. Crop Protection Compendium. [en línea] disponible en: http://www.cabicompendium.org/NamesLists/CPC/Full/XANTMA.htm

9. Cedano, C. y Delgado, M. 1986. "Enfermedades del Algodonero en Piura". Estación Experimental Agrícola de La Molina, Informe Nº 98. Revilla, V. 1955.

10. Cochrane, T 1982. Caracterización agroecológica para el desarrollo de pasturas en suelos ácidos de América tropical. p. 23-44. *En* J.M. Toledo (ed.) Manual para la evaluación agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales- RIEPT. CIAT. Cali, Colombia.

11. Córdova, S.G. 1980. El Algodón. Editorial: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo – Lambayeque, Perú 397 p.

12. Díaz, T.; Valdés, C. y Castillo B. 2001. Comportamiento de Germoplasma de Algodón ante *Xanthomonas campestris* pv.

malvacearum. Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". Cuba – La Habana. [en línea] disponible en: <http://www.actaf.co.cu/revistas/revista_ao_95-2010/Rev%202001-1/06-Xanthomonas.pdf>

13. Falcone, E. 2010. Presidente del Comité Textil de la **Sociedad Nacional de Industrias (SNI).** [en línea] disponible en: http://biznews.pe/noticias-empresariales-nacionales/anuncian-drastica-caida-en-la-produccion-algodon-en-el-2010

14. Fernández, M.V. 1975. Introducción a la Fitopatología (3a Edición). VOLUMEN II bacterias, fisiogénicas, fungicidas, nematodos. Colección Científica del INTA. República Argentina - Buenos Aires.

15. Hidalgo Rios, Fulvio. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria INIEA. Cultivo de Algodón Áspero en Selva Baja (*Gossypium Barbadense* L.) Pucallpa Perú. 2005

16. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria INIEA Desarrollo Tecnológico del Cultivo del Algodón Blanco Ucayalino (*Gossypium barbadense* L) Pucallpa – Perú 2002

17. Instituto Peruano del Algodón. IPA – Perú. 2000. Manual de Evaluaciones Biométricas En El Cultivo Del Algodón. [en línea] disponible en:

http://www.ipaperu.org/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=9&Itemid=76

18. López, M.[1] y Cambra M.[2] Diagnóstico y Detección de Bacterias Fitopatógenas. [1]. Departamento de Protección Vegetal y Biotecnología. [2]. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) Valencia - España. 1996. 19 págs.

19. Montesinos, M. M. [1] y Beltrá, R. [2]. Las Bacterias Fitopatógenas. [1]. Laboratorio de Patología Vegetal. Departamento de Ingeniería Agraria y Tecnología Agroalimentaria. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Girona. Departamento de Plantas. Centro de Investigaciones Biológicas (CIB). Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) Madrid - España. 1996. 19 pgns.

20. Lorente Herrera, J. 1997. Biblioteca de la Agricultura. Editorial Lexus, Barcelona – España, P 499 – 500.

21. M. H. Arnold, 1976. Agricultural research for development: the Namulonge contribution. Cotton Research Corporation. Cambridge University Press - USA. Volume 13. Edition 04. Pp. 363

22. Malavolta Jr., V.; Lanza, S.; Saggio, L.; Pizzinatto, M. Edivaldo Cia. 2006. Crestamento foliar, Nova Sintomatologia em Algodoeiro Causada por *Xanthomonas axonopodis* pv. malvacearum. SCielo Brasil. Scientific

Electronic Library Online. Revista Summa phytopathol. v.34 n.2 páginas 168-171 Botucatu abr./jun. 2008 [en línea] disponible en: http://www.scielo.br/pdf/sp/v34n2/11.pdf

23. Ministerio de Agricultura. Series Históricas de Producción Agrícola – Compendio Estadístico. Consulta virtual. 2010. [en línea] disponible en: http://frenteweb.minag.gob.pe/sisca/?mod=consulta_cult

24. Ministerio de Agricultura. Dirección General de Competitividad Agraria. Boletín Técnico "Condiciones Agroclimáticas del cultivo de Algodón". 2011. Consulta virtual. [en línea] disponible en: http://www.minag.gob.pe/download/pdf/direccionesyoficinas/direccion_informacion_agraria/boletines_tecnicos/cultivo_algodon.pdf

25. Mont, R. 2002. Manejo Integrado de Enfermedades de las Plantas. MINAG – Servicio Nacional de Sanidad Agraria SENASA. VPI Gráficos. Lima – Perú.

26. Servicio Nacional de Sanidad Agraria SENASA. Informe Anual Brazo Negro del Algodonero "*Xanthomonas axonopodis* pv *malvacearum* (Smith) Dye." Dirección de Vigilancia Sanitaria. Lima – Perú, 2006.

27. Servicio Nacional de Sanidad Agraria SENASA. Boletín Informativo. Brazo Negro del Algodonero "*Xanthomonas axonopodis* pv *malvacearum* (Smith) Dye." Dirección de Vigilancia Sanitaria. Pgns. 18. Lima – Perú,

2002. Publicado en: http://www.senasa.gob.pe/0/modulos/JER/JER_Interna.aspx?ARE=0&PFL=2&JER=1039

28. Wickens y Logan, 1957. Rolfs, 1915; Presley y Bird, 1968. Hastie, 1952. (Boughey, 1947). In: Agricultural Research for Development: The Namulonge Contribution. Cotton Research Corporation. Cambridge University Press - USA. Volume 13. Edition 04. Pp. 363

VIII. ANEXO

7.1 CUADROS

Cuadro 1 A. Registro de datos de temperatura y humedad en cada localidad

Dias de Evaluación	Enero - Febrero		Abril - Mayo	
	PUCALLPA		LIMA	
	T°	H°R	T°	H°R
1	31.6	65.0	29.0	55.2
2	33.0	63.0	28.8	57.0
3	33.0	65.0	27.0	60.0
4	30.4	64.0	27.5	51.2
5	30.0	71.0	26.6	58.1
6	30.0	77.3	25.2	65.0
7	32.0	71.3	24.1	68.0
8	34.0	59.0	26.1	60.8
9	33.8	60.0	25.5	64.6
10	32.0	69.0	25.6	65.5
11	32.0	67.3	24.2	61.5
12	35.5	56.3	24.1	61.0
13	32.2	58.0	23.0	62.0
14	31.5	71.3	22.6	65.7
15	37.0	49.3	22.3	66.3
16	31.8	60.0	22.2	65.0
17	36.0	58.6	20.1	66.2
18	37.5	50.0	21.5	66.0
19	30.5	70.0	21.1	65.8
20	31.0	60.2	22.0	66.8
21	31.3	65.0	21.8	65.3
22	33.0	63.0	22.0	65.6
23	33.6	59.3	22.0	65.3
24	30.6	69.0	23.0	62.2
25	27.6	77.3	23.3	62.0
26	30.0	66.2	22.7	64.0
27	31.8	68.0	23.0	63.1
28	29.1	75.0	23.0	63.0
29	30.5	72.0	24.0	61.0
30	32.3	64.8	23.0	66.0
31	30.2	60.0	23.0	62.2
Promedio	**32.1**	**64.7**	**23.8**	**62.9**

Fuente: TESIS

Cuadro 2 A. Origen de los cultivares según la especie

Género y Especie	Código	Tratamientos	Lugar de Cultivo	Tipo
Gossypium barbadense	T1	ÁSPERO	Selva	Áspero
G. barbadense	T2	UNA 2004-77	Costa	Tanguis
G. barbadense	T3	LMG-1-72 MASSARO	Costa	Tanguis
G. barbadense	T4	UNA 1	Costa	Tanguis
G. barbadense	T5	INIA 802 SHANAO	Selva	Áspero
G. barbadense	T6	PIMA FUNDEAL 8	Costa	Pima
G. barbadense	T7	CH-H 4982 CHINCHANA	Costa	Tanguis
G. hirsutum	T8	DEL CERRO	Costa	Upland
G. hirsutum	T9	INIA 801 UTQUILLO	Selva	Upland
G. hirsutum	T10	PIMA ASN 90	Costa	Upland
G. hirsutum	T11	UNA 96-13	Costa	Upland

Cuadro 3 A. Promedios de temperatura, humedad y severidad

Fase de Plántula

PUCALLPA			LIMA		
Prom. Temp	**Prom.HR**	**Sev**	**Prom. Temp**	**Prom.HR**	**Sev**
31.60	65.60	1	27.35	57.75	1
32.36	67.32	3	24.93	63.57	1
33.64	60.44	3	21.95	65.20	1
33.36	59.76	3	21.98	65.17	2
31.22	66.72	3	23.17	63.18	2
30.65	67.67	4	23.42	62.57	2

Fase de Semilla

PUCALLPA

Prom. Temp	**Prom.HR**	**Sev**
31.60	65.60	0
32.36	67.32	0
33.64	60.44	0
33.36	59.76	0
31.22	66.72	0
30.65	67.67	2

Cuadro 4 A. Ciclo del experimento

A Nivel de Plántulas		A Nivel de Semillas	
Siembra		Inoculación	
Pucallpa	23-dic-07	Pucallpa	23-ene-08
Lima	13-mar-08	Lima	24-abr-08
Inoculación		Siembra	
Pucallpa	23-ene-08	Pucallpa	24-ene-08
Lima	24-abr-08	Lima	25-abr-08
Aparición de Síntomas		Aparición de Síntomas	
Pucallpa	06-feb-08	Pucallpa	20-feb-08
Lima	05-may-08	Lima	Sin presencia

Cuadro 5 A. Severidad de las plantas asperajdas en Pucallpa

Cultivar	Eval / Tratam	31-ene Severidad		12-feb Severidad		17-feb Severidad		20-feb Severidad		23-feb Severidad		01-mar Severidad	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
ÁSPERO	T1R1	1		3		3		3		3		5	
	T1R2	1	1	4	3	4	3	4	3	5	3	5	3
	T1R3	1	1	1	1	3	2	3	2	3	3	4	3
UNA 2004-77	T2R1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	T2R2	1	1	3	2	3	3	4	4	4	4	4	4
	T2R3	1	1	1	4	1	4	1	4	1	4	2	5
LMG-72 I MASSARO	T3R1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	T3R2	1	1	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3
	T3R3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
UNA 1	T4R1	1	1	1	3	1	3	1	3	1	3	1	4
	T4R2	1	1	3	2	3	4	3	4	3	4	3	4
	T4R3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
INIA 802 SHANAO	T5R1	1	1	5	3	5	3	2	3	3	3	4	5
	T5R2	1	1	3	5	3	5	3	5	3	5	5	5
	T5R3	1	1	4	3	4	3	4	3	4	3	5	5
PIMA FUNDEAL 8	T6R1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
	T6R2	1	1	3	2	3	3	2	3	3	3	4	4
	T6R3	1	1	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4
CH-H 4982 CHINCHAN/	T7R1	1	1	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4
	T7R2	1	1	4	3	4	3	4	3	4	3	4	4
	T7R3	1	1	2	2	2	4	3	4	3	4	4	4
DEL CERRO	T8R1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	4	3
	T8R2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	T8R3	1		1		1		1		1		1	
INIA 801 UTQUILLO	T9R1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	T9R2	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	4	3
	T9R3	1		3		3		3		3		3	
PIMA ASN 90	T10R1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	T10R2	1	1	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3
	T10R3	1	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4
UNA 96-13	T11R1	1	1	3	1	3	1	4	1	4	2	4	2
	T11R2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	T11R3	1	1	1	2	1	2	1	3	1	3	1	4
MODA		1		3		3		3		3		4	

Cuadro 6 A. Severidad de las plantas asperajdas en Lima

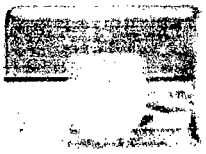
Cultivar	Eval / Tratam	01-may Severidad		05-may Severidad		10-may Severidad		13-may Severidad		19-may Severidad		23-may Severidad	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
ÁSPERO	T1M1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
	T1M2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
	T1M3	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
UNA 2004-77	T2M1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
	T2M2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
	T2M3	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2
LMG-72 I MASSARO	T3R1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2
	T3R2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3
	T3R3	1		1		1		2		2		2	
UNA 1	T4R1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2
	T4R2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
	T4R3	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2	2
INIA 802 SHANAO	T5R1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2
	T5R2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
	T5R3	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2
PIMA FUNDEAL 8	T6R1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
	T6R2	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2
	T6R3	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2
CH-H 4982 CHINCHANA	T7R1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
	T7R2	1	1	1	1	2	2	3	2	3	2	3	2
	T7R3	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1
DEL CERRO	T8R1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	T8R2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	T8R3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
INIA 801 UTQUILLO	T9R1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2
	T9R2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2
	T9R3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PIMA ASN 90	T10R1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
	T10R2	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2
	T10R3	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2
UNA 96-13	T11R1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2
	T11R2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
	T11M3	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2
MODA		1		1		1		2		2		2	

Cuadro 7 A. Severidad de las semillas asperjadas en Pucallpa

Cultivar	Eval / Tratam	08-feb Severidad							12-feb Severidad							17-feb Severidad							20-feb Severidad							23-feb Severidad							01-mar Severidad						
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
	T1M1	0	0	0	0	0			0	0	0	0	3			0	0	0	0	3			0	0	0	0	3			0	0	0	0	3			2	2	1	2	3		
ÁSPERO	T1M2	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0			0	0	0	0	0			0	0	0	0	0			0	0	0	0	0			2	2	2	2	3		
	T1M3	0	0	0	0				0	0	0	2				0	0	0	2				1	0	0	2				1	0	0	2				3	2	0	2			
	T2M1	0	0	0					0	0	0					0	0	0					0	0	0					0	0	0					1	2	2				
UNA 2004-77	T2M2	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		0	0	1	2	0	0		2	2	2	5	3	2	
	T2M3	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0			0	0	0	3	3			4	0	0	3	3			4	1	0	3	3			5	5	3	3	3		
	T3M1	0	0	0	0	0			0	0	2	0	0			0	0	2	2	2			0	0	3	2	2			0	0	3	2	2			0	0	3	2	2		
LMG-72 I MASSARO	T3M2	0	0	0					0	0	0					0	0	2					0	0	3					0	0	3					2	2	3				
	T3M3	0	0	0	0	0	0		4	3	0	0	0	0		5	3	0	0	0	0		5	3	0	0	2	2		5	3	0	1	2	2		5	3	1	2	2	2	
	T4M1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	3	3	2	2	0	0	0	3	3	2	2	0	0	0	3	3	2	2	0	0	3	4	4	3	2	0	0
UNA 1	T4M2	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		0	0	3	0	0	0		0	3	3	0	0	0		2	4	3	3	2	2	
	T4M3	0	0	0	0	0	0		3	0	2	0	0	0		5	0	3	0	0	0		5	3	3	0	0	2		5	3	3	0	0	2		5	3	4	2	2	3	
	T5M1	0							0							0							0							0							3						
INIA 802 SHANAO	T5M2	0	0	0					0	0	3					0	0	5					3	4	5					5	5	5					5	5	5				
	T5M3	0							0							0							0							2							4						
	T6M1	0	0	0	0	0	0		3	0	4	0	0	0		5	0	5	0	0	0		5	0	5	0	0	0		5	0	5	0	0	0		5	1	5	2	2	2	
PIMA FUNDEAL 8	T6M2	0	0	0	0				0	0	0	0				2	2	2	2				2	2	5	5				2	2	5	5				2	2	5	5			
	T6M3	0	0	0	0	0			0	2	2	0	0			0	5	5	0	0			2	5	5	2	2			2	5	5	2	2			2	5	5	2	2		
	T7M1	0	0	0	0	0			2	0	2	0	0			3	0	3	0	0			3	0	3	0	0			5	0	5	0	0			5	3	5	4	2		
CH-H 4982 CHINCHANA	T7M2	0	0	0	0	0	0		0	2	0	0	0	0		5	2	0	5	0	0		5	3	0	5	0	0		5	3	0	5	0	0		5	4	2	5	3	3	
	T7M3	0	0	0	0	0			0	5	0	0	0			0	5	2	0	0			2	5	2	2	4			2	5	2	2	5			5	5	4	5	5		
	T8M1	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		2	2	2	2	2	3	
DEL CERRO	T8M2	0	0	0	0				0	0	0	0				0	0	0	0				0	0	0	0				0	0	0	0				2	1	2	1			
	T8M3	0	0	0	0				0	0	0	0				0	0	0	0				0	0	0	0				0	0	0	0				2	1	1	3			
	T9M1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2
INIA 801 UTQUILLO	T9M2	0	0	0	0				0	0	0	0				0	0	0	0				0	2	0	0				0	2	0	0				1	2	3	3			
	T9M3	0	0	0	0				0	0	0	0				0	0	0	0				0	0	0	0				2	2	2	2				5	5	5	5			
	T10M1	0	0	0					0	0	0					0	0	0					0	2	0					0	5	0					0	5	0				
PIMA ASN 90	T10M2	0	0	0					0	0	0					0	0	0					0	0	0					0	1	1					2	5	3				
	T10M3	0	0	0	0				0	0	5	4				0	3	5	5				0	3	5	5				0	3	5	5				5	4	5	5			
	T11M1	0	0	0	0				2	0	0	0				2	0	2	0				3	1	3	0				4	1	4	0				5	2	4	2			
UNA 96-13	T11M2	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		3	0	0	0	0	0		4	2	2	0	0	3		4	2	2	0	0	4		5	2	4	0	3	5	
	T11M3	0	0	0	0	0	0		1	0	0	0	3	0		2	0	2	0	3	0		2	0	2	0	3	0		2	0	2	0	3	0		4	1	3	2	4	3	
MODA					0							0							0							0							0							2			

7.2 FIGURAS

Figura 01. A. FLUJO DEL EXPERIMENTO



preparación

- 50 ml de agua destilada
  - 10 ml para dilución
  - 40 ml para enjuague
- Se utilizó 700 ml de agua destilada



Lavado

- Posteriormente se lavó las semillas con abundante agua



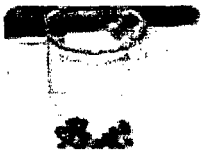
desinfección

- Hipoclorito de Sodio al 1% por espacio de 1 minuto en vasos pp con 40 ml



Enjuague

- Enjuague con agua destilada por 3 veces



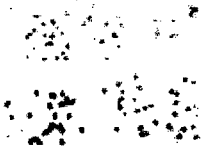
Desinfección

Sumersión de las semillas en alcohol por 1 minuto, luego de 10 min. de secado, fueron trasportados a la cámara flujo laminar para la inoculación



Inoculación

Las semillas se introdujeron en la solución bacteriana (1x10-7 ufc) por 60 minutos



Secado de las Semillas

Fueron secadas bajo sombra en papel toalla por 24 horas



Siembra

Las semillas fueron sembradas a razón de 7 semillas por maceta (21 semillas por cultivar)



Evaluación

Las variables fueron evaluadas durante 30 dias

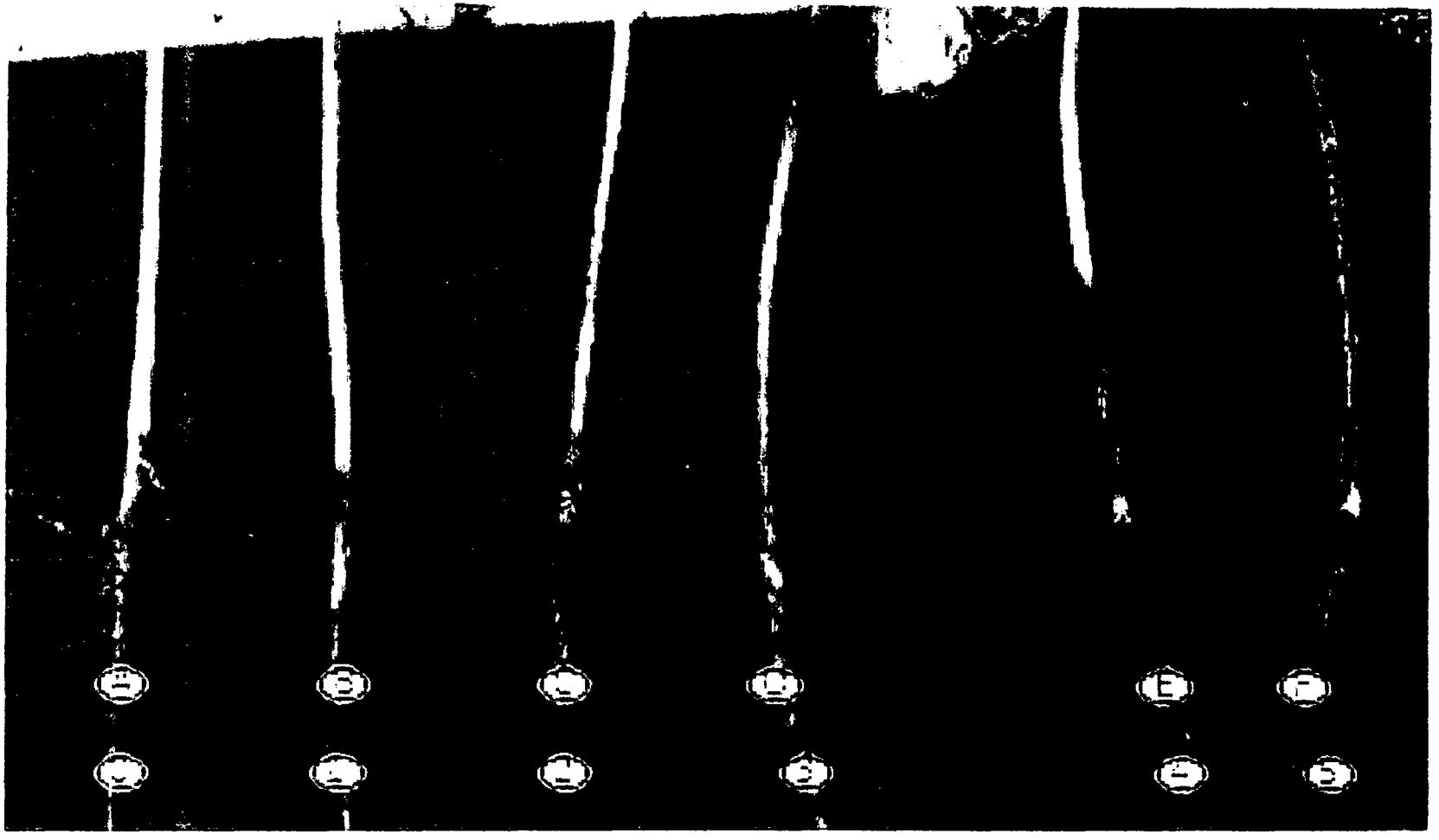


Figura 02 A. ESCALA DE ENFERMEDAD Brazo Negro (*Xanthomonas axonopodis* path. *malvacearum*) GRÁFICA - Presentados en Semilla



GRADO 0



GRADO 3: >0.1 – 0.25



GRADO 1: >0.0 – 0.05



GRADO 4: >0.25 – 0.5



GRADO 2: >0.05 – 0.1



GRADO 5: >0.5

Figura 03 A. ESCALA DE ENFERMEDAD Brazo Negro (*Xanthomonas axonopodis* path. *malvacearum*)
VALORES - Presentados en Semilla

GRADO 0:

Tallo sin infección visible de la enfermedad

GRADO 1: >0.0 – 0.05

Equivalente hasta el 5 % del tallo afectado, aquí el síntoma empieza a aparecer en la base del cuello de las plántulas que desde un comienzo de apariencia humedecidas y de color marrón oscuro a negro.

GRADO 2: >0.05 – 0.1

Se considera cuando el ataque es equivalente de 5 al 10 % en el tallo; aquí las manchas necróticas empiezan a aparecer a lo largo del tallo (manchas alargadas)

GRADO 3: >0.1 – 0.25

Equivale del 10 al 25 % del tallo afectado, en este grado las manchas alargadas se juntan y llegan a ocupar casi la totalidad del diámetro del tallo donde iniciaron los síntomas alargados

GRADO 4: >0.25 – 0.5

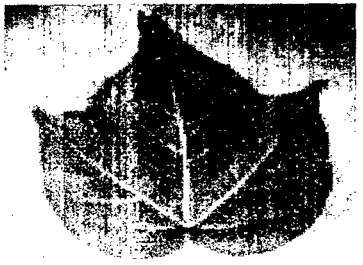
Del 25 al 50 % del tallo afectado, este grado es similar al anterior, pero a diferencia, en las partes afectadas no se observan tejido sano, todo el diámetro se encuentra necrosado

GRADO 5: >0.5

Este grado equivale a mas del 50% del tallo afectado. Todo el tallo se encuentra necrosado hasta la muerte de este cuando se vuelve flácido.

Figura 04 A. **ESCALA DE ENFERMEDAD Brazo Negro (*Xanthomonas axonopodis* path. *malvacearum*)**

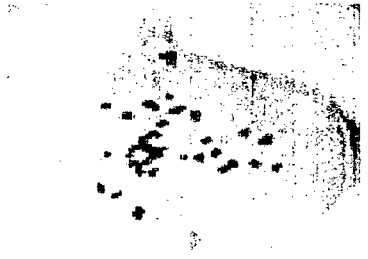
DESCRPCIÓN - Presentados en Semilla



GRADO 1
Ausencia de síntomas de la enfermedad

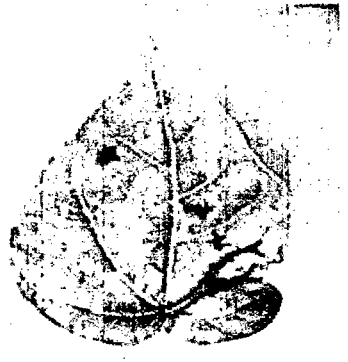


GRADO 2
Lesiones diminutas (generalmente menores de 1 mm) hasta 2 mm. de forma redondeado, húmedas y solo se observan en las hojas, nunca en nervaduras.



GRADO 3
Similar al grado '2' el ataque es mas severo. Lesiones mayores de 2 mm. Raramente es mayor de 8 mm: marrón, angular, permaneciendo húmedo por más tiempo que el grado '2' sin embargo las lesiones se secan relativamente rápido. Lesiones ocasionalmente coalescen en pequeñas manchas, llegando a adquirir un color negrusco. No se muestran síntomas en nervaduras.

Figura 05 A. **ESCALA DE ENFERMEDAD Brazo Negro (*Xanthomonas axonopodis* path. *malvacearum*)**
GRÁFICA Y DESCRIPCIÓN
Presentados en Plántulas 1



GRADO 4

El ataque en las venas es típico y los síntomas aparecen simultáneamente que en la lámina, también pueden acompañar manchas irregulares que se secan. Más tejido circundante de las nervaduras es involucrado formando bandas húmedas de aproximadamente 3 mm de ancho que al secarse se tornan de color marrón. Estas lesiones en las nervaduras permanecen húmedas



GRADO 5

Lesiones son similares que del grado"4", pero las lesiones se presentan en todas las nervaduras que llegan a afectar el total de la hoja, generalmente la parte central de la hoja se torna en una gran lesión acuosa húmeda, la cual se torna negra según el área enferma se seca, pudiendo presentarse también entre las nervaduras. Las lesiones permanecen húmedas todo el tiempo, finalmente se secan tornándose negro. Posteriormente, las nervaduras son fuertemente atacadas, formando bandas húmedas cerca de 5 mm de ancho, de color negras y secas.

Fig. 06 A. **ESCALA DE ENFERMEDAD Brazo Negro (*Xanthomonas axonopodis* path. *malvacearum*)**
GRÁFICA Y DESCRIPCIÓN
Presentados en Plántulas 2

Figura 7 A Temperatura Vs Severidad Fase plantulas Pucallpa

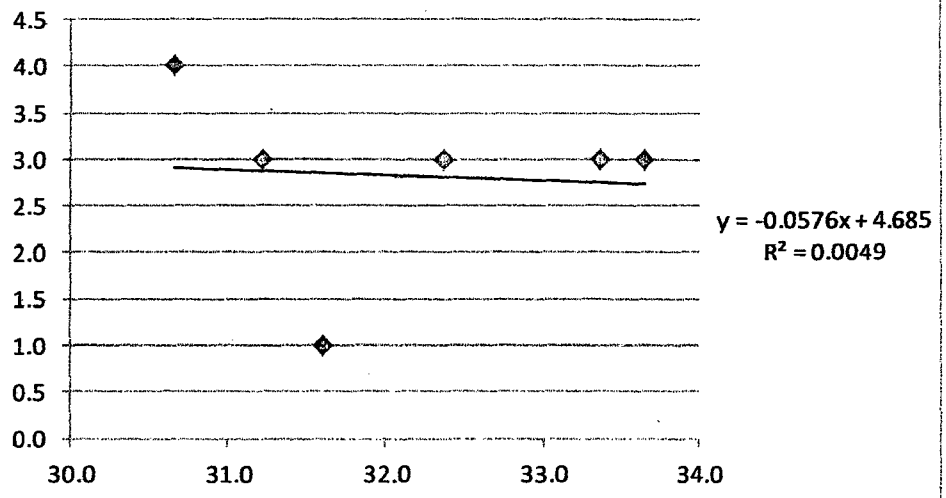


Figura 8 A Humedad Vs Severidad Fase plantulas Pucallpa

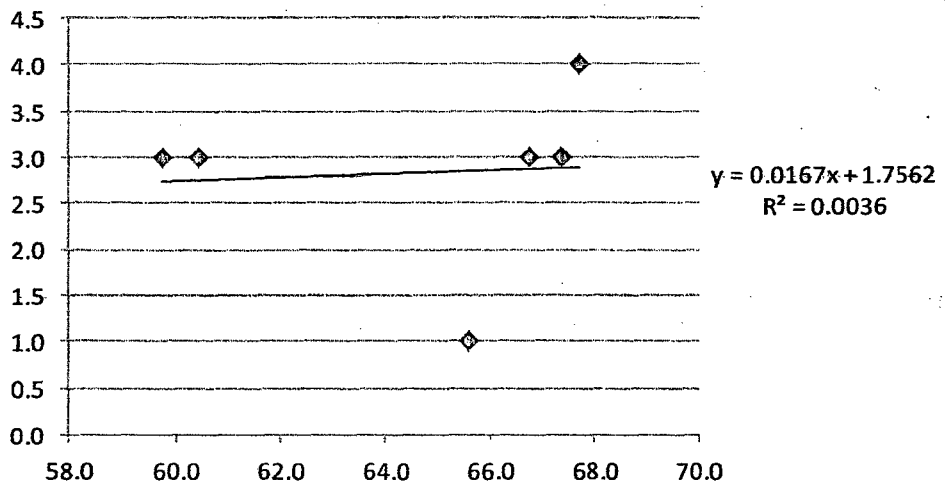


Figura 9 A Temperatura s Severidad Fase plantulas Lima

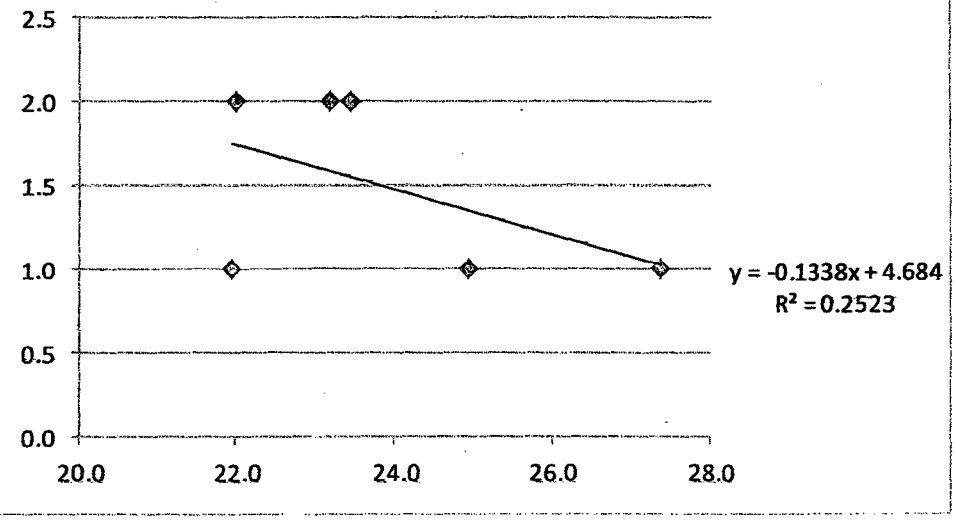
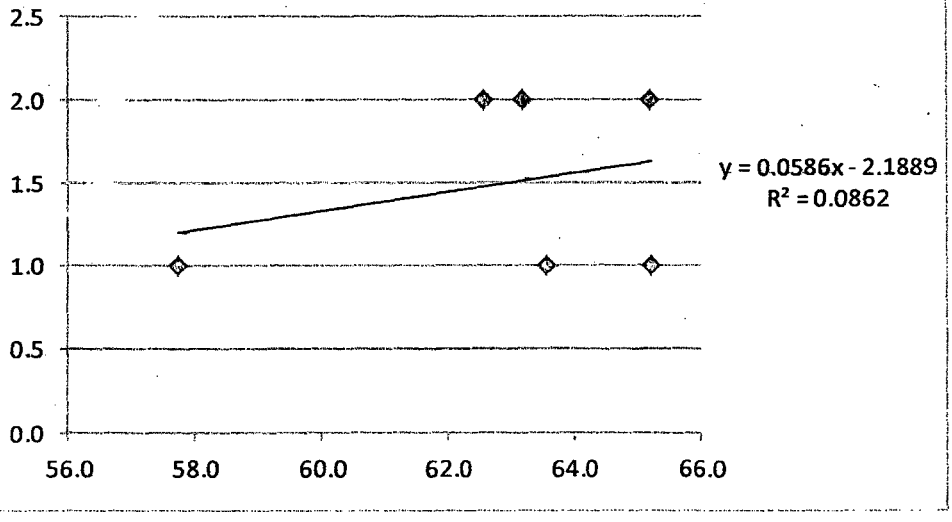


Figura 10 A Humedad s Severidad Fase plantulas Lima



BIBLIOTECA CENTRAL

Figura 11 A Temperatura Vs Severidad Fase Semilla Pucallpa

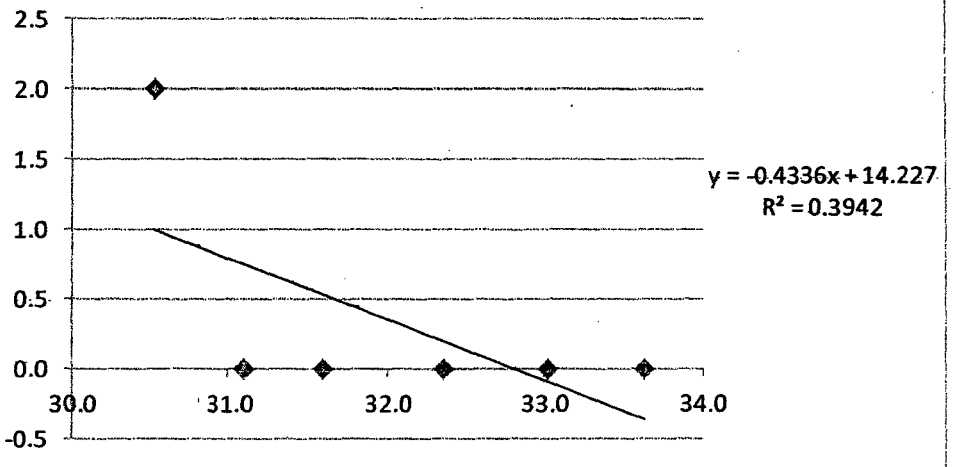
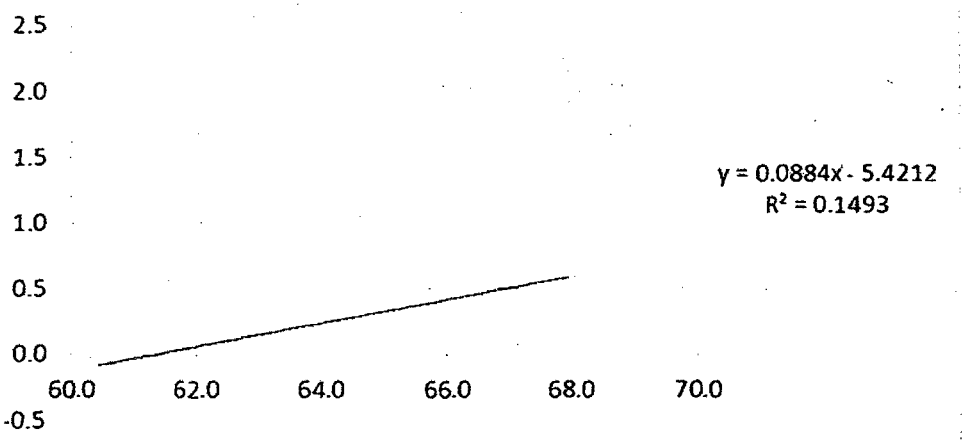


Figura 12 A Huemdad Vs Severidad Fase Semilla Pucallpa



IX. ICONOGRAFÍA

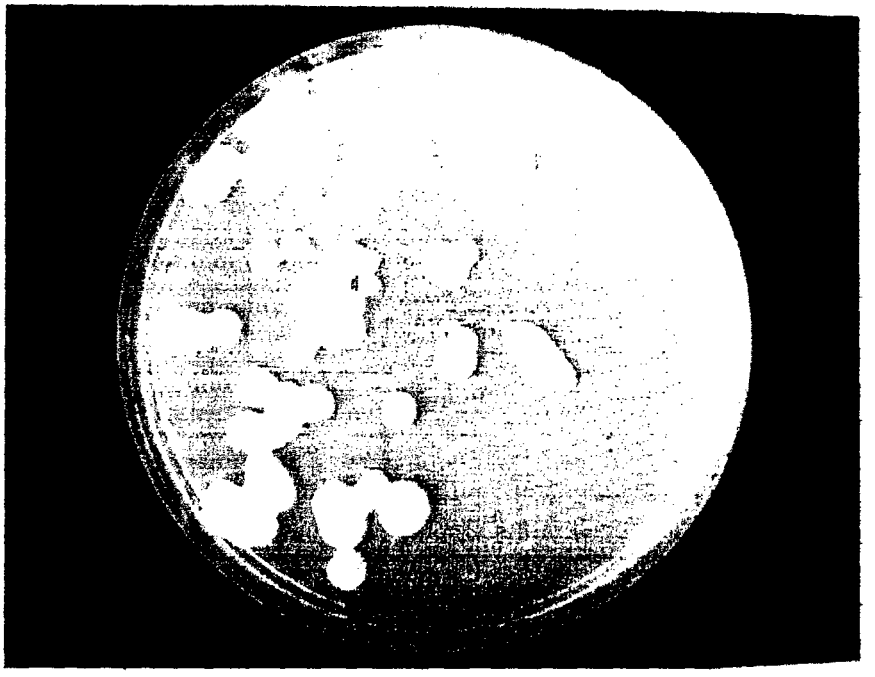


Foto 1. Característica de *X. axonopodis* pv. *malvacearum* en placa petri

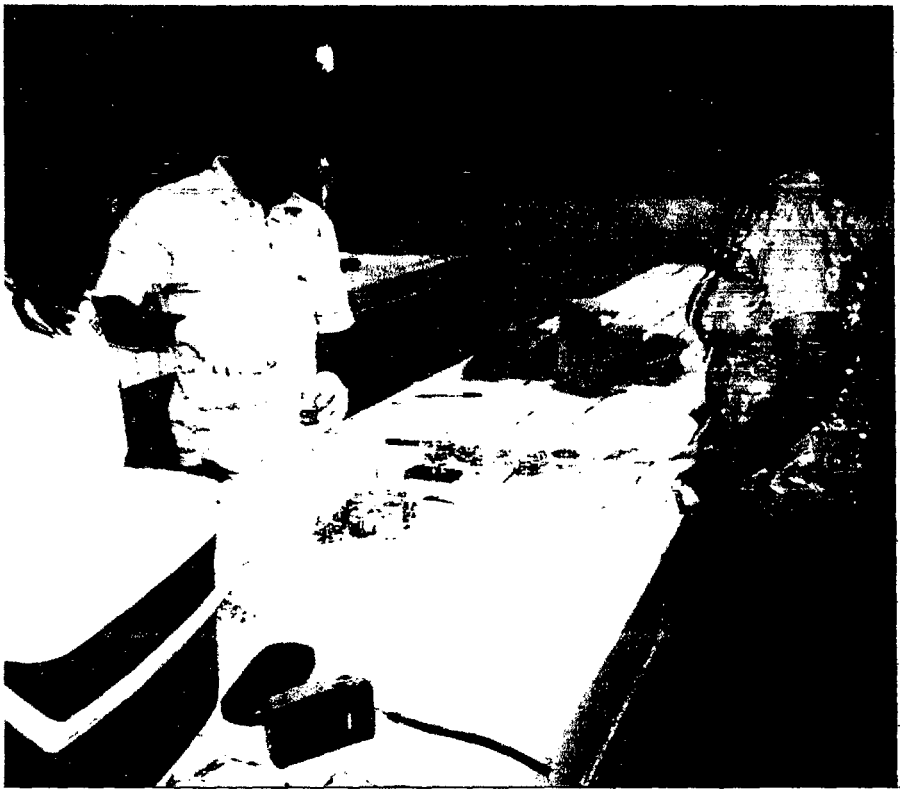


Foto 2. Desinfección de las semillas en el laboratorio de Fitopatología de la UNU



Foto 3. Dilución de la siembra de la bacteria (UNU)



Foto 4. Preparación de la solución bacteriana (UNU)



Foto 5. Inoculación de las semillas separadas por cultivar (UNU)

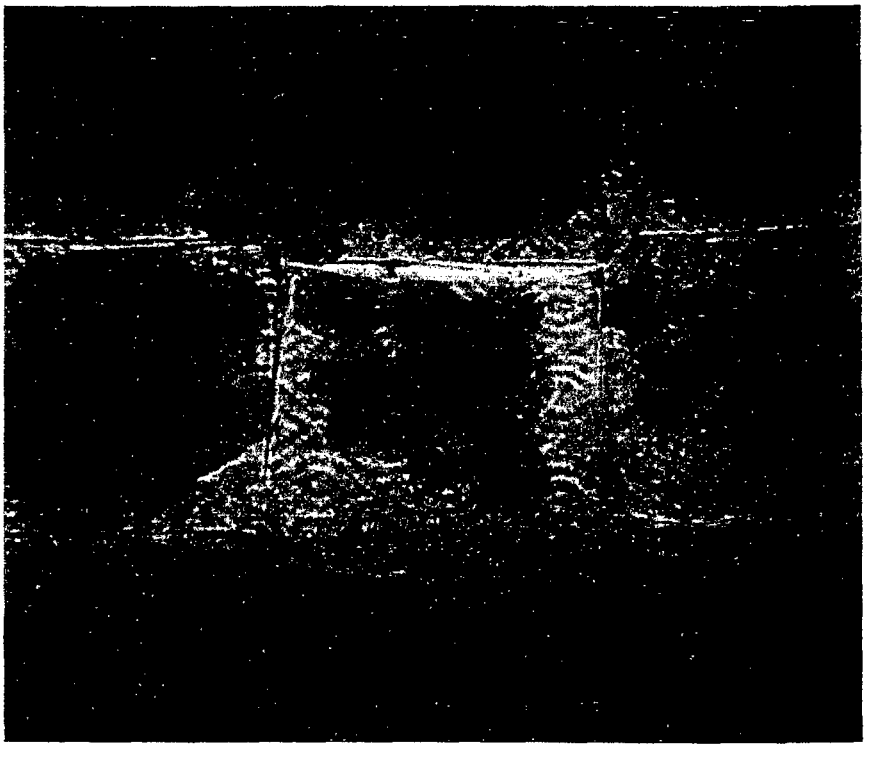


Foto 6. Semillas impregnadas con la bacteria por espacio de 24 horas (UNU)



Foto 7. Inoculación de las plántulas (2 veces en el haz y 2 veces en el envés)

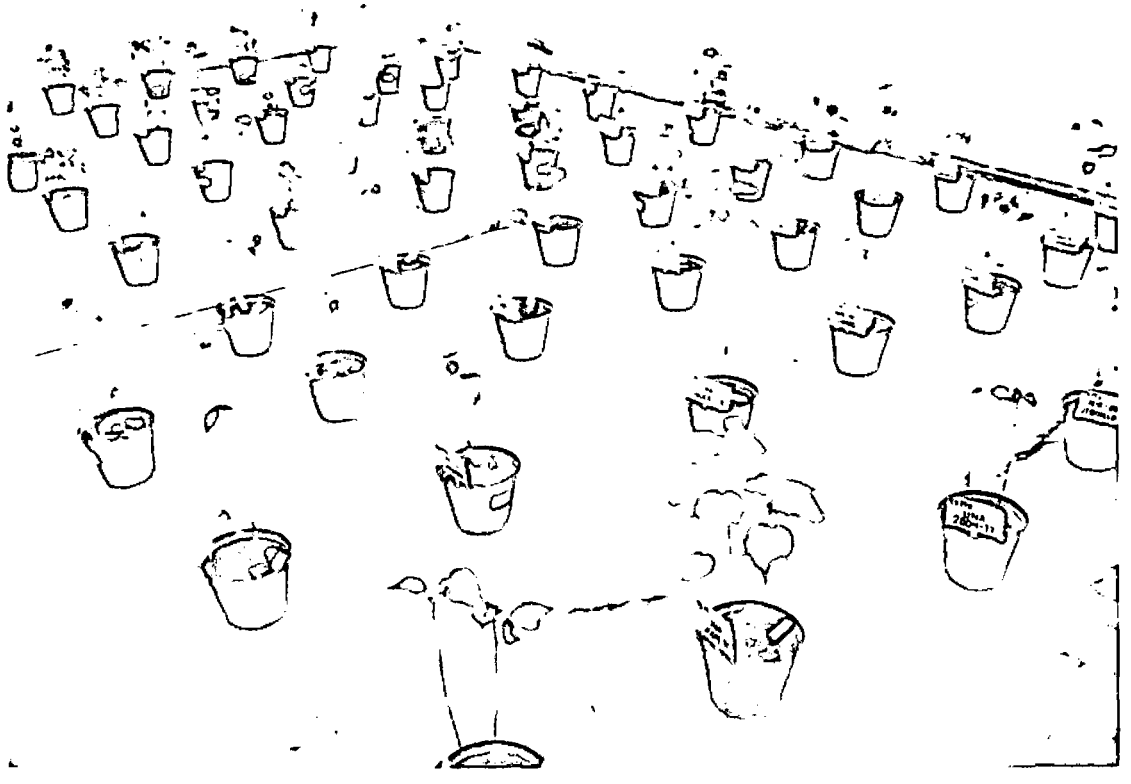


Foto 8. Distribución de los tratamientos en la Unidad de Fitopatología de la UNU



Foto 9. Distribución de los tratamientos en el local de la **UCDSV - Lima**



Foto 10. Evaluaciones realizadas en las instalaciones de la Unidad de Fitopatología de la UNU



Foto 11. Evaluaciones realizadas en las instalaciones de la **UCDSV - Lima**



Foto 12. Registro de las variables en las instalaciones de la **UCDSV - Lima**



Foto 13. Recomendaciones por parte del personal del SENASA – Ucayali



Foto 14. Muestra de una hoja completamente sana



Foto 15. Síntoma de la enfermedad en nervaduras de una hoja

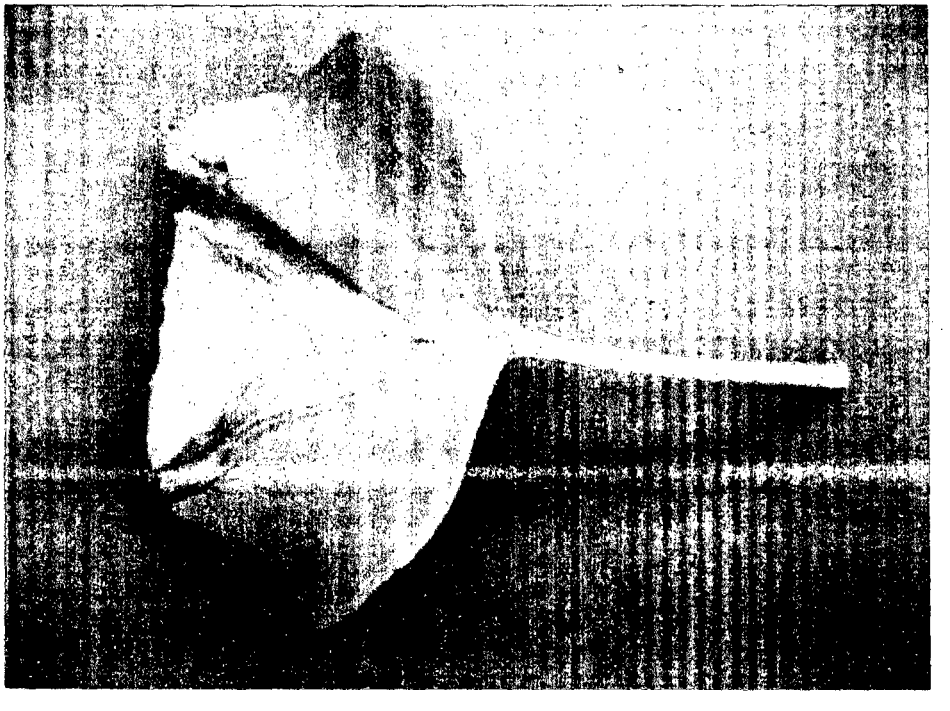


Foto 16. Síntoma de V invertida en cotiledón



Foto 17. Envés de una hoja con avance de síntomas de la enfermedad



Foto 18. Hoja con síntoma de la enfermedad solo en las entrenervaduras

A. Haz



B. Envés

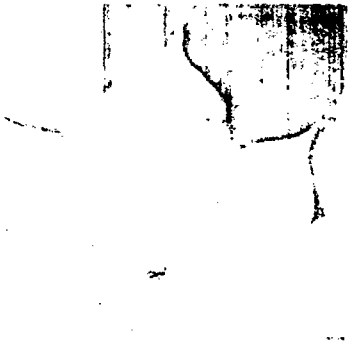
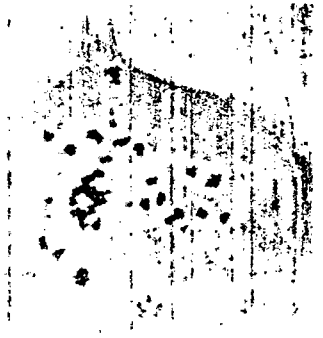


Foto 19. Muestra de hojas sanas

A. Haz

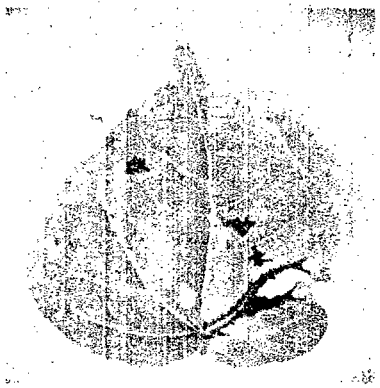


B. Envés



Foto 20. Muestra de hojas con síntomas secas entrenervaduras

A. Haz



B. Envés



Foto 21. Muestra de hojas con síntomas secas en nervaduras y entrenervaduras

A. Haz



B. Envés



Foto 22. Muestra de hojas con síntomas aguanosas en nervaduras