

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

"ESTUDIO DEL PATOSISTEMA SOLANUM-PSEUDOMONAS Y ALTERNATIVAS DE CONTROL QUIMICO
APLICADO A LA SEMILLA EN DOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO"



Presentada a la Honorable Junta Directiva
de la
Facultad de Agronomía
de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

Por
JOSE LUIS LOARCA MARROQUIN

En el Acto de Investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, noviembre de 1987

**TESIS DE REFERENCIA
NO**

**SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA
BIBLIOTECA CENTRAL-USAC.**

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA CENTRAL

DL
01
T(1022)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

LIC. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Anibal B. Martínez Muñoz.
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez Gómez.
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Jorge Sandoval Illescas.
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Mario Melgar.
VOCAL CUARTO	Br. Marco Antonio Hidalgo.
VOCAL QUINTO	T.U. Carlos Méndez.
SECRETARIO	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio.



Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

Apdo. Postal 1410, Tegucigalpa D. C., Honduras Teléfono 22-8895

MIP-115-87

9 de Noviembre de 1987.

Ingeniero
ANIBAL MARTINEZ
Decano de la Facultad de Agronomía
USAC. Ciudad Universitaria, Zona 12.
Guatemala, Guatemala

Señor Decano:

Con esta fecha he concluído la revisión del escrito de tesis del compañero estudiante Br. José Luis Ioarca Marroquín de carnet No.8010099, cuyo título es: "Estudio del Patosistema Solanum-Pseudomonas y alternativas de control químico aplicado a la semilla en dos municipios del Departamento de Quetzaltenango".

Las pérdidas ocasionadas en el cultivo de la papa por Pseudomonas solanacearum hacen que éste trabajo se revista de importancia; por otro lado, trata de resolver fundamentalmente un problema de los pequeños agricultores de 2 poblaciones del Occidente del país.

Es mi criterio que éste trabajo cumple con los requisitos establecidos para ser presentado como tesis profesional, por lo tanto lo recomiendo ante el Señor Decano.

Atentamente,

Dr. DAVID MONTERROSO SALVATIERRA
Coordinador Nacional
Proyecto MIP-CATIE/Honduras.

DMS/rjh
cc: archivo





FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto

10 de noviembre de 1987

Ingeniero Agrónomo
Héber Rodríguez
Director a.i. IIA

Ingeniero Rodríguez:

Atentamente me dirijo a usted para informarle que procedí a asesorar el trabajo de tesis del estudiante José Luis - Loarca Marroquín, carnet No. 80-10099, titulado "ESTUDIO DEL POTOSISTEMA Solanum-pseudomonas Y ALTERNATIVAS DE CONTROL - QUIMICO APLICADO A LA SEMILLA EN DOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DE QUEZALTENANGO".

Luego de haberse hecho las correcciones y sugerencias necesarias, considero que llena las cualidades específicas para su aprobación como trabajo de tesis.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. ~~Edil Rodríguez Q.~~

ASESOR

cc. archivo

ERQ/nlzm

Guatemala, noviembre de 1937.

Señores
Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad.

Señores Miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de presentar a vuestra consideración el trabajo de Tesis titulado:

"ESTUDIO DEL PATOSISTEMA SOLANUM-PSEUDOMONAS Y ALTERNATIVAS DE CONTROL QUIMICO APLICADO A LA SEMILLA EN DOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO"

Presentándolo como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

En espera de su aprobación, me suscribo de ustedes,

Respetuosamente.



José Luis Loarca Marroquín.

ACTO QUE DEDICO A

MIS PADRES

MIS HERMANOS

MIS ABUELOS

LA FACULTAD DE AGRONOMIA

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DEDICO ESTA TESIS ESPECIALMENTE A:

DIOS

EL SEÑOR DE ESQUIPULAS

LA MEMORIA DE MI HERMANA

MI ABUELA

MI ESPOSA

MI HIJO

Irma Carolina (Q.E.P.D.)

María Vda. de Marroquín

Estela Patricia

José Luis y al que esperamos

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos al Dr. David Monterroso Salatierra, por la asesoría y orientación prestada en el desarrollo de la presente Investigación.

Además, quiero expresar mis agradecimientos a:

El Ing. Agr. Edil Rodríguez, por su asesoría brindada en el presente trabajo.

El Dr. Sergio Rusno, por el financiamiento obtenido en la fase experimental a través del Programa Cooperativo de la Papa (PRECODEPA).

El Ing. Agr. Nehemías Monterroso S. por la orientación brindada en el presente trabajo

El Ing. Agr. Mag. Sc., Edgar Oliva, por la colaboración prestada en la realización del presente trabajo.

Todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron en la realización del presente trabajo de Investigación.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	1
INDICE DE FIGURAS	iii
INDICE DE APENDICE	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	viii
I. Introducción	1
II. Objetivos	3
III. Hipótesis	4
IV. Revisión de Literatura	
1. Descripción del cultivo de la papa	5
2. Características e identificación del Moco de la Papa	7
2.1 Reseña Histórica	7
2.2 Clasificación y Características de la Bacteria	7
2.3 Sintomatología de la Enfermedad	8
2.4 Otros Hospedantes de la Bacteria	10
2.5 Distribución geográfica de la bacteria en Guatemala	11
2.6 Condiciones que favorecen el desarrollo de la Enfermedad	11
2.7 Medios de Diseminación de la Bacteria	11
2.8 Identificación de <u>Pseudomonas solanacearum</u>	12
V. Materiales y Metodología	
1. Descripción de las Localidades a estudiar en la primera fase	13

INDICE DE CONTENIDO

	Página
2. Descripción del Area Experimental	14
2.1 Localización del Experimento	14
2.2 Condiciones Climáticas	14
3. Metodología	
3.1 Primera Fase	15
3.1.1 Información Primaria	15
3.1.2 Información Secundaria	15
3.1.2.1 Incidencia del Moco de la Papa	16
3.2 Segunda Fase	18
3.2.1 Identificación de la Enfermedad	18
3.2.2 Recolección, Selección y Desinfección de material enfermo	18
3.2.3 Determinación del Agente Causal	18
3.2.4 Postulados de Koch	19
3.3 Alternativas de Control Químico	19
3.4 Manejo del Experimento	21
VI. Presentación y Análisis de Resultados	
1. Aspectos Socioeconómicos del área muestreada	23
2. Reseña Histórica del cultivo de la papa en los municipios de Concepción Chiquirichapa y San Martín Sacatepéquez	23

INDICE DE CONTENIDO

	Página
3. Situación actual del cultivo de la papa en el municipio de Concepción Chiquirichapa, con relación a la enfermedad conocida como el Moco de la Papa	
3.1 Tenencia de la tierra	24
3.2 Epocas de siembra y Variedad Utilizada	24
3.3 Asistencia Técnica	25
3.4 Control y Técnicas de Cultivo Actual	25
3.4.1 Características de apareamiento de la enfermedad	25
3.4.2 Control Químico	25
3.4.3 Control Cultural	26
3.5 Formas de apareamiento de la enfermedad	29
3.6 Incidencia del Moco de la papa	30
3.7 Area de Siembra	31
4. Situación actual del cultivo de la papa en el municipio de San Martín Sacatepéquez, con relación a la enfermedad conocida como el Moco de la Papa	
4.1 Tenencia de la tierra	33
4.2 Epocas de siembra y Variedad Utilizada	33
4.3 Asistencia Técnica	33
4.4 Control y Técnicas de cultivo actual	34
4.4.1 Características de apareamiento de la enfermedad	34

INDICE DE CONTENIDO

	Página
4.4.2 Control Químico	34
4.4.3 Control Cultural	34
4.5 Formas de apareamiento de la enfermedad	38
4.6 Incidencia del Moco de la Papa	39
4.7 Area de siembra	41
5. Prueba de Transmisibilidad	41
6. Alternativa de Control Químico	42
DISCUSION GENERAL	45
VII. Conclusiones y Recomendaciones	
1. Conclusiones	47
2. Recomendaciones	48
VIII. Bibliografía	
IX. Apéndices.	

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1 Registro de temperatura y humedad relativa del Invernadero durante la fase experimental	14
2 Tratamientos y dosis evaluadas en la fase experimental a nivel de Invernadero, evaluándose los factores con Bromuro y sin Bromuro de Metilo, en el cultivo de la papa	21
3 Sintomatología de apareamiento de la enfermedad en relación a la edad del cultivo de la papa, por cantones del municipio de Concepción Chiquirichapa	29
4 Incidencia del Moco de la Papa causado por <u>Pseudomonas solanacearum</u> , en el municipio de Concepción Chiquirichapa, en la primera época de siembra (marzo-abril)	30
5 Incidencia del Moco de la Papa causado por <u>Pseudomonas solanacearum</u> , en el municipio de Concepción Chiquirichapa, en la segunda época de siembra (agosto-septiembre)	31
6 Area de siembra del cultivo de la papa en cada uno de los cantones del municipio de Concepción Chiquirichapa	32
7 Sintomatología de apareamiento de la enfermedad en relación a la edad del cultivo de la papa, por cantones del municipio de San Martín Sacatepéquez	38
8 Incidencia del Moco de la Papa causado por <u>Pseudomonas solanacearum</u> , en el municipio de San Martín Sacatepéquez, en la primera época de siembra (enero-marzo)	39

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
9	Incidencia del Moco de la papa causado por <u>Pseudomonas solanacearum</u> , en el municipio de San Martín Sacatepéquez, en la segunda época de siembra (agosto-septiembre)	40
10	Area de siembra del cultivo de la papa en cada uno de los cantones del municipio de San Martín Sacatepéquez	41
11	Valores en porcentajes de germinación, en la fase experimental a nivel de Invernadero, evaluando seis productos químicos en dos factores (Con Bromuro y Sin Bromuro de Metilo)	43
12	Análisis de Varianza para los factores puestos en estudio	
	1. Con Bromuro y Sin Bromuro de Metilo	
	2. Seis productos químicos comerciales	43
13	Comparación Múltiple de medias por el estadístico de Tukey al cinco por ciento de probabilidad, para evaluar los fungicidas eficientes en bajar el inóculo en el suelo de <u>Pseudomonas solanacearum</u>	44

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Esquema de la forma como se midió la incidencia del Moco de la Papa en el cultivo, en los municipios de Concepción Chiquirichapa y San Martín Sacatepéquez	17
2 y 3	Situación actual del cultivo de la papa en el Municipio de Concepción Chiquirichapa, con relación a la enfermedad conocida como el Moco de la Papa	27-28
4 y 5	Situación actual del cultivo de la papa en el municipio de San Martín Sacatepéquez, con relación a la enfermedad conocida como Moco de la Papa	36-37

INDICE DE APENDICE

Apéndice		Página
1	Boleta de encuesta para la determinación de la incidencia del Moco de la Papa	51
2	Clave práctica para identificar los géneros y algunas especies de Bacterias Fitopatógenas	53
3	Tinción de Gram	57
4	Medio C.P.G.	59
5	Estimación cuantitativa de bacterias por el método Escala de Mc Farland	60
6	Pasos para la purificación de la Bacteria	61
7	Arreglo espacial del Experimento Factorial 2 X 7 en un Arreglo de Parcelas Divididas, en un Diseño Completamente al Azar con tres Repeticiones	63
8	Materiales usados en la realización del presente trabajo	64

RESUMEN

En la República de Guatemala, el cultivo de la papa ocupa un lugar primordial como fuente de ingresos de medianos y pequeños agricultores de diversas regiones productoras y como complemento en la dieta alimenticia diaria.

En los últimos 20 años la producción de papa ha sido mermada por la presencia de la enfermedad llamada Moco de la Papa, causada por el patógeno Pseudomonas solanacearum E.F.Smith.

El presente trabajo se realizó en una primera fase en los municipios de Concepción Chiquirichapa y San Martín Sacatepéquez del Departamento de Quetzaltenango, zonas productoras de semilla y en una segunda fase en el Invernadero de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Con el propósito de demostrar la presencia e incidencia que causa Pseudomonas solanacearum, en el cultivo de la papa en las áreas de estudio y evaluar seis productos químicos comerciales, para encontrar por lo menos uno que baje el inóculo de la bacteria en el suelo.

Para alcanzar los objetivos planteados, las fases del estudio fueron las siguientes:

PRIMERA FASE; 1. INFORMACION PRIMARIA

En esta etapa se hizo un detenido reconocimiento del área, efectuándose entrevistas con los agricultores para conocer las experiencias que han tenido con el cultivo de la papa en relación a la enfermedad Moco de la Papa, objeto de este estudio.

2. INFORMACION SECUNDARIA

En esta etapa se realizó una encuesta por muestreo, para co-

nocer la tecnología del agricultor en el control del Moco de la Papa, tiempo y épocas de aparecimiento, características de los focos de infección, así como cuantificar la incidencia que causa la enfermedad.

La incidencia, fue evaluada en las dos épocas de cultivo teniendo los resultados siguientes:

- Concepción Chiquirichapa;

* Primera época (marzo-abril)= 1.32%

* Segunda época (agosto-septiembre)= 3.096%

- San Martín Sacatepéquez;

* Primera época (enero-marzo)= 3.928-4.00%

* Segunda época (agosto-septiembre)= 8.38%

Estos porcentajes son muy importantes y merecen especial atención, por ser zonas eminentemente semilleras se constituyen en agentes de propagación, ampliando el área afectada en el país.

- SEGUNDA FASE:
1. Se procedió por medio de diversas visitas al campo de cultivo a la identificación sintomatológica de la enfermedad, recolección de muestras y selección del material enfermo. A nivel de laboratorio se procedió a la desinfección del material enfermo y a la determinación del agente causal de la enfermedad utilizando diversas técnicas fitopatológicas.
 2. Se realizó el experimento a nivel de Invernadero, evaluando el efecto de seis productos químicos comerciales, que pudieran tener sobre el inóculo de Pseudomonas solanacearum en el suelo, en la fase de germinación del tubérculo.

Para lograr un alto porcentaje de infección, se inocularon las bolsas experimentales con células de bacteria, aplicándose por bolsa tres mililitros de solución bacteriana, teniendo cada mililitro 4.7×10^6 células de bacteria. El tratamiento con los productos químicos dirigido a los tubérculos de papa, fue en forma preventiva antes de la siembra, sumergiendo los tubérculos en la solución tratante por dos minutos. Se usaron tubérculos de la variedad Loman por ser ésta la de mayor importancia en la comercialización y en el consumo humano a nivel nacional.

Para realizar el estudio se utilizó un Experimento Factorial 2×7 en un arreglo de Parcelas Divididas en un Diseño Completamente al Azar, con tres Repeticiones.

Se obtuvo en el resultado de la evaluación la recomendación del uso de los productos Cloramphenicol, PCNB (penta cloro-nitrobenzeno) y Agri-micín 500.

"STUDY OF PATHOSYSTEM SOLANUM-PSEUDOMONAS AND ALTERNATIVES OF CHEMICAL CONTROL APPLIED TO SEED IN TWO MUNICIPIOS OF THE DEPARTMENT OF QUEZALTENANGO"

José Luis Loarca Marroquín

"ABSTRACT"

The Objectives are: 1. To show the pathogenicity symptomatological characters and to determine the incidence of Pseudomonas solanacearum in the municipios of Concepción Chiquirichapa and San Martín Sacatepéquez.
2. To find out at least a chemical product capable of decreasing the inoculum of Pseudomonas solanacearum in the soil.

The Methodology are; 1 Materials: survey cards, plastic bags of twelve pounds laboratory glasses, camera of transference incubation camera, autoclave, reagents, and chemical products. 2. Methods: the conduction of this work was divided in to steps. The first one was conducted in the municipios of Concepción Chiquirichapa and San Martín Sacatepéquez. The second one was conducted in the greenhouse of San Carlos University of Guatemala.

The First Step are: A general recognition of the area was conducted in order to know the experience of farmer in dealing with Pseudomonas solanacearum. Farmers were asked about technology in controlling the disease, time and season of appearing character of infection focus and incidence of disease in the area.

Second Step are: A symptomatological identification was conducted in the field crops collecting diseased material. The tissue was sterilized to 60 seconds in a 1:1000 dilution of mercury dichloride in the laboratory and then phytopathological identification was made.

Six chemical products were tested in the greenhouse in order to know the effect of these products in controlling the inoculum in the soil.

The loman variety was used, due to this variety is the most common in the market. In order to achieve a high percentage of infection. Bacterial infection was applied 4.7×10^6 bacterial cells. An experimental factorial in a split plot completely random design with three replications was conducted.

The Results are: Disease incidence was evaluated in the most important two season of field crops. Concepción Chiquirichapa first season (march-april) 1.32%. Second season (august-september) 3.96%. San Martín Sacatepéquez first season (january-march) 4% second season (august-september) 8.38%.

As a result of chemical products evaluation the best ones are: chloranphenicol 1022 grs/27 gals of water PCNB (pentachloro nitrobenzene) 3823 grs/27 gals of water; Agri-micín 500,909 grs/27 gals. of water sinking the tubers in the chemical solution for two minutes before planting.

The Conclusions are: It is important to begin effective programs of controlling potato bacterial soft rot because of these areas are important for seed production, in order to avoid the propagation of disease to other areas.

Control of the disease has to be preventive. It is imposible to control when the disease is established, Pseudomonas solanacearum develops better in rainy season with high humidity and soils with high phosphorus concentration.

I. INTRODUCCION

El cultivo de la papa Solanum tuberosum L. ocupa en la actualidad un lugar muy importante a nivel nacional y mundial, como sostén familiar en el área rural, como complemento en la dieta alimenticia de los humanos y en la industria.

Hooker (14) considera a la papa como la planta Dicotiledonea más importante para la alimentación humana por su alto contenido de carbohidratos, ocupando en la actualidad el quinto lugar entre los principales cultivos alimenticios del mundo.

En Guatemala, la papa se cultiva en los Departamentos de Quetzaltenango, Totonicapán, Huehuetenango, Quiché, San Marcos, Sololá, Chimaltenango; en la zona central en los Departamentos de Sacatepéquez y Guatemala; en la zona oriental en los Departamentos de Santa Rosa, Jalapa, Jutiapa. En todos ellos existen condiciones adecuadas tanto de clima como de suelo, que favorecen el buen desarrollo del cultivo para obtener una excelente producción (3).

La producción de papa ha venido siendo mermada durante los últimos 20 años por una enfermedad identificada en 1965 por el Dr. Eugenio Schieber (20) localizada en el área de Palencia, que es conocida como: Moco, Moquillo, Ojo Negro o Vaquita de la Papa, causada por el patógeno Pseudomonas solanacearum E.F.Smith.

El Moco de la Papa se ha reportado en diferentes áreas del país, sin que se le preste la atención que merece. Sin embargo, está causando grandes pérdidas en el área de Palencia del Departamento de Guatemala (observación personal) y en el área papera de Sololá (comunicación personal con el Dr. David Monterroso S.).

A pesar de esto, no se han realizado estudios tendientes a determinar la

importancia real de la enfermedad en las áreas mencionadas. Actualmente se sabe que se ha diseminado a nuevas zonas paperas, preocupando su diseminación en aquellas zonas productoras de semilla. En tal sentido el presente trabajo determinó la presencia de la enfermedad en los municipios de Concepción Chiquirichapa y San Martín Sacatepéquez del Departamento de Guetzaltenango.

Para la realización del presente estudio, se realizó una fase de reconocimiento y de entrevistas con los agricultores de la región, pasando en ésta fase una boleta de encuesta para conocer las técnicas de control de la enfermedad en la zona, características sintomatológicas, características de los focos de infección y medir la incidencia que causa la enfermedad en las regiones de estudio.

Así mismo, en el Invernadero de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se realizó un experimento con productos químicos comerciales, para encontrar por lo menos uno, que pueda bajar el inóculo de Pseudomonas solanacearum en el suelo.

Los resultados obtenidos en la evaluación de los productos químicos, para su recomendación son: Cloramphenicol con una dosis de 1022 grs/27 gls de agua, PCNB con una dosis de 3823 grs/27 gls de agua, Agri-micín 500 con una dosis de 909 grs/27 gls de agua.

II. OBJETIVOS

1. Demostrar la patogenicidad de Pseudomonas solanacearum, en el cultivo de la papa y describir sus características sintomatológicas de la enfermedad.
2. Determinar los porcentajes de incidencia que causa Pseudomonas solanacearum, en el cultivo de la papa en los municipios de Concepción Chiquirichapa y San Martín Sacatepéquez del Departamento de Quetzaltenango.
3. Encontrar al menos un fungicida con efecto bactericida que permita bajar el inóculo de Pseudomonas solanacearum en el suelo.

III. HIPOTESIS

1. Pseudomonas solanacearum, es el agente causal del Moco de la papa en las áreas de Concepción Chiquirichapa y San Martín Sacatepéquez del Departamento de Quetzaltenango.
2. El Moco de la Papa causado por Pseudomonas solanacearum, representa problemas para la producción de papa en los municipios de Concepción Chiquirichapa y San Martín Sacatepéquez del Departamento de Quetzaltenango.
3. Por lo menos uno de los seis productos químicos puestos en estudio es capaz de bajar el inóculo de Pseudomonas solanacearum, que causa la enfermedad conocida como el "Moco de la Papa"

REVISION DE LITERATURA

1. DESCRIPCION DEL CULTIVO DE LA PAPA

La papa es la planta dicotiledónea más importante como fuente de alimentación humana (14).

Es típicamente un cultivo de regiones frías a templadas y altitudes de aproximadamente 2000 metros o más en los trópicos. El cultivo requiere de noches frías y suelos bien drenados con una humedad adecuada. Es nativa de la cordillera andina de Sudamérica (Perú), cultivándose en la actualidad en todo el mundo (13,14,15,18).

La más común de las papas es Solanum tuberosum L. pertenece a la familia de las solanáceas, que es una planta anual herbácea, aunque puede comportarse vegetativamente como perenne en el campo de un año a otro en las regiones muy frías.

Posee flores que son pentámeras de colores diversos dependiendo de la variedad. Tienen estilo y estigma simples y ovario bilocular, el polen se dispersa por el viento y la autopolinización se da en forma natural.

Existen algunas variedades de papa que no florecen y otras que sus flores no forman semillas (13,14,15).

Posee tallos aéreos y subterráneos. Los aéreos son de color verde y contienen un alcaloide tóxico (solanina) que puede formarse también en los tubérculos, cuando éstos se exponen prolongadamente a la luz. Los tallos subterráneos o estolones son relativamente cortos, se dilatan en su extremidad para formar tubérculos, como consecuencia de la proliferación del tejido de reserva que resulta de un rápido desarrollo y división celular.

Este desarrollo constituye aproximadamente 64 veces de aumento en volumen de la célula (13,14,15,18).

Los frutos maduros son de forma redonda a oval, su color de verde a amarillo, de castaño rojizo a violeta según la variedad, su formación empieza cuando la planta tiene 25 centímetros de altura o de 5 a 6 semanas después de la siembra, y están listos para cosecharse más o menos a los 120 días de sembrados (10,14,18).

Posee hojas del tipo compuestas, con varios folíolos opuestos y uno grande como terminal, son un poco vellosos. En las axilas que forman las hojas con el tallo salen las yemas vegetativas (18).

Las raíces de la papa son de tipo adventicio, encontrándose la mayoría en los primeros 40 centímetros del suelo, profundizando menos en suelos arcillosos que en suelos arenosos (12).

Las temperaturas óptimas que requiere el cultivo de la papa oscilan entre 16 a 24 grados centígrados, pudiendo soportar temperaturas hasta de 12 grados (12).

La propagación de la papa puede hacerse con semillas obtenidas de las flores o con semillas de los tubérculos. La primera es la reproducción botánica que se usa solo para el fitomejoramiento del cultivo. En la reproducción normal, la papa se siembra a partir de la semilla del tubérculo (18).

2. CARACTERÍSTICAS E IDENTIFICACION DEL MOCO DE LA PAPA CAUSADO POR Pseudomonas solanacearum

2.1 RESEÑA HISTORICA

Los primeros indicios del apareamiento de la enfermedad a nivel mundial se dieron en Italia en 1882, de allí su diseminación a otras partes del mundo como Asia, Africa del Sur, Filipinas, la India, Indonesia, Japón, Ceilan, Norte de Australia y recientemente en Suecia y Holanda (14,25).

En América Latina fue localizada en 1965, en áreas Amazónicas de América del Sur y en Guatemala en el municipio de Palencia. También se tiene conocimiento de la presencia de la enfermedad a grandes altitudes de Costa Rica, Perú y Sri Lanka (14,24,25).

Localizada y aislada se procedió a la demostración de su patogenicidad identificándose como Pseudomonas solanacearum E.F.Smith raza 3, ésta identificación se llevó a cabo en 1914 (24,25).

2.2 CLASIFICACION Y CARACTERÍSTICAS DE LA BACTERIA

Pseudomonas solanacearum, pertenece al Reino Procariote correspondiendo a la división número dos (procariotes indiferentes a la luz). Pertenecen al Orden Spirochaetales y a la familia Pseudomonadaceae, es una bacteria Gram negativa, abstonada, no forma spora ni cápsula, tiene forma de bacilo o cocos, reduce nitratos y forma amoniaco. En medio de cultivo líquido, la bacteria del tipo silvestre es generalmente no-motil y carente de flagelo polar. En cambio las variantes avirulentas que se desarrollan en medio de cultivo, son activamente mótils (6,14).

Pseudomonas solanacearum, no provoca la hidrólisis del almidón, es resistente a la desecación y su desarrollo en caldo de cultivo es inhibido por bajas concentraciones de sal. El desarrollo de la enfermedad es lento cuando la temperatura del suelo se mantiene a 32° C y con concentraciones altas de nitrógeno. Mientras que a 24° C y a concentraciones bajas de nitrógeno el desarrollo de la enfermedad es rápido (14,25).

La marchitez causada por Pseudomonas solanacearum, es de las más determinantes e importantes en el cultivo de la papa en el campo. La pudrición causada por Erwinia y Clostridium, se consideran de menor importancia (4).

Las colonias de Pseudomonas solanacearum, que son del tipo silvestre virulento tienen aspecto redondeado irregular, de color blanco con el centro rosado, mientras que las colonias avirulentas son redondeadas, butirosas y de color rojo oscuro.

Se ha demostrado que existen diferencias entre las diferentes razas de Pseudomonas solanacearum, tanto a nivel bioquímico como en el rango de hospedantes que posean (14).

2.3 SINTOMATOLOGIA DE LA ENFERMEDAD

Los síntomas que se observan en el campo son: Marchitez, enanismo y amarillamiento del follaje. Estos pueden hacerse presentes en cualquier estado de desarrollo del hospedante. En plantas jóvenes de variedades altamente susceptibles, la infección provoca una severa marchitez del follaje, decaimiento de los tallos, a la vez que aumenta la aparición y desarrollo de raíces adventicias a lo largo del mismo. Inicialmente solo una rama de la planta puede presentar la sintomatología (8,14,25).

Cuando el progreso de la enfermedad es violento, todas las hojas de la planta en una misma mata, pueden marchitarse rápidamente sin que se note un marcado cambio de color. Las hojas marchitas palidecen, tomando una coloración verde claro y finalmente se tornan de color castaño, sin que se produzcan enrollamientos de los bordes a medida que se van secando los folíolos (14,25).

En los tallos jóvenes se puede observar, a través de la epidermis, - unas rayas oscuras y angostas que corresponden a la de los haces vasculares infectados, taponados por enormes cantidades de material coloidal, originado por las bacterias, lo que impide el paso de la savia, causando la marchitez en la planta. En los tubérculos, estos haces vasculares se tornan pardos, debido al mismo taponamiento de éstos por el material coloidal. Externamente los tubérculos pueden mostrar áreas hundidas en los brotes, saliéndose de éstas áreas el exudado bacteriano (8,14,25).

Una de las prácticas de campo que muy amenudo se realiza para observar si la bacteria que esta dañando el cultivo de papa es Pseudomonas solanacearum, es la de aplicar una ligera presión a los tubérculos que han sido cortados transversalmente, observándose que en el afileo vascular va existir una emanación de pequeñas gotas blanquesinas de mucus bacteriano. Los ojos especialmente los que se encuentran en la base, se obscurecen, pudiendo formarse un exudado pegajoso en éstos o en la unión con el estolón. El exudado bacteriano se mezcla con el suelo y hace que partículas de tierra se adhieran a la superficie de los tubérculos (14,20).

Se puede dar el caso también de que éstas secreciones en los tubérculos

no aparezcan, pero será debido a la suficiente aireación que se les proporcione a los tubérculos después de la cosecha, pudiéndose reconocer ésto si se rodajeen unos dos o tres tubérculos de papa y luego se encierran herméticamente en bolsas plásticas de color negro, evitando la entrada de aire y luz. Observándose a los dos días el exudado bacteriano en las rodajas de papa (20).

Otro signo valioso para la diagnosis de la bacteria, es la presencia de gotitas brillantes de color castaño grisáceo que exudan del xilema cuando se hace un corte transversal en el tallo. Si se ponen en contacto dos superficies de corte del tallo infectado y luego se alejan lentamente, se puede observar hilos delgados de mucosidad que se estiran (14).

Para demostrar la presencia de bacteria en el tejido vascular, se extrae una sección del tallo enfermo y se coloca en un vaso de agua. Por tensión superficial, la porción de tejido flota quedando una parte sumergida y otra ligeramente sobre la superficie del agua, observándose a través de la pared del vaso, el flujo bacteriano que emerge del xilema en forma de hilos de color lechoso, que se proyectan hasta el fondo. Estos hilos están constituidos por masas bacterianas unidas por material viscoso extracelular. El exudado bacteriano en combinación con la marchitez y los demás síntomas descritos tipifican la marchitez bacteriana y la diferencia de aquella causada por hongos (14).

2.4 OTROS HOSPEDANTES DE LA BACTERIA

La "marchitez bacteriana" causada por Pseudomonas solanacearum, es una de las enfermedades más peligrosas, y por lo tanto de mucha importancia pues ataca plantas pertenecientes a 33 familias botánicas diferentes, estando el mayor número de ellas dentro de la familia Solanaceae

que incluyen: tabaco, tomate, chile, ají, berenjena, pimentón, maní, banano, plantas ornamentales, malezas y hortalizas (1,2,14,25).

2.5 DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LA BACTERIA EN GUATEMALA

El Dr. Eugenio Schieber (20) en 1965 informó por primera vez el apareamiento de la bacteria en el municipio de Palencia.

En la actualidad se encuentra diseminada en el área de Palencia, Chimaltenango, (Observación personal), en el Departamento de Sololá (información personal del Dr. David Monterroso S.) en los departamentos de Huehuetenango y zonas del Quiché.

2.6 CONDICIONES QUE FAVORECEN EL DESARROLLO DE LA ENFERMEDAD

- Humedad relativamente alta del suelo.
- Temperaturas altas (24° C) con suficiente humedad.
- Mal drenaje en el suelo.
- Aportación alta con superfosfato a los suelos.
- Los días cortos y bajas temperaturas.
- Disminución de la sales del suelo.
- Soluciones nutritivas pobres en potasio sobre todo en verano.
- Bajas concentraciones de nitrógeno en el suelo.

(19,20,25).

2.7 MEDIOS DE DISEMINACION DE LA BACTERIA

Pseudomonas solanacearum, puede transmitirse por insectos masticadores, maquinaria, agua de riego y lluvia y hasta los tubérculos de papa afectados pueden ser fuentes de inóculo (8,25).

La bacteria puede penetrar a los tubérculos a través de heridas en las raíces o sin la existencia de éstas, siempre y cuando las concentraciones del inóculo sean mayores que 5×10^4 células por mililitro (2).

El agente patógeno habita en el suelo y persiste en algunos suelos durante muchos años (25).

2.8 IDENTIFICACION DE Pseudomonas solanacearum

Pseudomonas solanacearum, es una bacteria Gram negativa, la coloración de su colonia en P.D.A. es blanquesina (crema), fermenta aerobíamente el medio de Hugh y Lefson, posee más de un flagelo, no florece en el medio de B de King y su colonia es fluida en el medio de Kelman más Cloruro de Tetrazolio, además puede ser preservada a -70° C en Sílica Gel (2,5,9,22).

V. MATERIALES Y METODOLOGIA

Para la realización del presente trabajo, se llevaron a cabo dos fases. Una primera fase realizada en los municipios de Concepción Chiquirichapa y San Martín Sacatepéquez del Departamento de Quetzaltenango, con el fin de obtener la información necesaria que sirviera de base real del problema que afronta la región con la enfermedad del Moco de la Papa.

Una segunda llevada a cabo a nivel de Invernadero, con el objeto de evaluar el efecto que causarían productos químicos comerciales sobre el patógeno Pseudomonas solanacearum, causante del Moco de la papa.

Por lo que es necesario la descripción de las áreas de estudio y experimental.

1. DESCRIPCION DE LAS LOCALIDADES A ESTUDIAR EN LA PRIMERA FASE

De las dos áreas puestas en estudio, San Martín Sacatepéquez posee una topografía mucho más quebrada que Concepción Chiquirichapa. San Martín Sacatepéquez se encuentra a una altitud sobre el nivel del mar de 2500 metros, mientras que Concepción Chiquirichapa se encuentra a 2600 metros, esto en referencia a las cabeceras municipales, la temperatura promedio en el área sondeada fluctua entre 12 y 18^o C. al año, con buena luminosidad durante el día y temperaturas bajas por la noche.

El tipo de suelos en la zona de estudio es de la serie Ostuncalco, los cuales son excesivamente drenados, poco profundos, desarrollados sobre ceniza volcánica pumicea blanca y suelta, en un clima frío húmedo-seco, ocupan relieves de ondulados a muy inclinados, poseen vegetación natural la cuál consiste en su mayoría en bosques de pino y ciprés (11,12,21),

La precipitación promedio anual en toda el área está arriba de los 2000 milímetros, siendo la época lluviosa de mayo a octubre, aunque en ciertas áreas se conserva la humedad residual a través de toda la época seca (noviembre-abril) (11).

2. DESCRIPCION DEL AREA EXPERIMENTAL

2.1 LOCALIZACION DEL EXPERIMENTO

El experimento se desarrollo bajo las condiciones del Invernadero de la Facultad de Agronomía, Ubicado en la Universidad de San Carlos de Guatemala, ciudad Universitaria, zona 12. Su localización geográfica es de 14° 35' 11" latitud norte y 90° 31' 58" longitud oeste, a una altura de 1502 msnm.

2.2 CONDICIONES CLIMATICAS

Las condiciones de temperatura y humedad relativa, bajo las cuales de desarrollo el experimento se detallan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Registro de temperatura y humedad relativa del Invernadero de la Facultad de Agronomía durante la fase experimental. Año 1985

Mes	Temperatura ° C			Humedad Relativa %		
	Mínima	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima
Octubre	18.0	28.5	39.0	52.0	65.5	79.0
Noviembre	20.0	29.5	39.0	50.0	64.0	78.0
Diciembre	10.0	23.0	36.0	67.0	73.5	80.0

Fuente: Archivo del Invernadero de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.

3. METODOLOGIA

3.1 PRIMERA FASE

3.1.1 INFORMACION PRIMARIA

Inicialmente se llevó a cabo un reconocimiento general al área de estudio, realizándose una serie de entrevistas con los agricultores, para conocer las experiencias que han tenido con el cultivo de la papa, especialmente con problemas patológicos, conociendo así el tipo de control realizado.

3.1.2 INFORMACION SECUNDARIA

Para obtenerla se realizó una encuesta por muestreo al azar, valiéndonos para ello de los números aleatorios. La cuál permitió determinar la importancia de la enfermedad, conociendo a través de dicha boleta (apéndice 1) la tecnología del agricultor en el control del Moco de la Papa, tiempo y época de aparcimiento, características de los focos de infección, cuantificándose también la incidencia que causa la enfermedad.

Para el cálculo del tamaño de la población a muestrear, se uso la ecuación simplificada:

$$n = \frac{N}{N d^2 + 1}$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra

N= Tamaño de la Población (universo)

d= Precisión deseada del estimador (se uso 0.08%)

Teniendo el cálculo estimado de la muestra de:

$$n = \frac{271}{((271) \times (0.08)^2) + 1}$$

n= 99 muestras

Para mayor facilidad de distribución en los cantones existentes el número de muestras se aproximó a 105 agricultores.

3.1.2.1 INCIDENCIA DEL MOCO DE LA PAPA

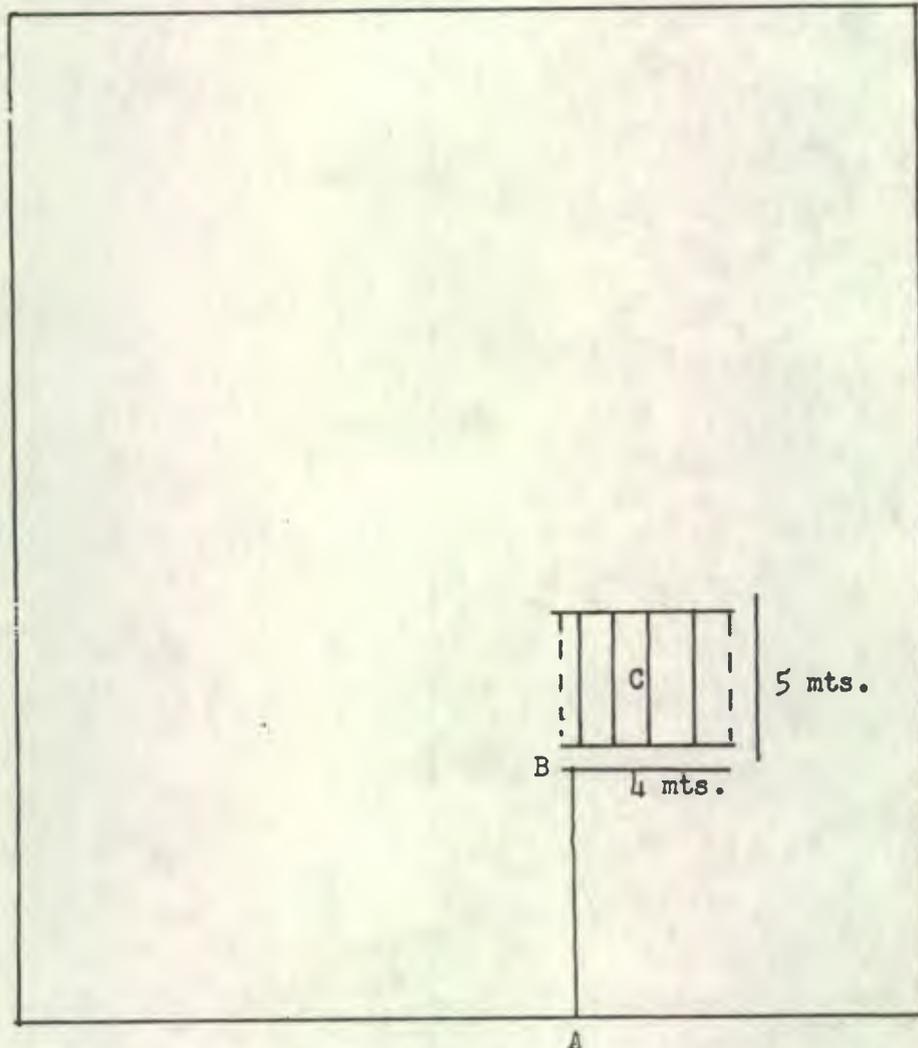
Al llegar al campo de cultivo de papa, después de pasar la boleta, se midió la incidencia de la siguiente manera;

- a. Se identificó la superficie sembrada de papa, por el agricultor tomando como unidad de medida la cuerda - $(25 \times 25 = 625 \text{ varas}^2)$ que según la distancia de siembra en el área tiene aproximadamente 43 surcos.
- b. Utilizando una tabla de números aleatorios se eligió un número de acuerdo al total de surcos que tuviera el agricultor, relacionado al número de cuerdas.
- c. Localizado el surco (A), se aproximó el número de plantas que tuviera éste surco; obteniendo de ésta forma la planta de referencia elegida (B) por medio de la tabla de números aleatorios.
- d. Localizada la planta, a partir de ésta se marco una parcela de 4 surcos de ancho y 5 metros de largo, anotando el número de plantas enfermas por surco, representando un área de 20 metros² (C) y una cobertura de 90 plantas por sitio de muestreo, representando con éste número de plantas el 100% del área asignada.

Figura 1.

Esquema de la forma como se midió la incidencia del Moco de la Papa en el cultivo de papa, en los municipios de Concepción Chiquirichapa y San Martín Sacatepéquez

AREA DE SIEMBRA



A= Surco elegido

B= Planta de referencia elegida

C= Area de medición de incidencia

3.2 SEGUNDA FASE

3.2.1 IDENTIFICACION DE LA ENFERMEDAD

Las visitas de campo a diferentes comunidades puestas en estudio, durante el paso de la boleta y medición de la incidencia de la enfermedad, fueron aprovechadas para identificar los diversos síntomas que presentaban las plantas afectadas, lográndo con ello tener la descripción clara de la sintomatología, para identificar así la enfermedad en el campo de cultivo.

3.2.2 RECOLECCION, SELECCION Y DESINFECCION DE MATERIAL ENFERMO

En las diversas visitas realizadas a los campos de cultivo, se procedió a recolectar tubérculos y material vegetativo que presentaba la sintomatología del Moco de la Papa, las que fueron trasladadas en bolsas de polietileno al laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala y al Laboratorio Integral de Protección Agrícola del Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas (ICTA), en la estación experimental Labor Ovalle, Quetzaltenango, para la respectiva selección y desinfección de tubérculos con Bicloruro de mercurio 1:1000 durante 60 segundos, con el objeto de asegurar el verdadero agente causal, evitando así el desarrollo de agentes secundarios.

3.2.3 DETERMINACION DEL AGENTE CAUSAL

Seleccionados y desinfectados los tubérculos enfermos, se extrajo de los mismos el exudado bacterial para trasladarlo con un aza de platino esterilizada a la llama, a cajas de petri para su respectiva siembra, distribuyendo la bacteria en forma de zig-zag,

teniendo como medio de cultivo Bacto-agar, llegándose a observar en un período de 8 días el crecimiento de colonias de la bacteria. El segundo paso de purificación de la bacteria, se llevó a cabo sembrando las colonias de bacteria obtenidas, de las cajas de petri, en tubos de ensayo teniendo como medio de cultivo Bacto-agar. Esta segunda siembra se llevó a cabo con las mismas medidas de asepsia que la primera. Todo esto se realizó en la cámara de transferencia desinfectada con formalina al 10%. Purificada la bacteria se procedió a identificarla a través de las diferentes técnicas descritas en los apéndices 2,3,4.

3.2.4. POSTULADOS DE KOCH

- a. Se aisló la bacteria identificada para cultivarla en forma pura e incrementarla.
- b. Se inoculó mecánicamente a plantas sanas de papa.
- c. Se observó la sintomatología comparándola con la de los campos de cultivo.
- d. Se aisló de nuevo el patógeno.
- e. Se verificó a través de las mismas técnicas, que era el mismo agente inoculado y causal de la enfermedad.

3.3 ALTERNATIVAS DE CONTROL QUIMICO

Por las características del experimento se realizó. Un experimento Factorial 2 X 7 en un arreglo de Parcelas Divididas en un Diseño Completamente al Azar con tres Repeticiones, siendo el modelo estadístico el siguiente:

$$Y_{ijk} = U + B_i + A_j + E_{ij} + B_k + AB_{jk} + E_{ijk}$$

De donde:

Y_{ijk} = variable respuesta de la ijk -ésima unidad experimental

U = efecto de la media general

B_i = efecto del i -ésimo bloque

A_j = efecto del j -ésimo nivel del factor A

E_{ij} = error experimental asociado a la parcela grande

B_k = efecto del k -ésimo nivel del factor B

AB_{jk} = efecto debido a la interacción del j -ésimo nivel del factor A con los k -ésimos niveles del factor B

E_{ijk} = error experimental asociado a la parcela pequeña

Cada unidad experimental consistió, de cinco bolsa de polietileno de 12 libras, las cuales fueron llenadas con arena, tierra negra y broza en proporciones de 1:1:1, relacionándose la misma a la de los suelos de Concepción Chiquirichapa y San Martín Sacatepéquez, colocándo en cada bolsa un tubérculo de la variedad Loman.

Fue usada la variedad Loman por ser la más importante en la zona de estudio y en el consumo familiar.

En el diseño experimental fueron usados dos factores siendo los siguientes:

Factor 1: Usándose dos niveles, con Bromuro de metilo y Sin Bromuro de metilo.

Factor 2: Con seis niveles, evaluándose 6 fungicidas con efecto bactericida, los cuales se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Tratamientos y dosis evaluada en la fase experimental, a nivel de Invernadero, evaluándose los factores con Bromuro y sin Bromuro de Metilo, haciendo un total de 14 tratamientos, en el cultivo de la papa.

Producto	Dosis	Epoca de aplicación	Area aplicada	Tiempo de aplicación
Agri-micín 100	245 grs/27 gls de agua	Antes de la siembra	Tubérculo	2 minutos
Agri-micín 500	909 grs/27 gls de agua	"	"	" "
Azufre Puro	1000 grs/27 gls de agua	"	"	" "
Caldo Bordeles	1022;1022 grs/27 gls de agua	"	"	" "
Cloramphenicol	1022 grs/27 gls de agua	"	"	" "
PCNB	3823 grs/27 gls de agua	"	"	" "
Testigo	-----			

La aplicación de los productos químicos, fue dirigida a los tubérculos como un tratamiento preventivo, sumerjiéndolos en la solución química, antes de la siembra.

La variables medida fue: El efecto, que cada uno de los productos químicos a la semilla, tenga sobre la bacteria que causa el Moco de la Papa al momento de la germinación.

3.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.4.1 Se procedió a preparar el suelo en proporciones semejantes a las áreas de estudio.

3.4.2 La mitad de suelo preparado fue desinfectado con Bromuro de metilo, por espacio de ocho días.

3.4.3 Se procedió al llenado de las bolsas de polietileno y a su distri-

bución espacial de acuerdo al diseño usado (apéndice 7).

- 3.4.4 Se procedió a la siembra de las bolsas, colocándo un tubérculo de papa de la variedad Loman tratado con la solución química correspondiente, en cada bolsa.
- 3.4.5 Se inoculó cada bolsa con un caldo nutritivo, conteniéndolo éste las células de bacteria cultivadas, aplicando por bolsa 3 mililitros, teniéndolo cada uno 4.7×10^6 células de bacteria, esto con el objeto de asegurar un alto porcentaje de infección.
- 3.4.6 A los ocho días de germinados los tubérculos se procedió a la toma de datos de germinación. Teniéndolo cada unidad experimental cinco bolsas, correspondiéndole a cada una un 20% evaluándose así a nivel de porcentajes la germinación obtenida.

PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS

1. ASPECTOS SOCIOECONOMICOS DEL AREA MUESTREADA

El 100% de los habitantes, de los municipios de Concepción Chiquirichapa y San Martín Sacatepéquez se dedican a la agricultura como medio principal de subsistencia, producción de semilla y venta de sus cosechas al mercado e intermedios.

Los rendimientos promedio reportados por cuerda (25 X 25 varas), para la variedad Loman, varían entre 15 y 20 quintales cuando la cosecha es buena.

Los agricultores de la región son básicamente pequeños productores en donde la papa en un 90% y el maíz constituyen los cultivos más importantes en términos sociales y económicos.

La época de siembra en la región es determinada por varios factores entre los que destacan por su importancia la temperatura del medio, lluvia, precio por carga (2 quintales) y por tradición en algunas aldeas.

La primera siembra la realizan en los meses de enero a abril. Generalmente en San Martín Sacatepéquez siembran en los meses de enero a febrero y en Concepción Chiquirichapa de marzo a abril. La segunda siembra la realizan en los meses de agosto a septiembre, cambiando la época de la segunda siembra cuando se quiere obtener 3 cosechas al año.

La unidad de medida es la cuerda de 25 varas por lado, en donde 16 de éstas hacen una manzana.

2. RESEÑA HISTORICA DEL CULTIVO DE LA PAPA EN LOS MUNICIPIOS DE CONCEPCION CHIQUIRICHAPA Y SAN MARTIN SACATEPEQUEZ

Desde épocas inmemorables los habitantes de ambas regiones se han dedicado al cultivo de la papa, llegando éste en la actualidad a constituirse como el

cultivo básico en la economía de los habitantes de éstos municipios. Debido a la gran importancia que tiene el cultivo de la papa, ambos municipios se constituyen como zonas eminentemente semilleristas, siendo los principales distribuidores de semilla al resto del país.

El 96% de los agricultores encuestados manifestaron que desde hace nueve años la producción de papa ha disminuido a causa de la enfermedad conocida como el Moco de la Papa, que ha ocasionado grandes problemas en la economía de los productores de la papa, sin que al momento se encuentre un medio de control adecuado.

3. SITUACION ACTUAL DEL CULTIVO DE LA PAPA EN EL MUNICIPIO DE CONCEPCION CHIQUIRICHAPA, CON RELACION A LA ENFERMEDAD CONOCIDA COMO EL MOCO DE LA PAPA

3.1 TENENCIA DE LA TIERRA

El régimen de tenencia de la tierra en Concepción Chiquirichapa es de propietarios minifundistas, manifestando el 96.67% de los encuestados ser propietarios de sus tierras, mientras que un 3.33% son arrendatarios.

3.2 EPOCAS DE SIEMBRA Y VARIEDAD UTILIZADA

En relación a la época de siembra, el 100% de los encuestados manifestó que la primera época se realiza en los meses de marzo a abril, teniendo una segunda época de julio a agosto. El 100% de los encuestados también manifestó usar diversas clases de fertilizantes, fungicidas e insecticidas durante el ciclo del cultivo.

En cuanto a la variedad utilizada el 100% de los encuestados indicó que siembran la variedad Loma por ser de mayor demanda en el mercado nacional y extranjero.

3.3 ASISTENCIA TECNICA

El 36.67% de los encuestados indicó recibir asistencia técnica de los extensionistas agrícolas de DIGESA, mientras que el 63.33% expuso no recibir dicha asistencia, estando deseosos de recibirla.

3.4 CONTROL Y TECNICAS DE CULTIVO ACTUAL

3.4.1 CARACTERISTICAS DE APARECIMIENTO DE LA ENFERMEDAD

Respecto a las características de apareamiento del Moco de la Papa, el 76.67% respondió que la enfermedad aparece en forma aislada en el campo de cultivo; el 20% indicó que aparece en forma de manchones y el 3.33% que aparece tanto en forma aislada como en manchones.

3.4.2 CONTROL QUIMICO

El 90% de los encuestados manifestó que la enfermedad no tiene control, mientras que un 10% indicó controlar la enfermedad aplicando antracol y enterrando las plantas enfermas.

a. DIRIJIDO A LA SEMILLA

Con relación al control de la enfermedad, el 46.67% manifestó controlar la enfermedad curando la semilla con Antracol y volatón, mientras que el 53.33% indico no curar la semilla.

b. DIRIJIDO AL SUELO

De los encuestados el 20% manifestó realizar tratamientos al suelo con Antracol, volatón y Folidol indicando controlar así la enfermedad, mientras que el 80% restante no realiza ningún tipo de tratamiento.

3.4.3 CONTROL CULTURAL

En la actualidad no existe un tipo de control cultural específico que ayude a minimizar la incidencia del Moco de la Papa, informando el 40% de los encuestados que dejan las plantas enfermas en el campo de cultivo sin tocarlas; el 55% las arráncan tirándolas en la orilla de las parcelas vecinas o en sus propias parcelas, lo que hace que se siga reproduciendo y dispersando el inóculo en el suelo y el 15% manifestó que entierran las plantas enfermas en suelo, prácticas muy importantes que ayudan a bajar la incidencia del moco de la papa.

El 60% de los encuestados manifestó que asocian el cultivo de la papa, especialmente con el maíz y haba, mientras que el 40% lo tienen como monocultivo.

La encuesta indicó que el 100% de los consultados aplican broza como abono orgánico a sus tierras, antes de la siembra, otro de los factores importantes que ayudan a bajar el porcentaje de la incidencia de la enfermedad.

Las figuras 2 y 3 presentan gráficamente éstas circunstancias.

Figura 2. Condiciones actuales en las cuales se encuentra el cultivo de la papa, en el municipio de Concepción Chiquirichapa con relación a la enfermedad llamada Moco de la Papa, expresado en porcentajes de agricultores.

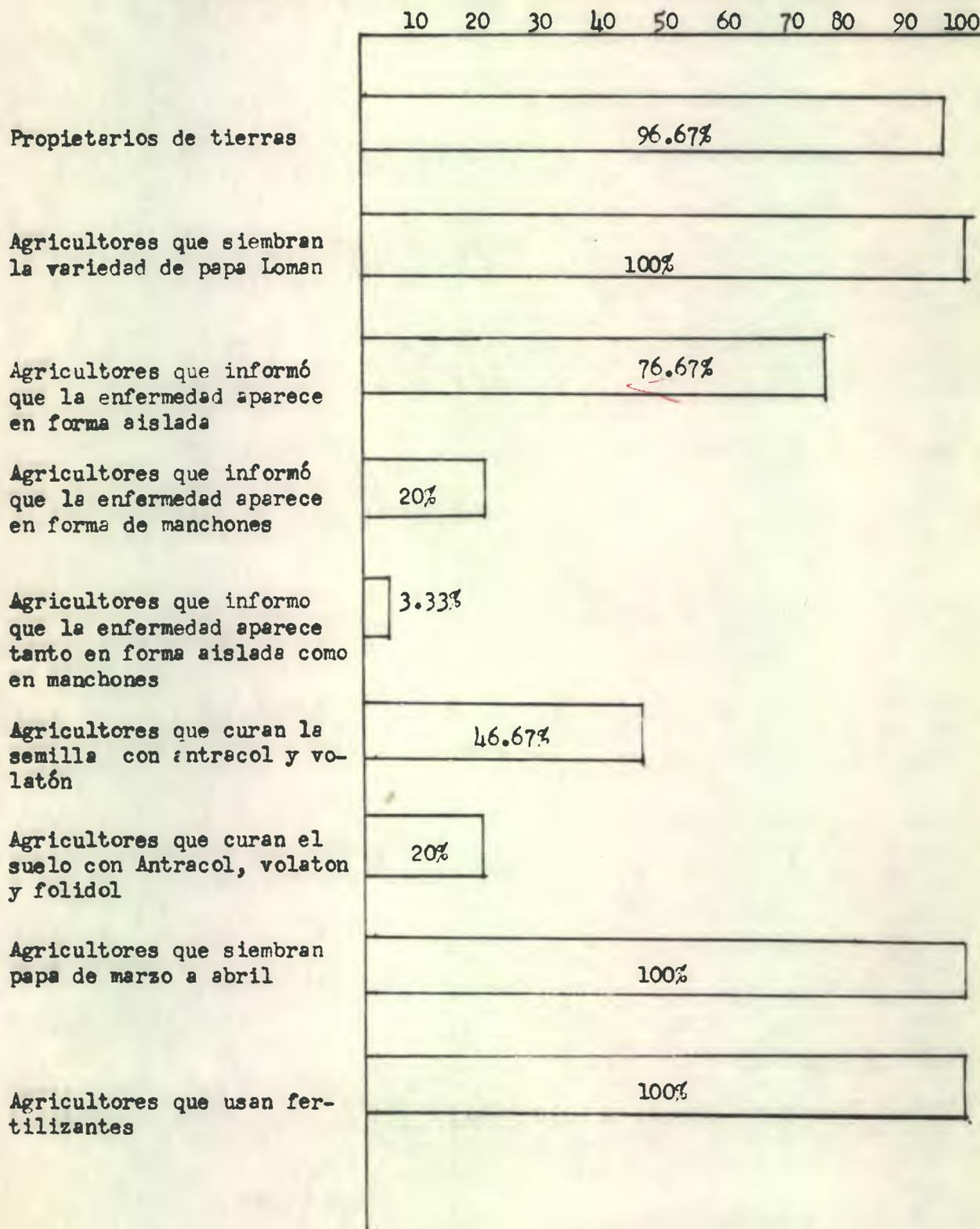
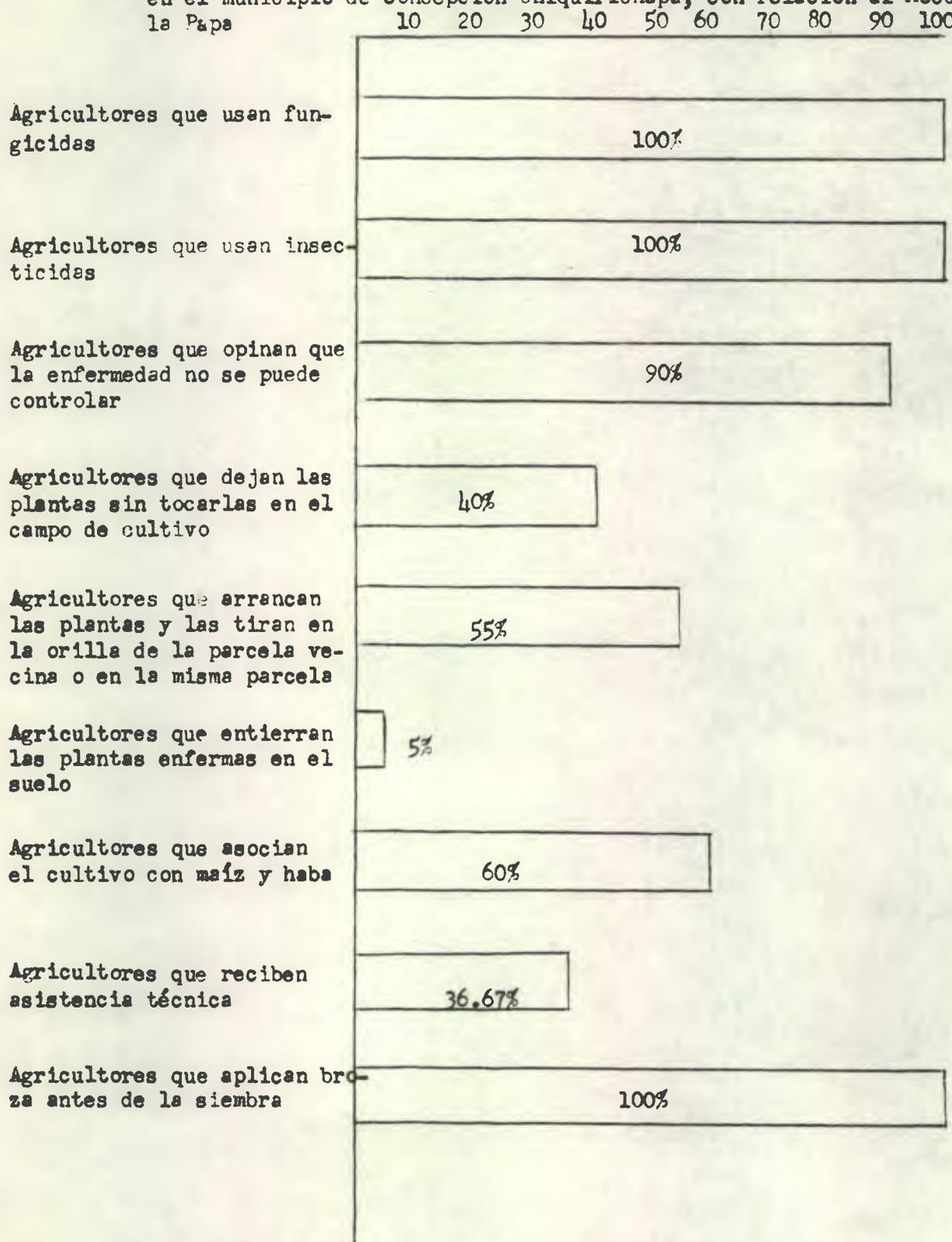


Figura 3. Condiciones actuales en las que se encuentra el cultivo de la papa, en el municipio de Concepción Chiquirichapa, con relación al Moco de la Papa



3.5 FORMAS DE APARECIMIENTO DE LA ENFERMEDAD

La sintomatología más significativa se presenta a través de un marchitamiento en el follaje de la planta, tal como lo indica el 100% de los encuestados. Según manifiestan los encuestados en época seca, el aparecimiento de la enfermedad es lento, no siendo así en la época lluviosa, acelerando éstas, la reproducción masiva del patógeno lo cuál provoca que el aparecimiento de la enfermedad se más rápido.

En época de lluvia, los terrenos con cierta pendiente favorecen las distribución de la bacteria a otros terrenos, lo cual hace que el área afectada sea mayor. Con relación al aparecimiento del Moco de la Papa, la encuesta nos indica que el 40% observa la enfermedad de los 30 a 60 días de siembra; el 20% observan los síntomas de los 30 a 75 días y el 40% los observa de los 60 días hasta el momento de la cosecha.

Las variantes existentes en cuanto a fecha de aparecimiento de la enfermedad es debido a que en ciertas áreas hay mayor porcentaje de humedad lo cuál favorece el inmediato aparecimiento sintomatológico de la enfermedad.

Cuadro 3. Sintomatología de aparecimiento de la enfermedad en relación a la edad del cultivo de la papa, por cantones del municipio de Concepción Chiquirichapa.

Cantón	No. Agric. Muestreados	% Agric. Muestreados	Edad de cultivo
Tuipox	6	20	30 a 60 días
Telená	6	20	30 a 75 días
Tuitzisibil	6	20	60 días al momento de la cosecha
Excomuchá	6	20	30 a 60 días
Dursziales	6	20	75 días al momento de la cosecha.

3.6 INCIDENCIA DEL MOCO DE LA PAPA

El Moco de la Papa causado por Pseudomonas solanacearum, por las condiciones climáticas que necesita es favorecido para su desarrollo y reproducción en la época lluviosa o de alta humedad, provocando esa circunstancia la elevación del porcentaje de incidencia. Los cuadros 4 y 5 muestran la incidencia de la enfermedad en dos épocas de cultivo que permite observar que en época seca el porcentaje de incidencia es bastante bajo. Lo contrario sucede con la época lluviosa, lo que indica que es un factor importante para el desarrollo y reproducción de la bacteria.

Cuadro 4. Incidencia del Moco de la Papa causado por Pseudomonas solanacearum, en el municipio de Concepción Chiquirichapa en la primera época de la siembra (marzo-abril)

Cantón	No. Agric. Muestreados	% Agric. Muestreados	% de Incidencia del Moco de la papa, Ponderado
Tuipox	6	20	0.166
Telená	6	20	0.097
Tuitzibil	6	20	0.276
Excomuchá	6	20	0.392
Duraznales	6	20	0.388
	30	100	1.319

Cuadro 5. Incidencia del Moco de la papa causado por Pseudomonas solanacearum en el municipio de Concepción Chiquirichapa, en la segunda época de siembra (agosto-septiembre).

Cantón	No. Agric. Muestreados	% Agric. Muestreados	% de Incidencia del Moco de la papa, Ponderado
Tuipox	6	20	0.49
Telené	6	20	0.312
Tuitzibil	6	20	0.679
Excomuchá	6	20	0.801
Duraznales	6	20	0.814
	30	100	3.096

3.7 AREA DE SIEMBRA

Las pérdidas en el cultivo de la papa en su mayoría son causadas por el Moco de la Papa, lo que ha provocado que los agricultores se dediquen a otros cultivos, aunque manifiestan los encuestados, son menos rentables. A pesar de éstos problemas y por se la papa el cultivo más importante en la base económica de la región, no se ha dejado de sembrar, siendo el área de siembra la que representa el cuadro 6. Es importante observar que el área de siembra del cultivo de la papa, solo ha disminuido en una mínima parte en base al promedio de área en años anteriores que es de 225 cuerdas, en base a lo manifestado por los encuestados.

Cuadro 6. Area de siembra del cultivo de la papa en cada uno de los cantones del municipio de Concepción Chiquirichapa.

Cantón	No. Agric. Muestreados	% Agric. Muestreados	Area de siembra de papa (cuerdas de 25 X 25 varas)
Tuipox	6	20	32
Telená	6	20	23
Tuitzisbil	6	20	74
Excomuchá	6	20	26
Duraznales	6	20	36.50
			<hr/> 193.50

4. SITUACION ACTUAL DEL CULTIVO DE LA PAPA EN EL MUNICIPIO DE SAN MARTIN SACATEPEQUEZ, CON RELACION A LA ENFERMEDAD CONOCIDA COMO "EL MOCO DE LA PAPA"

4.1 TENENCIA DE LA TIERRA

El régimen de tenencia de la tierra en el municipio de San Martín Sacatepéquez es de pequeños propietarios, es decir minifundistas, manifestando el 97.33% de los encuestados ser propietarios de sus tierras, - mientras que el 2.67% son arrendatarios.

4.2 EPCCAS DE SIEMBRA Y VARIEDAD UTILIZADA

En relación a la época de siembra, el 100% de los encuestados indicó que la primera siembra la realizan en los meses de enero a marzo, teniendo una segunda de mayo a junio y una tercera en el mes de septiembre, este sistema cuando la explotación es intensiva. La totalidad de los encuestados manifestó usar diversas clases de fertilizantes, fungicidas e insecticidas.

En cuanto a la variedad el 100% manifesto usar la variedad Loman por ser esta la de mayor demanda, tanto en el mercado nacional como extranjero.

4.3 ASISTENCIA TECNICA

En relación a la asistencia técnica indicaron los encuestados que el 78.67% reciben asistencia técnica, principalmente de los extensionistas y guías agrícolas de DIGESA, mientras que el 21.33% no reciben asistencia pero manifestaron la necesidad urgente que tienen de ser sujetos de ella.

4.4. CONTROL Y TECNICAS DE CULTIVO ACTUAL

4.4.1 CARACTERISTICAS DE APARECIMIENTO DE LA ENFERMEDAD

En relación a las características de aparecimiento del Moco de la Papa, el 36% de los encuestados manifestó observarla siempre en forma aislada; 30.67% indico encontrarla en forma de manchones y el 33.33% tanto en forma aislada como en manchones.

4.4.2 CONTROL QUIMICO

Con respecto al control del Moco de la Papa, el 93.33% de los encuestados manifesto que la enfermedad no se puede controlar mientras que un 6.67% indico poderla controlar con antracol, enterrandolas o rotando los cultivos.

a. DIRIJIDO A LA SEMILLA

En relación al control de la enfermedad el 53.33% indico tratar la semilla especialmente con PCNB, Antracol e insecticidas, mientras que el 46.67% informo no realizar ningún tipo de control.

b. DIRIJIDO AL SUELO

De los encuestados, el 12% manifesto realizar tratamiento al suelo con volatón, cal y broza, mientras que el 88% indico no realizar ningún tipo de tratamiento.

4.4.3 CONTROL CULTURAL

Hasta la fecha en el área no existe un tipo de control cultural, que disminuya la incidencia que causa el Moco de la Papa, el 85% de los encuestados manifestó dejar las plantas enfermas en el campo de

cultivo sin tocarlas; el 12% manifesto que tiran las plantas enfermas a la orilla de las parcelas vecinas o en sus propios terrenos. Unicamente el 3% indico enterrar en el suelo las plantas enfermas.

Se estableció que el 49.33% de los encuestados asocian el cultivo de la papa, especialmente con maíz y haba, mientras que el 50.67% lo tienen como monocultivo. Es importante señalar que solo el 2% de los encuestados aplican broza en sus campos de cultivos.

Ver figuras 4 y 5

Figura 4. Condiciones actuales en las cuales se encuentra el cultivo de la papa, en el municipio de San Martín Sacatepéquez con relación a la enfermedad llamada Moco de la Papa, en porcentajes de Agricultores

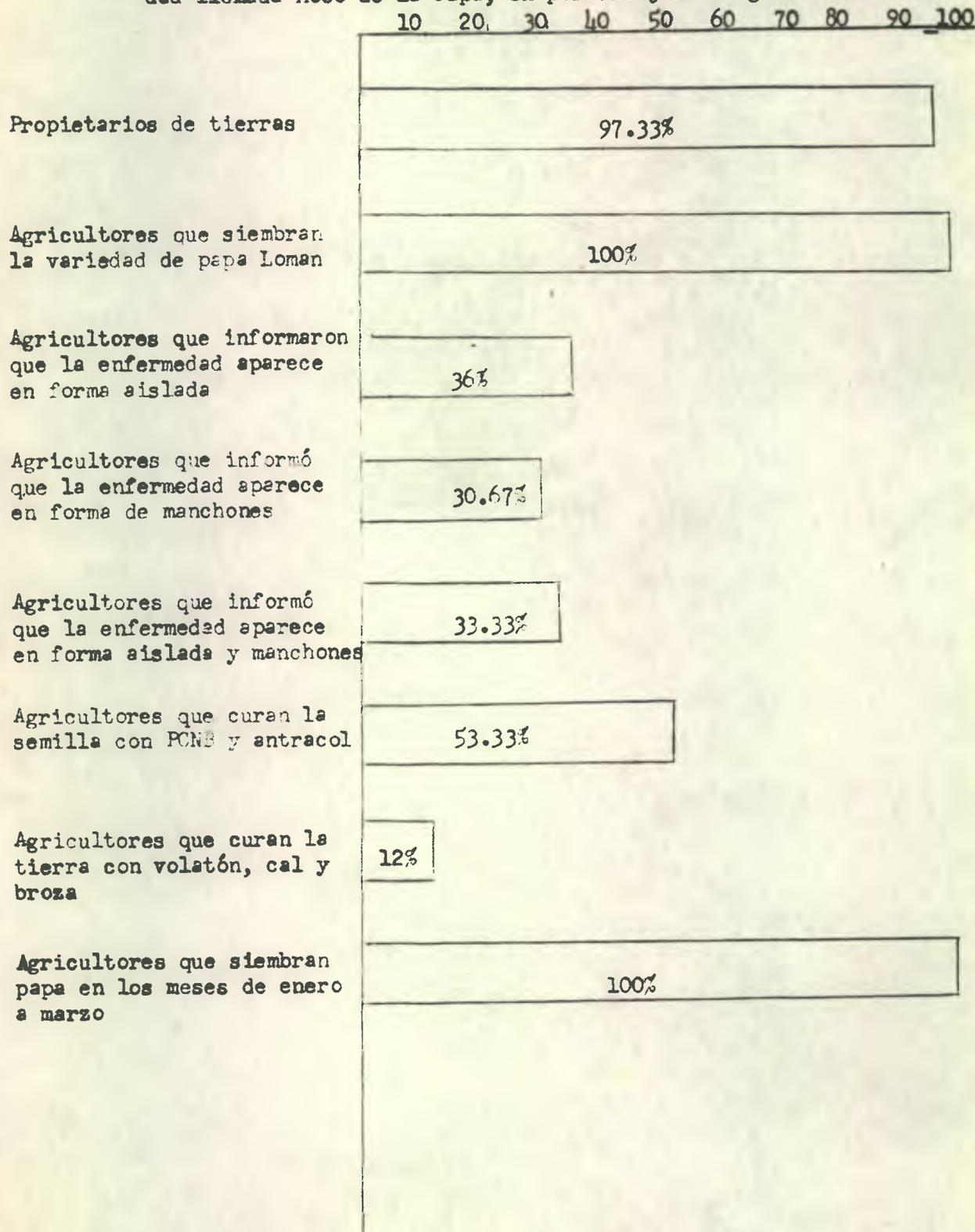
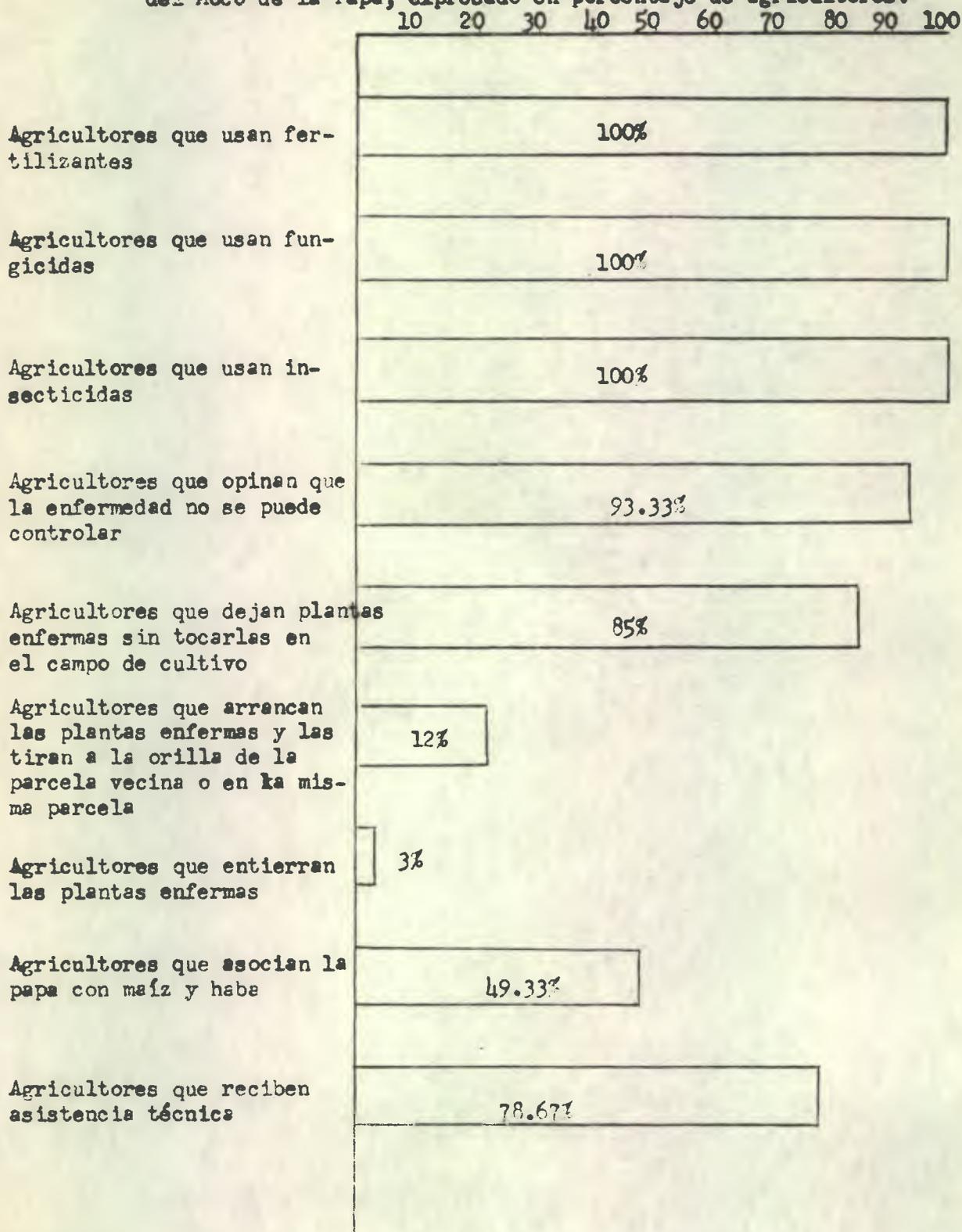


Figura 5. Condiciones actuales en las cuales se encuentra el cultivo de la papa, en el municipio de San Martín Sacatepéquez con relación a la enfermedad del Moco de la Papa, expresado en porcentaje de agricultores.



4.5 FORMAS DE APARECIMIENTO DE LA ENFERMEDAD

Los síntomas más evidentes los presenta el marchitamiento en el follaje de la planta, tal como lo indicé el 100% de los encuestados.

Es más importante señalar, según lo indican los encuestados que los ataques más severos se observan en épocas de lluvia o en zonas de alta humedad, favoreciendo en ésta época la reproducción acelerada de la enfermedad, así como su dispersión a través de las corrientes de agua, especialmente en aquellos terrenos que poseen determinada pendiente.

El 62.67% de los encuestados manifiestan observar el aparecimiento de la enfermedad de los 30 a 60 días de la siembra; el 9.33% indica observarla de 30 a 45 días, el 24% la observa de los 25 a 60 días y el 4% observa la enfermedad a los 60 días de cultivo. El cuadro 7 presenta la sintomatología de aparecimiento de la enfermedad. Es importante observar que debido a la humedad existente en unos cantones, los síntomas de la enfermedad se observan con mayor rapidez.

Cuadro 7 Sintomatología de aparecimiento de la enfermedad en relación a la edad del cultivo de papa, por cantones del municipio de San Martín Sacatepéquez.

Cantón	No. Agric. Muestreados	% Agric. Muestreados	Edad del Cultivo
Loblatzan y anexos	10	13.33	30 a 60 días
Loblatzan y anexos	8	10.67	30 a 60 días
Estancia III	7	9.33	30 a 45 días
Estancia IV	6	8.00	30 a 60 días
San Martín Chiquito	6	8.00	30 a 60 días
La Hortencia	18	24.00	25 a 60 días
Proyecto CIM	8	10.67	30 a 60 días
Conservación de suelos	3	4.00	60 días
Centro de San Martín	9	12.00	30 a 60 días

2.6 INCIDENCIA DEL MOCO DE LA PAPA

Debido a las condiciones climática prevalectientes en el municipio, que son apropiadas para el desarrollo del Moco de la Papa, se evaluó la incidencia de la enfermedad en dos épocas de cultivo en la zona cuyos resultados se presentan en los cuadros No. 8 y 9 y en los que se puede observar que el 4% de incidencia que se marca en época seca, es bastante alto, debido a que por ser zonas semilleristas esta incidencia afecta a otras zonas donde llega la semilla.

Cuadro No. 8

Incidencia del Moco de la Papa causado por Pseudomonas solanacearum, E.F. Smith en el municipio de San Martín Sacatepéquez, en la primera época de siembra (enero-marzo)

Cantón	No. Agric. Muestreados	% Agric. Muestreados	% de Incidencia del Moco de la Papa, Ponderado
Loblatzan y anexos	10	13.33	0.160
Loblatzan y anexos I	8	10.67	0.598
Estancia III	7	9.33	0.231
Estancia IV	6	8.00	0.176
San Martín Chiquito	6	8.00	1.876
La Hortencia	18	24.00	0.387
Proyecto CIM	8	10.00	0.174
Conservación desuelos	3	4.00	0.079
Centro de San Martín	9	12.00	0.247
	75	100.00	3.928= 4.00%

Cuadro 9. Incidencia del Moco de la Papa causado por Pseudomonas solanacearum, en el municipio de San Martín Sacatepéquez, en la segunda época de siembra (agosto-septiembre)

Cantón	No. Agric. Muestreados	% Agric. Muestreados	% de Incidencia del Moco de la papa, ponderado
Loblatzan y anexos	10	13.33	0.435
Loblatzan y anexos I	8	10.67	1.086
Estancia III	7	9.33	0.423
Estancia IV	6	8.00	0.397
San Martín Chiquito	6	8.00	3.748
La Hortencia	18	24.00	0.982
Proyecto CIM	8	10.67	0.474
Conservación de suelos	3	4.00	0.185
Centro de San Martín	9	12.00	0.654
	75	100.00	8.38%

El aumento en la incidencia observada, en la segunda época de siembra evidencia el medio adecuado para la reproducción y desarrollo de la bacteria en época de lluvia, lo que representa un grave peligro debido a la distribución de semilla a las diversas zonas paperas del país.

4.7 AREA DE SIEMERA

A pesar de que la mayoría de pérdidas en el cultivo de la papa son causadas por el Moco de la Papa. Los agricultores de la zona continúan con la siembra de dicho cultivo, por ser éste el más importante de la base de la economía de los habitantes de la región.

Según los encuestados el área de siembra actual es el siguiente:

Cuadro No. 10

Area de siembra del cultivo de la papa en cada uno de los cantones del municipio de San Martín Sacatepéquez.

Cantón	No. Agric. Muestreados	% Agric. Muestreados	Area de Siembra de Papa (cuerdas de 25 X 25 varas)
Loblatzan y anexos	10	13.33	88
Loblatzan y anexos I	8	10.67	70
Estancia III	7	9.33	46
Estancia IV	6	8.00	37
San Martín Chiquito	6	8.00	29
La Hortencia	18	24.00	102.50
Proyecto CIM	8	10.67	64
Conservación de suelos	3	4.00	19
Centro de San Martín	9	12.00	49
			504.50

En base al promedio de área de siembra de los encuestados, en años anteriores que era de 595 cuerdas, podemos decir que el área actual de siembra a disminuido en mínima parte a pesar de los problemas que ocasiona el Moco de la Papa.

5. PRUEBA DE TRANSMISIBILIDAD

Realizada la purificación e identificación de la bacteria, se procedió a inocular en forma mecánica usando palillos dentales, plantas sanas de papa, inoculando en la parte axilar de la rama. Observándose los primeros síntomas de la enfermedad a las 48 horas de inoculada la planta, dañando inicialmente la zona inoculada provocando decaimiento de los tallos para luego el marchitamiento en las hojas, llegando a causar la muerte en un período de 4 a 5 días. Todo esto se llevó a cabo bajo condiciones de Invernadero en la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

6. ALTERNATIVAS DEL CONTROL QUÍMICO

La evaluación de seis fungicidas con efecto bactericida como un tratamiento preventivo en el cultivo de la papa, se llevo a cabo debido a que se ha comprobado que la bacteria Pseudomonas solanacearum, que causa la enfermedad del Moco de la Papa, una vez establecida en el cultivo, es imposible su control causando de inmediato, la muerte de la planta.

En la fase experimental el 50% del suelo usado fué desinfectado con Bromuro de metilo, factor que no incidió en nada con el inóculo de Pseudomonas solanacearum. No siendo así el resultado de la aplicación de los fungicidas con efectos bactericidas, los cuales fueron aplicados a la semilla por inmersión por un tiempo de 2 minutos, para realizar un tratamiento preventivo antes de la siembra, obteniéndose los mejores resultados de su aplicación, en orden de importancia, los siguientes:

Cloramphenicol, PCNB (Penta cloro nitro benceno) y Agri-micín 500.

Cuadro 11. Valores en porcentajes de germinación, en la Fase Experimental a nivel de Invernadero evaluando seis productos químicos en dos factores (Con Bromuro y Sin Bromuro de Metilo)

Tratamientos	Con Bromuro de Metilo			Sin Bromuro de Metilo		
	Repeticiones			Repeticiones		
	I %	II %	III %	I %	II %	III %
Agri-micín 100	20	20	20	40	20	20
Agri-micín 500	40	20	40	60	20	40
Azufre Puro	20	0	20	40	20	0
Caldo Bordales	40	20	0	40	0	20
Cloramphenicol	40	60	60	30	40	60
PCNB	60	40	40	60	60	40
Testigo	20	0	20	0	20	20

Cuadro 12. Análisis de varianza para los dos factores puestos en estudio:

1. Con Bromuro y Sin Bromuro de metilo.
2. Seis productos químicos comerciales.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	FC	Ft 0.05%
Bromuro	1	238.098	238.098	0.455	N.S 7.71
Error A	4	2095.238	523.810		
Sub-total A	5	2333.336			
Fungicidas	6	10495.240	1749.206	10.396	** 2.53
Bromu-Fungicidas	6	95.238	15.873	0.094	
Error B	24	4038.094	168.254		
Total	41	16961.910			

** Significancia al 5% de probabilidad

N.S. No significativo

Coefficiente de variación A: 73.942%

Coefficiente de variación B: 41.907%

Se observa que no existe diferencia significativa entre el factor 1, osea desinfectando o no el suelo con Bromuro de metilo.

Debido a la alta diferencia significativa encontrada en el Factor 2, osea la evaluación de los seis productos químicos comerciales, se realizó una prueba de Tukey para conocer cuales fueron los fungicidas con efecto bactericida más eficientes en bajar el inóculo de Pseudomonas solanacearum en el suelo.

Cuadro 13. Comparación multiple de medias por el Estadístico de Tukey al cinco por ciento de probabilidad, para evaluar los fungicidas eficientes en bajar el inóculo de Pseudomonas solanacearum en el suelo.

Fungicida	Media	Ordenamiento en valor de importancia
Cloramphenicol	56.667	a
PCNB	50.000	ab
Agri-micín 500	36.667	abc
Agri-micín 100	23.333	abcd
Caldo Bordeles	20.000	bcde
Azufre Puro	16.667	bcdef
Testigo	13.333	cdefg

Tratamientos con igual letra son estadísticamente iguales al 5% de probabilidad

DISCUSION GENERAL

La enfermedad conocida como el Moco de la Papa causado por Pseudomonas solanace-
rum, constituye en la actualidad un serio problema en los municipios de Concepción
Chiquirichaps y San Martín Sacstepéquez del departamento de Quetzaltenando. Debi-
do a que los agricultores año con año sufren problemas económicos bastante altos.
Actualmente en las zona de estudio no se conoce ningún programa efectivo que logre
controlar el aprecimiento del Moco de la Papa, o por lo menos bajar el inóculo del
suelo.

Debido a que el cultivo de la papa es la base económica de los agricultores de la
región, han actuado en forma conformista soportando grandes pérdidas en la produc-
ción. Esto va relacionado con la asistencia técnica inadecuada que se les presta
a los agricultores de la región.

A la fecha de realizar el presente estudio no se conocia ningún producto químico que
fuera eficaz en el control de la enfermedad, probablemente al uso inadecuado de los
productos químicos en la región.

Por este antecedente se llevo a establecer un ensayo de diferentes fungicidas con
efecto bactericida, conociendose asi la efectividad de cloramphenicol, PCNB, Agri-
micin 500, que pueden integrarse al control cultural y genético, para lograr en un
futuro la solución al principal problema del cultivo de la papa en áreas de estudio.
Los resultados obtenidos en el presente experimento, vienen a ser respaldados por o-
tros estudios realizados en años anteriores por el autor; siendo los resultados de
esos estudios los siguientes:

1981: Evaluación de la incidencia que causa en Moco de la Papa en la Aldea de Plan
Grande, municipio de Palencia, Departamento de Guatemala, obteniéndose un 56% de in-
cidencia.

1981: Prueba de cinco variedades de papa, resistentes al Moco de la Papa en la Aldea Pian Grande, municipio de Palencia Departamento de Guatemala, obteniéndose como variedades resistentes en orden de importancia la variedad CGE, Tollocan y Loman.

1982: Estudio del efecto de 5 productos químicos como tratamiento a la semilla en 5 variedades de papa para el control del Moco de la Papa. Obteniéndose como mejores variedades de papa CGE, Tollocan y Loman, siendo los mejores productos químicos Agallol, PCNB, Agri-micín 500.

Se considera finalmente que el presente trabajo conlleva una serie de conocimientos que requieren su continuidad para llegar a completar el estudio y necesidades que afronta el agricultor en el ramo patológico.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. CONCLUSIONES

- 1.1 La enfermedad conocida como el Moco de la Papa en los Municipios de Concepción Chiquirichapa y San Martín Sacatepéquez es causado por Pseudomonas solanacearum.
- 1.2 No existe, ningún programa efectivo de control que logre bajar la incidencia del Moco de la Papa, en los dos Municipios puestos en estudio.
- 1.3 Las zonas puestas en estudio, por ser eminentemente semilleras es importante realizar un eficiente control del Moco de la Papa y así evitar se siga diseminando dicha enfermedad al resto de zonas paperas del país.
- 1.4 El Moco de la Papa es bastante favorecido para su desarrollo en épocas de lluvia y en zonas de alta humedad, evidencia de esto es la elevación del porcentaje de incidencia en la segunda época de siembra (agosto-septiembre).
- 1.5 El control del Moco de la Papa es de tipo preventivo, ya que se ha comprobado de que una vez se establezca la bacteria en la planta es difícil su control causando ésta de inmediato la muerte de la planta.

2. RECOMENDACIONES

- 2.1 Para la siembra usar semilla sana, certificada y entera.
- 2.2 No aplicar fertilizantes con altos contenidos de fósforo.
- 2.3 El control de la enfermedad en el campo puede llevarse mediante una combinación de control químico y las prácticas culturales siguientes: mejoramiento del drenaje, quemado de rastrojo inmediatamente después de la cosecha, aplicar abono orgánico, eliminar toda planta enferma que aparezca en la etapa de cultivo, aplicar fertilizantes con altos contenidos de potasio, rotar los cultivos.
- 2.4 Tratar la semilla antes de la siembra en Cloramphenicol, FCNB o Agrimicín 500, usando el producto que le salga más económico en el mercado al agricultor.
- 2.5 Es importante que las Instituciones del Sector Agrícola le pongan mayor atención al problema que ocasiona en la agricultura el Moco de la Papa y así evitar mayores consecuencias.
- 2.6 Realizar estudios especialmente a nivel de obtener Clones resistentes al Moco de la Papa, causado por Pseudomonas solanacearum.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. BAYER (ALEMANIA). 1980. Plagas y enfermedades de la papa. Alemania, 37 p.
2. CAMACHO GUERRERO, J.A. 1980. Efecto de Globodera rostochiensis (Woll. 1923) Mulvey y Stone 1976 ("nematodo dorado" de la papa) y Pseudomonas solanacearum E.F. Smith (causante de la "marchitez bacterial") - inoculados en forma aislada y asociados sobre diferentes variedades de papa. Tesis Mag. Sc. Fito. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados. 91 p.
3. CASTILLO, L.M.; LEON VILLABRAN, R.DE. 1977. El cultivo de la papa en Guatemala. Guatemala, Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas. Boletín Técnico no. 6. 23 p.
4. CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA PAPA (Perú). 1979. Control de enfermedades bacterianas de importancia en la papa. Perú. p. xii.
5. CHEN, W.Y.; ECHANDI, E. 1982. Bacteriocin production and semiselective medium for detection, insolation and quantification of Pseudomonas solanacearum in soil. American Phytopathological Society (EE.UU.) 72(3): 310-313.
6. CLASIFICACION DE bacterias de acuerdo al manual de Berguey. 1978. s.n.t. 6 p.
7. ECHANDI, E. 1971. Manual de laboratorio de fitopatología general. México, Herrera. p. 5.
8. FUCIKOVSKY, L. 1976. La vaquita de la papa. México, Chapingo, Colegio de Postgraduados. Desplegable.
9. GRAHAM, J.; LLOYD, A.B. 1978. An improved indicator plant method for detection of Pseudomonas solanacearum Race 3 in soil. Plant Disease Reporter (EE.UU.) 62(1): 35-37.
10. GRANADA, G.A.; SEQUEIRA, L. 1978. A selective medium for Pseudomonas solanacearum. American Phytopathological Society (EE.UU.) 71(2): 35-37.
11. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS. 1980 Algunos datos sobre la producción agrícola y factores ecológicos de los departamentos de la República de Guatemala. Guatemala. 38 p.
12. -----. INSTITUTO DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. 1984. Generalidades sobre el cultivo de la papa y los efectos causados por la polilla en tres áreas de Quetzaltenango. Guatemala. 19 p.

13. GUDIOL, V.M. 1980. Manual agrícola superb. 5 ed. Guatemala, Superb. p. 197-205.
14. HOOKER, W.J. 1980. Compendio de enfermedades de la papa. Trad. por Teresa Ames de Icochea. Lima, Perú, CIP. p. 1-7, 40-42.
15. LOPEZ MATTEO, C.; BAYONA, R. 1983. Plantas tuberosas. España, Oceáno. v. 2, p. 104-113.
16. MONTEROSO SALVATIERRA, D. 1978. Agente causal e importancia del popotillo del jitomate en el Estado de Morelos. Tesis de Doctorado en Ciencias. México, Chapingo, Colegio de Postgraduados. 79 p.
17. -----, 1979. Técnicas fitopatológicas de laboratorio para el diagnóstico de las enfermedades de las plantas. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 15 p.
18. PARSONS, D.B. 1982. Papas. México, Trillas. 54 p.
19. ROBINSON, R.A.; RAMOS, A.H. s.f. Estudios de la marchitez bacteriana (P. solanacearum) en Kenya. s.n.t.
20. SCHIEBER, E. s.f. Marchitez bacteriana de la papa. s.n.t.
21. SIMMONS, CH.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirano de Sulsona. Guatemala, José Pineda Ibarra. p. 141-174.
22. SLENSMAN, J.P.; LEBEN, C. 1978. Preserving phytopathogenic bacteria at -70° C or with Silica Gel. Plant Disease Reporter (EE.UU.) 62(10): 910-913.
23. SNEDECOR, G.W. 1964. Métodos estadísticos aplicados a la investigación agrícola y biológica. Trad. por Angel Reynosa Foller. 5 ed. México, Continental. 613 p.
24. TORRES, H.; FRENCH, E.R.; NIELSEN, W. 1970. Potato diseases in Perú. Plant Disease Reporter (EE.UU.) 54(4):315-317.
25. WALKER, J.C. 1975. Patología vegetal. Trad. por Antonio Aguirre Azpeitia. 2 ed. Barcelona, España, Omega. p. 150-160.

10.100
Pabuelo



IX. APENDICES

APENDICE 1.

BOLETA DE ENCUESTA PARA LA DETERMINACION DE LA INCIDENCIA DEL MOCO DE LA PAPA.

Nombre: _____ . Región: _____

A. HISTORIA.

1. Tiempo de tener la parcela ? _____ Area ? _____
2. Tiempo de sembrar papa ? _____ Variedad ? _____
3. Cultivo anterior ? _____

B. ASPECTOS DE LA ENFERMEDAD.

4. A los cuantos dias de sembrada la papa aparece el moco ? _____
5. Como sabe usted que tiene moco la papa ? _____
6. El moco aparece en plantas aisladas o en manchones ? _____

C. PRACTICAS CULTURALES Y QUIMICAS REALIZADAS POR EL AGRICULTOR.

7. Cura la semilla antes de sembrarla, y con que ? _____
8. Trata la tierra antes de sembrar papa y con que ? _____
9. Fecha de siembra ? _____ Porqué: _____
10. Si Ud. produce su propia semilla como la conserva ? _____
11. Si Ud. nó produce su propia semilla, donde la obtiene ? _____
12. Asocia otros cultivos con la papa ? _____
13. Usa productos quimicos: SI _____ NO _____, cuales:
Fertilizantes ? _____
Insecticidas ? _____
Fungicidas ? _____
Herbicidas ? _____
Otros ? _____

14. Como cree Ud. que se controla la enfermedad ? _____

15. Que hace con las plantas enfermas que aparecen ? _____

D. ASPECTOS ECONOMICOS.

16. Producción aproximada de papa por área ? _____

17. Precio de la anterior cosecha ? _____ Precio de la actual ? _____

18. Que perdidas cree Ud. que le está ocasionando el moco ? _____

E. ASISTENCIA TECNICA.

19. Colabora con Ud. alguna Institución de Servicios Agrícolas ? SI _____

NO _____. Cual ? _____

20. Desearía Ud. recibir asistencia técnica para el control del Moco de la

Papa ? SI _____ NO _____, o cree que es innecesaria ? _____

21. Aproximadamente hace cuantos años apareció la enfermedad ? _____

No. de Boleta : _____

APENDICE 2.

CLAVE PRACTICA PARA IDENTIFICAR LOS GENEROS Y ALGUNAS ESPECIES DE BATERIAS FITO-PATOGENAS.

- 1.- Producen agallas en rebanadas de zanahoria
o al injertarse en tomate Agrobacterium tumefaciens.
- 2.- Producen proleferación de raicillas en
rebanadas de zanahorias Agrobacterium rizogenes.
- 3.- Son gran positivas 5 , 6
- 4.- Son gram negativas 7
- 5.- Forman endosporas.....
- 5.1 Son aeróbicas Bacillus.
- 5.2 Son anaeróbicas Clostridium.
- 6.- No forman endosporas
- 6.1 Acidifica el medio, crece en ph bajo (4.5) Lactobacillus.
- 6.2 No acidifica el medio Corynebacterium.
- 7.- Fermentación del medio de Hugh & Lefson.
- 7.1 Lo fermenta anaeróbicamente y aerobicamente 8.
- 7.2 Lo fermenta unicamente aeróbicamente 10.
- 8.- Utilización de Pectatos.
- 8.1 Pectolítica (causa pudrición blanda) Erwinia carotovora.
- 8.2 No pectolítica 9

- 9.1 Reacción de hipersensibilidad en tabaco Erwinia amylovora.
- 9.2 Formación de pigmento amarillo insoluble en agua Erwinia herbicola.
- 10.- Coloración de la colonia.
- 10.1 Blanquesina (crema) 12.
- 10.2 Amarilla 11.
- 11.- Presencia de capsula y
- 11.1 Un solo flagelo polar Xanthomonas.
- 11.2 Ausencia de flagelos Flabobacterium.
- 12.- Presencia de mas de un flagelo (2-8).... Pseudomonas.
- 12.1 Fluorece en medio B de King 13.
- 12.2 No florece en medio B de King Grupo pseudomallei.
- 12.3 No fluorece en medio B de King y son -- fluidas en el medio de Kelman + Cloruro de tetrazolio Pseudomonas solanacearum.
- 13.-
- 13.1 Reacción negativa con hidrolasa de arginina Grupo syringae.
- 13.2 Reacción positiva con hidrolasa de argina Grupo fluorescens.
- 1.- Actividad pectolitica de algunas bacterias:
- a) Se prepara una papa empapandola en alcohol para desinfectarla.
- b) Con una navaja estéril se corta la para en rebanadas que se colocan en cajas de petrí estériles, con una porción de papel filtro humedo.
- c) Se hace una incisión en el centro de la rebanada, teniendo cuidado de que pase al otro lado para evitar posibles contaminaciones.
- d) Se coloca la bacteria problema sobre la incisión y se incuba a 25°C.

2.- MEDIO DE CRECIMIENTO SEGUN HUGH & LEFSON:

Peptona 0.2 %	0.2 %
NaCl	0.5 %
K_2HPO_4	0.03 %
Agar	0.3 %
Bromotimol azul	0.003 %
Glucosa	1.0 %
pH	7.1

El Bromotimol azul se disuelve en agua al 0.3 % y 1 ml de ésta solución se agrega a cada 100 ml de medio para dar 0.003 %.

Esterilice el medio y se deja solidificar en los tubos parados, a un tubo se le agrega lugol estéril y a otra se deja sin Lugol.

3.- FLUORECENCIA, MEDIO B DE KING:

Profeosa peptona No. 3 o Peptona	2.0 %
Agar	1.5 %
Glycerol C.P.	1.0 %
K_2HPO_4 (anhidro)	0.15 %
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0.15 %
pH	7.2

La fluorecencia se comprueba iluminando el medio inoculado con luz ultravioleta (366 mμ).

4.- MEDIO DE KELMAN 1954 PARA Pseudomonas solanacearum:

Deztrosa	10 gr.
Peptona	10 gr.
Acidos casaminos	1 gr.
Agar	18 gr.
H ₂ O destilada	1 lt.

Esterilice separadamente por filtración, Cloruro de tetrazolio al 1% y adicione el medio base 1 ml. por cada 200 ml. (el Cloruro de tetrazolio debe permanecer en obscuridad).

5.- DETECCION DE DIHIDROLASA DE ARGININA:

Peptona	0.1 %
NaCl	0.5 %
K ₂ HPO ₄	0.03 %
Agar	0.3 %
Fenil rojo	0.001 %
Monoclorhidrato de arginina	1.0 %

Inocule el medio y observe si hay cambio de color, compare con un testigo Si hay producción de dihidrolasa de arginina, el color del medio se vuelve violeta.

APENDICE 3.

TINCIOM DE GRAM

Objetivo:

Determinar la reacción Gram negativa o positiva de bacterias fitopatógenas.

MATERIALES.

Solución A:	Violeta genciana.	
	Violeta genciana.	0.5 gr.
	Alcohol etílico al 97 %	20.0 ml.
	Cristales de fenol	2.5 gr.
	Glicerina	80.0 ml.
	Agua destilada	100.0 ml.
Solución B:	Solucion de Yodo.	
	Yodo	1.0 gr.
	Yoduro de potasio.	2.0 gr.
	Agua destilada.	100.0 ml.
Solución C:	Safranina.	
	Solución acuosa al 1% de Safranina.	

PROCEDIMIENTO:

Se prepara y se fija la preparación en igual forma que en el caso de tinción con azul de metileno; sin agregar ningún colorante. Manteniendo el porta-objetos caliente, agregue:

1. La solución A y mantenga el porta-objetos cubierto con esta solución por 1 minuto.
2. Elimine el exeso al cabo de este tiempo; no lave en agua.
3. Añada la solución B y mantenga el portaobjetos cubierto con esta solución por 1 minuto.
4. Elimine el exeso al cabo de este tiempo; no lave con agua.
5. Lave con alcohol etílico puro, agitando el porta-objetos todo el tiempo, hasta que no se desprenda más colorante esto se comprueba al colocar la preparación sobre un fondo blanco.
6. Agregue la solución C de safranina y agite la preparación por 30 segundos.
7. Lave con agua, saque el exeso con papel absorbente y por último a la llama.

Las bacterias Gram positivas aparecerán azules y las Gram negativas aparecerán rojas o rosadas.

Tiempo necesario: 2 horas.

APENDICE 4

MEDIO C. P. C.

Está compuesto de:

Glucosa	10 gr.
Peptona	10 gr.
Acidos casaminos	1 gr.
Agar	18 gr.
Agua destilada	1 lt.

Se mezclan todos los ingredientes y se esteriliza con olla de presión durante 15 minutos a 15 libras por pulgada cuadrada de presión.

APENDICE No. 5.ESTIMACION CUANTITATIVA DE BACTERIAS POR EL METODO ESCALA DE Mc FARLAND.MODO DE PREPARACION:

1. Se utilizan tubos adecuados para el espectrofotómetro y se disponen como se describe en la tabla siguiente:

TUBO	BaCl(1%) ml	H ₂ SO ₄ (1%) ml	Número de bacterias por ml
1	0.01	9.99	3×10^7
2	0.05	9.95	15×10^8
3	0.10	9.90	3×10^8
4	0.15	9.85	45×10^8
5	0.20	9.80	6×10^8
6	0.30	9.70	9×10^8
7	0.40	9.60	1.2×10^9

2. Se toma la lectura del espectrofotómetro de cada tubo.
3. La suspensión de bacterias en estudio se compara con el patrón establecido y se toma su lectura en el espectrofotómetro.
4. Para rectificar el número de colonias bacterianas con los patrones establecidos en la escala de Mc Farland, se hacen disoluciones del material y se siembran en cajas de petrie con medio C.P.G. a 28° C. Posteriormente a las 48 se cuenta el número de colonias y se construye una gráfica que se compara con los patrones de la escala de Mc Farland.

APENDICE No. 6.

PASOS PARA LA PURIFICACION DE LA BACTERIA.

Para la realización de estos pasos debemos de tomar en cuenta, que para obtener buenos resultados todo el equipo a utilizar debe estar completamente esterilizado, incluyendo la cámara de transferencia la cual debe tener su propio mecanismo de esterilización, si no es así se realizará ésta con formalina al 10%, todo esto con el fin de que exista un alto porcentaje de asepsia y por ende muy buenos resultados en el presente trabajo.

- a. Localizada e identificada la bacteria se procede a su purificación, - preparando de 3 a 4 cajas de petrie con agua esteril, y con un aza de platino se procede a recoger el exudado bacterial, disolviendo bién este en una caja de petrie, luego se procede a extraer con el aza de platino esterelizada a la llama una goto de agua de la caja número 1 y ésta se pasa a la caja 2, en la cual se vá a distribuir, pasando luego la gota de agua de la caja número 2 a la caja número tres y el mismo procedimiento se dá con la caja número cuatro.

- b. Realizado esto, se van a tener otras 3 o 4 caja de petrie solo que estas van a contener medio de cultivo Bacto Agar, y se va a realizar el mismo procedimiento de la caja número 1 que contiene agua destilada con bacterias, se va a extraer una gota de agua con un aza de platino estere-lizada a la llama y se vá a colocar en la caja 1 que contiene medio de cultivo, esta gota va a ser distribuida a raz del medio de cultivo en forma de zig-zag, a fin de que las colo-bacteriales puedan individuali-

zarse y ser aisladas en cultivo puro, el mismo procedimiento se realizó en las siguientes caja de petrie.

- c. Realizado todo el procedimiento anterior, al lapso más o menos de 8 días se podrá observar el crecimiento de colonias de bacteria en el medio de cultivo. Si todo el procedimiento se llevó a cabo bajo las normas estrictas de asepsia el medio de cultivo no se contaminará.

- d. Obtenidas las colonias de bacteria se procede a realizar la segunda fase de purificación, la cual consiste en pasar a tubos de ensayo, los que tendrán medio de cultivo, pocos de colonias bacteriana que fué aislada con anterioridad, en las cajas de petrie. Estas colonias también serán distribuidas en forma de zig-zag, dentro de los tubos observándose aproximadamente a los 8 días el crecimiento de colonias de bacteria ya purificada.

Seguido de todo esto se procederá a determinar la patogenicidad de la bacteria en plantas sanas de papa y otras solanaceas, por medio de los lineamientos postulados por Koch.

APENDICE No. 7. Experimento Factorial 2 x 7 en un arreglo de Parcelas Divididas, en un diseño completamente al azar con 3 repeticiones.

- Dos Factores; 1. Con Bromuro y sin Bromuro de Metilo
 2. Seis niveles, evaluando 6 productos quimicos comerciales.
 14 tratamientos.

CON BROMURO DE METILO

t2	t5	t1	t6	t7	t4	t3
40	40	20	60	20	40	20

R

SIN BROMURO DE METILO

t2	t7	t4	t1	t3	t5	t6
60	0	40	40	40	80	60

I

SIN BROMURO DE METILO

t6	t1	t2	t3	t5	t7	t4
60	20	20	20	40	20	0

II

CON BROMURO DE METILO

t5	t1	t4	t6	t2	t7	t3
60	20	20	40	20	0	0

CON BROMURO DE METILO

t2	t6	t3	t7	t4	t5	t1
40	40	20	20	0	60	20

III

SIN BROMURO DE METILO

t2	t1	t5	t3	t4	t7	t6
40	20	60	0	20	20	40

t1 = Agri-micín 100
 t2 = Agri-micín 500
 t3 = Azufre puro.

t4 = Caldo Bordeles.
 t5 = Cloramphenicol.
 t6 = PCNB.

t7 = Testigo.

APENDICE No. 8.

MATERIALES USADOS EN LA REALIZACION DEL PRESENTE TRABAJO.

- * Semilla de Papa Variedad: Loman.
- * Bolsas de Polietileno de 12 lbs.
- * Productos Químicos-Agrícolas: Agri-micín 100; Agri-micín 500; Azufre puro; Caldo Bordeles; Cloramphenicol; PCNB (penta cloro nitro benceno).
- * Cajas de petri.
- * Tubos de ensayo.
- * Azas de platino.
- * Mechero Bunsen.
- * Auto clase.
- * Cámara de Transferencia.
- * Incubadora.
- * Boletas de encuesta.
- * Invernadero.
- * Palas, azadones.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

I M P R I M A S E


ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.
D E C A N O



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Biblioteca Central