

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa se realiza desde tiempos inmemorables, pues los antiguos pobladores de los andes peruanos, ecuatorianos y bolivianos acostumbraban a sembrar en terrazas, las variedades cultivadas comprendían el *Solanum andigenum*. Luego, este cultivo ha sido mejorado, de donde se obtuvo el *Solanum tuberosum*. Entre los primeros se destacaron el *Solanum oranapamum*, *Solanum yosepsuky*, *Solanum ajamhuiri*,

Estas variedades antiguas han sido de genes valiosos de los que se obtienen nuevas variedades que podemos mencionar la Desiree, runa clom, iscayachi, cardinale y la que últimamente salió con características intermedias como la variedad Marcela.

La papa se cultiva en más de 100 países, en clima templado, subtropical y tropical. Es esencialmente “un cultivo de clima templado”, en cuanto a su importancia en la alimentación humana podemos decir que es un alimento único de seguridad alimentaria en cualquier zona del departamento de Tarija y de Bolivia, especialmente en aquellas zonas donde por sus características climáticas, la papa ofrece seguridad alimentaria.

La papa se cultiva en diferentes épocas del año según las regiones como, por ejemplo: en agosto en las zonas de los valles, en noviembre a diciembre en las zonas altas y en febrero en las zonas sub andinas como ser Emborozu, Carapari y otros valles interandinos como sud tropical.

La papa es uno de los cultivos más populares en el mundo, por su alto contenido de carbohidratos que se convierte en una fuente de energía. Fue domesticada hace 7000 años por los habitantes que lo usaban en su dieta diaria como fuente de carbohidratos. Actualmente existen diferentes variedades de papa que se de papas que se cultivan en todo el mundo desde las zonas 1500 msnm hasta superiores a los 3000 msnm.

El cultivo de papa es muy importante por eso es necesario poder encontrar un controlador a la bacteria *Streptomyces scabies* ya que es causante de una mala visibilidad de la papa y es rechazada en el mercado por los comerciantes y los consumidores, lo cual perjudica al productor por su aspecto y no ser bien recibido en el mercado.

La enfermedad es de difícil control, por el momento no existe ningún producto químico para su contención. La sarna reduce la calidad comercial de los tubérculos y la calidad sanitaria cuando son usados como semilla, hasta el momento no se demostró que esta bacteria sea causante de enfermedades sanitarias a los humanos.

Es muy importante buscar algún método de control para que esta bacteria no siga perjudicando a los productores porque ellos son los más afectados.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Es frecuente observar en los mercados tubérculos con daños causados con *Pfythoplthora infestam*, *rizoctonia solani*, como hay también con ataques y signos de sarna común de la papa, conocido como *Streptomyces scabies* que ocasionan un mal aspecto deplorable al tubérculo haciendo pensar que se trata de una afección grave, aunque, en la realidad, solo se trata de un daño superficial que da mala impresión y rechazo a los productos en el mercado durante la comercialización.

Esta afección en principio fue leve, sin embargo, hoy tiene caracteres místicos con severidad y cada vez en aumento y hasta el momento no hay nada para erradicar esta bacteria.

Por esta razón, se hace necesario buscar alternativas de control que eviten la presencia de daños en los tubérculos, y facilitar la comercialización.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Es necesario estudiar a la enfermedad ya que no hay métodos para el control conocidos y fáciles de aplicar, en ese sentido los suelos de esta región se ven afectados y en muchos casos severamente por la bacteria *Streptomyces scabies*.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de control de productos sistémicos y de contacto de la sarna común de la papa en la variedad Desiree con tratamientos a la semilla y al follaje.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la acción sistémica de los productos determinado, ver la eficiencia de control sobre la bacteria causante de la sarna común utilizando FUNGOBACT, ACTARA y AMISTAR TOP.
- Evaluar el porcentaje de severidad en los tubérculos, con los productos de contacto y sistémico propuestos.
- Evaluar el rendimiento mediante la acción de los tratamientos a la semilla y al follaje para el control de la sarna común de los tubérculos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ORIGEN DE LA PAPA

La papa (*Solanum tuberosum*) es una planta originaria de América del Sur, de la región de la cordillera andina, la papa fue domesticada en el Altiplano andino por sus habitantes hace aproximadamente 7.000 años. (Cortez y Poma. 2018)

Una de las principales características de este cultivo es su importancia en la dieta del hombre. Posee múltiples usos: consumo humano directo, alimento de ganado, industrias alimenticias (fabricación de purés deshidratados y papas fritas), de almidón y destilación (obtención de alcohol). (Cansino 2003)

Los españoles la llevaron a Europa como una curiosidad botánica, con el paso del tiempo se volvió popular en todo el mundo. Actualmente existen diferentes variedades de papa que se cultivan en todo el mundo, desde zonas 1.500 msnm hasta latitudes superiores a los 3000 msnm. Siendo un cultivo de importancia a nivel mundial. (Mendoza 2015)

La producción de papa ocupa el cuarto lugar a nivel mundial superado por el arroz, trigo y maíz.

La papa es una planta que se siembra en mayor extensión entre los cultivos que se producen vegetativamente. Es una planta que produce mucho alimento por unidad de superficie, ocupa el primer lugar en calorías diarias por unidad de superficie, el segundo lugar en producción de proteínas por hectárea.

La papa contiene dos aminoácidos muy importantes en la dieta humana que son la lisina y triptófano. Por otra parte, las proteínas que contiene son simples o fáciles de asimilar por el organismo humano o animal que la consumen. Además, es una planta que generalmente tiene un ciclo vegetativo más corto que los cereales como el trigo, maíz y arroz. (Monreal. 2001)

Este tubérculo es la base de la alimentación de millones de personas, es una delicia culinaria en muchas regiones del globo que ha generado docenas de platos que tienen de protagonista este tubérculo.

Es necesario rescatar que esta especie es la “única” que contiene la proteína derivada de la solanina muy importante y necesaria para la salud humana. (Villarreal. datos no publicados)

2.2 IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE LA PAPA EN BOLIVIA

La papa se considera un cultivo esencial para la seguridad alimentaria, se dice que este tubérculo era uno de los principales cultivos desde la época de los incas.

La papa es el tercer cultivo alimentario luego del arroz y el trigo. Este tubérculo es una fuente de carbohidrato, almidón, proteínas alta calidad, vitamina C y minerales. La papa es un alimento tradicional de la dieta y en Bolivia, en el municipio de Sacaba del departamento de Cochabamba, es donde se produce la mayor cantidad de este cultivo mientras que la zona de los valles en el departamento cruceño es el segundo productor. La papa es el tercer cultivo más importante del país, después del azúcar y la soya. (<http://www.revista.campo.com.bo/papa-cultivo-ancestral/>)

Las estadísticas oficiales indican que en Bolivia se cultiva aproximadamente entre 125 a 130,000 has, distribuidos en seis departamentos andinos (La Paz, Cochabamba, Potosí, Oruro, y parte de Chuquisaca y Tarija), de los cuales, las mayores superficies cultivadas están en los departamentos de La Paz (30.000 has), Potosí (28.000 has) y Cochabamba (26.000 has). (Coca 2012)

la producción de papa en Bolivia datos oficiales del INE a 2016 son de 51.841 toneladas, se importa 4,82% de lo que se produce, vale decir que por cada 100 toneladas de papa producidas se importan cinco.

GRAFICA N°1 IMPORTACIÓN Y PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS Y TUBÉRCULOS, 2016



2.3 PRODUCCIÓN DE PAPA EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA

El departamento de Tarija es el segundo mayor productor de semilla y se destaca en la producción de papa para el consumo en el mercado nacional. Es así que el cultivo de papa genera cerca de 20 millones de bs por año entre producción de semilla y papa para el consumo.

Tarija es el segundo productor nacional de semilla y el tercero productor de papa para el consumo, la papa que produce Tarija también se consume en santa cruz y Cochabamba.

Tarija está produciendo 30.000 toneladas para el consumo abasteciendo el mercado local y nacional.

En la actualidad el departamento de Tarija produce las variedades: desiree, jaspe, Yungay, americana, collareja, alpha, cardinale, runa iscayachi, runa criolla, marcela y revolucionaria.

<https://www.elpaionline.com>

2.4 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DE LA PAPA

CUADRO N°1: CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA PAPA

Reino:	Plantae
División:	Magolipphyta
Clase:	Magnoliopsida
Sub Clase:	Asteridae
Orden:	Solanáles
Familia :	Solanáceae
Genero:	<i>Solanum</i>
Especie:	<i>tuberosum</i>
Nombre común:	Papa

Fuente: herbario universitario

2.4.1 Descripción botánica

La papa pertenece a la familia de las Solanáceas. Las especies cultivadas son las tetraploides ($2n = 48$) que pertenecen a las especies *Solanum tuberosum* y *Solanum andigenum*

La *Solanum tuberosum* es la papa que fue llevada a Europa por los españoles y domesticada en los países, generalmente es de días y ciclos cortos; (Cortez y Hurtado 2002)

La *Solanum andigenum* es de días largos, ciclos tardíos (de forma redonda y ojos profundos color de piel variable morada roja negra y combinada); la pulpa es blanca o amarilla y es cultivada por los países de sur América, también existen variedades que son mezclas de ambas especies.

La papa es una planta suculenta, herbácea y anual por su parte aérea y perenne por sus tubérculos (tallos subterráneos) que se desarrollan al final de los estolones que nacen del tallo principal y a veces de varios tallos, según el número de yemas que hayan brotado del tubérculo.

Los tallos son de sección angular y en las axilas de las hojas con los tallos se forman ramificaciones secundarias.

La planta de papa es de tipo herbáceo cuyo tamaño, varía de 0,30 a 1 m de alto, según las variedades, con un crecimiento erecto o semierecto.

Los tubérculos son tallos modificados y constituyen los órganos de reserva de la planta; varían en tamaño, forma y color de la piel y pulpa.

Las yemas u ojos del tubérculo maduro permanecen latentes (dormancia) hasta que desarrollan un estolón de donde se origina una nueva planta. Los almacenes de luz difusa ayudan a que los estolones no se desarrollen antes de la siembra.

Las hojas son alternas las primeras hojas tienen aspectos simples vienen después de las hojas compuestas imparipinadas con tres pares de hojuelas laterales hay hojuelas en segundo orden.

Las flores son hermafroditas, tetracíclicas, pentámeras; el cáliz es gamosépalo lobulado; la corola de color blanco a púrpura con 5 estambres anteras de color amarillo más fuerte o anaranjado que por supuesto producen polen.

Las raíces se desarrollan principalmente en el verticilo en los nudos del tallo principal su crecimiento primero es vertical dentro de la capa del suelo arable, luego horizontal de 25 a 50 cm, la planta de papa posee un sistema radicular fibroso y muy ramificado-

El tubérculo es un sistema morfológico ramificado, los ojos de los tubérculos tienen una disposición rotada alterna desde el extremo proximal del tubérculo donde va inserto el estolón hasta el extremo distal, donde los ojos son más abundantes. (Ríos 2007)

2.4.2.1 Germinación

a) El tubérculo semilla, para germinar, tiene que pasar por un periodo de reposo o dormancia de 2 a 3 meses; después de ese periodo emite brotes de 0,5 a 1 cm de longitud y es cuando el tubérculo está apto para la siembra. La emergencia de la planta sucede después de 15 días de haber sido sembrada, cuando es principalmente acondicionada o inducida a la brotación. caso contrario demorara unos 20 a más días para emerger.

b) la semilla sexual germina generalmente después de 8 a 10 días de haber sido sembrada y haber pasado por un periodo de dormancia de 4 a 6 meses. Esta semilla es utilizada en programas de mejoramientos genéticos para la obtención de nuevas variedades. Tienen como ventaja, su bajo costo y facilidad de transporte, ya que con 60 gr es posible la siembra de papa. La planta mide entre 0.50- 1.50 mts según la variedad. (Cortez y Hurtado 2002)

2.4.2.2 Raíces

En las plantas provenientes de semilla sexual, la raíz principal es filiforme, a partir de la cual aparecen ramificaciones laterales que forman un sistema fibroso.

La raíz formada a partir de semilla tubérculo es fibrosa, no existe una raíz principal y posee muchas raíces adventicias. Su mayor crecimiento lo desarrolla en los primeros 0.20m de profundidad, extendiéndose lateralmente de 0.30 hasta 0.60 m. las raíces laterales fibrosas pueden llegar hasta 1.20 m. de profundidad en suelos francos y profundos.

2.4.2.3 Flores

La inflorescencia nace en el extremo terminal del tallo y el número de flores en cada una puede ir desde una hasta 30, siendo lo más usual entre 7 y 15. El número de inflorescencia están altamente influidas por el cultivar.

Aproximadamente en el momento en que la primera flor esta expandida, un nuevo tallo desarrolla en la axila de la hoja proximal, el cual producirá una segunda inflorescencia.

[https://es.m.wikipedia.org>wiki>solanumtuberosum](https://es.m.wikipedia.org/wiki/solanumtuberosum) consultado el 05 de marzo2018

El pedúnculo de la inflorescencia está dividido generalmente en dos ramas, cada una de las cuales se subdivide en otras dos ramas.

De esta manera se forma una inflorescencia llamada cimosa.

De las ramas de las inflorescencias salen los pedicelos, en cuyas puntas superiores se encuentran los calices. Cada pedicelo tiene una coyuntura o articulación en la cual se desprenden del tallo las flores o los frutos.

Las flores de la papa son bisexuales (tienen ambos sexos), y poseen las cuatro partes esenciales de una flor: cáliz, corola, estambres y pistilo.

([http biblioteca.inia.cl>biblioteca>boletines](http://biblioteca.inia.cl/biblioteca/boletines)) consultado el 05 de marzo 2018

2.4.2.4 Hojas

Las son compuestas, con 7 a 9 foliolos (imparipinadas), de forma lanceolada y se disponen en forma espiraladas en los tallos.

([https://es.vikidia.org>wiki>solanumtuberosum](https://es.vikidia.org/wiki/solanumtuberosum)) consultado el 05 de marzo 2018

2.4.2.5 Tallo

Presentan tres tipos de tallos, uno aéreo, circular, sobre el cual se disponen las hojas compuestas y dos tipos de tallos subterráneos: los rizomas y los tubérculos.

2.4.2.6. Estolones

Morfológicamente descritos, los estolones de la papa son tallos laterales que crecen horizontalmente por debajo del suelo a partir de yemas de la parte subterránea de los tallos.

Los estolones largos son comunes en las papas silvestres y el mejoramiento de la papa tiene como una de las metas obtener estolones cortos.

Los estolones pueden formar tubérculos mediante un agrandamiento de su extremo terminal. Sin embargo, no todos los estolones llegan a formar tubérculos. Un estolón no cubierto con suelo, puede desarrollarse en un tallo vertical con follaje normal.

2.4.2.7 Tubérculos

Los tubérculos de papa son tallos modificados y constituyen los principales órganos de almacenamiento de la planta de papa. Un tubérculo tiene dos extremos: el basal, o extremo ligado al estolón, que se llama talón, y el extremo expuesto, que se llama extremo apical o distal.

Los ojos se distribuyen sobre la superficie del tubérculo siguiendo una espiral, se concentran hacia el extremo apical y están ubicados en las axilas de hojas escamosas llamadas «cejas». Dependiendo de la variedad, las cejas pueden ser elevadas, superficiales o profundas. Cada ojo contiene varias yemas.

Aquenio: cilíndricos de 1–1.5 mm de largo

Los ojos del tubérculo de papa corresponden a los nudos de los tallos; las cejas representan las hojas, y las yemas del ojo representan las yemas axilares. Las yemas de los ojos pueden llegar a desarrollarse para formar un nuevo sistema de tallos principales, tallos laterales y estolones. Generalmente, cuando el tubérculo ha madurado, las yemas de los ojos están en un estado de reposo y, por ello, no pueden desarrollarse. Al cabo de cierto tiempo, dependiendo de la variedad, las yemas del ojo

apical son las primeras en salir del reposo. Esta característica se llama dominancia apical. Más tarde, las yemas de los otros ojos se desarrollan para convertirse en brotes. <http://biblioteca.inia.cl/biblioteca/boletines> consultado el 12 de febrero 2018

2.4.2.8 Brotes

Los brotes crecen de las yemas que se encuentran en los ojos del tubérculo y el color es una característica varietal importante. Los brotes pueden ser blancos, parcialmente coloreados en la base o el ápice, o casi totalmente coloreados. Los brotes blancos, cuando se exponen indirectamente a la luz, se tornan verdes.

El extremo basal del brote forma normalmente la parte subterránea del tallo y se caracteriza por la presencia de lenticelas. Después de la siembra, esta parte rápidamente produce raíces y luego estolones o tallos laterales.

El extremo apical del brote da origen a las hojas y representa la parte del tallo donde tiene lugar el crecimiento del mismo.

2.4.2.9 Fruto, semilla

El fruto de la planta de papa es una baya, la cual puede presentar una forma redonda, alargada, ovalada o cónica; su diámetro generalmente varía entre 1 y 3 cm, y su color puede ser desde verde a amarillento o de marrón rojizo a violeta. Las bayas, que poseen dos lóculos y pueden contener aproximadamente entre 200 y 400 semillas, se presentan agrupadas en racimos terminales, los cuales se van inclinando a medida que avanza el desarrollo de los frutos. Una planta puede dar en promedio unas 20 bayas. La semilla botánica de papa se denomina en la bibliografía con la sigla SSP (semilla sexual de papa) en castellano o TPS (true potato seed) en inglés.

Las semillas son muy pequeñas, aplanadas, de forma arrionada, y pueden ser de colores claros, amarillentos o con diversos tonos de marrón. En promedio, un gramo puede contener unas 1500 semillas. (Graziano 2011)

2.5 TEMPERATURA PARA EL CULTIVO DE LA PAPA

La mayor limitante son las temperaturas, ya que son inferiores a 10°C y superiores a 30°C, afectan irreversiblemente el desarrollo del cultivo, mientras que la temperatura óptima para una mejor producción va de 17°C a 23°C. por ese motivo, la papa se siembra a principios de la primavera en zonas templadas y a finales de inviernos en las regiones más calurosas. En los lugares de clima tropical cálido se siembra durante los meses más frescos del año. La papa se considera una planta termo periódica, es decir, necesita una variación de las temperaturas entre día y noche.

Dicha variación debe ser entre 10 a 25°C en el aire. La temperatura del suelo adecuada para el desarrollo de los tubérculos debe ser de 10 a 16°C durante la noche y 16 a 22°C en el día. Cuando la oscilación de estas temperaturas es menor a las especificadas anteriormente, se ve afectado el crecimiento y tuberización de la papa.

Las temperaturas bajas de los suelos durante el crecimiento vegetativo del cultivo, disminuyen el crecimiento y desarrollo de las raíces, además de la asimilación de nutrientes, especialmente el fosforo, por otro lado, las altas temperaturas aceleran el desarrollo de la papa y su envejecimiento, sobre todo en variedades de maduración temprana.

(<http://www.revista.campo.com.bo/papa-cultivo-ancestral/> consultado el 20 de febrero 2018)

2.6 DESCRIPCIÓN DE LA PAPA DESIREE

La papa desiree es una planta de crecimiento intermedio, semi erecta, de buen vigor, follaje de color verde grisáceo oscuro, sus tubérculos son de forma oval alargado, ojos superficiales piel rosada y pulpa amarillo claro.

Tiene un rendimiento alto, y una buena resistencia al virus, moderada susceptibilidad al virus del enrollamiento de las hojas de la papa y susceptible a la sarna común (*Streptomyces scabies*). (Muños 2015)

2.7 DESCRIPCIÓN DEL AGENTE CAUSAL SE LA BACTERIA *STREPTOMYCES ESCABIES*

Streptomyces scabies es una bacteria que posee forma de barril midiendo 0,8 a 1,7 x 0,5 a 0,8 micras sus conidióforos son ramificados, sentados y con ramas terminales espiraladas, su crecimiento se da a temperaturas entre 5°C y 40°C, siendo el óptimo entre 25°C a 30°C, las colonias en medio del cultivo son blancas y poseen micelios aéreos. Es un habitante natural del suelo sobrevive saprofiticamente en residuos de cosecha de raíces y en otras plantas hospederas sus propágulos pueden ser diseminados por diversos agentes (agua viento, insecto, tubérculos) y tiene la particularidad de sobrevivir a su paso por el tracto intestinal de los herbívoros, lo que hace del estiércol mal curtido una forma de inóculo o de propagación.



Streptomyces desarrollado en placas Petri mostrando crecimiento aéreo.



Streptomyces scabies, mostrando cadenas de esporas en forma helicoidal.

El patógeno se desenvuelve favorablemente en suelos con pH neutro o ligeramente alcalino. No ocurre en suelos con pH bajo de 5, como a sí mismo con baja humedad del suelo, principalmente próximo en la fase de tuberización y desarrollo de los tubérculos.

El monocultivo incrementa la incidencia de la enfermedad, en cambio la rotación larga reduce el inóculo del suelo. (Torres 2002)

Las especies de *Streptomyces* son parte importante en la biodiversidad que integra la microflora del suelo, en cuyo hábitat permanece presumiblemente como esporas más

que micelio La roña común es causada por los actinomicetos (bacterias filamentosas) *Streptomyces scabies*

Es un microorganismo filamentoso, heterótrofo, produce un micelio delgado (de casi 1micra de espesor) que puede fragmentarse o subdividirse asexualmente originando esporas. Las esporas son de forma cilíndrica o elipsoidal, de casi 6.6 x 1.5 micras y se forman sobre hifas espirales especializadas que forman septas desde su extremo hasta su base conforme se fragmentan dichas estructuras dando origen a las esporas. Presenta gran similitud con hongos lo que se debe a su morfología, pero difiere de éstos debido, al menor diámetro de su micelio. Sin embargo, posee una estructura celular procariótica. Es un organismo aeróbico, en medios de cultivo produce filamentos y melanina que es un pigmento café oscuro. (Bustos 2016)

Este microorganismo se describió en 1892 como *Oospora scabies* por Thaxter. Posteriormente, se reclasificó como *Actinomicete scabies* y más tarde como *Streptomyces scabies* por Waksman y Henrici. Sin embargo, en 1989 Lamber y Loria realizaron la descripción definitiva debido a que la cepa señalada anteriormente no se describía con precisión al organismo aislado de los tejidos enfermos. (Mendoza 2015)

La bacteria *Streptomyces scabies* es un microorganismo, filamentoso heterótrofo, produce un micelio delgado que puede fragmentarse o subdividirse asexualmente originando esporas. Presenta una gran similitud con hongos, lo que se debe a su morfología, pero difiere de estos debido, al menor diámetro de su micelio, sin embargo, posee una estructura celular procariótica. (Mendoza 2015)

2.8¿QUE ES LA SARNA COMUN DE LA PAPA?

La sarna común de la papa está en todas las regiones infectada productoras a nivel mundial.

La enfermedad se caracteriza por observarse lesiones de apariencia corchosa en los tubérculos típicas.

Las lesiones superficiales se limitan a la cáscara o corteza del tubérculo y su aspecto puede variar desde una capa reticulada, a lesiones elevadas como cráteres.

Las lesiones profundas ingresan en el tubérculo produciendo hoyos de dimensiones variables, que en ocasiones se asemejan al daño causado por insectos del suelo.

https://www.produccion.com.ar/1997/97jul_10.htm

Los diferentes síntomas que muestran los tubérculos de papa, están asociados a la tolerancia o susceptibilidad de las variedades. Los síntomas pueden cubrir el 100% de la superficie de los tubérculos afectados. No se han observado síntomas en el follaje. (Ramírez y Sainz 2001)

La bacteria es un habitante natural del suelo, sobrevive saprofiticamente en residuos de cosecha de raíces y tubérculos de papa infectados, en raíces de otras plantas hospedantes vivas como el trébol rojo y en materia orgánica como estiércol de vacunos incorporado al suelo como abono. El monocultivo incrementa la incidencia de la enfermedad, en cambio, las rotaciones largas reducen el inóculo del suelo. La presencia de humedad en el suelo durante el periodo crítico de formación de tubérculos controla la enfermedad, en cambio la sequía, incrementa la incidencia y la severidad. (Torrez. 2002)

2.9 ¿CUAL ES EL AGENTE CAUSAL?

La bacteria *Streptomyces scabies* es el agente causal predominante de la enfermedad en suelos de pH neutro a ligeramente alcalino y en condiciones de baja disponibilidad hídrica.

Sin embargo, *S. acidi scabies* fue aislada de síntomas de sarna en tubérculos producidos en suelos con pH inferior a 5.2, mientras que *S. diastatochromogenes*, *S. atroolivaceus*, *S. lydicus* y *S. resistomycificus* fueron identificados como los agentes causales de sarna profunda, aún en cultivos con adecuada provisión de agua. La

infección se inicia en las lenticelas sin suberizar, a partir del inóculo presente en el suelo y en papa simiente contaminada o infectada.

https://www.produccion.com.ar/1997/97jul_10.htm

La *Streptomyces* infecta los tubérculos, principalmente durante las primeras 5 semanas de desarrollo de los tubérculos. La enfermedad se desarrolla más rápidamente en suelos con temperaturas entre 20 a 22° C. Se desarrolla más lentamente a temperaturas de 11 a 13° C y 30° C.

Las especies de *Streptomyces* pueden vivir indefinidamente en el suelo como saprófitos en restos de cultivo y posiblemente sobre raíces de algunas malezas y heces fecales de animales. La bacteria puede ser diseminada a través de la lluvia y viento. Los tubérculos en activo crecimiento son infectados a través de las lenticelas jóvenes y estomas, antes de que se haya diferenciado el peridermo. Si los tubérculos están en condiciones secas durante su desarrollo, las bacterias *antagonistas* a *Streptomyces*, que normalmente se encuentran en las lenticelas, desaparecen y *Streptomyces* ingresa más fácilmente al tubérculo. Heridas causadas por insectos y nematodos, también facilitan la entrada del patógeno. Los tubérculos con el peridermo diferenciado no son susceptibles. Las heridas provocadas en labores de cultivo también son una entrada para la enfermedad. (Kimati 1997)

La principal fuente de contaminación es el suelo infectado con el patógeno y el tubérculo semilla enfermo, los primeros síntomas se pueden apreciar pocas semanas posteriores a la infección. Los tubérculos maduros ya no son susceptibles al ataque, no obstante, las lesiones ya ocasionadas se expanden a medida que la papa crece, aumentando la severidad.

(Acuña y Araya 2017)

La importancia económica de esta enfermedad radica en la pérdida del valor comercial del producto obtenido, debido al mal aspecto que presentan los tubérculos afectados. La reducción de rendimientos adquiere importancia en ataques muy severos.

(Moscardi y García 1975)

La sarna reduce la calidad comercial de los tubérculos que se utilizan en procesamiento y la calidad sanitaria cuando son usados como semilla, la sarna está considerada por los agricultores como la cuarta enfermedad más, ya que los tubérculos afectados llegan a un 80 a 100%. (Torrez 2002)

2.10 SINTOMAS

La enfermedad afecta a los órganos subterráneos de la planta. En casos muy severos las plantas detienen su crecimiento y puede causar marchitez. (Torrez 2002)

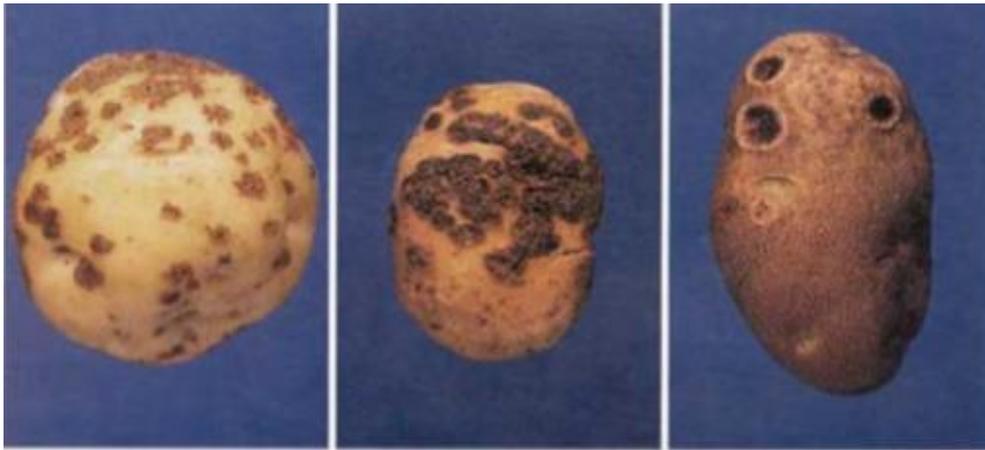
En infecciones a campo los síntomas se aprecian casi exclusivamente sobre los tubérculos. Cuando éstos comienzan a formarse, las manchas son muy pequeñas apareciendo como minúsculos puntos rojos amarronados, que pueden pasar desapercibidos o ser atribuidos a otros desórdenes diferentes de la sarna. En la medida que los tubérculos se van desarrollando, el área que ocupan las pústulas sarnosas también se desarrolla. Las pústulas sarnosas aparecen como manchas aisladas o confluentes pudiendo afectar parcial o totalmente la piel del tubérculo. Las manchas son de color marrón y se van oscureciendo a medida que envejece la lesión.

Los bordes son irregulares y los tejidos afectados son ásperos al tacto con apariencia rugosa.

Hay distintos tipos de lesiones: uno es la sarna normal: las lesiones son redondeadas estrelladas, con bordes agrietados o rotos, una serie de capas irregulares, pero concéntricas de súber rodeando una depresión central.

Sarna superficial: la parte lesionada es más levantada que el tejido sano, en el otro las lesiones son deprimidas profundizando algunos milímetros y con los bordes muy sobresalientes siendo el resultado de la acción combinada de la bacteria y de insectos chupadores y masticadores del suelo. Este tipo de lesiones deprimidas se da también por la acción de algunas razas del patógeno

Sarna profunda: las lesiones pueden permanecer aisladas, pero si el ataque es grave las grietas y surcos se desarrollan hasta 1 cm de profundidad, de color café oscuro, bajo el tejido de la lesión de color café claro y translucido. *S. scabies* es un patógeno que puede sobrevivir por tiempo indefinido como micelio o esporas en la mayoría de los suelos, exceptuando los más ácidos. También, sobrevive en restos de plantas infectadas en el suelo, pudiendo penetrar a tejidos sanos por heridas o aberturas naturales.



a) Sarna normal

b) Sarna superficial

c) Sarna profunda

Tipos de síntomas de *Streptomyces scabies* en tubérculos de papa (Mendoza 2015) (Bustos 2016).

El patógeno en sí no es causa de podredumbre ni decaimiento de los tubérculos, pero predispone al ataque de otros organismos. En almacenamiento las lesiones no se incrementan a pesar que el patógeno permanece vivo en ellas, (por falta de sustratos y humedad).

No hay síntomas aéreos, solo en los tubérculos los cuales presentan lesiones circulares, pardas con aspecto de corcho de 5 a 10 mm, que cuando se unen dan manchas mayores e irregulares. (Alvarado M. y otros 1010)

Los diferentes síntomas que muestran los tubérculos de papa, están asociados a la tolerancia o susceptibilidad de las variedades. Los síntomas pueden cubrir el 100% de la superficie de los tubérculos afectados. (Torrez 2002)

2.11 CICLO DE VIDA DE LA BACTERIA

Los *Streptomyces* presentan un ciclo de vida complejo que implica procesos de diferenciaciones morfológicas y fisiológicas. Estas bacterias son capaces de colonizar sustratos relativamente secos con restos de materia orgánica, formando una red de hifas tabicadas ramificadas que dan lugar al “micelio sustrato” estas hifas obteniendo los nutrientes de la degradación del material orgánico insolubles. (Mendoza 2015)

Este organismo puede estar presente en la mayoría de los suelos, viviendo sobre restos vegetales en descomposición.

La concentración de este patógeno y su desarrollo, depende de los cultivos que se realicen y de ciertas características de los suelos, especialmente el pH (acidez y alcalinidad) y el contenido de humedad del mismo.

La introducción más efectiva del patógeno en el suelo se debe fundamentalmente a la plantación de papa semilla infectada, permaneciendo y causando crecientes perjuicios en la medida en que se cultive papa continuamente o que se rote con cultivos susceptibles. A partir de los focos iniciales de infección la propagación se realiza a través de los insectos del suelo, agua de drenaje superficial e interno, labores del cultivo, etc.

La penetración del patógeno en los tubérculos puede suceder por aberturas naturales (Lenticelas), heridas o directamente a través de la piel, especialmente en los primeros estadios del desarrollo del tubérculo.

2.11.1 Factores que afectan el desarrollo de la enfermedad

La sarna es muy sensible a la temperatura, humedad y acidez del suelo. actuando estos factores en forma separada o conjunta. Existe también una cierta tendencia a que se presente con más frecuencia en suelos livianos o pedregosos que en suelos pesados.

2.11.1.1 Temperatura del suelo: La sarna puede prosperar en temperaturas que van de 10-13°C. pero el óptimo es entre 22-24°C. es donde la bacteria mejor desarrolla y causa más daños a los tubérculos.

2.11.1.2 Humedad: Los suelos secos favorecen el desarrollo del organismo: cuando la humedad del suelo es adecuada o incluso excesiva, las infecciones de sarna son mucho menores. La falta de humedad en el momento de formación de los tubérculos es muy favorable para el desarrollo de esta enfermedad sobre los mismos ya que éste es un estado de gran susceptibilidad para la infección.

2.11.1.3 Reacción del suelo: El pH o acidez del suelo, es el elemento más importante para favorecer, retardar o aún inhibir el desarrollo de la sarna. Entre valores de pH de 5,4 a 8 prácticamente todas las razas de este parásito están favorecidas en su desarrollo. Con valores entre 5 a 5,5 sólo pueden crecer algunas. Es común sin embargo encontrar cosechas con afecciones de sarna en suelos ácidos con valores de pH menores a 5, esto indica que no es solamente el pH el factor regulador de la presencia o no de la enfermedad, sino que se debe considerar el contenido de humedad y la temperatura de ese suelo para esa determinada estación de crecimiento.

2.11.1.4 Otros elementos: Las aplicaciones de abono orgánico inmediatamente antes de la plantación es un factor que favorece el desarrollo de la enfermedad. La sarna puede persistir muchos años en aquellos campos que han recibido altas dosis de

abono de corral que no ha sido descompuesto, ya que al descomponerse la temperatura sube a más de 40°C.

2.12 PLANTAS HOSPEDANTES DE LA BACTERIA

La enfermedad afecta principalmente a la papa, otras plantas hospedantes de esta bacteria son: la remolacha, trébol rojo, zanahoria, en el caso de la remolacha se reportó pérdidas causadas por la bacteria que alcanzaron hasta el 100% de los rendimientos.

Por eso es bueno hacer rotación de cultivos con: cereales, soja, cebolla, legumbres etc. Con plantas que tengas resistencia a esa bacteria (Torrez 2002)

2.13 CONTROL DE LA BACTERIA STREPTOMYCES SCABIES

Muchos autores e investigadores afirman que no hay método de erradicación de esta bacteria, pero si control en los países como: Chile, Perú, México, Costa Rica y otros países incluyendo Bolivia, donde se trabajó más sobre la investigación de esta bacteria, afirman que los métodos más eficientes para el control son los siguientes:

Hacer rotaciones amplias. Se debe usar semilla sin sarna para no introducir en la parcela especies o cepas más virulentas. Mantener la humedad durante la tuberización controla la enfermedad. En suelos con pH por debajo de 5.2 la sarna no se desarrolla (excepto si está causada por *S. acidiscabies*), por lo que el azufre y los abonos acidificantes ayudan a su control. (Bustos 2016)

2.14 TIPOS DE CONTROL DE LA BACTERIA STREPTOMYCES SCABIES

1. Uso de semilla sana. Este es un medio efectivo de control.

Los tubérculos a ser sembrados deben estar libres de lesiones de sarna, especialmente en aquellos cultivos destinados a semilla. Se recomienda no sembrar semilla de

lugares que hayan tenido problemas de sarna, aunque los tubérculos no presenten lesiones evidentes.

2. Tratamiento de semilla. No existen actualmente productos efectivos para el tratamiento de semilla previo a la siembra. Ciertos resultados positivos se han obtenido en algunos países con el uso de fungicidas mercuriales orgánicos o que incluyan en tratamientos de baño o espolvoreo de semillas.

3. Rotación. Es una medida de reducir la infección de los campos, recomendándose las gramíneas y leguminosas (arroz, alfalfa, soja) de 3 a 5 años, y después de 4 o 5 años volver a sembrar papa en ese terreno.

4. Si se dispone de riego el mantener la humedad adecuada en los primeros estados de formación del tubérculo, es una excelente medida de control de la enfermedad. (Moscardi y García 1975)

5. Bajar o aumentar el pH del suelo de 5 a 5.5 utilizando fertilizantes que produzcan acides o enmiendas con azufre. (Díaz y Perera 2011)

6. Evitar las rotaciones con plantas hospedantes como remolacha, zanahoria, S. acidiscabies no sobrevive en plantas no hospedantes (Mendoza 2015)

2.15 ENFERMEDADES Y PLAGAS DE LA PAPA

El cultivo de papa tiene varias enfermedades que le atacan, pero las más comunes son: salta hojas (*empoaasca ssp*) se caracteriza por ser muy pequeño (3mm), alargado de color verde gris aseco, lo podemos encontrar en la base de la planta, se alimenta de la sabia e inyecta una toxina que detiene el crecimiento de la planta, al igual que los pulgones, el salta hojas puede transmitir enfermedades.

Infi@revistacampo.com.bo

2.15.1 Polilla de la papa

Conocida comúnmente como *Phthorimaea operculella*, es la plaga más dañina de las papas que están sembradas y almacenadas en áreas cálidas y secas.

2.15.2 Pulgones

Insecto chupador que transmite enfermedades que se encuentra en las hojas, dentro de las enfermedades generales por estos patógenos que pueden transmitir son: virus del enrollamiento de las hojas y el virus mosaico de la papa, estas enfermedades destacan la pérdida de clorofila en las hojas. (Acuña y Paz 2015)

2.15.3 Marchitez bacteriana

Causada por *Rasltonia solanacearum* es un patógeno bacterial que acarrea pérdidas severas en regiones tropicales, sub tropicales y templadas.

[\(https://cipotato.org/es/lapapa-y-enfermedades-de-la-papa/](https://cipotato.org/es/lapapa-y-enfermedades-de-la-papa/)

Esta enfermedad afecta a más de 200 especies de planta, las de mayor importancia económica incluyendo al tabaco, bananas, papas, ajís, berenjenas, maní y varias plantas, la marchitez bacteriana se encuentra en climas tropicales, sub tropicales, templados y fríos, debido a la existencia de la bacteria. (Ivette A. y Pamela G. ficha técnica 54 2017)

2.15.4 Tizón tardío (*phytophora infestans*)

Es la enfermedad más importante de la papa, que puede llegar a matar al cultivo en 10 días. Se observa lesiones color café o negro en las hojas y color amarillo alrededor de los tallos, es un hongo de agua que destruye las hojas, tallos y tubérculos.

Infi@revistacampo.com.bo

Está presente en todas las áreas paperas del mundo y es considerada como la más importante del cultivo de la papa, porque si los campos no están protegidos adecuadamente con aplicaciones planificadas de fungicidas y, por otra parte, las condiciones ambientales, son al mismo tiempo, óptimas para el desarrollo del patógeno (temperatura de 12 a 15°C y humedad relativa de 95 a 100%), los sembríos de papa pueden ser destruidos en 10 a 15 días. (Torres 2002)

2.16 ENFERMEDADES SIMILARES AL DE LA SARNA COMÚN DE LA PAPA

Las enfermedades de la papa, producen pérdidas debido a una menor producción por unidad de superficie afectando la calidad del tubérculo y de su comercialización.

Existen diversas enfermedades en la papa, las bacterias producen lesiones costras y brillos en los tubérculos y que en la mayoría de los casos no manifiestan ningún tipo de síntomas en la parte aérea de la planta por lo cual es muy difícil poder detectar si los tubérculos están siendo dañados.

2.17 TIPOS DE SARNA:

2.17.1 Sarna común

Esta enfermedad es provocada por una bacteria denominada *Streptomyces scabies* que se encuentra en el suelo debido principalmente al uso de semillas infectadas y por la falta de rotación de cultivos.

Esta enfermedad produce lesiones marrones en la papa que al principio son pequeñas pero que se agrandan y adquieren una aparición corchosa, a veces estas manchas penetran en la superficie del tubérculo y cuando se quita el tejido afectado deja profundos hoyos.

La bacteria *Streptomyces* no afecta o no producen ningún síntoma en la parte aérea o follaje de la planta.

Para el control se recomienda, mantener en lo posible una adecuada humedad del suelo durante el periodo de tuberización y crecimiento del tubérculo, se ve favorecida por suelos húmedos y fríos, buena fertilidad del suelo y pH del suelo neutro o ligeramente ácido.

Las rotaciones largas de cultivo, incluso un cereal, consiguiendo reducir la incidencia de la enfermedad aumenta cuando las papas se desarrollan en suelos secos e infestados.

Evitar utilizar semillas con sarna

Bajar o aumentar los pH del suelo de 5 a 5.5 utilizando fertilizantes que produzcan acides o enmiendas con azufre.

Rotación de 3 a 4 años con cultivos no susceptibles como maíz, trigo, cebada. Evitar rotaciones con remolacha beterraga o zanahoria. (Díaz y Perera 2011)

2.17.2 Sarna pulverulenta o roña

Esta enfermedad es provocada por un hongo denominado *spongospora* subterránea que vive en el suelo produciéndose la infección durante el crecimiento del tubérculo.

Los síntomas son pequeñas vejigas o pústulas de color castaño purpuroo formando lesiones con forma de granos. El aumento de tamaño empuja a llega a romper la piel formando una especie de verrugas inicialmente de color blanco. Estas lesiones están normalmente rodeadas por los bordes levantados de la piel desgarrada, dejando una depresión superficial o hueco lleno de una masa polvorienta de color castaño oscuro, temperaturas en el suelo favorecen la infección temprana de tubérculos.

Las medidas preventivas para el control de esta enfermedad son:

- Uso de semilla libre de enfermedad
- No sembrar en terrenos contaminados
- Realizar rotación de cultivos amplias

(Díaz y Perera 2011)

2.17.3 Sarna plateada

El hongo dominado *Helminthoporium solani* en el causante de esta enfermedad y que produce un brillo plateado característico especialmente si la superficie del tubérculo está húmeda. Este color puede oscurecerse con la edad y si la superficie afectada es

extensa puede arrugar la papa durante el almacenaje, debido a la pérdida excesiva de humedad.

Las variedades que muestran una menor resistencia es la King Edward, y la que posee una mayor resistencia es la variedad cara.

Las medidas preventivas a esta enfermedad son:

- Uso de semillas libre de enfermedades
- No sembrar en terrenos contaminados
- Realizar rotaciones de cultivos. No se conocen otros cultivos que puedan ser afectados por esta enfermedad
- Cosechar tan pronto como estén maduros los tubérculos.

(Díaz y Perera 2011)

2.17.4 sarna verrugosa

Esta enfermedad es considerada como una de las más peligrosas y es ocasionada por un hongo denominado *synchytrium endobioticum*. Afecta a tubérculos y tallos.

Los síntomas que primero aparecen son verrugas en la base del tallo, de color verde o castaño y que se van volviendo cada vez más oscuras. Estas verrugas aparecen también en el tubérculo en el extremo del estolón y en los ojos del tubérculo, son blancas y más o menos esféricas y su tamaño varía desde un guisante a una masa que puede cubrir todo el tubérculo. la diseminación por el campo se realiza por medio de tubérculos infectados. (Díaz y Perera 2011)

2.17.5 Sarna o costra negra

Esta enfermedad produce costras de color negro o castaño en la superficie de la papa y que al lavar las papas no se eliminan mientras que la tierra adherida a la papa se desprende con facilidad. Esta provocada por un hongo de suelo llamado *Rhizoctonia*

solani que también produce lesiones de color marrón en la base de los brotes, en ataques graves puede provocar falta de nacimiento. Así mismo produce síntomas en la parte aérea como amarillamiento, formación de tubérculos aéreos, enrollamiento de las hojas hacia arriba y coloración purpúrea de las hojas

Se ve favorecida por suelos húmedos y fríos, buena fertilidad y pH de suelo neutro ligeramente ácidos. Las rotaciones largas de cultivo, incluyendo un cereal consiguen reducir de la enfermedad, así como la desinfección de suelo mediante solarización.

Otras medidas preventivas a tener en cuenta son:

- El abono orgánico, bien descompuesto se incorpora al suelo al menos 45 días antes de la siembra.
- El suelo debe estar bien trabajado para evitar la formación de costras.
- Emplear semillas sanas o certificadas
- La siembra superficial de los tubérculos reduce el efecto que el encharcamiento del suelo en condiciones frías tiene sobre la enfermedad.
- Puede eliminarse la incidencia de la enfermedad tratando la semilla picada o sin picar con fungicidas o pulverizado con mezcla de fungicidas en la línea de siembra. (Díaz y Perera 2011)

2.18 PARÁMETROS PARA LA MEDICIÓN DE ENFERMEDADES

2.18.1 Incidencia

Es el porcentaje o proporción de individuos enfermos en relación al total. La incidencia se utiliza para evaluar enfermedades donde se afecta la unidad entera (por ejemplo, para enfermedades de raíz y tallo donde la planta muere). Existe una relación casi directa entre los valores de incidencia par enfermedades foliares por que estas se presentan de forma uniforme en todo el lote (con valores al 100%)

No se determinan niveles de enfermedad. El uso de parámetro en el cultivo es particular útil para estudiar la velocidad y el patrón de avance de las enfermedades.

Es un parámetro objetivo, de cálculo sencillo, y no necesita un entrenamiento especial de parte del evaluador para su ejemplo:

$$I = \frac{N^{\circ} \text{ de plantas enfermas por unidad}}{N^{\circ} \text{ total de plantas sanas + enfermas}} \times 100$$

2.18.2 Severidad

Este parámetro sirve para determinar daños en plantas donde el ataque varía según la escala que debe establecerse para cada enfermedad, la incidencia de daño producido por un patógeno no significa que debe afectar a la planta entera, perdiéndose la misma desde el punto de vista económico, este método se utiliza para ataque de intensidad variable. Este método es utilizado por muchos países.

Es el porcentaje de la superficie del órgano enfermo, ya sea la hoja tallos, raíces o frutos afectados por la enfermedad y varía entre 0 y 100. El ejemplo típico de esta forma de estimar la enfermedad es el que se utiliza con respecto a la mancha foliares. La severidad es un parámetro que se refleja con precisión la relación de la enfermedad con el daño que le provoca al cultivo. Su evaluación es más compleja que la determinación de la incidencia, porque suele ser subjetiva y por lo tanto requiere de un entrenamiento previo por parte del evaluador. El uso de escalas para este parámetro es muy importante.

$$s = \frac{1N + 2N + 3N + 4N + 5N}{5N} \times 100$$

2.19 FERTILIZANTES

2.19.1 Abono 18 - 46 - 00

El fósforo es químicamente muy reactivo y por ello no se encuentra en estado puro en la naturaleza. Por meteorización, pequeñas cantidades de P son liberadas a la solución del suelo para ser absorbidas por las plantas como iones ortofosfatos. Pero la mayor parte de éste forma compuestos con otros elementos como calcio, hierro, aluminio, o ciertos minerales arcillosos y reducen la disponibilidad del P para las plantas, por lo que la demanda de este elemento es crucial cubrirla vía fertilización.

El fósforo desempeña un papel importante en la fotosíntesis, la respiración, el almacenamiento y transferencia de energía, la división y el crecimiento celular y otros procesos de las plantas.

El fósforo aportado, en un 100 % asimilable por las plantas, del que un porcentaje muy elevado (más del 95 %) es soluble en agua y pasa directamente a la solución de suelo, garantiza un excelente resultado agronómico. Los fosfatos amónicos tienen una reacción residual ácida, aunque inicialmente tienen una reacción alcalina, por lo que son muy adecuados para suelos neutros o básicos.

La fertilización con fósforo es clave, no sólo para restituir los niveles de nutriente en el suelo, sino también para obtener plantas más vigorosas y promover la rápida formación y crecimiento de las raíces, haciéndolas más resistentes a la falta de agua. El fósforo también mejora la calidad de frutas y granos, siendo vital para la formación de las semillas. La deficiencia de fósforo retarda la madurez del cultivo.

Los fosfatos de amonio poseen excelentes propiedades físicas, resultando actualmente los fertilizantes fosfatados más populares. Entre otras ventajas, son los fertilizantes más concentrados del mercado, entre 62 y 64% de nutrientes.

El fósforo de los fosfatos de amonio es totalmente soluble en agua.

2.19.2 Urea

La urea es el fertilizante más popular. Es el sólido granulado de mayor concentración de nitrógeno (N).

El Nitrógeno es esencial en la planta. Forma parte de cada célula viva.

Las plantas requieren grandes cantidades de N para crecer normalmente. Es necesario para la síntesis de la clorofila y como parte de la molécula de la clorofila, está involucrado en el proceso de la fotosíntesis. Es componente de vitaminas y de los sistemas de energía de la planta. Y es también un componente esencial de los aminoácidos; por lo tanto, el nitrógeno es directamente responsable del incremento de

proteínas en las plantas, estando directamente relacionado con la cantidad de hojas, brotes, tallos, etc. En cereales el nitrógeno es determinante en la cantidad de proteínas de los granos.

Se adapta a diferentes tipos de cultivos y distintos tipos de aplicaciones.

La urea se puede aplicar al voleo, en cobertura, pero la mejor eficiencia se logra entre líneas, al costado o debajo de la línea de siembra, donde además no existen limitaciones en las dosis a aplicar. Para evitar pérdidas de N por volatilización, en situaciones con temperaturas promedio superiores a 18°C se recomienda también su incorporación al suelo.

Como todo fertilizante nitrogenado, puede aplicarse antes de la siembra o al momento de la misma.

La aplicación debe realizarse con suficiente antelación al momento en que la planta precise el N, pues su acción es lenta. La urea es tan eficiente como cualquier otro fertilizante nitrogenado si se incorpora al suelo inmediatamente luego de la aplicación. Cuando es incorporado al mismo, no existen, o son mínimas, las pérdidas de N.

Al incorporar la urea al suelo rápidamente después de la aplicación, el amoníaco que libera se combina con la humedad y las partículas del mismo. Así se retiene en el suelo igual que el amoníaco anhidro cuando se lo inyecta, habiendo muy poca pérdida de nitrógeno a la atmósfera. Si se aplica en la superficie, o no se incorpora o arrastra dentro del suelo por la lluvia o el riego, se hidroliza liberando amoníaco gaseoso a la atmósfera, lo cual puede representar severas pérdidas de N, por ello es muy conveniente su incorporación para reducir la volatilización del nitrógeno amoniacal que se potencia en suelos calizos, con pH elevados, ambiente seco y temperaturas altas. Cuando se cuenta con riego es conveniente que el suelo esté húmedo o se practique un ligero riego tras su incorporación.

2.20 INSUMOS

2.20.1 Estiércol de gallinaza

La gallinaza es un excelente fertilizante para los cultivos si se utiliza de forma correcta, es un material que integra al suelo excelentes cantidades de nitrógeno, fosforo, potasio, magnesio, azufre y algunos micronutrientes. Su aplicación al suelo también aumenta el contenido de materia orgánica, mejora la fertilización del suelo y conserva las propiedades físicas y químicas del mismo. La gallinaza en comparación con otros abonos orgánicos tiene un mayor contenido nutricional, pero antes es necesario que se descomponga

contenido nutricional del estiércol de bobino comparado con la gallinaza		
Nutrientes	Estiércol de bovino	Gallinaza
Nitrógeno	14.2	34.7
Fosforo (P ₂ O ₅)	14.2	30.8
Potasio (K ₂ O)	34.1	20.9
Calcio	36.8	61.2
Magnesio	7.1	8.3
Sodio	5.1	5.6
Sales solubles	50	56
Materia orgánica	510	700

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.1.1 Ubicación Geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó en la comunidad de Tolomosa Grande, pertenece a la provincia Cercado del departamento de Tarija ubicada a 18 km de la capital de Tarija

Geográficamente se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas:

Altitud sobre el nivel del mar a: 1923 metros

- Latitud $21^{\circ}37'41.9''$ ($21,6283^{\circ}$) sur
- Longitud: $64^{\circ}46'20''$ ($64,7722^{\circ}$) oeste

Colindancia: Tolomosa se encuentra al suroeste de Tolomocita al este de san Andrés y al sureste con la comunidad de Guerra Huayco



3.1.2 Clima

La comunidad de Tolomosa grande tiene un clima templado a cálido que en verano se puede llegar la máxima hasta 35°C y la mínima de 0°C en épocas de invierno

3.1.3 Temperatura

En Tolomosa los veranos son largos calientes y mojados y mayormente nublados y los inviernos cortos, frescos y mayormente despejados durante el transcurso del año la temperatura varía de 5°C a 25 °C y rara vez baja a menos 1 °C o sube a 30 °C

3.1.4 Precipitación

La probabilidad de la precipitación en Tolomosa varía considerablemente durante todo el año

La temperatura más mojada en estos últimos años dura casi 5 meses, desde noviembre hasta marzo con una probabilidad de 50 a 60% de humedad. Y la humedad más seca casi 7 meses desde abril hasta octubre la probabilidad mínima es un 17% en el mes de junio.

3.1.5 Vientos

La velocidad promedio del viento por hora en Tolomosa tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año, los meses más ventosos comienza a finales de abril hasta principios de septiembre con un promedio de 10,7 kilómetros por hora y los vientos más calmados son en diciembre a enero, con un promedio de 9,6 kilómetros por hora.

3.1.6 Vegetación

La comunidad consta con una vegetación muy variada tiene gramíneas, arbustos, árboles frutales y vegetación natural como ser molles (*Schinus molle*), churquis (*Acacia caven*), sauces (*Salix babylonica*), eucaliptos (*Eucalyptus camaldulensis*), algarrobos (*Ceratonia siliqua*), etc. Y entre los árboles frutales estarían los: durazneros (*Prunus persica*), naranjos (*Citrus sinensis*), nogales (*Juglans regia*), higueras (*Ficus garica*) granadas (*Punica granatum*), etc.

3.1.7 Suelos

La comunidad de Tolomosa Grande se caracteriza por tener suelos arenosos, arcillosos, franco arcilloso, franco arenoso y muy pocos suelos francos.

3.1.8 Actividad económica de la comunidad de Tolomosa Grande

Su actividad económica está basada más en la agricultura como ser: la siembra de papa, cebolla, maíz, y en menor cantidad a la horticultura, pero al pasar los años muchos se están dedicando a la lechería.

El mapa ecológico clasifica al departamento de Tarija en su totalidad dentro de la gran región Templada, la provincia cercado se encuentra en la región semiárida templada.

3.1.9 La producción de papa en Tolomosa Grande

Tolomosa se encuentra entre las principales comunidades productoras de papa del departamento de Tarija, la papa es un producto muy producido en Tolomosa junto con cebolla, maíz, arveja y otros productos como ser haba, zanahoria, beterraga, vainita entre otros, estas últimas son cultivados en muy poca cantidad por el hecho de que no puedan recuperar los gastos invertidos y por las enfermedades que lo atacan al cultivo.

Las principales variedades que se producen en Tolomosa es la desiree, cardenal, runa criolla y runa cron: la que más se siembra y tiene una buena aceptación en el mercado es la Desiree.

3.2 MATERIALES

Variedad de papa: desiree

Se realizó la evaluación de la bacteria *Streptomyces scabies* (la que produce la sarna común de la papa) como se lo suele conocer, utilizando productos químicos y de contacto a la semilla como al follaje.

3.2.1 Materiales de demarcación

- Letreros
- Flexómetro
- Estacas
- Hilo de polietileno

3.2.2 Materiales de registro

- Planilla de campo
- Tablero
- Cámara fotográfica
- Cuaderno de notas

3.2.3 Herramienta y equipo

- Pulverizadora
- Azadón
- Tractor
- Yunta de bueyes
- Palas
- Bolsas de polietileno

3.2.4 Materiales de escritorio

- Computadora
- Impresora

- Calculadora
- Libreta de apuntes

3.2.5 PRODUCTOS FITOSANITARIOS UTILIZADOS

3.2.5.1 AMISTAR® TOP

fungicida

Composición:

Azoxistrobina* 20 % p/v (200 g/L)

Difenoconazol** 12,5 % p/v (125 g/L)

Coformulantes, c.s.p. 100 % p/v (1 L)

* (E)-2-{2-[6-(2-cianofenoxi) pirimidin-4-iloxi]fenil}-3-metoxiacrilato de metilo.

** 3-cloro-4-[(2RS,4RS;2RS,4SR)-4-metil-2-(1H-1,2,4-triazol-1-ilmetil)-1,3-dioxolan-2-il] fenil-4-clorofenil éter.

AMISTAR® TOP es un fungicida sistémico y de contacto, de origen natural, con amplio espectro de control. Presenta “triple acción”, con actividad preventiva, curativa y antiesporulante, dependiendo de la enfermedad. El contenido de Azoxistrobina brinda acción inhibitoria de la respiración mitocondrial en los hongos (acción temprana sobre esporas) y el contenido de Difenoconazol aporta efecto curativo. Se mueve vía xilema (movimiento acropétalo) y tiene sistemicidad y movimiento translaminar, protegiendo completamente las hojas y brotes nuevos. **AMISTAR® TOP** está especialmente indicado para el control de enfermedades foliares en Vides, Frutales de carozo, Papa, Tomate, Pimiento, Zapallo, Zapallo italiano, Melón, Pepino, Sandía, Alcachofa, Remolacha, Betarraga, Achicoria Industrial, Arándanos, Moras, Frambuesas, Frutillas, Olivo y Zanahoria (de acuerdo al cuadro de Instrucciones de Uso). Su efecto sistémico y de contacto y su larga residualidad permiten la protección de las hojas y su redistribución dentro de la planta, retardando su senescencia y manteniéndolas verdes y sanas por más tiempo.

3.2.5.2 ACTARA® 25 WG

insecticidas

Crop protection

Composición:

250 g/KG

TIAMETOXAM

Activity Group:

Tiametoxam

ACTARA® 25 WG es un insecticida de amplio espectro, con actividad sistémica, para uso vía foliar y al suelo (radicular), y de largo efecto residual. En el insecto muestra actividad estomacal y de contacto, afectando su sistema nervioso. ACTARA® 25 WG es altamente activo sobre insectos chupadores y masticadores que atacan al follaje tales como Chanchitos blancos, Pulgón lanígero, Afidos, Mosquitas blancas, Trips, Langostinos, Conchuelas, Minadores foliares y otros en una gran variedad de Frutales y Cultivos, mencionados en el cuadro de Instrucciones de Uso. También posee una excelente actividad sobre la avispa Chaqueta Amarilla en aplicaciones a través de cebos cárneos.

3.2.5.3 FUNGOBACT

Sulfato de estreptomicina 250gr/kg

+clorhidrato de oxitetraciclina +32gr/kg

Fungobact es un antibiótico utilizado para el control de diversas enfermedades producidas por bacterias y hongos en diferentes cultivos contienen dos antibióticos que aseguran su efectividad aun en presencia de bacteria resistentes. Actuando por forma preventiva y curativa.

Fungobact no presenta problemas con la mayoría de los insecticidas y fungicidas.

3.3 METODOLOGIA

En el presente trabajo de investigación sobre el control de la bacteria *Streptomyces scabies*, causante de la sarna común en papa, se realizó mediante el seguimiento a la parcela de investigación; la que tiene un ancho de 17 m y un largo de 20m, la misma tendrá 5 surcos por tratamiento y 4 repeticiones de cada uno.

Se tomará una muestra compuesta de cada tratamiento “antes “de la aplicación de los productos comprendidos en el ensayo. Luego de la aplicación de los mismos se tomó otra muestra compuesta que se actualizo en el laboratorio de PROIMPA. Con los datos obtenidos se procederá a la evaluación prevista en las variables en estudio, severidad y efecto de control.

3.3.1 Diseño Experimental

El diseño experimental empleado fue de bloques al azar, haciendo un total de tres tratamientos con cuatro replicas, dando un total de doce unidades experimentales.

3.3.2 Tratamientos fitosanitarios:

F1 Fungicida (Amistar top)

F2 Bactericida (Fungobact)

F3 Insecticida (Actara)

CUADRO N°2 TRATAMIENTOS Y REPLICAS

TRATAMIENTOS	REPLICAS
T1 = F1	4
T2 = F2	4
T3 = F3	4

3.3.3 Datos de la parcela

La unidad experimental de este trabajo tiene:

- 340 metros cuadrados

- 20 metros de largo
- 17 metros de ancho
- Cada tratamiento tiene 6 metros de largo y 3 de ancho
- Cada tratamiento entra 5 surcos
- La unidad experimental esta dividida en 4 bloques en cada bloque tiene tres repeticiones.

3.3.4 Esquema de Diseño Bloques al Azar

CUADRO N° 3: ESQUEMA DE DISEÑO BLOQUES AL AZAR

1 m.	3 m.	1 m.						
	BLOQUE 1		BLOQUE 2		BLOQUE 3		BLOQUE 4	
	T1=F1		T2=F2		T3=F3		T1=F1	
	T2=F2		T3=F3		T1=F1		T2=F2	
	T3=F3		T1=F1		T2=F2		T3=T3	

17 m.

-Cada tratamiento estuvo distribuido al azar.

-Cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones, obteniendo así cuatro unidades experimentales por tratamiento.

-Cada unidad experimental conto con 24 plantas teniendo entonces 120 plantines por replica, haciendo un total 2880 plantines en todo el diseño del campo.

3.4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

3.4.1 Trabajo de campo

El trabajo de campo se realizó en una propiedad privada en la comunidad de Tolomosa grande provincia Cercado

3.4.2 Preparación del terreno

Se realizó una labor agrícola empleando un tractor con el implemento de rastra para remover el suelo y así facilitar el desarrollo del cultivo, y para que el suelo pueda solearse, el mismo, pasado unos días se lo surco con el fin de dar un riego, una vez que estuvo a capacidad de campo, se lo incorporo la gallinaza por todo el terreno de la investigación y nuevamente se pasó rastra para que a los tres días poder sembrar.

3.4.3 Demarcación de parcelas

La demarcación de parcelas se lo hizo el mismo día de la siembra cada parcela tenía un ancho de 3m por 6m de largo, en cada parcela entraban 5 surcos de 60 cm se surco a surco.

3.4.4. Siembra

El proceso de siembra se realizó el 28 de julio, se abrió surco con un tractor, se sembró la papa variedad Desirée de tamaño mediano.

Una vez ya depositada la semilla a 25 cm de semilla a semilla, y el abono 18-46-00 en los surcos se procedió al pulverizado con los productos que se está trabajando en

dicha investigación, se preparó en tres pulverizadoras diferentes los fitosanitarios en la pulverizadora 1 en tratamiento Amistar top en 20 litros de agua, 15 cc de fungicida, en la pulverizadora 2 el tratamiento con el fungobact de igual manera para 20 litros de agua 20 cc del bactericida y en la pulverizadora 3 con el tratamiento 3 insecticida para 20 litros de agua 20 cc del insecticida, se fue pulverizando poco a poco para que los fitosanitarios no se desvanezcan mientras se enterraba la semilla con una yunta de bueyes.

3.4.5 Muestra de laboratorio

Se tomó una muestra de suelo para llevar al laboratorio, así poder saber cuánto de porcentaje tiene de la bacteria *Streptomyces scabies* el suelo. La primera muestra se tomó antes de la siembra en una muestra sacada en forma de zigzag de cada bloque y se mandó al laboratorio de PROIMPA en el dpto. de Cochabamba.

3.4.6 Riego

El agua que se utiliza para el riego es del río Tolomosa y se lo riega cada 8 a 10 días después que la planta de papa emerge, el suelo debe mantenerse a capacidad de campo, ya que es un muy buen controlador de la bacteria *Streptomyces scabies* y no deja que se propague. El primer riego de la investigación se realizó a los 5 días cuando la papa emerge que fue 22 de agosto, ese riego se lo hace para que nazcan las otras papas que aún no emergieron, el segundo riego se lo dio el 31 de agosto, tercero el 9 de septiembre, el cuarto el 18 de septiembre, el 24 de septiembre pequeña lluvia el quinto el 4 de octubre el sexto el 13 de octubre y el último riego se lo dio el 21 de octubre pero hay que tomar en cuenta que había días nublados y chubascos por esa fechas, en total se dio siete riegos al cultivo de papa siempre se lo trato de mantener el suelo a capacidad de campo para que así la bacteria no ataque a los tubérculos.

CUADRO N°4: FECHA DE RIEGO

Numero	fecha
1	22-08-2018
2	31-08-2018
3	9-09.2018
4	18-09-2018
5	24-09-2018(lluvia)
6	4-10-2018
7	13-10-2018
8	21-10-2018

3.4.7 Carpida

La carpida se realizó el 28 de agosto, cuando la planta estaba a una altura promedio de 12 cm de alto, esta es una labor que se realiza con el fin de ablandar el suelo y de una manera oxigenar, además de controlar las malezas de dicho cultivo esta labor se realiza con azadón o azada.

3.4.8 Aporque

Esta labor se los hace a los 4 o 5 días después de la carpida consiste en apegar la tierra a lo largo del surco en la base de la planta para favorecer la formación de los tubérculos, protegerlos de la luz solar y de los daños de los insectos, conservar mejor la humedad y facilitar la aireación, además con el aporque se cubre la urea que se echa al cultivo. Esta labor se realizó el 31 de agosto, con una yunta de bueyes.

3.4.9 Pulverizado con los productos para el follaje

El pulverizado que se lo dio con el fungicida Amistar top y el insecticida Actara fue el 5 y el 15 de septiembre esas dos fechas se pulverizo con los distintos tratamientos,

de igual manera para 20 litros de agua se utilizó 15 cc del fungicida Amistar top y para 20 litros de agua 20 cc del insecticida Actara, como ambos productos son para la semilla y follaje se lo tomo en cuenta porque los productos son de amplio espectro de control, se podrá penetrar en las hojas y se traslada por el xilema y así poder controlar un poco más a las enfermedades como a la bacteria.

3.4.10 Identificación de enfermedades

Se identificó las enfermedades de tizón tardío, la cual se caracteriza por afectar al follaje, sus síntomas se pueden observar en las hojas la cual se forman manchas necróticas. también se identificó la enfermedad marchitez bacteriana más conocida como la “seca seca” la planta comienza marchitarse a veces comienza con un ligero amarillamiento y muchas veces sin mostrar ningún amarillamiento la planta se marchita.

3.4.11 Control fitosanitario y fertilización

El 28 de septiembre y el 7 octubre se pulverizó con coraza a toda la parcela experimental para controlar el tizón tardío, se utilizó 100 cc en 20 litros de agua y el 19 y 25 de octubre se lo aplico kalifol 100 cc en 20 litros de agua en toda la parcela experimental para lograr el incremento y velocidad de transporte de los carbohidratos a través de floema, para lograr frutos con mayor peso y calidad

3.4.12 Defoliación

Una vez que la planta ha alcanzado su madures fisiológica se procedió a la defoliación del cultivo, cuando se determina que la planta alcanzo es que la planta comienza a amarillarse y se ve que los tubérculos estén maduros, esta práctica consiste en quitar todo su follaje a la planta para poder cavar la papa, esto se realizó de manera manual.

3.4.13 Cosecha

La cosecha de los tubérculos se lo realizo el 29 y 30 de octubre, pudiendo comprobar que la planta ya había concluido su ciclo biológico eso demuestra que el cultivo se encuentra en condiciones de cosecha, también pude observar que los tubérculos ya estaban maduros y viendo esto se realizó la cosecha de los tubérculos los cuales fueron cosechados de manera manual.

La cosecha se realizó por bloques, se cosecho los tubérculos de los surcos del medio solo tres surcos se tomaron en cuenta y los otros dos de la orilla no se lo tomo en cuenta.

3.4.14 muestra de laboratorio final

Esta muestra se tomó por parcela de cada tratamiento en forma de zigzag y fue mezclada homogéneamente, fueron 12 muestras tomadas y enviadas al laboratorio de PROIMPA en Cochabamba.

3.5 VARIABLES RESPUESTA

Las variables investigadas con relación a los objetivos planteados son las siguientes:

➤ **Rendimiento en kilos**

Para determinar el rendimiento en kilos, se marcó los tres surcos del medio, y se tomó en cuenta tres metros del centro de cada parcela experimental, se cosecharon los tubérculos dentro de esta área y se procedió a pesar con una balanza

➤ **Rendimiento número de tubérculos por planta**

El número de tubérculos por planta se determinó contando los tubérculos de cada planta tomando en cuenta solo los tres surcos del medio de cada unidad experimental.

➤ **Porcentaje de Severidad**

El porcentaje de severidad se lo realizo de la misma manera tomando en cuenta los tres surcos del medio y tres metros del centro de cada unidad experimental cosechando los tubérculos de esa área y observando la afección de cada tubérculo determinando así cuánto de porcentaje está dañando cada tubérculo.

Este porcentaje de severidad se midió por la fórmula:

$$S = \frac{1N + 2N + 3N + 4N + N5}{5N} \times 100$$

➤ **Porcentaje de incidencia**

El porcentaje se expresa en porciento, de acuerdo al número de tubérculos que tuvieran lesiones provocadas por S. scabies entre el total de tubérculos muestreados tomando en cuenta los tres surcos del centro de cada unidad experimental cosechando los tubérculos de esa área y observando la incidencia de cada tubérculo.

La incidencia se midió a base de la fórmula empleada:

$$\frac{N^{\circ} \text{ de plantas enfermas}}{N^{\circ} \text{ total de plantas sanas} + e} \times 100$$

➤ **Efectos de control en el suelo**

Para el efecto de control se realizó un muestreo por bloque previo a la siembra y se envió al laboratorio PROPINPA en la ciudad de Cochabamba y se realizó otro muestreo de cada unidad experimental concluida la cosecha, el cual se envió al mismo laboratorio indicado anteriormente, por diferencia entre la población inicial final se determinó el efecto de tratamiento efectuados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RENDIMIENTOS EN KILOS. - En cuanto a este parámetro se obtuvieron los siguientes resultados:

CUADRO N° 5: RENDIMIENTO EN KILOS POR PARCELA

TRATAMIENTOS		REPLICAS				Σ	X
		BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4		
T1	F1	9,16	9,26	8,25	9,12	35,79	8,82
T2	F2	9,21	9,14	9,6	9,56	37,51	9,38
T3	F3	10,03	10,15	9,88	10	40,06	10,14
ΣBlog.		28,4	28,55	27,73	28,68	113,36	

Fuente: (Elaboración propia)

Como se puede observar en el cuadro N°4, el tratamiento que presenta mayor rendimiento en kilos es el T3 (F3) constituido por el insecticida Actara, este presentó una media de 10.14 kilos, seguido del tratamiento T2 (F2), constituido por el bactericida Fungobact, este presento una media de 9,38 kilos

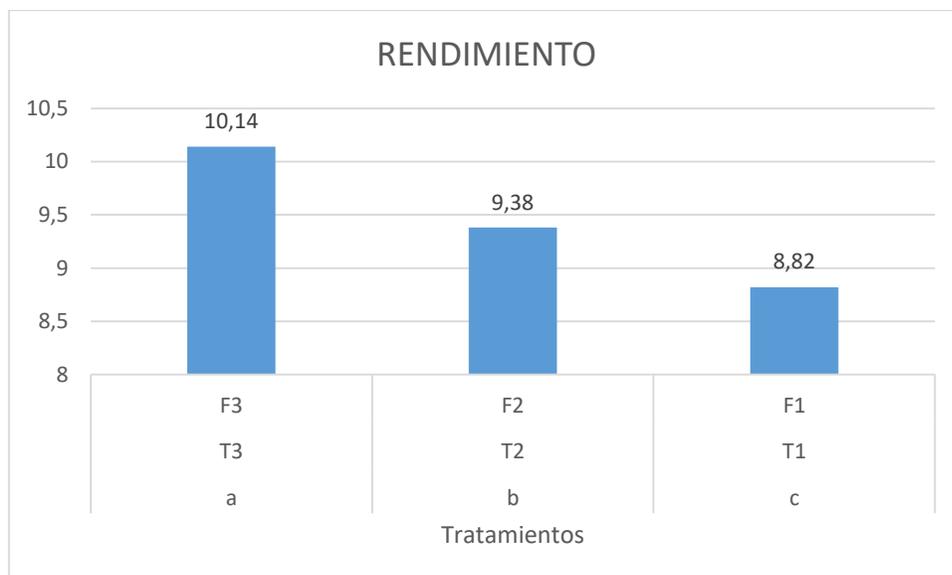
CUADRO N° 6: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO EN KILOS POR PARCELA

Fv	gl	SC	CM	F _c	F _T 5%	F _T 1%
TOTAL	11	3,16				
TRATAMIENTOS	2	2,31	1,16	15,18**	4,25	8,02
BLOQUES	3	0,18	0,06	0,81NS	3,86	6,99
ERROR	9	0,67	0,074			

De acuerdo al ANVA se observa que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos y no existe diferencia significativa en los bloques.

Por lo tanto, se procede a realizar la prueba de DUNCAN para recomendar cual fue el mejor tratamiento que hizo que los tubérculos pesen más.

GRÁFICA N° 2: PRUEBA DE DUNCAN PARA LOS TRATAMIENTOS



Fuente: (Elaboración propia)

De acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba de DUNCAN y como se demuestra en la gráfica N° 1, el tratamiento 3 fue el que presentó mejores resultados en cuanto se refiere al rendimiento, el cual está constituido por el insecticida Actara, seguido del tratamiento 2 y finalmente se encuentra el tratamiento 1 con fungicida que presentó menores rendimientos.

Según (Carlos M. y Stella G. octubre 1975) señalan que si el ataque es severo ¡sí! hay reducción de rendimientos, por el hecho de que las heridas de los tubérculos son profundos y motivo de rechazo.

4.2 NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA. - En cuanto a este parámetro se obtuvieron los siguientes resultados:

CUADRO N° 7: NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA

TRATAMIENTOS		REPLICAS				Σ	X
		BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4		
T1	F1	8	7	8	7	30	7,5
T2	F2	8	8	7	8	31	7,75
T3	F3	7	8	8	9	32	8
ΣBlog.		23	23	23	24	93	

Fuente: (Elaboración propia)

Como se puede observar en el cuadro N°6, los tratamientos no presentan diferencias en el número de tubérculos, la media de cada tratamiento es similar.

CUADRO N° 8: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL NÚMERO DE TUBÉRCULOS POR PLANTA

Fv	Gl	SC	CM	Fc	F _T 5%	F _T 1%
TOTAL	11	4,25				
TRATAMIENTOS	2	0,5	0,25	0,64 NS	4,256	8,022
BLOQUES	3	0,25	0,083	0,21 NS	3,863	6,992
ERROR	9	3,5	0,39			

Fuente: (Elaboración propia)

De acuerdo al ANVA se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos ni en los bloques.

No hay autor que señale lo contrario hasta el momento bibliografía revisada no muestra que en números de tubérculos pueda haber diferencias.

4.3 PORCENTAJE DE SEVERIDAD. - En cuanto a este parámetro se obtuvieron los siguientes resultados:

CUADRO N° 9: PORCENTAJE DE SEVERIDAD

TRATAMIENTOS		REPLICAS				Σ	x
		BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4		
T1	F1	85	90	80	90	345	86,25
T2	F2	50	50	45	45	190	47,5
T3	F3	15	15	20	25	75	18,75
ΣBlog.		150	155	145	160	610	

Fuente: (Elaboración propia)

Como se puede observar en el cuadro N°8, el tratamiento que presenta mayor porcentaje de severidad es el T1 (F1) constituido por el fungicida: Amistar top, este presento una media de 86,25%, seguido del tratamiento T2 (F2) constituido por el bactericida: Fungobact, que presenta una media de 47,5% de severidad. Y el que presento menor porcentaje de severidad es el tratamiento 3 con una media de 18.75% con el insecticida Actara.

CUADRO N° 10: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PORCENTAJE DE SEVERIDAD

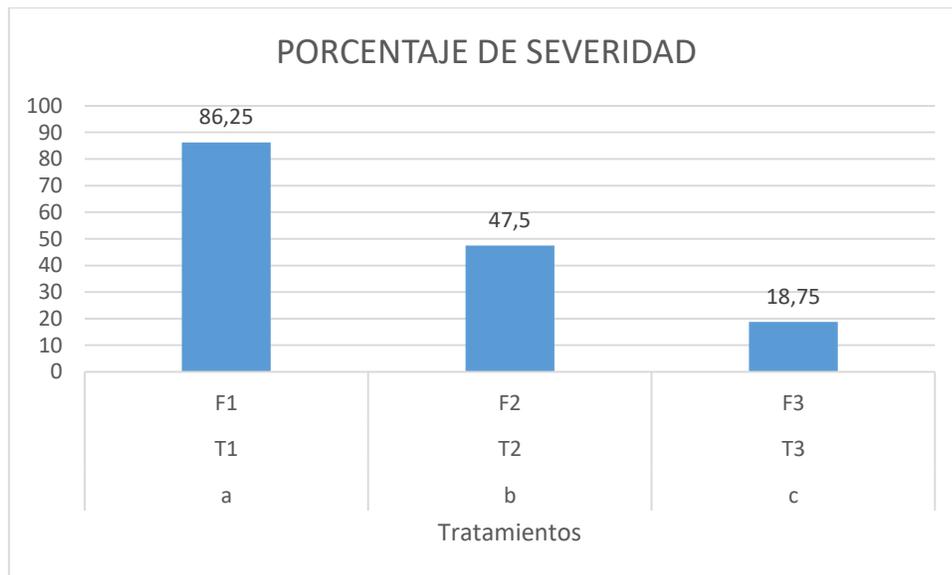
Fv	GI	SC	CM	F _c	F _T 5%	F _T 1%
TOTAL	11	129741,67				
TRATAMIENTOS	2	9179,17	4589,585	341,74**	4,25	8,02
BLOQUES	3	41,67	13,89	1,034 NS	3,86	6,99
ERROR	9	120.83	13,43			

Fuente: (Elaboración propia)

De acuerdo al ANVA se observa que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos, no encontrándose diferencias entre los bloques.

Por lo tanto, se procede a realizar la prueba de DUNCAN para recomendar cual fue el tratamiento que presento menor daño en tubérculos.

GRAFICA N°3: PRUEBA DE DUNCAN PARA LOS TRATAMIENTOS



De acuerdo con la prueba de Duncan el tratamiento que menos efecto hizo fue el tratamiento 1 utilizando el fungicida amistar top seguido del tratamiento 2 y el que más efecto tubo fue el tratamiento 3 que controló un 72,25% al ataque de la bacteria.

Asumimos que el tratamiento 3 con el insecticida Actara ha tenido un mejor desempeño de control de la bacteria *Streptomyces scabies* debido probablemente por ser un insecticida de contacto e ingestión entre otros, que controlan insectos masticadores presentes en el suelo, que son los que provocan heridas al tubérculo y así entra las enfermedades microbianas.

Hasta el momento no hay autor que afirme que un insecticida controle la sarna común, pero el (Hebert Torres junio 2002) afirma que la bacteria entra por las heridas

y lenticelas que son ocasionados en el tubérculo y Ivette Acuña con Pamela Tejada señalan que heridas causadas por insectos facilitan la entrada del patógeno.

4.3 PORCENTAJE DE INCIDENCIA. - En cuanto a este parámetro se obtuvieron los siguientes resultados:

CUADRO N° 11: PORCENTAJE DE INCIDENCIA

TRATAMIENTOS		REPLICAS				Σ	x
		BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4		
T1	F1	65	81	75	80	301	75,25
T2	F2	55	45	40	45	185	46,25
T3	F3	25	20	15	10	70	17.5
ΣBlog.		145	156	130	135	566	139

Fuente: (Elaboración propia)

Como se puede observar en el cuadro N°10, el tratamiento que presenta mayor porcentaje de incidencia es el T1 (F1) constituido por el fungicida: Amistar top, este presento una media de 75,25, seguido del tratamiento T2 (F2) constituido por el bactericida: Fungobact, que presenta una media de 47,5%de severidad. Y el que presento menor porcentaje de severidad es el tratamiento 3 con una media de 18.75% con el insecticida Actara.

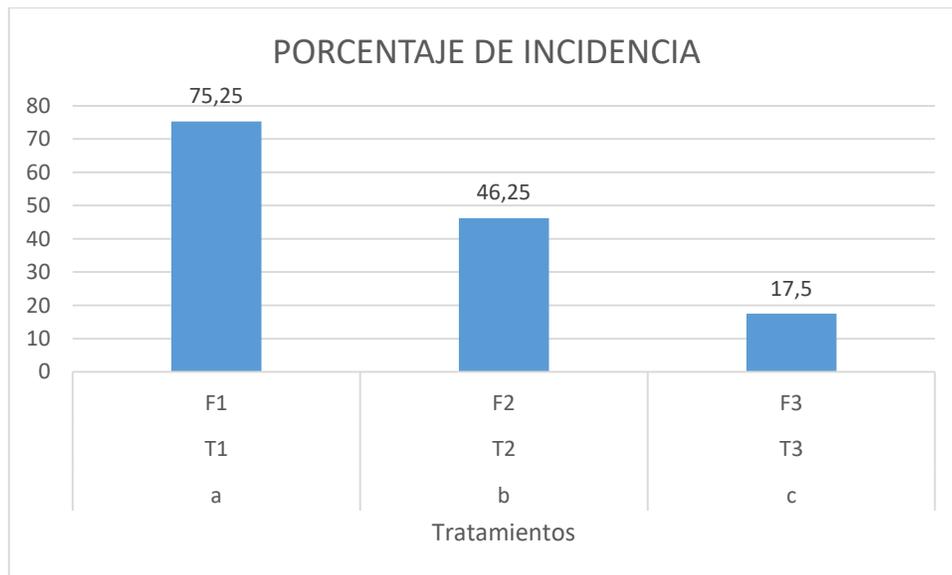
CUADRO N° 12: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PORCENTAJE DE SEVERIDAD

Fv	gl	SC	CM	F _c	F _T 5%	F _T 1%
TOTAL	11	7074,67				
TRATAMIENTOS	2	6670,17	3335,08	87,29 **	4,25	8,022
BLOQUES	3	60,67	20,22	0.53 NS	3,86	6,99
ERROR	9	343,83	38,2			

De acuerdo al ANVA se observa que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos, no encontrándose diferencias entre los bloques.

Por lo tanto, se procede a realizar la prueba de DUNCAN para recomendar cual fue el tratamiento que presento menor daño en tubérculos.

GRAFICA N°4: PRUEBA DE DUNCAN PARA LOS TRATAMIENTOS



De acuerdo con la prueba de Duncan el tratamiento que presento mas incidencia fue el tratamiento 1 utilizando el fungicida amistar top seguido del tratamiento 2 y el que menos incidencia tubo fue el tratamiento 3 con un porcentaje del 17,5% .

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El insecticida Actara controla de mejor manera la bacteria *Streptomyces scabies*, con un porcentaje de 81,25%. Por su amplio efecto residual.

- El fungicida amistar top muestra un mayor porcentaje de severidad llegando a un 86.25% en los tubérculos por lo tanto no se lo recomienda para controlar la bacteria *Streptomyces scabies*.

- El mejor rendimiento obtenido de dicha investigación fue del tratamiento 3 con el insecticida Actara, ya que con el cual obtuvimos menos severidad menos incidencia, más rendimiento en kilos y el número de tubérculos no hay diferencia entre tratamiento.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar el insecticida Actara ya que coadyuva al control de la bacteria, debido a que es un producto sistémico y de contacto, al estar circulando en los tubérculos no permite que los nematodos causen lenticelas en los tubérculos.
- Durante el período de inicio de tuberización es muy importante que el suelo este a capacidad de campo durante esta etapa de desarrollo tiende a disminuir la severidad del problema, ya que la bacteria *Streptomyces scabies* suele desarrollarse a una temperatura de 20 a 22 °C.
- Estudiar y evaluar si las mezclas del bactericida con el insecticida podrían permitir alcanzar mejores resultados ya que el bactericida ejerció protección contra la bacteria y el insecticida sinérgicamente, evita el daño mecánico a los tejidos y disminuyendo a si la posibilidad de penetración y establecimiento de la bacteria
- En ese sentido se recomienda hacer uso de otros productos como THIODICANB + THIAMETOXAN y un bactericida que es un buen controlador de plagas del suelo como (gusanos alambre), *Agriotes ssp*, *Epitrix sp*, *Phyrdenus morisceus*, *Prodenunsuni*, y otros) de esa manera se evitaría dañar los tubérculos, los primeros 30 días después de la siembra serrando la puerta de entrada da la bacteria *Streptomyces scabies*.