

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día una de las mayores preocupaciones de la humanidad es el abastecimiento alimentario, debido a que la población crece a un ritmo acelerado, mientras que las tierras cultivables disminuyen a ritmos vertiginosos como consecuencia de una política agrícola descontrolada. Ante esta realidad, en los últimos años se han venido buscando alternativas y nuevas medidas agroecológicas de producción que permitan contrarrestar las tendencias negativas de las malas prácticas agrícolas modernas.

El paso hacia una agricultura sostenible es necesidad inmediata, pues “satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras” de cubrir sus propias necesidades, al ser orgánicamente apropiada, viable socialmente justa y culturalmente adecuada.

La posible contaminación del medio ambiente que se puede provocar con el uso de altas dosis de la fertilización mineral ha hecho cada vez más frecuente y atinado el empleo de abonos orgánicos, como vía para el suministro a las plantas de los nutrimentos que necesita. La utilización de los biofertilizantes no implica que se pueda dejar de fertilizar, sino permitir que la fertilización sea más eficiente y puedan disminuirse las dosis a aplicar, al incrementar el porcentaje de absorción de los nutrientes por las plantas.

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.), es una actividad a la cual los pequeños y medianos agricultores del país se han dedicado desde hace ya varios años. Esta hortaliza ha llegado a adquirir una gran importancia tanto para consumo como

para la industria. El tubérculo constituye desde épocas pasadas hasta la actualidad en un producto de amplio consumo nacional en todos los estratos de la sociedad.

La Papa (*Solanum tuberosum* L.) es una herbácea anual que alcanza una altura de un metro y produce un tubérculo, la papa misma, con tan abundante contenido de almidón y ocupa el cuarto lugar mundial en importancia como alimento, después del maíz, el trigo y el arroz. La papa pertenece a la familia de las solanáceas, del género *Solanum*, formado por otras mil especies por lo menos, como el tomate y la berenjena. El *S. tuberosum* se divide en dos subespecies diferentes: la *andígena*, adaptada a condiciones de días breves, cultivada principalmente en los Andes, y *tuberosum*, la variedad que hoy se cultiva en cualquier tipo de suelo del mundo y se piensa que descende de una pequeña introducción en Europa de papas andígena, posteriormente adaptadas a días más prolongados.

En cuanto respecta exclusivamente a la producción de papa de la variedad Desirée, el primer departamento productor es Cochabamba, en segundo lugar Potosí y en tercer lugar esta Tarija.

El uso indiscriminado de fertilizantes químicos ha causado muchos problemas en la agricultura, entre ellos se mencionan la contaminación del medio ambiente, fuga de divisas, aumento de costos en la producción y salinización de los suelos. Muchos agricultores se han vuelto dependientes de estos productos porque desconocen la eficacia de los abonos orgánicos y sus beneficios.

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos.

No podemos olvidarnos la importancia que tiene mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental.

Con estos abonos, se aumenta la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos, de los cuales se aportará posteriormente con los abonos minerales o inorgánicos.

Actualmente, se están buscando nuevos productos en la agricultura, que sean totalmente naturales.

1.1. Justificación del trabajo

Uno de los grandes problemas que enfrentan los productores de papa de nuestro país especialmente al departamento de Tarija, es la falta de información sobre los abonos orgánicos y su aplicación. Los abonos orgánicos son regeneradores de suelos y abonos 100% natural, este producto tiene unas propiedades específicas que lo convierten en un complemento extraordinario para mejorar los suelos de cultivo de cualquier vegetal. La primera y más importante, es su riqueza en Microorganismos (flora microbiana).

La primera razón para utilizar nutrientes orgánicos, en reemplazo de los químicos tradicionales, es porque la posibilidad de quemar las plantas (por súper fertilización, causando problemas o muerte) es casi cero. Al alimentarlas con sustancias orgánicas, las plantas sólo absorberán lo que ellas necesitan, dejando el resto en el suelo.

Adicionalmente los fertilizantes orgánicos son utilizados lentamente por microorganismos del suelo, lo que asegura un suplemento constante para las plantas.

En cambio, los fertilizantes químicos son altamente solubles y generalmente encontrados con una mayor concentración que los orgánicos. Luego de aplicados en el suelo, ellos son rápidamente absorbidos por las raíces. Y por su alta concentración esa acción rápida causará un dosaje tóxico de nutrientes, si fuera usado en exceso, llevando a la planta a presentar problemas e incluso su muerte.

La importancia fundamental de su necesidad en las tierras obedece a que los abonos orgánicos son fuente de vida bacteriana del suelo sin la cual no se puede dar la nutrición de las plantas. Para aprovechar la aplicación de los minerales contenidos en los fertilizantes, las plantas requieren que se los den "listos" para asimilarlos y esto solo es posible con la intervención de los millones de microorganismos contenidos en los abonos orgánicos que transforman los minerales en elementos "comestibles" para las plantas, de ahí la importancia de utilizarlos conjuntamente.

1.2.Hipótesis

- Con la aplicación de los abonos orgánicos como el “Bocashi, Abonobol y Gallinaza, la producción de papa de la variedad Desirée aumenta en rendimiento, en las condiciones de la zona de Torrecillas Provincia “Cercado –Tarija”.

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar el rendimiento de papa de la variedad Desirée, aplicando tres abonos orgánicos (Bocashi, Abonobol y Gallinaza) en Torrecillas de la provincia “Cercado – Tarija”.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar las propiedades físico - químicas de suelos a través de análisis de suelos y de los abonos con el propósito de identificar y establecer las dosificaciones más apropiadas.
- Dosificar la aplicación de fertilizantes orgánicos de acuerdo al contenido de nutrientes del suelo y al requerimiento del cultivo.

Calcular la relación beneficio/ costo con la aplicación de los diferentes niveles de fertilización en el cultivo de la papa.

CAPÍTULO II

1. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen del cultivo de la papa

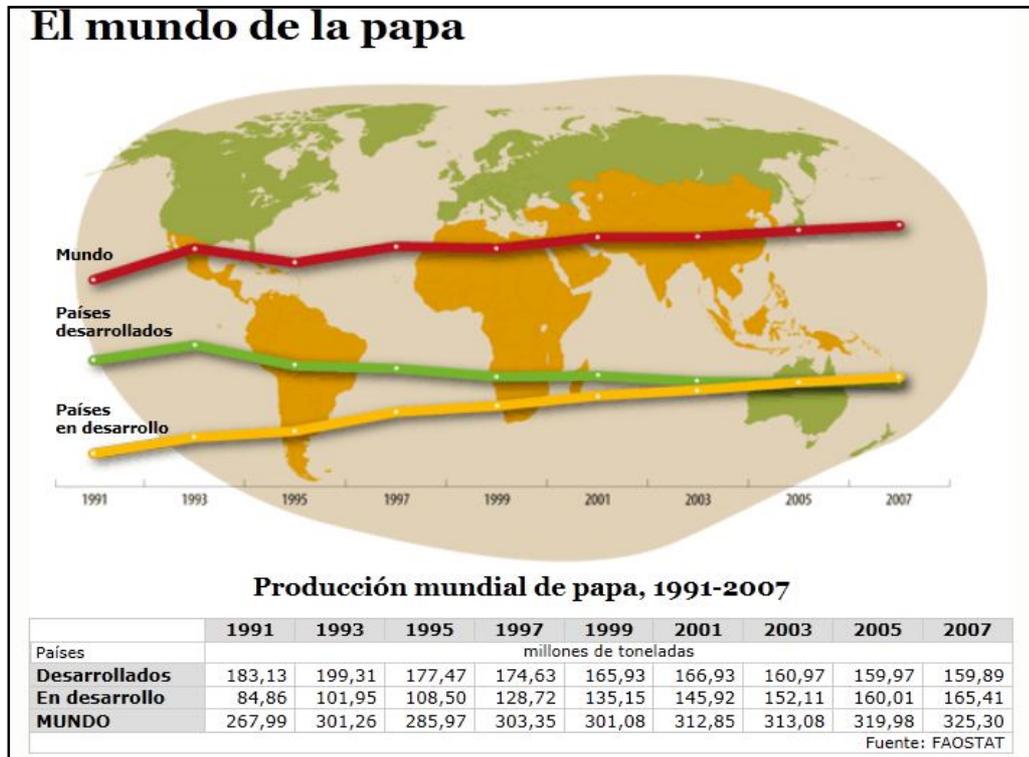
La papa pertenece a la familia de las solanáceas, es originaria de las regiones elevadas y más frías de Bolivia y Perú, donde antiguamente era cultivada por los indígenas. En Bolivia, la papa es cultivada en las tres zonas geográficas, pero principalmente en el altiplano y en los Valles, (Cortez, 2006).

Según Trujillo, (2003), el cultivo de la papa que a lo largo de la historia ha ocupado un lugar trascendental en la alimentación humana, tuvo su origen el área cercana al lago Titicaca, en la actual zona limítrofe entre Perú y Bolivia. Con el correr del tiempo el hombre andino obtuvo cientos de variedades, extendiendo el cultivo de papa por casi toda la región andina, ocupando las regiones altas de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile. Esta época coincidió con la llegada de los españoles a Sudamérica, quienes introdujeron la papa a Europa a finales del siglo XVI, siendo dispersada posteriormente por todo el mundo debido al intercambio comercial, constituyéndose así en un elemento muy importante para la dieta humana

Según Martínez, (2009), manifiesta que la papa cultivada es una planta originaria de los andes en América del Sur. Su domesticación y cultivo se inicio hace miles de años en la cuenca del “lago Titicaca” área comprendida entre Perú y Bolivia sobre 3.800m de altitud, donde se desarrollaron varias culturas andinas como la Aymara y Quechua, que son las últimas representantes.

2.2. Producción de papa a nivel mundial.

Fig. 1 producción de papa a nivel mundial



El sector mundial de la papa atraviesa grandes cambios. Hasta inicios del decenio de 1990, casi la totalidad de las papas se producían y consumían en Europa, América del Norte y en los países de la antigua Unión Soviética.

Se ha producido un espectacular aumento de la producción y demanda de la papa en Asia, África y América, donde la producción aumentó, de menos de 30 millones de toneladas a principios de la década de 1960 a más de 165 millones en 2007.

Cuadro N° 1. Principales países productores de papa, (2006-2007)

Países	Cantidad (t),2007
1.  China	72 040 000
2.  Fed. de Rusia	36 784 200
3.  India	26 280 000
4.  Estados Unidos	20 373 267
5.  Ucrania	19 102 300
6.  Polonia	11 791 072
7.  Alemania	11 643 769
8.  Belarús	8 743 976
9.  Países Bajos	7 200 000
10.  Francia	6 271 000

Fuente: FAO (2008)

China se ha convertido en el primer productor mundial de papa, y poco menos de una tercera parte de todas las papas, hoy se cosecha en China y la India. Según la revista potato, (2008).

2.3. Producción de papa en América Latina

Según revista made in Argentina, (2010), el principal productor de papa es Perú con 3,4 millones de toneladas, le sigue Brasil con 3,3 millones de toneladas, por tanto la

Argentina ocupa el tercer puesto. En Argentina, Brasil, Colombia y México, el cultivo ha aumentado en los últimos años impulsado por la producción en gran escala.

2.4. Producción de Papa en Bolivia

Según Miranda, (2012), en los últimos 10 años, la producción de papa en Bolivia ha crecido en forma constante, gracias al aumento de la productividad, principalmente. Sin embargo, el aumento reciente de la importación de productos de trigo y arroz está creando una fuerte competencia para los productores de papa, especialmente en los mercados urbanos. La producción de papa del año 2007, según el área cosechada es de 135 600 ha, la cantidad es de 1 966 200 t y tiene un rendimiento de 14.5 Ton/Ha.

Bolivia tiene siete especies cultivadas de papa y treinta y cuatro silvestres, de una de ellas, dos variedades (Huaycha paceña y Desirée) son las que más se producen. Las variedades más producidas en el país, por ser comerciales son la Huaycha paceña y la Desirée, ambas corresponden a la especie: *Tuberosum* spp andígena. La Encuesta Nacional Agropecuaria 2008 informa que la producción de papa anual en el país alcanza las 935.852 TM en una superficie de 197.847Ha, con un rendimiento promedio general de 5.216kg por Ha. Fuente: La Razón, (2011).

2.5. Producción de papa en Tarija

En el departamento de Tarija, las zonas productoras por excelencia son las zonas altas de Iscayachi, en especial la llanura o planicie altiplánica donde se cuenta con la estación Experimental El Molino y el ex centro Integral Campanario Manejado anteriormente por el PRODIZAVAT y por el IBTA Tarija.

En el departamento de Tarija, según datos proporcionados por la ex Secretaria Nacional de Agricultura y Ganadería (SNAG), se tiene una superficie cultivada de

10.000 ha, con un rendimiento promedio de 6.102 Kg./ha. Una producción de 61.000 toneladas y con un porcentaje de participación en la producción Nacional de 5.65 % en superficie cultivada.

El departamento de Tarija cuenta con zonas propicias para la producción de papa tal es el caso de la llanura de zona de Iscayachi. Valle Central de Tarija como la comunidad de San Andrés, Camacho, La Huerta. Valles sur de Entre Ríos, Triángulo de Bermejo como ser la comunidad de Nogalitos, Salado, La Goma aptas para las variedades *S. tuberosum* sin dejar atrás a la zona del chaco húmedo que representa una zona potencial para variedades de llanos, determinándose como una región de producción comercial y las zonas altas representan áreas de producción de tubérculo para semilla. (Miranda, 2012).

2.6. Distribución Geográfica Altitudinal

La especie progresa en altitudes que van desde 1.200 hasta 3.200 m.s.n.m. e inclusive por encima de 3.200 en la región de páramo. La mayor parte de la producción comercial proviene del área comprendida entre los 2.000 y los 3.500 m.s.n.m., el desarrollo óptimo de la especie determinada por la cantidad y calidad del producto se produce en zonas ubicadas entre los 2.500 y los 3.000 m.s.n.m. (Cevipapa en línea).

2.7. Clasificación Botánica

Cuadro N° 2. Clasificación Taxonómica

Reino:	Vegetal
Phylum:	Telemophytae
División:	Tracheophytae
Sub División:	Anthophytae
Clase:	Angiospermae
Sub Clase:	Dicotyledoneae
Grado evolutivo:	Metachlamydeae
Grupo de Ordenes:	Tetraciclicos
Orden:	Polemoniales
Familia:	Solanaceae
Nombre científico:	Solanum tuberosum L.
Nombre común:	Papa

Fuente: Herbario universitario, (2011)

2.8. Características botánicas de la papa

2.8.1. Planta

Según Rivera, (2002), el cultivo de la papa pertenece a la familia Solanáceae cuyo nombre científico es *Solanum tuberosum* L. Es una planta dicotiledónea, herbácea, provista de un sistema aéreo y otro subterráneo de naturaleza riza matosa de la cual se originan los tubérculos. Es una planta perenne por sus tubérculos, pero cultivada frecuentemente como planta anual.

2.8.2. Raíces

Para Rivera, (2002), las plantas de papa pueden desarrollarse a partir de una semilla o de un tubérculo, cuando crecen a partir de semilla, forman una delicada raíz

axonomorfa con ramificaciones laterales. Cuando crecen de tubérculos, forman raíces adventicias primero en la base de cada corte y luego encima de los nudos en la parte subterránea de cada tallo. Ocasionalmente se forman raíces también en los estolones. En comparación con otros cultivos, la papa tiene sistema radicular débil. Por eso se necesita un suelo de muy buenas condiciones para el cultivo de la papa. El tipo de sistema radicular varía de delicado y superficial a fibroso y profundo.

2.8.3. Tallos

La planta presenta tres tipos de tallos, aéreo, circular o angular en sección transversal, sobre el cual se disponen las hojas compuestas y dos tipos de tallos subterráneos: los rizomas y los tubérculos.

2.8.4. Tallos aéreos

Según menciona Hernández, (2010), estos tallos, que se originan a partir de yemas presentes en el tubérculo utilizado como semilla, son herbáceos, suculentos y pueden alcanzar de 0,6 a 1, 0m de longitud; además, son de color verde, aunque excepcionalmente pueden presentar un color rojo purpúreo. Pueden ser erectos o decumbentes, siendo lo normal que vayan inclinándose progresivamente hacia el suelo en la medida que avanza la madurez de la planta. Los entre nudos son alargados en la subespecie andígena y más bien cortos en la subespecie tuberosum. En la etapa final del desarrollo de las mismas, los tallos aéreos pueden tomarse relativamente leñosos en su parte basal.

Según Molina *et al.*, (2004), los tubérculos comienzan a formarse a partir de los estolones, que son tallos laterales que crecen dentro del suelo y son emitidos por los tallos principales, cuando la planta comienza la floración (en variedades que florecen), esto ocurre entre los 35 a 45 días después de la siembra, los tubérculos están formados a los 60 días, desarrollándose hasta cuando la planta alcanza su madurez fisiológica: 90 días para variedades precoces; 110 a 120 días para variedades de ciclo intermedio y más de 120 para variedades tardías.

Según el CIP, (2010), el tallo de color verde, café rojizo, verde con porciones moradas, marrón con porciones moradas o verdes, morado con porciones verdes, sección angular, a las rectas, onduladas y dentadas a veces sin ellas, con 3 a 6 tallos principales por planta.

2.8.5. Rizomas

Estos tallos rizo matosos están formados por brotes laterales más o menos largos que nacen de la base del tallo aéreo. Nacen alternadamente desde sus nudos ubicados en los tallos aéreos y presentan un crecimiento horizontal bajo la superficie del suelo. Cada rizoma en tanto, a través de un engrosamiento en un extremo distal, genera un tubérculo. (Hernández, 2010).

2.8.6. Tubérculos

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

apical o distal. Los “ojos” del tubérculo de papa se distribuyen sobre la superficie del mismo en espiral. Los ojos corresponden morfológicamente a los nudos de los tallos, las cejas representan las hojas y las yemas del ojo representan las yemas axilares. Fuente: INIFAP, (2010).

2.8.7. Hojas

De color verde claro, verde y verde oscuro, haz y envés poco pubescentes y pubescentes, superficie foliar brillante poco arrugado, arrugado o mate poco arrugado, foliolo terminal e intermedio elíptico ensanchado, a veces elípticos lanceolados. Fuente: CIP, (2010).

2.8.8. Flores

Según Fernández, (2011), las flores de la papa son bisexuales, y poseen las cuatro partes esenciales de una flor: cáliz, corola, estambres y pistilo. Los estambres son el órgano masculino llamado androceo, y el pistilo es el órgano femenino llamado gineceo. La inflorescencia de la papa es una cima terminal que puede ser simple o compuesta. El color de las flores es variable: rosado, blanco, morado (varios tonos) o mezcla de 2 colores.

2.8.9. Fruto

Es una baya pequeña y carnosa que contiene las semillas sexuales, es de forma redonda u ovalada, de color verde amarillento o castaño rojizo, de 1 a 3 cm de diámetro. Posee dos lóculos con un promedio de 200 a 300 semillas. Cultivos comerciales de papa pueden ser obtenidos a partir de híbridos provenientes de semilla sexual, pero la semilla sexual se usa generalmente con propósitos de mejoramiento. (Realpe, 2010).

2.8.10. Semilla

Cortez, (2006), indica que se llama semilla al tubérculo seleccionado o destinado para la reproducción y producción de la papa, pero la verdadera semilla es producida en una baya en cuyo interior se encuentra la semilla sexual. Existen diferentes tipos de semilla y categorías con que se conoce la papa a nivel comercial. Semilla pre básica, semilla básica, semilla registrada, semilla certificada, y semilla mejorada.

2.9. Etapas fenológicas de la papa

Según Cortez, (2002), las fases fenológicas que tiene el cultivo de papa, son las siguientes:

2.9.1. Dormancia o reposo de la semilla

Es el período que transcurre entre la cosecha y la brotación. Para el tubérculo semilla, esta etapa dura de 2 a 3 meses y para la semilla sexual entre 4 a 6 meses. La dormancia puede ser rota o inducida por heridas o alguna enfermedad en el tubérculo; en estos casos la brotación ocurre en menor tiempo. También puede inducirse por tratamiento químico, utilizando el ácido giberélico en dosis de 1 a 5 ppm.

2.9.2. Brotación

Ocurre cuando comienzan a emerger las yemas de los tubérculos; dura de dos a tres meses, luego la papa está apta para sembrarse; es ideal que los tubérculos presenten por lo menos tres brotes cortos, fuertes y que tengan una longitud de 0.5 a 1 cm.

2.9.3. Emergencia

Los brotes emergen a los 10-12 días de tubérculos, y de 8 a 12 días de semilla sexual, cuando son plantados en el campo y tienen las condiciones adecuadas de temperatura y humedad en el suelo, para su desarrollo. La duración de la emergencia dura de 10 a 15 días. En esta etapa no se necesita realizar ninguna aplicación nutricional.

2.9.4. Desarrollo de tallos

En esta etapa, hay crecimiento de follaje y raíces en forma simultánea; dura entre 20 a 30 días.

2.9.5. Tuberización y floración

La floración es señal de que la papa comienza a emitir estolones o que inicia la tuberización. En variedades precoces, esto ocurre a los 30 días después de la siembra; en variedades intermedias, entre los 35 a 45 días; y en las tardías entre 50 a 60 días. Esta etapa dura unos 30 días.

2.9.6. Desarrollo de los tubérculos

Los tubérculos alcanzan la madurez fisiológica a los 75 días en variedades precoces; 90 días para intermedias y 120 días para variedades tardías. En esta etapa los tubérculos pueden cosecharse y almacenarse.

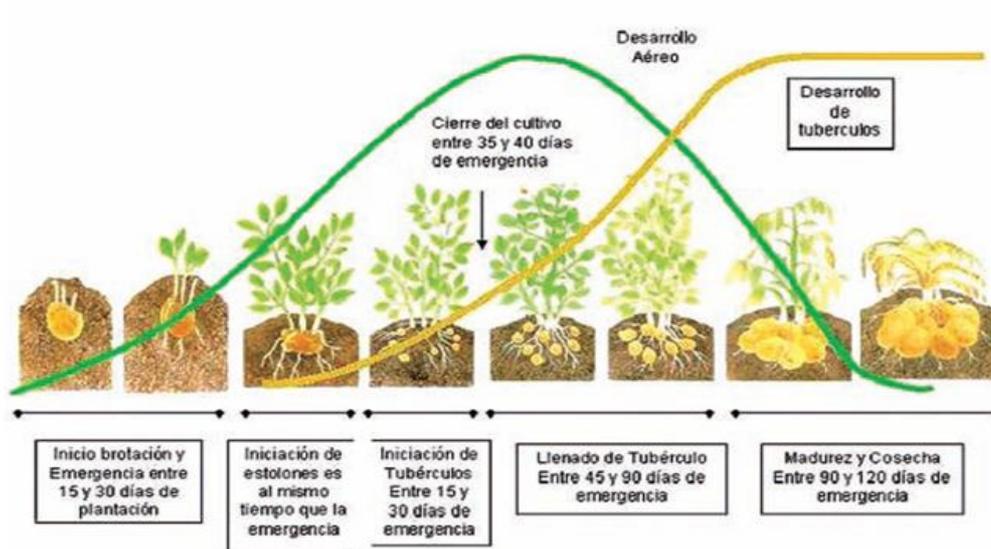


Figura: 2 Ciclo de crecimiento de la papa.
Fuente: Yara, 2003.

2.10. El desarrollo de la planta de papa puede dividirse en cuatro principales etapas:

Según Cervantes, (2007), las etapas de desarrollo de la planta son las siguientes:

1. **Etapla vegetativa.** Inicia con el rompimiento de la latencia del tubérculo-semilla y termina con el inicio de la formación de tubérculos, lo que tiene una duración de 15 a 30 días, dependiendo de las condiciones climáticas y edáficas donde se establezca el cultivo.
2. **Tuberización.** Inicia cuando los estolones aparecen. La duración de esta etapa varía de 10 a 14 días. Un déficit de humedad en este periodo puede reducir el número de tubérculos producidos por cada planta.
3. **Desarrollo de tubérculos.** Se caracteriza especialmente por la acumulación de carbohidratos (en forma de almidón), con un incremento constante en el

tamaño y peso de los tubérculos, bajo condiciones óptimas de humedad. Esta etapa puede durar de 60 a 90 días, lo que depende del clima y sanidad del cultivo, ya que la humedad tiene una relación directa con el tamaño y calidad de los tubérculos, principalmente a mediados de la tuberización, que se presenta de tres a seis semanas después de su inicio, porque el crecimiento de los tubérculos puede retardarse bajo condiciones de estrés hídrico y no es común que continúe uniformemente después de aplicarse el riego.

- 4. Maduración.** Empieza con la caída del follaje, donde las hojas viejas se tornan amarillas hasta llegar, gradualmente, a un color café, al madurar.

2.11. Variedades

Variedades comerciales en Bolivia son: la Waycha, Desiré, Sani imilla, Malcacho, Polonia datos elaborados FAO, (2008).

2.12. Importancia nutricional de la papa

Cuadro N° 3. Valor nutricional de la papa

Valores nutricionales para 100 gr de papa	
Agua	77,00 g
Fibra	1,80 g
Valor Calórico	87 Kcal
Proteína	1,87 g
Carbohidratos	20,13 g
Lípidos	0,10 g
Vitamina C	13 mg
Hierro	0,31 mg
Calcio	5 mg
Fósforo	44 mg

Fuente: FAO, (2008)

2.13. Requerimiento Edafoclimaticos del cultivo de la papa

2.13.1. Suelo

Según indica Paca, (2009), “el rendimiento”, la forma y la apariencia de los tubérculos depende en gran parte de la textura y naturaleza física del suelo.

Dentro de los mejores suelos para producir papa se encuentran los bien drenados, arenosos, que contienen arenisca y suelos arcillosos que contengan materia orgánica y elementos nutritivos suficientes.

Según Fernández, (2011), la papa se desarrolla bien en suelos francos y arenosos con buen contenido de materia orgánica y drenaje óptimo. En lo referente al pH, este debe estar entre 6.5 y 5.5.

2.13.2. Fotoperiodo

La respuesta a la longitud del día depende de la especie y de las variedades. La papa cultivada (ssp. tuberosum) requiere para desarrollar su área foliar Fotoperiodo alargándose (más de 14 horas luz) y en su proceso de tuberización (formación y engrosamiento de los tubérculos), Fotoperiodo acortándose (desde 14 horas luz). Bajo condiciones de día corto (latitudes cercanas a la línea ecuatorial) las plantas de la ssp. Tuberosum muestran una tuberización temprana, los estolones son cortos y el follaje permanece pequeño. Bajo condiciones de día largo (sobre 25° latitud norte o sur) ocurre lo contrario. La ssp. Indígena, por otro lado tuberiza adecuadamente en Fotoperiodo corto y al ser llevada a Fotoperiodo largo el periodo de crecimiento se alarga, excesivamente, florece profusamente y su tuberización es escasa con tubérculos pequeños. (Miranda, 2009).

2.13.3. Luz

Según Villa Fuerte, (2008), la luz tiene una incidencia directa sobre el fotoperiodo, ya que induce la tuberización. Los fotoperiodos cortos son más favorables a la tuberización y los largos inducen el crecimiento. Además de influir sobre el rendimiento final de la cosecha. En las zonas de clima cálido se emplean cultivares con foto períodos críticos, comprendidos entre 13 y 16 horas. La intensidad luminosa además de influir sobre la actividad fotosintética, favorece la floración y fructificación.

2.13.4. Temperatura

Se trata de una planta de clima templado-frío, siendo las temperaturas más favorables para su cultivo las que están en torno a 13 y 18 °C.

Durante su crecimiento, el cultivo de papas requiere una variación en la temperatura ambiental. Después de la siembra, la temperatura debe subir hasta 20 °C para que la planta se desarrolle bien. Luego, se necesita una temperatura más alta para un buen crecimiento del follaje; aunque no debe pasar de los 30 °C. Durante el desarrollo de los tubérculos, es importante que la temperatura se encuentre entre 16 y 20 °C. (Realpe, 2010).

2.13.5. Precipitación

La papa común se adapta fácilmente a gran diversidad de climas y suelos, desarrollándose mejor en zonas frías y templadas, con precipitaciones pluviales de

600 a 800 mm. Se cultiva desde pocos metros sobre el nivel del mar hasta alturas que pasan los 4.000 msnm. Presenta resistencia a temperaturas bajas de 5 a 6° C bajo cero, cuando el descenso de la temperatura es lento; en cambio, si este descenso es rápido provoca la muerte de las plantas a los 2° C bajo cero. Fuente: Proimpa, (2009).

2.13.6. Heladas

Las heladas constituyen uno de los factores más limitantes en la producción de papa en Bolivia por su frecuencia y severidad, especialmente en las zonas altas de nuestro país.

Es un cultivo bastante sensible a las heladas tardías, ya que produce un retraso y dimensión de la producción. Si la temperatura es de 0°C, la planta se hela, acaba muriendo aunque pueda llegar rebrotar.

Los tubérculos sufren el riesgo de helarse en el momento en que las temperaturas sean inferiores a -2°C. Fuente: Infoagro, (2011).

2.13.6.1. Heladas Blancas (escarchas)

Se designa con los nombres de heladas blancas o escarchas al fenómeno que se presenta en ciertas noches despejadas, el césped y plantas bajas, en lugar de aparecer recubiertas de gotitas de rocío, presentan una cubierta blanca, constituida por partículas de hielo de apariencia cristalina. La helada blanca o escarcha, se produce cuando el rocío se congela, por haberse depositado sobre una superficie que acusa una temperatura igual o inferior a 0°. Las heladas van acompañadas de alta humedad, rocío y baja temperatura (Guerrero, 2009).

2.13.6.2. Heladas negras

Se dice que se ha registrado una helada negra cuando la temperatura del aire desciende a 0°, o a grados bajo cero, y no produce depósito de escarcha. Las heladas

negras se presentan cuando está muy seco con un fuerte descenso de temperatura. En tales ocasiones el efecto pernicioso del frío no produce ningún impedimento y al día siguiente o poco tiempo después las partes o plantas sensibles al frío, al morir, adquieren una coloración negruzca (Guerrero, 2009).

2.13.6.3. Heladas tardías

Reciben dicha denominación porque se registran una vez terminado el invierno, ósea al principio o en plena primavera.

Las heladas tardías son las que se presentan en pleno verano, la prolongación del periodo de heladas intensas son consideradas como las más perjudiciales, porque cae continuamente en el periodo crítico de brotación, crecimiento y desarrollo. (Guerrero, 2009).

2.13.6.4. Heladas tempranas

Las heladas que se producen antes de invierno, es decir a mediados o fines de otoño, son las llamadas heladas tempranas. Son las que presentan aproximadamente desde mediados de marzo y generalmente no afectan a los cultivos de papa, porque se encuentran ya en la fase de maduración. (Barrientos, 2009).

2.14. Aspectos agronómicos

2.14.1. Preparación del terreno

Según Velásquez, (2009), citado por la revista agritec, (2011), en la preparación del suelo se tienen que tomar los siguientes pasos:

Arada: Se realiza uno o dos meses antes de la siembra. Consiste en la roturación de la capa superficial, a fin de aflojar el suelo, incorporar los residuos vegetales y

controlar las malezas. En suelos pesados una arada profunda puede mejorar la estructura. Se aconseja un periodo de 15 a 30 días entre aradas a fin de permitir una adecuada descomposición de los residuos vegetales. La profundidad aproximada de la arada es de 30 cm.

Cruza: Esta actividad le sigue a la arada, y se realiza en sentido contrario. Tiene como fin de romper los terrones grandes.

Rastra: involucra pases cruzados del campo para desmenuzar los terrones del suelo, a fin de obtener una cama superficial suelta, de 10 a 20 cm de profundidad, la preparación del suelo debe ser hecha de tal manera que asegure una rápida emergencia de los tallos, una penetración profunda de las raíces y un buen drenaje.

2.14.2. Siembra

Según Sánchez, (2003), la siembra puede ser a mano por los surcos enterrándolos a una profundidad de 10 a 15cm. Es bueno incorporar fertilizante pre-siembra antes de sembrar las papas, abrir el surco y aplicar fertilizante pre-siembra a una profundidad de 20- 25 cm y cubrirlo con un poco de tierra. El marco de plantación debe ser 80 a 90 cm entre surcos y a una distancia entre plantas de 25 a 30 cm.

2.14.3. Aporque

El aporque dependerá del desarrollo de las plantas en función de la variedad y época a la cuarta y quinta semana se procede a la primera adicción de macro nutrientes, el primer aporque se lo realiza a los 30 días de la siembra y el segundo a los 55 días después de la siembra. (Guerrero, 2009).

2.14.4. Control de Malezas

Según Sánchez, (2003), las malezas compiten con la papa por agua, nutrientes y espacio, además, de que hospedan enfermedades que pueden atacar al cultivo. Los

primeros treinta días de emergencia de los tallos, son claves en cuanto a la competencia, por lo tanto en este periodo debemos realizar un eficiente control de malezas para evitar los bajos rendimientos.

2.14.5. Riego

Según Espinoza, (2010), cada 12 días hasta la floración y de la floración hasta la maduración cada 8 días. (De 4 a 6 riegos durante su desarrollo vegetativo dependiendo de la variedad de papa (precoz, semi tardío y tardío).

2.14.6. Humedad

Según la Revista Ekonekazaritza, (2005), la humedad es determinante pues influye notoriamente en el desarrollo del mildiu, algo a tener en cuenta, al menos en los cultivos de regadío. Por otra parte, la humedad excesiva, sobre todo a partir de la floración, perjudica la formación de los tubérculos.

2.14.7. Defoliación

Según Infoagro, (2008), la defoliación es una operación que se realiza en todo cultivo de patatas, cuyo objetivo es destruir las matas antes de la recolección. La finalidad de la destrucción de las matas es controlar el engrosamiento y acumulación en materia seca de los tubérculos.

Además la defoliación contribuye a facilitar las operaciones de recolección, actuar como protector de la cosecha (al incrementarse las temperaturas durante el periodo de cultivo tardío se evita el rebrote de los tubérculos) y destruir el medio de desarrollo de enfermedades como mildiu.

Según el destino de la producción, la defoliación se realiza según diferentes métodos:

Arranque mecánico. La arrancadora extrae las matas comprimiendo los laterales del caballón para evitar la extracción de los tubérculos. La principal ventaja de este método es la ausencia de residuos, pero como inconvenientes destacan la necesidad de nivelar las parcelas con caballones bien formados.

Desgarramiento y trituración. Es un método que se emplea antes de la eliminación química ya que por sí sola no destruye las matas. Se emplea un giro triturador de eje horizontal compuesto por cuchillas que tritura las matas a 15-20 cm de la parte superior del caballón.

Si se observa la presencia de mildiu, la trituración puede presentar riesgos sanitarios para los tubérculos.

2.14.8. Fertilización

Según menciona Muños, (2008), las condiciones de cultivo varían de una variedad a otra, pero por lo general prefiere suelos ricos en humus, sueltos y arenosos. Si bien el cultivo se adapta a suelos diversos, expresa su potencial productivo en aquéllos de textura franca a franca arenosa, con elevados contenidos de materia orgánica, alto porcentaje de macro y micro porosidad, con una profundidad efectiva mayor a 50 cm y que presenten un rango de pH entre 5,7 a 6,5. En suelos de pH menor a 5 es factible que se presenten deficiencias de calcio (Ca), magnesio (Mg) y molibdeno (Mo), toxicidad de aluminio (Al) y manganeso (Mn) y fijación de fósforo (P). En suelos de pH mayor a 7,5 se pueden presentar deficiencias de boro (B), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn) y cinc (Zn), y escasa disponibilidad de P.

2.15. Requerimientos nutricionales de la papa

Es necesario un balanceado suministro de los nutrientes a la planta, tales como nitrógeno, fósforo, potasio, ya que cumplen funciones específicas para el adecuado

crecimiento de la planta. La falta de algún nutriente origina un retardo del crecimiento y disminución del rendimiento. El cultivo de papa extrae los nutrientes del suelo y por ello es necesario reemplazarlos para mantener la fertilidad del mismo.

2.15.1. Nitrógeno

Según Quimbiamba, (2010), el nitrógeno es el elemento más importante en la formación de las albuminas en la papa, tanto en el periodo de brotación, como lo cual se consigue una gran superficie de fotosíntesis, que al final redonda en la producción de almidones, además desempeña un papel muy importante en la traslocación del almidón desde las hojas hacia los tubérculos.

2.15.2. Fósforo

Según Quimbiamba, (2010), el fósforo es esencial para la calidad y rendimiento de los cultivos. Contribuye al los procesos de fotosíntesis, respiración, almacenamiento y transferencia de energía, división y crecimiento celular y transferencia genética. El fósforo promueve la rápida formación de tubérculos y crecimiento de las raíces, mejora la resistencia a las bajas temperaturas, incrementa la eficiencia del uso de agua, contribuye a la resistencia a enfermedades y acelera la madurez.

2.15.3. Potasio

El potasio es el nutriente requerido en mayor cantidad por el cultivo de papa afectando el rendimiento y la calidad de los tubérculos, incluyendo el peso específico, el color pos fritura, contenido de azúcares reductores y las cualidades para el almacenamiento. (Barrientos, 2009).

2.16. Principales Plagas y Enfermedades que atacan al cultivo de la papa.

2.16.1. Principales Plagas Que Atacan al Cultivo de Papa

Nematodos

El otro género característico es el *Meloidogyne*, que reúne a las especies que viven en zonas de altura, en climas tropicales y en regiones de climas templados. La temperatura óptima del suelo para el desarrollo de *Meloidogyne* se encuentra alrededor de los 25 ° C. La eclosión de los huevos de esta especie, el escape de los juveniles y la infestación de las raíces depende de las condiciones ambientales y no de sustancias químicas secretadas por la raíz, como es el caso de los nematodos quiste. El rango de hospederos de los *Meloidogyne* abarca muchas y variadas especies vegetales, incluyendo malezas. Los síntomas aéreos generalmente son la reducción del crecimiento y la producción de menor cantidad de hojas, las que son pequeñas y cloróticas y tienden a marchitarse en tiempo caluroso. Las raíces infectadas presentan agallas cuyo tamaño depende de la densidad de los nematodos, la especie involucrada, la temperatura y otros factores; sin embargo, algunas especies no forman agallas en la raíz. Fuente: revista agrositio, (2011).

El género *Pratylenchus* comprende nematodos endoparásitos migradores, es decir, que viven tanto en el suelo como en el interior de las raíces en todas las fases del desarrollo, de juvenil a adulto. Prefieren los suelos arenosos y húmedos que les permiten moverse con facilidad. La temperatura óptima del suelo para su normal desarrollo varía con la especie, pero prefieren regiones de climas templados y cálidos. Los síntomas aéreos en las plantas atacadas están caracterizados por áreas circulares de plantas cloróticas y enanas. *Pratylenchus* causa la muerte de las células de la raíz, formando zonas necróticas características. Estas zonas son la vía de entrada de otros organismos patógenos secundarios de la podredumbre, los cuales aceleran el proceso

de pudrición y culminan con la muerte del sistema radical. Fuente: revista agrositio, (2011).

Pulguilla de la papa (*epitrix* spp)

Los adultos responsables del daño al alimentarse del follaje de la planta realizando numerosos agujeros finos y redondeados de hasta 3mm de diámetro que aumentan el tamaño al crecer el foliolo, son los escarabajos de 2 a 3 mm de longitud de color Marrón oscuro uniforme y brillo metálico. Saltan rápidamente pues las patas traseras están adaptadas para ello. (Cevallos, 2008).

Mosca minadora (*liriomyza huidobrensis*)

Según la revista Argenpapa, (2013), los adultos son de color negro con patas de color amarillo, las hembras son un poco mas grandes (2,3mm) que los machos (1,8mm), y presentan un ovipositor prominente al final del abdomen, el huevo es de color blanco, las larvas son de color blanco cremoso, llegan a medir 3mm atraviesan por tres estadios antes de pupar, de cada huevo eclosiona una larvita que comienza a alimentarse cerca de las nervaduras de las hojas realizando galerías, las cuales van aumentando de tamaño a medida que la larva crece. Al completar su desarrollo sale de la galería y pupa, ya sea en la superficie del suelo o sobre las hojas, especialmente el ataque ocurre en el periodo de formación y llenado de tubérculos causando pérdidas significativas del rendimiento.

Gusanos blanco (*Premnotrypes vorax*)

El adulto prefiere esconderse durante el día en lugares oscuros y húmedos, la base de las plantas o debajo de los terrones. Durante la noche el adulto sale al campo en busca de alimento, consume el borde de las hojas realizando un daño en forma de semiluna de 3 a 4mm, también realiza pequeñas perforaciones en la base del tallo. Si no tiene

otra fuente de alimento puede consumir parte del tubérculo, cuando se encuentra expuesto en la superficie del suelo. (Cevallos, 2008).

Gorgojo de los andes (*premnotrypes vorax*)

Según la revista Todopapa, (2001), el adulto es un gorgojo cuyo color varia de café a pardo oscuro, adquiriendo, por lo general, el insecto no posee alas membranosas, razón por la cual no puede volar pero si tiene una fuertes patas que le permiten desplazarse varios kilómetros, de adulto rechaza la luz que por ello se esconde debajo de los terrones cerca de las plantas de papa, en las noches se desplaza a los tallos y hojas en donde se alimenta haciendo roeduras.

Larvas son de color blanco tiene la forma de c, las larvas recién emergidas llegan en formación a las papas y raicillas y penetran en los tubérculos para enterrarse en el suelo a una profundidad de 15 a 25 cm hasta transformarse en pupa.

2.16.2. Principales Enfermedades Que Presentan en el Cultivo de Papa

El Tizón Tardío (*racha o mildium*)

Según Trujillo, (2009), provocado por el hongo *Phytophthora infestans*; La infección en campo se produce en condiciones de baja temperatura, alta humedad y cielos cubiertos. En las hojas aparecen manchas de color castaño si están secas y de color negro, cuando están húmedas. En condiciones de alta humedad se desarrolla en las manchas un moho vellosa blanco, especialmente en el envés de las hojas. En los tallos también aparecen lesiones y éstos se vuelven quebradizos. Los tubérculos también pueden verse afectados tanto en campo como durante la recolección, mostrando los síntomas en el almacén. En ellos se observan manchas pardas en la superficie de las papas destruye las hojas y el tubérculo en la última fase de su crecimiento, manifestándose en necrosis de las hojas, manchas de un color plateado y destrucción de tejidos de los tubérculos.

El Tizón Temprano de la Papa

Según Trujillo, (2009), tizón temprano, como nombre científico *Alternaria solani*, esta enfermedad se desarrolla con mayor rapidez durante los períodos en que se producen condiciones de humedad y sequía alternativamente, como puede ser cuando hay varios días con rocío. Se trata de una enfermedad frecuente durante el período final del cultivo. Los síntomas consisten en la aparición de manchas circulares de color marrón oscuro en las hojas, comenzando por las hojas más viejas. Las manchas están limitadas por los nervios principales de la hoja y a menudo tienen forma de anillos concéntricos que le dan aspecto de diana. Cuando la enfermedad aparece en cultivos jóvenes, puede llegar a matar las hojas y por tanto disminuye el rendimiento de la planta.

La Sarna Común (*Streptomyces scabies*)

Según Fernández, (2011), la sarna afecta principalmente a los tubérculos, aunque también a los tallos y estolones. En los tubérculos las lesiones varían entre: circulares de 5 a 10 mm de diámetro, irregulares que pueden ser lesiones compuestas por la unión de varias, protuberantes hasta de 2 mm sobre la superficie. El color es canela clara a castaña, excepto que las lesiones hundidas son castaño oscuro. Las lesiones en los tallos subterráneos y estolones son de color canela a castaño, en forma de lente alargado.

La podredumbre blanda y "pierna negra" o "pie negro"

Contreras, (2011), menciona que la podredumbre blanda y “pierna negra” o “pie negro” es causada por la bacteria *Erwinia carotovora*. La pierna negra puede aparecer en cualquier etapa del desarrollo de la planta cuando la humedad es excesiva. A menudo, van ascendiendo por el tallo lesiones negras y mucilaginosas desde un tubérculo-semilla con pudrición blanda. Los tubérculos nuevos se pudren a

veces en el extremo del estolón. Las plantas jóvenes son generalmente enanas y erectas. Puede darse el amarillamiento y el enrollamiento ascendente de los folíolos, seguidos a menudo por el marchitamiento y la muerte de la planta.

Rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*)

Según Trujillo, (2009), la enfermedad afecta a los brotes de la papa semilla. Los brotes afectados muestran en la base lesiones de color marrón, y en ataques intensos no llegan a emerger. Cuando las plantas llegan a ser adultas, dan lugar a la formación de tubérculos aéreos en la base de las hojas, enrollamientos de las hojas hacia arriba, coloración púrpura de las hojas y a menudo amarilleamiento. En la superficie de los tubérculos afectados se observa la presencia de pequeñas costras negras que son las estructuras de conservación del hongo. Al lavar la papa, estas costras no se eliminan con facilidad, mientras que la tierra adherida a la piel de la papa si se lava. Esta enfermedad se ve favorecida por suelos húmedos y fríos, buena fertilidad del suelo y pH del suelo neutro o ligeramente ácido.

Marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*)

Síntomas en follaje.- El síntoma característico de la enfermedad es la marchitez de la planta (parecido a la falta de agua), esta puede ser en un lado del tallo o en toda la planta cuando el ataque es fuerte; además al hacer un corte transversal del tallo podemos observar una necrosis en los haces vasculares. Otro síntoma que se observa es enanismo y amarillamiento del follaje, pero si la enfermedad se desarrolla rápidamente la planta se marchita sin mostrar amarillamiento. Un tallo puede marchitarse, secarse completamente y desaparecer, el resto de la planta puede quedar sana.

Síntomas en tubérculos.- El síntoma típico es la presencia de mucus (pus) bacteriano en los “ojos” de los tubérculos infectados al cual se adhiere tierra, en caso de infecciones severas. Fuente: ArgenPapa, (2013).

Diseminación.- Los tubérculos-semilla infectados constituyen el medio principal para la diseminación de *R. solanacearum*. El desarrollo de MB depende principalmente de la temperatura y la humedad. Las temperaturas mayores a 25° C de promedio en las zonas bajas o intermedias, favorecen la multiplicación de la bacteria y el desarrollo de síntomas de MB. Sin embargo en zonas altas y frías (mayores a 2500 msnm), la bacteria no se multiplica pero se mantiene viva o latente en la papa aunque las plantas infectadas puedan o no mostrar síntomas, y transmitirla a los tubérculos en los cuales se mantienen en forma latente, produciendo severos brotes de la enfermedad cuando estos tubérculos se siembran en lugares cálidos. Fuente: ArgenPapa, (2013).

El patógeno puede sobrevivir en el suelo (en restos de plantas) y en la rizosfera de otros hospedantes (malezas, otros cultivos susceptibles y plantas voluntarias de papa). Además, el suelo adherido a las herramientas, los zapatos / sandalias o pies de las personas o el tránsito de los animales es una fuente de contaminación de la MB. Las picotas, azadones y arados usados en la siembra, el aporque y la cosecha, como están en contacto con la tierra, también pueden llevar la enfermedad hasta las parcelas sanas. La bacteria entra a las raíces por las heridas hechas por las herramientas durante el cultivo, heridas naturales, así como las producidas por nematodos e insectos. También se puede diseminar la bacteria de la planta enferma hacia sus vecinas con el agua de riego contaminada o el agua de escorrentía superficial después de la lluvia. Los tubérculos semilla se pueden contagiar cuando están llevadas en las mismas bolsas usadas para llevar los tubérculos enfermos. Fuente: ArgenPapa, (2013).

2.17. Productos fitosanitarios orgánicos

Macerado de tabaco (Insecticida orgánico)

Según Prometa (2004), el macerado está compuesto de hojas de tabaco, hacen que se forme un concentrado muy eficiente para controlar plagas de insectos que perforan tallos, hojas, frutos y raíces de plantas, provocando pérdidas en la producción. Estos insectos pueden afectar a las plantas desde la siembra hasta la cosecha y en algunos casos a frutos, tubérculos y granos almacenados, para combatirlos se le da los siguientes ingredientes: Para 10 mochilas de macerado de tabaco

- 1 mazo de tabaco - 1lt de alcohol - 30 cucharadas de Kerosén

Materiales: un recipiente de plástico con tapa

Preparación

Colocar el alcohol en una botella de plástico o vidrio, mejor si es de color oscuro. Añadir el tabaco molido y dejarlo por 48 horas en un lugar oscuro. Filtrar el macerado, añadir el Kerosén y mezclar bien.

Para controlar insectos masticadores en cultivos anuales usar una dosis de 1lt de macerado de tabaco por mochila de 20lt.

Macerado de paraíso (Insecticida orgánico)

Según prometa (2004), el macerado de paraíso controla pulgones y masticadores, son insectos que extraen la savia, de las plantas provocando heridas que las afectan progresivamente y las matan, para combatirlos se utiliza los siguiente ingredientes: para 5 mochilas de macerado de paraíso.

- 500 semillas de paraíso - 50 cucharadas de paraíso - 5lt de agua

Materiales: 1 recipiente de plástico con tapa

Preparación

Moler finamente las semillas y hojas de paraíso, luego echar agua hirviendo en un recipiente de plástico con tapa. Dejar macerar un día, filtrar antes de empezar a fumigar. Para controlar los pulgones y masticadores en cultivo de papa, maíz y otros, fumigar con una dosis de 1lt de macerado de paraíso por mochila de 20lt. la concentración se puede echar 1 ½ en caso de persistencia.

Caldo de Bórdales (Fungicida orgánico)

Según fundación Aclo Tarija (2008), el caldo de bórdales es un preparado casero más efectivo que se usa para prevenir y controlar el ataque de enfermedades fungosas u hongos, el caldo de bórdales se usa para combatir el pasmo negro o tizón tardío y pasmo amarillo o tizón temprano en el cultivo de papa. Cuando la enfermedad ya se ha presentado, aplicar caldo concentrado mediante fumigaciones cada 7 días, en caso

de ser necesario, aumentar la concentración doble. Ingredientes del caldo de bórdales para una mochila de 20lt.

- 200 gramos de sulfato de cobre
- 100 gramos de cal

Materiales:

- 2 recipientes de plástico con capacidad de 10lt
- 1 caña para revolver la mezcla
- 1 recipiente plástico con capacidad para 20lt
- 1 machete para probar la acidez

Preparación:

Moler el sulfato de cobre lo más fino posible y colocarlo en un recipiente plástico, disolver con agua tibia en 5lt de agua.

En un recipiente de plástico, disolver la cal en 5lt de agua.

Una vez disueltos ambos ingredientes, por separado, proceder a mezclarlos removiendo permanentemente. Echar el sulfato de cobre sobre la cal. Nunca al revés.

Comprobar si la acidez de la preparación es óptima para aplicar al cultivo, sumergiendo un machete en la mezcla. Si después de unos minutos, la parte metálica adquiere una mancha roja, es necesario agregar más cal para neutralizar el caldo.

2.18. Cosecha

Según la revista, Agrolibertad, (2012), la cosecha se realiza cuando el tubérculo ha alcanzado su madurez fisiológica a simple vista se determina cuando el follaje empieza a amarillarse indicando así que es momento de cortar el follaje y después de 15 días se realiza la cosecha.

2.19. Rendimiento

El rendimiento de papa a nivel mundial en el 2006 asciende a 16.08 y si bien América Latina registra un rendimiento mayor (16.42 Ton/ha), los niveles en América del Norte y Europa son los mayores de todo el mundo (Argenpapa, 2005). Según Molina *et-al.*, (2004) menciona que los rendimientos varían entre los 25 Ton/Ha con buen manejo del cultivo.

Según las cifras entregadas por los investigadores, Bolivia se acerca de esa manera al promedio internacional de rendimiento de 14.5 Ton/ha Aunque se conocen rendimientos muy superiores como es el caso excepcional de producciones de 45 Ton/ ha (FAO, 2008).

En Tarija los rendimientos de papa por hectárea, varía de acuerdo a las zonas donde se cultivan, la variedad Desirée tiene un rendimiento de 15 Ton/ha, en cambio la variedad revolución cuenta un rendimiento de 40 Ton/ha y la variedad marcela con un rendimiento de 50 Ton/ha. (Miranda, 2009).

2.20. Abonos Orgánicos

Según Cruz, (2005), el abono orgánico, es fertilizante que proviene de la degradación y mineralización de materiales orgánicos (estiércoles, desechos de la cocina, pastos incorporados al suelo en estado verde, etc.). Hay distintos tipos de abonos orgánicos: compuestos, verdes y de superficie Un Abono orgánico es un fertilizante que proviene de animales, humanos, restos vegetales de alimentos u otra fuente orgánica y natural.

2.20.1. Propiedades de los abonos orgánicos

Según la Revista Infoagro, (2011), los abonos orgánicos tienen unas propiedades, que ejercen unos determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad, básicamente actúan tres tipos de propiedades:

Propiedades físicas.- el abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes.

El abono orgánico mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.

Mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de este.

Disminuyen la erosión del suelo, tanto de agua como de viento.

Aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que absorbe más el agua cuando llueve o se riega, y retienen durante mucho tiempo, el agua en el suelo durante el verano.

Propiedades químicas.- los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH.

Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumentamos la fertilidad.

Propiedades biológicas.- los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios.

Los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente.

2.20.2. Importancia de los abonos orgánicos

Según el manual fonag, (2010), la importancia fundamental del uso de abonos orgánicos obedece a que éstos son fuente de vida bacteriana para el suelo y necesarios para la nutrición de las plantas. Los abonos orgánicos posibilitan la degradación de los nutrientes del suelo y permiten que las plantas los asimilen de mejor manera ayudando a un óptimo desarrollo de los cultivos.

Los abonos orgánicos no solo aumentan las condiciones nutritivas de la tierra sino que mejoran su condición física (estructura), incrementan la absorción del agua y mantienen la humedad del suelo. Su acción es prolongada, duradera y pueden ser utilizados con frecuencia sin dejar secuelas en el suelo y con un gran ahorro económico.

Según el manual fonag, (2010), los abonos orgánicos calientan el suelo y favorecen el desarrollo de las raíces, principal vía de nutrición de plantas; en las tierras en donde no existen su presencia, el suelo se vuelve frío y de pésimas características para el crecimiento su uso es recomendable para toda clase de suelos, especialmente, para aquellos de bajo contenido en materias orgánicas, desgastados por efectos de la erosión y su utilización contribuye a regenerar suelos aptos para la agricultura.

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos. No podemos olvidarnos la importancia que tiene mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental. Con estos abonos, se aumenta la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos, los cuales se aportará posteriormente con los abonos minerales o inorgánicos. Actualmente, se están buscando nuevos productos en la agricultura, que sean totalmente naturales. Fuente: Revista Infoagro, (2011).

Los abonos orgánicos ocupan un lugar muy importante en la agricultura ya que contribuye al mejoramiento de las estructuras y fertilización del suelo, con la utilización de los abonos orgánicos los agricultores pueden reducir el uso de los insumos externos y aumentar la eficiencia de los recursos de la comunidad, protegiendo al mismo tiempo la salud humana y el ambiente (Rodríguez, 2000).

2.20.3. Principales tipos de abonos orgánicos

2.20.3.1. Estiércol de Gallina

Según Labrador, (2001), la gallinaza se refiere a los excrementos de las gallinas, pero haciendo extensión también al de los pollos de engorde u otras aves en etapas de cría desarrollo, con o sin restos de pienso. Plumaz, agua material asados para cama. En general es un abono orgánico de composición heterogénea, no recomendable de usar en fresco y con amplias posibilidades para su uso como fertilizante tras seguir algún proceso de maduración y estabilización. Tiene 6.1% de nitrógeno, 502% de fósforo, 302% de potasio. Una aplicación de varias toneladas de gallinaza por hectárea (cantidad que depende de la fertilidad del suelo y del tipo de cultivo), puede suministrar suficiente nitrógeno y fósforo a la mayoría de las plantas cultivadas, aunque necesitan potasio adicional en cultivos existentes a este micro nutriente. El estiércol de gallinaza tiene un PH medio ácido a neutro.

Según Andrade, (2005), citado por Espinoza, (2008), la gallinaza es un abono orgánico proveniente de la descomposición de excretas de aves de dicha especie. Entre las **ventajas** de su aplicación se anota lo siguiente:

- Mejora las propiedades físicas y químicas del suelo.

- Aumenta el contenido de los macro y micronutrientes.
- Mejora la actividad biológica del suelo
- Es un abono orgánico de primera calidad a un bajo costo.
- No afecta el medio ambiente.
- Contiene bajos porcentajes de humedad (entre el 15 y 20 %).
- Retiene el fósforo y potasio, entre otros elementos
- El amonio es volatizado fácilmente, pero el nitrógeno se mantiene estable.

Espinoza, (2008), señala que el uso excesivo de gallinaza puede ocasionar efectos como el de la aplicación de úrea en las plantas, aumentando la sensibilidad de los cultivos al ataque de plagas y enfermedades. La gallinaza tiene mayor efecto residual con respecto a otros abonos orgánicos.

La revista Infoagro, (2003), menciona el estiércol de gallinaza es muy rico en nitrógeno y por lo tanto bastante fuerte. Es también bastante rico en calcio, por lo que hay que tenerlo en cuenta en suelos calcáreos y básicos. Dosis corriente de aplicación: 0'5- 3 T/Ha (0'05-0'3 Kg/m²).

Es la principal fuente de nitrógeno este abono orgánico tiene su principal características en la fertilidad del suelo con nutrientes como el nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro dependiendo de su origen, la mejor gallinaza es de las crías de gallinas ponedoras bajo techo y con piso cubierto, la gallinaza de pollos de engorde presenta residuos de coccidios taticos y antibióticos donde aportan menos que las ponedoras (Rodríguez, 2000).

2.20.3.2 Abono Orgánico Natural (abono bol)

Abono Orgánico Natural o también llamado tierras fosfatadas. Por las investigaciones y pruebas realizadas que concluye que este abono tiene un contenido normal de ácido fosfórico, puede ser aplicado directamente en el estado natural en que se encuentra, sin necesidad de ningún proceso físico, que hacerlo distorsionaría definitivamente sus propiedades y sus efectos los cultivos. Solo que por su potencia que tiene de abonar el suelo, es necesario que para su aplicación se tenga que realizar el estudio de suelos para determinar o calcular la cantidad exacta necesaria para su uso en suelo a ser utilizado y de acuerdo al tamaño del mismo. (Barrientos, 2011).

La bondad más valorativa de este abono de acuerdo a sus componentes naturales tienen la ventaja de fertilizar, regenerar y alimentar la tierra a través de la gran cantidad de nutrientes que permite alcanzar máximos niveles de expansión en el suelo, para tener productos de mayor calidad y rentabilidad así lo han demostrado los estudios que se hicieron. Este producto es apto para la utilización en la agricultura ecológica porque no ha sufrido ningún proceso químico de síntesis. Se encuentra en estado natural. Por todas las investigaciones realizadas hasta la fecha, se deduce que por su composición física y química es única es decir, que no se conoce de su existencia en otra parte del mundo. En Bolivia, después de explorar todo el territorio nacional, solo fue encontrado en el altiplano Boliviano. (Barrientos, 2011).

2.20.3.3. Abono Bocashi

Según FAO, (2011), la producción de abono tipo Bocashi es una práctica que fortalece los procesos de producción de los agricultores porque se produce más invirtiendo menos, al tiempo que recupera el suelo y mantiene por más tiempo la humedad.

A continuación se describen algunas ventajas del abono tipo Bocashi:

- Ayuda a la economía del agricultor, debido al bajo costo de su elaboración.
- Contribuye a obtener mejores resultados en la cosecha.
- Recupera el suelo y mantiene por más tiempo la humedad.
- El agricultor obtiene abono de buena calidad en 18 días.

Según prometa, (2004), el abono bocashi de 7 días tiene en su composición mayor cantidad de levadura y carbohidratos que sirven de alimento básico para los microorganismos, facilitando la reproducción de los mismos. La mayor cantidad de microorganismos deshace con facilidad la materia orgánica y los convierte en humus en menor tiempo. Ingredientes para obtener 5 quintales de abono Bocashi:

- 1 quintal de estiércol de gallina - 1 quintal de pasto picado
- 2 quintales de tierra vegetal - 4 kilos de carbón molido o ceniza
- 21 kilos de afrecho - ½ kilo de azúcar
- 4 cucharadas de levadura - agua

Preparación del abono orgánico de 7 días:

- Reunir todos los ingredientes, luego cortar todo el pasto en pedazos pequeños, después elegir un lugar con suelo firme y cerca del agua para preparar el abono.
- Colocar los ingredientes por capas: materia vegetal, tierra, estiércol, ceniza, afrecho y azúcar.
- Diluir el azúcar en agua y agregar a la preparación, realizar la prueba de puño para medir la humedad necesaria, luego mezclar bien y hacer un montón que llegue hasta el medio metro para dejar fermentar.

Hacer tres volteos o mezclas, en cada vuelta realizar la prueba del puño para ver si está húmedo y si está seco echar más agua.

2.20.3.4. Abono orgánico foliar

Según prometa, (2004), el abono foliar es el resultado de un proceso de fermentación que disuelve los elementos que lo componen.

La preparación es realizada en un recipiente plástico bien cerrado que no permite el ingreso del aire. La descomposición de los ingredientes da lugar a la formación de un jarabe concentrado de nutrientes que sirve para fumigar y que son absorbidos por las hojas de las plantas. Ingredientes para 20lt de abono foliar orgánico:

- ½ kg de chacaguano de hormiga - 1lt de leche - Agua
- ¼ kg de azúcar - ½ kg de alfalfa licuada
- 5 kg de bosta fresca (vaca) - 5lt de orina de vaca

Materiales:

- Manguera de suero - Botella descartable de 2lt - Turril metálico
- 2 tachos de plástico de 20lt - Manguera

Preparación:

- Echar el estiércol fresco junto con los orines en un turril con capacidad de 50 litros, y mezclar hasta diluir toda la bosta.
- A continuación se echa los restos vegetales picados (alfalfa), tierra vegetal (chacaguano o tierra hierbosa), la azúcar diluida en agua, y la leche.
- Mezclar bien todos los ingredientes, posteriormente se echa la preparación en el bidón de 20 litros, y le agregamos agua hasta llenar el bidón de 20 lt. y dejar fermentar durante 30 a 45 días.

- Una vez que se han incorporado todos los ingredientes al recipiente, taparlo y dejarlo fermentar durante 30 a 45 días en un lugar fresco.
- Para saber si la fermentación terminó entre 3 a 5 semanas ver la botella de agua presionando la tapa del tanque: si no salen burbujas es que el fertilizante foliar está listo. Entonces se abre el tacho, el olor debe ser a fermento y el color pardo verde.
- Para almacenar, se saca la nata que se formó encima, se envasa en botellas y se guarda en un lugar oscuro. Al fondo del tacho queda una borra que se echa al terreno como abono.

2.21. Cuadro comparativo de valores de elementos (N, P, K, M.O y pH)

Cuadro N° 4. Cuadro comparativo de valores de elementos (N, P, K, M.O. y pH)

N°	ABONOS	N	P	K	MO	PH
1	ABONOBOL	0,470%	134,35 ppm	2,41 meq/100g	7.75	7.86
2	BOCASHI	1,470%	323,62 ppm	3,04 meq/100g	32.62	7.57
3	GALLINAZA	2,730%	362,52 ppm	3,74 meq/100g	89.95	6.40
4	SUELO (TESTIGO)	0,131%	6,54 ppm	0.25 meq/100g	1,96%	6,51

Fuente: Laboratorio de Sedag, (2012)

CAPÍTULO III

1. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del área de estudio

3.1.1 Localización

El área de estudio se encuentra ubicada en el departamento de Tarija provincia Cercado en la Zona de Torrecillas que dista aproximadamente 7 Km de la ciudad. La capital del departamento de Tarija, cuyas coordenadas geográficas son las siguiente: 21° 32' 48" de latitud sur y 64° 42' 39" de latitud Oeste y a una altura de 1849 m.s.n.m. con vientos de sur a norte.

Fig. 3. Localización





Zona de Estudio

Fig.:4 Zona de estudio

1.2.Características climáticas

1.2.1. Clima

El clima que presenta la zona de Torrecillas es templado y seco de acuerdo a los fenómenos meteorológicos

3.2.2. Temperatura

En el siguiente cuadro, se presenta un resumen de las temperaturas de los últimos cinco años, tomando como base de datos la información del SENAMHI de la estación meteorológica más cercana a la zona de Torrecillas que sería la estación del aeropuerto (Ubicada en la ciudad de Tarija).

Cuadro N° 5. Resumen de temperaturas para los últimos cinco años:

Temperaturas	°C
Media anual de los últimos 5 años	17.8
Máxima promedio de los últimos 5 años	25.8
Mínima promedio de los últimos 5 años	9.9
Máxima extrema de los últimos 5 años	39.3
Mínima extrema de los últimos 5 años	-9.2

Fuente: SENAMHI. (2007)

3.2.3. Humedad

La humedad relativa para esta estación meteorológica promedio de los últimos 5 años es de 65.1%.

3.2.4. Precipitaciones

Las precipitaciones en la zona de Torrecillas se presentan con gran frecuencia en los meses de Diciembre, Enero, Febrero y parte de Marzo, y los meses más secos del año son los meses de Junio, Julio y Agosto.

Cuadro N° 6. Resumen de Precipitaciones para los últimos cinco años:

Precipitación	Mm/año	año
Altura de precipitación media	606.9	2007 - 2011
Año más lluvioso	760.2	2008
Año más seco	479.2	2010
Precipitación máxima diaria	125.0	2007 - 2011

Fuente: SENAMHI. (2007)

3.2.5. Vientos

La predominancia de los vientos en esta comunidad es de sur a norte con una velocidad promedio de los últimos cinco años de 7,0 Km/hrs.

3.3. Características Agroecológicas

3.3.1. Suelos

Los suelos de la zona de Torrecillas están formados por intercalación de grava, arena con limo y arcilla. Los suelos que presentan las parcelas de estudio es franco arcilloso (FY).

3.3.2. Hidrografía

La zona de estudio se encuentra ubicada en la cuenca del Alto Guadalquivir, dentro del área de riego del proyecto múltiple San Jacinto.

3.3.3. Ganadería

En su generalidad, la fauna de esta zona de Torrecillas de la provincia Cercado, está compuesta por Bovinos, caprinos, ovinos, porcinos y avícolas en la cuales son criados en forma rudimentaria para los trabajos de campo y consumo.

3.3.4. Vegetación

Cuadro N° 7. Vegetación de la zona

Nombre común	Nombre científico	Familia
Estrato arbóreo		
Sauce	Salix babilónica	Salicaceaea
Chañar	Geoffrea decorticans B.	Fabáceae
Molle	Schinus molle L.	Anacardiaceae
Churqui	Acacia caven M.	Fabaceae
Eucalipto	Eucalipto sp.	Myrtaceae
Vegetación herbácea		
Suncho	Viguiera lanceolata sp.	Orchidaceae
Saitilla	Bidens pilosa L.	Alismataceae
Liga Liga	Psitacantus cuneifolius	Lotantataceae
Frutales		
Duraznero	Prunus pérsica	Rosáceae
Nogal	Juglan regia	Juglandácea
Vid	Vitis vinífera	Vitáceae
Plantas cultivadas		
Maíz	Zea maíz	Gramíneae
Cebolla	Allium cepa	Liliáceae
Papa	Solanum tuberosum L.	Solanáceae
Tomate	Lycopersicum sculentum	Solanáceae

Fuente: Elaboración propia, (2012)

3.4. Materiales

3.4.1. Material Vegetal

Se utilizó como material vegetal, la papa (*Solanum tuberosum*), semilla tamaño II de la categoría certificada de la variedad Desirée proveniente de la zona de Marañoelo con las siguientes características:

Planta

Follaje: Se desarrolla rápidamente
Madurez: Temprana
Rendimiento: Bueno

Tubérculo

Piel: Roja
Pulpa: Amarilla clara
Forma: Oval alargada

3.4.2. Insumos

T₁ = Abono Orgánico Natural (abonobol)

T₂ = Abono de Bocashi

T₃ = Abono de Gallinaza

T₄ = Testigo

3.4.3. Material de campo

- Wincha
- Estacas
- Vernier calibrador
- Manguera
- Letreros

- Pala, pico, azada, machete.
- Bolsas
- Alambre
- Romana y balanza
- Cámara fotográfica
- Nailon
- Flexo metro
- Geotermómetro

3.4.4. Material de gabinete

- Computadora
- Calculadora
- Libreta de anotaciones

3.5. Diseño experimental

El diseño experimental en el trabajo es bloques al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones.

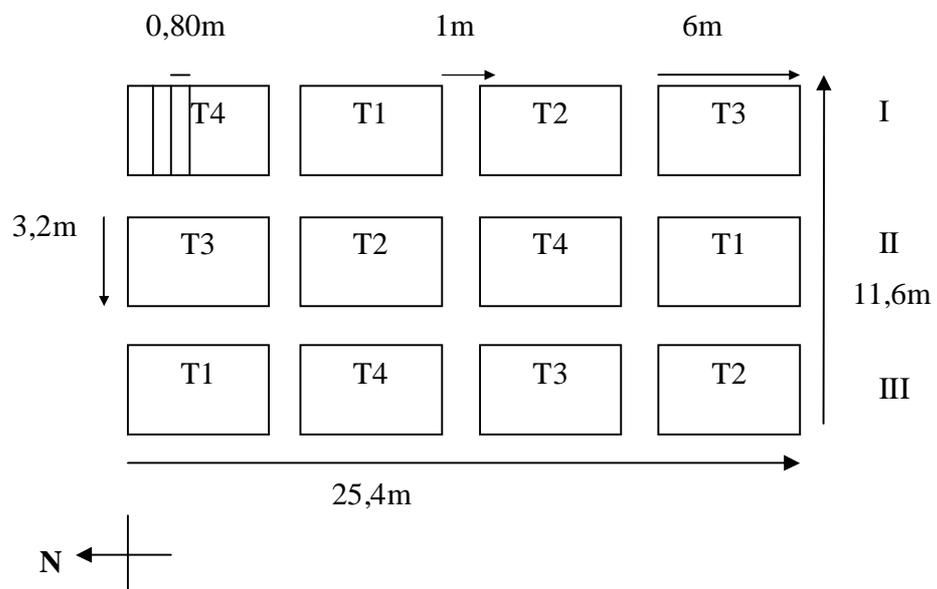
Datos:

Largo de la parcela = 6 m

Ancho de la parcela = 3,2 m

Ancho del surco = 0.80 m

Distancia entre plantas = 0,30 m
 Numero de surcos por u.e. = 7 surcos
 Número de unidades experimentales = 12
 Distancia de parcela a parcela = 1 m
 Superficie neta del ensayo = 294,64m²



3.6. Preparación y adquisición de abonos orgánicos

3.6.1. Abono Bocashi

Este abono no se comercializa en el mercado ya preparado, por lo que es necesario adquirir sus componentes.

Se realizó en el mes de julio del 2012 con los siguientes materiales:

- 50kg de abono de gallina
- 22 kg afrecho
- ½ kg de azúcar
- 100 gr de levadura
- 4 kg de ceniza
- 2 bolsas de pasto picado
- 50 kg de tierra vegetal
- Agua

Preparación

Siguiendo las recomendaciones de Prometa, se cortó el pasto en pedazos pequeños, luego se echo 20 lt de agua en un tacho se mezcló ½ kg azúcar y los 100gr de levadura. Posteriormente se colocaron los materiales por capas:

En la primera capa se echo $\frac{1}{2}$ bolsa de pasto picado de 1,5 x 1.5 m a una altura aprox. De 5 cm.

Segunda capa se echo $\frac{1}{2}$ bolsa de gallinaza, luego se incorporó agua más levadura hasta humedecer.

Tercera capa se echo ceniza $\frac{1}{2}$ palada.

Cuarta capa se echo $\frac{1}{2}$ bolsa tierra vegetal, luego se echo agua más levadura y agua

Quinta capa se incorporó $\frac{1}{2}$ bolsa de afrecho otra capa. Posteriormente se hizo repeticiones por capas hasta que se acabe el material.

Luego se realizó volteos o mezclas tres veces, en cada vuelta hizo la prueba del puño para ver si esta húmedo y si está seco echar más agua. El número de días de ejecución fue de 51 días durante el cual también se tomaron temperaturas.

3.6.2 Abono orgánico Natural (Abonobol)

Se adquirió un quintal de abonobol (Bojoi SRL), el cual es tierra fosfatada proveniente del altiplano boliviano.

3.6.3 Abono de gallina

La adquisición del abono de gallina fue de la localidad de torrecillas adquiridas de granjas de gallina ponedoras.

3.6.4 Fertilizante foliar orgánico

El abono foliar es el resultado de un proceso de fermentación que disuelve los elementos que lo componen.

La preparación se realizó en un recipiente plástico bien cerrado que no permite el ingreso del aire.

Se realizó en la fecha 22 septiembre del 2012 con los siguientes materiales:

- ½ kg de chacaguano de hormiga - 1lt de leche - Agua
- ¼ kg de azúcar - ½ kg de alfalfa licuada
- 5 kg de bosta fresca (vaca) - 5lt de orina de vaca

Materiales:

- Manguera de suero - Botella descartable de 2lt - Turril metálico
- 2 tachos de plástico de 20lt - Manguera.

Preparación

Siguiendo las técnicas de Prometa, se echo estiércol fresco junto con los orines en un turril con capacidad de 50 litros, y se mezcló hasta diluir todo el estiércol bovino, a continuación se echo los restos vegetales picados (alfalfa), tierra vegetal (chacaguano), la azúcar diluida en agua, y la leche. Luego se mezcló bien todos los ingredientes en el turril, posteriormente se hecho la preparación en el bidón de 20 litros, y le agregó agua hasta llenar el bidón, a continuación se procedió a taparlo para dejarlo fermentar durante 45 días.

3.6.5. Caldo de bórdales

Los Ingredientes que se utilizaron en la preparación del caldo de bórdales son los siguientes: para una mochila de 20lt.

- 200 gramos de sulfato de cobre
- 100 gramos de cal

Materiales:

- 2 recipientes de plástico con capacidad de 10lt
- 1 caña para revolver la mezcla
- 1 recipiente plástico con capacidad para 20lt
- 1 machete para probar la acidez

Preparación

Siguiendo la recomendación de la fundación Aclo, se tuvo que moler el sulfato de cobre lo más fino posible y colocarlo en un recipiente plástico, luego se procedió a disolver con agua tibia en 5lt de agua.

En un recipiente de plástico, disolver la cal en 5lt de agua, una vez disueltos ambos ingredientes por separado, se procedió primero a echar la cal en un recipiente plástico, luego se echo el sulfato de cobre y se mezcló. Posteriormente se comprobó la acidez con un machete.

3.6.6. Macerado de paraíso

Se realizo el 26 de octubre del 2012 con los siguientes ingredientes: para 5 mochilas de macerado de paraíso.

- 500 semillas de paraíso - ¼ kilo de hojas de paraíso - 5lt de agua

Materiales: 1 recipiente de plástico con tapa.

Preparación

Siguiendo la técnica de Prometa, se trituró finamente las semillas y hojas de paraíso, luego se echo agua hirviendo en un recipiente de plástico con tapa. Y se dejo fermentar durante un día, posteriormente se filtro antes de empezar a fumigar.

3.6.7. Macerado de tabaco

Ingredientes: Para 10 mochilas de macerado de tabaco

- 1 mazo de tabaco - 1lt de alcohol - ½ litro de Kerosén

Materiales: un recipiente de plástico con tapa

Preparación

Siguiendo las técnicas de Prometa, se coloco el alcohol en una botella de plástico, posteriormente se añadió el tabaco molido y se dejo fermentar durante 48 horas en un lugar oscuro. Posteriormente se filtró el macerado, luego se añadió el Kerosén y se mezclo bien.

3.7. Metodología

3.7.1 Desarrollo del trabajo

3.7.1.1 Preparación del terreno

Se realizó una labor agrícola empleando el tractor con el implemento de arado de discos para remover el suelo hasta una profundidad aproximada 30 – 40 cm, para facilitar el desarrollo del cultivo, esta labor se realizó en el mes de agosto después de los 8 días se procedió a realizar su correspondiente pasadas de rastra (Tractor Agrícola) con la finalidad de dejar el suelo más mullido.

3.7.1.2. Riego

El riego empleado en el área de estudio fue por gravedad (Agua proporcionada por el proyecto múltiple san Jacinto) para tener humedad en el terreno este riego se efectuó el 21 de agosto para después emplear el tractor agrícola.

3.7.1.3. Fertilización

La fertilización se realizó en base al requerimiento del cultivo 94 – 28 - 126 y la interpretación del análisis de suelo. Fuente: Rodríguez, Ramiro (2007).

Cuadro N° 8. Fertilización

Nutrientes	Req. Del cultivo 25 Ton	Contenido del suelo	Nutrientes faltantes
N	94	53,6	40
P ₂ O	28	4,3	24
K ₂ O	126	206	80

3.7.1.4. Siembra

El tubérculo semilla es almacenada para que germine y pasa por un periodo de reposo o dormancia de 2 a 3 meses antes de poder sembrarse, el tubérculo debe presentar brote de 0,5 a 1 cm de altura

El proceso de siembra se realizo el 16 de septiembre, previo al mismo se procedió a la marcación y el trazado de los surcos respectivos a un distanciamiento de ochenta centímetros, surco a surco, se adquirió papa semilla tamaño II categoría certificada de la variedad Desirée.

La misma que fue sembrada con un distanciamiento de treinta centímetros entre plantas, colocando un tubérculo por golpe.

Cada parcela consta de siete surcos, en la cual entraron setenta semillas en cada parcela de 19,20m², en toda la superficie de la zona de estudio entraron ochocientas cuarenta semillas.

3.7.1.5. Riego

Cuadro N° 9. Riegos efectuados

NÚMERO	FECHA	HORAS DE RIEGO
1	21/08/12	7
2	26/09/12	4
3	03/10/12	3
4	11/10/12	3
5	24/10/12	2
6	28/11/12	3
7	05/12/12	4

Fuente: elaboración propia, (2012)

3.7.1.6. Abonos empleados en la siembra

Cuadro N° 10. Cantidad de abono orgánico incorporado en la siembra, ver anexo (6)

NÚMERO	ABONOS	CANTIDAD (kg)
1	Abonobol	16,3
2	Bocashi	5,2
3	Gallinaza	2,8
4	Testigo	0

Fuente: Elaboración propia, (2012)

3.8. Seguimiento agronómico

3.8.1. Emergencia

La emergencia de la planta de papa tuvo lugar a los quince días después de la siembra

3.8.2. Identificación de plagas y enfermedades

3.8.2.1. Identificación de plagas

Se identificó la plaga gorgojo. El gorgojo adulto es del color de la tierra, no vuela, sólo camina. Cuando las plantas de papa empiezan a salir con las primeras lluvias, el gorgojo adulto despierta al sentir la humedad y el calor de la tierra. En el día se oculta debajo de terrones de tierra y piedras. En la noche sale a comer las hojas de la planta de papa, haciendo cortes en forma de media luna.

3.8.2.2. Identificación de enfermedades

Se identificó la enfermedad del tizón temprano que se caracteriza por afectar al follaje y estar difundida en zonas húmedas y de altas temperaturas, los síntomas se observan en las hojas y en menor grado, en los tallos donde se forman manchas necróticas, marcadas internamente por series de anillos concéntricos. Las lesiones en las hojas rara vez son circulares porque son restringidas por las nervaduras principales. Usualmente aparecen alrededor de la floración y van aumentando en número a medida que van madurando las plantas.

Se identificó la enfermedad de la marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*), el síntoma característico de la enfermedad es la marchitez, y a veces un ligero amarilla

miento. La marchitez puede iniciarse en un solo lado de la hoja, tallo o planta. Otro de los síntomas consiste en un oscurecimiento de los haces vasculares que se puede observar externamente o al hacer un corte transversal del tallo. Si el desarrollo de la enfermedad es rápido, toda la planta se marchita sin mostrar amarillamiento.

3.8.3. Control de plagas

Las plagas encontradas en desarrollo del cultivo, después de varias observaciones se detectó la presencia del pulgón y gorgojo de los andes, para su control se utilizó el insecticida orgánico macerado de paraíso de 1 ½ lt por mochila de 20lt y macerado de tabaco de 1lt por mochila de 20lt.

3.8.4. Control de enfermedades

Las enfermedades encontradas en el ensayo de campo fueron las siguientes: tizón temprano o pasmó amarillo, un problema fitosanitario del cultivo de papa. Para prevenir esta enfermedad se utilizó Fungicida orgánico caldo de bórdales para una mochila por 20lt y abono foliar orgánico de 1lt por mochila de 20lt.

3.9 Labores culturales

3.9.1. Carpida

La carpida se realizó en octubre en cada una de las parcelas, es una labor que se realiza con el fin de ablandar el suelo y de esa manera oxigenar, además de controlar las malezas, esta actividad se realiza con uso de azadas y azadones.

3.9.2. Aporque

El aporque se realizó en noviembre, misma que consiste en arrimar la tierra a lo largo del surco en la base de la planta para favorecer la formación de los tubérculos, protegerlos de la luz y de los daños de insectos, conservar mejor la humedad de los suelos y facilitar el drenaje en las zonas de las raíces, facilitar la aireación.

3.9.3. Defoliación

Una vez que la planta ha alcanzado su madurez fisiológica se procedió a la defoliación, esta práctica se realizó de manera manual.

3.9.4. Cosecha

Habiendo concluido el ciclo fisiológico de la planta, la misma empezó a mostrar un amarillamiento de la parte vegetativa de la planta, lo que nos demuestra que el cultivo se encuentra en condiciones de cosecha, también se revisó el estado de madurez de

los tubérculos y con estos datos se decidió realizar la labor de cosecha la misma que fue efectuada el veintitrés de diciembre de manera manual.

Se cosechó diez plantas al azar de los surcos centrales de cada parcela esta labor se realizó individualmente por cada tratamiento y por cada repetición, luego de haber obtenido los tubérculos, mismos fueron cuidadosamente pesados para determinar el rendimiento obtenido de cada uno de los tratamientos y sus respectivas repeticiones.

3.10. Variables analizadas

3.10.1. Porcentaje de emergencia

Para determinar el porcentaje de emergencia se evaluó a partir de la siembra y desde el momento en que emergen los primeros brotes a la superficie, para ello se procedió a contar el número de plantas que emergen por unidad y lo que se experimenta durante la segunda, tercera y cuarta semana.

El control se efectuó cada siete días, empezando de los 15 días después de la siembra.

3.10.2. Número de Tallos /planta

Se selecciono diez plantas al azar de los surcos centrales y se procedió al conteo de los tallos principales de la planta en cada parcela.

3.10.3. Altura de planta

Para esta variable se seleccionó diez plantas al azar de los surcos centrales de cada tratamiento por unidad experimental y así con cada bloque se procedió a medir desde la base de la planta hasta la última hoja.

3.10.4. Diámetro del tubérculo

Para esta variable se eligieron diez tubérculos al azar y se procedió a medir el diámetro de cada tubérculo con el vernier.

3.10.5. Número de tubérculos por planta

Para esta variable se tomaron diez plantas al azar de los surcos centrales de cada unidad experimental, para contar el número de tubérculos de cada planta, luego se realizó una media de todas las plantas seleccionadas.

3.10.6. Rendimiento de tubérculos por parcela (Kg)

Para determinar el rendimiento de tubérculos por parcela de los diferentes tratamientos, se procedió a pesar todos los tubérculos por unidad experimental (de diez plantas al azar) de cinco surcos de las tres repeticiones en este sentido, los rendimientos logrados se expresan en kg/parcela.

3.10.7. Rendimiento de tubérculos en Ton/Ha

Para determinar el rendimiento de tubérculos tn/ha, de los diferentes tratamientos se procedió a pesar todos los tubérculos por unidad experimental (de diez plantas al azar) de cinco surco de las tres repeticiones en este sentido los rendimientos logrados se expresan en ton/ha.

3.11. Análisis económico

El análisis económico se realizó en función a los costos de producción (incluye todos los gastos efectuados en el cultivo), los ingresos obtenidos a partir del precio de venta de la variedad Desiré en el mercado local y las utilidades correspondientes, expresadas en Bs.ha⁻¹.