



Theses and Dissertations

2003

Control of tomato late blight (*Phytophthora infestans*) with biocides on tomatoes (*Lycopersicon sculentum*) in the community of Carmen Pampa, belonging to Coroico municipality (Nor Yungas, La Paz)

Rosemary Gutiérrez Coarite
Brigham Young University - Provo

Follow this and additional works at: <https://scholarsarchive.byu.edu/etd>



Part of the [Agronomy and Crop Sciences Commons](#)

BYU ScholarsArchive Citation

Gutiérrez Coarite, Rosemary, "Control of tomato late blight (*Phytophthora infestans*) with biocides on tomatoes (*Lycopersicon sculentum*) in the community of Carmen Pampa, belonging to Coroico municipality (Nor Yungas, La Paz)" (2003). *Theses and Dissertations*. 5374.
<https://scholarsarchive.byu.edu/etd/5374>

This Thesis is brought to you for free and open access by BYU ScholarsArchive. It has been accepted for inclusion in Theses and Dissertations by an authorized administrator of BYU ScholarsArchive. For more information, please contact ellen_amatangelo@byu.edu.

**UNIVERSIDAD CATÓLICA BOLIVIANA SAN PABLO
UNIDAD ACADÉMICA DE CARMEN PAMPA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**CONTROL DE TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans*) CON
BIOCIDAS EN TOMATE (*Lycopersicon sculentum*) EN LA
COMUNIDAD DE CARMEN PAMPA PERTENECIENTE AL MUNICIPIO
DE COROICO
(NOR YUNGAS - LA PAZ).**

TESIS DE GRADO

PRESENTADO: Univ. ROSEMARY GUTIERREZ COARITE.

**PARA OPTAR EL TÍTULO ACADÉMICO DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA
AGRONÓMICA**

**NOR YUNGAS - COROICO
LA PAZ - BOLIVIA
2003**

I. INTRODUCCIÓN

En Bolivia la superficie cultivada de tomate es de 6717 has con un rendimiento de 12005 kg/ha y la producción total es de 80,636 TM. Los departamentos que cultivan tomate son Santa Cruz, Cochabamba y La Paz, siendo Santa Cruz el que presenta los mayores índices de producción con 40653 TM con respecto a La Paz que tiene una producción de 3109 TM y Cochabamba con 2420 TM. Los principales factores que inciden, son las mejores condiciones climáticas que presenta Santa Cruz, mientras que Cochabamba y La Paz tienen diferencias en los cambios de estación (Instituto Nacional de Estadística, 1998).

La importancia del cultivo de tomate reside en la preferencia en el consumo, por sus características alimenticias, ya que constituye una rica fuente de vitaminas A y C, principalmente por sus cualidades de alta productividad en términos de rendimiento por área, siendo un factor de mucha importancia en la economía del agricultor.

La reiterada producción de tomate en una misma área o localidad tiende a crear problemas fitopatológicos ocasionados por hongos, bacterias y virus, que a veces se tornan difíciles de manejarlos, convirtiéndose así, en serios factores limitantes, que pueden afectar seriamente los rendimientos, por lo cual la investigación del control de enfermedades es de suma importancia.

La comunidad de Carmen Pampa perteneciente al municipio de Coroico, Nor Yungas, constituye una zona apta para el cultivo de tomate, pero el ataque de las enfermedades causadas por hongos, principalmente el de *Phytophthora infestans*, con una incidencia de 98%, se incrementa por la alta temperatura, humedad, precipitación y nieblas, que favorecen la diseminación de este hongo. Por este motivo los agricultores se ven obligados a utilizar productos

químicos que causan problemas de resistencia en el agente causal de las enfermedades.

La FAO (1992), estima 3 millones de envenenamientos anuales a nivel mundial de agricultores y familias a consecuencia de los agroquímicos, que provocan, a su vez, un efecto residual en el fruto, contaminación ambiental y origina un costo adicional en la producción.

En una investigación sobre intoxicación por agroquímicos en Bolivia, dentro de una población de 870 personas estudiadas mencionan que, el 88% no conoce riesgos que tiene el uso y manejo; los casos de intoxicación son más frecuentes en los llanos tropicales con 46%, los valles con 26%, en los valles mesotérmicos con 14% y en el altiplano con 12%, sin mencionar las de origen suicida.

Por esta razón, el objetivo de la presente investigación, es tratar de controlar la enfermedad de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*), con biocidas, para eliminar o disminuir la utilización de productos agroquímicos.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar 3 tratamientos de biocidas de extracto de Cola de Caballo (*Equisetum bogotense*), extracto de Charara (*Braccharis trimera*) y Purín de estiércol (gallinaza) para el control de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en tomate (*Lycopersicon sculentum*) en la comunidad de Carmen Pampa perteneciente al municipio de Coroico (Nor Yungas - La Paz).

2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el porcentaje de infestación de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en tomate (*Lycopersicon sculentum*), con extractos de Cola de Caballo (*Equisetum bogotense*), Charara (*Braccharis trimera*) y Purín de estiércol (gallinaza), con una frecuencia de aplicación de 4 y 8 días en la comunidad de Carmen Pampa.
- Evaluar la mortalidad de plantas, ocasionadas por la enfermedad bajo el efecto de 3 tratamientos: extractos de Cola de Caballo (*Equisetum bogotense*), Charara (*Braccharis trimera*) y Purín de estiércol (gallinaza), en la comunidad de Carmen Pampa.
- Evaluar el rendimiento de tomate (*Lycopersicon sculentum*), bajo el efecto de 3 tratamientos: extracto de Cola de Caballo (*Equisetum bogotense*), Charara (*Braccharis trimera*) y Purín de

estiércol (gallinaza), a realizarse en la comunidad de Carmen Pampa.

III. HIPÓTESIS

Hi: Los 3 biocidas preparados con extractos de Cola de Caballo (*Equisetum bogotense*), Charara (*Braccharis trimera*) y Purín de estiércol (gallinaza) controlan el tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en el cultivo de tomate (*Lycopersicon sculentum*).

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Importancia agronómica y alimenticia del cultivo de tomate (*Lycopersicon sculemtum*)

INPEX, (1990), menciona que el tomate es la hortaliza de mayor importancia en América Latina y el Caribe. La superficie regional cultivada en 1989 fue de 312000 hectáreas que representa cerca del 11 % del área mundial de producción.

Villareal R. (1992), indica que el creciente uso en la alimentación en una diversidad de formas (ensaladas, guisos y salsas), hacen que se incremente constantemente la producción de tomate. Si bien el consumo interno de cada país productor abarca gran parte de la producción, muchos de esos países han priorizado el cultivo del tomate como un factor importante dentro de sus programas de desarrollo.

4.1.1. Composición alimenticia del tomate

La composición alimenticia del tomate consta de vitaminas y minerales que son muy importantes para la alimentación diaria de las personas, como se puede observar en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Composición alimenticia del tomate

Agua g	Proteína g	Calcio g	Fósforo mg	Hierro mg	Vit. A mg	Vit. B mg	Vit. B2 mg	Noacinas mg	Vit. C mg
93.8	0.8	7.0	24.0	0.6	60.0	0.06	0.05	0.7	23.0

Fuente: López Torrez 1994.

4.2. Producción de tomate (*Lycopersicum sculentum*) en Bolivia

Cuadro 2. Producción, rendimiento y superficie del cultivo de tomate en los departamentos de La Paz, Cochabamba, Santa Cruz y en Bolivia (1996-1998).

AÑO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LA PAZ	COCHABAMBA	SANTA CRUZ	BOLIVIA
1996	Superficie	has	490	458	5.200	6.953
	Rendimiento	kg/ha	7.431	7.690	15.034	13.024
1997	Producción	TM	3.641	3.522	78.177	90.553
1997	Superficie	has	470	470	5.000	6.717
	Rendimiento	kg/ha	6.700	6.204	14.097	12.005
1998	Producción	TM	3.149	2.916	70.485	80.636

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (1998)

4.3. Origen

El tomate (*Lycopersicum esculentum*), es una hortaliza cuyo origen se localiza en Sudamérica y más concretamente en la región andina, aunque posteriormente fue llevado por los agricultores de un extremo a otro, extendiéndose por todo el continente Americano (Rodríguez 1989).

Por su parte Cáceres (1984), indica que varios investigadores están de acuerdo en que el centro de origen del tomate es la región comprendida entre el Perú y el Ecuador, algunos creen que este centro no es idéntico con el punto de diversificación de las formas cultivadas y opinan que el área entre Puebla y Veracruz en México, es un centro de diversificación varietal que ha dado origen a las formas cultivadas, según cuyas hipótesis el tomate no es autóctono de México; sino que fue introducido a ese país en tiempos antiguos.

4.4. Taxonomía del tomate (*Lycopersicum sculentum*)

Arias (1992), señala que el tomate pertenece al

Reino	:	Vegetal.
División	:	Tracheophyta.
Clase	:	Angiospermas
Subclase	:	Dicotiledoneas.
Orden	:	Tubifloral.
Familia	:	Solanacea.
Género	:	Lycopersicum.
Sub género	:	Eulicopersicum
Especie	:	<i>Lycopersicum esculentum</i> .

4.5. Características morfológicas y fisiológicas

Según León (1987), *Lycopersicum esculentum* contiene cultivares de porte erecto o rastrero. En cultivos, es reducido a un solo tallo, realizándose podas de ramas laterales (poda de formación) y describe las características morfológicas y fisiológicas del tomate (*Lycopersicum sculentum*) de la siguiente manera:

- a) **Raíz.** “El sistema radical consiste en una raíz principal de la que salen raíces laterales y fibrosas, formando un conjunto que puede tener un radio hasta de 1.5 metros”. Frecuentemente, presenta una formación de raíces adventicias en los nudos inferiores o basales de las ramas principales.

- b) **Tallo.** El tallo del tomate es herbáceo que posteriormente se lignifica en plantas adultas. La epidermis está formada por una capa de células

que presenta pelos largos. Por debajo, hay una zona de colénquima, de 2 a 5 células de espesor, el cual constituye el mayor sostén del tallo. Luego, se encuentra la región cortical con 5 a 10 capas de parénquima y, finalmente, el cilindro vascular.

- c) **Hojas.** La forma de las hojas del tomate es muy variable y depende en gran parte de condiciones ambientales. Las hojas del tomate son suaves y carnosas, debajo de la epidermis, presenta una sola capa de células en empalizada y luego un parénquima lagunoso con espacios intercelulares.

- d) **Inflorescencia.** Esta es de tipo cima racimosa, generalmente simple, en la parte inferior de la planta y más ramificada en la superior, las flores se abren sucesivamente. Las flores tienen un pedúnculo corto y curvo hacia abajo; el cáliz es verde y persistente terminando en 5 a 10 sépalos agudos. La corola es amarilla verdosa tiene seis pétalos por lo común.

- e) **Fruto.** El fruto es una baya de forma muy variada. Presenta de cinco a diez celdas, frecuentemente existe en la epidermis la presencia de pelos y glándulas que desaparecen conforme la maduración, debajo, hay tres o cuatro estratos de colénquima, que junto con la epidermis, forman una cáscara fina y resistente. El resto del fruto se forma de parénquima, cargado de pigmentos rojos y amarillos.

4.6. Prácticas de cultivo

4.6.1. Preparación del terreno

Garay (1987), recomienda que la preparación del terreno es indispensable para este cultivo hortícola, por lo que es necesario que el terreno esté limpio de malas hierbas, mullido y sin terrones para que no dificulten la germinación de la semilla y labores del cultivo, además debe estar nivelado para evitar encharcamientos que contribuyan al desarrollo de enfermedades.

4.6.2. Siembra

En la siembra de almácigo se usan 300 gr. de semilla/ha a 0.5 cm. de profundidad. La germinación se produce entre ocho días después de la siembra. El transplante se lo debe efectuar a los 25 o 30 días, con una distancia de 80 a 100 cm. entre surcos y 60 cm. entre plantas (IICA 1989)[■].

Según Maroto (1983), el transplante debe ser realizado cuando las plántulas presentan de cuatro a cinco hojas definitivas, entre los 25 a 30 días luego de la siembra, la operación debe ser efectuada en las horas más frescas del día y con suelo húmedo, para evitar un estrés hídrico y pronunciado; el transplante al lugar definitivo es con la raíz desnuda o con un terrón conteniendo las raíces obtenidas en el almácigo.

[■] IICA Instituto Interamericano de Cooperación a la Agricultura

4.6.3. Fertilización

IICA (1989), recomienda la incorporación al suelo, en el momento del transplante de 6 qq/ha de 12-44-3, 30 días después se hará una aplicación de 4.5 qq/ha de úrea. La fertilización orgánica se la realiza con estiércol de gallinaza. 1 kg en la implantación y 1 kg en la etapa de floración por planta.

Según Maroto (1986), en un cultivo normal de tomates puede recomendarse 30 tn/ha de estiércol, ya que el exceso de nitrógeno en el cultivo puede conducir hacia un desarrollo vegetativo demasiado exuberante en detrimento de la fructificación.

4.6.4. Riego

Bonet (1981), señala que el manejo del riego es una de las prácticas culturales más importantes del cultivo. Tanto el exceso como la falta de riego son perjudiciales para las plantas de tomate: el exceso reduce la oxigenación del suelo y favorece la ocurrencia de enfermedades radiculares y foliares, como la pudrición de frutos. Por otro lado, la falta de agua reduce el desarrollo radicular y el crecimiento de las plantas, resultando en una calidad inapropiada del producto y reducción de la producción.

4.6.5. Deshierbe y aporque

Van Haeff (1988), menciona que el aporque consiste en arrimar tierra al pie de las plantas, cuyos objetivos principales son los siguientes:

- Evitar el vuelco de las plantas.
- Inducir la emisión de raíces adventicias.
- Aumentar el espacio para el desarrollo radicular.
- Controlar la maleza.

La maleza encima del camellón no prospera porque la planta del tomate la cubre, por el contrario, la maleza se multiplica y crece rápidamente en el fondo y en las paredes del surco. El aporque, sirve a la vez para incorporar los fertilizantes del reabonado y para el control de malezas con la azada o azadón; las malezas al pie de la planta del tomate se arrancan con la mano y se cubren con tierra mediante un aporque manual con azada.

4.6.6. Cosecha

IICA (1989), indica que la cosecha se inicia de los sesenta a los noventa días después del trasplante, según las variedades. Las variedades de crecimiento indeterminado, pueden ser cosechadas durante mes y medio. La recolección promedio es de 1800 a 2400 cajas por hectárea, equivalente a 450 a 600 qq/ha. La duración total del ciclo es de aproximadamente cinco meses.

4.7. Factores climatológicos y edáficos de la producción del tomate

IICA (1989) señala que el tomate crece tanto en lugares calientes como en lugares frescos. Es una hortaliza que necesita sol (mínimo 8 hrs/día), el cultivo es mejor realizarlo en verano con riego, sin embargo, produce perfectamente en invierno. No es exigente en cuanto al suelo, pero siempre procurando que éste no se inunde.

Según Maroto (1986), el tomate es una planta propia de climatologías cálidas y para conseguir un desarrollo óptimo necesita una determinada alternancia de temperaturas, los vientos fuertes pueden provocar la caída de flores y frutos recién cuajados, el cultivo se ve bastante afectado por el frío ya que destruye totalmente la planta.

4.7.1. Temperatura

El Centro Nacional de Pesquisas en Hortalizas del Brasil (1992), señala que dentro de los factores climáticos, la temperatura es el fenómeno que más puede afectar al desarrollo del cultivo. Estudios efectuados, demuestran que la germinación de las semillas y la emergencia de las plántulas son favorecidas cuando las temperaturas oscilan entre 18 y 30 °C.

Las temperaturas inferiores a 8 °C por periodos superiores a dos meses inhiben la germinación de las semillas. Temperaturas inferiores a 18 °C retardan la germinación y prolongan la emergencia de las plántulas. Las temperaturas diurnas de 18 a 25°C favorecen el desarrollo y crecimiento vegetativo.

Temperaturas nocturnas elevadas (mayores a 18 °C) aceleran el crecimiento de las plantas y acortan el ciclo vegetativo.

4.7.2. Precipitación y humedad relativa

Según el Centro Nacional de Pesquisas en Hortalizas del Brasil (1992), las lluvias excesivas e índices de humedad relativa elevados (mayores al 80%), asociadas a altas temperaturas (18 a 20° C), favorecen la incidencia de enfermedades principalmente aquellas causadas por hongos y bacterias, así como dificultan su control, por el lavado y lixiviación de los plaguicidas aplicados. Las precipitaciones excesivas y la acumulación de agua debido al drenaje impedido en suelos compactados, favorecen la ocurrencia de microorganismos patógenos, los que causan pudrición radicular y caída de plántulas.

4.7.3. Fotoperiodo

“El tomate es indiferente al Fotoperiodo, pudiéndose desarrollar tanto en épocas de días cortos como de días largos. Plantas sometidas a altas intensidades de luz, generalmente presentan enrollamiento fisiológico de las hojas inferiores. Las altas luminosidades promueven o aumentan el tenor de vitamina C de los frutos” (Centro Nacional de Pesquisas en Hortalizas del Brasil, 1992).

4.7.4. Viento

“Vientos calientes y de gran intensidad afectan la floración y alteran el balance fotosintético de las hojas. Los vientos fuertes, asociados con lluvias, son importantes agentes diseminadores de enfermedades bacterianas y otros microorganismos patógenos existentes en el suelo” (Centro Nacional de Pesquisas en Hortalizas del Brasil, 1992).

4.7.5. Suelo

Rodríguez, *et al.* (1989), manifiestan que la planta de tomate no es muy exigente en suelos fértiles, creciendo en una variedad de condiciones inapropiadas, aunque prefiere los suelos profundos y con buen drenaje, su sistema radicular poco profundo le permite adaptarse a suelos pobres y de poca profundidad con la condición de que tenga asegurado un buen drenaje; pero a la vez objeta algunas características que en su momento se pueden corregir para lograr una abundante producción.

Juscafresca (1987), señala que la tomatera es una planta que se adapta fácilmente a toda clase de tierras, sea cual sea la naturaleza y propiedades físicas del suelo, mientras éstas sean profundas, ligeramente ácidas, con un pH de 6 a 7 y ricas en materia orgánica.

4.8. Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

Cáceres (1980), menciona que el TIZÓN causado por el hongo *Phytophthora infestans*, es probablemente la enfermedad más destructiva del tomate.

Según Herbas (1981), se debe a que es una enfermedad que afecta a todos los órganos aéreos de la planta y en cualquier estado de su desarrollo. Los síntomas iniciales que se advierten en los folíolos de las hojas consisten en manchas irregulares de tamaño variable, de aspecto acuoso y toman un color pardo oscuro, en el tallo se presenta, de la misma forma cuando los frutos son afectados estando ya próximos a la maduración, los síntomas son más notorios después de su maduración, razón por la cual la enfermedad tiene lugar durante el transporte o en almacenamiento.

Guzmán (1995), indica que el micelio de este hongo produce esporangioforos ramificados de crecimiento indeterminado, en los sitios donde se forman los esporangios, los esporangioforos forman hinchamientos que son una característica particular del hongo. Los esporangios germinan por medio de zoosporas a temperaturas menores a 12 o 15° C, en tanto que por arriba de los 15° C los esporangios germinan directamente produciendo un tubo germinal produciendo de 3 a 8 zoosporas que son diseminadas cuando se rompe la pared esporangial a nivel de su papila.

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, las pérdidas pueden ser muy grandes.

4.8.1. Factores ambientales que favorecen la diseminación del tizón tardío

Cáceres (1980), indica que las noches frescas y climas cálidos durante la época lluviosa son condiciones favorables para el desarrollo y la dispersión de las esporas del hongo causal del tizón y esto ocurre con mayor facilidad si existe viento con lluvia.

4.8.2. Síntomas de la presencia de tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

Según Cáceres (1980), los primeros síntomas del tizón aparecen en las hojas o tallos como pequeñas manchitas de color café oscuro que al crecer dejan un área necrótica en el centro. En el envés de la hoja, en los bordes de la mancha y cerca del tejido verde aparece un vello grisáceo.

Este vello está constituido por los conidióforos del hongo, los cuales producen grandes cantidades de conidios que dan lugar a nuevas infecciones. Estas manchas pueden aparecer en los tallos, estrangulándolos; en ataques fuertes las hojas comienzan a secarse y la planta entera se defolia, empezando por las hojas inferiores. Posteriormente muestra un aspecto negro o quemado, las plantas más afectadas dan origen al nombre común del tizón.

El ataque puede presentarse también en los frutos verdes como manchas relativamente grandes de color café claro a oscuro, que al palparlas se sienten duras. En las infecciones más

avanzadas, los organismos secundarios toman la infección en una pudrición suave.

Dodson et al (1997) mencionan que este hongo sobrevive en plantas solanáceas, las esporas se pueden transportar por grandes distancias a causa de tormentas, el clima frío y húmedo favorecen al desarrollo de la enfermedad y puede llegar a destruir cultivos completos en pocos días.

El primer síntoma de esta enfermedad es que el pecíolo de las hojas infectadas se dobla, la lesión foliar y del tallo presentan manchas verdosas acuosas que posteriormente se tornan como papel café. En condiciones de alta humedad se presenta en el inferior de la hoja un crecimiento micótico con esporulación blanca, las lesiones en el fruto son grandes, firmes e irregulares manchas verde-café, cuya superficie es de apariencia grasa y tosca.

4.8.3. Control de tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

Cáceres (1980), indica que el combate más efectivo es la aplicación de fungicidas como preventivo, aunque hay cultivares nuevos con resistencia genética a varias enfermedades, hasta el momento no existen todavía cultivares de tomate con buena resistencia al tizón.

Según Guzmán (1995), el tizón tardío puede controlarse satisfactoriamente mediante la combinación de varias medidas sanitarias, utilizando variedades resistentes, rotación de cultivos y aspersiones con compuestos químicos aplicadas en la

temporada adecuada como mancozeb, metalaxyl, oxiclورو de cobre y caldo bordelés .

4.9. Problemas agudos por Plaguicidas

Pruett y Rivadeneira (1994), indican que el enorme suceso de los insecticidas organosintéticos como DDT y BHC, después de la segunda guerra mundial (1945), comenzó una nueva era en el control de plagas. Estos dos productos fueron seguidos por cientos de plaguicidas organosintéticos. El número de plaguicidas registrados fue incrementado de 30 en 1936 a más de 900 en 1971, y a 1500 ingredientes activos y 35000 productos en 1991, solamente en los EE.UU., mientras la venta mundial en 1991 de plaguicidas valía alrededor de 34 mil millones de dólares. Muy temprano se comenzó a observar que algunos insectos adquirieron resistencia a muchos insecticidas y estos causaban la muerte de insectos benéficos, junto con problemas ambientales y acumulativos de residuos a través de la cadena trófica.

La Organización Mundial de la Salud (1997) ha reportado que mundialmente ocurren cada año aproximadamente: 3'000000 de intoxicaciones agudas, con unas 220000 defunciones (incluyen suicidios), 735000 casos de efectos crónicos específicos por exposiciones prolongadas (daño al sistema nervioso central), 37000 casos de efectos inespecíficos (cáncer, etc.).

4.10. Hechos negativos principales del uso de plaguicidas

El uso de plaguicidas ha dado como resultado la aparición de efectos no deseados que son negativos en muchos aspectos como:

Pruett y Rivadeneira (1994), citan dos tipos de efectos negativos, los cuales son:

- **Aparición de resistencia**, es la habilidad desarrollada por un patógeno para sobrevivir en presencia de niveles de fungicida que previamente fueron nocivos o fatales para él, muchos fungicidas son específicos y no afectan a ciertas clases de patógenos, algunos que nunca han sido sensibles a un fungicida en particular se dice que tienen una resistencia inherente a dicho producto, pero la resistencia que se desarrolla en una población de un patógeno que alguna vez fue sensible se denomina resistencia adquirida. La resistencia de los patógenos se incrementó desde 1947, son apariciones y uso intensivo de plaguicidas sintéticos, y en especies diversas como insectos, ácaros, garrapatas, hongos, malezas y roedores. En 1977 un estudio detectó la existencia de 223 plagas agrícolas que se han vuelto resistentes a los principales grupos de plaguicidas.
- **Contaminación ambiental**, se ha detectado efectos adversos sobre diversos ecosistemas, observándose, por ejemplo, disminución del potencial de cría de los mamíferos o aves y mortalidades dramáticas en peces y aves, también han detectado residuos en aguas subterráneas, por ejemplo de aldicarb (Temik) que tiene una medida de vida en el agua de hasta varios años, por su toxicidad, estabilidad y persistencia especial de organoclorados, se acumulan en la grasa de animales y de allí su introducción a la cadena trófica.

a) **Directo**, el hombre al realizar aplicaciones de plaguicidas sin las precauciones debidas, causa contaminación a sí mismo, a sus semejantes y a sus animales domésticos.

b) **Indirecto**, al recolectar los productos agrícolas, sin respetar el periodo de carencia para plaguicidas y son consumidos con residuos tóxicos de los plaguicidas en los alimentos, ejemplo; el tomate, el coliflor, etc., con consecuencias para la salud humana como el cáncer, efectos en el sistema central nervioso, efectos fisiológicos, efectos mutagénicos y otros.

4.11. Uso indiscriminado y excesivo de plaguicidas

Pruett y Rivedeneira (1994), señalan que las razones del uso indiscriminado y excesivo de plaguicidas son las siguientes:

- Ineficaz supervisión de su uso
- Incumplimiento de la legislación
- Falta de red eficiente de expertos en manejo integrado de plagas
- Venta libre de plaguicidas extremadamente y altamente tóxicos
- Presión comercial de parte de empresas distribuidoras y productoras

4.12. Agricultura orgánica

La agricultura orgánica es un sistema de producción que mediante el manejo racional de los recursos naturales, sin la utilización de productos de síntesis química, brinde alimentos sanos y abundantes, mantenga o incremente la fertilidad del suelo y la diversidad biológica. Es el resultado de la acción individual de agricultores apoyada por los

movimientos ecologistas, frente a riesgos inherentes al uso excesivo o al mal uso, en cuanto al momento y forma de aplicación, de los productos químicos, para convertirse en una nueva concepción de producción de alimentos.

Frente al sostenido crecimiento de la demanda mundial de productos de origen orgánico (cereales, papas, hortalizas, frutas, carne, leche, etc.), existen en el territorio nacional grandes posibilidades para este tipo de producción, dado que el nivel de uso de los agroquímicos no ha alcanzado valores críticos de contaminación, (Gómez P. 1996).

4.13. Concepto de control biológico

El término control biológico fue usado por primera vez en el año 1919, para referirse al uso de enemigos (introducidos o manipulados) para el control de insectos plaga. Su alcance se ha extendido con el tiempo, a tal grado que ahora se presentan problemas para definirlo adecuadamente, en particular por que el término tiene aspectos académicos y aplicados (Smith 1919).

Baker y Cook (1974), mencionan que el control biológico es la reducción del inoculo o de la actividad del patógeno o del parásito activo o latente, ejercido por uno o más organismos en forma natural, a través del manejo del ambiente, del hospedero o del antagonista, o por la introducción de uno o más antagonistas. Señalan además, que el control biológico raramente erradica al patógeno, pero si reduce su población o su capacidad patogénica.

Según Zerba (2003), el término Control Biológico se refiere, por un lado, al fenómeno natural que consiste en la regulación del número de plantas y animales por medio de enemigos naturales (parásitos, predadores y patógenos); por otro lado, al Control Aplicado de Plagas, técnica que incluye la manipulación de esos agentes naturales por el hombre para reducir las pérdidas en agricultura y generalmente se implementa de tres formas diferentes:

Conservativo: Consiste en alterar las prácticas culturales en los cultivos para favorecer el desarrollo de los agentes de control biológico natural y sus efectos.

Aumentativo: Los agentes de control biológico se producen en forma masiva en el laboratorio y se aplican en forma inoculativa o inundativa para destruir las plagas.

Clásico: Es la fase de aplicación compuesta por el descubrimiento, importación y establecimiento de enemigos naturales exóticos.

El Control Biológico está libre de los efectos secundarios indeseables asociados a los insecticidas de amplio espectro y es uno de los métodos de mejor relación entre costo y efectividad. Cuando es aplicado por especialistas, bajo principios establecidos, el Control Biológico es seguro y no tiene efectos adversos sobre el ecosistema.

4.14. Concepto de biocida

Los biocidas son aquellas sustancias químicas en presencia de las cuales no es posible la vida. Habitualmente se utiliza este término para hacer referencia a aquellas sustancias químicas utilizados para el control de vectores de enfermedades, (Stadler, T).

Hoss (1999), indica que partiendo de la hipótesis central, de que los recursos naturales forman una fuente de bienes para las sociedades

humanas, en el primer taller nacional "Las plantas con propiedades Biocidas al servicio del Agricultor" en octubre de 1993, se ha llegado a la conclusión que hasta el momento no se sabe usar de manera sostenible este potencial debido al desarrollo científico aun incipiente.

Las plantas con potencial biocida, implican las interacciones entre dos componentes, de los cuales, una es una planta y el otro un organismo fitóforo (microorganismo patogénico o plaga). Para entender mejor las relaciones mutuas entre los elementos del patosistema vegetal, se justifica apoyarse en el enfoque de sistemas en las ciencias naturales en general, y entre hospedante y patógeno específicamente (Benner, 1996).

4.15. Biocidas para el control de Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

Según Gomero (1995). El uso de extractos vegetales es una de las técnicas que puede romper el círculo vicioso de los agroquímicos y, de esa manera, ayudar a recuperar la estabilidad de los agroecosistemas, quebrando la dependencia respecto a los insumos importados:

4.15.1. Extracto de Charara (*Braccharis trimera*)

Es un arbusto dioico ramoso, perteneciente a la familia de las compuestas, se caracteriza por presentar una altura de 0.3 a 1.5 m, carente de hojas y tallos o ramas bialadas, las cuales cumplen con la función fotosintética, la flor es un capítulo que se agrupa a lo largo de las ramas superiores, crece sobre suelos rocosos y campos arenosos fértiles del sur del Brasil, Paraguay, Uruguay, Bolivia y Argentina. Presenta una composición química

de ácido crisosapónico, santonina, ácido resínico, luteolina, quercentina y articulina acetato (Gomero, 1995).

Para preparar el extracto se debe realizar los siguientes pasos:

a) Recolección; se recolectan en estado de floración, toda la planta.

b) Deshidratación; secado bajo sombra para que pierda agua y lograr la concentración de los principios activos.

c) Decocción; se pican los tallos en trozos pequeños, luego se hace hervir 1 kg de este material en 10 litros de agua, durante 10 minutos, posteriormente se debe colar la solución acuosa en tela de tocuyo, para separar el líquido del material.

d) Aplicación; aplicar por aspersion en el campo, el mismo día de su dilución.

4.15.2. Extracto de Cola de Caballo (*Equisetum bogotense*)

Pertenece a la familia Equitaceae y al género Equisetum; *E. bogotense*, es una hierva perenne, de tallos cilíndricos, de 1 a 2 mm de diámetro, posee estrías longitudinales en la superficie, el tallo presenta cada cierto trecho nudos con escamitas soldadas entre sí; se reproduce por esporas y vegetativamente. Esta especie prospera en terrenos arcillosos, pantanos, prados húmedos y a orillas de los ríos, pudiéndose recoger en cualquier época del año, puede usarse, no solamente el agua en que se ha hervido sino también la planta misma (Benner, 1996).

Esta planta posee sustancias minerales como sílice hasta un 70%, carbonato de calcio, sulfato de potasio, magnesio, fierro, manganeso; también contiene glucósidos de tipo flavonoides y nicotina, (Benner, 1996).

El extracto de cola de caballo contiene componentes esteroideas. El procedimiento para su preparación es el siguiente: Se utilizan 15 gr. de polvo de planta seca, diluidos en 1 l de agua con alcohol al 30% y hervidos durante 10 minutos, de este preparado se extrae una solución fungicida la cual se encuentra listo para su fumigación (Lezaeta, 1989).

4.15.3. Purín de Estiércol.

Según Sabaleta (2000), indica que el purín de estiércol de gallinaza promueve la existencia de microorganismo antagonistas a enfermedades causadas por hongos entre ellas la del Tizón tardío (*Phytophthora infestans*), esta solución actúa como preventivo a dicha enfermedad.

El purín de estiércol es preparado con 1kg de estiércol de gallinaza en 5 l de agua, posteriormente se deja macerar por dos semanas, después de este tiempo la solución está lista para ser aplicada.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Descripción general de la zona de estudio

5.1.1. Localización

El presente trabajo se realizó en la comunidad de Carmen Pampa, perteneciente al municipio de Coroico de la provincia Nor Yungas del Departamento de La Paz.

Geográficamente se sitúa a 16° 20' 30" de Latitud Sur y 67° 50' 00" de Longitud Oeste, a una altura de 1.850 msnm, y una distancia de 90 km de Coroico a Carmen Pampa (INE, MDSP, CODESU y CID, 1999). (ver anexo 1, mapa 1 y 2).

5.2. Descripción agroecológica

5.2.1. Clima

Según Holdrige (1987), el clima de la localidad de Carmen Pampa pertenece a la categoría de Bosque Húmedo Premontano Tropical, la zona se caracteriza por presentar los siguientes datos:

- Temperatura media anual de 17.5 °C.
- Humedad relativa promedio anual de 80 %.
- Precipitación media anual de 1.853 mm.
- Velocidad media del viento de 0.81m/s, la misma que tiene dirección de norte – sur y sur – oeste.
- Periodo más lluvioso en verano y seco en invierno.

(Nota: datos tomados en la Estación Meteorológica de la U.A.C. Carmen Pampa desde el año 1996 al 2000.)

Los datos climáticos de temperatura, precipitación y humedad relativa, registrados en la estación meteorológica de la U.A.C. Carmen Pampa, durante el periodo del cultivo en los meses de Octubre del 2001 a Febrero del 2002, fueron como se observa en el cuadro 3. Así la temperatura máxima alcanzó los 25.8° C, una media de 18.9° C y una mínima de 13.4° C mensuales, con una humedad de 90.1% y la precipitación media fue de 225.7 mm, condiciones que son favorables para la diseminación y proliferación de *Phytophthora infestans* .

Cuadro 3. Observaciones climáticas registradas durante el ciclo del cultivo en la estación de la U.A.C. – Carmen Pampa.

Observaciones	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	Media
Temperatura máxima (°C)	23.00	29.00	29.00	27.05	20.52	25.8
Temperatura media (°C)	18.75	19.94	19.98	18.39	17.86	18.9
Temperatura mínima (°C)	14.90	13.00	10.50	13.60	15.20	13.4
Humedad Relativa media (%)	86.26	91.19	87.10	87.20	98.33	90.1
Precipitación media (mm)	83.50	347.60	150.00	236.30	311.31	225.7

Fuente: Estación Meteorológica U.A.C. Carmen Pampa

5.2.2. Suelo

El suelo de Carmen Pampa pertenece a la asociación de suelos orden ULTISOLES, con horizonte argílico, el material coluvial aluvial deriva de rocas lutita, pizarra, limonita y arenisca (Universidad de

Sud Dakota S.D.S.U. Curso de geología 2000). Por otro lado Morales (1995), indica que los suelos de los Yungas son poco profundos de color pardo o pardo oscuro con textura franco arcillosa en la superficie y arcillosa en el subsuelo y una ligera acidez con un pH de 4.9, presentando una topografía moderada.

5.3. Materiales

5.3.1. Material biológico

La semilla que se utilizó fue la variedad Santa Cruz Kada proveniente de la Semillería Los Claveles de La Paz. Las plantas Biocidas (Cola de caballo y Charara) fueron recolectadas en la zona de Carmen Pampa. El estiércol de gallinaza se recolectó de una granja cercana a la zona de Carmen Pampa.

5.3.2. Material de campo

- Herramientas de laboreo de campo
- Estacas
- Wincha de 60 m
- Cámara fotográfica
- Películas para fotografías y slides
- Letreros para indicar los tratamientos
- Mochila fumigadora de 20 litros
- Balanza de 10 kg
- Balde de 10 litros

5.3.3. Material de laboratorio

- Agua destilada
- Autoclave
- Balanza analítica
- Probeta graduada de 10 ml
- Vaso precipitado de 250 ml
- Microscopio compuesto
- Cajas petri
- Matraz de Erlenmeyer de 250 ml
- Porta y cubre objeto
- Hipoclorito de sodio
- Azul de metileno
- Agar
- Rifampicina
- Goteros
- Mecheros de alcohol
- Pipetas graduadas de 1.5 y 10 ml
- Pipetas Pasteur
- Varillas de vidrio
- Guantes desechables
- Cámara de flujo laminar
- Papel toalla
- Tubérculos frescos del cv Alpha, grandes
- Centrifugadora
- pH - metro
- Benlate
- Jugo concentrado de tomate
- Carbonato de calcio

5.4. Diseño experimental

El diseño utilizado fue el de parcelas divididas con un arreglo de bloques al azar, (Martínez, 1988). Tomando en cuenta como factor A (parcela principal) al tipo de biocida y como factor B (sub parcela) la frecuencia de aplicación, donde:

Factor A. Parcela principal: biocidas

a_1 = Cola de caballo

a_2 = Charara

a_3 = Purín de estiércol

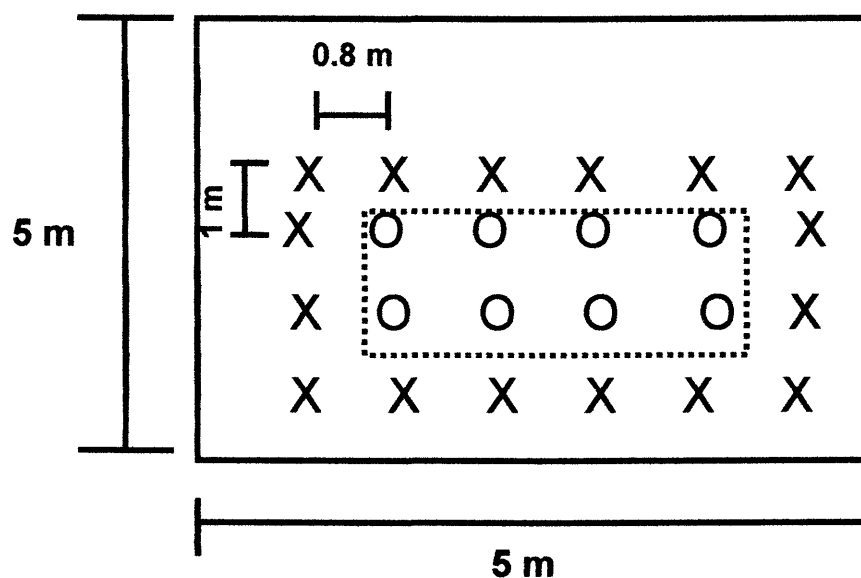
Factor B. Sub parcela: frecuencias de aplicación

b_1 = cada 4 días

b_2 = cada 8 días

a) Tamaño de la Unidad Experimental

Figura N° 1. Croquis de la Unidad Experimental



(24 plantas por unidad experimental, de las cuales 8 plantas fueron evaluadas)

b) Croquis de campo

La distribución de las unidades experimentales en el terreno fue como se muestra a continuación:

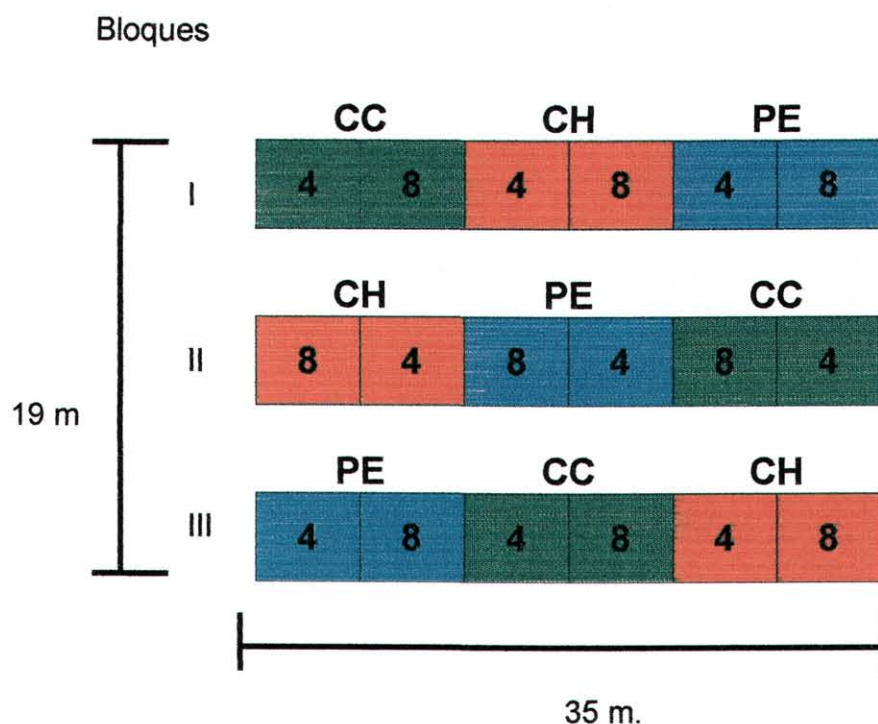


Figura N° 2. Distribución de las unidades experimentales en los bloques

Significado de unidades experimentales:

CC/4 = Biocida de Cola de Caballo con una frecuencia de aplicación de 4 días.

CC/8 = Biocida de Cola de Caballo con una frecuencia de aplicación de 8 días.

CH/4 = Biocida de Charara con una frecuencia de aplicación de 4 días.

CH/8 = Biocida de Charara con una frecuencia de aplicación de 8 días.

PE/4 = Biocida de Purín de Estiércol con una frecuencia de aplicación de 4 días.

PE/8 = Biocida de Purín de Estiércol con una frecuencia de aplicación de 8 días.

c) Dimensiones de las unidades experimentales

No. de tratamientos = 6

No. de repeticiones = 3

Total de unidades experimentales = 18

No. de plantas / Unidad experimental = 24

d) Área útil / unidad experimental = 25 m²

Ancho del bloque = 5 m

Largo del bloque = 35 m

Área útil del experimento = 665 m²

e) Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + C_j + E_a + I_k + Cl_{jk} + E_b$$

Donde según Steel-Torrie (1992):

Y_{ijk} = Una observación particular

μ = Media poblacional o general

B_i = Efecto del i-esimo bloque

C_j = Efecto de j-esimo tipo de biocida

E_a = Error de la parcela principal

I_k = Efecto del k-esimo día de aplicación

Cl_{jk} = Interaccion del j-esimo tipo de biocida con el k-esimo día de aplicación.

E_b = Error experimental o error de la sub parcela

5.5. MEDICIÓN Y CONTROL DEL EXPERIMENTO

5.5.1. Muestreo del suelo

En el resultado del muestreo de suelo se observó que es un suelo que posee un contenido alto de materia orgánica y el pH del suelo es muy bajo, como podemos observar a continuación:

Cuadro 4. Composición química y física del suelo de la parcela de experimentación

Mat. Org.	N	P	K	pH	Sales	Textura	Zinc	Azufre
%	ppm	ppm	ppm		mmho/cm		ppm	ppm
4.5	4.4	6	58	4.1	0.2	Franco arenoso	0.22	15

Fuente: Universidad de Sud Dakota S.D.S.U. 2002.

5.5.2. Almacigo

Se almacigaron 15 gr de semilla de tomate variedad Santa Cruz Kada, utilizando en el sustrato 3 partes de turba, 2 partes de tierra del lugar, 1 parte de arena y 1 parte de gallinaza, luego se desinfectó el sustrato con agua hervida caliente para evitar enfermedades patógenas en el almacigo (ver anexo 3, foto N° 1).

5.5.3. Trazado de parcelas

De acuerdo al diseño de bloques al azar con parcelas divididas y croquis de campo, los bloques fueron señalados con estacas sobre

la superficie del terreno. De esta manera se obtuvieron 3 parcelas en cada bloque, con 2 sub parcelas para cada uno de los tratamientos, los cuales son Extracto de Cola de Caballo, Extracto de Charara y Purín de Estiércol de gallinaza (se detalla en la pagina 30).

5.5.4. Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó manualmente, empezando con el desmalezado y extracción de piedras; la remoción del suelo se realizó a una profundidad de 0.30 m incorporando la materia orgánica (gallinaza) a razón de 10 tn/ha, luego se niveló el terreno para abrir los surcos a una distancia de un metro entre surcos.

5.5.5. Repique

Se realizo el repique de plántulas luego de 3 semanas del día de almácigo con la finalidad de obtener plantas fuertes y vigorosas para el transplante a terreno definitivo (ver anexo 3, foto N° 2).

5.5.6. Transplante

El transplante se realizó después de 3 semanas del repique, cuando las plantas presentaban una altura de 30 cm a una profundidad de suelo de 20 cm, a una distancia de 1m entre surcos y 0.8 m entre plantas haciendo un total de 24 plantas por unidad experimental (ver anexo 3, foto N° 3).

5.5.7. Refalle

La reposición de algunas plantas se realizó de los 7 a 8 días después del trasplante para obtener la totalidad de las plantas, que son 24 plantas por unidad experimental.

5.6. LABORES CULTURALES

5.6.1. Aporque y control de malezas

El primer aporque y el control de malezas se realizó en forma conjunta, a las 3 semanas después del trasplante, manualmente con la ayuda de un azadón y el segundo aporque se realizó 2 meses después del trasplante.

5.6.2. Fertilización

El cultivo de tomate se fertilizó con gallinaza juntamente con los aporques ya mencionados a una razón de 10 tn/ha.

5.6.3 Tutoraje

El tutoraje se realizó después del primer aporque, se utilizaron tutores (palos), de aproximadamente 2 m de alto y se colocaron individualmente en cada planta, el amarre se realizó con tallo seco de banano (ver anexo 3, foto N° 4).

5.6.4. Poda

La poda se realizó manualmente eliminando los brotes laterales y dejando sólo dos tallos principales por planta, a una altura de 50 cm con el propósito de adelantar la producción.

5.6.5. Riego

El riego no fue necesario en el presente ensayo ya que en todo el periodo del cultivo se contó con frecuentes precipitaciones.

5.7. PREPARACIÓN DE LAS SOLUCIONES BIOCIDAS PARA EL CONTROL DE LA ENFERMEDAD (*Phytophthora infestans*).

La preparación de las soluciones biocidas se hicieron la primera semana después del trasplante. A continuación se indica como se prepararon las soluciones biocidas y su aplicación.

5.7.1. Extracto de Cola de Caballo

Se utilizó 15 gr de polvo de planta seca diluidos en 1 l de alcohol al 30% y hervidos durante 10 minutos, de este preparado se extrae una solución fungicida, se debe dejar reposar por 2 horas y luego se encuentra listo para su aspersión.

5.7.2. Extracto de Charara

Se utiliza toda la planta excepto la raíz, se picó en trozos pequeños y luego se realizó la decocción en alcohol al 30% durante 10 minutos y se asperjó el mismo día de su preparación.

5.7.3. Purín de Estiércol

El purín de estiércol fue preparado con un 1 kg de estiércol de gallinaza y 5 l de agua, posteriormente se hizo macerar por dos semanas, después de este tiempo la solución estaba lista para ser aplicada.

5.8. OBTENCIÓN DE MICELIO DE *Phytophthora infestans*, A PARTIR DE HOJAS INFESTADAS

El objetivo de esta práctica fue identificar la presencia de *Phytophthora infestans* del cultivo en estudio, esta técnica fue aplicada por French y Hebert (1980), se la realizó de la siguiente manera en el laboratorio de la UAC- Carmen Pampa:

a) Primer paso

Se recolectaron muestras de follaje infectado con *Phytophthora infestans* provenientes del ensayo en estado fresco y se guardaron en bolsas plásticas en un termo congelador a 4° C para luego llevarlos al laboratorio.

Se cortaron trozos de follaje infectado del margen de la lesión en tamaños de un centímetro cuadrado.

Se lavaron los tubérculos (papa) con agua, detergente y cepillo, se dejaron secar luego se desinfecto por inmersión en hipoclorito de sodio al 0.5 % durante 30 segundos, dejando evaporar los residuos de la solución, dentro de la cámara de flujo laminar para luego sumergirlos en alcohol y flamearlos.

Los tubérculos (papa) desinfectados se cortaron en rodajas de más ó menos 1 a 2 cm de grosor con cuchillo flameado y se eliminaron los extremos y las cáscaras para evitar las impurezas.

Paralelamente, se prepararon cámaras húmedas, cajas petri estériles y rodajas de papa, se colocaron trozos de tejido infectado en el fondo de la caja petri y sobre ésta, una rodaja de papa, luego se taparon las cajas con la cubierta y se colocaron dentro de cámaras húmedas y en la incubadora a 18° C por lapso de 10 días.

Una vez terminada esta práctica se selló la caja petri con cinta adhesiva para identificar las muestras macroscópicas y microscópicas y la fecha de aislamiento.

b) Segundo paso

La fórmula simplificada preparada, basándose en el trabajo de Hohl (1976) (Solución madre antimicótica), es para evitar la contaminación de hongos, la cual se preparó de una solución madre antimicótica, en base a los siguientes productos.

Benlate	0.4 g
Griseofulvina	3 cápsulas de 500 mg equivalentes a 1.5 g
Nistanina	1 cápsula de 500.000 UI equivalente a 0.56 g

Estos ingredientes se disolvieron en 100 ml de agua destilada estéril siendo 25 ml suficientes para 1 litro de medio de cultivo dando la siguiente relación.

0,25 ml de solución madre de antimicóticos/100 ml de medio de cultivo.

Solución madre de rifampicina.- Siendo la rifampicina un antibacteriano de amplio espectro y habiendo resultado bien en ensayos anteriores, se preparó la solución madre como sigue:

Se disolvió 0.02 g de rifampicina (4 cápsulas) en 10 ml de dimetil sulfóxido (DMSO) que es suficiente para 1 litro de medio de cultivo, de acuerdo a lo previsto por la Universidad de Cornell (CIP-Ecuador, 1993). Esta proporción da la siguiente relación:

1ml de solución madre de bactericida/100 ml de medio de cultivo

Una vez preparadas las soluciones madres de antimicótico y bactericida, se preparó el siguiente medio de cultivo:

- Se mezclaron 2 g de carbonato de calcio (Ca CO_3) con 200 ml de jugo concentrado de tomate y se centrifugó la solución durante 5 min a 3.000 r.p.m.
- Se combinaron 100 ml de sobrenadante clarificado con 900 ml de agua destilada, 15 g de agar y se autoclavó a 15 p.s.i. durante 20 min.
- Una vez verificada la presencia del micelio de *Phytophthora infestans* al microscopio, éste se transfirió al medio de cultivo colocando en dos o tres puntos del medio gelificado, teniendo cuidado de no producir raspaduras ni grietas. Luego se llevó a una incubadora a 18 °C durante 10 a 15 días (ver anexo 3, foto N° 8).

5.9. INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE *Phytophthora infestans*

Las parcelas experimentales fueron infectadas de forma natural a través del viento, el agua y otros, debido a la gran proliferación del patógeno en la zona y las condiciones climáticas (lloviznas, neblinas, humedad 80% y temperaturas promedios de 18°C) que son muy favorables para este hongo.

La incidencia y severidad del ataque de *Phytophthora infestans* fue evaluada utilizando la escala de valores del CIP para evaluar el Tizón tardío de papa.

5.10. APLICACIÓN DE SOLUCIONES BIOCIDAS

La primera aplicación de las soluciones biocidas se realizó después de 16 días del transplante y posteriormente según la frecuencia de aplicación de las repeticiones. Las frecuencias de aplicación fueron cada 4 días y cada 8 días en todos los tratamientos. La aspersion de las soluciones biocidas se realizaron entre las 16:00 a 18:00 hrs del día (ver anexo 3, foto N° 5).

N° de aplicaciones durante el ensayo

Frecuencia de 4 días = 24 aplicaciones

Frecuencia de 8 días = 12 aplicaciones

5.11. COSECHA

La cosecha se realizó manualmente una vez que las plantas concluyeron su ciclo fenológico y los frutos alcanzaron la madurez, la misma se realizó a los 120 días después de la siembra (ver anexo 3, foto 15).

5.12. VARIABLES DE RESPUESTA

1) Porcentaje de infestación

Para evaluar el porcentaje de infestación del Tizón tardío se tomó en cuenta el número de lesiones causadas por la enfermedad y se evaluaron los valores según la **escala de valores para evaluar el Tizón tardío del C.I.P.** como se observa en el siguiente cuadro (Henfling, 1987).

Cuadro 5. Escala de valores para evaluar el Tizón tardío.

Valores escala del C.I.P.	TIZÓN (%)		
	Media	Límites	Síntomas
1	0		No se observa Tizón tardío
2	2.5	< 5	Tizón tardío presente. Máximo 10 lesiones por planta
3	10	6 – 15	Las plantas parecen sanas, pero las lesiones son fácilmente vistas. Máxima área foliar afectada por lesiones corresponde a no más de 20 folíolos
4	25	16 – 35	El tizón es fácilmente visto en la mayoría de las plantas, alrededor del 25% del follaje esta cubierto de lesiones.
5	50	36 – 65	La parcela luce verde, pero todas las plantas están afectadas, las hojas inferiores muertas, alrededor del 50% del área foliar está destruida.
6	75	66 – 85	La parcela luce verde con manchas pardas. Alrededor del 75% de cada planta esta afectada. Las hojas de mitad inferior de las plantas están destruidas.
7	90	86 – 95	La parcela no está predominantemente verde ni parda. Sólo las hojas superiores están verdes
8	96.5	96 – 100	La parcela se ve parda. Unas cuantas hojas superiores aun presentan algunas áreas verdes. Muchos tallos tienen lesiones extensas.

Fuente: Centro Internacional de La Papa (C.I.P.) 1987

2) Mortalidad de plantas

El número de plantas muertas, ocasionadas por el patógeno presente en las plantas, se evaluó por unidad experimental y por tratamiento (ver anexo 3, foto N° 11).

3) Rendimiento

Se consideró el peso de los frutos por planta en kilogramos de cada tratamiento, descartando los frutos lesionados por el patógeno.

5.13. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables de respuesta del presente trabajo de investigación se analizaron en base al método de análisis de varianza (ANVA), con la ayuda del sistema de análisis estadístico (S.A.S, V-8).

Para comparar la diferencia entre tratamientos de porcentaje de infestación, mortalidad de plantas y rendimiento se realizó la prueba de comparación múltiple Duncan (0,05).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1. Porcentaje de infestación

Los datos de porcentaje de infestación mostraron que el tratamiento con extracto de cola de caballo y con una frecuencia de 8 días de fumigación fue el menos afectado, ya que se obtuvo un porcentaje de 36.66 % de infestación, lo cual demuestra que el biocida de cola de caballo controló la enfermedad en 63.33 %, seguido por el biocida de purín de estiércol de gallinaza, con una frecuencia de 8 días de fumigación con 46.66 % de infestación y con un control de la enfermedad de 53.33 %; y en tercer lugar se encuentra el biocida de cola de caballo con una frecuencia de 4 días, en el que se observó 50% de infestación y por ende, 50% de control de la enfermedad.

Comparando con los resultados que obtuvo Súniga (2002) que fue 66.67 % de infestación de *Phytophthora infestans* en el cultivo de papa variedad Perla, controlando la enfermedad con ácido salicílico en la misma comunidad de Carmen Pampa, con una temperatura media de 16.30 C°, una humedad relativa de 78.85 % y una precipitación de 159.40 mm, por lo que se puede observar que se superó el control de la enfermedad con el biocida de cola de caballo con una frecuencia de 8 días en el cultivo de tomate.

Cuadro 6. Análisis de varianza para porcentaje de infestación en el cultivo de tomate en Carmen Pampa.

FV	GL	S.C.	C.M.	F.C.	Pr > F
Bloque	2	8771.36	4385.68	9.39 *	0.0308
Biocida	2	1029.69	514.84	1.10 ns	0.4157
Error a	4	1868.55	467.13	-	-
Frecuencia	1	465.12	465.12	3.93 ns	0.0947
Biocida*Frecuencia	2	1058.58	529.29	4.47 ns	0.0647
Error b	6	709.91	118.31		
Total	17	13903.23			

Fuente: en base a los resultados de los análisis estadísticos.

* = significativo al 0,05

ns = no significativo

CV = 28 %

En el cuadro N° 6 se observa el análisis de varianza realizado a la variable porcentaje de infestación, donde se encuentra que en el factor principal (tipo de biocida) no existe diferencias significativas. De la misma manera, para el factor frecuencia de aplicación, lo que demuestra que los factores estudiados no influyen en la expresión del porcentaje de infestación.

Por otro lado, en la interacción de estos factores tampoco se registró diferencia significativa alguna, para la variable porcentaje de infestación, por lo que se determina que tanto el tipo de biocida como la frecuencia de aplicación de los mismos son independientes en la expresión de la variable estudiada.

6.1.1. Avance de la enfermedad a través del tiempo

El avance de la enfermedad en los tratamientos CC/8 y PE/8 fue lento, sin pasar del 50%, en cambio en los tratamientos CC/4, CH/4, CH/8 y PE/4 el avance de la enfermedad fue más acelerado, alcanzando más del 50% de infección, como se observa en el cuadro 7.

Cuadro 7. Incidencia y severidad de *Phytophthora infestans* registrados durante el periodo del cultivo de tomate, expresado en (%).

Tratamientos	30 ddt	45 ddt	60 ddt	75 ddt
CC/4	10.50	13.00	25.50	50.00
CC/8	10.00	11.50	12.50	36.70
CH/4	14.00	18.00	20.00	53.00
CH/8	15.00	22.00	28.00	63.30
PE/4	10.00	25.00	35.00	73.80
PE/8	12.00	12.50	14.00	46.70

Fuente: en base a los datos registrados en campo de acuerdo a la escala de valores del CIP.

ddt= Días después del trasplante

6.2. Mortalidad de plantas

De acuerdo a los datos registrados en campo para mortalidad de plantas, el tratamiento CC/8 días obtuvo menor número de plantas muertas, con un promedio de 2.3 plantas muertas, seguido del tratamiento CC/4 días, que obtuvo una media de 2.7 plantas muertas, el tratamiento PE/8 días obtuvo una media de 3 plantas muertas, el tratamiento CH/4 días obtuvo una media de 3.3 plantas muertas y los tratamientos más afectados fueron los de CH/8 días y PE/4 días que obtuvieron una media de 7.3 y 11 plantas muertas respectivamente, observar anexo 2 cuadro N° 4.

Cuadro 8. Análisis de varianza para mortalidad de plantas

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Bloque	2	81.44	40.72	7.80 *	0.0417
Biocida	2	62.11	31.05	5.95 ns	0.0633
Error a	1	20.88	5.22	-	-
Frecuencia	2	9.38	9.38	2.77 ns	0.1471
Biocida *Frecuencia	2	110.77	55.38	16.34 **	0.0037
Error b	6	20.33	3.38		
Total	17	304.94			

Fuente: elaborado en base a datos obtenidos

** = Altamente significativo (0,01 probabilidad)

* = Significativo (0,05 probabilidad)

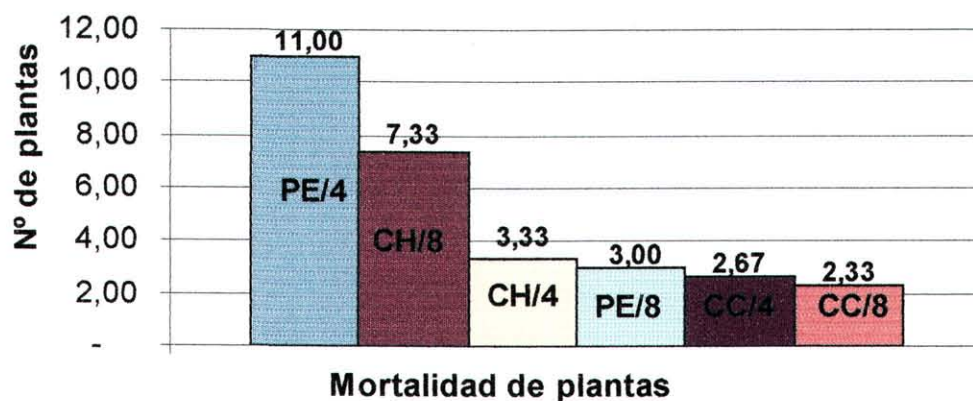
ns = no significativo

CV = 28 %

El análisis de varianza para mortalidad de plantas (cuadro 8) demostró que existen diferencias significativas entre bloques, en los factores simples biocida y frecuencia no existe diferencia significativa, sin embargo si se observo diferencias entre las interacciones tipo de biocida por frecuencia de aplicación, lo que indica que entre estos factores existe una alta dependencia para la expresión de la variable mortalidad de plantas. Como se observa en el cuadro de Duncan:

Interacción	Promedio Duncan	Agrupación
PE/4	11.00	A
CH/8	7.33	B
CH/4	3.33	C
PE/8	3.00	C
CC/4	2.36	C
CC/8	2.33	CD

Figura N° 3 Mortalidad de plantas en el cultivo de tomate



Fuente: En base a los datos obtenidos en campo

6.3. Rendimiento.

Según los datos registrados en campo para el rendimiento, el tratamiento CC/8 días presentó mayor peso en frutos, mostrando un promedio de 0.83 kg/planta, seguido de los tratamientos CC/4; PE/8; CH/8; CH/4; y PE/4 con 0.63; 0.53; 0.35; 0.25 y 0.23 kg/planta, respectivamente como se observa en la figura N° 4, Cama (2002) afirma que obtuvo un peso de 1.5 kg/planta con la misma variedad y en la misma comunidad de Carmen Pampa, con un control químico; teniendo en cuenta al resultado del tratamiento CC/8 que es 0.83 kg/planta, podemos observar que la diferencia en peso con un control químico y un control ecológico con biocidas es de 0.67 kg/planta, lo cual no alcanza ni el 50% de pérdida si realizamos un control ecológico con el biocida de cola de caballo ver anexo 2 cuadro N° 6.

Cuadro 9. Análisis de varianza para Rendimiento por tratamiento en el Cultivo de tomate en Carmen Pampa

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr > F
Bloques	2	0.05	0.02	4.69 ns	0.0893
Biocidas	2	0.10	0.5	8.78 *	0.0344
Error a	4	0.02	0.00	-	-
Frecuencia	1	0.02	0.02	3.25 ns	0.1216
Biocida*frecuencia	2	0.00	0.00	0.32 ns	0.7400
Error b	6	0.04	0.00		
Error total	17	0.25			

Fuente: en base a los resultados obtenidos

** = Altamente significativo

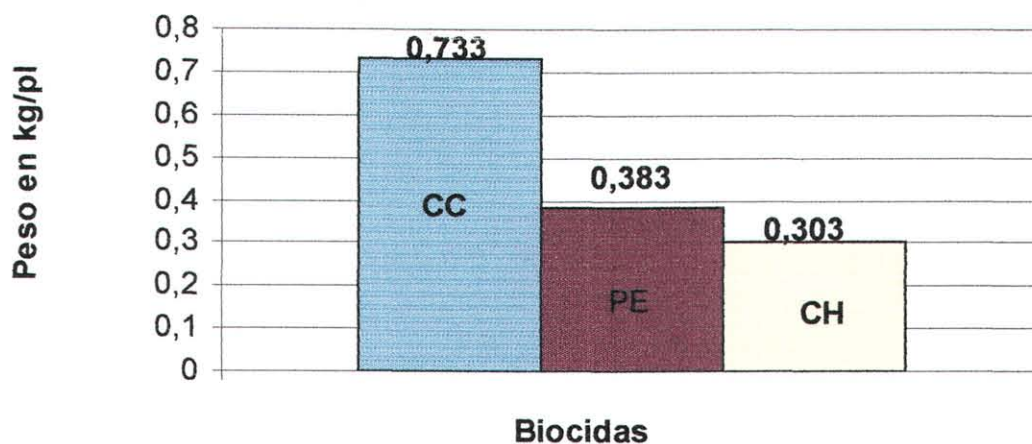
* = Significativo

C.V. = al 5%

Realizado el análisis de varianza en la variable rendimiento se tiene que en el factor biocida existe una diferencia estadística significativa al 0.05 % de probabilidad por lo que se puede afirmar que el rendimiento es influenciado por el tipo de biocida aplicado en el cultivo de tomate, sin embargo para el factor frecuencia de aplicación del biocida no se presentó diferencia estadística significativa, de la misma manera se observó en la interacción de estos dos factores, con lo que se establece que no existe dependencia entre el tipo de biocida y la frecuencia de aplicación del mismo en la expresión de la variable rendimiento, como se puede observar en el cuadro de Duncan:

Biocida	Promedio Duncan	Agrupación
CC	0.733	A
PE	0.383	B
CH	0.303	B

Figura N° 4 Promedios de rendimiento en el factor biocida



Fuente: en base a los resultados de datos obtenidos en campo.

La figura N° 4 muestra la comparación de medias (Duncan, 0.05) realizada con el factor tipo de biocida aplicado en el cultivo de tomate, el cual muestra que el mayor rendimiento se presentó con la aplicación de cola de caballo, con un promedio en rendimiento de 0.733 kg/planta siendo éste diferente estadísticamente al rendimiento presentado por los demás tipos de biocidas como purín de estiércol y charara con 0.383 y 0.303 kg/planta respectivamente, no observándose diferencia estadística entre estos dos últimos.

6.4 Factores de Correlación y Determinación.

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.744907893
Coefficiente de determinación	$0.554887768 \times 100 =$ 55.49 %

Según el coeficiente de determinación se puede observar que el 55.49 % de la variación del rendimiento, se debe a la variación de la mortalidad y el % de infestacion del cultivo, en la misma ecuación se puede determinar que tiene una pendiente de 0.8342 y que la variación de la mortalidad de 0.02863 unidades cuando el rendimiento varia en una unidad, de la misma manera la variación del % de infestacion es de 0.00406 cuando el rendimiento varia una unidad, tanto de mortalidad como el % de infestacion tienen una variación negativa:

Recta de regresión:

$$Y = 0.8342 - 0.02863 (X_1) - 0.00406 (X_2)$$

X₁	X₂	0.8342 - 0.02863 (x₁) - 0.00406 (X₂)	Y
10	10	0.8342 - 0.2863 - 0.0406	0.5073
15	15	0.8342 - 0.42945 - 0.0609	0.34385
20	20	0.8342 - 0.5726 - 0.0812	0.1804

6.5 Comparación de costos de aplicación de fungicidas y biocidas para el control de *Phytophthora infestans* en el cultivo de tomate.

Cuadro 10. Costos de aplicación de fungicidas para el control de *Phytophthora infestans* en el cultivo de tomate.

Producto	Dosis en kg/ha	Nº de aplicaciones/ha	Costo \$us/kg	Costo \$us/ha
Antracol	0.40	32	8.35	106.88
Bravo	0.75	4	13.00	39.00
Total				145.88

Cuadro 11. Costos de aplicación del biocida que mejor controló a *Phytophthora infestans* en el cultivo de tomate.

Producto	Dosis en kg/ha	Nº de aplicaciones/ha	Costo \$us/kg	Costo \$us/ha
Biocida Cola de Caballo	45	12	0.63	28.35
Total				28.35

6.6 Factores climáticos para el desarrollo de *Phytophthora infestans*

Los factores climáticos durante todo el ciclo del cultivo de tomate en Carmen Pampa, fueron favorables para el desarrollo de *Phytophthora infestans* ya que se registro una T° media de 18.98 °C, una Humedad Relativa media de 90.01 % y frecuentes lluvias las cuales favorecieron la diseminación de la enfermedad (ver anexo 3, foto N° 6).

Henfling (1987), afirma que el hongo *Phytophthora infestans* se desarrolla rápidamente a temperaturas mas bajas de 9 a 22°C y en un alto grado de humedad mayor a 95% durante 8 a 10 horas en varios días, bajo estas condiciones en solo tres días puede completarse un ciclo de la enfermedad, sin embargo las condiciones desfavorables puede prolongar o interrumpir temporalmente este ciclo.

6.7. Incidencia y severidad de *Phytophthora infestans*

La presencia de *Phytophthora infestans* en el ensayo fue infectada de forma natural a través del viento, el agua, plantas hospedantes, etc. y debido a la alta incidencia de este hongo en la zona y a las condiciones agro climáticas favorables (ver anexo 3, foto N° 7 y 11).

6.8. Aislamiento de *Phytophthora infestans* .

Los resultados del aislamiento de *Phytophthora infestans* obtenidas de hojas infectadas, fueron identificadas al microscopio para verificar la presencia del patógeno en el cultivo (ver anexo 3, foto N° 8).

La incidencia y severidad de *Phytophthora infestans* fueron evaluadas según la Escala de Valores del Centro Internacional de la Papa (CIP), la lectura del área foliar infectada se empezó a evaluar con el inicio de los síntomas de la enfermedad que primeramente fue en el follaje, luego en los tallos y posteriormente en flores y frutos. La primera lectura se la tomó a los 42 días después del transplante y posteriormente cada 7 días.

Se observó que los síntomas de la enfermedad empezaron una semana después del inicio de la floración en el tratamiento CH/8, lo cual significa que se prolongó el inicio de la enfermedad ya que según Cama (2000)

afirma que los síntomas de la enfermedad se manifiestan después de 2 a 3 semanas del trasplante y 4 semanas antes de la floración; en los demás tratamientos los síntomas se observaron una semana antes de la floración y con el inicio de la floración (ver anexo 3, foto N°9).

VII. CONCLUSIONES

-- En el porcentaje de infestación de *Phytophthora infestans* en el cultivo de tomate variedad Santa Cruz Kada en Carmen Pampa se observó que no existen diferencias significativas entre biocidas de la misma forma entre frecuencias de aplicación. También se pudo observar que la presencia del patógeno se presentó en el tratamiento de CC/8 una semana después del inicio de la floración lo que es muy favorable para el cultivo ya que se retrasó la presencia del patógeno.

-- En mortalidad de plantas se obtuvieron diferencias significativas entre bloques, pero no se observó diferencias significativas para tipo de biocidas y frecuencias de aplicación. También se observó que la mortalidad de plantas fue menor en el tratamiento CC/8 con un promedio de 2.3 plantas por parcela y el tratamiento con mayor índice de mortalidad en plantas fue PE/4 con un promedio de 11 plantas por parcela.

--En cuanto al rendimiento de frutos, se observaron diferencias significativas en el factor biocidas y no significativas en frecuencias de aplicación ya que el 55.49 % de la variación del rendimiento, se debe a la variación de la mortalidad y el % de infestación. El tratamiento CC/8 presentó mayor rendimiento con un promedio de 0.83 kg. por planta, lo cual nos demuestra que no existen diferencias elevadas a comparación de un cultivo de tomate con control químico.

-- El biocida preparado con extracto de cola de caballo y aplicado con una frecuencia de 8 días se comportó mejor en cuanto a porcentaje de infestación, mortalidad de plantas y rendimiento. Desde el punto de vista económico, con estos resultados obtenidos no se puede arriesgar a realizar el control del Tizón tardío porque se perderían 40 % de la producción total,

pero desde el punto de vista, socio-ecológico, es una buena opción por que se evitarían problemas de contaminación ambiental, degradación de suelos y salud humana.

- De acuerdo a los resultados obtenidos se acepta la hipótesis investigativa, ya que los biocidas controlaron al tizón tardío en diferentes porcentajes, según los tratamientos aplicados.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se sugiere seguir realizando investigaciones sobre cómo mejorar el efecto del biocida de cola de caballo contra la enfermedad del Tizón tardío para poder lograr un 80 a 90 % de control y en diferentes épocas del año.

- También, se puede realizar pruebas de diferentes dosificaciones de extractos de cola de caballo y talvez se pueda mejorar el porcentaje de control de *Phytophthora infestans* que se obtuvo en el presente ensayo.

- Se recomienda realizar estudios sobre la planta de cola de caballo para saber qué componente químico es el que controla al patógeno *Phytophthora infestans* y talvez posteriormente realizar biocidas sintéticos con ese elemento, porque se logrará mejorar el efecto de cola de caballo también, se tendría que pensar en cultivar esta planta, lo que económicamente no es beneficioso para los agricultores.

- Para un mejor control, también se pueden realizar prácticas de manejo integrado, como por ejemplo los poli cultivos con ajo y rotación de cultivos alternados con fumigaciones de biocidas de cola de caballo.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- ARIAS, C. 1992. Producción, poscosecha, procesamiento y comercialización de ajo, cebolla y tomate, oficina regional de la F.A.O. para América latina y el Caribe. ed. Santiago, Chile. pp 32-50.
- BAKER, K. y COOK, R. 1983. The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens. American Phytopathological Society. pp 111.
- BONET, C. 1981. Respuesta del cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum*) al agua en las distintas fases de su desarrollo. ed. D.F., México. pp 5-17.
- CAMA, U. 2000 Comunicación personal oral, U.A.C.-CARMEN PAMPA.
- CÁCERES, E. 1984. Producción de Hortalizas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. ed. San José, Costa Rica. 337 p.
- CENTRO NACIONAL DE PESQUISAS DE HORTALIZAS. 1992. Cultivo do tomateiro (*Lycopersicum esculentum* Mill). Ministerio de Agricultura e Reforma Agraria. Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuaria. EMBRAPA. ed. Brasília, Brasil. pp 24-30.
- CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. (CIP). 1983. Principales enfermedades, nematodos e insectos de la papa. CIP. Lima Perú. Pp18 – 19.

- CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. (CIP). 1993. Laboratory manual for *Phytophthora infestans* work at CIP. – Quito. Manual de Laboratorio. Mayo 1993. pp 11.
- DODSON J. 1997. Enfermedades del tomate. Copyright de Seminis Vegetable Seeds. Inc. Saticoy, California. U.S.A. Imprenta en Hong Kong.
- FAO. 1992. Intoxicaciones por Plaguicidas. ed. Santiago, Chile. 413 p.
- JUSCAFRESCA, B. 1987. Tomates, pimientos, berenjenas. Barcelona, España,
Edit. Aedos. pp 60-71
- GARAY, R. 1987. Guía para producir tomates. D. F., México, Edit. CIANO.
pp 12-16.
- GOMERO, L. 1995. Aportes del Control Biológico. ed. México, 460 pp.
- GÓMEZ P. 1996. Agricultura orgánica. En Campo y Tecnología. No. 29. ed.
INTA. Buenos Aires. República Argentina.
- GUZMÁN O. 1995. Fitopatología. 2da ed. Editorial Limusa grupo Noriega editores. México D.F. México. pp 317 – 321.
- HENFLING, J. 1987. El tizón tardío de la papa *Phytophthora infestans*. Lima Perú. CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP). Boletín de información técnica N° 4. pp 25.
- HERBAS, R. 1981. Manual de Fitopatología. ed. Oruro, Bolivia, Editorial Universitaria pp 378-379.

- HOSS, R. 1999. Recursos Botánicos con Potencial Biocida. ed. 56 pp.
- INPEX, 1990. Perfil del Mercado Mundial del Tomate. Instituto Nacional de Promoción de Exportación. USAID. Programa PL- 480. La Paz, Bolivia pp 25-35.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA. 1989 COMPENDIO DE AGRONOMÍA TROPICAL. IICA. ed. San José, Costa Rica. 234 p.
- INE, 1984 - 1998: ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS. La Paz, Bolivia. 120 p.
- INE-COSUDE, 1999 BOLIVIA UN MUNDO DE POTENCIALIDADES, Atlas estadístico de municipios, Centro de información para el desarrollo C.I.D., La Paz Bolivia. pp 19, 50, 64.
- LEÓN, J. 1987. BOTÁNICA DE LOS CULTIVOS TROPICALES. 2^{da} ed. San José, Costa Rica. pp 169-169.
- LEZAETA, M. 1989. LA MEDICINA NATURAL AL ALCANCE DE TODOS. Décima séptima ed. KIER S.A. Buenos Aires, Argentina. pp 206.
- MAROTO, B. 1986. Horticultura herbácea especial. 2^{da} ed. Editorial Mundi Prensa Madrid, España, pp 319-348.
- MARTÍNEZ, A. 1988. Diseños Experimentales. 2^{da} ed. Editorial Trillas. Mexico. Pp 299.

PRUETT, C. y RIVADENEIRA, C. 1994. BIODIVERSIDAD Y EL PROBLEMA AGUDO DE PLAGUICIDAS EN BOLIVIA. ed. Santa Cruz, Bolivia. pp 5-8.

RODRÍGUEZ, E. 1989. El Cultivo Moderno del Tomate. Secretaria de Recursos Naturales. Tegucigalpa, Honduras. pp 29-34.

SMITH, C. 1989. CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES. 3^{ra} ed. Bogotá, Colombia. pp 12-14.

STADLER, T. <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/Biocidas.htm>

SÚÑIGA F.J. 2002. EFECTO DE LA RESISTENCIA INDUCIDA CON ÁCIDO SALICÍLICO A TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans*) (Mont) de Bary EN PAPA (*Solanum tuberosum*) var. Perla EN CARMEN PAMPA NOR YUNGAS – LA PAZ. Tesis de grado presentado por Juan Súniga Fernández para optar el título académico de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Carmen Pampa La Paz Bolivia.

VAN HAEFF, C. 1988. Manual para la educación agropecuaria: Tomates. México, Edit. Trillas. 54 p.

VILLAREAL, R. 1982. Tomates. Trad. del Ingles por Edilberto Camacho.
Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
San José, Costa Rica. 184 p.

SABALETA, P. 2000. Biocidas. U.A.C. - C.P. (Comunicación personal).

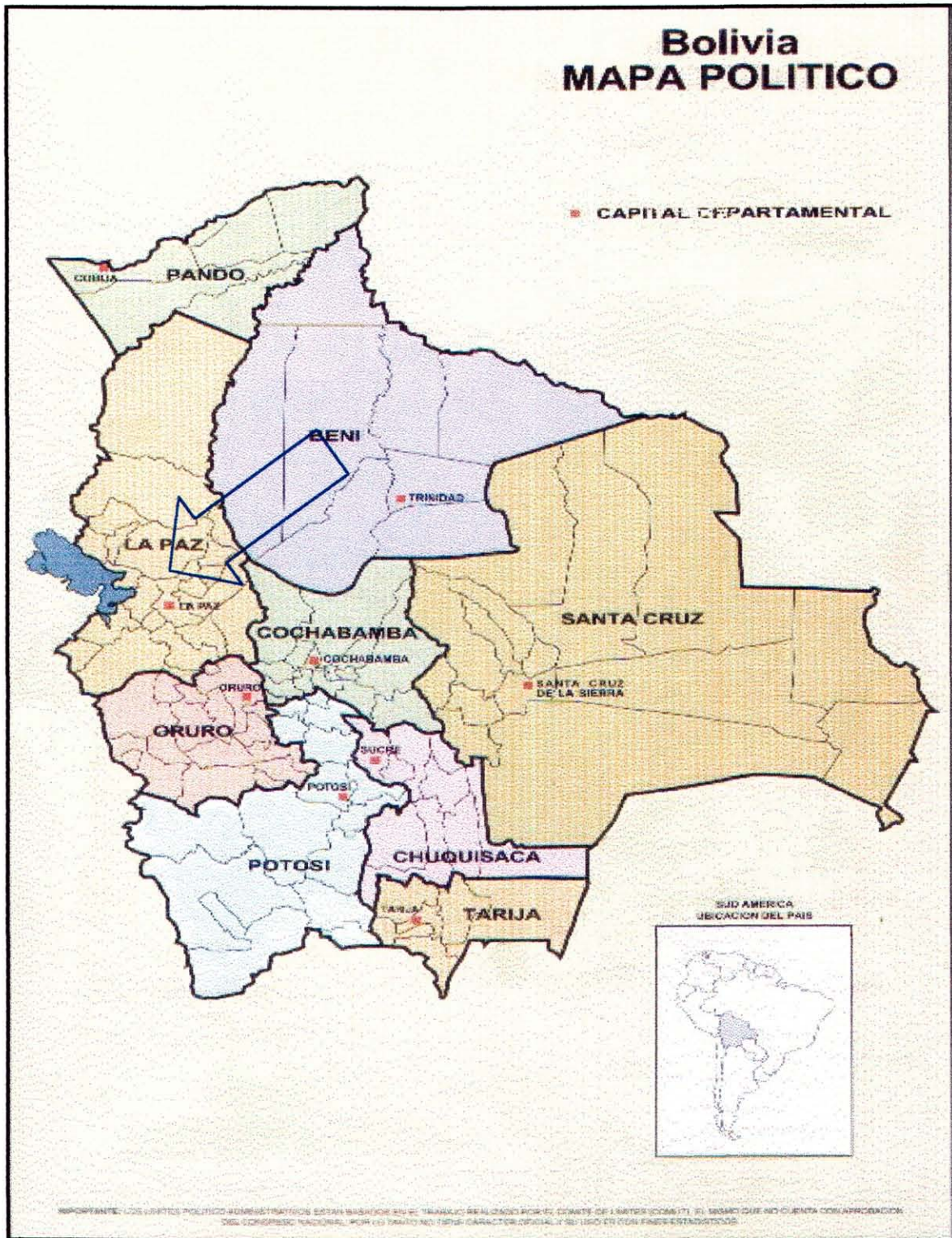
ZERBA M. 2003 <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/ContrBiol.htm>

ANEXOS

ANEXO

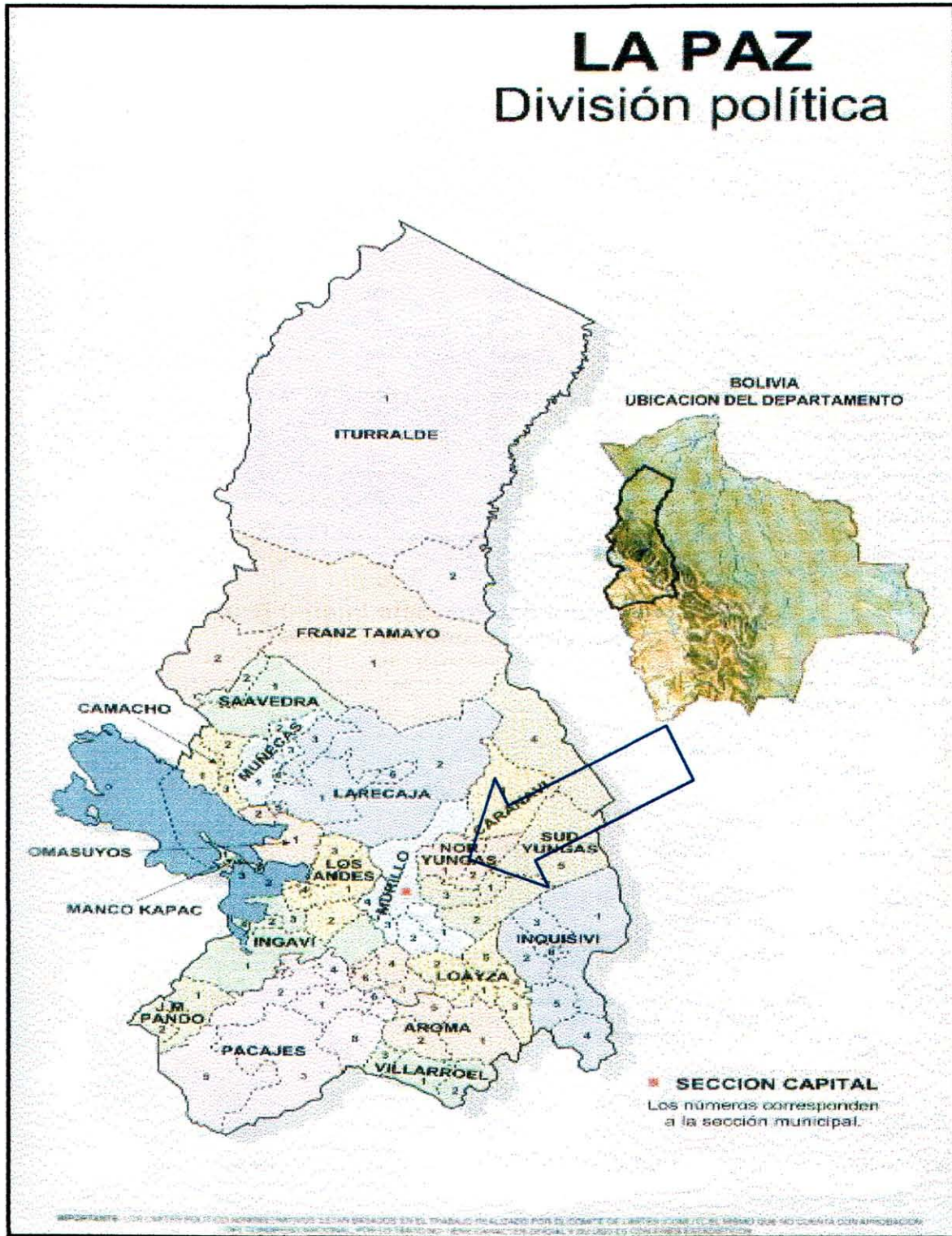
1

Mapa 1 Ubicación geográfica de la zona de estudio en Bolivia



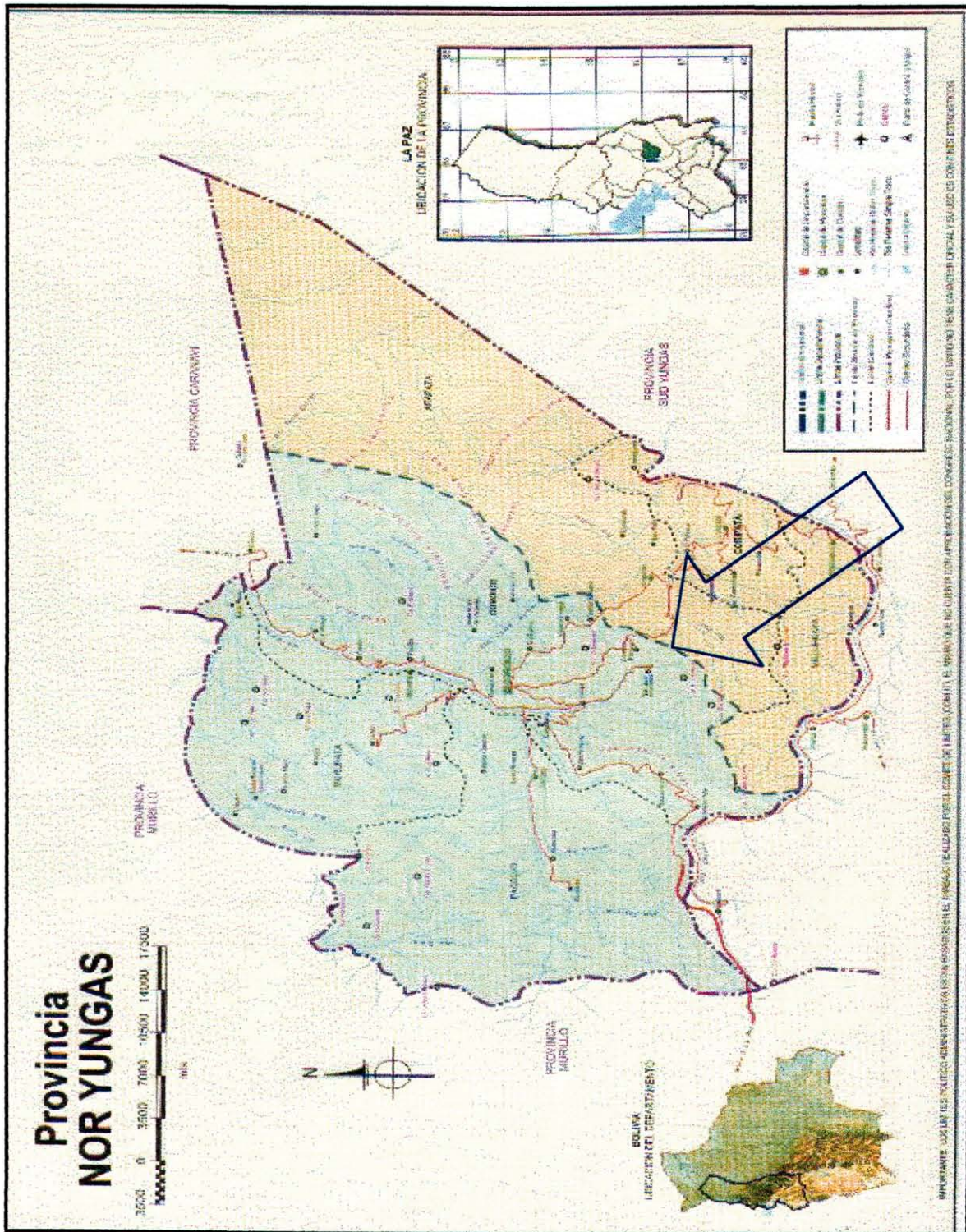
Fuente: Atlas estadístico de municipios

Mapa 2 Ubicación geográfica de la provincia



Fuente: Atlas estadístico de municipios

Mapa 3 Ubicación geográfica de Carmen Pampa en la provincia



Fuente: Atlas estadístico de municipios

ANEXO

2

CUADRO N° 1

Datos registrados en campo sobre porcentaje de infestación

BIOCIDAS	FRECUENCIA	REPETICIONES			PROMEDIO %
		I	II	III	
CC	4	50	75	25	50
CC	8	50	50	10	36.66
CH	4	75	75	10	53.33
CH	8	90	75	25	63.33
PE	4	75	96.5	50	73.83
PE	8	25	90	25	46.66

Fuente: en base a los datos obtenidos en campo.

Cuadro N° 2

Prueba Duncan para media de biocidas realizadas mediante S.A.S. V-8

Duncan	Media	N°	Biocida
A	7.00	6	PE
A	5.33	6	CH
B	2.50	6	CC

Fuente: en base a los datos obtenidos en campo.

Cuadro N° 3

Prueba de Duncan para media de frecuencias

Duncan	Media	N°	Frecuencia
A	5.66	9	4
A	0.00		0.00
A	4.22	9	8

Fuente: en base a los datos obtenidos en campo.

Cuadro N° 4**Datos registrados en campo sobre mortalidad de plantas**

BIOCIDAS	FRECUENCIA	REPETICIONES			PROMEDIO Nº/ pl
		I	II	III	
CC	4	3	5	0	2.66
CC	8	5	2	0	2.33
CH	4	4	6	0	3.33
CH	8	9	9	4	7.33
PE	4	11	13	9	11
PE	8	0	9	0	3

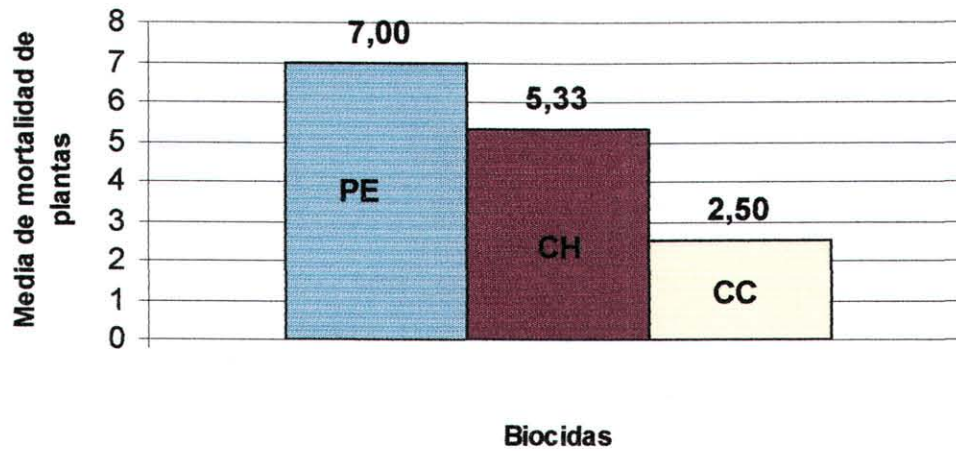
Fuente: en base a los datos obtenidos en campo.

Cuadro N° 5**Interacción de biocida por la frecuencia en mortalidad de plantas**

Interacción Biocida*Frecuencia		Media	Error	Pr> (t)	Numero de Media
CC	4	2.66	1.06	0.04	1
CC	8	2.33	1.06	0.07	2
CH	4	3.33	1.06	0.02	3
CH	8	7.33	1.06	0.00	4
PE	4	11.00	1.06	<.00	5
PE	8	3.00	1.06	0.03	6

Fuente: en base a los datos obtenidos en campo.

Figura N° 1 Prueba de duncan para media de biocidas



Cuadro N° 6

Datos registrados en campo sobre rendimiento

BIOCIDAS	FRECUENCIA	REPETICIONES			PROMEDIO kg/pl
		I	II	III	
CC	4	0.6	0.35	0.95	0.63
CC	8	0.8	0.75	0.95	0.83
CH	4	0.3	0.35	0.12	0.26
CH	8	0.1	0.25	0.70	0.35
PE	4	0.2	0.1	0.4	0.23
PE	8	0.7	0.1	0.8	0.53

Fuente: en base a los datos obtenidos en campo.

ANEXO

3



Foto N° 1. Almacigo de tomate (foto: Gutierrez R. 2001)



**Foto N° 2. Plántulas repicadas listas para el transplante
(foto: Gutierrez R. 2001)**



**Foto N° 3. Transplante de plántulas a terreno definitivo
(foto: Mollinedo J. 2001)**



**Foto N° 4 Tutoraje de plantas de tomate en el ensayo
(foto: Gutierrez R. 2001)**



Foto N° 5 Aplicación de las soluciones Biocidas



**Foto N° 6 Presencia de nieblas en la zona del experimento
(foto Gutierrez R. 2001)**



Foto N° 7 Presencia de *Phytophthora infestans* en hojas basales de plantas de tomate (foto Gutierrez R 2001)



Foto N° 8 Aislamiento del hongo *Phytophthora infestans* (foto Gutierrez R 2001)



Foto N° 9 No se observan síntomas de *Phytophthora infestans* en el inicio de la



Foto N° 10 Plantas sanas sin la presencia de *Phytophthora infestans* en el
tratamiento CC / 8
(foto Gutiérrez R. 2002)



Foto N° 11 Ataque de *Phytophthora infestans* en plantas de tomate del tratamiento PE / 8 (foto Gutierrez, R. 2002)

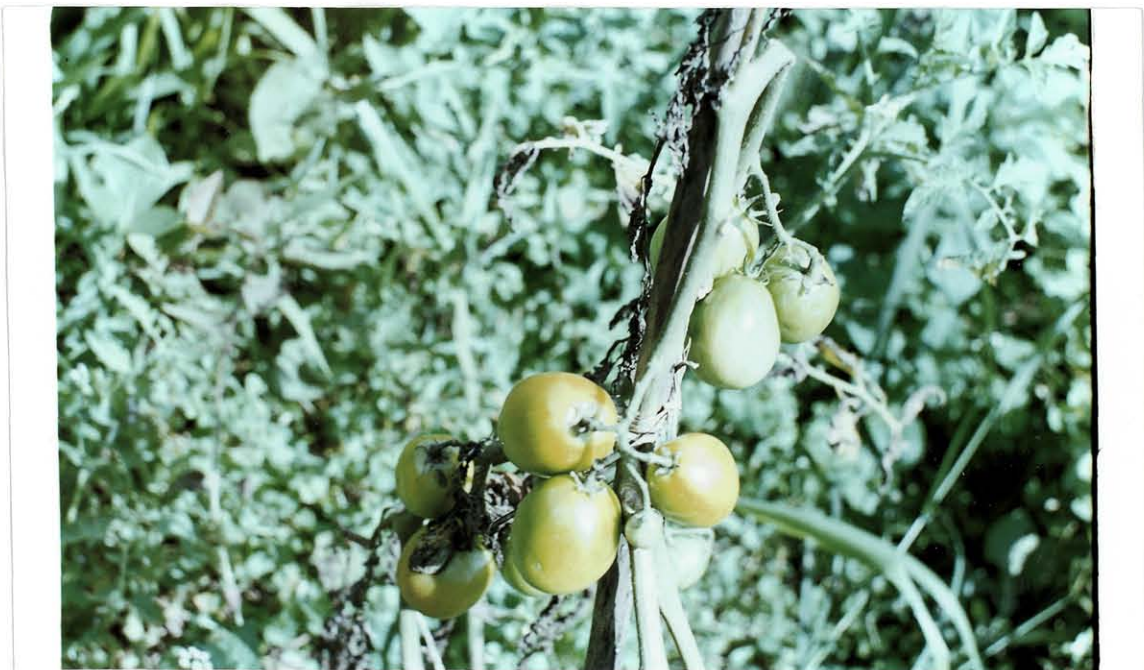


Foto N° 12 Frutos sanos no se observan la presencia de *Phytophthora infestans* (foto Gutierrez, R. 2002)



**Foto N° 13 Producción de tomate sin la presencia del patógeno
(foto Gutierrez, R. 2002)**



**Foto N° 14 Ataque de *Phytophthora infestans* en frutos del cultivo de tomate del
tratamiento PE / 8 (foto Gutierrez, R. 2002)**



Foto N° 15 Frutos maduros y sanos de tomate sin la presencia de *Phytophthora infestans* (foto Gutierrez, R. 2002)



Foto N° 16 Peso de frutos por planta (foto Gutierrez R. 2002)

Control of tomato late blight (*Phytophthora infestans*) with biocides on tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) in the community of Carmen Pampa, belonging to Coroico municipality (Nor Yungas – La Paz)

Rosemary Gutierrez Coarite
Agronomic Engineering • Saint Paul Bolivian Catholic University (La Paz, Bolivia)
Agronomic Engineer • 2004

This study occurred in Carmen Pampa, Coroico municipality, Nor Yungas province, department of La Paz. It was situated at 16°50'30" South latitude by 67°50'00" West longitude, at 1850 meters above sea level and 105 km from La Paz.

This study's objective was to evaluate 3 biocide treatments with horsetail (*Equisetum bogotense*) and charara (*Braccharis trimera*) extracts and liquefied dung in order to control tomato late blight (*Phytophthora infestans*) on Santa Cruz kada-variety tomatoes (*Lycopersicon esculentum*).

The design used was of plots divided in random blocks, which constituted six treatments and three repetitions.

The biocide that best controlled *Phytophthora infestans* was horsetail extract applied every 8 days, which had a control percentage of 63.34%, wherein an average of 2.33 dead plants were observed, the lowest number among all treatments. The same treatment resulted in the highest fruit yield with 0.83 kg per plant.

The variance analysis showed no significant differences for percent infestation, but significant differences for plant mortality and fruit yield.