

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE PROTECCION AGRICOLA Y FORESTAL



TRABAJO DE DIPLOMA

Evaluación de alternativas químicas y biológicas en el manejo del tizón tardío [*Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary] en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*)

Autores:

**Br. Yalmin Ulises Miranda González
Br. Wilmer Jesús Lanzas Zeledón**

Asesor:

MSc. Jorge Ulises Díaz Blandón

Managua, Nicaragua 2007

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE PROTECCION AGRICOLA Y FORESTAL

Evaluación de alternativas químicas y biológicas en el manejo del tizón tardío (*Phitophthora infestans*. Mont. DE Bary) en el cultivo de papa (*solanum tuberosum*).

Autores:

**Br. Yalmin Ulises Miranda González
Br. Wilmer Jesús Lanzas Zeledón**

Asesor:

MSc. Jorge Ulises Díaz Blandón

Esta tesis esta sometida a discusión por las autoridades correspondientes para optar al grado profesional de ingeniero en sistema de protección agrícola y forestal.

Managua, Nicaragua 2007

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a **Dios todopoderoso por** darme la inteligencia para desarrollar mis capacidades, a mis padres **Francisco Miranda y Sixta González** por el amor y cariño que siempre me brindan y por el esfuerzo que han realizado para ayudarme alcanzar mis metas

Yalmin Miranda González

Le dedico esta tesis a **Dios**, a mis padres **Ronald Lanzas González y Ana Zeledón López** por haberme apoyado durante todos los años de estudio

Wilmer Lanzas Zeledón

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Universidad Nacional Agraria (UNA) y a su equipo de profesores por su apoyo incondicional y vocación de enseñarnos sus conocimientos.

Agradecemos a nuestro asesor el Ing. MSc. Jorge Ulises Díaz Blandón porque incondicionalmente nos apoyó con sus ideas y sugerencias en este trabajo.

A la Lic MSc. Verónica Guevara por su apoyo y porque siempre nos brinda su amistad incondicional

También agradecemos a los docentes del departamento de protección agrícola y forestal

INDICE GENERAL

| Sección | pagina |
|-----------------------------------|---------------|
| 4.3. Descripción de tratamientos | 13 |
| INDICE DE CUADROS | V |
| INDICE DE FIGURAS | VI |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. OBJETIVOS | 6 |
| II. REVISION DE LITERATURA | 7 |
| 3.1. Taxonomìa | 7 |
| 3.2. Origen | 7 |
| 3.3. Descripción botánica | 8 |
| 3.4. Característica de la papa | 9 |
| 3.5. Usos principales | 10 |
| 3.6. Característica de l patógeno | 10 |
| IV. MATERIALES Y METODOS | 13 |
| 4.1. Localización del experimento | 13 |
| 4.2. Material experimental | 13 |

| Sección | pagina |
|---|---------------|
| 4.4. Diseño experimental | 14 |
| 4.5. Manejo agronómico | 14 |
| 4.5. Aplicación de tratamientos | 15 |
| 4.6. Dosis aplicadas en los Tratamientos | 16 |
| 4.7. Variables evaluadas | 17 |
| 4.8 Análisis | 18 |
| V. RESULTADOS | 20 |
| VI. DISCUSION | 23 |
| VII. CONCLUSIONES | 26 |
| VIII. RECOMENDACIONES | 27 |
| IX. BIBLIOGRAFIA | 28 |

INDICE DE CUADROS

| Sección | Página |
|--|---------------|
| 1. Alternación de los fungicidas por tratamientos | 15 |
| 2. Dosis de los fungicidas de contacto y sistémico utilizadas | 16 |
| 3. Escala de severidad propuesta por el CIP | 17 |
| 4. Análisis de varianza de la variable severidad del tizón tardío en el cultivo de papa | 19 |
| 5. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad del tizón tardío en papa | 21 |

INDICE DE FIGURAS

| Sección | Página |
|---|---------------|
| 1. Severidad de tizón tardío por tratamiento en el cultivo de papa | 20 |
| 2. Curva de progreso del tizón tardío en la comunidad de Aranjuez, Matagalpa | 22 |

Evaluación de alternativas químicas y biológicas en el manejo del tizón tardío [*Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary] en papa (*Solanum tuberosum*)

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo la evaluación del efecto de alternativas químicas y biológicas para el manejo del tizón tardío [*Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary]. El ensayo se estableció en Aranjuez, Matagalpa en los meses de Octubre 2006 a Enero 2007, utilizando el diseño de bloques completo al azar (BCA) con ocho tratamientos y cuatro repeticiones donde se evaluaron fungicidas de contacto y sistémicos, incluyendo también un fungicida biológico como preventivo. Las aplicaciones se hicieron antes que aparecieran los primeros síntomas con fungicidas de contacto, después de los primeros síntomas las aplicaciones con sistémicos, no más de tres aplicaciones, excepto en el tratamiento 3 que fue a criterio del productor. Los tratamientos utilizados fueron: un testigo al cual no se le aplicó ningún fungicida, T1 (Mancozeb + Alliete), T2 (Bravonil + Equation), T3 (Hachero + Curzate), T4 (Mancozeb + Amistar), T5 (Serenade + Flint), T6 (Mancozeb + Curzate) y T7 (Serenade + Curzate). La variedad utilizada fue Calwhite variedad susceptible a esta enfermedad, posteriormente los datos registrados durante el ensayo fueron analizados con el programa estadístico SAS versión 9.1.3. Las variables evaluadas fueron: severidad, área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) y de acuerdo a esto se diagramó la curva de progreso de la enfermedad (CPE), donde los resultados muestran que el tratamiento 5 no tuvo ningún efecto en el control de la enfermedad, al igual que el testigo mostrando siempre una fase exponencial a partir de la segunda semana después de haber emergido el total de las plantas, hasta alcanzar su máximo porcentaje de severidad. El tratamiento 3 mantuvo su fase logarítmica hasta los 43 días después de la emergencia (dde) con un porcentaje de severidad menor al 25% y los tratamientos 1, 2, 4 y 7 mostraron su fase exponencial después de los 43 dde, en cambio el tratamiento 6 mostró una sola fase logarítmica, siendo este el más efectivo para el manejo de la enfermedad

I. INTRODUCCION

La papa (*Solanum Tuberosum* L.) es originaria de Sudamérica donde hay otras especies del mismo género. Luego fueron llevados los primeros tubérculos a Europa, ésta pertenece a la familia Solanaceae (Ratera, 1945).

La papa es un tubérculo de consumo popular, adaptado a diferentes condiciones climáticas y de suelos de nuestro territorio. Sin embargo, los mejores rendimientos se logran en suelos franco arenosos, profundos, bien drenados y con un pH de 5,5 a 8,0.

Según el INTA (2007) el cultivo de la papa se ve favorecida por la presencia de temperaturas mínimas ligeramente por debajo de sus normales y máximas ligeramente superiores en el período de tuberización; Aunque hay diferencias de requerimientos, según la variedad de que se trate, podemos generalizar, sin embargo, que temperaturas máximas o diurnas de 20 a 25°C y mínimas o nocturnas de 8 a 13°C son excelentes para una buena tuberización.

La papa (*Solanum tuberosum* L.) puede ser considerada como uno de los principales productos en la zona norte de Nicaragua, como Matagalpa, Jinotega y en menor escala Estelí; por ser los lugares que presentan las condiciones agro ecológicas propicias para su desarrollo.

Se maneja que antes de los años ochenta se llegaron a cultivar hasta 300 hectáreas por año. Esta misma fuente señala que para los años noventa, los productores involucrados en la

producción de papa lograron cultivar un promedio de 800 hectáreas por año, con una producción promedio de 14 mil toneladas, logrando abastecer el 80% del consumo nacional.

Según el INTA (2007) los países latinoamericanos se han incorporado a la búsqueda de variedades para disminuir la importación de semilla, obteniendo importantes logros en la región, contribuyendo al mejoramiento y adaptación de variedades a las situaciones particulares de cada país o región productora.

La misma fuente dice que existen en el país un promedio de 1000 familias dedicadas a la producción de papa tanto papa-semilla como de papa-consumo. Adicionalmente se trata de un cultivo de alta generación de empleo. Los requerimientos de mano de obra son de aproximadamente 186 días hombre por hectárea. En consecuencia, el área cultivada genera 334,800 jornales de empleo.

Se estima que el consumo per cápita anual de papa a nivel nacional es de 8 kg, equivalente a 17.6 libras anuales. Este es un consumo bajo si se compara con otros países como Costa Rica donde el consumo es de 20 y 22 kilos per cápita por año. En otros países como los europeos, el consumo es aún más alto. Esto tiene que ver con el patrón alimentario del nicaragüense donde prevalece la combinación arroz/fríjol y también ocupa un lugar importante el maíz (INTA, 2007).

No existe en el país una caracterización sistematizada de los productores de papa, en comparación con los cultivos comerciales de papa que se manejan en otros países, se puede

decir que la producción de papa en el país es predominantemente de pequeños productores con área de 1 manzana, éste constituye el 47%, mientras que los medianos y grandes productores registran un promedio de 2 y 6 manzanas, con un 34% y un 19% respectivamente (INTA, 2007).

El cultivo de la papa se siembra en el país en tres épocas del año Primera –mayo/junio; Postrera –agosto/septiembre y Apante –diciembre/enero; según productores de Matagalpa y Jinotega, las épocas que generan mayor volúmenes de producción son: postrera y apante (encuesta del INTA, 2007).

En Nicaragua el cultivo de papa tiene muchas limitantes entre ellas tenemos las enfermedades ocasionadas por diversos patógenos; una de las más importante es el tizón tardío ocasionado por el oomicete *Phytophthora infestans* Mont (De Bary) que es conocida comúnmente como chamusco. La enfermedad se encuentra presente en casi todas las regiones paperas del país. Según Agrios (1991) la agresividad de ésta afecta negativamente la rentabilidad del cultivo al depender en gran parte de la aplicación de fungicidas.

Esta enfermedad afecta a toda la planta, excepto las raíces. En las hojas, generalmente en el ápice, aparecen lesiones oscuras necróticas e irregulares, en los tejidos de los tallos también pueden aparecer lesiones necróticas oscuras, la enfermedad rápidamente compromete a toda la planta dándole un aspecto quemado o atizonado. Los tubérculos infectados presentan lesiones de color marrón rojizas irregulares, comprometiendo su parte más externa (Agrios, 1991.)

En Nicaragua el control del tizón tardío depende en gran parte de los fungicidas químicos; los productores han utilizado productos preventivos o de contacto que en un inicio obtuvieron buenos resultados; sin embargo en condiciones favorables al tizón tardío el uso de solo productos de contacto no les resultan eficientes en el control de esta enfermedad.

Los productores además de fungicidas de contacto aplican productos sistémicos sin restricción alguna y en algunos casos inoportunas. Sin embargo, según Fernández (2000) el uso inadecuado y/o excesivo puede promover la aparición de razas resistente al fungicida.

Una de las causas principales de resistencia es la presión de selección de fungicidas de acción específica; uno de los primeros casos de resistencia a fungicida se detectó en 1968 con la pirimidina el cual era eficaz en el control del mildiu polvoso. Durante los últimos años han surgido muchos otros casos de fungicida que se han tornado ineficaces, uno de estos casos incluye el metalaxil el cual era efectivo para controlar al tizón tardío (Castaño-Zapata, 1994)

Al igual que la papa el agente causal del tizón tardío (*Phytophthora infestans*) es originario de la misma región así que es lógico buscar fuentes de la resistencia genética al patógeno en las plantas de papa salvajes de esta región

Los hongos tienen pared celular que contienen quitina y glucano, sin embargo los organismos parecidos a hongos como los Oomycotas u Oomycetes los cuales hasta 1990 fueron considerados hongos; poseen pared celular compuesta de glucano y pequeñas cantidades de celulosa pero no quitina. Los Oomycetes son ahora miembros del reino

chromista, sin embargo siguen siendo tratados como hongos debido a las muchas similitudes que tienen con estos al menos en la manera de causar enfermedades en plantas (Agrios, 1997)

II. OBJETIVOS

Objetivo General

Contribuir a la reducción de las pérdidas ocasionadas por el tizón tardío en el cultivo de la papa.

Objetivos Específicos

- 1 Determinar la eficacia de la rotación de fungicidas de contacto con fungicidas sistémicos o curativos.
- 2 Determinar la efectividad de la formulación biológica *Serenade* como fungicida protectante y/o curativo en el manejo del tizón tardío en el cultivo de la papa.
- 3 Evaluar la efectividad de la combinación de fungicidas químicos con fungicidas biológicos.
- 4 Evaluar la factibilidad de usar dosis mínimas de los fungicidas protectantes y/o sistémicos para el control del tizón tardío de la papa.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1. Taxonomía

De acuerdo con Blanco (1992) la papa (*Solanum tuberosum* L.) tiene la siguiente estructura taxonómica.

| | |
|------------|--------------------|
| Reino | vegetal |
| Sub reino | embriophyta |
| División | antophyta |
| Clase | dicotiledónea |
| Sub clase | asteridae |
| Familia | Solanáceae |
| Genero | Solanum |
| Sub genero | potatoe |
| Especie | <i>S tuberosum</i> |

3.2. Origen de la papa

La teoría sobre el origen de la papa; fue ajustada por J. C Hanks en 1945; en ella se dice que el origen de papa se encuentra en el altiplano de Perú donde existe un mayor número de especies silvestres y domesticadas.

Centros probables como origen de la papa

Centro primario: que se encuentra en el macizo andino (Perú y Bolivia)

Centro secundario: donde el origen de la papa estaría en el sur de Chile, en la isla “chiloe” que corresponde a la subespecie *Solanum tuberosum* (Bukasov, 1939)

3.3. Descripción botánica

La descripción botánica del cultivo de papa está basada en el libro de Bukasov (1939):

Las hojas son compuestas alternas y consisten de un pecíolo con un foliolo terminal; foliolos secundarios y algunas veces foliolos terciarios.

Los tallos son herbáceos, erguidos o ligeramente postrados. El tallo principal crece directamente del tubérculo, los tallos secundarios salen del tallo principal, además de los tallos secundarios las plantas pueden presentar ramificaciones apicales, estas se desarrollan a partir de las axilas de las hojas de la parte superior del tallo principal.

Las raíces de la planta que nacen de la semilla tienen una raíz principal pivotante de la que se desarrollan raíces secundarias de tipo fibrosa; en las plantas que se desarrollan a partir de tubérculos, se forma un grupo de raíces adventicias fibrosas que nacen de los nudos de la parte subterránea del tallo principal. En general la planta posee un sistema radicular superficial que penetra en el suelo 30 cm aproximadamente.

El tubérculo puede ser considerado como una parte del tallo adaptado para el almacenamiento de sustancias nutritivas y para la reproducción (Avendaño, 1984).

3.4. Características del cultivo de papa

Los requerimientos climáticos y edáficos del suelo están descritos de acuerdo al libro de Avendaño (1984). La planta de papa tiene dos procesos importantes que son: la fotosíntesis

y la respiración. En la fotosíntesis los carbohidratos son producidos mientras que en la respiración son consumidos.

La diferencia de carbohidratos entre la fotosíntesis y la respiración determinan el crecimiento y el rendimiento de la planta. Tanto la fotosíntesis como la respiración dependen de factores climáticos y de suelo.

Temperatura: Temperatura ambiental óptima para la formación de tubérculos es de 15–18°C, Temperatura entre 20–29°C el desarrollo de los tubérculos se reduce marcadamente, mayores de 30°C no se forman tubérculos o los que se forman tienen un desarrollo muy pobre.

Humedad: las mejores áreas productoras de papa son aquellas con una cantidad total de lluvia igual a los 400 mm distribuidos desde la siembra hasta la cosecha, el exceso de lluvia disminuye también los rendimientos.

Tipo de suelo: el peso, forma y apariencia del tubérculo depende en gran medida de la textura y naturaleza física del suelo. Los mejores suelos para la papa son los francos arcillosos de buen drenaje y un buen contenido de materia orgánica, una profundidad de 45 cm y un pH ligeramente ácido o neutro (Avendaño, 1984).

3.5. Usos Principales

a) Alimentación: planta alimenticia más utilizada en el mundo se siembra prácticamente en todas las latitudes. Su valor nutritivo se debe a la riqueza en almidón que tiene la doble cualidad de ser energético y muy nutritivo.

b) Uso industrial: Industria de Almidón para uso en repostería, Charcutería y en la industria de la salsa, de los platos preparados y de los productos dietéticos.

Alcoholes: para producción de alcohol carburante (bioetanol).

Bebidas alcohólicas: en Alemania se fabrica schnaps y en Rusia ciertas variedades de vodka.

Preparados Alimenticios: purés, papas fritas en diferente presentación y con diversos sabores.

3.6. Características del agente causal del tizón tardío

Según Agrios (1997) a partir de 1990 este organismo deja de llamársele hongo porque los hongos tienen pared celular compuesta de quitina y glucano; en cambio estos poseen glucano y pequeñas cantidades de celulosa pero no poseen quitina y los ubica con la siguiente estructura taxonómica.

Reino: Chromista

Phytium: Oomycota

Clase: Oomycete

Orden: Peronosporales

Familia: Pythiaceae

Genero: Phytophthora

3.7. Reproducción sexual

Phytophthora infestans requiere un par de tipo de compatibilidad para reproducirse sexualmente, y debido a que solo uno de ellos ocurre en la mayoría de los países, la fase sexual de este rara vez es observada; sin embargo ambos tipos de compatibilidad se encuentran ampliamente distribuidos y las Oosporas son muy comunes. Cuando los dos tipos de compatibilidad crecen uno cerca del otro la hifa femenina crece en dirección del anteridio (gametangio masculino) joven y forma un Oogonio (gametangio femenino) el cual después de fecundado por el anteridio se desarrolla en una Oospora de pared gruesa. Las Oosporas germinan por medio de un tubo gametangial el cual produce un esporangio, aunque algunas veces forma directamente un micelio. (Agrios, 2005).

3.8. Reproducción asexual

La reproducción asexual es una simple duplicación del organismo basado en división mitótica de los núcleos, este proceso no ofrece las mismas posibilidades de recombinación genética.

El esporangio esta lleno de esporas motiles con flagelos a los cuales se les conoce como zoosporas, y su talo varia desde unicelular hasta filamentoso, cenocitico y multinucleado.

En los sitios donde se forman los esporangios, los esporangiosforos forman inchamientos. Los esporangios germinan casi siempre por medio de zoosporas a temperatura menor a 12 o 15 °C y cada uno de estos producen de 3 a 8 zoosporas

3.9. Diseminación

El hongo es dispersado por los esporangios que son llevados por el viento, que se producen en los esporangiosforos que emergen de los estomas de hojas infectadas en condiciones húmedas.

Dentro de la hoja, las hifas producen los haustorios en las células huéspedes individuales. Sin embargo, los tejidos finos infectados pronto mueren, y el hongo después se separa a través de la hoja y sobrevive en los tejidos vegetales (CIP, 1987).

3.1.1 Control cultural

Fernández et al., (1999) señala que en el manejo integrado del tizón tardío se involucra varios componentes importantes como: prácticas culturales en las cuales se recomienda rotación de cultivos, épocas de siembra, selección de variedades resistentes, eliminación de plantas huéspedes aun cuando hayan otros cultivos, selección de semilla, un buen manejo agronómico (aporque alto, desmalezamiento, distancia de siembra).

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Localización del área experimental

El ensayo se realizó en la época de postrera (Octubre 2006-Enero 2007) en la comunidad de Aranjuez municipio de Matagalpa (Anexo 4), localizado geográficamente a 13° 01' 21" latitud Norte y 85° 55' 12" longitud oeste, a una altura de 1380 msnm, con precipitación entre los 1600-2000 mm/año sin presencia de canícula, la temperatura media anual es menor a los 20°C y HR de 40 – 87%. La textura de los suelos es franco arcilloso, con pendiente entre 15-30 % y erosión moderada (INETER, 2007).

4.2 Material experimental

Se utilizó semilla asexual (tubérculo) de la variedad CalWhite, una variedad de madurez precoz, desarrollada en la universidad de California USDA-ARS para consumo fresco. Produce un buen número de tubérculos uniformes de forma largo, ovalado, la piel es blanca, dormancia corta, la planta tiene un crecimiento inicial rápido, la flor es de color blanco, es susceptible al tizón tardío.

Se utilizaron fungicidas de contacto tales como Mancozeb (ditiocarbamato), Bravonil (clorotalonil), Hachero (sulfato de cobre) y Serenade Max (*Basillus Subtilis* cepa QST 713). También fungicidas sistémicos como: Aliette (Fosetil-aluminio), Equation Pro (Famoxadona), Curzate (Cymoxanil + Mancozeb), Amistar (Estrobirulina+Triazol) y Flint (Oximinoacetate).

4.3 Descripción de tratamientos

Los tratamientos consistieron en la rotación de fungicidas de contacto y sistémico, incluyendo en esta rotación al fungicida de origen biológico Serenade Max 14,6 WP (*Bacillus subtilis* cepa QST 713) aplicado como fungicida preventivo. Se incluyó además un tratamiento (Tratamiento 3), en el cual la frecuencia y la forma de aplicar los productos se hicieron a criterio del productor. En total fueron siete tratamientos más un testigo absoluto al que no se le aplicó ningún fungicida.

4.4 Diseño experimental

El diseño utilizado fue el de bloques completo al azar (BCA), con siete tratamientos efectivos y cuatro repeticiones, mas un testigo absoluto para un total de 32 unidades experimentales; los tratamientos fueron distribuidos al azar.

Cada unidad experimental del tratamiento consistió de 5 surcos, con 20 plantas cada uno, totalizando 100 plantas de papa por parcela. La parcela experimental tuvo una dimensión de 30 m² y cada bloque fue de 240 m², para un área total del experimento de 960 m².

4.5 Manejo agronómico

Se requirió de una buena preparación de suelo, esto consistió en el desmalezamiento del sitio seguido de la ruptura del terreno, tres pases de grada y el surqueado; esto fue de manera tradicional utilizando tracción animal.

La siembra se realizó el 25 de Octubre del 2006, en este momento se aplicó el fertilizante 12-30-10 (N-P-K) con una cantidad de 5 quintales (qq)/Ha. A los 18 días después de la emergencia (dde), debido a la aparición de insectos se aplicó cipermetrina con una dosis de 1.5 litros/Ha para evitar que los insectos interfirieran en el registro de los datos de severidad que se tomaron.

A los 30 dde se realizó el aporque y la segunda fertilización con 18-46-0 (N-P-K) con la misma dosis de la primera fertilización, este se aplicó alrededor de la planta; además un fertilizante foliar (Bayfolan forte) a razón de 1 litro/Ha a partir de esta fecha, continuando la aplicación de éste mezclado con los tratamientos de fungicidas.

El control de maleza se realizó de forma manual en este caso utilizando azadón al momento del aporque. La distancia de siembra fue de 0.30 m entre planta por 1 m entre surco para una densidad poblacional de 33,333 plantas/ha.

4.6 Aplicación de tratamientos

Las aplicaciones de fungicidas preventivos (Mancozeb, Bravonil, Hachero y Serenade Max) iniciaron cuando habían emergido más del 50% de las plantas, antes que aparecieran los primeros síntomas de tizón tardío en el follaje del cultivo, con una frecuencia de aplicación de cada 7 días. Después se alternaron las aplicaciones cuando aparecieron los primeros síntomas con fungicidas sistémicos (Alliette, Equation Pro, Curzate, Amistar y Flint) y se hicieron de acuerdo al siguiente esquema:(P- P- P - S – P – S – P –P - S).
Donde: P = preventivo y S= sistémico

La alternación de fungicida (sistémico y preventivo) por tratamiento se hizo de la siguiente manera (Tabla 1).

Tabla 1 Alternaciones de los fungicidas por tratamientos en la comunidad de Aranjuez municipio de Matagalpa.

| Tratamientos | Fungicida | Clave |
|--------------|-------------------------|---------|
| 1 | Mancozeb - Alliette | Mz + al |
| 2 | Bravonil - Equation pro | Bv + Eq |
| 3 | Hachero - Curzate | Ph + Cz |
| 4 | Mancozeb - Amistar | Mz + Am |
| 5 | Serenade Max - Flint | Sn + Fl |
| 6 | Mancozeb - Curzate | Mz + Cz |
| 7 | Serenade - Curzate | Sn + Cz |

4.7 Dosis aplicadas de los fungicidas en los tratamientos

De acuerdo al modo de acción de los fungicidas de contacto y sistémico (Anexo 1) los fungicidas fueron utilizados de acuerdo al esquema explicado anteriormente y las dosis aplicadas fueron de acuerdo a la descripción del producto (Cuadro 2).

Cuadro 2 Dosis de los fungicidas de contacto y sistémico utilizadas en los tratamientos

| Fungicida | Dosis |
|---|--------------|
| Preventivo | |
| Mancozeb (Ditiocarbamato) | 600 g/Ha |
| Bravonil (Clorotalonil) | 750 ml/Ha |
| Hachero (sulfato de cobre) | 200 ml /Ha |
| Serenade Máx.(<i>Basillus Subtilis</i>) | 600 g/Ha |
| Curativo | |
| Aliette (Fosetil-aluminio) | 600 g/Ha |
| Equation Pro (Famoxadona) | 500 g/Ha |
| Curzate(Cyimoxanil+Mancazeb) | 600 g/Ha |
| Amistar (Estrobirulina+Triazol) | 300 g/Ha |
| Flint (Oximinoacetate) | 300 g/Ha |

4.8 Variables evaluadas

Las variables que se evaluaron para determinar el efecto de los tratamientos sobre el patógeno fue la severidad tomando 30 plantas de papa de los tres surcos centrales los cuales fueron tomados como la parcela útil, dejando un surco a cada lado de esta parcela (área útil). El primer registro de severidad se efectuó a los 18 dde, posteriormente se realizaron cada 5 días, haciendo el último registro a los 42 dde.

Para determinar el porcentaje de severidad se hizo mediante una escala propuesta por el Centro Internacional de la Papa (CIP) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Sistema modificado de evaluación de tizón tardío de la papa (W. E. Fry et al., datos no publicados). Basado en Fry (6), James (9), y la sociedad Británica de micología.

| Severidad (%) | Descripción |
|---------------|---|
| 0.01 | Dos a cinco folíolos afectados por cada diez plantas. alrededor de cinco lesiones grandes por cuadrante (20- 25 plantas) |
| 0.1 | Alrededor de 5 a 10 folíolos infectado por planta, o alrededor de 2 hojas afectadas por planta. |
| 1 | Infección general ligera. Alrededor de 20 lesiones por planta, o 10 hojas afectada por planta, o 1 en 20 hojas afectada severamente. |
| 5 | Alrededor de 100 lesiones por planta. Uno en 10 folíolos afectado. |
| 25 | Prácticamente cada folíolo está infectado pero las plantas mantienen su forma normal. El campo luce verde aunque todas las plantas están afectadas. |
| 50 | Todas las plantas están afectada y cerca del 50% del área foliar está destruida. El campo aparece de color verde con manchas marrones. |
| 75 | Cerca del 75% del área foliar destruida. El campo aparece de un color entre verde y marrón. |
| 95 | Solo unas pocas hojas en las plantas pero los tallos permanecen verdes. |
| 100 | Todas las hojas muertas. Los tallos muertos o muriendo. |

4.9 Análisis

Los registros de severidad se utilizaron para calcular el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE), basándose en la fórmula propuesta por Shanner y Finney (1977)

$$ABCPE = \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_{i+1} + x_i}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

Donde: x: es la severidad del tizón tardío (%)

t: es el tiempo (días entre las dos lecturas)

n: es el número de evaluaciones.

4.9.1 Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza y una separación de medias mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, utilizando el programa estadístico SAS (Sistema de análisis estadístico) versión 9.1.3.

V. RESULTADOS

De acuerdo al análisis de varianza no se encontró diferencia significativa para la variable severidad de tizón tardío entre los bloques, pero si hay diferencia altamente significativa entre tratamientos (Cuadro 4; Anexo 5).

Cuadro 4. Análisis de varianza de la variable severidad de tizón tardío en el cultivo de papa cv. Calwhite en Aranjuez, Matagalpa. 2007.

| Fuente de variación | G l | F calculada | Pr > F |
|----------------------------|------------|--------------------|------------------|
| Bloque | 3 | 0.03 | 0.9942 |
| Tratamiento | 7 | 67.75 | <.0001 |
| Bloque * Trat | 21 | 0.11 | 1.0000 |

Gl = grados de libertad

$$R^2 = 0.62$$

$$CV = 27.79$$

Con respecto a las medias de severidad de los tratamientos evaluados (Anexo 2) y presentado en la Figura 1, el tratamiento 5 (Serenade Max + Flint) fue el que presentó mayor porcentaje de severidad por lo tanto es el tratamiento menos efectivo.

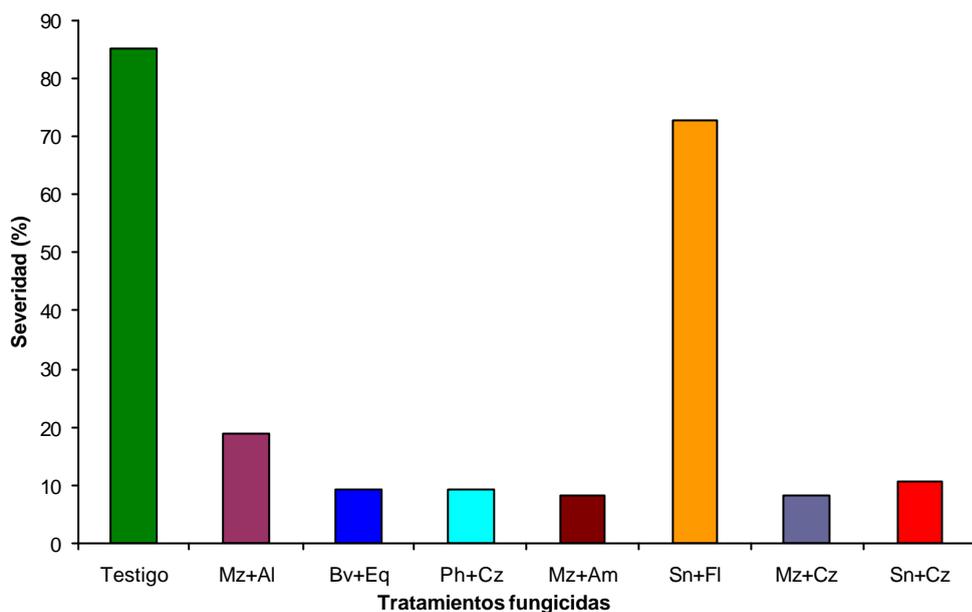


Figura 1. Severidad de tizón tardío en los diferentes tratamientos evaluados.

El área bajo la curva de progreso de la enfermedad nos indica la efectividad del tratamiento sobre el manejo del tizón tardío. Cuanto mayor es el valor del ABCPE menor es la efectividad del tratamiento. En el estudio el mejor tratamiento en el control de *Phytophthora infestans* fue el tratamiento 6 (Mancozeb + Curzate) con un ABCPE de 5.015 y el tratamiento 2 (Bravonil + Equation) con un ABCPE de 25.98; el menos efectivo fue el tratamiento 5 (Serenade + Flint) con un ABCPE de 1951.41 que se comportó similar al testigo y el tratamiento 3 que fue a criterio del productor con un ABCPE de 54.33 el cual obtuvo un comportamiento bueno con respecto al testigo pero inferior al tratamientos 6 (Cuadro 5)

Cuadro 5. Área bajo la curva de progreso de la enfermedad de la evaluación de los tratamientos en la comunidad de Aranjuez Matagalpa

| Tratamientos | ABCPE | Comparación Tukey |
|---------------------|--------------|------------------------------|
| Testigo | 2804.725 | a |
| Mancozeb - Alliete | 34.8075 | b |
| Bravonil - Equation | 25.98 | b |
| Hachero - Curzate | 54.33 | b |
| Mancozeb - Amistar | 53.9375 | b |
| Serenade - Flint | 1951.41 | a |
| Mancozeb - Curzate | 5.015 | b |
| Serenade - Curzate | 29.0425 | b |

Con respecto a la curva de progreso de la enfermedad (CPE) durante el desarrollo de la planta (Figura 2) el inicio de la enfermedad en el cultivo de papa se presentó a la segunda semana después de la emergencia, cuando el 80% de las plantas habían emergido, alcanzando el máximo nivel de severidad a los 43 dde en el tratamiento 5 y a los 28 dde en el testigo, no mostrando fase logarítmica sino una fase exponencial, mientras que en los otros tratamientos 1,3 y 7 mantuvieron una fase logarítmica hasta los 43 dde, después de esta fecha pasaron a su fase exponencial con porcentaje de severidad por debajo del 25%, en cambio el tratamiento 6 mostró siempre una sola fase (fase logarítmica) con porcentaje inferior al 10%.

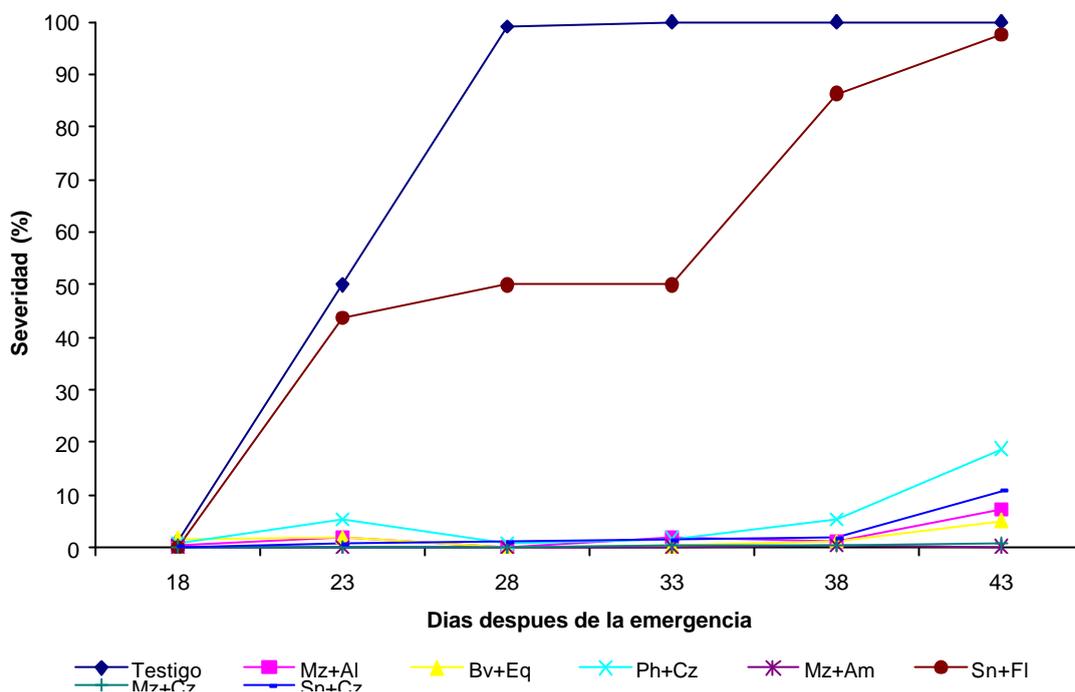


Figura 2 Curva de progreso del tizón tardío en la variedad de papa Calwhite en Aranjuez, Matagalpa 2007.

VI. DISCUSIÓN

Las combinaciones de los fungicidas se hicieron de acuerdo al modo de acción de estos, por eso se hacen las primeras aplicaciones con fungicidas de contacto que actúan para prevenir el establecimiento del patógeno en la superficie de la planta evitando su germinación y penetración, limitando la propagación del patógeno en el cultivo.

Según García (2004) cabe la posibilidad que no se hayan evidenciado síntomas del patógeno aun cuando este haya penetrado; por eso se aplicaron después fungicidas sistémicos que actúan dentro de las plantas de forma ascendente y descendente directamente en la polimerasa del ARN del patógeno, además las aplicaciones alternas de fungicidas de contacto y sistémicos

reducen la posibilidad de crear resistencia dado que se usan lo menos posible las aplicaciones de fungicidas sistémicos, porque según Rodríguez (2001) existen experiencias que corroboran la capacidad del organismo de producir resistencia al fungicida, cuando se usa en forma continua.

También se diseñó un tratamiento (Tratamiento 3), en el cual las aplicaciones de los fungicidas de contacto y sistémico se hicieron a criterio del productor y éste nos mostró que su comportamiento en el manejo de la enfermedad de acuerdo a los resultados fueron buenos, pero no supera a los demás tratamientos a excepción del testigo y el tratamiento 5 (Serenade + Flint), los cuales como ya se ha mencionado mostraron los más altos niveles de severidad y de ABCPE. Cabe mencionar que en este tratamiento, se aplicó con más frecuencia los fungicidas sistémicos que los fungicidas de contacto, dejándole la posibilidad al organismo de crear resistencia al fungicida.

Las aplicaciones tempranas de fungicidas de contacto, antes que aparecieran los primeros síntomas de tizón tardío se hicieron porque según la biología del patógeno hay una fase cuando el desarrollo de la enfermedad no es evidente a simple vista y que dura entre 5-7 días, y va desde el primer contacto del esporangio con la hoja húmeda, la germinación de las zoosporas, formación del tubo germinativo, formación de apresorio y la penetración inicial hasta la aparición de los primeros síntomas (CIP, 2004).

Por otra parte influyen mucho las condiciones climáticas de la zona en el avance de la enfermedad. Según Dicovsky (1992) citado por Gutiérrez (2004) dice que la enfermedad se desarrolla a temperaturas entre 10–22°C y una humedad relativa del 80% y en los meses que

se estableció el cultivo según datos meteorológicos de INETER la temperatura se mantuvo entre 16–18°C y una humedad relativa entre 70–85% con precipitación de 236.9 mm en los meses que duró el cultivo. Por lo tanto, se puede considerar que esas condiciones climáticas imperantes durante ese período contribuyeron al desarrollo de la enfermedad en una etapa temprana del cultivo (segunda semana después de la emergencia), lo cual coincide con un estudio similar realizado por García y García (2004), en el cual ellos encontraron que en la localidad donde la temperatura fue 14°C y la humedad relativa de 90%, la enfermedad inició mas temprano (a las tres semanas) en comparación con otra localidad donde la temperatura fue de 20°C y humedad relativa de 79% y la enfermedad se presentó seis semanas después del 80% de emergencia del cultivo.

De acuerdo al estudio y comparando dos tratamientos (T5 Serenade Max + Flint y T7 Serenade Max + Curzate) que en sus combinaciones estaba el fungicida biológico, se observó que durante las primeras aplicaciones había presencia de tizón tardío (*P. infestans*) con un porcentaje mas alto que en los otros tratamientos, luego de las aplicaciones de los fungicidas sistémicos la presencia de este disminuyó en todos los tratamientos excepto en el tratamiento 5, en el cual el fungicida aplicado como sistémico en este tratamiento contiene estrobirulina de segunda generación que actúa como inhibidor de esporas en las fases tempranas, por lo que consideramos que la aplicación de este fungicida no fue en tiempo apropiado; muy diferente en el tratamiento 7, que el fungicida aplicado contiene cymoxanil que actúa de forma traslaminar inhibiendo el crecimiento del hongo, además de contener un ditiocarbamato que afecta el proceso de respiración y generación de energía del patógeno por lo tanto se deduce que el fungicida biológico tuvo poco efecto como fungicida preventivo sobre el control de *P. infestans*.

VII. CONCLUSIONES

1. De acuerdo con el estudio realizado se puede concluir que la forma de alternar los fungicidas de contacto con fungicidas sistémicos tiene efectos positivos para el manejo de esta enfermedad

2. La inclusión del fungicida biológico tuvo un mínimo efecto sobre el patógeno y consideramos que solo la aplicación de este fungicida no es posible el manejo del tizón tardío

3. Las aplicaciones tempranas de fungicidas de contacto alternadas con pocas aplicaciones de fungicidas sistémicos son muy efectivas en el manejo de *Phytophthora infestans* y disminuye la posibilidad de crear resistencia.

4. Es posible controlar la enfermedad utilizando fungicidas de contacto a temprana edad del cultivo, alternadas con no más tres aplicaciones de fungicidas sistémicos, aun en condiciones favorables para el desarrollo del patógeno.

VIII. RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio se recomienda hacer aplicaciones alternas de fungicidas de contacto antes que aparezcan los primeros síntomas y aplicaciones con fungicidas sistémicos cuando ya haya evidencia de la enfermedad.
2. Recomendamos la aplicación del fungicida biológico Serenade Max 14,6 WP (*Bacillus subtilis* cepa QST 713) como fungicida preventivo y en ataque severo de tizón tardío alternarlo con fungicidas sistémicos con diferente modo de acción.
3. Recomendamos la variedad Calwhite en zonas donde el clima no sea propicio para el desarrollo del tizón tardío

IX. BIBLIOGRAFIA

- Agrios, G. N. 1997. Plant pathology 4ta edithion Academic press, in San Diego, New York Boston; 245 p.**
- Agrios, G N. Fitopatología. 1991. 2da edición. México, D.F. Editorial Limusa. 250-257 p.**
- Avendaño, L S. 1984.El cultivo de la papa, Managua. 125p**
- Avendaño, L. S. 1984 El cultivo de la papa. UNAN (Universidad Nacional Autónoma) departamento de agronomía, Managua Nicaragua. 23p**
- Bukasov, S M. 1939. Origen de la especie de papa.**
- Blanco, M. 1992 Raíces y Tubérculos. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. 136 p**
- Curvas de progreso de la enfermedad. Centro Internacional de la papa, Lima, Perú. 2006. última actualización: 27/04/07. Fecha de la visita:23/11/06.
[http:// research. Cip.cgiar.org/typo3/Web/index.php?id=1516](http://research.Cip.cgiar.org/typo3/Web/index.php?id=1516)**
- Consideraciones practicas para estimar la severidad del tizón tardío. Centro Internacional de la papa, Lima Perú. 2006. última actualización: 27/04/06.
Fecha de visita:23/11/06.htt://
research.cip.cgiar.org/typo3/web/index.php?id=1499**
- Cortbaoui, R. 1988 Siembra de papa. CIP. 17P (Boletín de Información Técnica No.11.)**
- Castaño-Zapata, J. 1994. Principios básicos de fitopatología. 2da ed. Editorial: Zamorano Academic press. Ilus: 227 ref, 518 p.**
- Dacon, J. El mundo microbiano (tizón tardío) Instituto de célula y microbiología molecular, Universidad de Emburgo. [http://helios. Bto. Ed. Ac. Uk / bto/microbes](http://helios.Bto.Ed.Ac.Uk/bto/microbes)**
- García, R., y García, A. 2004. Evaluación de estrategias para el control químico del tizón tardío de la papa en dos localidades del Estado de Mérida, Venezuela. Bioagro 16(2):77-83.**

- Gutiérrez, I., y Alvarado, J. 2004. Adaptabilidad de 12 variedades de papa (*S. tuberosum*) y su tolerancia al tizón tardío. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. Tesis Ing. Agrónomo. 80 p.
- Henfilng, J. W. 1987. El tizón tardío de la papa. Boletín de información técnica 4, 2da ed del CIP. 25 p.
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria), 2004. Guía del Cultivo de Papa. 13p
- INTA (Instituto Nicaragüense de tecnología Agropecuaria). 2007. Mercado de la semilla de papa en Nicaragua. Preliminar (no publicado)
- Lorente, L; Blandon, P. 2002 Estudio comparativo de producción orgánica y tradicional de papa (*solanum tuberosum*) Mirafior Estelí. 25p
- Litzenberger, S C. 1954. El cultivo de la papa para Nicaragua. ILus. 5 p.
- Montaldo, A. 1984 Cultivo y mejoramiento de la papa, San José Costa Rica. ILus editorial: IICA. 676 p.
- Mantecon, J. D. 2002. Enfermedades y plagas de la papa. (*P. infestans*) INTA. E: / INTA Balcarce- actualidad papera No 3
- Ratera, E L. 1945. Cultivo de la papa. Buenos Aires, Argentina. Ilus editorial. Sudamérica. 164 p.
- Parson, 1982. Papas. México. Editorial: Trillas. Ilus. 54 p.

ANEXO

Anexo 1. Características de los fungicidas

Aliett 80 WP Es un fungicida sistémico descendente y ascendente eficaz en el tratamiento de Oomycetes, estimula los medios naturales de defensa de las plantas minimizando la posibilidad de aparición de razas resistente. Es compatible con todos los productos fitosanitario, excepto aquellos de reacción alcalina, fungicida a base de fosetil-aluminio. Su ingrediente activo es fosetil-aluminio y el grupo químico es sal de ácido fosfórico

Flint 50% WP

Su modo de acción es preventivo, curativo y erradicativo. Tiene estrobirulina de segunda generación con fuerte efecto inhibitor de esporas y fases tempranas de desarrollo del patógeno.

El grupo químico es: oximinoacetate y el ingrediente activo es Trifloxystrobin, no se aplica con productos de acción alcalina.

Curzate M – 72 WP

Es un fungicida con actividad preventiva (pre-infección) y curativa (sistémico, pos-infección) uso para hongos de la clase Oomycetes

Ingrediente activo:

Cymoxanil 8% (clase química acetamida) es una molécula fungicida que actúa en forma sistémico, traslaminar que inhibe el crecimiento del hongo reduciendo la producción de esporangios y zoosporas. La absorción de cymoxanil por las plantas se

lleva a cabo en menos de una hora.

Mancozeb 64% (clase química ditiocarbamato) es un fungicida preventivo de contacto que forma una capa protectora sobre el follaje de las plantas, inhibe la germinación de esporas, detiene el crecimiento del tubo germinativo, Además afecta los siguientes procesos de respiración y generación de energía del hongo:

- 1- Impide la producción de energía
- 2- Afecta el metabolismo de la glucosa
- 3- Afecta la oxidación del ácido graso
- 4- Impide la incorporación de oxígeno y la liberación de CO₂

Equation Pro

Es un fungicida de acción preventiva y curativa, aunque es particularmente activo sobre los Oomycetes

Ingrediente activo es Famoxadona con actividad preventiva o de contacto y cymoxanil con actividad sistémico curativo.

La Famoxadona es particularmente activa en la fase de desarrollo inicial del tizón tardío, previene la diferenciación de los esporangios en zoosporas.

Serenade Max 14.6 WP fungicida biológico (*Bacillus subtilis* cepa QST 713) presenta múltiples modo de acción para invadir y atacar bacterias y hongos, creando una zona de inhibición en la hoja, previniendo el establecimiento del patógeno, también destruye el tubo germinativo y el micelio del patógeno.

Amistar Grupos Químicos: Estrobirulina + Triazol, Principio Activo: Azoxistrobina + Cyproconazole. Única doble actividad sistémica: los dos componentes activos son comprobadamente sistémicos, controlan las enfermedades dentro y fuera de los tejidos de las plantas, permitiendo una gran eficacia y robustez.

Phyton. Es un fungicida, de acción preventiva y curativa contra una amplia gama de enfermedades fungosas que afectan los cultivos. Fungicida y bactericida en base a Sulfato de cobre pentahidratado, de amplio espectro, con efecto preventivo y curativo, interfiere en los procesos reproductivos, enzimáticos e inhibe los procesos reproductivos de los hongos

Bravonil 72 SC Fungicida benzonitrilo, Halogenado Clorotalonil, es un fungicida protectante que inhibe el proceso de germinación y desarrollo de los hongos.

Modo de acción de los fungicidas

a) Protectantes (preventivos)

En su mayoría los fungicidas preventivos o de contacto forman una capa protectora sobre el follaje de los cultivos, inhiben la germinación de las esporas y afectan los procesos de respiración y generación de energía del organismo

b) Sistémicos

Suprimir infecciones existentes inhibiendo la producción de esporas. Estos fungicidas son mucho más específicos. Se mueven dentro de la planta de forma ascendente y

descendente; actúan directamente en la polimerasa del ARN del Oomycete, y hay algunos que estimulan los medios naturales de defensa de las plantas.

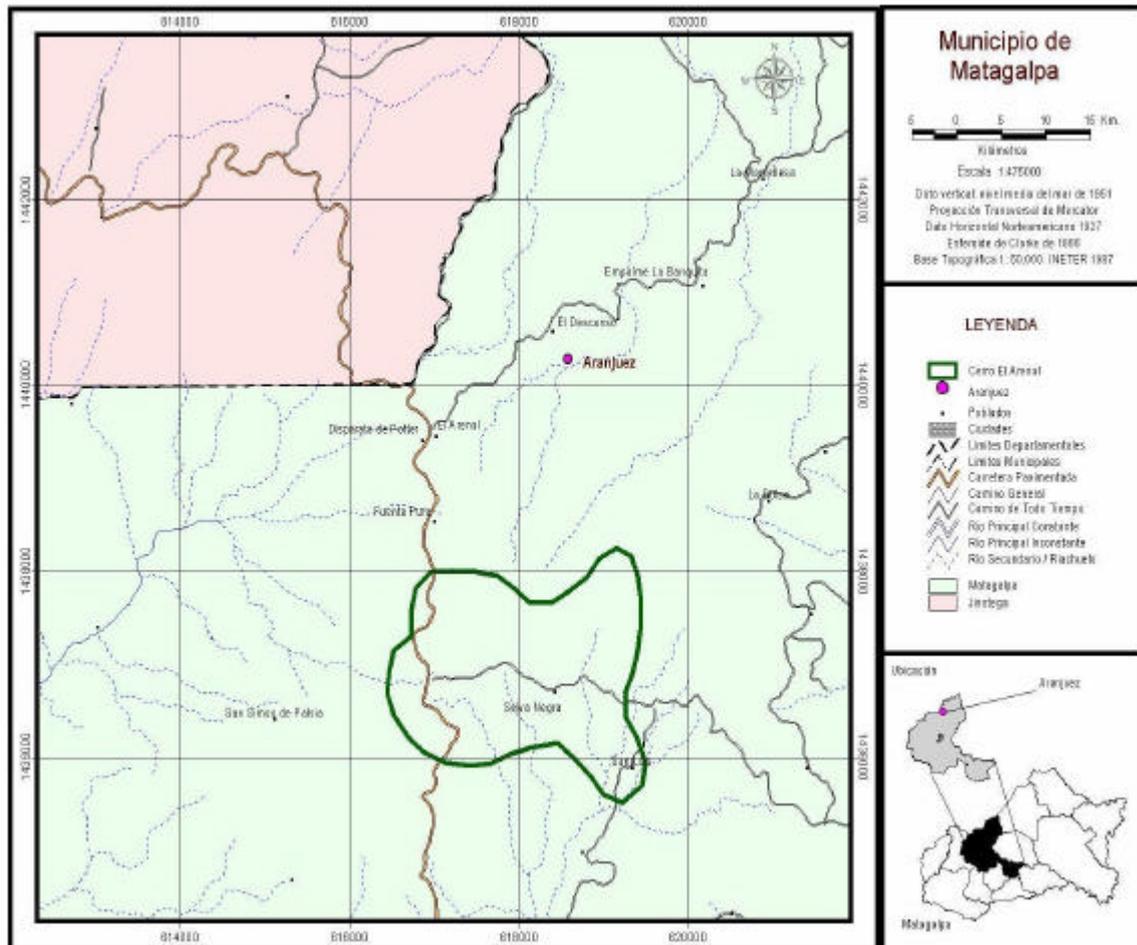
Anexo N° 2 Medias de severidad de *P. infestans* en los tratamientos evaluados en Aranjuez, Matagalpa.

| Tratamientos | Media de severidad |
|---------------------|--------------------|
| Testigo | 85.13 |
| Mancozeb + Alliete | 18. 79 |
| Bravonil + Equation | 9. 36 |
| Hachero + Curzate | 9. 23 |
| Mancozeb + Amistar | 8. 28 |
| Serenade + Flint | 72. 75 |
| Mancozeb + Curzate | 8. 16 |
| Serenade + Curzate | 10. 49 |

Anexo 3. Severidad de *Phytophthora infestans* en el experimento realizado en Aranjuez, Matagalpa de Octubre 2006 a Enero 2007.

| Trat | Rep | 29-nov | 04-dic | 09-dic | 14-dic | 19-dic | 26-dic | 30-dic | 04-en | 09-en | 14-en |
|-------------|-----|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| 0 | 1 | 0,1 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 0 | 2 | 3,6 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 0 | 3 | 1 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 0 | 4 | 0,7 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Prom | | 1,35 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 1 | 1 | 0,1 | 0,1 | 0 | 0,06 | 1 | 1 | 7 | 25 | 50 | 100 |
| 1 | 2 | 1 | 7 | 0 | 7 | 0,4 | 1 | 7 | 25 | 50 | 100 |
| 1 | 3 | 0,06 | 0,1 | 0 | 0,06 | 0,7 | 1,1 | 5 | 25 | 50 | 100 |
| 1 | 4 | 0,06 | 0,3 | 0 | 0,06 | 0,4 | 1,1 | 10 | 25 | 50 | 100 |
| Prom | | 0,305 | 1,875 | 0 | 1,795 | 0,625 | 1,05 | 7,25 | 25 | 50 | 100 |
| 2 | 1 | 0,1 | 0,4 | 0 | 0 | 0,7 | 0,84 | 0,9 | 2,2 | 25 | 50 |
| 2 | 2 | 6,7 | 7 | 0,07 | 0,4 | 0,03 | 1,07 | 10,7 | 11 | 25 | 50 |
| 2 | 3 | 0,1 | 0,03 | 0 | 0 | 0,4 | 1,3 | 8,4 | 12,5 | 25 | 50 |
| 2 | 4 | 0,06 | 0,1 | 0 | 0,03 | 0,1 | 1 | 1 | 7,5 | 25 | 50 |
| Prom | | 1,7 | 1,9 | 0,0 | 0,1 | 0,3 | 1,1 | 5,3 | 8,3 | 25,0 | 50,0 |
| 3 | 1 | 0,1 | 0,7 | 0 | 0,06 | 0,03 | 1 | 4 | 10 | 25 | 50 |
| 3 | 2 | 3,3 | 20,3 | 0,06 | 0,7 | 0,7 | 1 | 1 | 1 | 25 | 50 |
| 3 | 3 | 0,1 | 0,06 | 3,4 | 0,03 | 0 | 0,16 | 0,9 | | | |
| 3 | 4 | 0,03 | 0,3 | 0,3 | 0,06 | 1 | 1 | 1 | 10 | 25 | 50 |
| Prom | | 0,9 | 5,3 | 0,9 | 0,2 | 0,4 | 0,8 | 1,7 | 5,3 | 18,8 | 37,5 |
| 4 | 1 | 0,4 | 0,06 | 0 | 0,3 | 0,5 | 0,11 | 0,13 | 0,14 | 25 | 50 |
| 4 | 2 | 0,03 | 0,1 | 0,03 | 0,06 | 0,1 | 0,7 | 0,11 | 4,6 | 25 | 50 |
| 4 | 3 | 0,1 | 0,06 | 0 | 0,06 | 0,03 | 0,4 | 0,15 | | | |
| 4 | 4 | 0,4 | 0,03 | 0,1 | 0,06 | 0,4 | 1 | 0,4 | 10,7 | 25 | 50 |
| Prom | | 0,23 | 0,06 | 0,03 | 0,12 | 0,26 | 0,55 | 0,20 | 3,86 | 18,75 | 37,50 |
| 5 | 1 | 0,06 | 50 | 50 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 5 | 2 | 0,01 | 25 | 50 | 50 | 75 | 95 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 5 | 3 | 0,05 | 50 | 50 | 50 | 95 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 5 | 4 | 0,06 | 50 | 50 | 50 | 75 | 95 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Prom | | 0,045 | 43,75 | 50 | 50 | 86,25 | 97,5 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 6 | 1 | 0,1 | 0,36 | 0 | 0,03 | 0,03 | 1 | 1 | 10 | 25 | 50 |
| 6 | 2 | 0,4 | 0,06 | 0 | 0,06 | 0,06 | 0,7 | 0,1 | 4 | 25 | 50 |
| 6 | 3 | 0,3 | 0,1 | 0 | 0,06 | 0,06 | 0,4 | 0,11 | 1 | 25 | 50 |
| 6 | 4 | 0,06 | 0 | 0 | 0,06 | 0,03 | 0,95 | 0,4 | 10 | 25 | 50 |
| Prom | | 0,22 | 0,13 | 0,00 | 0,05 | 0,05 | 0,76 | 0,40 | 6,25 | 25,00 | 50,00 |
| 7 | 1 | 0,1 | 1 | 1 | 0,7 | 1 | 1 | 0,4 | 10 | 25 | 50 |
| 7 | 2 | 0,01 | 0,1 | 1 | 0,09 | 0,9 | 1,5 | 0,8 | 5 | 25 | 50 |
| 7 | 3 | 0,01 | 1 | 1 | 0,9 | 1 | 2,09 | 1 | 18 | 50 | 75 |
| 7 | 4 | 0,1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 10 | 25 | 50 |
| prom | | 0,06 | 0,78 | 1,00 | 0,67 | 0,98 | 1,40 | 1,80 | 10,75 | 31,25 | 56,25 |

Anexo 4. Localización del sitio donde se realizó el ensayo



Anexo 5. Análisis de varianza de la variable severidad del tizón tardío en el cultivo de papa en Aranjuez, Matagalpa.

| Fuente de variación | Gl | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Valor de F | Pr >F |
|----------------------------|-----------|--------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------|
| Bloque | 3 | 47.8341 | 15.9447 | 0.03 | 0.9942 |
| Tratamiento | 7 | 287759.5223 | 41108.5032 | 67.75 | <.0001 |
| Bloque*Trat | 21 | 1348.0425 | 64.1925 | 0.11 | 1.0000 |

R- cuadrado = 0. 628239

CV = 27. 79137

P = 0.05