

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

EVALUACIÓN DE PROGRAMAS DE MANEJO DEL TIZÓN TARDÍO DE LA PAPA
(*Solanum tuberosum*), OCASIONADA POR *Phytophthora infestans* de Bary
EN PATZICÍA, CHIMALTENANGO.

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE
JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

POR

DORA MARÍA BACA MOLINA

En el acto de investidura como

INGENIERA AGRÓNOMA
EN
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADA

Guatemala, noviembre 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNIFICO

Dr. Carlos Estuardo Gálvez Barrios

JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

| | |
|------------|--|
| DECANO | Dr. Lauriano Figueroa Quiñones |
| VOCAL I | Dr. Ariel Aboderramán Ortiz López |
| VOCAL II | Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos García |
| VOCAL III | Ing. Agr. MSc. Oscar René Leiva Ruano |
| VOCAL IV | P. For. Sindi Benita Simón Mendoza |
| VOCAL V | Br. Camilo José Wolford Ramírez |
| SECRETARIO | Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo |

Guatemala, septiembre del 2013

Honorable Junta Directiva
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Honorables Miembros:

De conformidad con la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a nuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

EVALUACIÓN DE PROGRAMAS DE MANEJO DEL TIZÓN TARDÍO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum*), OCACIONADA POR *Phytophthora infestans* de Bary EN PATZICÍA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola en el grado académico de Licenciada.

En espera de su aprobación de la presente me es grato presentarle mi agradecimiento.

Atentamente,

Dora María Baca Molina

ACTO QUE DEDICO

A:

| | |
|------------------------|--|
| DIOS | Por darme fuerza para seguir adelante. |
| MI PADRE: en mi | Carlos Enrique Baca Maldonado, por su esfuerzo y ayuda superación. |
| MI HIJO: un buen | Erick Alberto Baca Molina, por ser un incentivo y por ser niño. |
| MI AMIGO: estará en | Carlos Arango. (Q.E:P.D.) por su amistad que siempre mi recuerdo. |
| MIS AMIGOS | Silvia García, Lourdes Velásquez, Néstor Ochoa, Maynor Rosales, Rolando Aragón con aprecio por los momentos que compartimos. |
| MIS COMPAÑERAS | Lucrecia Muñoz, Ligia Monterroso, por su compañía y amistad. |
| MIS PROFESORES | Dr. Ariel Ortiz, Ing. Carlos Echeverría y MSc. Olga Mena ya que gracias a sus esfuerzos en mi enseñanza, permitieron que lograra culminar mi objetivo como profesional. |
| MIS ASESORES | Dr. David Monterroso e Ing. Luis Fernando Orellana Leal por la ayuda científica que siempre me dieron en mi trabajo de tesis. |

TESIS QUE DEDICO

A:

DIOS

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

EMPRESA BAYER DE GUATEMALA

LA COMUNIDAD DE PATZICÍA, CHIMALTENANGO

EN ESPECIAL A Don Mario Chotoj y familia.

Evaluación de programas de manejo del tizón tardío de la papa (*Solanum tuberosum*), ocasionado por *Phytophthora infestans* de Bary. en Patzicia, Chimaltenango, Guatemala, C.A.

Evaluation of management programs of potato (*Solanum tuberosum*), caused by *Phytophthora infestans* de Bary in Patzicia, Chimaltenango, Guatemala, C.A.

Resumen

El ensayo se realizó en una finca de la cabecera municipal de Patzicía, departamento de Chimaltenango, Guatemala, durante el período del mes de abril al mes de agosto 2010. Con el fin de evaluar tres programas de fungicidas químicos: programa 1 Testigo Local carbendazin (Derosal), propamocarb (Previcur), iprovalicarb/propineb (Positron), propanocarb/fenomidone (Consento), programa 2 Mosqueteros ethilditiocarbamatos (Antracol, propamocarb (Previcur) y iprovalicarb/propineb (Positrón), Programa 3 la Nueva Mezcla (fluopicolide + propamocarb) (Infinito) alternado con propanocarb/fenomidone (Consento) y iprovalicarb/propineb (Positrón), para el control de *Phytophthora infestans* de Bary. en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*), en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones.

Las variables evaluadas fueron el porcentaje de incidencia de la enfermedad y el rendimiento. Los resultados indican que el mejor programa fue la nueva mezcla (fluopicolide + propamocarb) alternando con Positrón y Consento (50:50) cada ocho días en forma alterna.

Los factores que favorecieron la aparición del Oomicete fueron rastrojos y tubérculos abandonados en el terreno después de la anterior cosecha, por lo que se recomienda la eliminación de estos para reducir el inoculó. La lluvia fue otro factor importante en la aparición del Oomicete por la excesiva humedad. En lo que respecta a la calidad del tubérculo, el programa que produjo los tubérculos más uniformes, fue el de la Nueva Mezcla.

Un factor muy importante es usar las dosis recomendadas para evitar la resistencia a los fungicidas.

Es de hacer notar que la productividad promedio nacional de papa es de 25,000 kilogramos por hectárea, con la enfermedad, el rendimiento baja hasta un 40%, con el programa Nueva Mezcla se controla dicha pérdida.

Tabla de contenido

| | Título | Página |
|--------|--|---------------|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2 | DEFINICIÓN DEL PROBLEMA | 2 |
| 3 | JUSTIFICACIÓN | 3 |
| 4 | MARCO TEÓRICO | 4 |
| 4.1 | MARCO CONCEPTUAL | 4 |
| 4.1.1 | El cultivo de la papa | 4 |
| 4.1.2 | Preparación del suelo | 4 |
| 4.1.3 | Material de siembra | 4 |
| 4.1.4 | Siembra | 5 |
| 4.1.5 | Clasificación botánica de la papa variedad Loman | 6 |
| 4.1.6 | Tizón tardío de la papa (Jaramillo, 1980 y Agrios 1998). | 6 |
| 4.1.7 | Clasificación taxonómica de <i>Phytophthora infestas</i> de Bary | 7 |
| 4.1.8 | Síntomas de la enfermedad | 8 |
| 4.1.9 | Ciclo de la enfermedad (según Reynos y Cunfer, 1,987) | 9 |
| 4.1.10 | Distribución de la enfermedad | 14 |
| 4.1.11 | Cambios en la enfermedad | 14 |
| 4.1.12 | Condiciones que predisponen a la enfermedad | 15 |
| 4.1.13 | Causas que favorecen la aparición del tizón tardío de la papa | 15 |
| 4.1.14 | Control de la enfermedad | 15 |
| 4.1.15 | Resistencia a fungicidas | 16 |
| 4.1.16 | Estrategia de manejo anti resistencia . | 17 |
| 4..2 | MARCO REFERENCIAL | 18 |
| 4.2.1 | Ubicación geográfica | 18 |
| 4.2.2 | Condiciones edáficas | 18 |
| 4.2.3 | Capacidad productiva y uso de la tierra | 18 |

| Título | Página |
|---|---------------|
| 4.2.4 Cuencas | 19 |
| 4.2.5 Zona de vida y Características climáticas | 19 |
| 4.2.6 Breve perfil técnico del producto a evaluar | 20 |
| 5 HIPÓTESIS | 21 |
| 6 OBJETIVOS | 21 |
| 6.1 General | 21 |
| 6.2 Específicos | 21 |
| 7 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION | 22 |
| 7.1 Establecimiento de parcelas | 22 |
| 7.1.1 Área de la parcela | 22 |
| 7.1.2 Dosificaciones las aplicaciones | 22 |
| 7.1.3 La frecuencia de aplicaciones | 22 |
| 7.1.4 Condiciones para el establecimiento | 22 |
| 7.1.5 En el momento de la cosecha | 22 |
| 7.2 Información general para el reporte de actividades | 22 |
| 7.2.1 Fecha de siembra | 22 |
| 7.2.2 Nombre del agricultor | 22 |
| 7.2.3 Variedad | 22 |
| 7.2.4 Producto utilizado por el agricultor y dosis por aspersor | 22 |
| 7.3 Programas | 23 |
| 7.3.1 Programa 1 | 23 |
| 7.3.2 Programa 2 | 23 |
| 7.3.3 Programa 3 | 23 |
| 7.4 Forma de aplicación | 23 |
| 7.4.1 Toma de datos | 23 |
| 7.5 Parámetros de evaluación | 23 |
| 7.5.1 Porcentaje de incidencia | 23 |

| | Título | Página |
|-------|---|---------------|
| 7.5.2 | El rendimiento de la papa expresado en gramos | 24 |
| 7.6 | Manejo del cultivo | 24 |
| A | Preparación del terreno | 24 |
| B | Siembra | 24 |
| C | Limpia | 24 |
| D | Fertilización | 24 |
| E | Historial de los cultivos en el área de ensayo | 25 |
| F | Aplicación de productos | 25 |
| G | Ambiente | 25 |
| 7.7 | Diseño experimental | 25 |
| 7.8 | Unidad experimental | 26 |
| 8 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 28 |
| 8.1 | Efecto de los programas de manejo sobre la incidencia del tizón tardío de la papa | 28 |
| 8.2 | Análisis de varianza para la incidencia del tizón tardío de la papa | 28 |
| 8.3 | Prueba de medias de Duncan para la incidencia del tizón tardío de la papa | 31 |
| 8.4 | Análisis de varianza para el rendimiento de la papa variedad loman de primera calidad | 32 |
| 8.5 | Prueba de medias de Tukey para el rendimiento de la papa variedad Loman de primera calidad. | 33 |
| 8.6 | Análisis de varianza para rendimiento de papa variedad Loman de segunda calidad | 33 |
| 8.7 | Prueba de medias TUKEY para variables AB en rendimiento de papa de segunda variedad Loman | 34 |
| 9 | CONCLUSIONES | 35 |
| 10 | RECOMENDACIONES | 36 |
| 11 | BIBLIOGRAFIA | 37 |
| 12 | ANEXOS | 39 |

Tabla de contenido de figuras

| | Título | Página |
|----|---|--------|
| 1 | Estructuras del Oomiceto <i>Phytophthora infestans</i> de Bary saliendo de un estoma de la planta de papa | 11 |
| 2 | Ciclo de vida de la enfermedad Tizón Tardío de la papa causado por <i>Phytophthora infestans</i> de Bary | 14 |
| 3 | Ubicación de tratamientos evaluados en Patzicia departamento de Chimaltenango. | 26 |
| 4 | Diferencia en tasa de incremento de la enfermedad de los tres tratamientos evaluados | 30 |
| 5 | Comportamiento de la epidemia de tizón tardío en función del tiempo | 31 |
| 6 | Escala de severidad del tizón tardío de la papa | 39 |
| 7 | Diferentes daños causados por <i>Phytophthora infestans</i> | 40 |
| 8 | Daños en hojas de la papa causados por <i>Phytophthora infestans</i> | 40 |
| 9 | Programa Tres Mosqueteros | 51 |
| 10 | Programa Infinito | 52 |
| 11 | Programa elaborado por los productores, utilizado como testigo | 53 |

Tabla de contenido de mapas

| | Título | Página |
|----|---|---------------|
| 1 | Ubicación geográfica, sus poblados y vías de acceso del municipio de Patzicía, Chimaltenango, Guatemala | 41 |
| 2 | Ubicación geográfica del lugar del experimento en el municipio de Patzicía, Chimaltenango, Guatemala, a escala 1:75,000 | 42 |
| 3 | Geología del municipio de Patzicía, Chimaltenango, Guatemala | 43 |
| 4 | Series de suelos (Simmons, Tárano y Pinto) del municipio de Patzicía, Chimaltenango, Guatemala | 44 |
| 5 | Capacidad productiva de la tierra (USDA) del municipio de Patzicía, Chimaltenango, Guatemala. | 45 |
| 6 | Capacidad productiva de la tierra (USDA) del municipio de Patzicía, Chimaltenango, Guatemala | 46 |
| 7 | Cuencas y ríos del municipio de Patzicía, Chimaltenango, Guatemala | 47 |
| 8 | Zonas de vida (Holdridge) del municipio de Patzicía, Chimaltenango, Guatemala | 48 |
| 9 | Precipitación promedio anual (mm) del municipio de Patzicía, Chimaltenango, Guatemala. | 49 |
| 10 | Temperaturas máximas y mínimas (centígrados) del municipio de Patzicía, Chimaltenango, Guatemala | 50 |

Tabla de contenido de tablas

| | Título | Página |
|---|--|---------------|
| 1 | Estación: Santa Cruz Balanyá, datos mensuales y anuales para el año 2010 | 55 |

EVALUACION DE PROGRAMAS DE MANEJO DEL TIZON TARDIO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum*), OCASIONADO POR *Phytophthora infestans* de Bary EN PATZICIA. CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

EVALUATION OF MANAGEMENT PROGRAMS OF POTATO LATE BLIGHT (*Solanum tuberosum*), CAUSED BY *Phytophthora infestans* de Bary IN PATZICIA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

Resumen

El ensayo se realizó en la cabecera municipal de Patzicía, departamento de Chimaltenango, Guatemala, durante el período de abril a agosto de 2010. Con el fin de evaluar tres programas de fungicidas químicos: programa 1: testigo local (carbendazín, (Derosal), propamocarb (Previcur), iprovalicarb/propineb (Positrón)), propamocarb/fenomidone (Consento)); programa 2: mosqueteros (etnilditiocarbamatos (Antracol), propamocarb (Previcur), iprovalicarb/propineb (Positrón)) y programa 3: nueva mezcla (fluopicolide/ propamocarb (Infinito), alternando con propamocarb/fenomidone (Consento) y iprovalicarb/propineb (Positrón)) para el control de *Phytophthora infestans* de Bary. en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*), en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones.

Las variables evaluadas fueron el porcentaje de incidencia de la enfermedad y el rendimiento. Los resultados indican que el mejor programa fue La nueva mezcla (Fluopicolide 71.5% + Propamocarb 45%) alternando con Positrón + Consento (50:50) cada ocho días en forma alterna.

Los factores que favorecieron la aparición del Oomicete fueron rastrojos y tubérculos abandonados en el terreno después de la cosecha anterior, por lo que se recomienda eliminar resto de tubérculos y rastrojos en las parcelas después de la cosecha para reducir el inóculo. La lluvia fue otro factor importante en la aparición del Oomicete por la excesiva humedad.

En lo que respecta a la calidad del tubérculo el tratamiento que produjo los tubérculos mas uniformes fue el de la nueva mezcla (programa 3). Un factor importante es usar las dosis recomendadas para evitar la resistencia de a los fungicidas.

La productividad promedio nacional de papa es de 25,000 kilogramos por hectárea, con la enfermedad el rendimiento baja hasta un 40%, con el tratamiento del programa 3 (nueva mezcla) se controla dicha pérdida.

I INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa en el municipio de Patzicia, Chimaltenango es afectado por varias enfermedades, que causan grandes pérdidas económicas en la agricultura, siendo una de las de mayor importancia el tizón tardío, llamado por los agricultores “argeño”. Esta enfermedad es causada por el Oomicete *Phytophthora infestans* de Bary.

Es de hacer notar que el Oomicete ocasiona disminución en el rendimiento de la papa de hasta un 40 %.

Se han probado muchos fungicidas para el control del tizón tardío, sin embargo aun continúan provocando serios problemas en la producción de papa, por lo cual, en esta investigación se utilizaron tres programas de protección.

El primer programa testigo adoptado por el agricultor de una casa comercial, ha sido usado desde hace cinco años y está compuesto por la mezcla de Carbendazin (Derosal) más Propamocarb (previcur), se alterna con Iprovalicarb/Propineb (Positron) y Propamocarb/Fenomidone (Consento).

El segundo programa, llamado comercialmente los mosqueteros, está compuesto por Etilditiocarbomato (Antracol) alternado con Propamocarb (Previcur) más Iprovalicarb/Propineb (positrón).

El tercer programa, llamado comercialmente Infinito 2,010 nueva mezcla, en donde se utiliza dos ingrediente activos Fluopicolide 6.25% y Propamocarb 62.5%, este se alterna con el fungicida Propamocarb/Fenamidone, llamado comercialmente Consento) más Iprovalicar /Propineb, (Positron). Este tercer programa se evalo con el propósito de tener mejores resultados económicos en la producción de papa, con un mejor control del tizón tardío de la papa.

En el análisis de los tres programas se pudo determinar que el mejor control del Oomicete se obtuvo con el programa nueva mezcla.

2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El tizón tardío sigue siendo un serio problema para la producción de la papa en el valle de Patzicia. Los productores dicen que este patógeno se hizo resistente a los fungicidas utilizados y que siguen utilizando por no tener otros productos alternativos, se quejan que han aumentado las dosis de los productos, pero estos han perdido su efectividad. Para ellos la situación se agrava y ven con preocupación la merma de sus ingresos producto de la disminución en la producción de papa de hasta un 40% equivalente a 170.4 quintales/hectárea.

Los factores que también favorecen el apareamiento de esta enfermedad son los rastrojos y tubérculos abandonados en los terrenos en el momento de la cosecha siendo esto una fuente de inóculo muy importante.

3 JUSTIFICACION

La enfermedad conocida como tizón tardío de la papa es causada por el Oomicete *Phytophthora infestans* de Bary. Este patógeno, presenta alta dificultad para ser controlado en las diferentes regiones de producción de papa, especialmente en los sitios como el valle de Patzicia donde se estableció el presente experimento. El control de esta enfermedad ha sido principalmente químico y en segundo término, el uso de cultivares resistentes; sin embargo, este último encuentra la resistencia en el gusto de la población en cuanto a preferir el cultivar loman que es altamente susceptible al tizón tardío, lo cual deja como elemento de control principal, el químico.

Se ha encontrado que el Oomicete *Phytophthora infestans* de Bary es capaz de seleccionarse para resistir los fungicidas que se han aplicado y se siguen usando en la actualidad. Es por ello que las empresas productoras y formuladoras de agroquímicos han visto oportunidad de mercado en la elaboración y comercialización de nuevos fungicidas en el intento de romper esta resistencia y por lo tanto, elaborar un mejor producto para un buen control con este programa.

Vale la pena mencionar también, que la producción de alimentos no es suficiente, debido a la mala distribución de estos. Por esta razón, la población mundial exige, no solo una aplicación más inteligente de las nuevas tecnologías para la producción de las cosechas, también la investigación de nuevos productos para la protección de los cultivos.

Según el INCAP, el consumo por habitante al año, oscila alrededor de 2,934.79 gramos cuando el óptimo debería de ser de 20,548.80 gramos. Esta diferencia se debe al bajo poder adquisitivo de la mayoría de la gente del área rural. En Guatemala fundamentalmente se utilizan tres variedades de papa que son Loman, Atzimba y Tollocan (Castañeda 2,000).

Sobre esta base se justifica evaluar, a favor de los productores de papa del valle de Patzicia, Chimaltenango, el nuevo producto Fluopicolide 6.25%, Propamocarb 62.5% (llamado comercialmente infinito), el cual afirma la casa comercializadora, tiene características preventivas y curativas, con el fin de brindarle al agricultor una opción más eficiente en el control del tizón tardío.

4 MARCO TEÓRICO.

4.1 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

4.1.1 El cultivo de la papa.

La planta pertenece a la familia Solanáceae, de mucha importancia por su rendimiento y rentabilidad, además, se trata de un tubérculo nutritivo, suele estar al alcance tanto para el productor, como para el consumidor de bajos recursos. En Guatemala se cultivan más de 9,800 hectáreas, localizadas principalmente en los departamentos del altiplano y de las Verapaces.

Es también un producto de exportación, su principal mercado ha sido: El Salvador siguiendo en importancia Nicaragua, Costa Rica y Honduras.

La papa está adaptada a climas fríos y templados crece a temperatura entre 12-24 grados °C. Los suelos ideales son los francos arenosos, fértiles, suelos, profundos, drenados, ricos en materia orgánica y con un pH que oscile entre 4.5 y 7.5 (Jaramillo, 1,980)

4.1.2 Preparación del suelo.

La preparación del suelo es muy importante en el cultivo de la papa y debe iniciarse con 25 días de anticipación arando a una profundidad de 30 cm. El suelo tiene que estar suelto alrededor de los tubérculos y con buen drenaje para evitar problemas con enfermedades y con el mismo desarrollo de los tubérculos. La distancia entre surcos es de 80-90 cm. y de 25 cm. a 30 cm. entre plantas. El ancho del surco debe ser de 25 cm. de altura y 15 cm. de ancho. Es importante también comenzar con la eliminación de plantas voluntarias y no deseadas (Jaramillo, 1,980)

4.1.3 Material de siembra

El tubérculo (semilla para el agricultor) en buen estado y sin enfermedades evidentes, es de suma importancia, para lograr los mejores rendimientos. El rendimiento de la papa variedad

Loman es de 15 – 20 toneladas/ hectárea Muchas enfermedades de la papa son acarreadas en los tubérculos. Entonces, es importante comenzar con el material de propagación de buena calidad. Los tubérculos se pueden comprar en el mercado; pero, no se sabe si están infectados con patógenos. Es mejor comprar el material de propagación con productores de semilla certificada, con los cuales se pueda asegurar la calidad de la misma. Los tubérculos para la siembra deben estar firmes y deben tener de 3 a 6 brotes con inicio de crecimiento (Jaramillo, 1,980).

4.1.4 Siembra

La distancia entre surcos es de 80 cm. y entre tubérculos de 25 a 30 cm. Se requiere de 2,500 a 2,900 kg/ha de tubérculos para la siembra. Con un peso de 40 a 85 gr. Para tener una población de 33,000 a 44,000 plantas/ha. Con lo cual se espera un rendimiento aproximado de 426 a 710 quintales/hectárea.

La siembra puede ser a mano por surcos enterrando la semilla a una profundidad de 20 a 25 cm. Es bueno incorporar el fertilizante pre-siembra a una profundidad de 20 a 25 cm. Y cubrirlos con poca tierra. Después de sembrar los tubérculos deben cubrirse para un desarrollo rápido y regular de la planta, es esencial que la semilla sembrada encuentre un ambiente favorable con tierra húmeda. Un riego pre-siembra puede ser muy importante (Jaramillo, 1,980).

La principal variedad que utilizan para la siembra en esta región es la loman, por tal razón, se describen sus características (2): Se adapta a altitudes de 1,798.78 a 2,439.02 msnm. Ciclos vegetativos de 90 a 100 días, altura de 60-70 cm; sus tallos erectos al principio y rastreros en la madurez, su follaje verde oscuro por lo regular. Tubérculos alargados y ligeramente aplanados; de color externo amarillo crema e interno crema. Rendimiento entre 11,664 y 24,948 kilogramos / ha. Es susceptible a tizón tardío

4.1.5 Clasificación botánica de la papa variedad Loman

| | |
|-----------------|---|
| Reino | <i>Plantea</i> |
| División | <i>Magnoliophyta</i> |
| Clase | <i>Magnoliopsida</i> |
| Subclase | <i>Asteridae</i> |
| Orden | <i>Solanales</i> |
| Familia | <i>Solanaceae</i> |
| Genero | <i>Solanum</i> |
| Especie | <i>S. tuberosum</i> |
| Variedad | Loman |
| | Spooner y Hetterscheid, 2006 |

4.1.6 Tizón tardío de la papa (Jaramillo, 1,980 y Agrios 1,998).

Se supone que la enfermedad es originaria de México, por sus condiciones especiales de clima y especies hospederas avalan tal suposición que podría extenderse por los mismos motivos a ciertas zonas de Centro América y acaso a algunas de América del sur, *Phytophthora* está presente en forma perenne en el valle de Toluca (México). Siendo probable que haya existido allí por cientos de años (Niederhausey Mills, 1,953). Según Heald (1,933), Walker (1,957) y muchos otros, fue introducida en Europa y simultáneamente en E.U.A entre 1,830 y 1,840. En 1,842 produjo serios daños en los cultivos de Irlanda e Inglaterra y E.U.A. Como hecho sin precedente para esta enfermedad se cita que Irlanda sufrió hambre, su población se diezmo influyendo en la pérdida de vidas por desnutrición.

Santa María y Mitidieri (1,959), cuentan que las pérdidas ocasionadas por el tizón tardío, en el transcurso de la Primera Guerra Mundial, alcanzo a mil millones de marcos oro, destruyo en 1,917 la tercera parte de los cultivos de Alemania. Si bien esto ocurrió cuando aun no era práctica común controlar las enfermedades, Rojas Peña (195), cita que aun efectuando aplicaciones antricriptogamicas en Estados unidos, en el año 1,928 se perdieron aproximadamente 1.1 millones de toneladas de papa.

Esta enfermedad, puede destruir el follaje y los tallos de la papa en cualquier momento durante la etapa de crecimiento de las plantas. Puede también atacar a los tubérculos de papa en el campo los cuales se pudren en los terrenos de cultivos o cuando se les almacena, transporta o manda al mercado

El tizón tardío puede destruir totalmente todas las plantas de una zona de cultivo al cabo de una o dos semanas cuando las condiciones climáticas son favorables y cuando no se aplica ningún método de control. No obstante las pérdidas varían de una área a otra y de año en año, dependiendo de la temperatura y humedad predominante en ciertos periodos de la estación del crecimiento de las plantas y de los métodos de control empleados, aun cuando las pérdidas en el campo sean insignificantes, las papa pueden ser afectadas durante una cosecha y puede pudrirse cuando son almacenadas (Jaramillo, 1980 y Agrios 1998)

4.1.7 Clasificación taxonómica de *Phytophthora infestas* de Bary

Reino: *Straminipila*

Phyllum: *Oomycota*

Clase: *Oomycete*

Subclase: *Poronosporomycetidae*

Orden: *Phythiales*

Familia: *Phythiaceae*

Género: *Phytophthora*

Especie: *infestans* (Agrios, 1998; Raven, P. H., Evert, R. F. y Eichhorn, Susan E. 1999)

4.1.8 Síntomas de la enfermedad:

Según Jaramillo y Aragemes citados por Agrios (1998), en las hojas de la papa empiezan a formarse manchas pardas acuosas, circulares, irregulares y por lo común aparecen en las puntas o borde de las hojas inferiores también se forman un fino algodoncillo grisáceo en sus bordes, estos filamentos producen las esporas del Oomicete. A medida que avanza la infección, la mancha se ennegrece, sobre todo en el centro; varias manchas se unen para formar otras mayores, cubriendo gran parte de las hojas. Estas hojas empiezan a morir, sobre todo las inferiores.

Cuando los tallos, son infectados, se debilitan y mueren, la infección es más activa cuando se presenta en las mañanas, periodos frescos, lluvioso y húmedos, seguidos de periodos ligeramente más cálidos.

La lluvia y el viento diseminan las esporas y consecuentemente; la enfermedad puede atacar en condiciones favorables, toda una plantación en pocos días.

Las esporas, pueden penetrar, los tubérculos cercanos a la superficie del suelo y ocasionarles manchas de color café y hundido. Al principio son pequeñas, pero pronto aumentan de tamaño y se endurecen, al separar la cascara se presenta el tejido compacto seco y de color café. Si no hay infección secundaria, la enfermedad ocasiona la pudrición seca de los tubérculos.

El hongo sobrevive en los tubérculos y desechos en el campo, ocasionando las primeras infecciones. La inoculación se produce en el tubérculo e invade la planta hacia arriba, apareciendo primero en la base de los tallos.

De allí, pasa a las hojas inferiores y posteriormente, a las más altas, para después diseminarse en las plantas vecinas. El Oomicete también sobrevive en plantas de papa silvestre (agrio, 1,998)

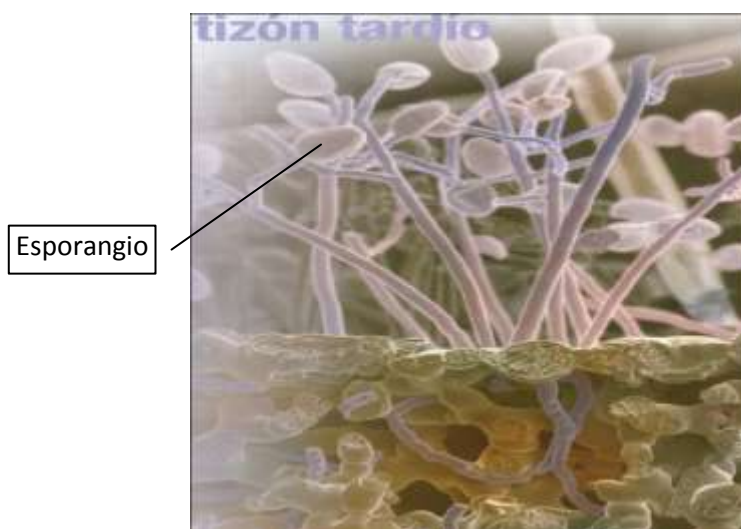
4.1.9 Ciclo de la enfermedad (según Reynolds y Cunfer, 1,987)

En la primera, etapa de la enfermedad el micelio invade los brotes procedentes de los tubérculos sembrados, emergiendo con ellos por encima del nivel del suelo y esporulan para dar lugar a la formación del inóculo primario, se considera el principal medio de liberación del Oomyceto. Los tubérculos que quedan abandonados en el terreno pueden ser una de las fuentes de infección, junto con los que se desechan después de la cosecha y de los que se han conservado en almacén.

Los conidios, una vez formados, se desprenden con facilidad y son transportados por el aire. Las condiciones que favorecen la producción de esporas, su diseminación y la infección, son la que determinan la extensión e importancia de los brotes epidémicos.

Los conidios se forman a partir de un mínimo de humedad relativa, del 91% con un óptimo de humedad relativa al 100% y un intervalo de temperatura de 3C a 26 C, las zoosporas, necesitan de cinco a siete horas para alcanzar un máximo de formación, en condiciones favorables de temperatura. La temperatura óptima para la formación de zoosporas es de 12C a 15 C. después de la germinación, los tubos germinativos de las zoosporas necesitan una temperatura de 21 a 24 C. Por lo tanto, las noches frías y húmedas favorecen la rápida acumulación de inóculo y son óptimas para la formación y germinación. Los periodos prolongados de tiempo frío pueden ser desfavorables para el desarrollo de la enfermedad.

Según De Sarasola Roca (1,975), De Bary afirmó que los conidios arrastrados por el agua en el terreno, llegaban hasta los tubérculos y penetran en ellos, consideró que el desarrollo en sentido descendente a través del tallo carencia de importancia. Otros investigadores, demostraron que porcentaje de tubérculos podridos se encuentran en posición inversa a la profundidad de la capa del suelo que los recubre. Asimismo, se ha demostrado con frecuencia, que la extensión de la infección se ve favorecida en alto grado si se realiza la recolección cuando todavía no está totalmente muerto el follaje, que constituye la principal fuente de inóculo, a partir de las lesiones en fase de fructificación. De hecho, el peligro de infección de los tubérculos durante la recolección es mucho mayor, cuando el follaje se mantiene es estado de verdor mediante tratamientos preventivos, no impiden la existencia de lesiones en fase de fructificación. En aquellos casos no suficientemente tratados, las matas han muerto rápidamente ocho o diez días antes de la recolección (De Sarasola roca, 1,975).



Fuente: Schepers (7)

Figura 1 Estructuras del Oomiceto *Phytophthora infestans* de Bary emergiendo de un estoma de la planta de papa.

Agrios (1,998), indica que el descubrimiento de la reproducción sexual fue publicado por Clinton en 1,910, quien encontró las oosporas de este organismo, en cultivos de papa. Posteriormente se halló sobre tubérculos infectados naturalmente, sin embargo no hay aun información completa sobre la importancia que tal reproducción tiene en la superficie del hongo, pero es aceptado que no tiene significación. La reproducción sexual se realiza por intermedio del oogonio y el anteridio.

El Oomiceto requiere de un par de tipos de apareamientos para reproducirse sexualmente, y debido a que uno solo de ellos ocurre en la mayoría de los países, la fase sexual del Oomicete rara vez se observa. Sin embargo, en México ambos tipos de apareamientos ocurren, y las oosporas del hongo son muy comunes.

Cuando los dos tipos de apareamiento crecen uno cerca del otro se desarrolla la, hifa femenina que crece en dirección del anteridio joven y forma un oogonio, el cual se desarrolla en una oospora. Las oósporas germinan por medio de un tubo germinal, el cual produce un esporangio, aunque algunas veces forman directamente un micelio (Agrios, 1,998)

En relación a la forma en que este Oomicete sobrevive de un año a otro, se mencionan al menos seis teorías:

- A. El micelio persiste en el suelo.
- B. El micelio permanece en el tubérculo enfermo.
- C. Produce clamidosporas (esporas de resistencia) y estas originan las nuevas infecciones.
- D. El micelio permanece latente en la planta de papa.
- E. El Oomicete fructifica en los tubérculos en el suelo y las esporas alcanzan la superficie causando infecciones en el follaje.
- F. Cuerpos semejantes a esclerocios originan infecciones.

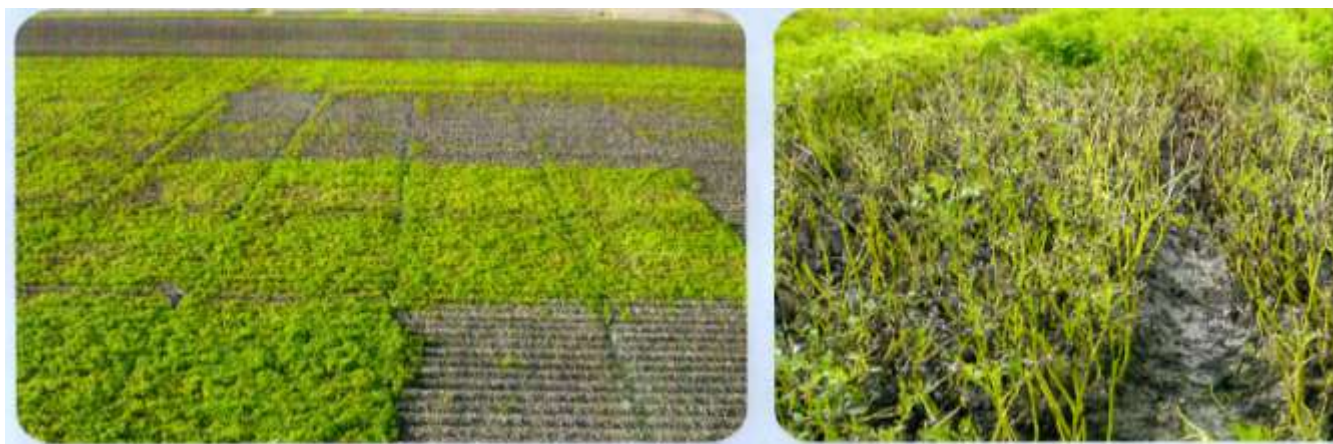
A lo anterior habría que agregar la forma sexual invernante (Oospora) y también la posibilidad de un huésped invernal, Hirst y Stedman (1,960), citados por Agrios 1,968, refieren en Nueva Zelanda que *P. Infestans* de Bary puede sobrevivir durante el invierno en la especie vegetal *Lolium* spp (Agrios, 1998).

De todas las teorías enumeradas, las que se aceptan como correctas es que *P. infestans* de Bary. Puede pasar de un año para otro en tubérculos y ocasionalmente logra invadir los tallos en crecimiento y provocar infecciones en la parte aérea. Agrios 1,968 citados por Hirst y Stedman (1,960) hallaron que más de 3,260 tubérculos con tizón tardío plantados durante 5 años sucesivos, en 1 de 21 produjeron tallos enfermos debajo del suelo (0.79% de tubérculos infectados artificialmente y 0.52% infectados naturalmente). En un año no hallaron infección y en los demás la infección comenzó en la parcela de experimentación sin comprobar el origen. Los mismos autores señalan que bajo ciertas condiciones de humedad del suelo, el tizón tardío provenientes del tubérculo inoculados artificialmente y usados como semilla, parece capaz de atravesar el suelo e infectar hojas cercanas a él (Agrios, 1,998)

Si bien la forma de iniciarse la enfermedad ha dado motivo a controversias Hirst y Stedman citados por Agrios 1,968 trabajos de muchos investigadores (De Bary, 187; Jensen, 1,887; Sutie, 1,952; Naoumova, 1,939) citados por Agrios 1,968 que sugiere que no hay continuidad en la invasión de los tallos por el hongo, y que los tallos con lesiones sobre el suelo son infectados debajo del mismo, indirectamente por esporas producidas en los tubérculos o en los tallos infectados que mueren antes de emerger. Las esporas pueden llegar a los nuevos tallos en el momento de los trabajos culturales, o por insectos. En la estación experimental de Balcarce se realizaron durante varios años ensayos bajo condiciones controladas de invernadero, para

conocer la forma de transmisión de la enfermedad partiendo de tubérculos inoculados artificialmente y observo que sobre la superficie del suelo aparecieron las fructificaciones del hongo, las que se mantuvieron bajo condiciones de alta humedad bajo campanas de vidrio con 100% de humedad y que fueron muertos antes de emerger pero la hifas continuaron su desarrollo a través del suelo y cuando alcanzaron la superficie produjeron los esporangios. Fue evidente que condiciones muy especiales produjeron este hecho que no pudo repetirse, pero de cualquier manera confirmar los resultados de otros investigadores mencionados anteriormente (Agrios, 1,998).

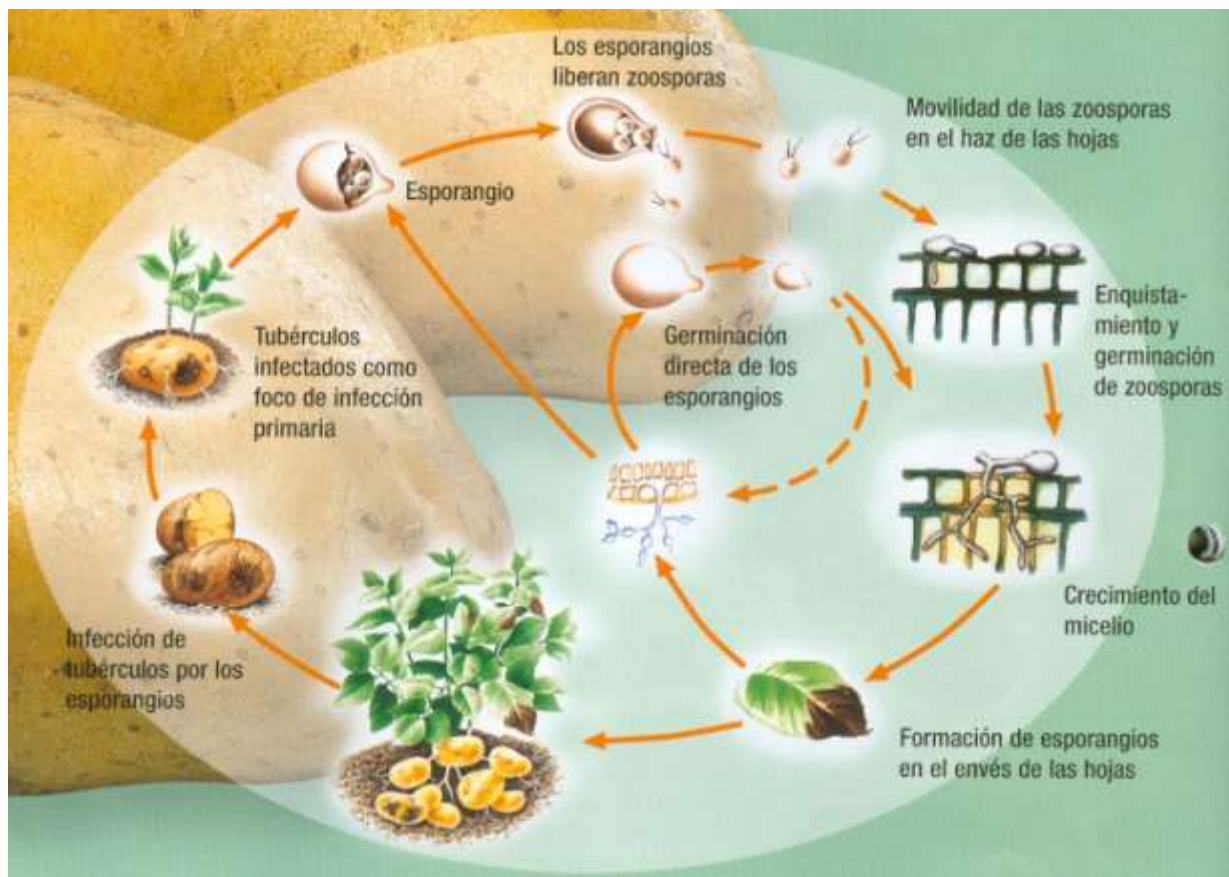
La primera infestación del tallo, marca el real comienzo de un ataque de tizón. Las manchas que se producen en hojas de infecciones y re infecciones dan lugar a la producción de enormes cantidades de conidias (zoosporangios). Estos son transportados por el viento a distancia considerable y llevados dentro de las mismas plantas y sus vecinas además del viento por gotas de agua de lluvia y riegos, etc., a nuevas hojas. La infección de los tubérculos se realiza por la liberación de zooporas de los esporangios, que al ser transportados por gotas de agua hasta el suelo, se infiltran hasta llegar a la superficie de la papa produciendo la infección. Las mismas en estas condiciones son potencialmente quienes producen infecciones en la parte aérea en el próximo año. Además de la infección de los tubérculos de la manera descrita, se menciona la posibilidad de infección desde los enfermos a los tubérculos de la manera descrita, se menciona la posibilidad de infección desde los enfermos a los sanos, ya sea en el suelo o en los lugares de almacenamiento, siempre en condiciones de humedad favorables. Esta infección secundaria de los tubérculos es el proceso o posterior en el ciclo biológico de *P. Infestans* de Bary citados por (Sociedad Brasileña de Fitopatología, 1,997).



Fuente: Bayer 2010

Figura 1a: Sintomatología de *Phytophthora infestans* en plantaciones de papa

Si parte del proceso enunciado anteriormente es interrumpido por condiciones desfavorables, el hongo puede morir y el círculo se rompe. Wallin y Hoyman (1,958) en un estudio sobre la supervivencia del parásito inoculado a hojas de papa, por efecto de la temperatura del aire encuentran que hasta 40,5 grados centígrados y poca tolerancia, pero que no sobrevive a 42.2 grados centígrados. La iniciación de los ataques puede originarse en plantas provenientes de tubérculos enfermos que han sido plantados o que han permanecido bajo tierra sin ser cosechados. También de descartes de tubérculos cerca de las pilas de almacenamiento o provenientes de plantas enfermas de otras regiones no muy lejanas (Sociedad Brasileña de Fitopatología, 1,997).



Fuente: Schepers citado por Bayer de Guatemala (7).

Figura 2 Ciclo de vida de *Phytophthora infestans* de Bary en la papa

La aparición de la enfermedad se halla influenciada por las condiciones climáticas. La aparición de tallos y hojas enfermas son el comienzo de la infección. Se ha demostrado que plantas de papa pueden ser infectadas a cualquier edad, cuando las condiciones en que se desarrollan sean favorables para el hongo. La poca

frecuencia de ataques en plantas jóvenes conduce a pensar que la susceptibilidad aumenta con la edad de la misma, en el sur este de la provincia de Buenos Aires durante la época de 1,963-64 se observó plantas con muy poco desarrollo que tenían manchas en las hojas, pero igual las que tenían un buen desarrollo también tenían manchas de tizón en hojas (Sociedad Brasileña de Fitopatología, 1,977).

La posibilidad que la susceptibilidad varié se debe al cambio de la fisiología del huésped, han sido una clara decisión sobre el papel que juega el escenario fisiológico de la planta.

4.1.10 Distribución de la enfermedad

Actualmente es mundial. La sociedad Brasileña de Fitopatología (1,997) indica que según Cox y Large, en 1,960, había suficiente información sobre el parasito y sus perjuicios en los siguientes países en Europa: Gran Bretaña, Irlanda, Países Bajos, Alemania Occidental, Francia, Polonia, Austria, Rusia y algunos más con una incidencia de la enfermedad; África: Unión Sudafricana, Kenia y países de la costa oeste y este; en Asia: India; en Oceanía: Australia y Nueva Zelanda y en América: Canadá, Estado Unidos, México, Perú y Chile; por la información que se tiene actualmente habría que agregar a Colombia (Guzmán Naranjo, 1965; Thurston, 1965); Ecuador (Galarraga y Sánchez, 1,958); Brasil (Liberal, 1,960; Gimarae, 1,960) y Argentina (Godoy, 1,943; Calderoni, 1,960 y 1,965). En todos los países mencionados, la enfermedad puede abarcar determinadas regiones según condiciones climáticas (Sociedad Brasileña de Fitopatología, 1,977).

4.1.11 Cambios en la enfermedad

A principios de la década de 1,970 en Europa solo se presentaba el tipo de compatibilidad A1 de *Phytophthora infestans* de Bary. En esa época el patógeno se reproduce solo asexualmente (Vegetativamente) y su ciclo vital era, bastante estable y predecible por lo que controlar la enfermedad era relativamente fácil. A mediados de esa década crece la agresividad de *Phytophthora infestans* de Bary al parecer el segundo tipo de compatibilidad (A2) introducido en Europa desde México, que posibilitó la reproducción sexual del Oomicete (A1 X A2). Al principio, el área del tipo A2 se limitaba a países Bajos y Escandinavia, ahora sin embargo, en el 2,008, ambos tipos son endémicos en toda Europa (Bayer de Guatemala, 2,008).

4.1.12 Condiciones que predisponen a la enfermedad

La aparición de la enfermedad está asociado a tiempo y húmedo con excesivas lluvias. Observaciones realizadas por Wallin (1,956) y Wallin y Hutman (1 958); thruston y colaboradores (1,958) Beaumonton (1,947) y muchos más han tratado de hallar una correlación estrecha entre las condiciones climáticas y la aparición de la enfermedad. Los métodos a veces empíricos o basados en observaciones de muchos años resaltan inseguridad en la práctica. La complejidad de los factores económicos hace que los trabajos realizados bajo condiciones controladas de laboratorio no se ajusten exactamente a las que se producen en el cultivo (Sociedad Brasileña de Fitopatología, 1,997).

También Beaumont, en Europa, toma en consideración la humedad relativa y la temperatura como factor fundamental del ataque y futuras enfermedades. Por su parte, Cook (1,947), en Virginia, toma en consideración los valores de las lluvias acumuladas y las temperaturas medias directas. Los datos que han tenido en cuenta los anteriormente mencionados como favorables para el establecimiento y desarrollo de una enfermedad (Sociedad Brasileña de Fitopatología, 1,997).

4.1.13 Causas que favorecen la aparición del tizón tardío de la papa.

Esta enfermedad se presenta con mayor facilidad cuando hay condiciones climáticas propicias para el desarrollo del Oomycete como lluvias frecuentes, alta humedad relativa (90% - 100%) o roció abundante. La temperatura juega también un papel decisivo, pues la esporas (esporangios) tienen forma globosa similar al limón, solo se desarrolla entre 9 y 25 grados centígrados. un ataque fuerte de Tizón Tardío (argeño) puede matar a una planta de papa en cuestión de días pues el proceso de producción es muy rápido cuando existen los factores ambientales favorables para el desarrollo y difusión del Oomycete en el cultivo (Campos, 1,989)

4.1.14 Control de la enfermedad.

Es indispensable el establecimiento de un buen programa para combatir el Tizón, en el cual se toman como base tres aspectos principales:

- Fecha de la siembra
- Condiciones climáticas
- Aplicación de fungicidas,(modo de acción, concentración y frecuencia de aplicación apropiados).

Se obtiene un buen control cuando los tratamientos, son óptimos. Se recomienda las aplicaciones cada cinco a siete días, sobre todo en época de lluvia (NAS U.S.A. 1,987).

Las aspersiones químicas con fungicidas, si se aplican adecuadamente, casi siempre mantienen bajo control al Oomicete. Dichas aspersiones deben llevarse a cabo cuando las plantas de papa tengan un altura de 15 a 30 cm. o por los menos 10 días antes de la fecha en que aparezca la enfermedad en la zona de cultivo. Las aspersiones deben llevarse a cabo una vez cada 4 ó 5 días cuando al tiempo es húmedo o lluvioso y cuando las noches sean moderadamente frías.

Una vez que se ha establecido el Tizón tardío, es difícil controlar, a menos de que el tiempo vuelva a ser cálido (35 grados centígrados o más) y seco. Los compuestos químicos que se utilizan para el control del tizón tardío son varios: como el (mancozeb) captafol, Clorotalonil, polyram y el hidroxilo de fentina, así como varios compuestos de cobre que detienen considerablemente la infección de los tubérculos de papa. Sin embargo, aun cuando las hojas y los tallos parcialmente marchitos de las plantas sobrevivan a la temporada de cosecha, es necesario desechar los órganos aéreos de las plantas de papa o bien destruirlos mediante aspersiones con compuestos químicos o mediante métodos mecánicos. Los herbicidas que se utilizan para este fin incluyen al sulfato de cobre, arsenito de sodio y potasio, ácido sulfúrico y ciertos compuestos di nitro (Agris, 1998)

4.1.15 Resistencias a fungicidas.

La resistencia a fungicidas significa una menor sensibilidad que la normal a dichos productos en una población del patógeno. Esta resistencia es el resultado de mutaciones estables y heredables. La resistencia al ingrediente activo metalaxyl es uno de los ejemplos más claros y que ha sido reportada dentro de la población de *P. infestans* a escala mundial constituyéndose un factor limitantes en el uso de este

fungicida. La disminución temporal de la sensibilidad a un determinado fungicida vendría a ser una adaptación del patógeno sin embargo, por no ser heredable puede ser revertida por cambios en las estrategias de control químico (Bayer Guatemala, 2,008).

Se ha reportado dos tipos de resistencias en los fungicidas; riesgos inherente al fungicida y riesgos inherente al patógeno. Las características químicas del ingrediente activo y su modo de acción frente al patógeno son los elementos determinantes del riesgo inherente al fungicida. Existen por lo tanto, de alto, medio y bajo riesgo de generar resistencia. La duración del ciclo de vida del patógeno y su potencial de mutación están asociadas al riesgo inherente del patógeno. La presión de selección de aislamientos resistentes al patógeno a un determinado fungicida a extensas aéreas del cultivo están relacionadas al riesgo inherente al patógeno (Bayer Guatemala, 2,008).

4.1.16 Estrategia de manejo anti resistencia.

Limitar el número de aplicaciones de un fungicida de alto riesgo. Mezcla un fungicida de alto riesgo con uno de bajo riesgo, para asegurarse que las esporas no sobrevivan. Alternar las aplicaciones de fungicidas de alto riesgo con uno de bajo riesgo incluyendo el uso de fungicidas con diferente modo para impedir el desarrollo de la enfermedad (Bayer Guatemala, 2,008).

La estrategia más segura para evitar la resistencia al usar fungicidas para el control de determinada enfermedad fúngica, es seleccionar el producto de menor riesgo. Si se va a utilizar un fungicida de alto riesgo, este deberá ser utilizado el mínimo número de veces.

El de alto riesgo, se podrá alternar con otro fungicida de bajo riesgo o utilizarlo siempre en mezcla con fungicidas de bajo riesgo. Debe recordarse que cuando se realiza rotaciones o mezclas estas deben ser con principios activos de diferente modo de acción. Se deben reducir al mínimo el número de aplicaciones por temporada de fungicidas (Bayer de Guatemala, 2,008).

4.2 MARCO REFERENCIAL

4.2.1 Ubicación geográfica

El ensayo experimental se instaló en municipios de Patzicia, departamento de Chimaltenango, ubicado a 14°37'54" de longitud Norte y 90°55'54" de longitud Oeste; colinda al norte con Santa Cruz Balanya, al este con Zaragoza, al sur con Acatenango y San Andres tzapa y al Oeste con Patzun. Sobre la ruta nacional a la carretera Interamericana en el Km. 71 a una distancia de 14 Km. de la cabecera departamental de Chimaltenango y 68 Km. a la ciudad capital, se encuentra a una altura de 2,130.94 msnm.

La realización de esta investigación contó con la participación de Don Mario Chotoj, quien aportó el espacio físico, el material de siembra y la mano de obra.

4.2.2 Condiciones edáficas.

Según la clasificación de Simmons, Tarano y Pinto (1965), los suelos donde se desarrolló el experimento pertenecen a la serie de los suelos Cauque. Son suelos profundos bien drenados de la altiplanicie central, desarrollados sobre ceniza volcánica pomácea de color claro, con relieve fuertemente ondulado. El suelo superficial es de color muy oscuro, franco a franco arcilloso, arenoso friable, estructura granular suave, el pH aproximado es de 6.0 y tiene una profundidad de 0.20m a 0.40 m; el subsuelo es de color café amarillento, friable con una textura franco arcillaso y un espesor aproximado de 0.60m a 0.75 m.

4.2.3 Capacidad productiva y uso de la tierra.

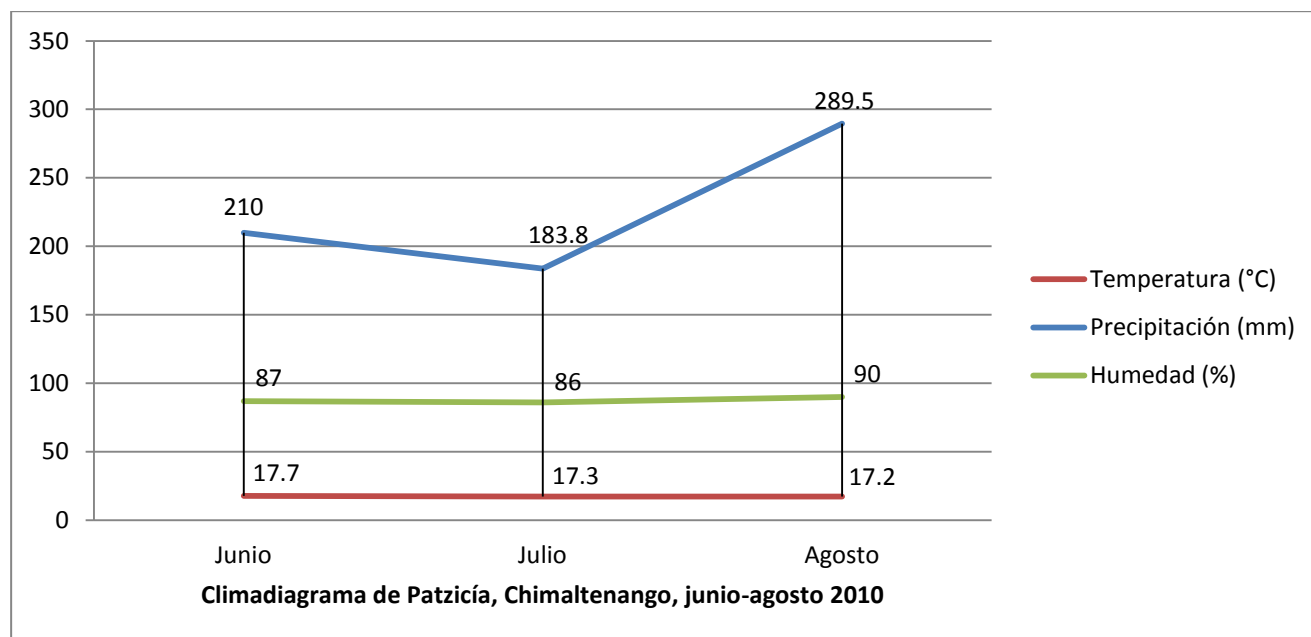
La mayor parte del área se encuentra en clase II de acuerdo a la capacidad productiva de la tierra, lo que permite que prevalezca el uso de la tierra en agricultura. La topografía de Patzicia es variable desde planicies a terrenos quebrados con inclinaciones superiores a 15 °, sobre todo en las laderas de los volcanes.

4.2.4 Cuencas

El municipio de Patzicia está rodeado por dos cuencas, la del río Xayá y el río la Vega cuyos afluentes fluyen de norte a sur y la cuenca Pixcaya.

4.2.5 Zona de vida y Características climáticas.

Holdrige citado por De la Cruz (1982), reporta que esta área pertenece a la zona de vida, bosque muy húmedo, montano bajo (bmh-MB), con una humedad promedio relativa del 80%. Se puede indicar que la precipitación total anual se estima entre 2,065 a 3,900 mm con promedio 2,730 mm, las temperaturas varían entre 12.5 a 18 grados centígrados, la evaporación estimada es de 0.35.



4.2.6 Breve perfil técnico del producto a evaluar (Bayer Guatemala, 2008).

Fluopicolide representa una nueva clase química (Acylpicolide) con un nuevo y único modo de acción, sin resistencia cruzada con otros fungicidas para Oomicetos. El perfil biológico es caracterizado por un alto y consistente nivel de actividad

protectora. Además demuestra potencial antiesporulante y curativo. Fluopicolide es redistribuido vía xilema y exhibe eficacia tras laminar marcada.

7.5.1 Nombre comercial: Infinito

7.5.2 Ingredientes activos: Fluopicolide 6.25 % Propamocarb 62.5 %

7.5.3 Tipo de formulación: SC (suspensión concentrada)

Concentración: 987.5 gramos

La mezcla Fluopicolide + Propamocarb está basado en la combinación de dos sustancias altamente activas. La efectividad del Fluopicolide se basa en la perturbación de la estructura celular del patógeno. Ello impide la formación de proteínas del tipo espectrina, que desempeña un papel importante en la estabilidad del esqueleto celular del patógeno. Este nuevo modo de acción es efectivo en las fases críticas del ciclo vital del patógeno.

El objetivo primordial del principio activo son las zoosporas en cuanto entra en contacto con ellas en segundos estas cesan en sus movimientos, se hinchan y revientan.

Fluopicolide reduce también la esporulación, inhibe el crecimiento de los filamentos del hongo en las plantas y además impide la germinación directa o indirecta de los esporangios.

El socio de Fluopicolide es propamocarb –CHL. Como propamocarb-CHI, afecta la síntesis de ácidos grasos, su modo de acción es totalmente diferente al de Fluopicolide. Ambas sustancias se complementan bien y son responsables de la protección efectiva y prolongada.

Ambas sustancias poseen propiedades sistemáticas y tras laminares. El principio activo que es absorbida por el tallo se distribuye al resto de la planta de forma que los nuevos tejidos que esta desarrolla quedan protegidos contra infecciones.

5. HIPÓTESIS

Se espera que la nueva mezcla (Fluopicolide + Propamocar) sea más efectiva y eficiente contra el tizón tardío de la papa:

6 OBJETIVOS.

6.1 General

Determinar la efectividad de las aplicaciones de los tres programas para reducir la incidencia de *Phitophthora infestans* de Bary en el cultivo de la papa variedad Loman.

6.2 Específicos.

6.2.1 Evaluar la eficiencia (gasta menos por más días de control) y efectividad (mayor control que el promedio de productos) del fungicida Fluopicolide 6.25%+Propamocarb 62.5% cuyo nombre comercial es Infinito para el control del hongo *Phytophthora infestans* de Bary en el cultivo de papa.

6.2.2 Poner a disposición de los productores de Patzicia, otra alternativa para el control del Tizón Tardío de la papa.

6.2.3 Recomendar medidas para reducir las fuentes de inóculo del Tizón tardío de la papa.

7 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

7.1 Establecimiento de parcelas:

Ubicación de las parcelas reportadas; municipio de Patzicia del departamento de Chimaltenango de la república de Guatemala.

7.1.1 Área de la parcela: 1,010 metros cuadrados.

7.1.2 Dosificación: en las aplicaciones se usaron 50cc para el productor, una medida Bayer es igual a 25cc (dos medida Bayer) de Fluopicolide+Propamocarb (Infinito 68.5 SC) por bomba de mochila de 16 litros, más 25 cc (1 medida Bayer) de adherente. En el caso de Ethilditiocarbamatos (Antracol) 70WP se aplicara 175 cc (7 medidas Bayer) por bomba de mochila.

7.1.3 La frecuencia de aplicaciones: de elFluopicolide + Propamocarb (Infinito) se realiza cada 8 días con una aplicación intermedia de Iprovalicarb/Propineb (Positrón 70 wp), según la casa comercial el Propineb potenciará el efecto del Fluopicolide + Propamocarb (Infinito) se rotará con aplicaciones de Propamocarb/Fenamidone (Consento), en bloques de dos aplicaciones de cada producto a partir de los 40 días.

7.1.4 Condiciones para el establecimiento: La parcela se estableció cuando la enfermedad dio inicio (al momento de aparecer la primera mancha de tizón).

7.1.5 En el momento de la cosecha, se procederá a pesar la cantidad de papa cosechada en cada programa.

7.2 Información general para el reporte de actividades

7.2.1 19 de abril del 2,010

7.2.2 Nombre del agricultor: Mario Chotoj

7.2.3 Cultivo: papa (*Solanum tuberosum*)

7.2.4 Variedad: Loman

7.2.5 Producto utilizado por el agricultor y dosis por aspersion.

7.3 Programas

- 7.3.1 Programa 1:** Adoptado por el agricultor, por recomendación de casa comercial (testigo), Carbendazin/Derosal) 37.5 cc/bomba de 16 litros: más Propamocarb (previcur) 37.5 cc/bomba de 16 litros, Iprovalicarb/Propineb (positrón) 125 cc / bomba de 16 litros: y Propamocarb/Fenamidone (consento) 62.5 cc/bomba de 16 litros.
- 7.3.2 Programa 2:** (Los Mosqueteros): IProvalicarb//Propineb(positrón) 125cc/bomba de 16 litros o 40 gr. / galón de agua, Ethilditiocarbamatos 175 cc / bomba (Antracol por bomba de 16 litros, Propamocarb (previcur) 37.5 cc/bomba de 16 litros.
- 7.3.3 Programa 3:** (Nueva mezcla IFluopicolide +Propamocarb) de nombre comercial (Infinito) 68.75, 50 cc/aspersor de 16 litros o 1.5 litros por hectárea alternado con Propamocarb/Fenamidone (Consento) 62.5 cc/bomba y Iprovalicarb/Propineb (Positrón) 125cc /bomba.

7.4 Forma de aplicación

Se utilizó bomba de mochila de 16 litros para la aplicación de los diferentes productos.

7.4.1 Toma de datos,

Los recuentos se realizaron a los 7 días después de las primeras 2 aplicaciones y después de la última aplicación se evaluaron a los 7, 14 y 21 días.

7.5 Parámetros de evaluación.

- 7.5.1** El % de incidencia: este porcentaje refleja la población (cantidad de plantas) afectadas por el Oomicete.
- 7.5.2** El rendimiento de papa expresado en Kg/ha.

7.6 Manejo del cultivo

A Preparación del terreno

La preparación del terreno se inició 20 días antes arando a una profundidad de 30 cm. El suelo se dejó suelto para dar al tubérculo un buen drenaje. Se empezó a surcar con una distancia entre surcos de 40 cm. y la dimensión de los surcos fue de 25 cm de altura por 15 cm. de ancho.

B Siembra

La siembra de papa se realizó el 19 de abril, primero se colocaron los tubérculos con brotes a una profundidad de 12 cm. para una germinación rápida y a una distancia de 25cm entre plantas.

También se aplicó al momento de la siembra, Cloronicotinilos (Confidor) para el control de la gallina ciega.

C Limpias

Se realizaron dos durante el ciclo del cultivo, una a los 20 días de establecido el cultivo y otra 20 días antes de la cosecha.

El corte del follaje se realizo con machete y se saco al costado del campo.

D Fertilización

En el momento de la siembra se colocó urea en el fondo de la zanja a razón de 3 gramos por planta, luego se colocó la semilla a una distancia de 25 cm. entre plantas.

También se aplicó fertilizante (15.15.15) y, al mes de edad se aplicó Multimineralquelatado (Bayfolanforte).

E Historial de los cultivos en el área de ensayo

En el área de ensayo se acostumbra realizar una rotación de cultivos, sembrando primero repollo, siguiendo con güico y posteriormente papa, después brócoli, zanahoria, frijol y de nuevo se sembró repollo, güico y papa, sobre la cual se estableció el ensayo de este estudio.

La siembra se realiza los últimos días del mes de abril de cada año o cuando empiezan las lluvias.

F Aplicación de productos

Los productos aplicados desde el establecimiento del cultivo hasta la cosecha fueron:

Fluepicolida + Propamocarb (Infinito) concentración 71.5% , Ethiditiocarbamatos (Antracol) concentración 70%, Propamocarb (Previcur) concentración 72%, Iprovalicarb//Propineb (Positron) concentración 9%/60%, Propamocarb/Fenamidone (Consento) concentración 45% Cloronicotinilos (Confidor) concentración 70%) Carberdazin (Derosal) concentración 50%..

Los insecticidas usados fueron: Ditiocarbonato (Mancoceb), Organofosforado Metamidofos (Tamaron), Piretroide ciflutrina (Baytroid).

Se utilizaron los fertilizantes Multimineralquelatado (Bayfolanforte), Azufre,

G Ambiente

La papa está adaptada al clima frío de esta región con una producción del 40% debido a enfermedades y plagas.

7.7 Diseño experimental.

El experimento se llevó a cabo en colaboración con la empresa Bayer representada por el Ing. Manuel Barillas, en la parcela del Señor Mario Chotoj, ubicada a un costado de la carretera Interamericana, a la altura del kilómetro 71 cuyas coordenadas geográficas son 90°55' 54" longitud Oeste y 14°37' 54" de longitud Norte en jurisdicción de Patzicía.

Se utilizó el diseño de bloques al azar para bloquear la dirección predominante del viento, se realizaron tres programas y tres repeticiones.

La unidad experimental que se utilizará mide 50 metros cuadrados y cada parcela constó de trece surcos con una distancia entre surcos de 40 centímetros.

El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = m + t_i + B_j E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta

M = media general

T_i = efecto de i ésimo tratamiento

B_j = efecto del j ésimo tratamiento

E_{ij} = erro experimental asociado a la i ésima observación.

7.8 Unidad experimental

La parcela neta consto de 30 plantas por surco y 13 surcos teniendo entonces un total de 390 plantas y en cada parcela de los tres programas se tomó el surco central para medir incidencia, la distribución aleatoria de los programas quedó como se indica en la siguiente gráfica:



Figura 3 Ubicación de programas evaluados en Patzicia departamento de Chimaltenango.

8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación de fungicidas en el manejo del tizón tardío de la papa (El argeño, como lo llama el productor), tuvo diferentes efectos en la reducción de la enfermedad.

La incidencia refleja la población (cantidad de plantas afectadas por el Oomicete) en las parcelas de los programas analizados.

La producción a nivel nacional tiene un rendimiento de 100 quintales por manzana la cual disminuye en un 40% debido a el tizón enfermedad causada por el Oomicete *Phytophthora infestans* De Bary.

A manera de recordatorio en resumen, la siembra de la papa, se realizó el 19 de abril del 2010. Las aplicaciones de los productos se hicieron el 4 de junio del 2010 El 16 de agosto se terminaron las aplicaciones de los programas y la cosecha se hizo el 15 de agosto. La precipitación se inició a partir del 8 de abril al 5 de agosto. Se presentó una lluvia acumulada de 800 milímetros y ésta alta humedad provocó el aumento del hongo y por lo tanto hubo mayor incidencia de la enfermedad. Al tizón tardío de la papa se le dio seguimiento, en todos los programas.

Para determinar el efecto de los programas aplicados, se analizó el impacto de los mismos sobre la incidencia de la enfermedad y sobre la producción.

Para determinar el rendimiento se procedió a pesar la papa de cada programa en Kg/ha.

8.1 Efecto de los programas de manejo sobre la incidencia del tizón tardío de la papa

El efecto de los tres programas en la incidencia de la enfermedad fue diferente pues mientras que en los programas mosqueteros y el testigo la enfermedad aumentaba según el tiempo en el programa la nueva mezcla la enfermedad disminuía.

8.2 Análisis de varianza para la incidencia del tizón tardío de la papa:

En el cuadro 1 se muestran las lecturas de la incidencia del tizón tardío de la papa en el período que va del 4 de julio al 1 de agosto del año 2010, se le incluye en este

cuadro el cálculo de la tasa de incremento de la epidemia de tizón tardía de la papa que es un estimador importante para determinar porque hay variación en la cantidad de enfermedad al final del ciclo de producción.

Cuadro 1 Lecturas de la incidencia del tizón tardío de la papa correspondiente del período : 4.7.10 al 1.8.10 y cálculo de la tasa de incremento del tizón tardío

| Fechas Tratamientos | 9.6.10 | 16.6.10 | 21.6.10 | 4.7.10 | 11.7.10 | 25.7.10 | 1.8.10 | Media | Logit ₂ | Logit ₁ | Tasa de incremento |
|------------------------|---------|---------|---------|--------|---------|--------------|--------|-------|--------------------|--------------------|--------------------------|
| | Testigo | 2 | 5 | 9 | 10 | 15 | 18 | 20 | 11.28 | | |
| | 4 | 6 | 10 | 10 | 16 | 17 | 22 | 12.14 | | | |
| | 3 | 7 | 8 | 9 | 14 | 18 | 21 | 11.42 | | | |
| Σ | 9 | 18 | 27 | 29 | 45 | 53 | 63 | 34.85 | | | r _{Testigo} |
| Media | 3 | 6 | 9 | 9.667 | 15 | 17.667 | 42 | 14.61 | -0.77 | -1.51 | 0.12 |
| Mosqueteros | 2 | 2 | 3 | 4 | 8 | 10 | 11 | 5.71 | | | |
| | 2 | 4 | 4 | 5 | 7 | 9 | 12 | 5.85 | | | |
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 14 | 7.14 | | | |
| Σ | 7 | 10 | 12 | 15 | 23 | 29 | 37 | 19 | | | r _{Mosqueteros} |
| Media | 2.3 | 3.3 | 4 | 5 | 7.667 | 9.667 | 12.333 | 6.32 | -1.17 | -1.63 | 0.07 |
| Infinito | 1 | 9 | 10 | 10 | 5 | 3 | 2 | 5.71 | | | |
| | 2 | 7 | 12 | 13 | 6 | 3 | 3 | 6.57 | | | |
| | 3 | 6 | 12 | 12 | 6 | 4 | 2 | 6.42 | | | |
| Σ | 6 | 22 | 34 | 35 | 17 | 10 | 7 | 18.71 | | | r _{Infinito} |
| Media | 2 | 7.3 | 11.3 | 11.667 | 5.667 | 3.333 | 2.333 | 6.23 | -1.18 | -1.69 | 0.08 |

De acuerdo con el análisis de varianza se llegó a establecer que existen diferencias significativas entre los programas

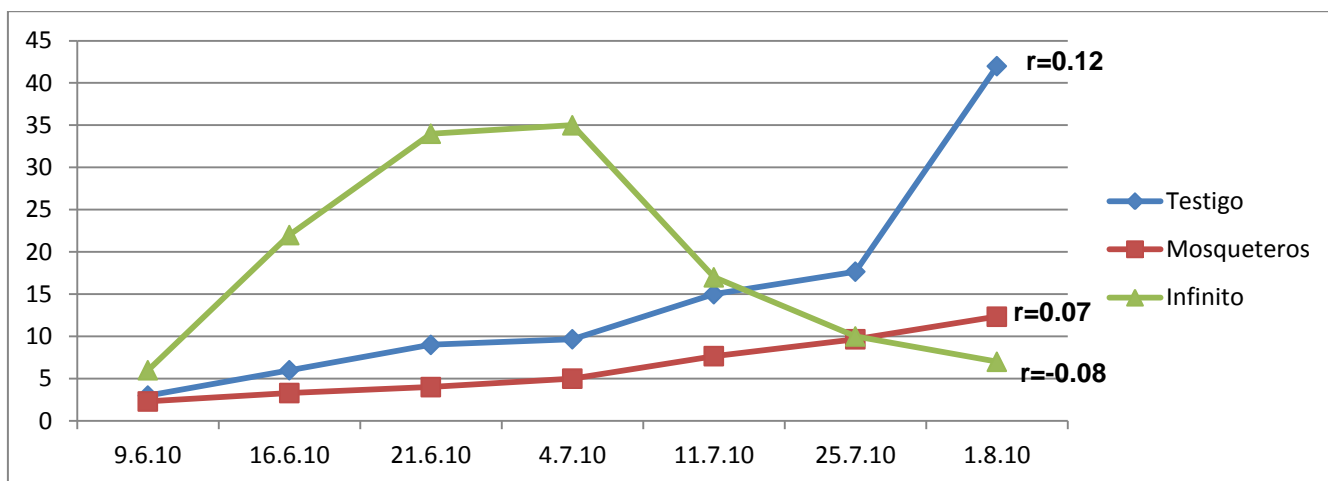


Figura 1 Comportamiento de la epidemia de tizón tardío en función del tiempo

Se puede observar en el cuadro 2 del análisis de varianza, las diferencias altamente significativas entre los tratamientos. El valor de probabilidad de la prueba, correspondiente a los programas, es 0.0001, lo cual confirma la alta diferencia entre ellos.

Esto significa que al menos uno de los programas probados, ofrece mejor control del tizón tardío de la papa, que el programa comparador o testigo, utilizado por los productores por recomendación comercial. Por lo tanto, se procedió a realizar la prueba de medias de DUNCAN la cual se presenta en el cuadro 4.

Cuadro 2 Análisis de varianza de la variable % incidencia.

| FUENTE | GL | SC | CM | F | P |
|--------------|----|------------------------------|----------|------------------------------|----------|
| REPETICIONES | 2 | 51.911 | 25.956 | 2.42 | 0.1071 |
| TRATAMIENTO | 2 | 14575.644 | 7287.822 | 680.00 | 0.0001** |
| FECHA | 4 | 778.667 | 194.667 | 18.16 | 0.0001** |
| TRAT*FECHA | 8 | 6636.800 | 829.600 | 77.41 | 0.0001** |
| ERROR | 28 | 300.089 | 10.717 | | |
| TOTAL | 44 | 22343.111 | | | |
| C.V. 8.09 | | Raíz cuadrada de CME 3.27 | | Media de incidencia 40.44 | |

** Se considera que una fuente de variación tiene un efecto altamente significativo si su nivel de significancia es menor al 0.01 de probabilidad.

8.3 Prueba de medias de Duncan para la incidencia del tizón tardío de la papa:

Según la prueba de medias de Duncan, los valores de incidencia de la enfermedad fueron diferentes en cada programa. El programa de (la nueva mezcla fluopicolide + propamocarb) con 21.87% fue en el que menos plantas enfermas se encontraron.

En lo que respecta en el tiempo, la incidencia en cada fecha de toma de lecturas fue diferente, pues la enfermedad avanza según el tiempo de manera diferente en cada programa (ver los valores de tasa de incremento de la enfermedad).

Prueba de rango múltiple de Duncan para la variable “% de incidencia”

| | |
|-----------------------------|------------|
| Nivel de significancia | 00.05 |
| Grados de libertad | 28 |
| Suma de cuadrados del error | 10.717 |
| Número de medias | 03 |
| Rango crítico | 2.4472.572 |

Cuadro 3 Prueba de media de Duncan

| Agrupamiento Duncan* | Media | N | TRAT |
|---|--------|----|------|
| A | 64.800 | 15 | 1 |
| B | 34.667 | 15 | 2 |
| C | 21.867 | 15 | 3 |
| * Medias con la misma literal no son significativamente diferentes. | | | |

En la gráfica 5, se puede observar que la tendencia de crecimiento de las epidemias, no es muy clara, sobre todo la del mejor tratamiento; sin embargo, se puede explicar señalando que el crecimiento de la 2ª a la 4ª fecha se debe a la diferencia en inóculo inicial; pero esta característica confirma el efecto significativo del programa infinito sobre la población del patógeno en el campo. Se confirma de esta manera que el programa infinito es el mejor de los programas evaluados.

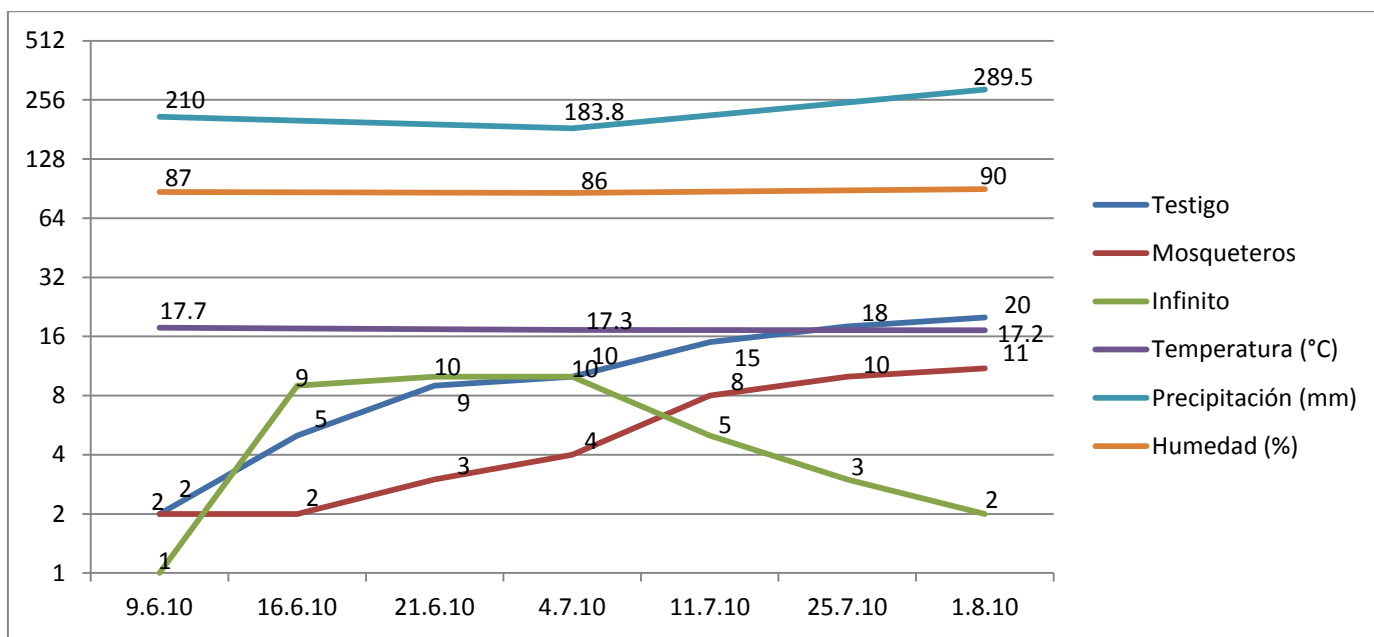


Figura 5 Comportamiento del tizón tardío en función del tiempo y el clima

8.4 Análisis de varianza para el rendimiento de la papa variedad loman de primera calidad

De acuerdo al análisis de varianza se pudo determinar que existen diferencia significativa en los programas MEZCLA, MOSQUETEROS y TESTIGO pero no hubo diferencia significativa en las repeticiones. Por lo cual se procedió a realizar las pruebas de media TUKEY para determinar cuál de los programas produce el mejor rendimiento de papa

Cuadro 4 Análisis de Varianza (SC tipo III) para el rendimiento de primeira

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------|-------------|----|-------------|------|---------|
| Modelo | 23109917.27 | 4 | 5777479.32 | 5.24 | 0.0688 |
| REP | 2367116.77 | 2 | 1183558.39 | 1.07 | 0.4235 |
| TRAT | 20742800.49 | 2 | 10371400.25 | 9.40 | 0.0308 |
| Error | 4411016.06 | 4 | 1102754.02 | | |
| Total | 27520933.33 | 8 | | | |

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|---|----------------|-------------------|------|
| Rprimera | 9 | 0.84 | 0.68 | 8.30 |

8.5 Prueba de medias de Tukey para el rendimiento de la papa variedad Loman de primera calidad.

En la prueba de media de TUKEY se analizaron tres programas Nueva mezcla., Mosqueteros y Testigo.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3055.68958

Error: 1102754.0158 gl: 4

Cuadro 5 Prueba de medias de Tukey para el rendimiento de papa de primera.

| TRAT | Medias | n | | |
|-------------|----------|---|---|---|
| Mescla | 14336.13 | 3 | A | |
| Mosqueteros | 12947.95 | 3 | A | B |
| Testigo | 10654.38 | 3 | | B |

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

En el programa Mosqueteros con media de 1.294.95 Kg/ha no hubo diferencia significativa comparado con el programa nueva mezcla pero comparando el Testigo con Nueva mezcla si se encontró diferencia significativa. El programa Infinito con una media de 14336.13 que está media más alta fue el que mejor redujo la enfermedad por lo cual logro mayor rendimiento

8.6 Análisis de varianza para rendimiento de papa variedad Loman de segunda calidad.

Rendimiento de la papa de segunda de acuerdo al análisis de varianza se pudo determinar que existen diferencias altamente significativas en los programas Infinito, Mosqueteros y Testigo por lo cual se procedió a realizar la prueba de media de TUKEY

Rendimiento de segunda calidad

Cuadro 6 Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------|------------|----|------------|-------|---------|
| Modelo | 8247637.80 | 4 | 2061909.45 | 13.45 | 0.0137 |
| REP | 1524436.14 | 2 | 762218.07 | 4.97 | 0.0823 |
| TRAT | 6723201.66 | 2 | 3361600.83 | 21.93 | 0.0070 |
| Error | 613123.39 | 4 | 153280.85 | | |
| Total | 8860761.19 | 8 | | | |

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|---|----------------|-------------------|------|
| Rsegunda | 9 | 0.93 | 0.86 | 8.64 |

8.7 Prueba de medias TUKEY para variables AB en rendimiento de papa de segunda variedad Loman.

En la prueba de media de TUKEY se analizaron los programas La nueva mezcla, Los mosqueteros y el Testigo. El programa Nueva mezcla con una media de 5.401.29 Kg/ ha fue el que produjo mayor rendimiento de un 30%..

Si comparamos los programas Testigo con Los mosqueteros ,no se encontró diferencia significativa pero si comparamos el Testigo con la Nueva mezcla si encontramos diferencia significativa.

Los rendimientos de papa de segunda fueron relativamente bajos en comparación a los valores de primera calidad y fue de un 10%.

Cuadro 7 Prueba de medias de Tukey.

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1139.23641

Error: 153280.8474 gl: 4

| TRAT | Medias | n | |
|-------------|---------|---|---|
| Mescla | 5401.29 | 3 | A |
| Mosqueteros | 4846.02 | 3 | A |
| Testigo | 3354.37 | 3 | B |

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

9 CONCLUSIONES

El programa más eficiente y efectivo para el manejo del tizón tardío de la papa es el de la Nueva mezcla Fluopicolide+ Propamocab. Es además, el programa que produjo los tubérculos mas uniformes

Según la información recopilada y las observaciones en el campo, los factores que favorecen la aparición del Oomicete *Phytophthora infestans* de Baryson rastrojos y tubérculos abandonados en el terreno después de la cosecha y la lluvia.

10 RECOMENDACIONES

Eliminar los rastrojos y restos de tubérculos en las parcelas después de la cosecha para reducir al mínimo el inóculo.

En plantaciones de papa afectadas por el tizón tardío ocasionadas por el Oomicete *Phytophthora infestans* de Bary se recomienda la aplicación de la nueva mezcla Fluopicolide+ Propamocab, cuando aparezcan las primeras manchas de tizón o sea no más el 5% de tejido infectado..

11. BIBLIOGRAFIA

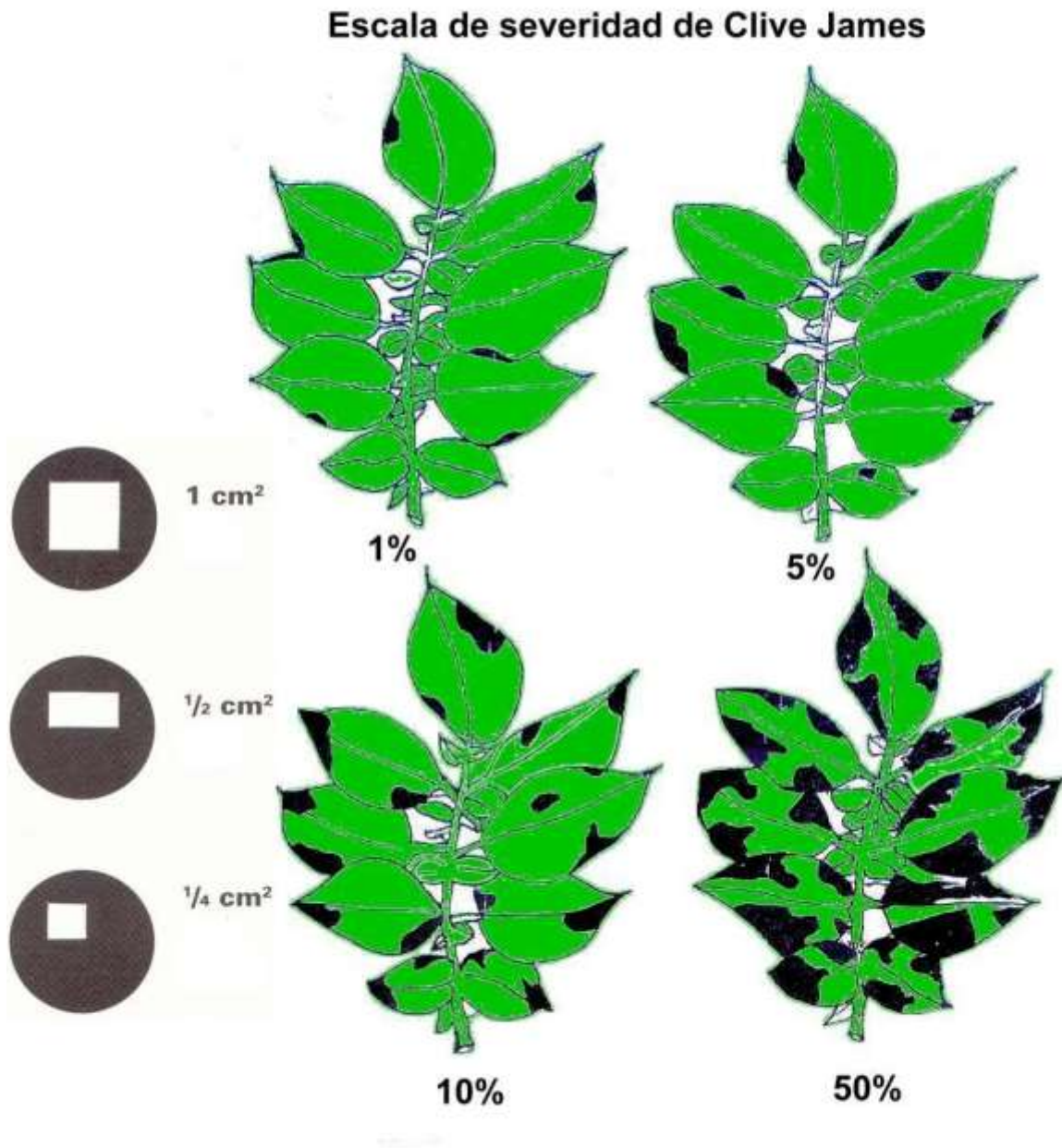
1. Agrios, GW. 1998. Fitopatología. Trad. Manuel Guzmán. México, Limusa. p. 250-256.
2. Aguirre, MH. 2008. Evaluación de la producción de la variedad Loman de la papa (*Solanum tuberosum* L.) utilizando la técnica de biofumigación en ICTA, La Alameda, Chimaltenango. Tesis Ing. Arg. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 54 p.
3. Bayer de Guatemala, Sección Técnica, GT. 2008. La necesidad de una agricultura diferente. Guatemala. 25 p.
4. Bayer de Guatemala, Sección Técnica, GT. 2008. La papa un cultivo para el futuro. Guatemala. 31 p.
5. Bayer, Sección Técnica, GT. 2006. Papas más sanas, todo lo que hay que saber sobre el tizón tardío. Guatemala. 32 p.
6. Bayer, Sección Técnica, GT. 2008. Los fungicidas. Guatemala. 28 p.
7. Campos, SJ. 1989. Manual agrícola Superb. 7 ed. Guatemala, Productos Superb. 393 p.
8. Castañeda Orellana, EL. 2000. Evaluación de la eficacia del fungicida Positrón Dúo, para el control de *Phytophthora infestans* en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) variedad Loman en San José Pínula, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 55 p.
9. Cruz S, JR De la. 1992. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
10. James, C. 1982. Manual of assessment keys for plants diseases. Canada, Department of Agricultura. p. 8-9. (Publication no. 1).
11. Jaramillo, A. 1980 La papa, control de enfermedades y plagas en América Latina. US, Rohn& Hass. 40 p.
12. NAS (National Academy of Science, US. 1987. Desarrollo y control de enfermedades de las plantas. Trad. Manuel Aragonés. México, Limusa. 553 p.
13. Raven, PH; Evert, R. F. y Eichhorn, S. E. 1999. Biology of plants. W.H. Freeman (New York). 944 p
14. Reynolds, K; Cunfer, BM. 1987 Exercises in plants disease epidemiology. Minnesota, US, Phytopat. 345 p.

15. Roca, M de. 1975. Curso moderno de fitopatología. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. 374 p.
16. Shlfarm.com. 2008. Guía del cultivo de papa (en línea). US. Consultado 26 mayo 2008. Disponible en www.shlfarm.com/papaguia.html
17. Simmons, CS; Tarano, JM; Pinto, JM. 1965. Clasificación de reconocimientos de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
18. Sociedad Brasileira de Fitopatología, BR. 199. Fitopatología brasileira. Brasil. 238 p.

12. ANEXOS

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

| ACTIVIDADES | FECHA | | | | |
|--------------------|-------|------|-------|-------|--------|
| | ABRIL | NAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO |
| Siembra | 19 | | | | |
| Primera lectura | 30 | | | | |
| Primera aplicación | | | 4 | | |
| Segunda lectura | | 15 | 9 | | |
| Segunda aplicación | | | 11 | | |
| Tercera lectura | | | 17 | | |
| Tercera aplicación | | | 19 | | |
| Cuarta lectura | | | 22 | | |
| Cuarta aplicación | | | 24 | | |
| Quinta lectura | | | | 2 | |
| Quinta aplicación | | | | 4 | |
| Sexta lectura | | | | 9 | |
| Cosecha | | | | 11 | 15 |



Fuente: Clive James (14)

Figura 6 Escala de severidad del tizón tardío de la papa



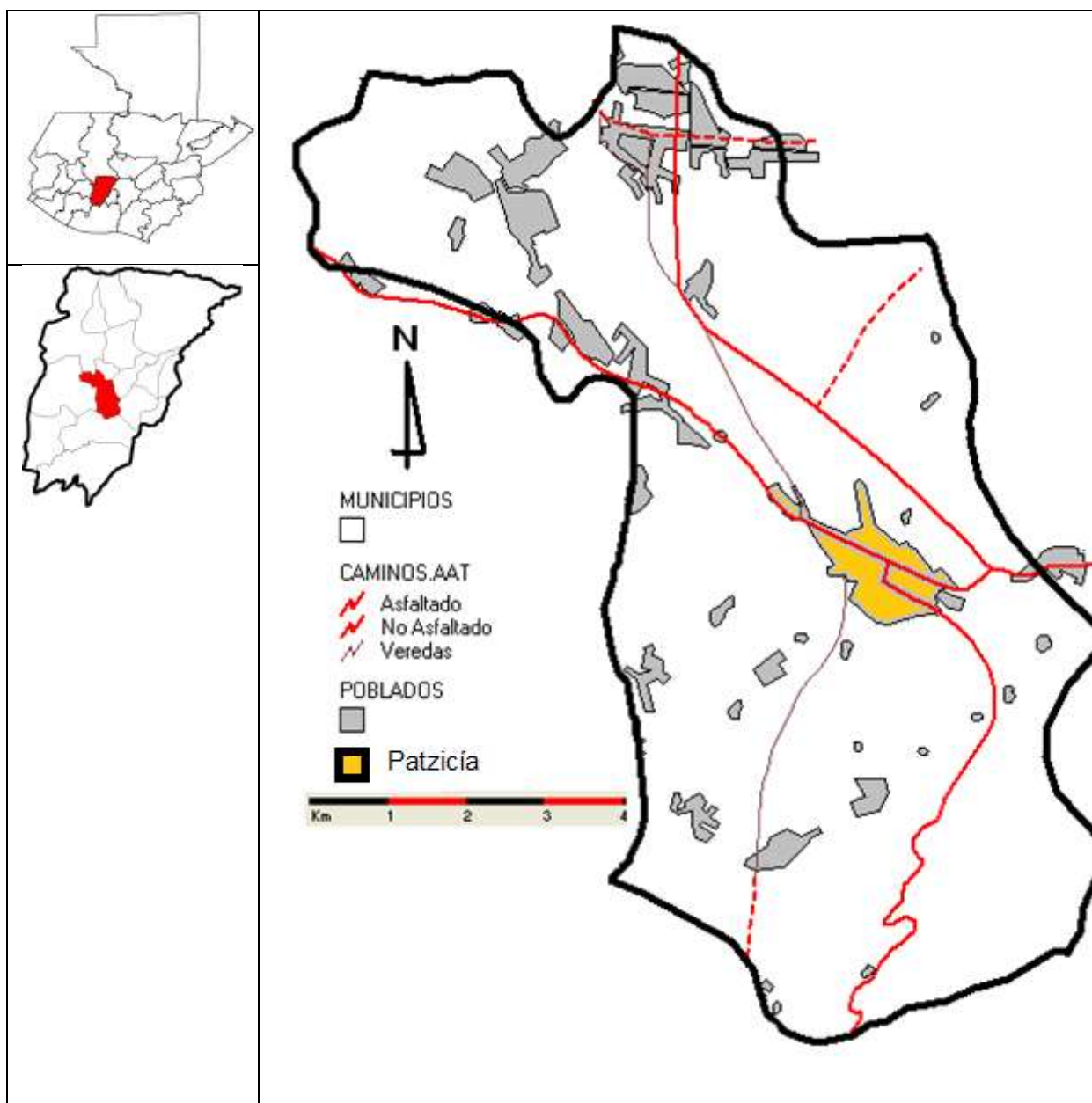
Fuente Schepers (7)

Figura 7 Diferentes daños causados por *Phytophthora infestans*



Fuente Schepers (7)

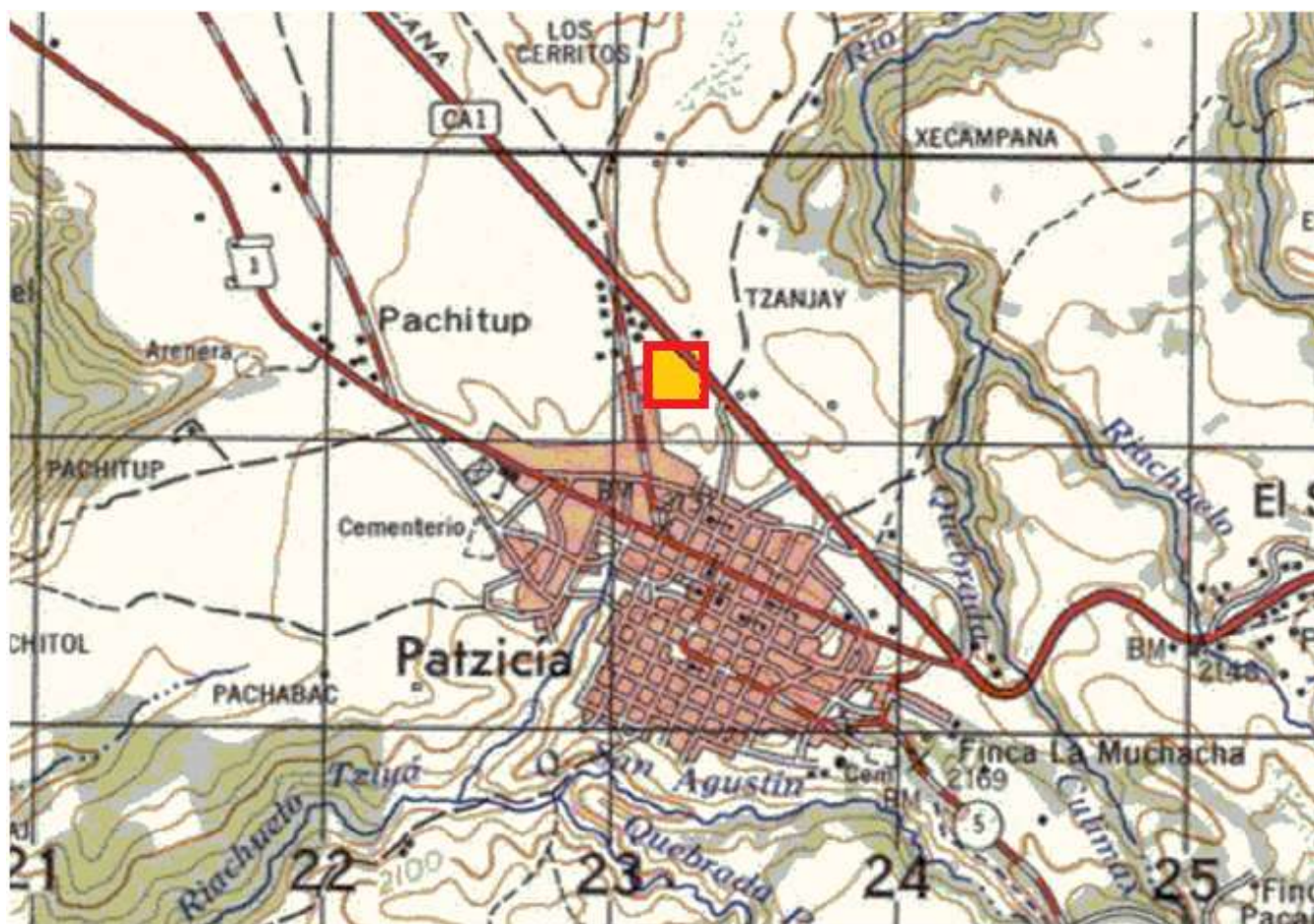
Figura 8 Daños en hojas de la papa causados por *Phytophthora infestans*



Fuente:

MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala, escala 1:250,000. Guatemala. 1 CD.

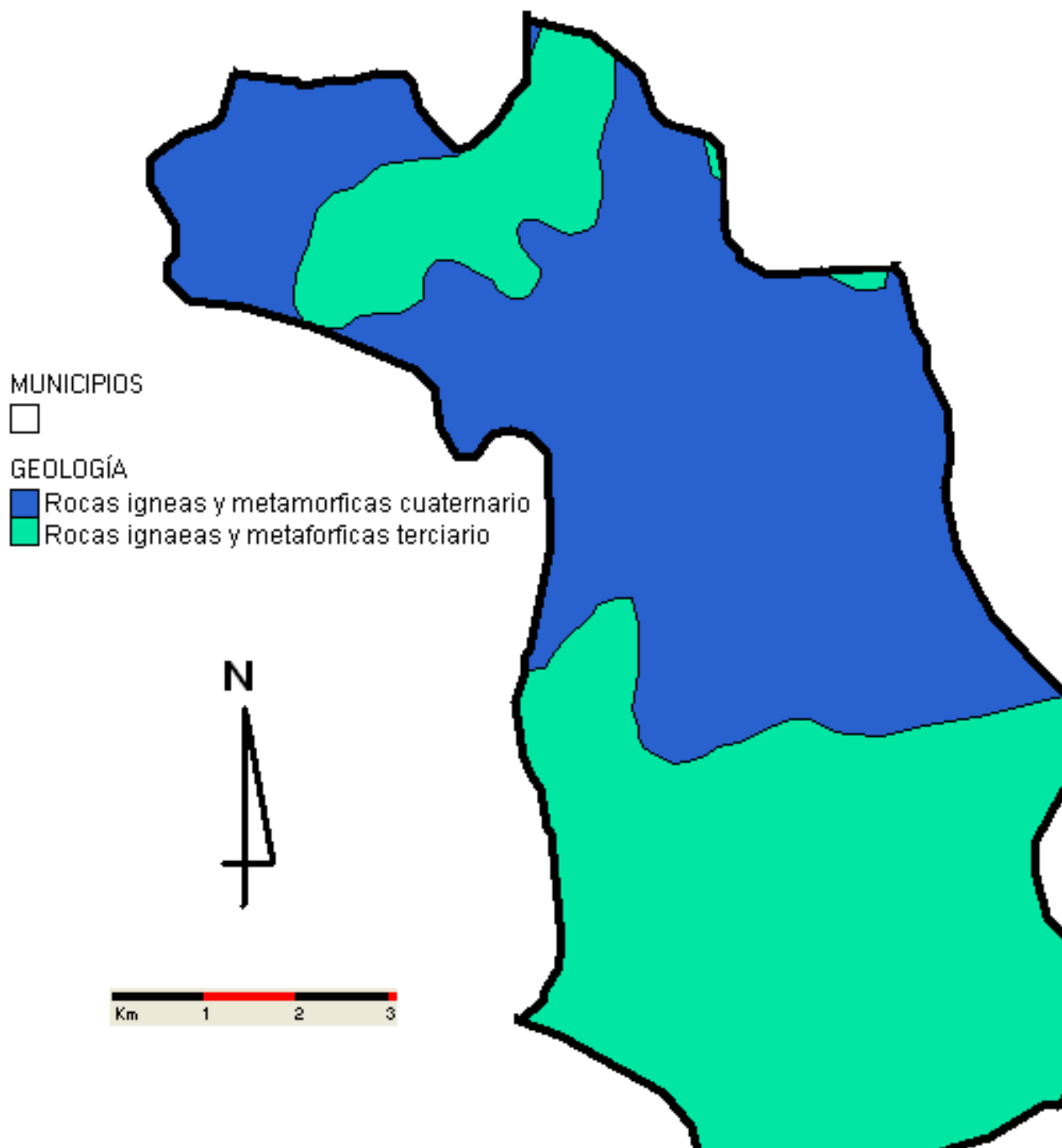
Mapa 1: Ubicación geográfica, sus poblados y vías de acceso del municipio de Patzicía, Chimaltenango, Guatemala.



Fuente:

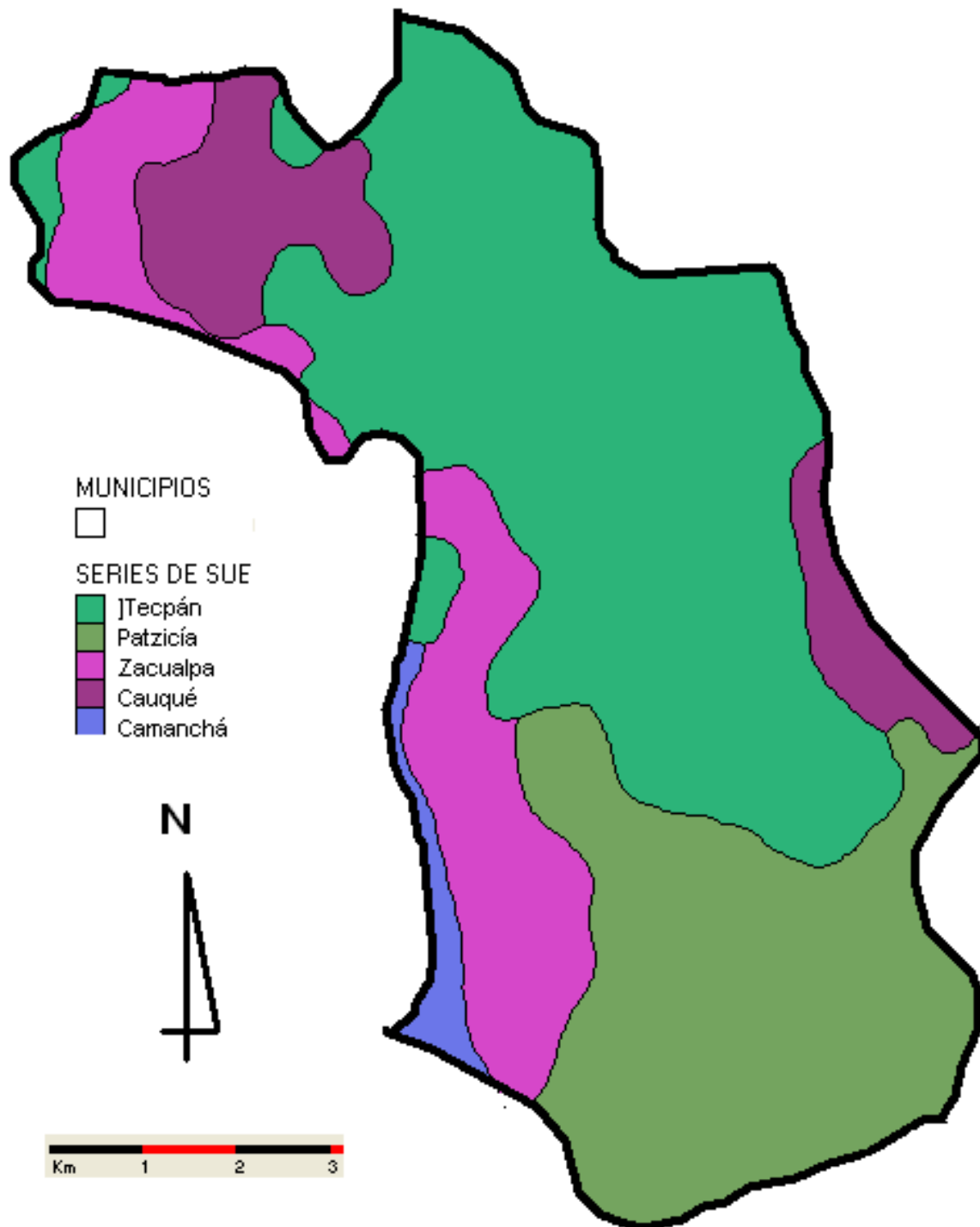
IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 2005. Mapa topográfico de la república de Guatemala, hoja Chimaltenango. Guatemala. Esc. 1:35,000. 1 CD.

Mapa 2: Ubicación geográfica del lugar del experimento en el municipio de Patzicía, Chimaltenango, Guatemala, a escala 1:75,000.



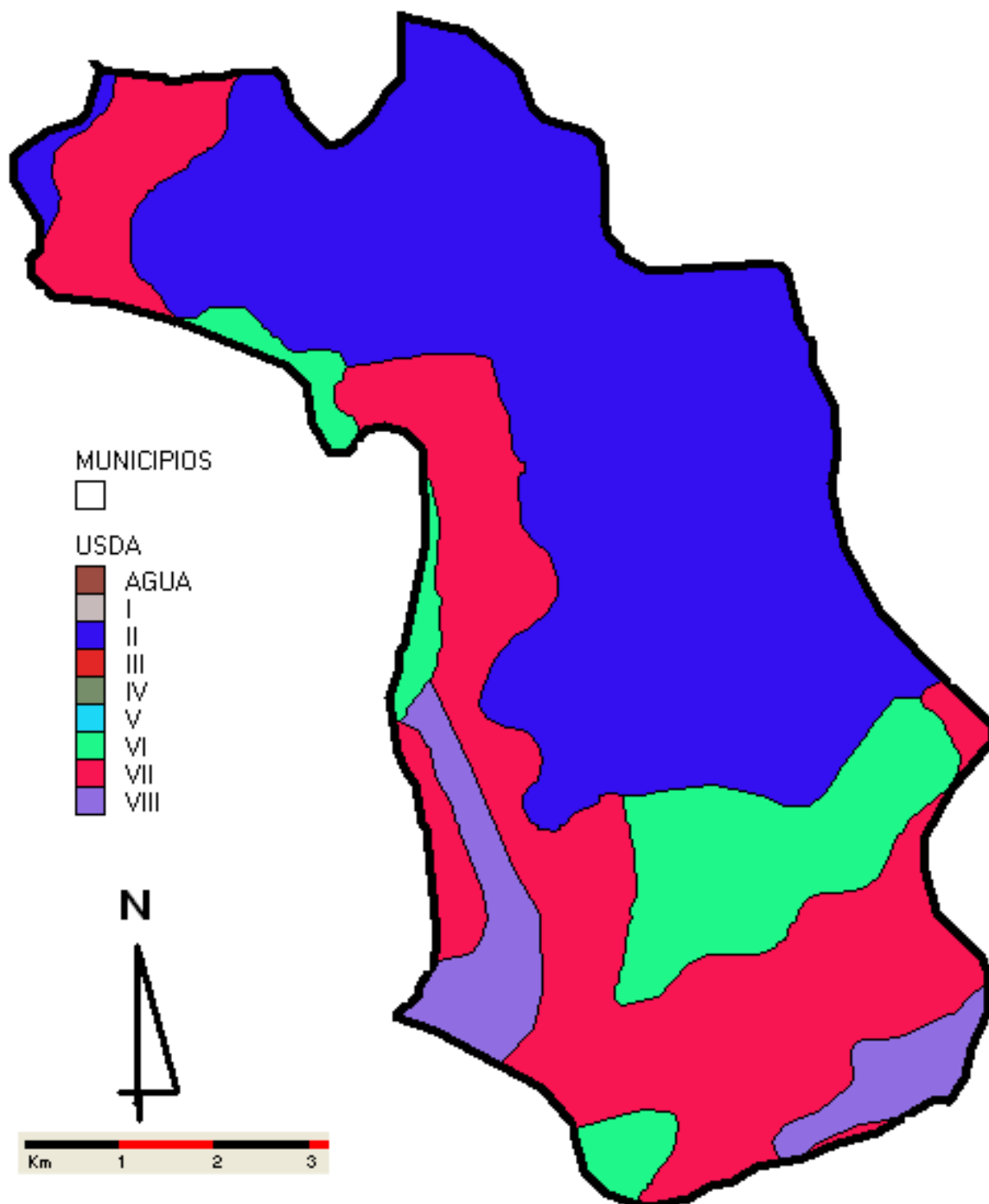
Fuente:
MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala, escala 1:250,000. Guatemala. 1 CD.

Mapa 2: Geología del municipio de Patzicía, Chimaltenango, Guatemala.



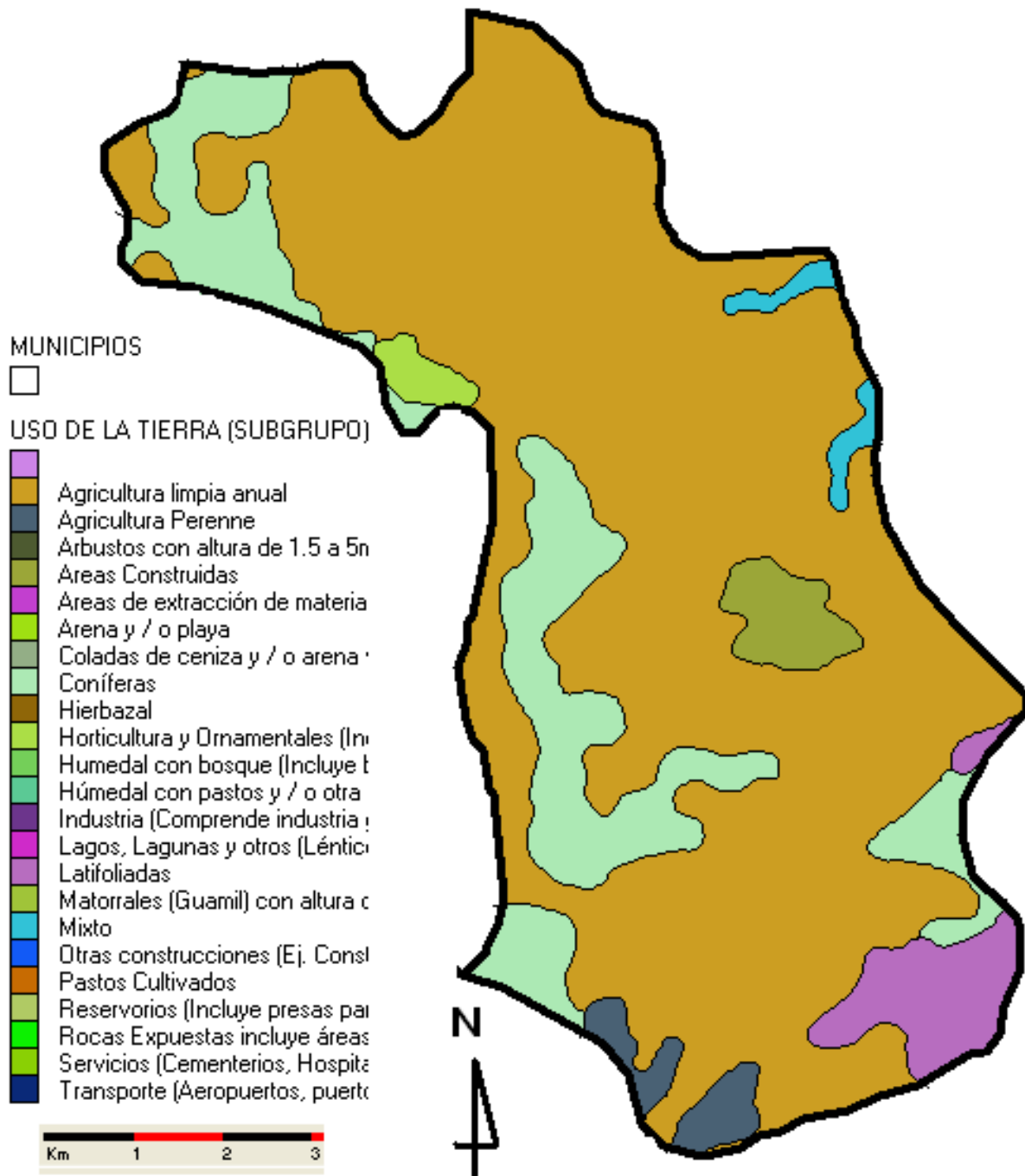
Fuente:
 MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala, escala 1:250,000. Guatemala. 1 CD.

Mapa 3: Series de suelos (Simmons, Tárano y Pinto) del municipio de Patzicía, Chimaltenango, Guatemala.



Fuente:
 MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala, escala 1:250,000. Guatemala. 1 CD.

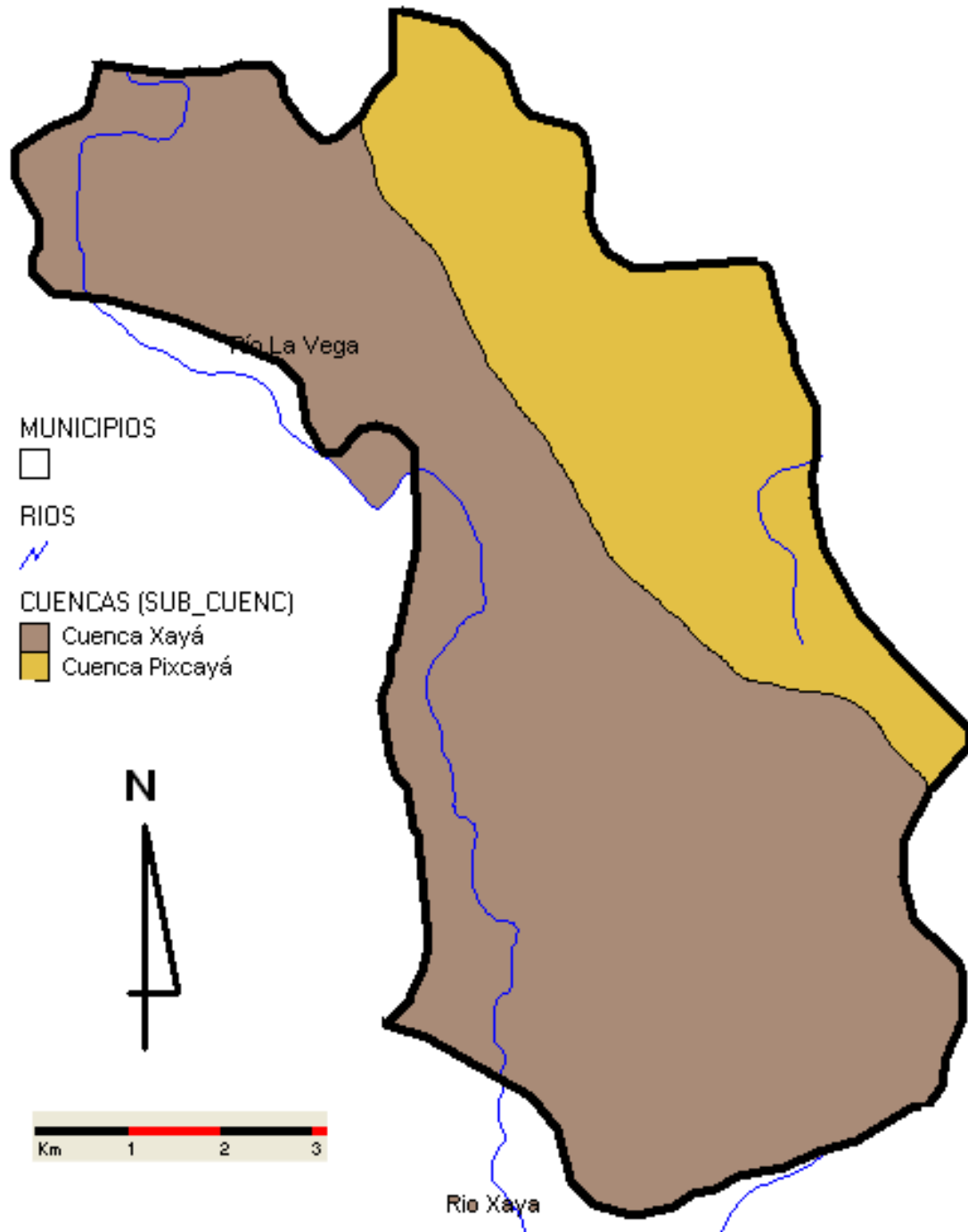
Mapa 4: Capacidad productiva de la tierra (USDA) del municipio de Patzicía, Chimaltenango, Guatemala.



Fuente:

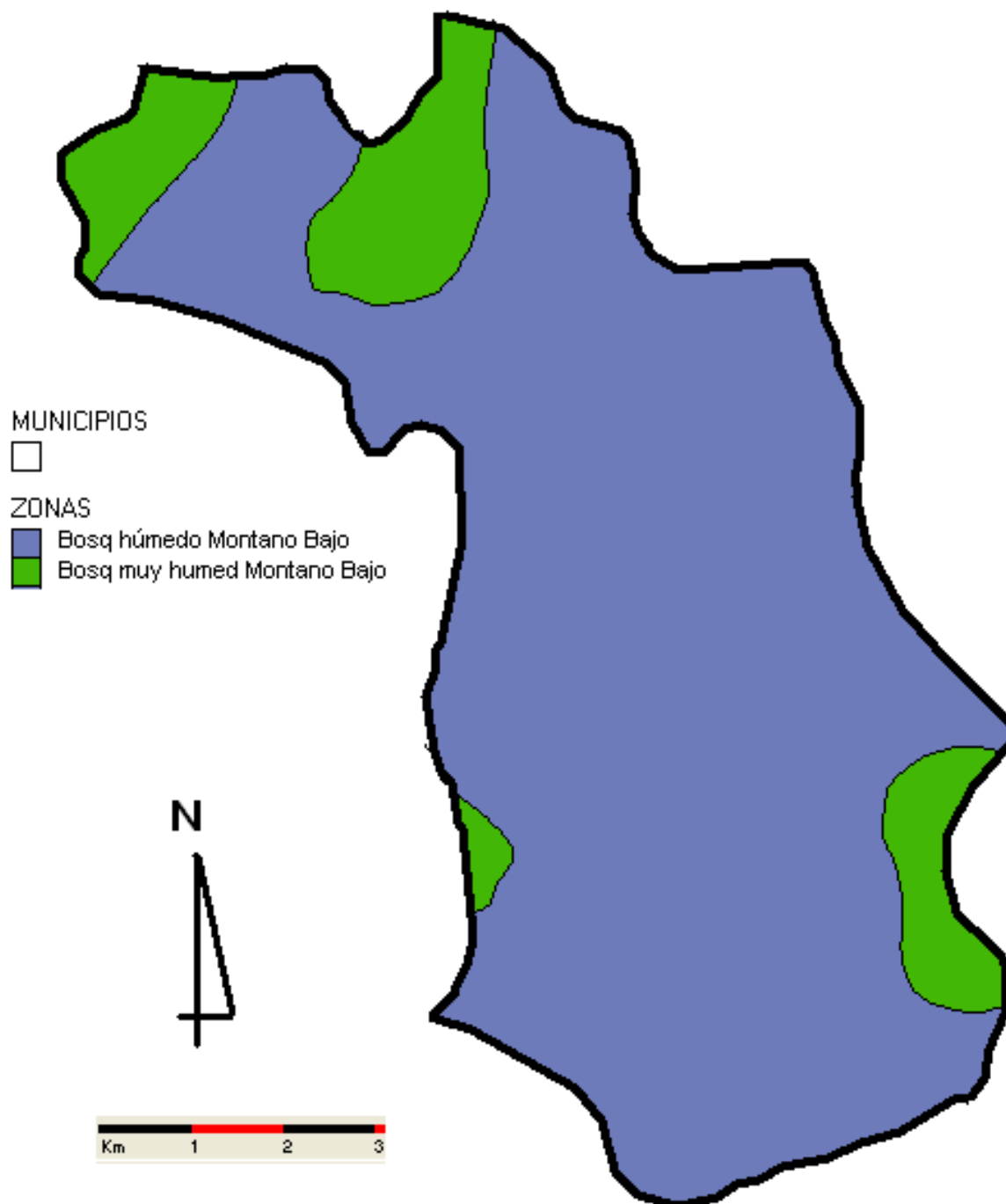
MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala, escala 1:250,000. Guatemala. 1 CD.

Mapa 4: Capacidad productiva de la tierra (USDA) del municipio de Patzicía, Chimaltenango, Guatemala.



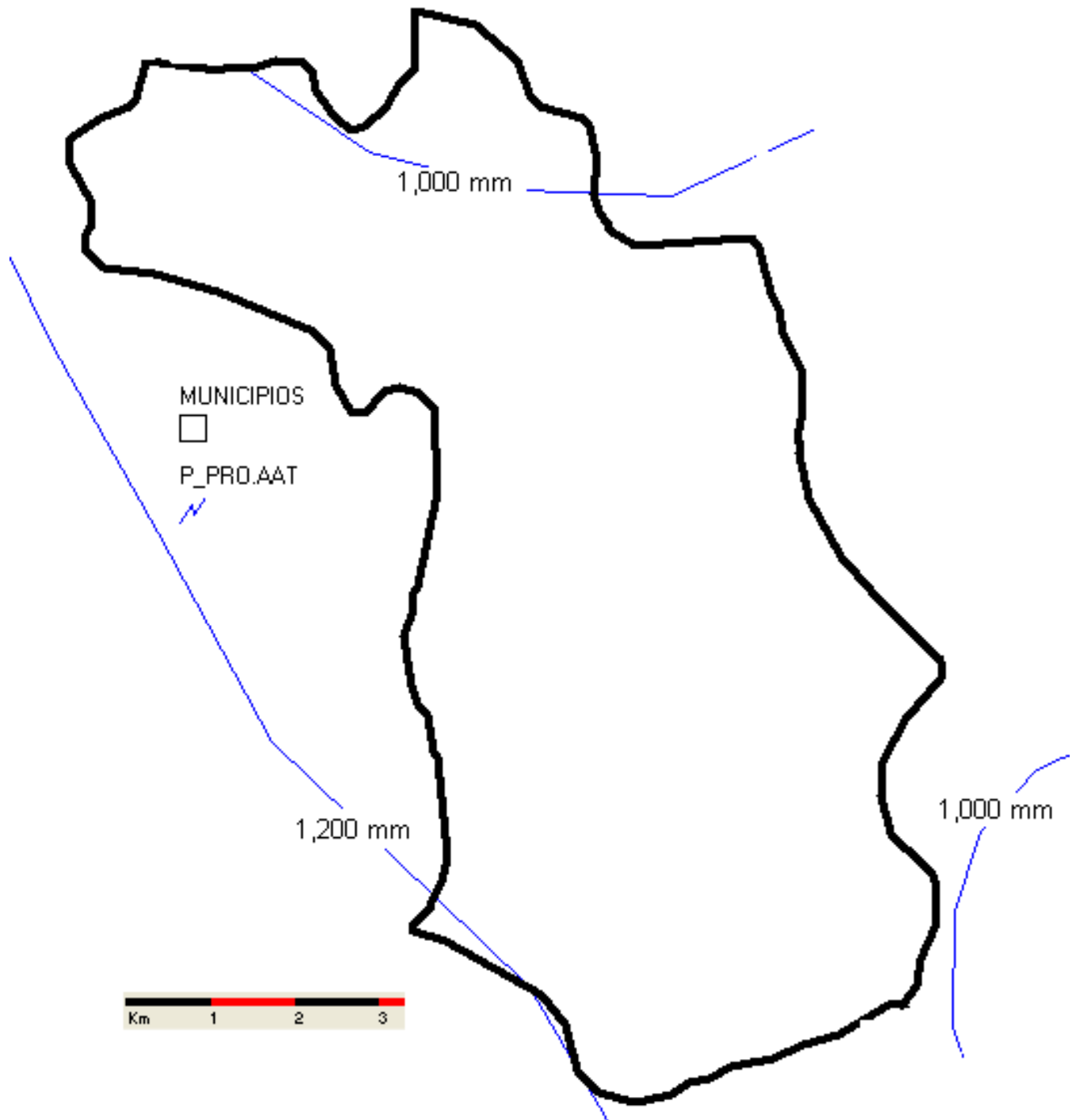
Fuente:
 MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala, escala 1:250,000. Guatemala. 1 CD.

Mapa 5: Cuencas y ríos del municipio de Patzicía, Chimaltenango, Guatemala.



Fuente:
MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala, escala 1:250,000. Guatemala. 1 CD.

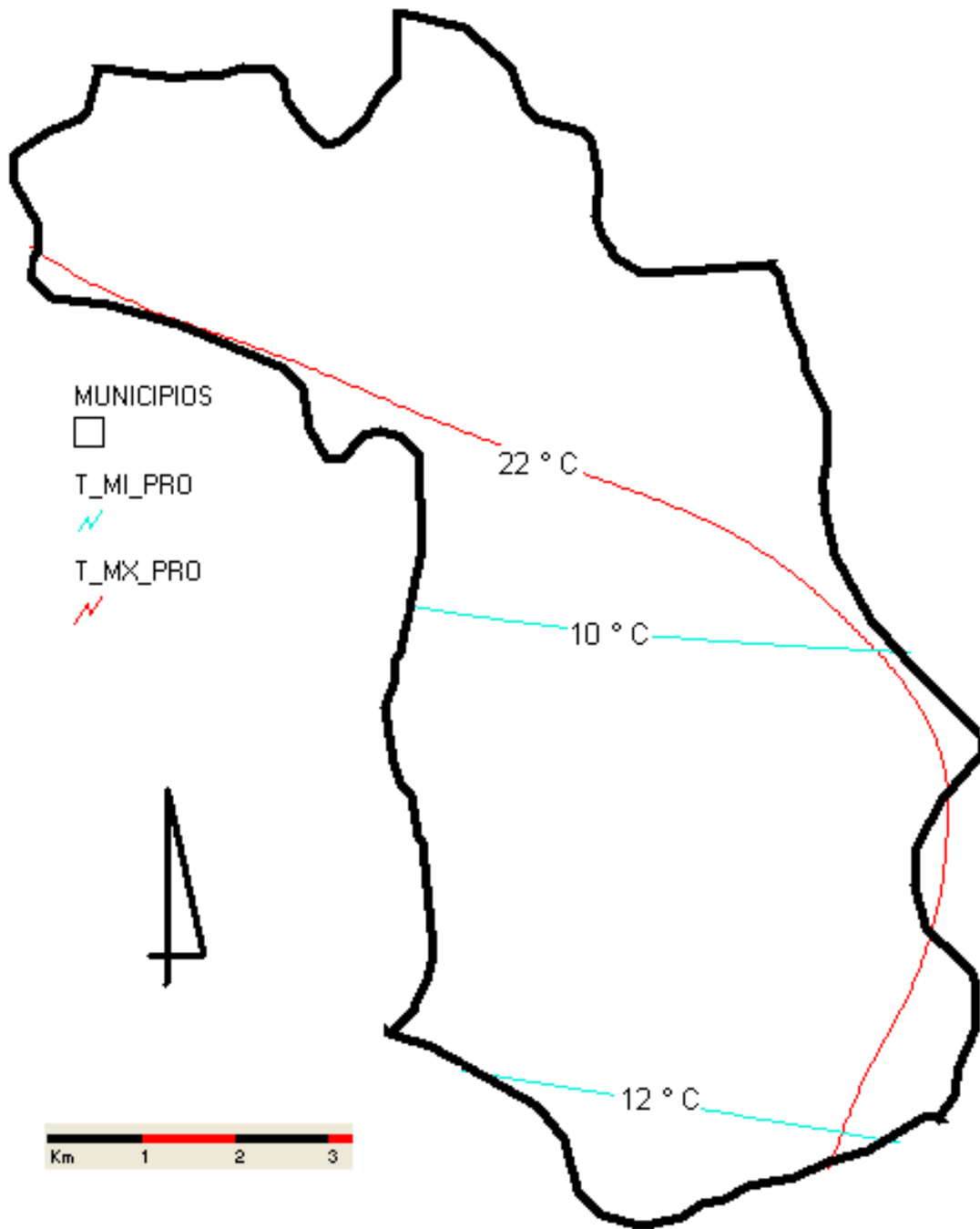
Mapa 6: Zonas de vida (Holdridge) del municipio de Patzicía, Chimaltenango, Guatemala



Fuente:

MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala, escala 1:250,000. Guatemala. 1 CD.

Mapa 6: Precipitación promedio anual (mm) del municipio de Patzicía, Chimaltenango, Guatemala.



Fuente:

MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala, escala 1:250,000. Guatemala. 1 CD.

Mapa 7: Temperaturas máximas y mínimas (centígrados) del municipio de Patzicía, Chimaltenango, Guatemala












| | Derosal y Previcur | Positrón | Positrón | Consento | Positrón | Consento | Positrón | Consento | Sereno | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| | 00-09 días | 10-19 días | 20-29 días | 30-39 días | 40-49 días | 50-59 días | 60-69 días | 70-79 días | 80-89 días | 81-93 días | |

Figura 9 Programa Tres Mosqueteros:












| | antracol | Antracol y previcur | Antracol y previcur | Positrón y previcur | Positrón | Positrón | Sereno | | | | |
|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 00-09 días | 10-19 días | 20-29 días | 30-39 días | 40-49 días | 50-59 días | 60-69 días | 70-79 días | 80-89 días | 81-93 días | | |

Figura 10 Programa Infinito:












| | Positrón | Positrón | Consento | Infinito | Infinito | Infinito | Consento | Consento | | |
|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 00-09 días | 10-19 días | 20-29 días | 30-39 días | 40-49 días | 50-59 días | 60-69 días | 70-79 días | 80-89 días | 81-93 días | |

Figura 11 Programa elaborado por los productores, utilizado como testigo.



INSIVUMEH

Instituto Nacional de Sismología Vulcanología Meteorología e Hidrología
Ministerio de Comunicaciones Infraestructura y Vivienda, GUATEMALA C.A.

ESTACION: SANTA CRUZ BALANYA

DATOS MENSUALES Y ANUALES PARA EL AÑO 2010

| PARAMETRO | JUN | JUL | AGO |
|------------------|-------|-------|-------|
| Temp. media °C | 17.7 | 17.3 | 17.2 |
| Temp Max °C | 22.0 | 21.9 | 22.0 |
| Temp Min °C | 12.3 | 12.4 | 12.9 |
| Temp. Max Abs °C | 27.4 | 24.8 | 24.4 |
| Temp Min Abs °C | 10.0 | 9.8 | 9.4 |
| Humedad rel. (%) | 87 | 86 | 90 |
| Lluvia (mm) | 210.0 | 183.8 | 289.5 |
| Días de lluvia | 20 | 21 | 29 |
| Nubosidad OCTAS | 7 | 7 | 7 |
| Vel. viento K/h | 2.1 | 1.4 | 1.0 |
| Dirección viento | C | C | C |

Fuente:INSIVUMEH 2013.