

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**DIAGNÓSTICO E INCIDENCIA DE ENFERMEDADES FUNGOSAS DEL
CULTIVO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN DOS COMUNIDADES
DEL MUNICIPIO DE COPACABANA**

RAMIRO ORLANDO CONDE MENDOZA

La Paz - Bolivia

2015

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**DIAGNÓSTICO E INCIDENCIA DE ENFERMEDADES FUNGOSAS DEL
CULTIVO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN DOS COMUNIDADES
DEL MUNICIPIO DE COPACABANA**

**TESIS DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

RAMIRO ORLANDO CONDE MENDOZA

Asesor (es):

Ing. Agr. Neftalí Chapi Siñani

Ing. Agr. Wilfredo Peñafiel

Tribunal Examinador

Ph. D. David Cruz Choque

Ing. Agr. Freddy Porco

Ing. Agr. Celia Fernández

Aprobada:

Presidente Tribunal Examinador:

LA PAZ - BOLIVIA

Dedicatoria

La presente está dedicada a Dios todo poderoso quien inspiró mi espíritu para la conclusión de esta tesis.

A unos maravillosos seres que han estado conmigo, en las buenas y en las malas, pero sobre todo por sacarme adelante y guiarme siempre adelante, con todo orgullo dedico este trabajo a mis padres: Ceferino y Martha.

A mis hermanos: Marcelo y Álvaro; a mi abuelita Carmen, a mi tío Fernando Mendoza (Q.E.P.D.).

A la mujer que me dio la Dicha de ser padre con mucho cariño a Irma Jessica y especialmente a mi querido hijo Israel Adalid.

Agradecimientos

- *A Dios por darme la vida, la sabiduría y guiarme en el camino correcto para llegar a realizar mis sueños y metas, mil gracias por todo tu amor, por las bendiciones que me has dado y ser el guía de mi vida.*
- *A mis padres: Ceferino Conde y Martha Mendoza, gracias por su apoyo incondicional, amor, y esfuerzo ya que por todos sus sacrificios a lo largo de mi vida, hoy alcanzo el éxito que también es de ustedes.*
- *A mis hermanos: Marcelo y Álvaro, por su apoyo en todas las facetas de mi vida.*
- *A mi abuelita, Carmen Mendoza, gracias por sus sabios consejos; y a mi tío Fernando Mendoza (Q.E.P.D.) por su ejemplo de humildad.*
- *Mi casa de estudios: La Universidad de Mayor de San Andrés y a la Facultad de Agronomía por haberme abierto las puertas de sus aulas y haberme enseñado lo que ahora pondré en práctica como profesional.*
- *Al proyecto: “Equipamiento para un laboratorio base en diagnóstico e identificación de enfermedades Fitopatógenos del departamento de La Paz” por el apoyo brindado.*
- *A mis asesores: Ing Agr. Neftalí Chapí Siñani, Ing. Wilfredo Peñafiel, por su amistad, apoyo, colaboración y su valioso tiempo en asesorar mi trabajo de investigación.*
- *A mis revisores: Ing. Ph.D. David Cruz, Ing. Fredy Porco y Ing. Celia Fernández por su comprensión durante el proceso de la tesis.*
- *A las comunidades: Copacati y Viluyo por el apoyo brindado en las evaluaciones de Campo*
- *A mis amigos: María Antonia Mamani, Javier Juárez Andrade, Ever Machaca, Neftalí Chapí Siñani, Javier Quino Luna, José Miguel Zuazo. Por los momentos compartidos en la Universidad.*

CONTENIDO GENERAL

INDICE GENERAL	I
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII

ÍNDICE GENERAL

2. INTRODUCCIÓN	1
2.1. Antecedentes	2
2.2. Justificación	3
2.3. Objetivos	4
2.3.1. Objetivo general	4
2.3.2. Objetivos específicos	4
2.4. Hipótesis	5
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
3.1. Diagnóstico	5
3.1.1. Importancia del diagnóstico.....	5
3.1.2. Diagnóstico y sus niveles	6
3.2. Muestreo	6
3.3. Enfermedad.....	7
3.3.1. Importancia de las enfermedades	8
3.3.2. Manifestación de las enfermedades	8
3.3.3. Causas de las enfermedades de la plantas.....	9
3.3.4. Interacción planta-patógeno-ambiente en el proceso de.....	
enfermedades	9
3.3.5. Identificación de enfermedades.....	11
3.3.5.1. Cámara húmeda.....	11
3.3.5.2. Evaluación de las enfermedades.....	11
3.4. Signo.....	11
3.5. Síntoma.....	11
3.6. Incidencia	12

3.7. Severidad	13
3.7.1. Escalas de evaluación de severidad	13
3.7.2. Relación entre incidencia y severidad	14
3.8. Enfermedades fungosas en estudio	15
3.8.1. Mancha de la hoja por Phoma. (Phoma andina Turkens)	15
3.8.1.1. Síntomas	16
3.8.1.2. Epidemiología.....	16
3.8.1.3. Control.....	16
3.8.2. Verruga de la papa (Synchytrium endobioticum)	16
3.8.2.1. Síntomas	17
3.8.2.2. Epidemiología.....	17
3.8.2.3. Control.....	18
3.9. Cultivo de papa (Solanum tuberosum L.)	18
3.9.1. Origen del cultivo de la papa	18
3.9.2. Clasificación taxonómica de la papa	19
3.9.3. Descripción botánica de la planta de la papa	19
3.9.4. Fase fenológicas de la papa.....	21
3.9.5. El cultivo de la papa	22
3.9.6. Importancia nutricional de la papa.....	23
3.9.7. Características generales del cultivo de la papa.....	23
3.9.8. Distribución	24
4. LOCALIZACIÓN.....	25
4.1. Ubicación geográfica	25
4.2. Clima.....	25
4.3. Agroecología	26
5. MATERIALES Y MÉTODOS	28
5.1. Materiales.....	28
5.1.1. Materiales de campo	28
5.1.2. Materiales de laboratorio	28
5.1.3. Material biológico	28
5.1.4. Material de gabinete.....	29

5.1.5. Equipos	29
5.2. Metodología de investigación	29
5.2.1. Método de campo	29
5.2.1.1. Recolección de información general mediante encuesta	29
5.2.1.2. Elección de muestreo	30
5.2.1.3. Ubicación de las zonas de muestreo	30
5.2.1.4. Determinación del tamaño de muestra	32
5.2.1.5. Recolección de muestras para laboratorio.....	32
5.2.1.6. Evaluación de incidencia	34
5.2.1.7. Evaluación de severidad	35
5.2.2. Métodos en laboratorio.....	36
5.2.2.1. Identificación de enfermedades	36
5.2.2.2. Metodología para el análisis de la mancha de la hoja	36
6. RESULTADOS Y DISCUSIONES	40
6.1. Identificación de la mancha foliar (Phoma andina turkensteen)	40
6.1.1. Incidencia de mancha foliar	42
6.1.2. Severidad de mancha foliar	43
6.2. Identificación de la verruga de la papa	45
6.2.1. Incidencia de la verruga de la papa	46
6.2.2. Severidad en la verruga de la papa	47
6.3. Identificación de la sarna pulverulenta(Spongospora subterránea)	48
6.3.1. Incidencia sarna pulverulenta, Roña (spongospora subterránea	49
6.3.2. Severidad de la sarna pulverulenta	50
7. CONCLUSIONES.....	52
8. RECOMENDACIONES.....	54
9. BIBLIOGRAFÍA.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Métodos de recorrer el campo	24
Figura 2. Diagrama patrón propuesto para evaluación de severidad en hojas de papa.....	30
Figura 3. Diagrama patrón propuesto para evaluación de severidad en plantas de papa.....	35
Figura 4. Morfología externa del cultivo de papa.....	39
Figura 5. Fases fenológicas del cultivo de papa.....	40
Figura 6. Vista de la provincia de Manco Kapac	41
Figura 7. Elección de muestreo.....	42
Figura 8 . Ubicación de las zonas de muestreo.....	43
Figura 9. Recolección de muestras para laboratorio	44
Figura 10. Escala de evaluación para % de área afectada.....	44
Figura 11. Secuencia de la preparación de la cámara húmeda	46
Figura 12. Montaje de la muestra para el microscopio	48
Figura 13. Mancha foliar ocasionada por (Phoma Turkensteen)	48
Figura 14. Estructuras de (Phoma Turkensteen).....	49
Figura 15. Incidencia de (Phoma Turkensteen) por comunidades.....	57
Figura 16. Severidad de (Phoma Turkensteen) por comunidades	58
Figura 17. Protuberancias causadas por (Synchytrium endobioticum)	59
Figura 18. Incidencia de (Synchytrium endobioticum) por comunidades	60
Figura 19. Severidad de (Synchytrium endobioticum) por comunidades	61
Figura 20. Pústulas causadas por (Spongospora subterránea)	63
Figura 21. Soras de (Spongospora subterránea)	64

Figura 22. Incidencia de (Spongospora subterránea) por comunidades.....65
Figura 23. Severidad de (Spongospora subterránea) por comunidades67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Total de plantas de papa distribuidas en cada comunidad16

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el departamento de La Paz, en las comunidades de Copacti y Viluyo del municipio de Copacabana. El objetivo de la investigación es diagnosticar las enfermedades que afecta al cultivo de la papa (*Solanum tuberosum L.*).

Una de las principales actividades fue el de Identificar los hongos fitopatógenos del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum L.*) en las comunidades de Copacati y Viluyo. Para esto se desarrolló con una fase de campo y luego una fase de laboratorio; este tuvo una duración de cinco meses el cual empezó en diciembre de 2010 y culminó en abril de 2011; que consistió en un seguimiento de la evolución desde la fase del crecimiento vegetativo hasta el desarrollo del tubérculo.

Las muestras recolectadas se analizaron en el laboratorio del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) Departamental La Paz y en el laboratorio de Sanidad Vegetal de la Facultad de Agronomía.

En el trabajo de diagnóstico se identificó tres enfermedades que afectan al cultivo de la papa, mencionados a continuación: Mancha foliar (*Phoma andina turkensteen*) y Verruga de la papa (*Synchytrium endobioticum*), sarna polvorienta (*Spongospora subterranea*).

Las enfermedades causadas por hongos, son un problema fitosanitario que tienen que afrontar los productores de la gran mayoría de plantas cultivadas.

ABSTRACT

This research was conducted in the department of La Paz, in the communities of Copacti and Viluyo the municipality of Copacabana. The objective of the research is to diagnose diseases that affect the cultivation of the potato (*Solanum tuberosum* L.).

One of the main activities was to identify the pathogenic fungi cultivation of potato (*Solanum tuberosum* L.) in the communities of Copacati and Viluyo. For this was developed with a field phase and then a laboratory phase; This lasted five months which began in December 2010 and ended in April 2011; which was to monitor the evolution from the phase of vegetative growth until the development of the tuber.

The collected samples were analyzed in the laboratory of the National Institute of Agricultural and Forestry Innovation (INIAF) Departmental La Paz and in the laboratory of Plant Protection of the Faculty of Agriculture.

In the diagnostic work three diseases that affect potato crops mentioned below are identified: leaf spot (*Phoma Andean Turkensteen*) and potato wart (*Synchytrium endobioticum*), powdery scab (underground *Spongospora*).

Fungal diseases are a phytosanitary problem they face producers of most crop plants.

1. INTRODUCCIÓN

La papa es un alimento primordial en la canasta familiar de los bolivianos, representa una fuente significativa de ingresos económicos para los productores, permite disminuir la vulnerabilidad y la inseguridad alimentaria familiar, y es parte del acervo cultural andino de nuestro país.

Aproximadamente 200.000 familias de agricultores están involucradas en la producción de la papa con cerca de 132.000 ha de siembra anual y con un rendimiento promedio de aproximadamente 6 t/ha (Borba, 2008).

Por otro lado, la población boliviana se encuentra en continuo crecimiento; una población de 10 millones en el año 2012 y para el 2025 se estima llegará a los 13 millones de habitantes (INE, 2012).

Uno de los grandes desafíos en nuestro país es alcanzar la ansiada seguridad y soberanía alimentaria, para esto, debemos trabajar en mejorar la producción y productividad agrícola, particularmente en la zona andina debemos concentrar mayores esfuerzos en el cultivo de la papa.

Esto exige acciones en el ámbito productivo, como obtener nuevas variedades mejoradas, mejorar la calidad de semilla, fertilidad de los suelos, sistemas de riego, optimizar procesos de cosecha y post cosecha, valor agregado, etc. La sanidad vegetal también merece particular atención, porque llega a ocasionar cuantiosas pérdidas.

Así mismo las manchas fungosas son un grupo de enfermedades que comprenden el tizón temprano causado por *Alternaria solani*; el manchón foliar causado por *Cercospora solanicola* y *Cercospora solani*; la mancha anular causada por *Septoria lycopersici* y la mancha foliar causada por *Phoma andina*. Entre estas la más común, a nivel mundial y en Bolivia, es el tizón temprano (Garandillas 2009).

Bajo condiciones favorables de temperatura y alta humedad o lluvia, las manchas foliares fungosas pueden ocasionar reducciones significativas en los rendimientos, con pérdidas de hasta un 70%.

Las variedades mejoradas resistentes al tizón tardío, como Runa Toralapa, Puka Toralapa y Musuj son más susceptibles a las manchas foliares, con respecto a las variedades nativas como Waycha.

1.1. Antecedentes

El tizón tardío de la papa, causada por *Phytophthora infestans* Mont. De Bary, es una de las enfermedades más destructivas a nivel mundial. En Bolivia, es una enfermedad endémica en los departamentos de la región andina: Cochabamba, La Paz, Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija, principalmente en aquellas zonas montañosas de altura 2800- 3500 msnm, de clima húmedo y frío y en los valles interandinos 2000-3000 msnm (Coca, 2012).

Roña (*Spongospora subterranea*) y verruga (*Synchytrium endobioticum*), la verruga deforma el tubérculo, el tumor reemplaza al tubérculo y alcanza su máximo tamaño cuando la infección es temprana y cuando la infección es posterior, el tumor generalmente se desarrolla sobre los ojos, en los tallos subterráneos se observa al nivel de cuello. Está presente en las aéreas paperas localizadas en las partes frías y húmedas entre las latitudes 65° N 53° S. en el Altiplano los mayores daños se presenta entre los 3500 y 3900 m de altitud.(Acuña, 2003).

En otro estudio se observó que los hongos causantes de las manchas foliares se presentaron en las diferentes altitudes incluidas en la muestra (2500-4000 msnm), y se observaron pérdidas en el rendimiento de 28% en la variedad alpha 24% en la variedad *Waych'a* (Navia, 1991).

Uno de los factores que afectan al desarrollo de los cultivos es el clima; en las últimas décadas se observa un cambio en el clima de cada región (aumento de temperatura, sequías e inundaciones), en Bolivia podemos ver que este cambio climático está

afectando de manera significativa al cultivo de la papa, debido a la elevación de temperatura le hace menos vulnerable a heladas. Pero también tiene su parte negativa, en los últimos años se reportaron enfermedades nuevas y emergentes de los cultivos andinos y un mayor crecimiento o desarrollo virulento de las enfermedades ya existentes debido a que la región andina es una de los sitios más susceptible al cambio climático (Arana, 2007).

1.2. Justificación

Según Poy (2006), el cambio climático está modificando la distribución de las plagas y enfermedades de los animales y las plantas; las modificaciones de temperatura, humedad y gases atmosféricos están alterando en la interacción entre plagas o enfermedades, enemigos naturales y huéspedes, por lo que pueden afectar de manera indirecta en el ganado o los cultivos.

Uno de los principales problemas en el cultivo de papa son las enfermedades, las cuales según Mamani (2007), pueden ocasionar la pérdida entre el 20 al 80% de la producción de tubérculo.

El presente trabajo será un aporte para pronosticar el desarrollo de las enfermedades fungosas de origen foliar en el cultivo de papa, ya que los criterios básicos del pronóstico tienden a apoyarse inicialmente en la recopilación de observaciones sobre la incidencia de la enfermedad y su correlación con los registros meteorológicos. Cuanto más larga sea la serie de registros meteorológicos, mayor la información de enfermedades en las distintas fases fenológicas del cultivo, más firme serán los fundamentos del pronóstico.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Diagnosticar y determinar la incidencia de las enfermedades fungosas del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en dos comunidades del municipio de Copacabana

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar los hongos fitopatógenos del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en las comunidades de Copacati y Viluyo.
- Determinar el porcentaje de Incidencia de las enfermedades fungosas en el transcurso del ciclo reproductivo de la planta en las comunidades de Copacati y Viluyo.
- Determinar el porcentaje de Severidad de las enfermedades fungosas en el transcurso del ciclo reproductivo de la planta en las comunidades de Copacati y Viluyo.
- Realizar el análisis de muestras vegetales en laboratorio para la corroboración del diagnóstico de campo.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Diagnóstico

Diagnóstico se puede definir como el arte científico de reconocer por observaciones, estudio o experimentación, la naturaleza de la causa de un problema y los factores que inciden en su desarrollo (Herbas, 1981).

French y Herbert (1982), señala que el diagnóstico de enfermedades de las plantas requiere de la ejecución de varios pasos consecutivos que pueden variar según las circunstancias pero generalmente consiste en lo siguiente:

- a) Observación de síntomas
- b) Determinación de las circunstancias particulares de caso, condiciones climáticas, historial de cultivos, fechas aplicación de fertilizantes insecticidas, fungicidas.
- c) Observación de señales de patógenos
- d) Correlación de lo observado con bibliografía pertinente.

Por otro lado Agrios (1996), menciona que para diagnosticar la enfermedad de una planta es conveniente determinar primero si esa enfermedad es ocasionada por un patógeno o por algún factor ambiental.

2.1.1. Importancia del diagnóstico

El diagnóstico es una etapa fundamental en el ámbito de la fitoprotección. Para realizarlo se deben analizar las condiciones en que se presenta el problema, en especial el manejo del cultivo y las interacciones planta-agente causal-organismos benéficos-condiciones agroclimáticas, es decir, se requiere de un análisis integral que conlleve a un acertado juicio sobre la etiología del problema y los factores que lo favorecen. (Agrios, 1996).

2.1.2. Diagnóstico y sus niveles

El diagnóstico se puede llevar a cabo a través de diferentes niveles, de acuerdo con su objetivo y la experiencia, recursos físicos y técnicos a disposición del profesional (Agrios, 1996).

a) Diagnóstico a nivel de campo

Se puede realizar en condiciones precisas que permitan identificar el agente causal por sus síntomas, signos, distribución en el campo u otros factores. En este caso, la experiencia con el cultivo y sus enfermedades es fundamental (Agrios, 1996).

b) Diagnóstico de confirmación

Cuando se presentan condiciones de campo que no permiten establecer la identidad de los organismos causales, es necesario reunir información de campo y recolectar muestras para análisis de laboratorio (Agrios, 1996).

2.2. Muestreo

Para el caso de campos de producción, debe evaluarse un número adecuado de muestras que representen la totalidad de la población de plantas. Se sugieren varios métodos de recorrer el campo:

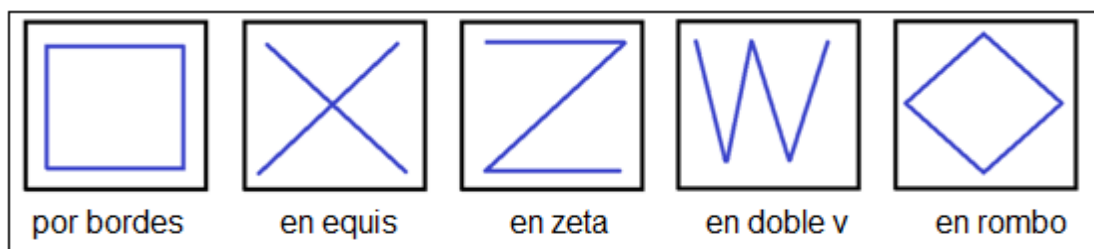


Figura 1. Métodos de recorrer el campo

En caso de evaluar variedades y/o clones, comparar tratamientos o estimar pérdidas, el muestreo debe realizarse de acuerdo al diseño experimental planificado.

Generalmente se evalúan plantas individuales o se promedian los valores de severidad de un grupo de plantas.

2.3. Enfermedad

Enfermedad de las plantas es un proceso fisiológico anormal y perjudicial causado por una continua irritación de un agente causal primario, exhibido por la actividad celular anormal y expresada mediante condiciones patológicas caracterizadas que son los síntomas (Herbas, 1983).

Enfermedad puede ser definida como un proceso dinámico, desencadenado por un agente causal, el cual bajo la interferencia de varios factores altera morfológica y fisiológicamente la planta, la que sufre cambios en su funcionamiento que pueden causarle hasta la muerte. Las alteraciones son manifestadas por las plantas enfermas en forma de síntomas (Agris, 1996).

El mismo autor Agris (1996), menciona; las plantas presentan enfermedad cuando una o varias de sus funciones son alteradas por los organismos patógenos o por determinadas condiciones del medio. Las causas principales de enfermedad en las plantas son los organismos patógenos y los factores del medio físico. Los procesos físicos específicos que caracterizan las enfermedades, varían considerablemente según el agente causal y a veces según la planta misma.

Otro autor lo describe como en los seres humanos, las enfermedades que padecen las plantas son desórdenes fisiológicos causados por problemas internos o por el ataque de algún microorganismo, como los hongos, las bacterias y los virus (Herbas, 1983).

Así mismo menciona que es un mal funcionamiento de las células y tejidos de las planta, causado por un agente y que generalmente está acompañada por anormalidades visibles en la planta (Blanco, 1997).

Según Cruz, (2001) Una enfermedad es un proceso fisiológico anormal y perjudicial causado por la continua acción de un agente causal primario, exhibido por una

actividad celular anormal y expresada por condiciones patológicas anormales (síntomas).

2.3.1. Importancia de las enfermedades

Las enfermedades de las plantas son importantes para el hombre debido a que perjudican a las plantas y sus productos. Para los millones de personas que habitan la tierra y cuya existencia depende de los productos vegetales, las enfermedades de las plantas pueden marcar la diferencia entre una vida normal y una acosada por el hambre, o incluso conducir a la muerte por inanición (Agrios, 2007).

Las enfermedades de las plantas son uno de los principales problemas que se tiene que afrontar en la agricultura porque reducen las cosechas desmejoran la calidad del producto, limitan al mismo tiempo la disponibilidad de alimento y materias primas para una serie de industrias (Cadenas, 2009).

Herbas (1983), se refiere a la falta de alimentos que confronta la humanidad es debida entre otras causas al hecho de que la agricultura está sujeta a un gran número de riesgos debido a las condiciones del suelo, del clima, de las plagas y enfermedades, siendo estas dos últimas las que constituyen los mayores y permanentes riesgos de la agricultura.

2.3.2. Manifestación de las enfermedades

Cada enfermedad produce síntomas que en algunos casos son fáciles de reconocer pero que en otros casos pueden ser confundidos fácilmente, es por ello necesario que un técnico con experiencia ayude a identificarlos correctamente y recurrir a los análisis respectivos para poder así elegir el método de control más adecuado (Agrios, 1996).

2.3.3. Causas de las enfermedades de plantas

Actualmente se aceptan dos tipos de agentes causantes de enfermedades en plantas:

- **Agentes infecciosos:** Aquellos que son capaces de generar infección en la planta. Es el caso de Hongos, chromistas (oomycetes), protistas (plasmodiophoromycetes), bacterias, virus, viroides, fitoplasmas, protozoarios, nematodos, plantas superiores parásitas.
- **Agentes no infecciosos:** Aquellos que no son capaces de generar infección como factores ambientales tipo temperatura alta o baja, pH del suelo, deficiencia o exceso de nutrientes, contaminantes ambientales, luminosidad, fotoperiodo, radiación, lluvia, granizo, viento , malezas, plantas alelopáticas.

2.3.4. Interacción planta-patógeno-ambiente en el proceso de las enfermedades

Entendiendo que la enfermedad en una planta es el resultado de la interacción entre un hospedante un patógeno y el ambiente que los rodea, es importante conocer el rol que juega cada uno de ellos (Herbas, 1983):

- o **Patógeno:** La palabra patógeno fue originalmente utilizada para designar a las bacterias o microbios que causan enfermedades en el hombre y en los animales. En fitopatología actualmente se emplea este término de modo general para todos los agentes dotados de vida (Herbas, 1983). Los agentes patógenos son microorganismos que causan enfermedades. Porque son vida, son llamados bióticos, agentes o causas. Los agentes patógenos pueden ser hongos, bacterias, virus, micoplasmas o nematodos. Cada uno tiene un ciclo de vida diferente, que incluye una fase infecciosa.
- o **Hospedante:** Un huésped susceptible tiene una composición genética que permite el desarrollo de una enfermedad en particular. La defensa contra una enfermedad genética que se llama resistencia a las enfermedades. Esta resistencia puede ser las características físicas de la planta (hoja de cera superficies o difusa), las

características químicas (enzimas que matan los patógenos y la falta de enzimas) y los patrones de crecimiento (capacidad para bloquear el tejido enfermo o daños superan). Las plantas también puede ser tolerante a una enfermedad. A pesar de ser infectados con una enfermedad, pueden crecer y producir una buena cosecha o mantener una apariencia aceptable. La planta crece más la enfermedad y los síntomas no son evidentes o en un nivel perjudicial. (Herbas, 1983)

Es importante recordar que las plantas etiquetadas como resistentes a las enfermedades sólo son resistentes a una enfermedad concreta. Ellos no son resistentes a todas las enfermedades. Resistencia no significa inmunidad. En circunstancias extremas, las plantas resistentes pueden estar infectadas por la enfermedad a los que tengan la resistencia. (Agrios, 2008).

- **Condiciones ambientales:** Ciertas condiciones ambientales deben existir para que los agentes patógenos puedan causar la infección. Las condiciones específicas varían para diferentes patógenos. Alto grado de humedad y temperatura rangos específicos, por ejemplo, son necesarias para muchas enfermedades causadas por hongos. Estas condiciones deben continuar por un período crítico de tiempo, mientras que el patógeno está en contacto con el huésped por la infección ocurra. (Herbas, 1983).

La humedad, temperatura, viento, luz solar, la nutrición y la calidad del suelo entre las plantas. Si uno de estos factores está fuera de balance para el cultivo de una planta específica, la planta puede tener una mayor tendencia a enfermar. Las condiciones ambientales también afectan el crecimiento y propagación de agentes patógenos de la enfermedad. Seco o mojado, tendrá un conjunto de acompañamiento de las enfermedades que se desarrollan en estas condiciones.

2.3.5. Identificación de enfermedades

2.3.5.1. Cámara húmeda

El propósito de la cámara húmeda es el de crear condiciones favorables de humedad para el desarrollo rápido de hongos o bacterias que pueden estar involucradas en la producción de síntomas de enfermedad pero cuya presencia no es conspicua en el momento de la primera observación. Como los saprofitos pueden ser favorecidos por las condiciones creadas, debe procederse con cautela al interpretar los resultados. (French y Herbert, 1993)

2.3.5.2. Evaluación de las enfermedades

La evaluación de enfermedades de plantas tiene como objetivo llegar a la cosecha con la menor cantidad de medidas represivas, con la mayor producción y con el menor costo. Esto significa que el evaluador es capaz de identificar y ubicar la presencia de la enfermedad y cuantificarla.

2.4. Signo

Presencia visible del agente causante de la enfermedad; sea mediante una o varias de sus estructuras (Herbas, 1983).

2.5. Síntoma

Los síntomas constituyen la expresión de la actividad patogénica, son una evidencia de un estado patológico y otras veces son consecuencias de heridas o lesiones causadas por agentes mecánicos o de otra índole. Los síntomas generalmente son expresiones visibles que pueden percibirse con los ojos; los síntomas también pueden detectarse mediante el tacto, por el sentido del olfato y el sentido del gusto (Herbas, 1983).

Las manifestaciones visibles de las enfermedades se llaman síntomas. La planta enferma puede presentar varios, los cuales van apareciendo en las diferentes etapas del desarrollo de la enfermedad, Los síntomas visibles como las deformaciones, clorosis, arrugamientos, exudados bacterianos etc. se llaman macroscópicos. Algunos síntomas solo pueden ser observados en los tejidos diseccionados y se llaman microscópicos (Scattolini, 2004).

2.6. Incidencia

Smith (1992), llegó a la conclusión de que la incidencia es la relación porcentual de plantas enfermas sobre el total de plantas (plantas enfermas + plantas sanas) asimismo indica que la incidencia es una forma simple y rápida de cuantificar la enfermedad.

French y Herbert (1980), definen que la incidencia es el número de unidades de plantas afectadas expresado como porcentaje del número total.

FAO (1986), menciona que la determinación del grado de incidencia de una enfermedad probablemente es el factor de mayor importancia en cualquier programa de evaluación de pérdidas justamente es el proceso que genera la información que permitirá cuantificar el proceso de enfermedad.

Agrios (1996), menciona que la incidencia de la enfermedad es el número o proporción de plantas enfermas el número o proporción de plantas hojas tallos y frutos que muestren cualquier tipo de síntomas.

El mismo autor menciona la evaluación de la incidencia es relativamente rápido y fácil de llevar a cabo y es la medida que más se utiliza en los estudios epifitológicos para determinar la diseminación de una enfermedad en un campo de cultivo región o país.

2.7. Severidad

Smith (1992), define que la severidad como la relación porcentual de la superficie de tejido enfermo sobre la superficie total.

James (1983), menciona que mediante dicho relación se cuantifican diferentes intensidades de la enfermedad y se estiman porcentajes de infección al mismo tiempo la evaluación se puede efectuar en cada una de las hojas de las plantas con el objetivo de correlacionar el nivel de la enfermedad con la disminución de rendimiento. La severidad de una enfermedad está en función de la cantidad de tejido afectado así mismo de la rapidez con que la infección se desarrolla y la frecuencia con que se repite en cada planta vecina.

2.7.1. Escalas de evaluación de severidad

Calderón (1984), Propone una escala en grados (1 al 9), con su correspondiente porcentaje de severidad. Sin embargo, estudios posteriores demostraron que existen diferencias significativas entre las evaluaciones realizadas utilizando las escalas en grados. Generalmente los evaluadores median la intensidad a valores menores de 75%. Otros resultados indicaban la ventaja de realizar la estimación directa del porcentaje de severidad en lugar de usar una escala tipo Horsfall – Barratt, al menos para el patosistema *P. infestans* – *Solanum tuberosum*.

Los valores de severidad son utilizados luego para calcular la “Curva del área bajo el progreso de la enfermedad” (AUDPC, Área Under Disease Progress Curve). Este parámetro incorpora la velocidad de avance de la enfermedad y la severidad en un sólo valor y se ha demostrado que es particularmente adecuado para detectar diferencias entre tratamientos, variedades y/o clones.

Proponemos dos diagramas patrón sobre la severidad en folíolos y en plantas enteras, los cuales pueden ayudar a mejorar la eficiencia y precisión de los estimados de severidad (Figura 2).

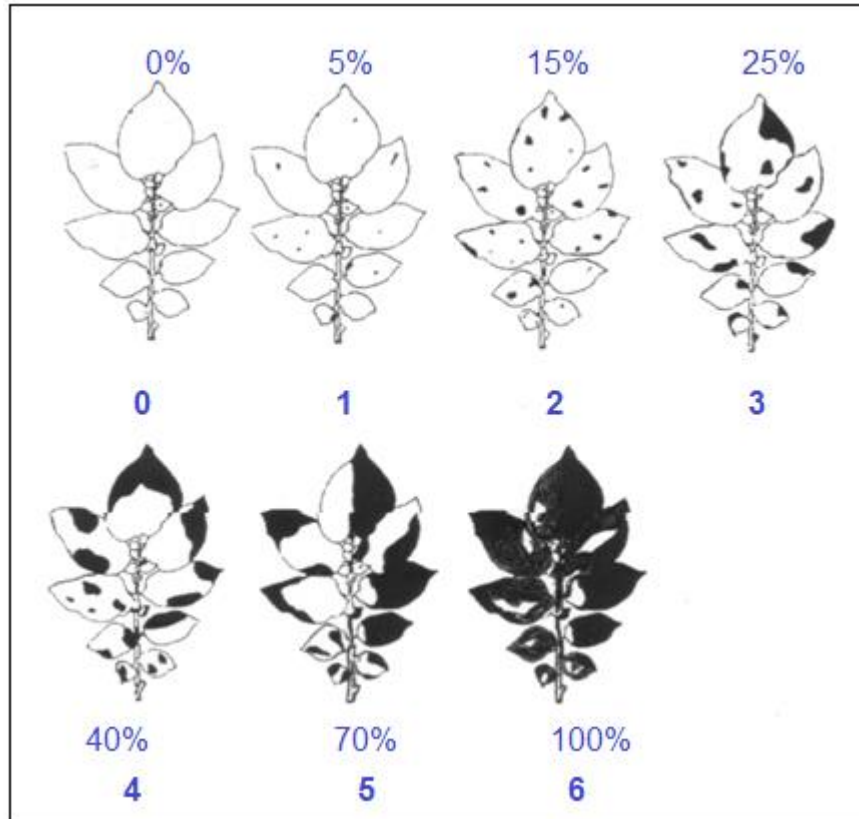


Figura 2. Diagrama patrón propuesto para evaluación de severidad en hojas de papa

2.7.2. Relación entre incidencia y severidad

Ambas medidas son completamente diferentes pero sería ideal si se pudiera establecer correlaciones entre ellas. En la toma de decisiones debemos tener en consideración, que bajos niveles de severidad en follaje pueden resultar en altos niveles de infección en tubérculos o en forma inversa. Campos con mínima incidencia y severidad pueden resultar en campos totalmente destruidos en el lapso de pocos días bajo condiciones climáticas favorables para el desarrollo de la enfermedad. Por ello siempre se deben tomar medidas preventivas o realizar evaluaciones constantes.

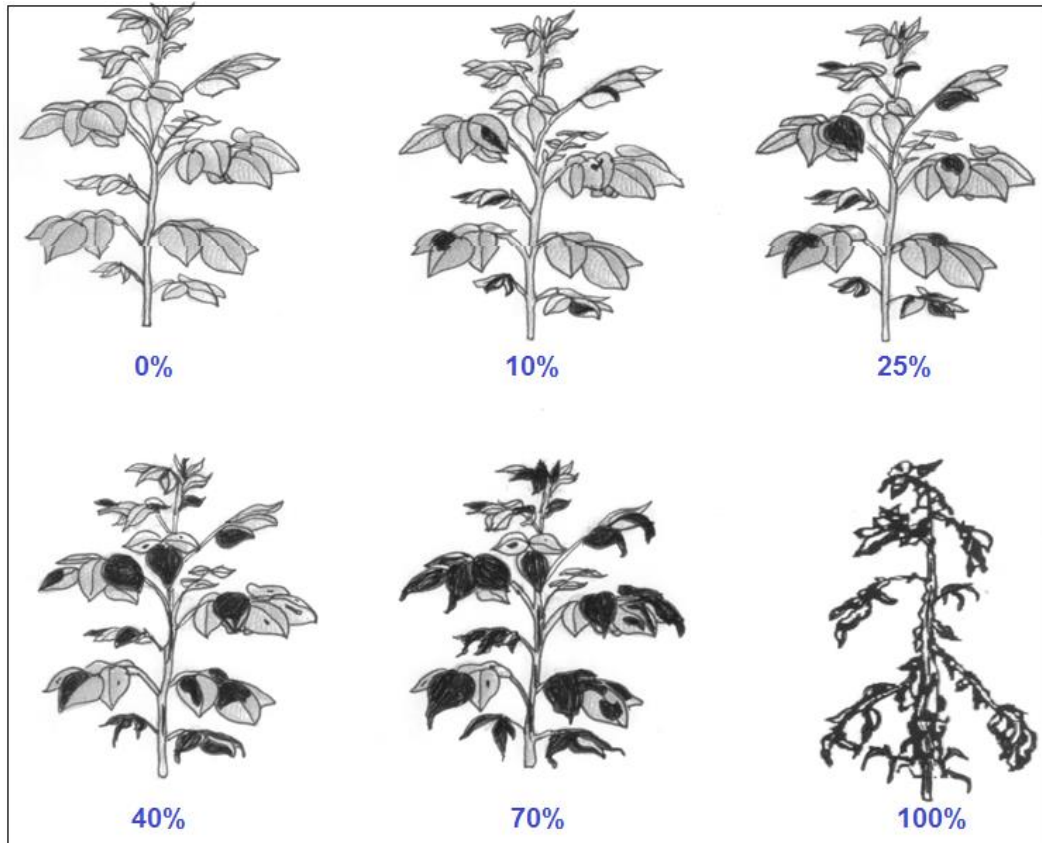


Figura. 3. Diagrama patrón propuesto para evaluación de severidad en plantas de papa.

2.8. Enfermedades fungosas en estudio

2.8.1. Mancha de la hoja por Phoma. (*Phoma andina turkens.*)

La enfermedad es causada por *Phoma andina* Turkens. Se presenta en alturas de 2800 y 3500m de altitud, Torres (1989), donde las condiciones ambientales son relativamente secas, La enfermedad afecta hojas y tallos. Está principalmente confinado a la papa (*Solanum tuberosum*), aunque se ha reportado también en quinua (Smith et al, 1988).

2.8.1.1. Síntomas

Los síntomas en las hojas son manchas irregulares, de color marrón, de 0.5cm (2.5mm a 1cm) de diámetro. Si las condiciones son favorables para el hongo, la severidad puede ocasionar defoliación. En los tallos y pecíolos se presentan estrías necróticas de aproximadamente 1cm de longitud. Esta enfermedad es constantemente confundida con el tizón temprano pero se diferencia porque *Phoma* ataca especialmente variedades de papa tardías, mientras que *Alternaria* ataca papas tempranas (Torres, 2002).

2.8.1.2. Epidemiología.

El patógeno se encuentra presente en el suelo, el desarrollo es favorecido por la humedad provocada por las lluvias, el patógeno es transportado por la salpicadura del agua hacia las hojas donde las pignidias del hongo sueltan conidias estas infectan al cultivo provocando la aparición de los síntomas de la enfermedad (AGRIOS, 1991).

2.8.1.3. Control

Usar variedades resistentes, realizar fumigaciones al principio de los primeros síntomas de la enfermedad, si se trae la semilla de otros países se debe realizar la cuarentena de esta semilla, realizar rotación de cultivos.

2.8.2. Verruga de la papa (*Synchytrium endobioticum*).

La verruga se encuentra presente en las zonas de cultivo de papa. La enfermedad fue reportada por primera vez en Hungría. En los campos de papa en Bolivia, las pérdidas alcanzan hasta 20%, pero si está asociado con el falso nematodo del nudo, las pérdidas pueden ser mayores. En la sierra del Perú, la mayoría de los campos ubicados entre 3500 y 3800m de altitud están infestados por el hongo y los agricultores de estos lugares conviven con la enfermedad. Las pérdidas de rendimiento se estiman entre 0 y 20%. (Torres, 2002).

El principal hospedero es la papa *Solanum tuberosum*, aunque ha sido transferido experimentalmente a otras solanáceas. Algunos cultivares de tomate son susceptibles, así como solanáceas silvestres. (Berg, 1994)

2.8.2.1. Síntomas

Los síntomas aéreos no son usualmente aparentes sin embargo puede presentarse una reducción en el vigor de la planta o las hojas pueden presentarse de un color verde oscuro y ligeramente más grandes de lo normal. Pueden formarse pequeñas verrugas de color verde en los brotes o en la base de los tallos. Las hojas también pueden ser atacadas (CABI, 2000).

El hongo afecta los tubérculos pero no las raíces. Infecciones tempranas en los tubérculos jóvenes en desarrollo resultan en su distorsión y aspecto esponjoso. En los tubérculos viejos solamente los ojos son infectados formándose verrugas de forma de coliflor las cuales son blancuzcas al inicio o verdes si son expuestas a la luz, gradualmente se oscurecen y eventualmente se pudren y desintegran. El tubérculo entero puede ser totalmente reemplazado por proliferación de verrugas. Las verrugas que se desarrollan en papa almacenada en la oscuridad tienen el mismo color que la piel del tubérculo (Hampson, 1980).

2.8.2.2. Epidemiología.

El hongo infecta las células de tejidos meristemáticos de plantas susceptibles de papa. Para que ocurra infección es indispensable que exista humedad conveniente en el suelo, porque las zoosporas necesitan nadar en una película de agua hasta alcanzar los tejidos meristemáticos de la planta, en el suelo, especialmente en el primer estado de desarrollo de la planta. La enfermedad se desarrolla a temperaturas entre 12 a 24°C, y pH entre 3,9 a 9,5 (Torres, 2002).

2.8.2.3. Control.

- El control de la enfermedad se realiza a nivel mundial, mediante estrictas regulaciones cuarentenarias.
- Rotar los suelos con otros cultivos es una práctica que reduce el inóculo del suelo, pero en el caso de la verruga la práctica resulta ineficiente porque los esporangios de descanso del hongo sobreviven más de 30 años.
- Usar productos químicos como uno de los componentes de un programa de erradicación.
- Usar variedades resistentes. En Europa existen variedades resistentes a algunas razas fisiológicas del hongo.

2.9. Cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.)

2.9.1. Origen del cultivo de la papa

La papa es originaria de la región Andina de Sudamérica, en las altas mesetas de la Cordillera de los Andes. También existen centros secundarios en algunas áreas de Mesoamérica como México y Guatemala (CIP 1981). Según Henkes y Dunn (1981) las primeras siembras estuvieron cercanas a las orillas del lago Titicaca, entre las fronteras de Perú y Bolivia.

A partir de Sudamérica se diseminó la siembra a casi todo el mundo; en Europa se introdujo esta, hacia el año de 1570 donde en esa época no fue muy bien aceptada. Actualmente su consumo forma parte de la dieta de varios países alrededor del mundo (Henkes y Duna, 1981).

La papa comprende un complejo de especies diploides, triploides y tetraploides. En estado de cultivo se conocen más de 5,000 cultivares que crecen a nivel mundial y muchos más que crecen en forma silvestre o que existieron anteriormente. Los tetraploides son los más usados a nivel mundial, los cuales son clasificados en dos

grupos: uno el cv. Andígena (*S. tuberosum* Subs. Andígena Hawkes) y el cv. Tuberosum (*S. tuberosum* Subs. Tuberosum Hawkes) (CABI, 2000).

2.9.2. Clasificación taxonómica de la papa (*Solanum tuberosum* L.)

Taxonómicamente, la papa se clasifica de la forma siguiente: (Jaramillo, s.f.).

Reino:	Vegetal
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Género:	<i>Solanum</i>
Especie:	<i>Solanum tuberosum</i> L.

2.9.3. Descripción botánica de la planta de la papa (*Solanum tuberosum* L.)

Hierbas erectas o escandentes, hasta un metro de alto, estoloníferas y con tubérculos, escasa o densamente víscido-pubescentes con tricomas simples, inertes. Hojas solitarias, mayormente 5-9 imparipinnadas, foliolos ovados o elípticos, hasta 8 cm de largo ápice agudo o acuminado, base obtusa: foliolos intersticiales presentes o ausentes, pecíolo delgado, hasta 5cm de largo, foliolos pseudostipulares hasta 1 cm de largo. Inflorescencia paniculada terminal con muchas flores tardíamente laterales, pedúnculos 4-10cm de largo pedicelo 10-20mm de largo, cáliz 5-8mm de largo lobado hasta cerca de la $\frac{1}{2}$ de su longitud, lobos lanceolados, largamente acuminados; corola 20-40mm de diámetro, blanca rosada, azul o purpúrea, frecuentemente amarilla cuando seca, levemente lobada, lobos ovados, anteras 5-7 mm de largo baya subglobosa, 1.5 - 2.5cm de diámetro glabra amarilla; semilla 2mm de diámetro. (Cáceres, 1986).

La papa es una planta dicotiledónea herbácea anual, autógena, con flores pentámeras de diversos colores. Los frutos son bayas de forma redonda como un pequeño tomate con 200 a 300 semillas, en quechua se denomina “mak´unku” (Garandillas, 2007).

Los tallos son herbáceos, angulares, generalmente de color verde o rojo púrpura. Las adultas son compuestas, pero las primeras hojas provenientes del tubérculo pueden ser simples. Los estomas son más numerosos en la superficie inferior de las hojas.

Las raíces y estolones se desarrollan a partir del tallo subterráneo, entre el tubérculo–semilla y la superficie del suelo. Por ello, la plantación del tubérculo–semilla debe ser a una profundidad que le permita una adecuada formación de raíces y estolones (Garandillas, 2007).

Los tubérculos son tallos modificados que se forman en el extremo del estolón, como consecuencia de la proliferación del tejido de reserva por una rápida división celular, donde se almacenan los hidratos de carbono en forma de gránulos de almidón. La unión del estolón con el tubérculo se rompe durante la cosecha, quedando como una pequeña cicatriz (Garandillas, 2007).

Al constituirse el tubérculo, la epidermis del tallo da lugar al peridermo. El peridermo en tubérculos maduros semeja una capa corchosa compuesta de 6 a 10 capas de células en forma de ladrillos. Los estomas que se encuentran en la epidermis del tallo dan lugar a las lenticelas en el tubérculo, estas aberturas permiten el intercambio gaseoso, ya que el peridermo es relativamente impermeable. Las lenticelas proporcionan vías de penetración de diversos patógenos. Bajo condiciones de alta humedad en el suelo, las lenticelas del tubérculo se agrandan y sobresalen, formando pequeñas protuberancias blancas de aproximadamente 0.5mm de diámetro (Garandillas, 2007).

Las raíces provenientes de tubérculos–semillas tienen un sistema fibroso de raíces laterales, que emergen generalmente en grupos de tres, a partir de los nudos de los tallos subterráneos. Los puntos de emergencia de las raíces provocan heridas que se

constituyen en vías de penetración para uno muchos patógenos de suelo. (PROINPA 1994).

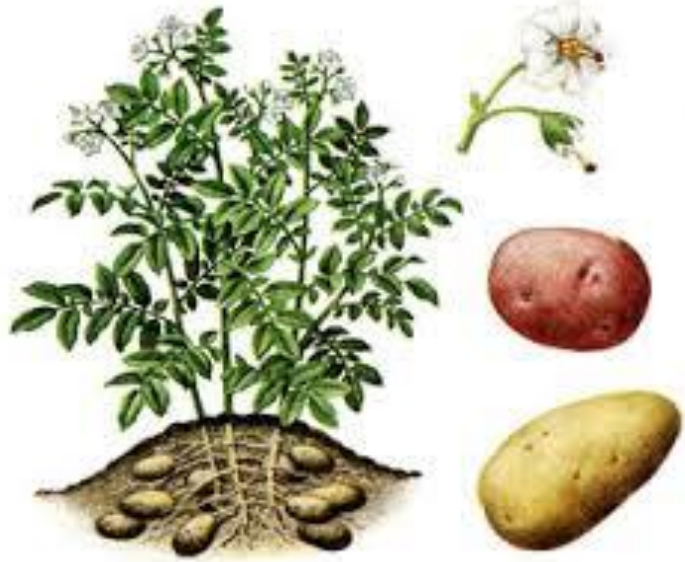


Figura. 4. Morfología externa del cultivo de papa.

2.9.4. Fase fenológicas de la papa

Según Franco (2002), se puede distinguir cuatro fases en el desarrollo de la planta de papa que tienen relaciones especiales con la presencia de las plagas y los daños que ellas producen.

- **Fase de emergencia**, periodo entre la siembra y la aparición de los brotes en el surco.
- **Fase vegetativa**, periodo entre la emergencia y la iniciación de la tuberización.
- **Fase de tuberización**, periodo entre la iniciación de la tuberización y el máximo desarrollo del follaje. Se considera que para muchas variedades este periodo coincide con el inicio de la floración. Esta relación no está bien establecida para los cultivares andinos. La floración es señal de que la papa comienza a emitir estolones o que inicia la tuberización.

- **Fase de madurez**, periodo entre el máximo desarrollo del follaje y la senescencia total.

A continuación en la figura 5, se muestra las fases fenológicas del cultivo de la papa *Solanum tuberosum* L. ssp. andígena,

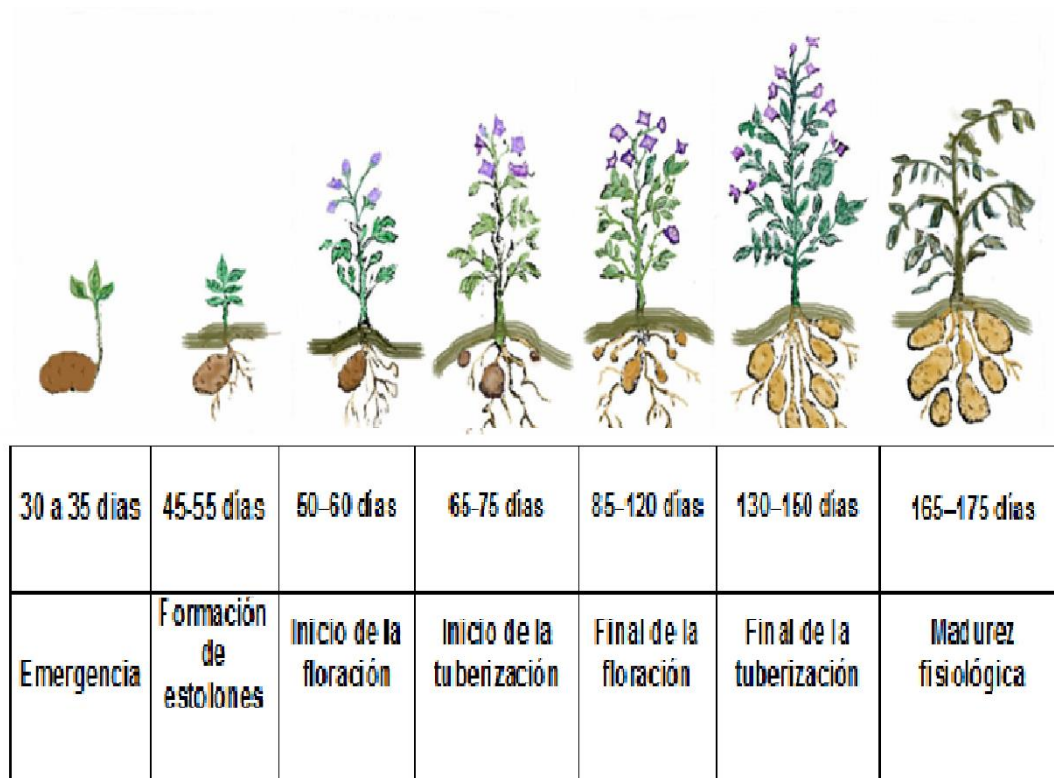


Figura 5. Fases fenológicas del cultivo de papa

2.9.5. El cultivo de la papa

La papa, *Solanum tuberosum* L., es uno de los cultivos de mayor importancia en nuestro país, es producida por un gran mayoría de los agricultores campesinos, especialmente de las zonas del altiplano, valles y valles meso térmicos.

A pesar de la creciente competencia de otros alimentos, la papa es el ingrediente básico del pueblo boliviano. El consumo promedio fluctúa entre 80 y 100kg por persona por año (PROIMPA, 1992).

El cultivo de la papa constituye el 10% de la superficie nacional cultivada (140.000 hectáreas), teniendo un rendimiento de 4.4 toneladas/hectárea y una producción de 521.000 toneladas, representando el 13% del valor bruto agropecuario 265.000 agricultores producen papa en Bolivia, lo cual representa un 50% de todas las unidades agropecuarias del país (PROINPA, 1992).

2.9.6. Importancia Nutricional de la papa

La papa es uno de los alimentos más valiosos de la humanidad. Produce mayor cantidad de energía y proteína por unidad de área cultivada y de tiempo, que la mayoría de los cultivos importantes. No contiene grasas, pero si una cantidad considerable de minerales y vitaminas, especialmente B y C (Cisneros, 1989).

Entre los principales cultivos alimenticios del mundo, la papa ocupa el quinto lugar y es superada solamente por gramíneas como el trigo, arroz, maíz, y cebada (Hooker, 1980).

2.9.7. Características generales del cultivo de la papa.

La papa es un cultivo que ha ganado considerable importancia en las últimas décadas, las papas son cultivadas y comidas en más países que cualquier otro cultivo, y en la economía global son el cuarto cultivo en importancia luego de los tres cereales: maíz, arroz y trigo. La papa es una planta anual, herbácea, de altura variable entre 50 a 80cm. Los tallos aéreos son de color verde, marrón o morado con ramificaciones. Los estolones son tallos laterales que crecen horizontalmente por debajo del suelo y que forman tubérculos (Huaman, 1986).

La papa pertenece a la familia de las solanáceas. Es sensible a heladas y crece bien en climas templados, con temperaturas entre 15 y 27 °C. Requiere una estación de crecimiento con un largo mínimo de 4 a 7 meses, en la cual las temperaturas no sean demasiado altas (> 30 °C) ni demasiado bajas (< 5 °C).

El órgano consumido es el tubérculo. Éste es un órgano subterráneo de almacenamiento de reservas y resistencia. Los tubérculos de papa pueden permanecer por varios meses, dependiendo de las condiciones de humedad y temperatura en el suelo. Por lo tanto, combina zonas de producción y estaciones de cultivo (Aldabe, 2002).

2.9.8. Distribución

Entre los cultivos andinos, la papa es de lejos el más importante por su contribución económica, nutricional y de generación de empleo. De hecho, se cultiva papa en 7 de los 9 departamentos del país ocupando el 6.5% de la superficie cultivada nacional. Asimismo, contribuye a la economía con 150 millones de dólares al año, generando empleo y, sobre todo alimento relativamente barato para la población (PROINPA, 1994).

La papa en Bolivia, se cultiva en diferentes pisos ecológicos, desde los 400 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) hasta los 4500 m.s.n.m. Asimismo, por su constante demanda en el mercado se cultiva en distintas épocas del año (PROINPA, 1992).

En el altiplano, se siembra después de las heladas y primeras lluvias, es decir, desde agosto pudiendo prolongar la siembra hasta fines de noviembre en caso de sequía. En los valles, la siembra se realiza, por lo general, de manera temprana a partir de julio (PROINPA, 1994). En los llanos se siembra al finalizar la época de lluvias, es decir a partir de marzo. En las zonas bajas templadas y calurosas el ciclo vegetativo de la papa es de aproximadamente 90 días, mientras que en las zonas altas y frías oscila entre 120 y 150 días (PROINPA, 1994).

Entre las zonas productoras se destacan las circundantes al Lago Titicaca, los valles altos de Cochabamba y las comunidades campesinas a lo largo de los valles de Araca y Ayopaya. (Calderón, 2002).

3. LOCALIZACIÓN

3.1. Ubicación geográfica

El presente estudio se realizó en la comunidad de Viluyo ubicada en la Latitud Sur $16^{\circ}12'17,89''$ de Longitud Oeste $69^{\circ}04'50,11''$ a 3890 msnm (Google Earth) de la primera sección municipal Copacabana de la provincia Manco Kapac del Departamento de La Paz.

Posteriormente en la comunidad de Copacati ubicada en la Latitud Sur $16^{\circ}11'14,86''$ de Longitud Oeste $69^{\circ}04'48,73''$ a 3890 msnm (Google Earth) de la primera sección municipal Copacabana de la provincia Manco Kapac del Departamento de La Paz.

3.2. Clima

Las masas de aire sobre América del Sur determinan la variación estacional en la región. A mayor distancia del lago, se producen la disminución progresiva de la precipitación, que varía de 800 a 600 mm. Los vientos de la superficie en la cuenca son especialmente el resultado de comportamientos locales (los obstáculos topográficos como colinas y valles tienden a canalizar los vientos en direcciones específicas). En la zona del lago se producen brisas lago-tierra-lago. Durante el día, el aire se desplaza desde el lago hacia las pampas (invirtiéndose de sentido durante la noche), efecto semejante al que se produce en el litoral marítimo.

El tipo climático semilluvioso y frío con otoño, invierno y primavera seca, corresponde a la parte baja de los afluentes del noreste y la zona sur de la cuenca del lago. En esta sub zona, la precipitación disminuye y varía entre 600 y 800 mm. La ETP es superior a la precipitación durante los meses de abril a diciembre en esta zona es de 7°C a 8°C y la temperatura mínima media anual es superior a 0°C , debido a que todavía se deja sentir la influencia termoreguladora del lago. Citado por (Taborga *et.al.* 1995).

3.3. Agroecología

Una de las características principales de esta zona de condiciones favorables para la producción agrícola es el aumento fuerte de la densidad de las explotaciones agrícolas. Las superficies totales por agricultor son de orden de 0,6 a 3 ha (Braber de Thuy, 1989; Liberman, 1987; Urioste, 1977), compuestos de 12 a 20 parcelas esta constatación es válida tanto por el lado boliviano como para el lado peruano (Montoya *et. al.*, 1987). El minifundismo es determinante para los sistemas de cultivo y ganadería.

La conservación de la fertilidad aparece ser actualmente un problema para la agricultura del borde del lago. En efecto, el tamaño reducido de los pastos herbáceos así como de las parcelas de micrófitos acuáticas forrajeras como la totora (*Schoenoplectus tatora*), el chanco (*Myriophyllum platinoides*) y el hancha (*Elodea potamogeton*), añadiéndose a la fuerte disminución de la producción de totora desde 1986, limitan considerablemente el tamaño del ganado.

Este se compone solamente de 2 a 4 bovinos por familia y de 3 a 8 ovinos, lo que es insuficiente, para la producción del abono y para la tracción animal. La intensificación de la agricultura no se acompaña actualmente por una buena restitución orgánica y mineral. El abono es escaso y los ingresos no permiten una compra suficiente de fertilizantes químicos. La ausencia de animales de tiro obliga a los agricultores a alquilar tractores a un costo elevado (Zanabria, 1997).

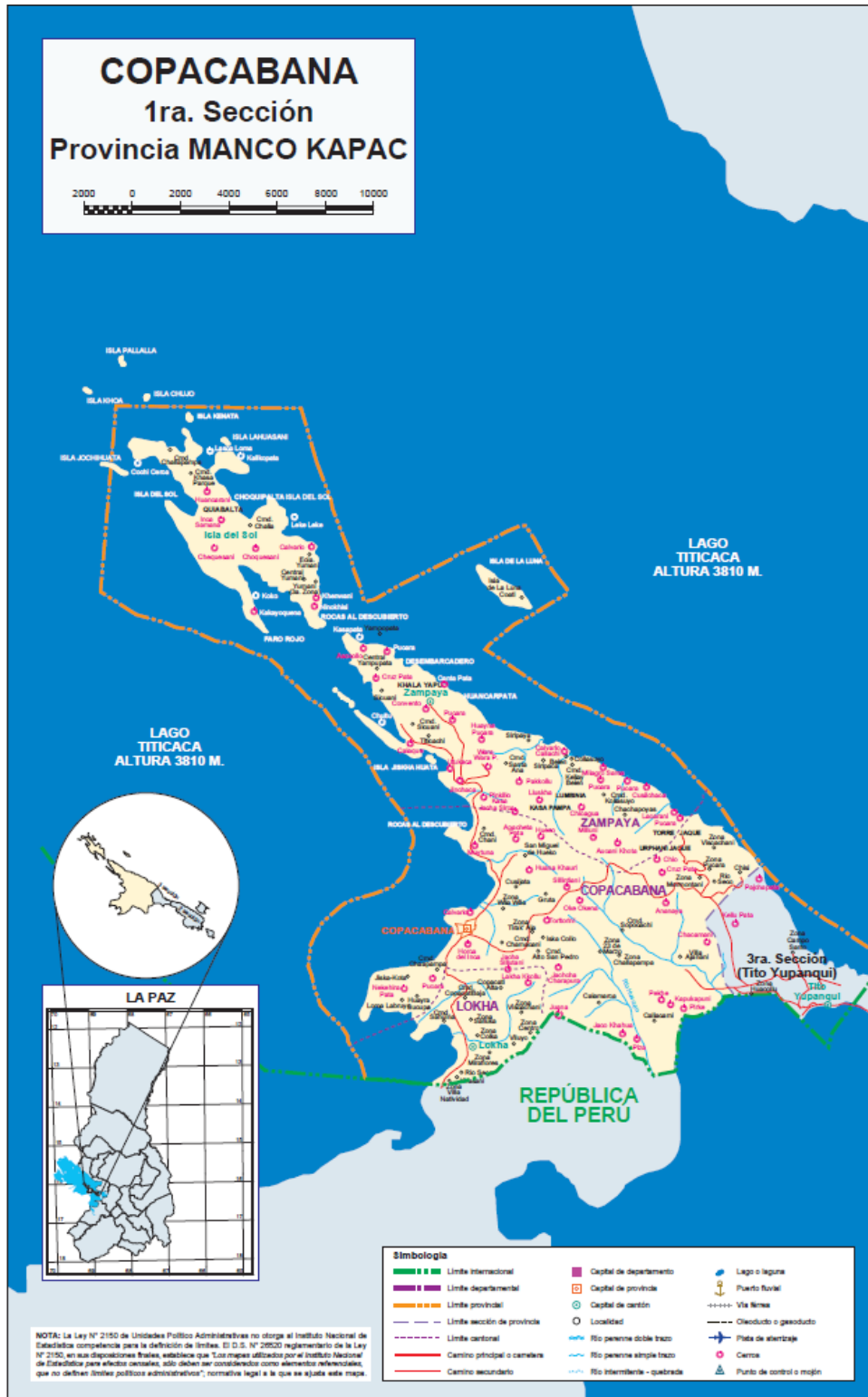


Figura 6. Vista de la Provincia de Manco Kapac

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Materiales de campo

- Tijera de podar	- sobres de papel sabana
- estilete	- frascos de plástico
- tijera de papel	- cintas de colores
- machete	- cinta adhesiva
- picota	- cuaderno de notas
- bolsas plásticas	

4.1.2. Materiales de laboratorio

- Pinzas	- frascos precipitados 100 ml y 50 ml
- bisturí	- tapers
- aguja de disección	- papel toalla
- porta y cubre objeto	- azul de metileno
- cajas Petri	- lactofenol
- pipetas probetas	- alcohol
- hipoclorito de sodio	- agua destilada

4.1.3. Material biológico

- Ramas, hojas y tubérculos de la planta de papa, con presencia de síntomas de enfermedad recolectados en las diferentes zonas de estudio.

4.1.4. Material de gabinete

Los materiales de gabinete fueron: calculadora planillas tableros, planos computadoras y papelería.

4.1.5. Equipos

- Cámara fotográfica
- GPS
- microscopio
- estereoscopio
- cámara de flujo
- lámpara
- cámara de cultivo

4.2. Metodología de investigación

La presente investigación se fundamentó en un diagnóstico e identificación de enfermedades de la papa (*Solanum tuberosum* L.); la cual se desarrolló con una fase de campo y luego una fase de laboratorio; este tuvo una duración de cinco meses el cual empezó en diciembre de 2010 y culminó en abril de 2011; que consistió en un seguimiento de la evolución desde la fase del crecimiento vegetativo hasta el desarrollo del tubérculo.

4.2.1. Método de campo

4.2.1.1. Recolección de información general mediante encuesta

Inicialmente se recolectó información sobre el Municipio y las comunidades productoras de papa, considerando como información general: las características

geográficas, distribución y ubicación de las comunidades, los procesos productivos que emplean, sus principales cultivos y prácticas culturales.

4.2.1.2. Elección de muestreo

Se realizó un muestreo por conglomerados, siendo este el más apropiado para las condiciones topográficas que presenta la zona, y con el fin de aumentar la precisión en el muestreo y obtener un trabajo más eficiente (Steel y Torrie 1998).



Figura 7. Elección de muestreo

4.2.1.3. Ubicación de las zonas de muestreo

Para la ubicación de las zonas de muestreo se escogió a las comunidades productoras de papa, según el siguiente criterio:

- Accesibilidad
- Producción de papa.

Adicionalmente de cada comunidad se tomaron los siguientes datos: Altitud y coordenadas geográficas.



Figura 8. Ubicación de las zonas de muestreo

De cada comunidad se muestrearon 12 parcelas distribuidas de manera aleatoria en 3 cluster (4 parcelas x cluster), de cada parcela se muestrearon 5 individuos de manera sistemática (en equis). De esta forma el total de plantas a evaluar se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1. Total de plantas de papa distribuidas en cada comunidad.

Comunidades	N ° total de plantas
Copacati	60
Viluyo	60
Total	120

Fuente: Elaboración propia, 2012

4.2.1.4. Determinación del tamaño de muestra

$$n = \frac{z^2 * p * q}{e^2 + \frac{z^2 * p * q}{N}}$$

Dónde:

n= tamaño de la muestra

z= valor de distribución normal estándar de una cola =0,4562

p= probabilidad a favor de un evento de que exista enfermedad = 0,5
probabilidad en contra de un evento de que no exista enfermedad =

q= 0,5

e= error experimental = 10% = 0,1

N= tamaño de la población

$$n = \frac{C(I) \cdot 1,96^2 * 0,5 * 0,5}{0,1^2 + \frac{1,96^2 * 0,5 * 0,5}{7931}}$$
$$24 = \frac{3,84 * 0,25}{0,01 + \frac{3,84 * 0,25}{115}}$$

4.2.1.5. Recolección de muestras para laboratorio

Para este caso se escogió muestras donde los síntomas eran muy evidentes de plantas. Se tomó muestras de partes afectadas como hojas, tallos y tubérculos, de papa que presentaban alguna anomalía o síntomas de enfermedades.



Figura 9. Recolección de muestras para laboratorio

Las muestras colectadas presentaban síntomas característicos de cada enfermedad del cultivo, posteriormente estas muestras se colocaron en un sobre de papel y luego en una bolsa nylon con una etiqueta contenida la siguiente información:

A: Datos personales

- Nombre del recolector:
- Comunidad:
- Fecha de recolección:

B: Datos de la muestra

- N° de la muestra:
- Procedencia:
- Órgano de la planta:

- Fase fenológica:

C: Diagnóstico en campo

- Descripción de síntomas y signos

Estas muestras fueron llevadas a laboratorio para su posterior análisis.

4.2.1.6. Evaluación de incidencia

En método para la obtención de muestras dentro de cada parcela fue en X como se muestra en los gráficos. En la primera visita se seleccionó las plantas, los mismo fueron marcados con cintas de colores indicando un código. Para la identificación de las enfermedades se hizo mediante la observación de síntomas característicos, signos del patógeno, descritos en bibliografía; así mismo se tomó muestras para ser observados en laboratorio y poder confirmar la identidad del patógeno.

Los meses que se evaluaron para determinar el nivel de incidencia fueron diciembre, enero, febrero, marzo y abril. Se procedió a la recolección de hojas de las planta muestreadas los cuales fueron colocados en papel periódico por separado, indicando su código de la muestras; para ser herborizadas, siguiendo el procedimiento cambiando cada día el papel para evitar su descomposición y conservar intacto las muestras. Así determinar la incidencia de las enfermedades. Para este procedimiento se realizó con la siguiente relación de (French Y Herbert 1982).

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de partes afectadas por enfermedad}}{\text{N}^{\circ} \text{ de partes totales}}$$

También se calculó el porcentaje de incidencia en los tubérculos dañados por las enfermedades fungosas, en los meses de abril y mayo 2011. El procedimiento en este caso fue realizado en campo; el cual se cuantificó el daño en la planta de la siguiente forma; se tomó los tubérculos de una planta y se contó el número de tubérculos sanos y tubérculos con síntomas de enfermedad fungosa las cuales fueron registradas.

Para el análisis estadístico de los promedios de incidencia de las enfermedades se ajustaron en el programa Excel.

4.2.1.7. Evaluación de severidad

Paralelamente a la evaluación de incidencia se realizó la evaluación de severidad, usando el mismo método de obtención de muestras, en la identificación y en la recolección de hojas, únicamente de las muestras obtenidas, herborizadas se utilizó el método milimétrico para determinar el área foliar afectada y el total del área foliar. Luego se uso la siguiente relación de (French Y Herbert 1982).

$$\text{Severidad} = \frac{\text{Área foliar afectada por enfermedad}}{\text{Área foliar total}}$$

Para evaluar la severidad, se generó una escala cualitativa para poder determinar los porcentajes de daño ocasionados por el hongo. Esta escala cualitativa de severidad (figura 2) consistió en siete clases según el progreso que presentó la enfermedad en la hoja, la cual presentamos a continuación:

Escala de Grados	
0	plantas sanas
1	hasta el 5% del área foliar afectada
2	del 6 al 15% del área foliar afectada
3	del 16 al 30% del área foliar afectada
4	del 31 al 45% del área foliar afectada
5	del 46 al 60% del área foliar afectada
6	más del 70% del área foliar afectada

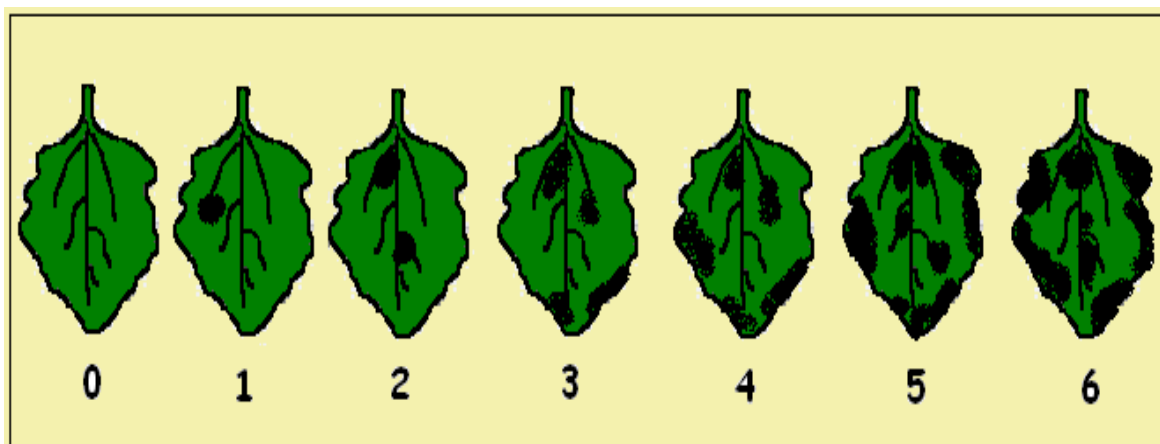


Figura 10. Escala de evaluación para % de área afectada.

4.2.2. Métodos en laboratorio

4.2.2.1. Identificación de enfermedades

Las muestras colectadas se analizaron en el laboratorio del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) Departamental La Paz y en el laboratorio de Sanidad Vegetal de la Facultad de Agronomía.

En el trabajo de diagnóstico se identificó tres enfermedades que afectan al cultivo de la papa, mencionados a continuación: Mancha foliar (*Phoma andina turkensteen*) y Verruga de la papa (*Synchytrium endobioticum*), sarna polvorienta (*Spongospora subterránea*).

4.2.2.2. Metodología para el análisis de la Mancha de la hoja

Para la identificación del agente causal *Phoma andina* Turkens se utilizaron los siguientes métodos:

- **Observación directa al microscopio**

Para este método, se realizó cortes transversales de tejido, usando un tubérculo, metodología recomendado por (Herbas, 1986) para obtener secciones muy delgadas con ayuda una hoja de afeitar; obteniendo muestras representativas las cuales fueron colocadas en los portaobjetos conteniendo una gota de lactofenol y con ayuda de una aguja de disección se cubrió con el cubreobjetos con el cuidado de no formar grumos, luego se montó al microscopio para su observación.

También se observó mediante el estereoscopio el desarrollo de hifas las cuales con ayuda de una pinza y la aguja histológica se colocaron en el porta objeto y se monto el cubre objetos más una gota de agua destilada, de observó en el microscopio.

Para identificar al patógeno se trabajó con ayuda de bibliografía dibujos, fotografías microscópicas, y claves de hongos etc. Que contenían gráficas de aparatos fructíferos, esporas, conidios, ciclos reproductivos de los patógenos, mediante los cuales se realizaron comparaciones.

- **Cámara húmeda**

Las cámaras húmedas son un medio rápido y directo para obtener esporulación y ayudar a identificar los agentes causales de algunas enfermedades. Son de especial utilidad con microorganismos que crecen rápidamente sobre el hospedero y compiten bien con los saprofitos dentro de la cámara húmeda.

Para la preparación se debe hacer cortes de 0.5 cm los síntomas con una parte enferma y una sana poner en cajas de petri de vidrio y lavar con H₂O destilada colocar cloruro de sodio al 3% hasta cubrir los cortes por 1minuto lavar los cortes para quitar el exceso de cloruro de sodio por 3 veces con H₂O colocar los cortes en papel absorbente para secarlos colocar la muestras en portaobjetos y luego ponerlos en las cajas de petri estéril con papel filtro poner poco agua estéril para humedecer.

Para la identificación del hongo se observó en el microscopio compuesto y con el apoyo de claves taxonómicas, para lograr la identificación del hongo.

Este método se utilizó como respaldo para que el patógeno desarrolle sus estructuras descritas. Para esto se preparó un ambiente adecuado, el cual se requirió desinfección del tejido vegetal sumergiendo en alcohol al 70 % enjuagando con agua destilada para finalmente colocarlas en unos recipientes plásticos desinfectadas, y en su interior papel humedecido, las cajas fueron depositadas en cámaras de incubación a una temperatura de 24 °C.

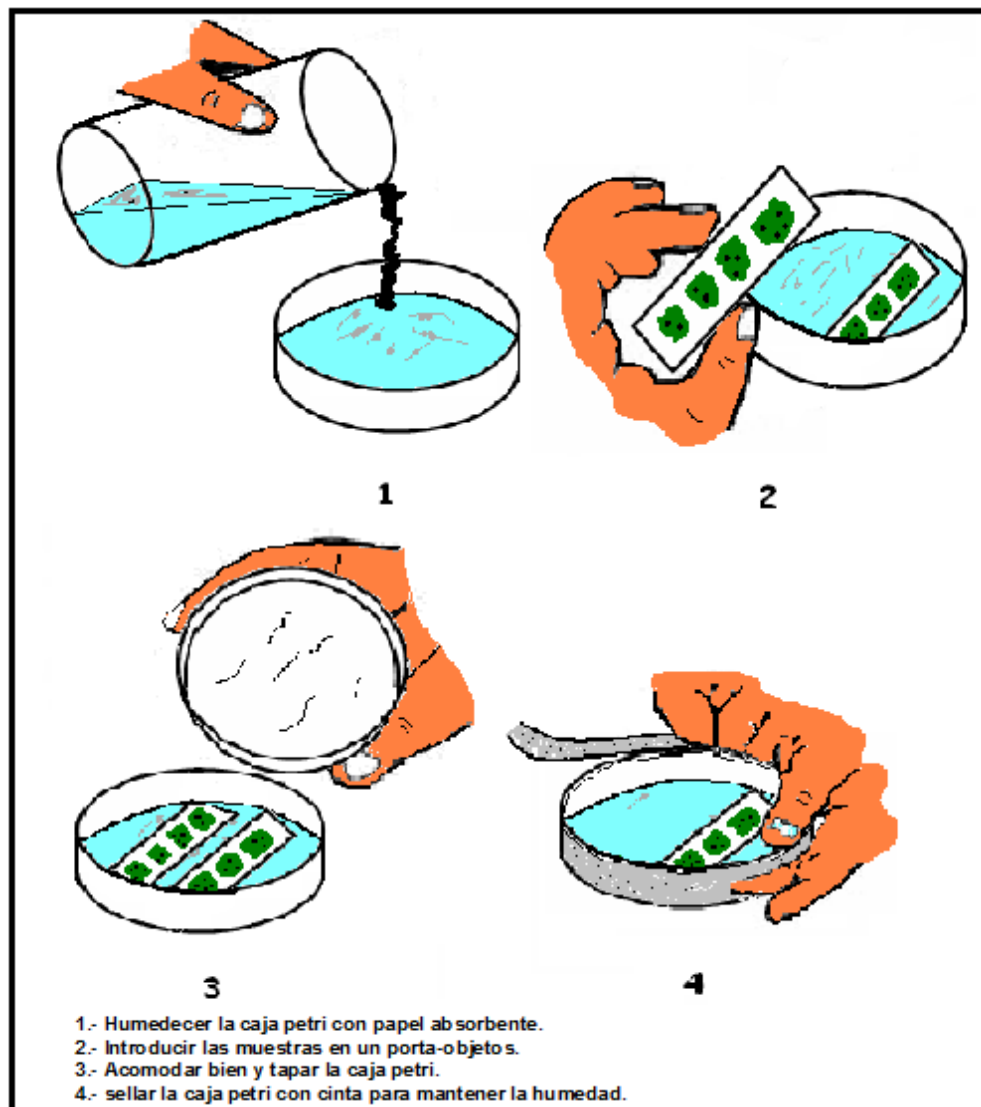


Figura 11. Secuencia de la preparación de la cámara húmeda

- **Raspaduras directas para microscopio.** Se realizó realizando raspaduras superficiales a la parte del tubérculo con síntomas de la enfermedad con la ayuda de la aguja de disección para trasladar las estructuras fungosas presentes, se la colocó en un portaobjetos con una gota de lactofenol, se cubrió con un cubreobjetos y se montó la muestra para la observación en microscopio.

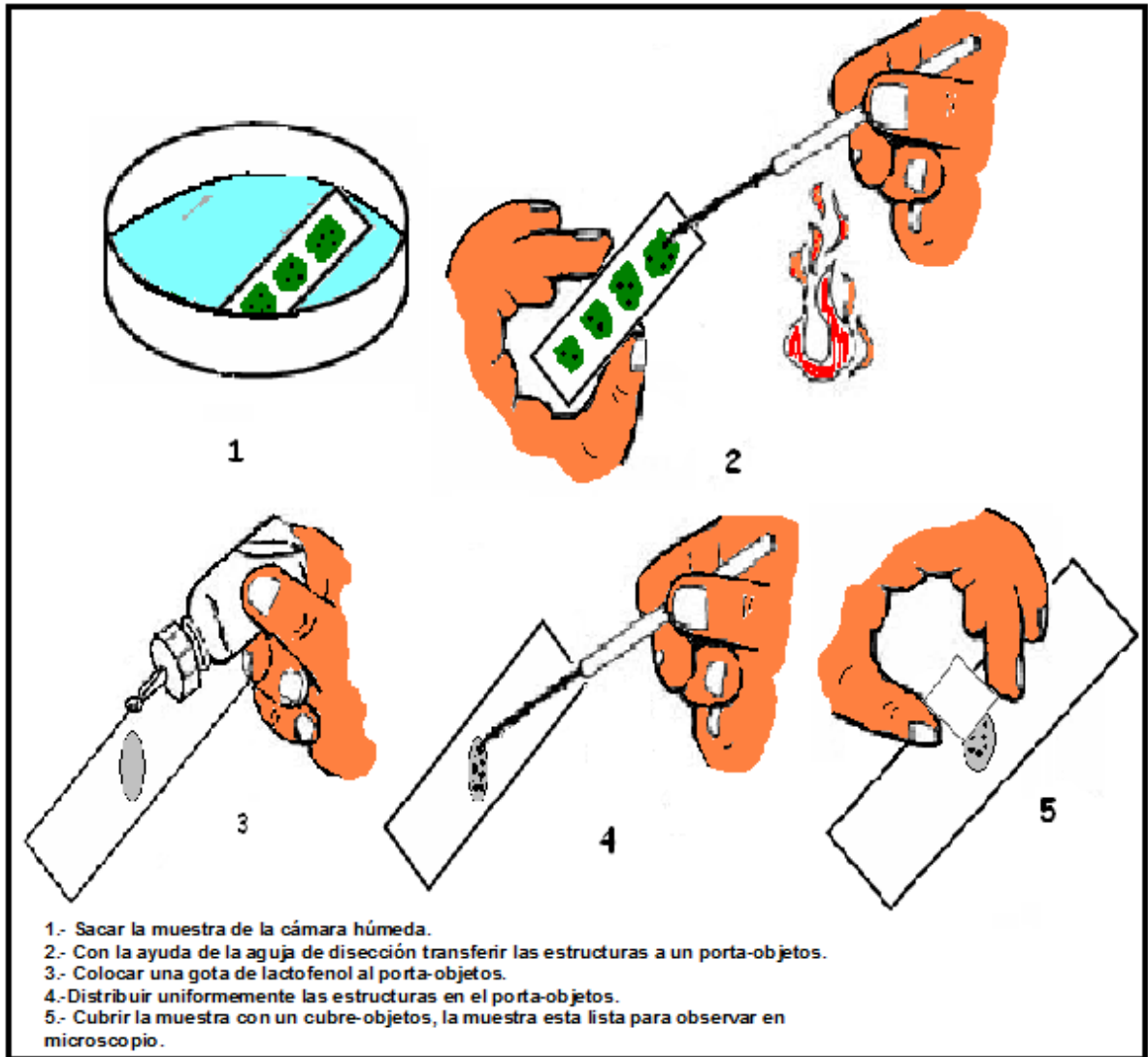


Figura 12. Montaje de la muestra para el microscopio

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados del diagnóstico de las enfermedades, que fueron identificadas en el presente estudio corresponden al cultivo de la papa en las comunidades de Copacaty y Viluyo del municipio de Copacabana.

Las enfermedades encontradas fueron las siguientes:

5.1. Identificación de la Mancha foliar (*Phoma andina Turkensteen*).

La Mancha foliar causa lesiones parecidas a las *Septoria lycopersici*, pero más oscuras que pueden juntarse hasta causar una gran lesión, donde también se forman picnidios. La característica principal de esta enfermedad es la presencia de manchas en las hojas de forma circular y de color marrón negruzco que tienen un tamaño aproximado de 0,3 – 0,7 cm de diámetro.

La enfermedad es causada por *Phoma andina Turkensteen*. Este hongo se presenta en altitudes, entre 3500 y 4500 m de altitud donde las condiciones ambientales son relativamente secas. La enfermedad afecta hojas y tallos. Esta enfermedad es constantemente confundida con el tizón temprano.

La enfermedad de *Phoma andina Turkensteen* se presenta en condiciones de alta humedad, luego de una fuerte lluvia o granizada, las esporas que estas en el suelo son llevadas a las hojas por medio de las salpicaduras del agua.

En los meses de diciembre y enero la presencia de esta enfermedad fue muy baja prácticamente nula.

En el mes de febrero la infección ocasionada por el hongo se presenta en algunas hojas.

A partir del mes de Marzo el desarrollo de las manchas foliares fue demasiado rápido logrando así afectar al cultivo de la papa.

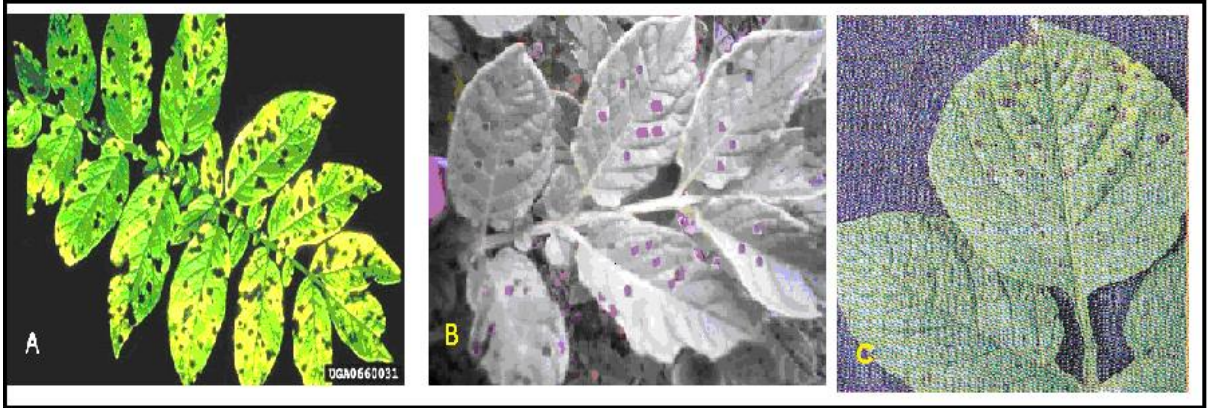


Figura 13. Mancha foliar ocasionada por (*Phoma andina Turkensteen*) A) (Torres, 2002), B) (Segales, 2012), C) Muestra obtenida en Campo.

Los análisis de laboratorio dieron como resultados estructuras similares a las mencionadas por (Torres, 2002).

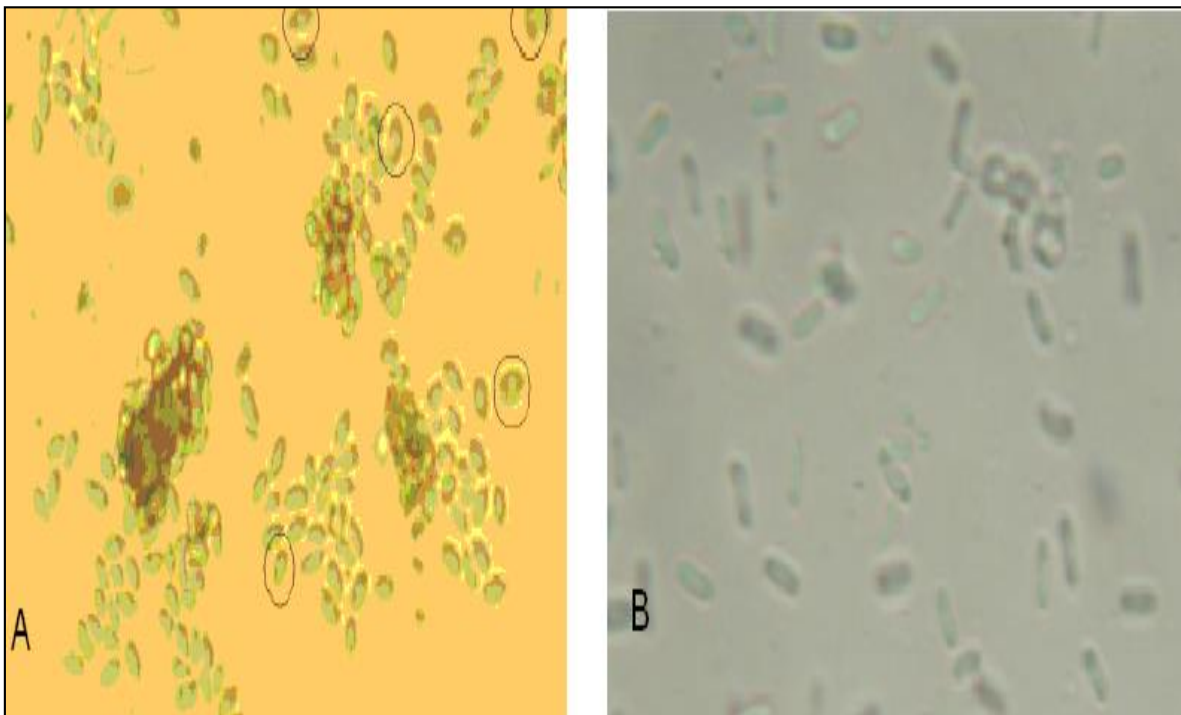


Figura 14. Estructuras de (*Phoma andina Turkensteen*) A) torres (2002), B) Vista en microscopio (x800).

5.1.1. Incidencia de Mancha foliar (*Phoma andina Turkensteen*).

Como se observa en la Figura 15, la curva de progreso de incidencia de las enfermedades fungosas en el cultivo de la papa se muestra como una curva sigmoidea y estas características corresponden a enfermedades con ciclo poli cíclico.

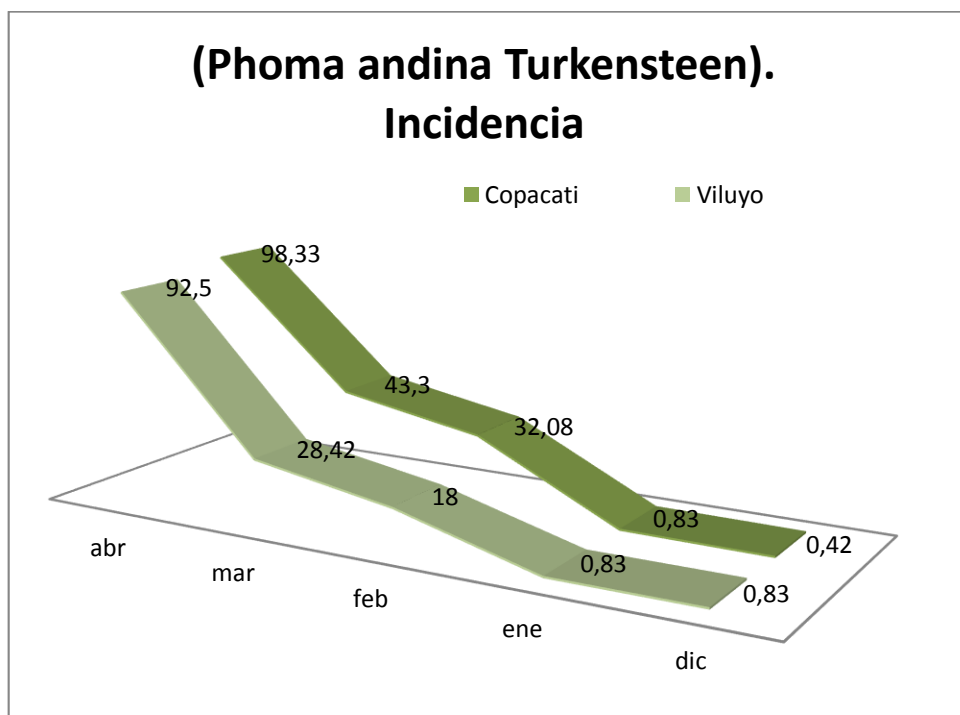


Figura 15. Incidencia de (*Phoma andina Turkensteen*) por comunidades.

La mayor incidencia se vio entre los meses de marzo a abril con un aumento de 64,08 % en la comunidad de Viluyo y 55,03 % en la comunidad de Copacati. Esto debido a la alta precipitación y alta humedad que existe en esta región. Según Garandillas (2009), las manchas foliares se desarrollan bajo condiciones favorables de temperatura y alta humedad o lluvia.

En el mes de Diciembre no hubo la presencia de ninguna enfermedad en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum L.*), ya que en esta época empiezan a emerger los primeros brotes en ambas comunidades.

El promedio de la incidencia en el mes de Enero fue muy baja cerca del 0 % esto a razón de que en esta época no existe la condiciones climáticas para el desarrollo de los hongos Fitopatógenos en ambas comunidades.

En el mes de febrero la infección ocasionada por el hongo, se presenta en algunas hojas del cultivo. El promedio del nivel de incidencia del hongo fitopatógeno en la comunidad de Viluyo es de 18 % y en la comunidad de Copacati es de 32,08 %.

El aumento de la incidencia en ambas comunidades es a razón de que en estas comunidades la precipitación fluvial y la humedad relativa empieza a aumentar.

El promedio de nivel de incidencia por *Phoma andina Turkensteen* en la población de plantas del cultivo de la papa (*Solanum Tuberosum L*), en el mes de marzo en la comunidad Viluyo fue de 28,42 % y en la comunidad de Copacati fue de 43,3 % esto debido al aumento de la precipitación fluvial y la humedad relativa en el ambiente.

En el mes de Abril en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum L.*) tuvo un aumento vertiginoso de la incidencia del hongo fitopatógeno en un 92,5 % en la Comunidad de Viluyo y de 98,33 % en la comunidad de Copacati. Casi afectando a la totalidad del cultivo esto a razón de que el hongo se desarrolló más rápidamente debido a las lluvias y a la humedad que se presenta en ambas comunidades.

5.1.2. Severidad de (*Phoma andina Turkensteen*).

Como se observa en la Figura 16, la curva de progreso de la severidad de las enfermedades fungosas en el cultivo de la papa se muestra como una curva sigmoidea.

En los meses de febrero a marzo hubo el mayor aumento de la severidad en un 41,3 % en la comunidad de Viluyo y de 39,59 % en la comunidad de Copacati. El crecimiento de la enfermedad se debe a la alta humedad presente en las comunidades.

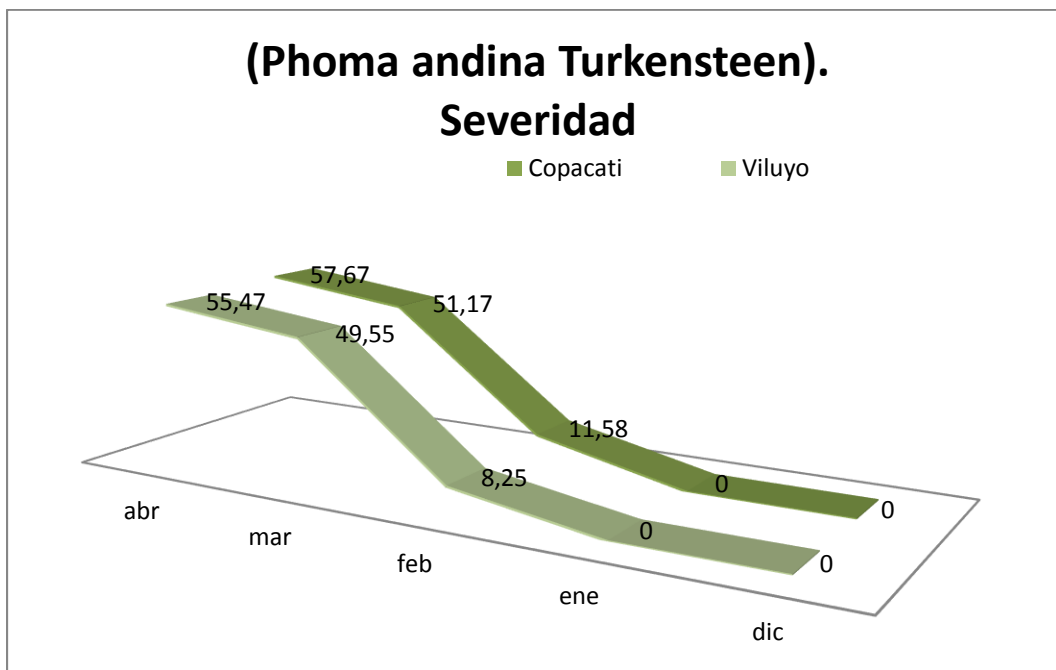


Figura 16. Severidad de (*Phoma andina Turkensteen*) por comunidades.

El índice de severidad en los meses de diciembre y enero en las comunidades de Viluyo y Copacati fue de 0 %

En el mes de Febrero la severidad ocasionada por el hongo fue en promedio de 1,04 en la escala de evaluación cualitativa para la severidad

Al mes de Marzo la escala de evaluación cualitativa para la Severidad alcanzó los 39,59 % en la comunidad de Copacati y de 41,3 % en la comunidad de Viluyo; en esta etapa la mayoría de las hojas del cultivo de *Solanum tuberosum L*, se encontraban con los síntomas de la enfermedad.

En el mes de Abril el cultivo de *Solanum tuberosum L*, el promedio en la escala de evaluación cualitativa para la severidad fue de 6,5 en la comunidad de Copacaty y de 5,92 % en la comunidad de Viluyo.

Para el agricultor, los síntomas que presenta esta enfermedad en el cultivo son de poca o nula importancia ya que son confundidos por el daño causado por las heladas

y el granizo, por este motivo esta enfermedad no es considerada como la causa del problema.

Esta enfermedad se presenta con mayor severidad en los últimos estadios de formación del tubérculo así que el daño causado es las hojas y no en los tubérculos, esta enfermedad solo causa en casos extremos la defoliación de las plantas del cultivo de papa.

5.2. Identificación de la Verruga de la papa (*Synchytrium endobioticum*).

Las características de esta enfermedad son evidentes con la presencia de pequeños tumores y sólo se tomaron muestras de tubérculos con síntomas de la enfermedad. No fue necesario realizar las pruebas de laboratorio por que las características de la verruga son suficientes para la identificación del hongo causante de la enfermedad.

La presencia de esta enfermedad fue encontrada en las últimas semanas del mes de Abril en la época de cosecha donde se logró identificar a esta enfermedad.

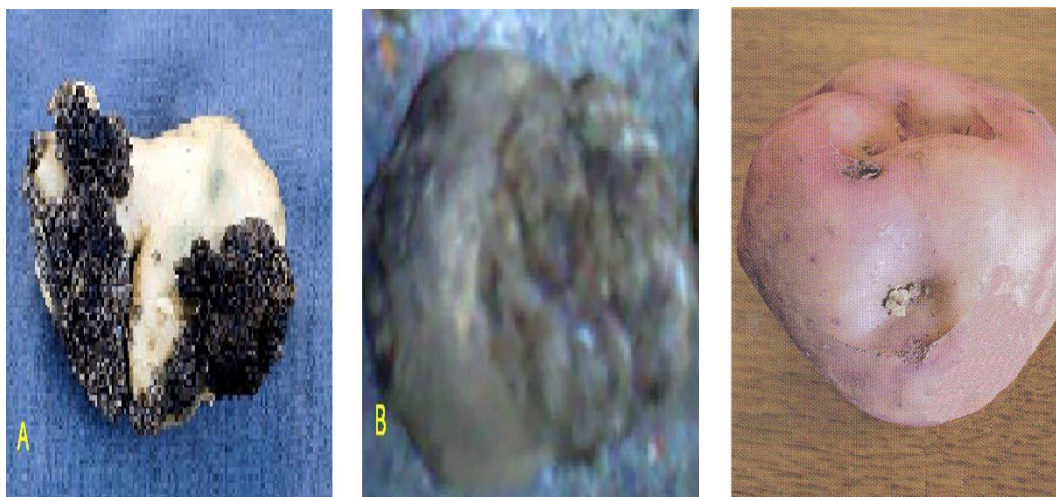


Figura 17. Protuberancias causadas por (*Synchytrium endobioticum*). A (Torres, 2002) B) Muestra tomada en campo.

Torres (2002), indica que las plantas afectadas muestran tumores que desarrollan en los puntos de crecimiento de tejidos de tallos, estolones y tubérculos. Los tumores son el resultado de células de tejidos infectados que tienen un tamaño más grande que el normal (hipertrofia) y las células vecinas que se multiplican aceleradamente (hiperplasia). Los tumores que desarrollan en los tubérculos, son de color blanquecino adquieren el color del tallo y/o tubérculo, pero luego cuando maduran toman una coloración oscura; en cambio.

5.2.1. Incidencia en la verruga de la papa (*Synchytrium endobioticum*).

Como se observa en la Figura 18, el comportamiento de la incidencia del verruga de la papa (*Synchytrium endobioticum*) en las comunidades de Copacati y Viluyo fue muy parecida donde progreso de incidencia de las enfermedades fungosas en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.).

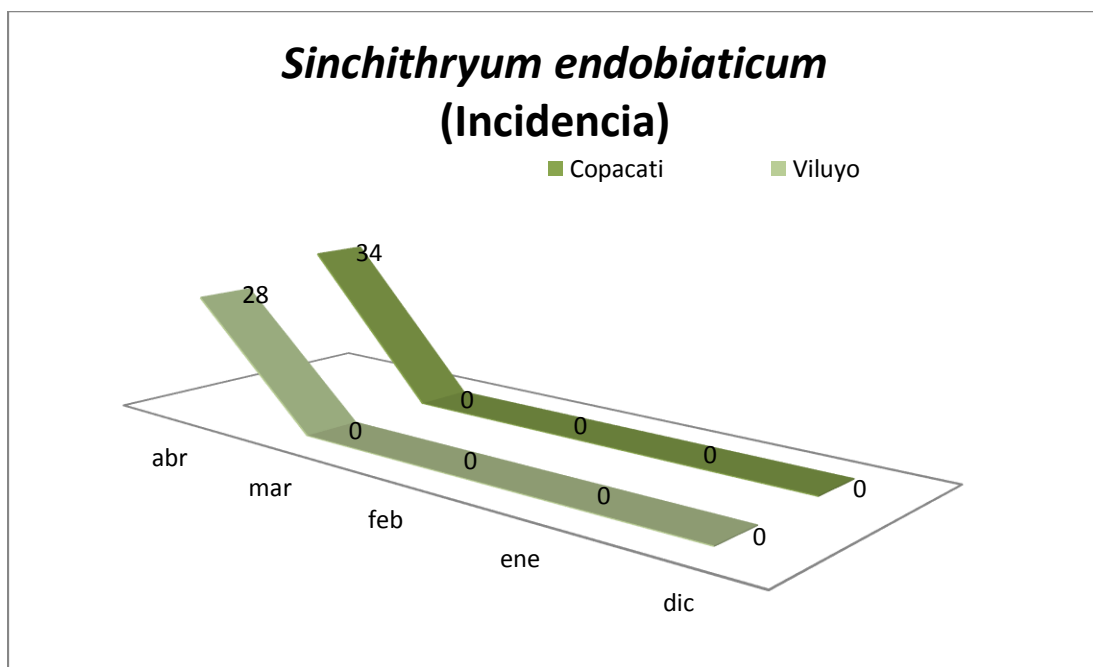


Figura 18. Incidencia de (*Synchytrium endobioticum*) por comunidades.

En los meses de Diciembre a Marzo después de la siembra del cultivo de papa no presentó síntomas de la presencia del patógeno.

En el mes de Abril en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum L.*) la incidencia del hongo fitopatógeno es de 28 % en la Comunidad de Viluyo y de 34 % en la comunidad de Copacati donde sólo se presentaron en algunas parcelas.

Esta enfermedad no es importancia para el productor ya que se presenta en muy poca proporción, y los tubérculos de papa que tienen síntomas de esta enfermedad son almacenados para consumo personal y para alimento de sus ganados.

Esta enfermedad ataca principalmente a los tubérculos de papa, pero no produce daño severo, sólo reduce su valor económico por su aspecto poco comercial.

5.2.2. Severidad en la verruga de la papa (*Synchytrium endobioticum*).

En la Figura 19 se observa el comportamiento de la severidad del verruga de la papa (*Synchytrium endobioticum*) en las comunidades de Copacati y Viluyo fue muy parecida donde progreso de severidad de las enfermedades fungosas en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum L.*) fue muy parecida.

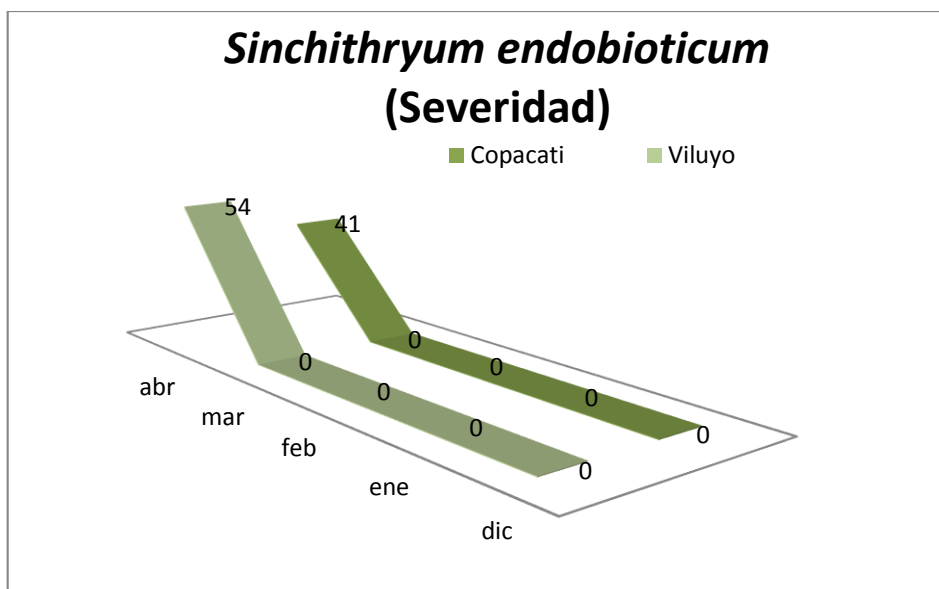


Figura 19. Severidad de (*Synchytrium endobioticum*) por comunidades.

En los meses de diciembre a marzo después de la siembra del cultivo de *Solanum tuberosum* no presentó síntomas de la presencia del patógeno.

En el mes de Abril en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) la severidad del hongo fitopatógeno es de 54 % en la Comunidad de Viluyo y de 41 % en la comunidad de Copacati donde sólo se presentaron en algunas parcelas.

5.3. Identificación de la Sarna polvorienta (*Spongospora subterranea*).

Los síntomas de sarna polvorienta (*Spongospora subterranea*) son la presencia pústulas de color marrón negruzco de 2,5 cm de diámetro, muy parecidas a lesiones ocasionadas por el gorgojo de los andes. Los tubérculos con síntomas de Sarna fueron recolectados al momento de la cosecha.



Figura 20. Pústulas causadas por (*Spongospora subterranea*) A) (Torres, 2002), B) Muestra tomada en campo.

Las muestras tomadas en laboratorio (Figura 21), dieron como resultados estructuras similares a las mencionadas por (Torres, 2002). La enfermedad es causada por el hongo *Spongospora subterranea* (Wall.) Lagerh, que se caracteriza porque forma soras, las cuales contienen esporangios de descanso. Las soras tienen forma ovoide, irregular o elongada y tienen la apariencia de una cadena por los esporangios de descanso que se encuentran agregados. Los esporangios de descanso son pequeños, de forma poliédrica con paredes lisas, delgadas y de color amarillo-marrón.

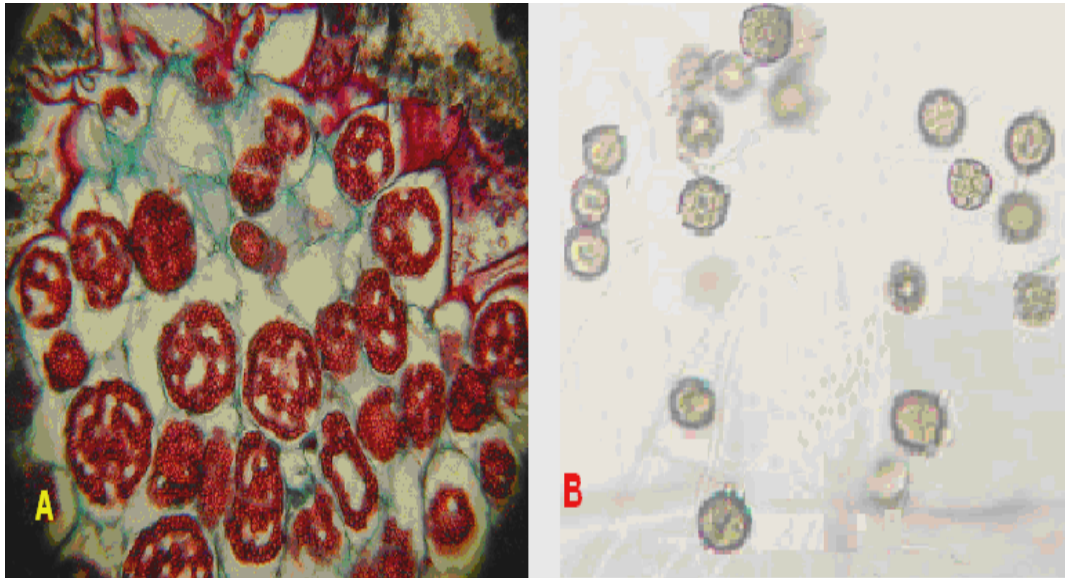


Figura 21.- Soras de (*Spongospora subterranea*) A) (Torres, 2002), B) vistas en microscopio (x800).

5.3.1. Incidencia de la Sarna pulverulenta, Roña (*Spongospora Subterranea*)

Como se observa en la Figura 22, el comportamiento de la incidencia de la Sarna pulverulenta, Roña (*Spongospora Subterranea*) en las comunidades de Copacati y

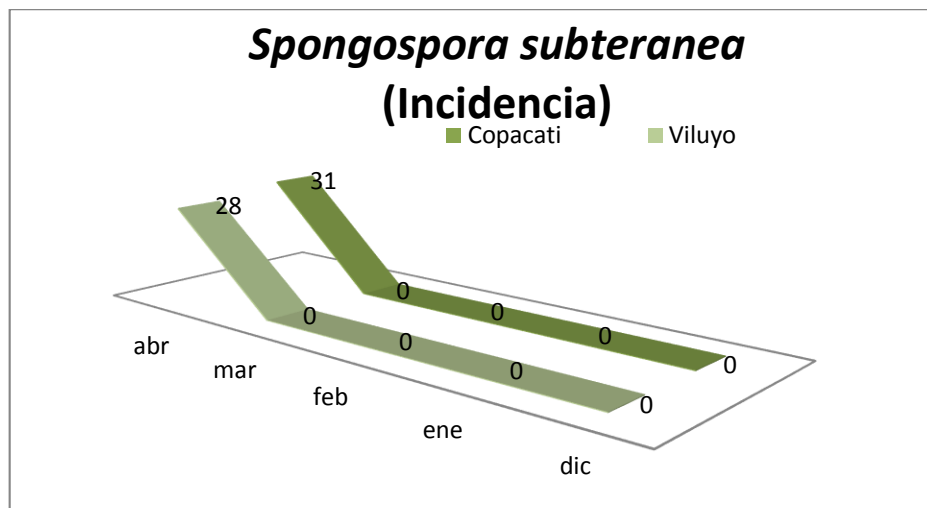


Figura 22. Incidencia de (*Spongospora subterranea*) por comunidades.

Viluyo fueron similares durante el progreso del patógeno en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum L.*).

En los meses de Diciembre a Marzo después de la siembra del cultivo de papa no presentó síntomas de la presencia del patógeno.

La incidencia en el mes de abril en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum L.*) del patógeno fue del 28 % en la Comunidad de Viluyo y de 31 % en la comunidad de Copacati donde solo se presentaron en algunas parcelas. Casi afectando a la totalidad del cultivo esto a razón de que el hongo se desarrolló más rápidamente debido a las intensas lluvias y a la alta humedad que se presenta en ambas comunidades.

Esta enfermedad al igual que la verruga no es de gran importancia para el agricultor ya que su presencia en las parcelas es muy poca, los tubérculos con síntomas de esta enfermedad son guardadas para consumo familiar y para alimento de sus ganados.

Esta enfermedad ataca a los tubérculos, causando lesiones que solo restan al valor económico del cultivo.

5.3.2. Severidad de la Sarna pulverulenta, Roña (*Spongospora Subterránea*)

Como se observa en la Figura 23, el comportamiento de la severidad de la Sarna pulverulenta, Roña (*Spongospora Subterránea*) en las comunidades de Copacati y Viluyo fueron similares durante el progreso del patógeno en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum L.*).

En los meses de Diciembre a Marzo después de la siembra del cultivo de solanum tuberosum no presentó síntomas de la presencia del patógeno.

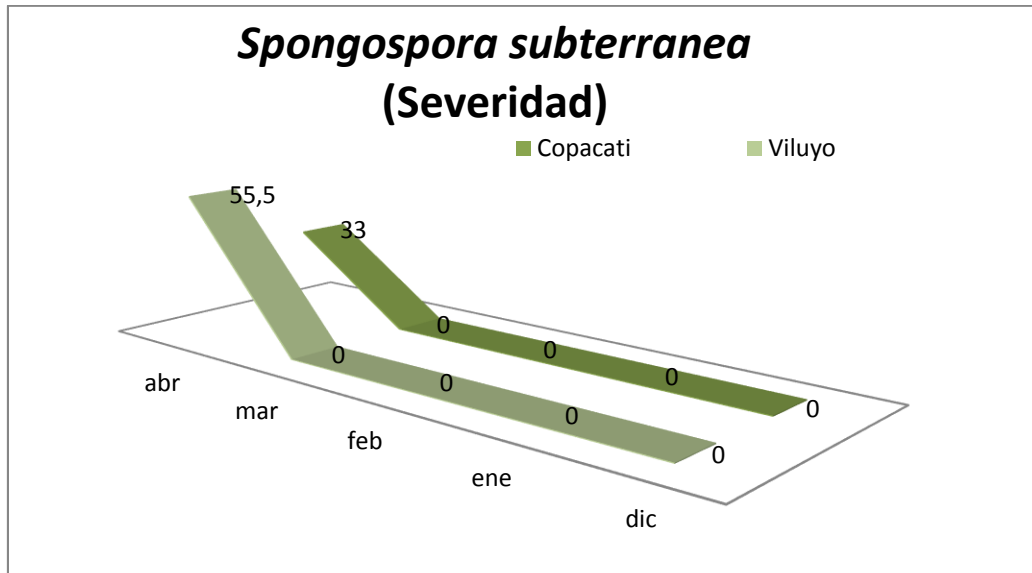


Figura 23. Severidad de (*Spongospora subterranea*) por comunidades.

La severidad en el mes de abril en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) del patógeno fue del 55,5 % en la Comunidad de Viluyo y de 33% en la comunidad de Copacati donde sólo se presentaron en algunas parcelas.

6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación permiten establecer las siguientes conclusiones:

- Las enfermedades fungosas identificadas que afectan al cultivo de la papa en las comunidades de Copacati y Viluyo del municipio de Copacabana son la Mancha foliar; Sarna de la papa y la Verruga de la papa.
- El causante de la mancha foliar en el cultivo de la papa es el hongo *Phoma andina Turkensteen*, que de acuerdo a los datos obtenidos en esta investigación cabe mencionar que el promedio de la incidencia de la enfermedad en la etapa de cosecha en el mes de abril fue de 98,33 % en la comunidad de Copacati y de 92,5 % en la comunidad de Viluyo y de severidad es de 41% en la comunidad de Copacati y de 54 % en la comunidad de Viluyo.
- Los síntomas de la mancha foliar en el cultivo de la papa son pequeñas manchas de forma circular en las hojas inferiores después de una fuerte lluvia, la enfermedad va avanzando, hasta que en el mes de abril llega a afectar a toda la parte foliar y parte de los tallos.
- La humedad es un factor importante para que el hongo se desarrolle.
- La Verruga de la papa es causada por hongo *Synchytrium endobioticum*, con una incidencia del hongo fitopatógeno es de 28 % en la Comunidad de Viluyo y de 34 % en la comunidad de Copacati, en el mes de abril, donde sólo se presentaron en algunas parcelas. La severidad del hongo fitopatógeno es de 54 % en la Comunidad de Viluyo y de 41 % en la comunidad de Copacati donde sólo se presentaron en algunas parcelas, esto también ocurrió durante el mes de abril.
- La siembra de papa en parcelas infestadas con este hongo es la causa principal de diseminación de esta enfermedad.

- Sarna polvosa causada por el hongo *Spongospora subterranea*, se presenta con una incidencia en el mes de abril en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum L.*) con 28 % en la Comunidad de Viluyo y de 31 % en la comunidad de Copacati donde sólo se presentaron en algunas parcelas. La severidad más pronunciada se presentó en el mes de abril que fue del 55,5 % en la Comunidad de Viluyo y de 33 % en la comunidad de Copacati donde sólo se presentaron en algunas parcelas.

7. RECOMENDACIONES

Después de haber realizado este estudio se recomienda:

- Realizar una réplica de este estudio para validar los resultados encontrados en este estudio.
- Realizar estudios en malezas hospederas de las enfermedades que afecta al cultivo de la papa
- Realizar estudios parecidos en diferentes cultivos.
- Realizar estudios similares en enfermedades de origen viral, bacteriano y de plagas que afecten al cultivo de la papa
- Realizar estudios sobre métodos eficaces de almacenamiento de papa
- Realizar un estudio económico de las pérdidas que causan las enfermedades identificadas.
- Realizar talleres de capacitación a los productores, para mejorar los rendimientos y calidad del producto.
- Eliminar hojas, tallos y raíces. Que presentan lesiones ocasionadas por enfermedades y quemarlas, ya que pueden infectar a las plantas vecinas.
- Capacitar a los agricultores con cursos para realizar medidas de control integrado de enfermedades así disminuir sus problemas fitosanitarios y mejorar la producción de sus cultivos.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ACUÑA, I. 2003. Manejo integrado de enfermedades de papa y tratamiento de la semilla. Ediciones Universidad Católica de Chile.347pp.
- AGRIOS, G.N. 1991. Fitopatología. 1 ed. 3 reimp. México. D.F. LIMUSA. 390p.
- AGRIOS, G. 1996. Fitopatología. Ed. Limusa. 2da Edición. México – México DF. 300 – 301 p.
- AGRIOS, G. 2007. Fitopatología. Ed. Limusa. México. 819pp
- AGUILAR, R. 1997. Distribución de la papalisa a nivel nacional. Ed. Fundación altiplano. La Paz, Bolivia. 35 pp.
- ALDABE, L; Dogliotti, S. 2002. Bases fisiológicas del crecimiento y desarrollo del cultivo de papa. Ed. Curso de fisiología de los cultivos. 26pp.
- ARANA, I; et al. 2007. El cambio Climático en Bolivia. Ed PNCC. 1ra Edición. La Paz – Bolivia. Pp 178.
- BLANCO, R. 1997 plagas y Enfermedades, más comunes que ataca al cultivo de Haba, Ficha Técnica de Información, V, 10, departamento de Producción Agrícola. MACA.
- BERG, G. 1994. Synchytrium endobioticum. Ed. Lirio. Colombia. 23 pp.
- BORBA, N. 2008. La papa un alimento básico. Ed. Rap-Al. Uruguay. 11 pp.
- CABI. 2000. Data sheet for Synchytrium endobioticum. Ed. CAB International UK. Costa Rica. 25 pp.
- CÁCERES H, E. 1986. Papa, Yuca y Camote. Cultivo y aprovechamiento. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Santiago. Impreso en CEGRA. 54 p.

- CADENAS, F. 2009. Fitopatología general. Universidad Nacional Agraria La Molina. La Molina, México. 78 pp.
- CALDERON, J. 1984. Enfermedades de cultivos bolivianos. Ed. Los amigos del libro. Cochabamba – Bolivia. 214 – 217 p.
- CALDERÓN, A. 1978. Enfermedades de la papa y su control. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 270 pp.
- CASTRO, I. 2008. Principales enfermedades del cultivo de la papa. Universidad Austral de Chile. Chile. 129pp.
- CISNEROS, F. 1989. Estrategias de control de las polillas de la papa, dentro de un esquema de control integrado. Curso internacional: Manejo integrado de las palomillas (Lepidoptera: Gelechiidae) de la papa. ICA-CIP. Bogotá, Col. 131p.
- COCA, M.2012. Proyecto: “Evaluación del impacto de las variaciones climáticas en el manejo de la enfermedad tizón tardío de la papa en las zonas endémicas Alto andinas del departamento de Cochabamba”. ASDI-UMSS-A1. Volumen 6, N5. Cochabamba- Bolivia.
- CRUZ, D. 2001. Apuntes de Fitopatología. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz BO. 161 p.
- DEL BUSTO, A. 2004. Incidencia de las plagas fungosas en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Universidad Agraria de La Habana. La Habana, Cuba. 86 pp.
- ESTRADA, N.; Fernández-Northcote, E.; Carrasco, E.; Navia, O.1994. Mejoramiento genético para resistencia a enfermedades y plagas de la papa en Bolivia. En: Memorias del 1er Taller sobre Resistencia Duradera en Cultivos Alto Andinos de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. Quito-Ecuador. 111 p.
- FAO. 1999. La papa un alimento para el futuro. Ed. Pacific. Lima, Perú. 25 pp.

- FAO. 1986. Manual para patólogos vegetales. Ed. Pacific. Lima, Peru. 154 pp.
- FRANCO, J. 2002. El cultivo de la papa en Guatemala *Solanum tuberosum* L. primera edición. Guatemala. 52 pag.
- FRENCH, R; Hebert, T. 1980. Métodos de Investigación Fitopatológica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica. 191 pp.
- GILCHRIST, L; Fuentes, G; Martínez, C. Guía práctica para la identificación de algunas enfermedades de trigo y cebada. Ed. Alma McNab. Mexico. 75 pp.
- GANDARILLAS, A. 2007. Incidencia y control de *Alternaria solani* y *Cercospora solanicola* en cuatro cultivares de papa resistentes a *Phytophthora infestans*. *Fitopatología* 22:39-101.
- HAMPSON, M. 1980. Compendio de Enfermedades de la Papa. Ed. The American Phyopathological Society. Minnesota. 68 pp.
- HERBAS, R. 1983. Introducción a la investigación fitopatología. Ed. ICTHUS. Bolivia. 520 pp.
- HERBAS, R. 1981. Manual de fitopatología. 1era Edición. Ed. Universitaria. Oruro – Bolivia. 362 – 365 Pp.
- HERNÁNDEZ, N; García, A. 2006. Identificación del hongo fitopatógeno que ataca al jitomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). Instituto de Investigación Universidad Autónoma de Guerrero. Mexico. 12 pp.
- HUAMAN, Z. 1986. Botánica Sistemática y morfología de la papa. Ed. Cultural. Lima, Perú. 65 pp.
- INE, 2001. Instituto Nacional de Estadística, La Paz Bolivia.
- JAMES C. 1971. Manual de bases de valoración para las enfermedades de los cultivos. Ed. Mundo. Canadá. 35 pp.

- KOOMAN, P, 1995. Habilidad productiva de cosechas de la patata como influenciada por la temperatura y fotoperiodo. Ph D. Tesis, Wageningen University. 86 pp.
- MAMANI, F. 2007. Uso de Trichoderma sp para el control de enfermedades fungosas foliares en haba (*Vicia faba* L.) en el Altiplano Norte, La Paz. Tesis de grado para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Mayor de San Andres, Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia.86 p.
- MONTERO, M. 2005. Biología e importancia economica de spongospora subterranea agente causal de la sarna polvorienta o roña de la papa. Costa Rica. 84 pp.
- NAVIA, O. 1991. Estrategias de control químico de manchas foliares fungosas de la papa (*Solanum tuberosum* L.) revista latinoamericana de papa. Cochabamba-Bolivia. pp 103-114.
- PDM (2006-2011). Municipio De Copacabana
- PORCO, F. 1997 diagnostico preliminar de Enfermedades que afectan los cultivos hortícola en zona de Rió Abajo, Tesis, Ingeniería agronómica .Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, pp., 7- 12
- PROINPA (Programa de investigaciones de la papa). 1992. Informe anual 1992-1993. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA), Centro Internacional de la Papa (CIP), Cooperación Técnica Suiza (COTESU). Cochabamba - Bolivia. 483 p.
- PROINPA (Programa de investigaciones de la papa). 1994. Informe anual 1993-1994. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA), Centro Internacional de la Papa (CIP), Cooperación Técnica Suiza (COTESU). Cochabamba - Bolivia. p. VII33-VII45.
- RÍOS, G. 2007. Distribución y variabilidad de *Ralstonia solanacearum* e.f. smith, agente causal de marchites bacteriana en el cultivo de papa (*solanum tuberosum* l). Nicaragua. 44 pp.

- SAINZ, C.I. 1991. Importancia y efecto de las manchas foliares fungosas en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*). Tesis Ing. Agr. Cochabamba, Bolivia, Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. 121 p.
- SCATTOLINI A. 2004. La enfermedad; Apuntes de fitopatología. Presentación Power Point, Sao Paulo BR.
- SMITH, J, et al. 1988. Manual de enfermedades de las plantas. Ed. Mundi – Prensa. Pp 416
- SMITH J. M. 1992. Manual de Enfermedades de las plantas. Lima Perú.
- TELLO, A. 1991. Manual de laboratorio. Diagnóstico de hongos, bacterias y nematodos Fitopatógenos. M.A.P.A. Dirección General de Sanidad de la Producción Agraria. Madrid. España. 485 pp.
- TORRES, H. 1981. Búsqueda de fuentes de resistencia a la "Verruga" de la papa (*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.). Universidad Nacional Agraria La Molina, México. 56 pp.
- TORRES, H. 2002. Manual de las enfermedades más importantes de la papa en el Perú. Primera Edición. CIP. Perú. 62 pp.
- TURKENSTEEN, L.J. 1980. Mancha anular de la hoja, Manchón foliar, Tizón foliar. En : Hooker E.J.(ed.), Compendio de Enfermedades de la Papa. Trad. por Dra. Teresa Ames de la Cochea. Lima-Perú, Centro Internacional de la Papa (CIP). p. 65-67.
- ZANABRIA, H. E. y Banegas, C.M, 1997. Entomología Económica Sostenible. Plagas de los cultivos andinos: papa y quinua y el manejo agroecológico en ecosistemas frágiles de la región andina. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ciencias Agrarias. Primera Edición. Impreso en AQUARIUM Impresores & Editores. Puno – Perú, Pág. 48 – 68.

DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS

CADIMA, X. 2003. Tubérculos (En línea). Disponible en:
<http://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2022.pdf>.

(Accedido 25 septiembre 2010). PROINPA. Cochabamba, Bolivia.

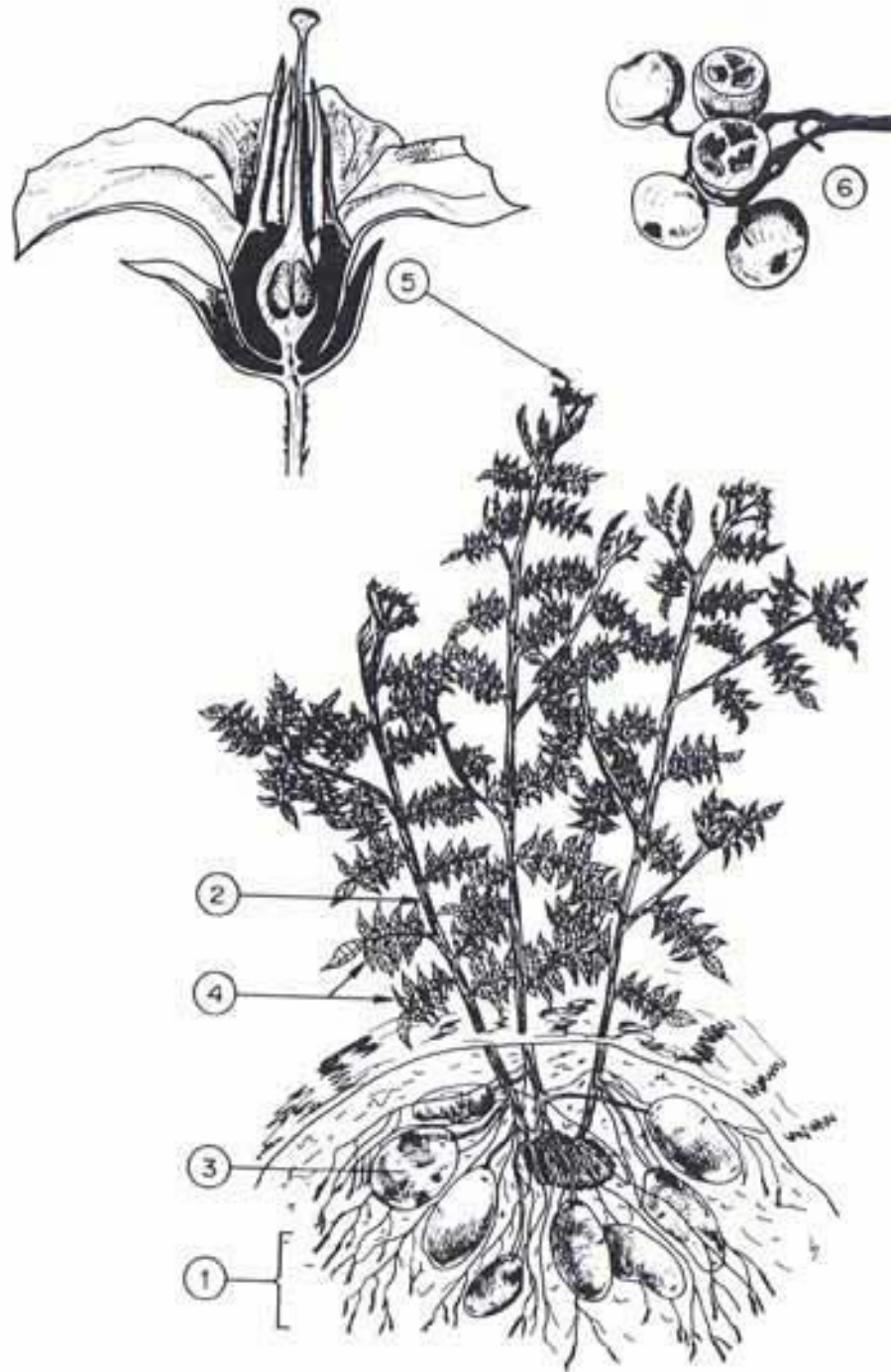
MCA-HONDURAS. 2008. Manual de producción de papa. (En línea). Disponible en:
http://www.mcahonduras.hn/documentos/PublicacionesEDA/Manuales%20de%20produccion/EDA_Manual_Produccion_Papa_09_08.pdf. (Accedido 25

octubre 2010). EDA, Honduras.

POY – SOLANO, L. 2006. Alerta al cambio climático a plagas y enfermedades. En Línea. Consultado el 7 de mayo de 2008. Disponible en: www.jornada.unam.mx

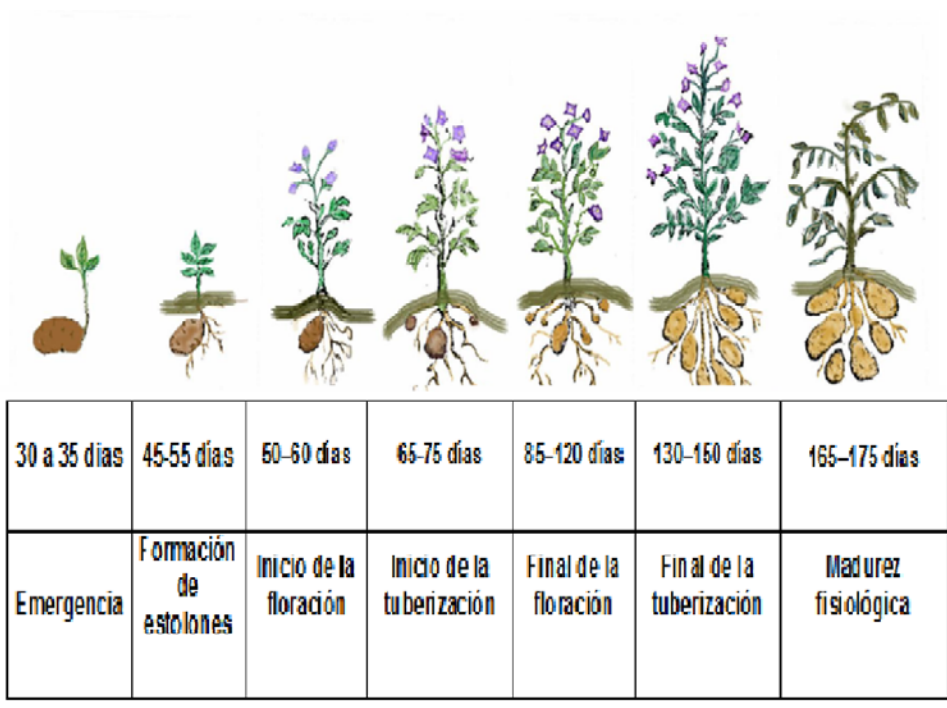
ANEXOS

Anexo 1 Partes de la papa





Anexo 2 Fases fenológicas del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.)



Anexo 3. Vista preliminar del Lago Titicaca



Anexo 4. Mapa de la Provincia Manco Kapac



Fuente: Atlas Municipal del INE 1998.

Anexo 5. Mapa de la Comunidad de Copacati



Fuente: Google Earth 2011

Anexo 6 Mapa de la Comunidad de Viluyo 1



Fuente: Google Earth 2011

Anexo 7 Mapa de la Comunidad de Viluyo 2



Anexo 8.- Formulario de encuesta

NOMBRE:

EDAD:

COMUNIDAD:

Objetivo de la encuesta: Recolecta información acerca del conocimiento de los productores sobre las enfermedades del cultivo de la papa.

1. Cuál es la fecha del cultivo

.....

2. Realiza rotación de cultivos

.....

3. Que cultivo esta la anterior campaña

.....

4. Realiza algún tratamiento antes de la siembra con los tubérculos

.....

5. Que labores culturales realiza en sus cultivos

.....

6. Como realiza la cosecha

.....

7. Le afecta alguna enfermedad a sus cultivo

.....

8. Como controla estas enfermedades

.....

9. Cual es destino de los tubérculos después de la cosecha

.....

10. Se almacenan tubérculos para usarlo como semilla

Anexo 7.- Ficha de recolección de muestras.

<p>FECHA DE SIEMBRA</p> <p>.....</p>
<p>SÍNTOMAS, SIGNOS, DE LA ENFERMEDAD</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>CULTIVO ANTERIOR Y POCION DE LA PARCELA</p> <p>.....</p>
<p>CARACTERISTICAS CLIMÁTICAS</p> <p>.....</p>
<p>% DE INCIDENCIA.....</p>

ANEXO 8. ANALISIS ESTADISTICO

Estadística descriptiva

Com	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
1	Inc	300	35.00	38.09	108.82	0.00	100.00
1	Sev	300	24.08	26.49	110.01	0.00	75.00
2	Inc	300	28.12	35.70	126.96	0.00	100.00
2	Sev	300	22.65	26.51	117.01	0.00	75.00

Estadística descriptiva

Mes	Com	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
1	1	Inc	60	0.42	3.23	774.60	0.00	25.00
1	1	Sev	60	0.00	0.00	sd	0.00	0.00
1	2	Inc	60	0.83	4.53	543.06	0.00	25.00
1	2	Sev	60	0.00	0.00	sd	0.00	0.00

2	1	Inc	60	0.83	4.53	543.06	0.00	25.00
2	1	Sev	60	0.00	0.00	sd	0.00	0.00
2	2	Inc	60	0.83	4.53	543.06	0.00	25.00
2	2	Sev	60	0.00	0.00	sd	0.00	0.00
3	1	Inc	60	32.08	12.26	38.21	0.00	50.00
3	1	Sev	60	11.58	6.92	59.73	0.00	25.00
3	2	Inc	60	18.00	15.92	88.46	0.00	50.00
3	2	Sev	60	8.25	7.96	96.52	0.00	25.00
4	1	Inc	60	43.33	23.86	55.06	25.00	100.00
4	1	Sev	60	51.17	10.27	20.06	35.00	75.00
4	2	Inc	60	28.42	14.01	49.29	0.00	75.00
4	2	Sev	60	49.55	17.49	35.30	0.00	75.00
5	1	Inc	60	98.33	6.29	6.40	75.00	100.00
5	1	Sev	60	57.67	13.13	22.77	35.00	75.00
5	2	Inc	60	92.50	11.55	12.49	75.00	100.00
5	2	Sev	60	55.47	10.29	18.55	25.00	75.00

ANEXO 9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS

Mes	Variable	Com	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio
rangos	gl	H	p				
3	Inc	1	60	32.08	12.26	25.00	
74.09	1	18.32	<0.0001				
3	Inc	2	60	18.00	15.92	25.00	

46.91

Trat. Ranks

2	46.91	A
1	74.09	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

Mes	Variable	Com	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio
rangos	gl	H	p				
3	Sev	1	60	11.58	6.92	15.00	
69.00	1	7.17	0.0047				
3	Sev	2	60	8.25	7.96	5.00	

52.00

Trat. Ranks

2	52.00	A
1	69.00	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

Mes	Variable	Com	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio
rangos	gl	H	p				
4	Inc	1	60	43.33	23.86	37.50	
71.70	1	12.44	<0.0001				
4	Inc	2	60	28.42	14.01	25.00	

49.30

Trat. Ranks

2	49.30	A
1	71.70	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

Mes	Variable	Com	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio
rangos	gl	H	p				
4	Sev	1	60	51.17	10.27	50.00	
57.88	1	0.68	0.3905				
4	Sev	2	60	49.55	17.49	55.00	

63.12

Trat. Ranks

Mes	Variable	Com	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio
rangos	gl	H	p				
5	Inc	1	60	98.33	6.29	100.00	
67.50	1	4.86	0.0010				
5	Inc	2	60	92.50	11.55	100.00	

53.50

Trat. Ranks

2	53.50	A
1	67.50	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

Mes	Variable	Com	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio
rangos	gl	H	p				
5	Sev	1	60	57.67	13.13	60.00	
63.67	1	0.99	0.3021				

5 Sev 2 60 55.47 10.29 55.00

57.33

ANEXO 9. BASE DE DATOS

Planta	Com	Mes	Inc	Sev
1	1	1	0	0
2	1	1	0	0
3	1	1	0	0
4	1	1	0	0
5	1	1	0	0
6	1	1	0	0
7	1	1	0	0
8	1	1	0	0
9	1	1	0	0
10	1	1	0	0
11	1	1	0	0
12	1	1	0	0
13	1	1	0	0
14	1	1	0	0
15	1	1	0	0
16	1	1	0	0
17	1	1	0	0
18	1	1	0	0
19	1	1	0	0
20	1	1	0	0
21	1	1	0	0
22	1	1	0	0
23	1	1	0	0
24	1	1	0	0
25	1	1	0	0
26	1	1	0	0
27	1	1	0	0
28	1	1	0	0
29	1	1	0	0
30	1	1	0	0
31	1	1	0	0
32	1	1	0	0
33	1	1	0	0
34	1	1	25	0
35	1	1	0	0

36	1	1	0	0
37	1	1	0	0
38	1	1	0	0
39	1	1	0	0
40	1	1	0	0
41	1	1	0	0
42	1	1	0	0
43	1	1	0	0
44	1	1	0	0
45	1	1	0	0
46	1	1	0	0
47	1	1	0	0
48	1	1	0	0
49	1	1	0	0
50	1	1	0	0
51	1	1	0	0
52	1	1	0	0
53	1	1	0	0
54	1	1	0	0
55	1	1	0	0
56	1	1	0	0
57	1	1	0	0
58	1	1	0	0
59	1	1	0	0
60	1	1	0	0
1	1	2	25	0
2	1	2	0	0
3	1	2	0	0
4	1	2	0	0
5	1	2	0	0
6	1	2	0	0
7	1	2	0	0
8	1	2	0	0
9	1	2	0	0
10	1	2	0	0
11	1	2	0	0
12	1	2	0	0
13	1	2	0	0
14	1	2	0	0
15	1	2	0	0
16	1	2	0	0

17	1	2	0	0
18	1	2	0	0
19	1	2	0	0
20	1	2	0	0
21	1	2	0	0
22	1	2	0	0
23	1	2	0	0
24	1	2	25	0
25	1	2	0	0
26	1	2	0	0
27	1	2	0	0
28	1	2	0	0
29	1	2	0	0
30	1	2	0	0
31	1	2	0	0
32	1	2	0	0
33	1	2	0	0
34	1	2	0	0
35	1	2	0	0
36	1	2	0	0
37	1	2	0	0
38	1	2	0	0
39	1	2	0	0
40	1	2	0	0
41	1	2	0	0
42	1	2	0	0
43	1	2	0	0
44	1	2	0	0
45	1	2	0	0
46	1	2	0	0
47	1	2	0	0
48	1	2	0	0
49	1	2	0	0
50	1	2	0	0
51	1	2	0	0
52	1	2	0	0
53	1	2	0	0
54	1	2	0	0
55	1	2	0	0
56	1	2	0	0
57	1	2	0	0

58	1	2	0	0
59	1	2	0	0
60	1	2	0	0
1	1	3	50	15
2	1	3	25	25
3	1	3	50	5
4	1	3	25	25
5	1	3	50	15
6	1	3	50	25
7	1	3	0	0
8	1	3	50	25
9	1	3	25	15
10	1	3	50	25
11	1	3	25	15
12	1	3	25	25
13	1	3	25	5
14	1	3	25	15
15	1	3	50	15
16	1	3	25	15
17	1	3	25	5
18	1	3	25	15
19	1	3	50	5
20	1	3	25	5
21	1	3	25	5
22	1	3	25	15
23	1	3	25	15
24	1	3	25	15
25	1	3	25	15
26	1	3	50	15
27	1	3	25	5
28	1	3	25	5
29	1	3	25	15
30	1	3	25	15
31	1	3	25	15
32	1	3	25	5
33	1	3	25	5
34	1	3	50	15
35	1	3	25	15
36	1	3	25	5
37	1	3	25	5
38	1	3	25	5

39	1	3	50	5
40	1	3	25	15
41	1	3	25	15
42	1	3	50	15
43	1	3	50	15
44	1	3	25	5
45	1	3	25	5
46	1	3	25	25
47	1	3	50	5
48	1	3	25	5
49	1	3	25	15
50	1	3	25	5
51	1	3	50	5
52	1	3	50	15
53	1	3	50	5
54	1	3	25	15
55	1	3	25	5
56	1	3	25	15
57	1	3	25	5
58	1	3	50	5
59	1	3	25	5
60	1	3	25	5
1	1	4	100	45
2	1	4	25	45
3	1	4	100	45
4	1	4	25	35
5	1	4	100	45
6	1	4	50	55
7	1	4	25	55
8	1	4	50	45
9	1	4	50	45
10	1	4	50	55
11	1	4	50	45
12	1	4	25	45
13	1	4	50	35
14	1	4	25	65
15	1	4	100	45
16	1	4	25	35
17	1	4	50	55
18	1	4	25	55
19	1	4	100	45

20	1	4	25	55
21	1	4	50	45
22	1	4	25	45
23	1	4	50	35
24	1	4	25	65
25	1	4	50	35
26	1	4	50	35
27	1	4	50	65
28	1	4	25	65
29	1	4	50	65
30	1	4	25	55
31	1	4	50	45
32	1	4	25	45
33	1	4	25	65
34	1	4	100	65
35	1	4	25	55
36	1	4	25	55
37	1	4	25	55
38	1	4	25	65
39	1	4	50	45
40	1	4	25	55
41	1	4	25	35
42	1	4	50	35
43	1	4	50	45
44	1	4	25	55
45	1	4	25	65
46	1	4	25	55
47	1	4	50	45
48	1	4	25	55
49	1	4	25	65
50	1	4	25	75
51	1	4	50	45
52	1	4	50	55
53	1	4	100	45
54	1	4	25	45
55	1	4	50	65
56	1	4	25	45
57	1	4	25	45
58	1	4	50	55
59	1	4	50	65
60	1	4	25	65

1	1	5	100	55
2	1	5	100	45
3	1	5	100	65
4	1	5	100	45
5	1	5	100	45
6	1	5	100	65
7	1	5	100	65
8	1	5	100	45
9	1	5	100	45
10	1	5	100	65
11	1	5	100	55
12	1	5	100	45
13	1	5	100	35
14	1	5	100	75
15	1	5	100	55
16	1	5	100	35
17	1	5	100	65
18	1	5	100	65
19	1	5	100	45
20	1	5	100	65
21	1	5	100	55
22	1	5	100	45
23	1	5	100	45
24	1	5	100	75
25	1	5	100	35
26	1	5	100	35
27	1	5	100	75
28	1	5	100	75
29	1	5	100	75
30	1	5	100	55
31	1	5	75	55
32	1	5	100	45
33	1	5	75	65
34	1	5	100	75
35	1	5	100	65
36	1	5	100	65
37	1	5	100	65
38	1	5	100	75
39	1	5	100	45
40	1	5	100	65
41	1	5	100	35

42	1	5	100	45
43	1	5	100	55
44	1	5	100	65
45	1	5	100	75
46	1	5	75	65
47	1	5	100	55
48	1	5	75	65
49	1	5	100	75
50	1	5	100	75
51	1	5	100	45
52	1	5	100	65
53	1	5	100	45
54	1	5	100	45
55	1	5	100	75
56	1	5	100	45
57	1	5	100	45
58	1	5	100	75
59	1	5	100	65
60	1	5	100	75
1	2	1	0	0
2	2	1	0	0
3	2	1	0	0
4	2	1	0	0
5	2	1	0	0
6	2	1	0	0
7	2	1	0	0
8	2	1	0	0
9	2	1	0	0
10	2	1	0	0
11	2	1	0	0
12	2	1	0	0
13	2	1	0	0
14	2	1	0	0
15	2	1	0	0
16	2	1	0	0
17	2	1	0	0
18	2	1	0	0
19	2	1	0	0
20	2	1	0	0
21	2	1	0	0
22	2	1	0	0

23	2	1	0	0
24	2	1	0	0
25	2	1	0	0
26	2	1	0	0
27	2	1	0	0
28	2	1	0	0
29	2	1	0	0
30	2	1	0	0
31	2	1	0	0
32	2	1	0	0
33	2	1	0	0
34	2	1	25	0
35	2	1	0	0
36	2	1	0	0
37	2	1	0	0
38	2	1	0	0
39	2	1	0	0
40	2	1	0	0
41	2	1	0	0
42	2	1	0	0
43	2	1	0	0
44	2	1	0	0
45	2	1	0	0
46	2	1	0	0
47	2	1	0	0
48	2	1	0	0
49	2	1	0	0
50	2	1	0	0
51	2	1	0	0
52	2	1	0	0
53	2	1	25	0
54	2	1	0	0
55	2	1	0	0
56	2	1	0	0
57	2	1	0	0
58	2	1	0	0
59	2	1	0	0
60	2	1	0	0
1	2	2	25	0
2	2	2	0	0
3	2	2	0	0

4	2	2	0	0
5	2	2	0	0
6	2	2	0	0
7	2	2	0	0
8	2	2	0	0
9	2	2	0	0
10	2	2	0	0
11	2	2	0	0
12	2	2	0	0
13	2	2	0	0
14	2	2	0	0
15	2	2	0	0
16	2	2	0	0
17	2	2	0	0
18	2	2	0	0
19	2	2	0	0
20	2	2	0	0
21	2	2	0	0
22	2	2	0	0
23	2	2	0	0
24	2	2	25	0
25	2	2	0	0
26	2	2	0	0
27	2	2	0	0
28	2	2	0	0
29	2	2	0	0
30	2	2	0	0
31	2	2	0	0
32	2	2	0	0
33	2	2	0	0
34	2	2	0	0
35	2	2	0	0
36	2	2	0	0
37	2	2	0	0
38	2	2	0	0
39	2	2	0	0
40	2	2	0	0
41	2	2	0	0
42	2	2	0	0
43	2	2	0	0
44	2	2	0	0

45	2	2	0	0
46	2	2	0	0
47	2	2	0	0
48	2	2	0	0
49	2	2	0	0
50	2	2	0	0
51	2	2	0	0
52	2	2	0	0
53	2	2	0	0
54	2	2	0	0
55	2	2	0	0
56	2	2	0	0
57	2	2	0	0
58	2	2	0	0
59	2	2	0	0
60	2	2	0	0
1	2	3	25	25
2	2	3	0	0
3	2	3	50	5
4	2	3	25	15
5	2	3	25	15
6	2	3	25	5
7	2	3	0	0
8	2	3	25	5
9	2	3	25	5
10	2	3	0	0
11	2	3	25	5
12	2	3	25	5
13	2	3	0	0
14	2	3	25	5
15	2	3	50	5
16	2	3	25	15
17	2	3	0	0
18	2	3	25	5
19	2	3	0	0
20	2	3	25	15
21	2	3	0	0
22	2	3	25	25
23	2	3	25	15
24	2	3	25	5
25	2	3	25	15

26	2	3	0	5
27	2	3	0	0
28	2	3	0	0
29	2	3	25	5
30	2	3	50	15
31	2	3	0	0
32	2	3	0	0
33	2	3	25	15
34	2	3	0	0
35	2	3	0	0
36	2	3	25	15
37	2	3	25	5
38	2	3	25	15
39	2	3	25	5
40	2	3	0	0
41	2	3	25	25
42	2	3	5	15
43	2	3	50	15
44	2	3	25	15
45	2	3	25	15
46	2	3	0	0
47	2	3	25	25
48	2	3	0	0
49	2	3	50	15
50	2	3	50	15
51	2	3	25	5
52	2	3	0	0
53	2	3	25	15
54	2	3	0	0
55	2	3	25	5
56	2	3	0	15
57	2	3	0	5
58	2	3	25	15
59	2	3	25	25
60	2	3	0	0
1	2	4	25	55
2	2	4	25	55
3	2	4	50	65
4	2	4	25	55
5	2	4	25	25
6	2	4	50	65

7	2	4	25	15
8	2	4	25	65
9	2	4	50	55
10	2	4	25	65
11	2	4	25	25
12	2	4	25	55
13	2	4	25	65
14	2	4	25	65
15	2	4	50	55
16	2	4	25	25
17	2	4	25	25
18	2	4	25	65
19	2	4	0	0
20	2	4	25	55
21	2	4	25	55
22	2	4	25	65
23	2	4	25	55
24	2	4	25	55
25	2	4	25	55
26	2	4	25	55
27	2	4	25	55
28	2	4	25	55
29	2	4	25	55
30	2	4	50	65
31	2	4	25	55
32	2	4	0	0
33	2	4	25	75
34	2	4	25	55
35	2	4	25	55
36	2	4	25	65
37	2	4	25	55
38	2	4	25	35
39	2	4	25	35
40	2	4	0	0
41	2	4	25	25
42	2	4	5	55
43	2	4	50	55
44	2	4	25	64
45	2	4	25	55
46	2	4	25	55
47	2	4	25	64

48	2	4	25	55
49	2	4	50	25
50	2	4	50	55
51	2	4	25	25
52	2	4	25	55
53	2	4	25	55
54	2	4	25	65
55	2	4	75	55
56	2	4	25	55
57	2	4	25	55
58	2	4	25	55
59	2	4	75	55
60	2	4	25	35
1	2	5	75	55
2	2	5	100	75
3	2	5	100	65
4	2	5	100	55
5	2	5	75	55
6	2	5	100	65
7	2	5	75	35
8	2	5	75	65
9	2	5	100	55
10	2	5	100	65
11	2	5	100	35
12	2	5	75	55
13	2	5	100	65
14	2	5	100	65
15	2	5	100	55
16	2	5	100	35
17	2	5	100	35
18	2	5	100	65
19	2	5	100	55
20	2	5	100	55
21	2	5	75	55
22	2	5	100	65
23	2	5	75	55
24	2	5	100	55
25	2	5	100	55
26	2	5	100	55
27	2	5	75	55
28	2	5	75	55

29	2	5	75	55
30	2	5	100	65
31	2	5	100	55
32	2	5	100	55
33	2	5	100	75
34	2	5	75	55
35	2	5	75	55
36	2	5	75	65
37	2	5	75	55
38	2	5	75	35
39	2	5	75	35
40	2	5	75	55
41	2	5	100	25
42	2	5	100	55
43	2	5	100	55
44	2	5	100	64
45	2	5	100	55
46	2	5	100	55
47	2	5	75	64
48	2	5	100	55
49	2	5	100	55
50	2	5	100	55
51	2	5	100	55
52	2	5	100	55
53	2	5	100	55
54	2	5	100	65
55	2	5	100	55
56	2	5	100	65
57	2	5	100	55
58	2	5	100	75
59	2	5	100	55
60	2	5	100	35