

CAPÍTULO 1

1.1 ANTECEDENTES

La papa es uno de los cultivos alimenticios más importantes, es superior a todos los otros cultivos en la producción de proteína por unidad de tiempo y superficie, y en la producción de energía.

En cuanto al consumo humano, la papa ocupa el quinto lugar, y el cuarto lugar en cuanto al valor de la producción mundial, después del trigo, arroz y maíz (Horton, 1987).

Se utiliza para una variedad de propósitos y no solo como un vegetal a ser cocinado. De hecho, es probable que menos del 50 por ciento de las papas sembradas en todo el mundo se consuman frescas. El resto se transforma en productos o ingredientes alimenticios de papa (CIP, 2015).

El consumo mundial de papa como alimento está pasando de las papas frescas a las de valor añadido o procesadas como productos alimenticios, situación notoria que se ha denotado en nuestro país en los últimos años

La papa es típicamente cultivada en pequeñas superficies dentro de las zonas agroecológicas del país, con una producción (2016-2017) de 1 millón 120 mil toneladas de papa anuales en 191 mil hectáreas, con rendimientos de 5,9 toneladas por hectárea, Bolivia consume aproximadamente 1,1 millón de toneladas de papa al año y el consumo per cápita es de 108 kilogramos (IBCE).

Al ser un alimento altamente importante en la alimentación, es un producto procesado por una cantidad considerable de empresas establecidas en las ciudades de eje central.

Las papas congeladas y deshidratadas son uno de los productos procesados más antiguos que todavía se elaboran en Bolivia. Comúnmente llamado “chuño”. No obstante, en los últimos años ha surgido una actividad creciente en torno al expendio de comida rápida, que utiliza como acompañamiento esencial la papa frita.

Si bien en la actualidad se cuenta con un sin número de variedades de papa en el mercado, no todas reúnen las características requeridas. Las papas destinadas a elaborar productos fritos deben cumplir ciertas características especiales, las cuales permiten elaborar papas fritas de alta calidad (Moltaldo, 1984; Lisinska y Leszczynski, 1989).

las características que los fabricantes de papa frita en el país buscan en la materia prima, principalmente al momento de realizar la compra involucran características físicas como ser tubérculos de tamaño grande (alargado o redondo), de pocos ojos y superficiales, de piel delgada y lisa, limpios y libres de impureza, uniformes (entre lotes); entre las características biológicas buscan tubérculos libres de enfermedades y entre las características organolépticas tubérculos no amargos y de color uniforme (PROINPA, 2001).

Dada la creciente demanda de papas para ser usadas por la actividad de expendio de comida rápida también en crecimiento acelerado, se hace necesario incorporar al proceso productivo a escala comercial de nuevas variedades de papa con estas características, por lo que se ha visto por conveniente probar el comportamiento de nuevas variedades en las condiciones edafoclimáticas del Valle Central de Tarija, evaluando sus características agronómicas y morfológicas.

2.1 JUSTIFICACIÓN

Es claramente notorio que la papa es el artículo prioritario en la alimentación del 80% de los bolivianos y por consiguiente el tercer cultivo más importante del país, no obstante, a pesar de la gran importancia que tiene la producción es baja, si bien la papa importada afecta la economía de los productores nacionales, existe la problemática del monocultivo de algunas variedades.

Bolivia es uno de los países que tiene una cantidad amplia de variedades de papa, pero a pesar de eso los productores se centran en el cultivo solo de algunas de ellas afectando la diversidad agrícola y, por consiguiente, afectando el abastecimiento de papa para consumo e industria.

Este último en particular requiere papas con características específicas, también necesita contar con proveedores que le garanticen calidad varietal y un abastecimiento regular.

A efecto de esta situación surgió el presente trabajo de investigación cuya finalidad fue evaluar el potencial productivo de cuatro variedades de papa destinados para la elaboración de papa frita con respecto a las condiciones de la zona de estudio.

la presente investigación, implicó efectuar un análisis del comportamiento de cuatro variedades de papa, de las cuales tres son variedades nuevas poco difundidas con potencial frente a la variedad Desirée altamente producida y comercializada.

Con este trabajo busco evaluar si estas variedades tienen un buen potencial productivo, además de las características morfológicas en el tubérculo que demanda el mercado interno.

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1. Objetivo general.

Evaluar el potencial productivo de cuatro variedades de papa en el Centro Experimental de Chocloca (C.E.CH.).

1.3.2. Objetivos Específicos.

- ❖ Comparar variables fenológicas en las variedades Desirée, Pinker, Pafrita y Única rosada.
- ❖ Determinar los días de madurez comercial para las variedades Pinker, Pafrita y Única rosada, en las condiciones de clima y suelos del Valle Central de Tarija.
- ❖ Identificar la variedad o variedades que logren mayores rendimientos en campo dentro del CECH.

1.4. HIPÓTESIS.

No existen diferencias significativas en el rendimiento de las variedades de papa Pinker, Pafrita y Única Rosada frente a la variedad Desirée

CAPÍTULO II

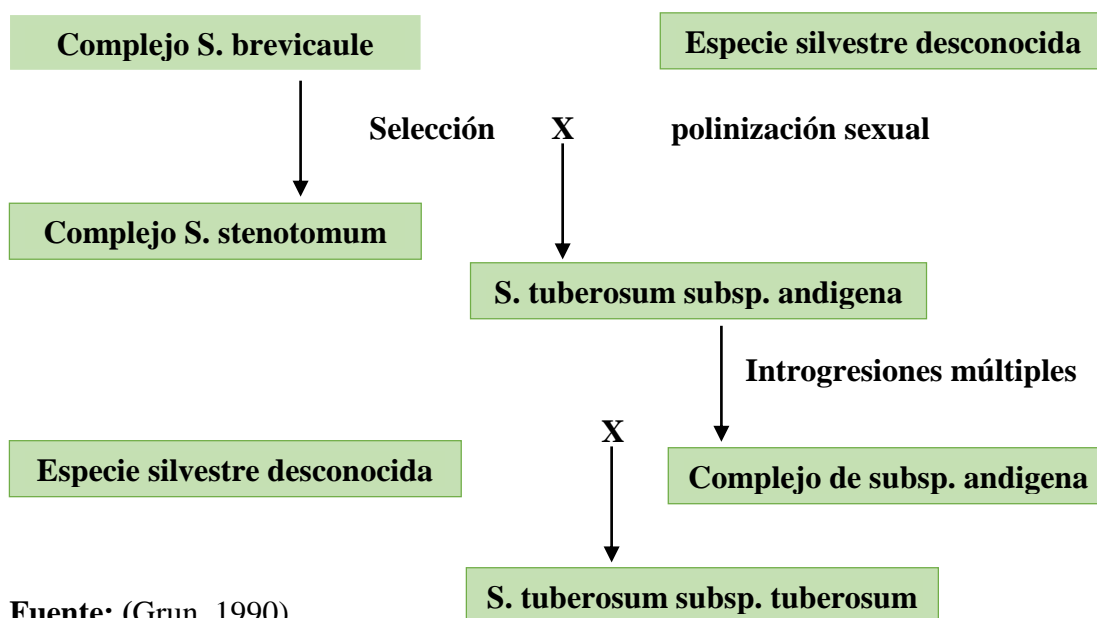
MARCO TEÓRICO

2.1 ORIGEN DEL CULTIVO DE LA PAPA

La papa (*Solanum tuberosum* L.) fue domesticada por los ancestros de los agricultores andinos y fue cultivada, por lo menos, desde hace más de 7.000 años. Su centro de origen estaría ubicado en las tierras altas de los Andes localizadas entre el centro del Perú y el centro de Bolivia. Con el tiempo, el área de cultivo se extendió a muchos países de América Latina. En la actualidad aún existen cultivares de papas nativas o tradicionales en México, Guatemala, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina y Chile. La papa fue introducida a Europa después del descubrimiento de América. (Huamán et al. 1997).

En el altiplano entre Perú y Bolivia, alrededor del lago Titicaca, se encuentra la mayor variabilidad genética de especies silvestres y variedades cultivadas. La papa fue domesticada hace por lo menos 10.000 años en el altiplano (Engel, 1964), por la mujer cuando el hombre se dedicaba a la caza y a la pesca.

Cuadro N° 1 Evolución de las papas cultivadas



2.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

La papa (*solanum tuberosum*) es un cultivo herbáceo anual que crece hasta 100 cm (40 pulgadas) de altura. A medida que crece la planta, sus hojas compuestas fabrican almidón que es transferido a las terminaciones de sus tallos subterráneos (o estolones). Los tallos se van engrosando para formar unos cuantos o hasta un máximo de 20 tubérculos cerca de la superficie del suelo. El número de tubérculos que llegan realmente a la madurez depende de la humedad y los nutrientes disponibles en el suelo. Los tubérculos pueden variar de forma y tamaño, y normalmente pesan 300g (10.5 onzas) cada uno.

Al término de la temporada de crecimiento, las hojas y tallos de la planta se marchitan a nivel del suelo y los nuevos tubérculos se desprenden de sus estolones. Los tubérculos sirven después como almacén de nutrientes que le permiten a la planta sobrevivir al frío y más tarde rebrotar y reproducirse. Cada tubérculo tiene entre dos y hasta 10 brotes (u “ojos”), dispuestos en forma de espiral alrededor de su superficie. Los brotes generan rebrotes que crecen como nuevas plantas cuando las condiciones se vuelven favorables nuevamente (CIP, 2015).

Principales Características de *S. tuberosum*:

- ❖ Periodo vegetativo corto, de tres a cuatro meses. Floración escasa y por corto tiempo. Polen estéril en muchas variedades. Escasa o ninguna producción de bayas.
- ❖ Periodo corto de reposo del tubérculo.
- ❖ Baja calidad para el consumo (peso específico bajo; 1060-1070 o menos).
- ❖ Baja calidad para almacenamiento.
- ❖ Bajo porcentaje de almidón.
- ❖ Bajo porcentaje de materia seca.
- ❖ Tubérculo de muy buena forma.
- ❖ Ojos superficiales.
- ❖ Resistencia al tizón tardío (*phytophthora infestans*), solo a ciertas razas.
- ❖ Generalmente muy poca “resistencia parcial”.

- ❖ Tubérculos de tamaño grande y escasos.

Fuente: (Nelson Estrada Ramos, 2000).

2.3 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

La papa pertenece a la familia de floríferas de las solanáceas, del genero solanum, formado por otras mil especies. El *S. tuberosum* se divide en dos subespecies apenas diferentes; la andigena, adaptada a condiciones de días breves, cultivada principalmente en los Andes, y *tuberosum*, la variedad que hoy se cultiva en todo el mundo (FAO, 2008).

Cuadro N°2 Clasificación Botánica

Reino	Vegetal
Phylum	Telemophytae
División	Tracheophytae
Subdivisión	Anthophyta
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotyledonea
Grado Evolutivo	Metachlamideae
Grupo de Ordenes	Tetraciclicos
Orden	Polemoniales
Familia	Solanaceae
Nombre Científico	<i>Solanum Tuberosum</i> L.
Nombre Comun	Papa

Fuente: (Acosta 2017).

2.4 BOTÁNICA SISTEMÁTICA Y MORFOLOGÍA DE LA PAPA

2.4.1 Hábito de crecimiento

La papa es una planta herbácea. Su hábito de crecimiento varía entre las especies y dentro de cada especie. Cuando todas hojas (o casi todas) se encuentran cerca de la base o en la base de los tallos cortos, y están cerca del suelo, se dice que la planta tiene hábito de crecimiento arrosetado o semiarrosetado.

Entre las demás especies se puede encontrar los siguientes hábitos de crecimiento:

- ❖ Rastrero (tallos que crecen horizontalmente sobre el suelo).
- ❖ Decumbente (Tallos que se arrastran pero que levantan el ápice).
- ❖ Semierecto y erecto.

2.4.2 Raíces

Las plantas de papa pueden desarrollarse a partir de una semilla o de un tubérculo. Cuando crecen a partir de una semilla, forman una delicada raíz axonomorfa con ramificaciones laterales. Cuando crecen de tubérculos, primero forman raíces adventicias en la base de cada brote 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 un sistema radicular débil, por lo cual necesita un suelo de muy buenas condiciones físicas y químicas para su desarrollo. El tipo de sistema radicular varía de delicado y superficial a fibroso y profundo (Juan Inostroza F., Patricio Méndez L., Lorena Sotomayor T.).

2.4.3 Tallos

El sistema de tallos de la papa consta de tallos, estolones, y tubérculos. Las plantas provenientes de semilla verdadera tienen solo un tallo, principal mientras que las provenientes de tubérculo-semilla pueden producir varios tallos. Los tallos laterales son ramas de los tallos principales.

En el corte transversal, los tallos de papa presentan formas entre circulares y angulares. A menudo, en los márgenes angulares se forman alas o costillas. Las alas pueden ser rectas, onduladas o dentadas. El tallo generalmente es de color verde y algunas veces puede ser de color marrón-rojizo o morado. Los tallos pueden ser sólidos o parcialmente tubulares debido a la desintegración de las células de la medula (Juan Inostroza F., Patricio Méndez L., Lorena Sotomayor T.).

2.4.4 Estolones

Morfológicamente descritos, los estolones de la papa son tallos laterales que crecen horizontalmente por debajo del suelo a partir de las yemas de la parte subterránea de los tallos. Los estolones largos son comunes en las papas silvestres y el mejoramiento de la papa tiene como una de las metas obtener estolones cortos.

Los estolones pueden formar tubérculos mediante un agrandamiento de su extremo terminal. Sin embargo, no todos los estolones llegan a forma tubérculos. Un estolón no cubierto con suelo, puede desarrollarse en un tallo vertical con follaje normal (Juan Inostroza F., Patricio Méndez L., Lorena Sotomayor T.).

2.4.5 Tubérculos

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

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

Los ojos del tubérculo de papa corresponden a los nudos de los tallos; las cejas representan las hojas, y las yemas del ojo representan las yemas axilares. Las yemas de los ojos pueden llegar a desarrollarse para formar un nuevo sistema de tallos principales, tallos laterales y estolones. Generalmente cuando el tubérculo ha madurado, las yemas de los ojos están en estado de reposo y, por ello, no pueden desarrollarse. Al cabo de cierto tiempo, dependiendo de la variedad, las yemas del ojo apical son las primeras en salir de reposo. Esta característica se llama dominancia apical. Más tarde, las yemas de los otros ojos se desarrollan para convertirse en brotes.

En la mayoría de las variedades comerciales la forma del tubérculo varía entre redonda, ovalada y oblonga. Además de estas formas, algunos cultivares primitivos producen tubérculos de diversas formas irregulares.

En un corte longitudinal el tubérculo muestra los elementos siguientes desde el exterior hacia el interior: peridermo o piel, corteza, sistema vascular, parénquima de reserva y tejido medular o medula (Juan Inostroza F., Patricio Méndez L., Lorena Sotomayor T.).

2.4.6 Brotes

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

El extremo basal del brote forma normalmente la parte subterránea del tallo y se caracteriza por la presencia de lenticelas. después de la siembra, esta parte rápidamente produce raíces y luego estolones o tallos laterales. El extremo apical del brote da origen a las hojas y representa la parte del tallo donde tiene lugar el crecimiento del mismo (Juan Inostroza F., Patricio Méndez L., Lorena Sotomayor T.).

2.4.7 Hojas

Las hojas están distribuidas en espiral sobre el tallo. Normalmente, las hojas son compuestas, es decir, tienen un raquis central y varios folíolos. Cada raquis puede llevar varios pares de folíolos laterales primarios y un folíolo terminal. La parte del raquis debajo del par inferior de folíolos primarios se llama pecíolo. Cada folíolo puede estar unido al raquis por un pequeño pecíolo llamado peciólulo, y en este caso se llama folíolo séstil.

La secuencia regular de estos folíolos primarios puede estar interceptada por la presencia de folíolos secundarios pequeños. En la base de cada pecíolo se encuentran dos hojuelas laterales llamadas seudoestípulas. Desde el punto de inserción del pecíolo puede extenderse hacia abajo, las alas o costillas del tallo (Juan Inostroza F., Patricio Méndez L., Lorena Sotomayor T.).

2.4.8 Inflorescencia, flor

El pedúnculo de la inflorescencia está dividido generalmente en dos ramas, cada una de las cuales se subdivide en otras ramas. De esta manera se forma una inflorescencia llamada cimosa.

De las ramas de las inflorescencias salen los pedicelos, en cuyas puntas superiores se encuentran los cálices. Cada pedicelo tiene una coyuntura o articulación en la cual se desprende del tallo las flores o los frutos. Esta articulación es pigmentada en algunas variedades cultivadas.

Las flores de la papa son bisexuales (tienen ambos sexos), y poseen las cuatro partes esenciales de la flor: cáliz, corola, estambre y pistilo (Juan Inostroza F., Patricio Méndez L., Lorena Sotomayor T.).

2.4.9 Fruto, semilla

Al ser fertilizado, el ovario se desarrolla para convertirse en un fruto llamado baya, que contiene numerosas semillas. El fruto generalmente es esférico, pero en algunas variedades son ovoides o cónicos. Normalmente, el fruto es de color verde, y en algunas variedades cultivadas tienen puntos blancos o pigmentados, o franjas o áreas pigmentadas.

El número de semillas por fruto llega a más de 200 según la fertilidad de cada cultivar. Las semillas son planas, ovaladas y pequeñas (1.000-1.500 semillas/gramo). Cada semilla está envuelta en una capa llamada testa que protege al embrión y un tejido nutritivo de reserva llamado endosperma. Las semillas son también conocidas como semilla verdadera o botánicas, para distinguirlas de los tubérculos-semilla, usados para la producción (Juan Inostroza F., Patricio Méndez L., Lorena Sotomayor T.).

2.5 MULTIPLICACIÓN DE LA PAPA

La papa se propaga vegetativamente, lo que significa que se puede producir una nueva planta a partir de un tubérculo o un pedazo de papa, llamada “semilla”. La nueva planta puede producir 5 a 20 nuevos tubérculos, que serán genéticamente idénticos a la planta de la semilla madre.

Las plantas de papa también producen flores y bayas que contienen entre 100 a 400 semillas botánicas. Estas pueden sembrarse para producir nuevos tubérculos que serán genéticamente diferentes a la planta madre (Cruz F, 1989).

2.6 MANEJO DEL TUBÉRCULO SEMILLA

Introducción

La semilla es uno de los factores de mayor importancia para la producción agrícola. Una semilla de buena calidad aumenta la producción, productividad y optimiza el uso de insumos debido a una mayor uniformidad de emergencia y vigor de plantas (Velásquez, 2006; Montesdeoca, 2005).

El cultivo de la papa se multiplica vegetativamente a través de tubérculos-semilla. Esta forma de multiplicación es una ventaja ya que permite mantener las características de la variedad, pero también puede ser un vehículo para la diseminación de plagas y enfermedades. El tubérculo-semilla debe poseer buenas condiciones genéticas, físicas, fisiológicas y sanitarias para reproducir plantas (Velásquez, 2006; Montesdeoca, 2005).

Fisiología del tubérculo-semilla

La fisiología del tubérculo-semilla de papa es el proceso de cambio que sufre desde la cosecha hasta cuando muestra brotes múltiples y vigorosos. Se identifican los siguientes estados:

2.6.1 Período de reposo

Se extiende desde la cosecha hasta el momento en que los ojos empiezan a brotar. Se define el fin del período de reposo (o dormancia) cuando los tubérculos-semilla ha desarrollado uno o más brotes de por lo menos 3 mm de largo (Malagamba, 1999). La duración de este período depende de: (i) la variedad; (ii) el estado de maduración en el momento de la cosecha; (iii) la temperatura durante la época de crecimiento vegetativo; (iv) el tamaño del tubérculo-semilla; (v) las condiciones de almacenamiento (luz, temperatura y humedad); y (vi) los daños causados al tubérculo (Naranjo, 1986; Malagamba, 1999; Naranjo *et al.*, 2002; Montesdeoca, 2005).

2.6.2 Estado de dominancia apical

Cuando se almacenan tubérculos-semilla entre 5° a 15°C, es común que únicamente el ojo del brote apical inicie el crecimiento, sin que los demás muestren desarrollo. Un tubérculo con un solo brote normalmente produce una planta con solo uno o dos tallos principales, lo que ocasiona rendimientos bajos. Si el tubérculo-semilla se encuentra en este estado se recomienda eliminar el brote apical y colocarlo en ambientes más calientes (15° a 20°C con un 85% de humedad relativa) para estimular el desarrollo del resto de brotes (Naranjo, 1986; Naranjo *et al.*, 2002; Montesdeoca, 2005).

2.6.3 Estado de brotación múltiple

Es el momento en el cual todos los ojos tienen su respectivo brote. Es el estado ideal para sembrar el tubérculo-semilla (Naranjo, 1986; Naranjo *et al.*, 2002; Montesdeoca, 2005). En muchos casos basta con desarrollar brotes cortos (0.2 a 0.5 cm). Sin embargo, si las condiciones del suelo al momento de la siembra son desfavorables es importante desarrollar brotes más largos (1.5 a 2.5 cm) (Naranjo, 1986).

2.6.4 Estado de Brotación filiforme

Se produce cuando la semilla fisiológicamente vieja desarrolla brotes filiformes con una marcada tendencia a ramificarse (Naranjo, 1986; Naranjo *et al.*, 2002). La capacidad de emergencia de estos tubérculos-semilla está prácticamente agotada. Se producen plantas débiles y poco resistentes a factores climáticos adversos como sequías, granizadas y heladas (Montesdeoca, 2005).

2.7 REQUERIMIENTOS DE SUELO Y CLIMA

Previamente al establecimiento del cultivo es necesario conocer los requerimientos edafoclimáticos, ya que con ello se podrá elegir la variedad que mejor se adapte a las condiciones particulares del lugar donde se desea cultivar.

2.7.1 Temperatura

Para el cultivo de la papa, la mayor limitante son las temperaturas, ya que si son inferiores a 10°C y superiores a 30°C afectan irreversiblemente el desarrollo del cultivo, mientras que la temperatura óptima para una mejor producción va de 17 a 23°C. Por ese motivo, la papa se siembra a principios de la primavera en zonas templadas y a finales de invierno en las regiones más calurosas. En los lugares de clima tropical cálido se siembra durante los meses más frescos del año. La papa es considerada una planta termoperiódica, es decir, necesita una variación de las temperaturas entre el día y la noche. Dicha variación debe ser entre 10 a 25°C en el aire. La temperatura del suelo adecuada para el desarrollo de tubérculos debe ser de 10 a 16°C durante la noche y de 16 a 22°C en el día. Cuando la oscilación de estas temperaturas es menor a las especificadas anteriormente, se ve afectado el crecimiento y tuberización de la papa.

Cuadro N°3 Incidencia de la temperatura en la etapa de desarrollo

Etapa	Temperatura
En el ambiente	
Dos semanas después de la siembra	13°C
Desarrollo foliar	12 a 14°C
Elongación de tallo y floración	18°C
Formación de tubérculos	16 a 20°C
En el suelo	
Emergencia y crecimiento foliar	21 a 24°C
Formación de tubérculos	15 a 24°C

Fuente: (Rubio *et al.*, 2000.)

Las temperaturas bajas de los suelos durante el crecimiento vegetativo del cultivo, disminuyen el crecimiento y desarrollo de raíces, además de la asimilación de nutrientes, especialmente el fósforo. Por otro lado, las altas temperaturas aceleran el desarrollo de la planta y su envejecimiento, sobre todo en variedades de maduración temprana (Intagri S.C., 2017).

2.7.2 Suelos

La papa puede crecer en la mayoría de los suelos, aunque son recomendables suelos con poca resistencia al crecimiento de los tubérculos. Los mejores suelos son los francos, franco-arenosos, franco-limosos y franco-arcillosos, con buen drenaje y ventilación, que además facilitan la cosecha. Sin embargo, se puede alcanzar altas producciones en suelos con textura arcillosa al aplicar materia orgánica y regulando las frecuencias de riego. Suelos con una profundidad efectiva mayor 50 cm, son necesarios para permitir el libre crecimiento de estolones y tubérculos de la planta.

El cultivo tiene un adecuado desarrollo en un rango de pH de 5.0 a 7.0. Es recomendable tener suelos con una densidad aparente de 1.20 g/cm³, contenido de materia orgánica mayor a 3.5 % y una conductividad eléctrica menor a 4 dS/m (Intagri S.C., 2017).

2.7.3 Pendiente del terreno

La pendiente tiene una relación muy estrecha con la retención y captación de agua, además de la profundidad del suelo y acceso de maquinaria. Para una buena productividad del cultivo se recomienda una pendiente de 0.0 a 4.0 %, pendientes mayores a 4.1 % ocasionan que disminuya la producción del tubérculo. Una manera de manejar las fuertes pendientes es mediante el surcado en curvas de nivel o mediante terrazas (Intagri S.C., 2017).

2.7.4 Altitud

La altitud puede variar, pues el cultivo se desarrolla bien desde alturas mínimas de 460 hasta los 3,000 msnm, pero la altitud ideal para un buen desarrollo se encuentra desde los 1,500 a 2,500 msnm (Intagri S.C., 2017).

2.7.5 Vientos

Los vientos tienen que ser moderados, con velocidades no mayores a 20 km/h, ya que las plantas de papa pueden sufrir daños y reducciones en su rendimiento (Intagri S.C., 2017).

2.7.6 Agua

Los requerimientos hídricos varían entre los 600 a 1000 milímetros por ciclo de producción, lo cual dependerá de las condiciones de temperatura, capacidad de almacenamiento del suelo y de la variedad. Las mayores demandas existen en las etapas de germinación y crecimiento de los tubérculos. Las etapas finales del desarrollo del cultivo son las más susceptibles a la deficiencia de agua, en las cuales se puede reducir el rendimiento considerablemente en relación a si esta deficiencia ocurre en etapas iniciales (Intagri S.C., 2017).

2.7.7 Luz

Después de la emergencia del tubérculo, el cultivo requiere bastante luminosidad. Además, la luminosidad de las plantas afecta directamente en los procesos fotosintéticos, dando origen a una serie de reacciones secundarias entre las que intervienen agua y CO₂, los cuales ayudan a la formación de los diferentes tipos de azúcares, que a su vez forman parte de los tubérculos. La cantidad de luz necesaria varía según la temperatura, por lo que para una óptima producción, la papa requiere de periodos aproximadamente de 8 a 12 e incluso 16 horas de luminosidad (20,000 a 50,000 Lux) según la variedad cultivada. La cantidad de luz tiene gran influencia en la tuberización de la papa y duración del crecimiento vegetativo. Días cortos favorecen el inicio de la tuberización y acortan el ciclo vegetativo, en cambio días largos tienen el efecto inverso (Intagri S.C., 2017).

2.8 CICLO VEGETATIVO

El crecimiento fenológico de la planta de papa se inicia con el brotamiento del tubérculo y finaliza con la madurez fisiológica de la misma, que es cuando se inicia la cosecha. Durante su crecimiento y desarrollo, la planta de papa sufre una serie de eventos o fases a nivel de órganos vegetativos y reproductivos referidos a la aparición, transformación y caída de estos.

El ciclo vegetativo del cultivo de papa puede tener una duración de 3 a 7 meses dependiendo de la variedad. Según la duración del ciclo vegetativo las variedades de

papa pueden ser precoces, semitardías y tardías. La duración del ciclo vegetativo de una variedad puede ser menor o mayor a su periodo normal debido a condiciones climáticas desfavorables, manejo agronómico inadecuado en las labores de riego (la deficiencia de agua retrasa la emergencia de las plántulas y produce una maduración precoz del cultivo), fertilización (alta fertilización nitrogenada retarda el inicio de la tuberización), entre otras (CITE papa ,2017).

2.8.1 Brotación

En las plantaciones tempranas es común la utilización de tubérculos-semilla que aún se encuentran en estado de letargo o dormancia, y que por lo tanto aún no presentan brotes. Luego de este periodo de letargo o dormancia, comienza la brotación de los tubérculos. Dentro de este mismo estado fenológico, se da paso a la formación de raíces y tallos. En este periodo del tubérculo también comienza el desarrollo de las hojas escama, las cuales darán origen a los estolones de la planta en el futuro.

Durante esta etapa también es importante tener en consideración la prevención de problemas sanitarios que puedan presentarse en este estado fenológico de la planta, tales como: Pudrición seca (*Fusarium spp*), Pudriciones blandas (*Pectobacterium spp*), Rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*), Pudrición rosada de la papa (*Phytophthora erythroseptica*), y diversos virus y nematodos. En relación a las plagas insectiles, y según la zona geográfica en que se desarrolle el cultivo, pueden atacar la Polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*), Gusanos cortadores, Gusanos alambre y el Gusano blanco (*Graphognathus leucoloma*) (INIA).

2.8.2 Emergencia

Luego que el tubérculo comenzó a generar brotes, éstos comienzan a crecer de forma vertical, traspasando la superficie del suelo. Dependiendo de la variedad, edad fisiológica de los tubérculos y de las condiciones climáticas (principalmente temperatura), la emergencia del cultivo ocurre aproximadamente entre los 20 y 30 días posteriores a la plantación. Por ejemplo, es de esperar que, en plantaciones tardías, la

emergencia sea más temprana (20 días) debido a una mayor edad fisiológica de la semilla y las condiciones de mayor temperatura del suelo.

Dentro de este estado fenológico, la planta puede presentar síntomas de enfermedades como Pudrición acuosa (*Pythium* spp), Pudrición seca (*Fusarium* spp), Pudrición blanda (*Pectobacterium* spp), Rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*), sarna polvorienta (*Spongospora subterranea*) y diversos virus y nematodos. En cuanto a las plagas insectiles, y dependiendo de la zona geográfica, puede atacar la Polilla de la papa (*Phtorimaea operculella*), gusanos cortadores y alambre (INIA).

2.8.3 Estolonización y Tuberización

Durante este estado fenológico, comienza una rápida expansión foliar, gracias al desarrollo y crecimiento de las hojas, brotes principales y laterales de la planta de papa. La emergencia del cultivo depende de las reservas del tubérculo. Sin embargo, posteriormente, estas reservas comienzan a consumirse siendo en adelante el área foliar la principal fuente de fotoasimilados, para el crecimiento del cultivo. Por lo tanto, en este periodo es importante que el cultivo no sufra deficiencias hídricas o nutricionales que limiten la expansión foliar. En general, en condiciones potenciales la máxima cobertura total del cultivo (donde cerca del 90% de las plantas se rozan en las hileras) se alcanza entre los 70 y 80 días desde la emergencia del cultivo.

Durante el periodo vegetativo ocurre el fenómeno de tuberización. Durante este periodo, bajo la superficie, las puntas de los estolones comienzan a ensancharse, dando paso a la formación de los tubérculos. Este fenómeno ocurre aproximadamente 30 días después de la emergencia en variedades precoces, entre 35 y 45 días para variedades intermedias y entre 50 y 60 días en aquellas de tipo tardío.

En relación a los problemas sanitarios que pueden presentarse durante el desarrollo de este estado fenológico, destacan enfermedades como: Pudrición acuosa (*pythium* spp), Sarna polvorienta (*Spongospora subterranea*), Tizón tardío (*phythophtora infestans*), Verticilosis (*Verticillium* spp), Rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*), Pie negro (*Pectobacterium carotovorum* subsp *carotovorum*), Pudrición rosada de la papa

(*Phytophthora erythroseptica*), sarna común (*Streptomyces scabies*) y diversos virus y nematodos. También pueden presentarse plagas insectiles que afectan al cultivo, como Polilla de la papa (*Pthorimaea operculella*), gusanos cortadores y alambre moscas o larvas minadoras, Pilme (*Epicauta pilme*) y diversos pulgones (INIA)

2.8.4 Floración y Fructificación

Al inicio de este estado fenológico aparece el órgano floral, donde se aprecian botones florales y los primeros pétalos, los cuales darán origen a la inflorescencia. Estas inflorescencias, conforme pasa el tiempo, comienzan a expandirse, son fecundadas, y una vez desarrolladas botan sus pétalos, para dar inicio al ensanchamiento del ovario y posterior formación del fruto. Este fruto corresponde a una baya de color verde y forma redonda, dentro de la cual se generan las semillas. Esta baya alcanza su madurez entre 45 y 60 días luego de la floración.

En relación al tubérculo, este continua su desarrollo y se encuentra en etapa de llenado. A los 60 días, aproximadamente, ya se encuentran formado y continuará su desarrollo hasta que la planta alcance su maduración.

Durante este estado fenológico, pueden presentarse diversas enfermedades como Tizón tardío (*phytophthora infestans*), Tizón temprano (*Alternaria solani*), Pudrición gris (*Botrytis spp*), Pie negro (*Pectobacterium carotovora carotovora*), Sarna común (*Streptomyces scabies*), Verticilosis (*Verticillium spp*), Antracnosis (*Colletotrichum atramentarium*), y diverso virus y nematodos. Por otro lado, pueden aparecer diversas plagas insectiles como Pulgones, Pilme (*Epicauta pilme*), Polilla de la papa (*Pthorimaea operculella*), Moscas o Larvas minadoras, Gusanos alambre y cortadores (INIA).

2.8.5 Maduración y Senescencia

Una vez alcanzada la floración del cultivo, el desarrollo del área foliar se detiene de manera importante, quedando establecido el área foliar máxima del cultivo el cual se mantiene durante algún periodo para luego comenzar a disminuir, dando paso a la maduración o senescencia del cultivo. En este periodo se comienza a observar un

amarillamiento de las hojas cada vez más intenso, llegando a coloraciones marrones y caída de hojas. A su vez los tallos también amarillean y secan. En este punto, la planta muere de forma natural y todos los fotoasimilados que poseía son movilizados hacia el tubérculo.

Los tubérculos crecen hasta que la planta alcance su madurez, lo cual depende del tipo variedad. En general, las variedades de tipo precoz maduran a los 75 días luego de la plantación, las intermedias a los 90 días y finalmente las variedades tardías aproximadamente a los 130 días. Llegando este momento los tubérculos pueden ser cosechados.

Durante la maduración del cultivo, pueden desarrollarse diversas enfermedades, como Tizón tardío (*Phytophthora infestans*), Tizón temprano (*Alternaria* spp), Pudrición gris (*Botrytis* spp), Pudrición seca (*Fusarium* spp), pudriciones blandas y Pie negro (*Pectobacterium* spp), Sarna plateada (*Helminthosporium solani*), Antracnosis (*Colletotrichum atramentarium*), y Rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*), además de ciertos desordenes fisiológicos que afectan la calidad de los tubérculos. En cuanto a las plagas insectiles, se describe principalmente a la polilla de la papa (*P. operculella*) como principal generadora de daños en este estado fenológico (INIA).

2.9 MANEJO DEL SUELO

La preparación del suelo juega un papel importante en el cultivo de papa. El número de labores y el tipo de implementos utilizados serán distintos según el estado que presente el terreno. La preparación del suelo depende del tipo de suelo, la humedad y las condiciones climáticas (Muñoz y Cruz, 1984; Neira, 1986; Oyarzún *et al.*, 2002).

2.9.1 Sistemas de labranza

Existen al menos tres sistemas de labranza:

Labranza manual. Normalmente se utiliza en lotes con pendientes pronunciadas. Se basa en el trabajo del hombre y en la tracción animal mediante implementos tradicionales o mejorados, para labores de aradura, surcado o rastra (Muñoz y Cruz, 1984; Oyarzún *et al.*, 2002).

Labranza mecanizada. Se lo hace mediante tractores e implementos como arados de discos y vertedera, rastras y surcadoras. El arado de vertedera y rastra de discos son efectivos para terrenos en descanso (potreros viejos), mientras que el arado de vertedera permite incorporar en forma más eficiente el material vegetal (Muñoz y Cruz, 1984; Oyarzún *et al.*, 2002).

Labranza de conservación o reducida. Consiste en reducir al mínimo el laboreo del suelo, con el fin de preservar sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Oyarzún *et al.*, 2002).

2.9.2 Labores de siembra

El cultivo de papa es exigente en cuanto a la preparación del suelo. Se busca dejar el terreno con una buena estructura, razonablemente suelto (no pulverizado), sin capas compactas o piedras. En general el laboreo de un lote en rastrojo o barbecho (periodo de descanso del lote posterior a la cosecha) recientes, exigirá menor número de labores que aquel lote con un período de descanso más largo o un terreno con pastura (Naranjo, 1978; Neira, 1986; Pumisacho y Velásquez, 2009). Las principales labores de siembra son:

Arada. Se realiza unos 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 malezas. En suelos pesados una arada profunda puede mejorar la estructura. Se aconseja un período 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 (Naranjo, 1978; Muñoz y Cruz, 1984; Oyarzún *et al.*, 2002; Pumisacho y Velásquez, 2009).

Cruza. Esta actividad le sigue a la arada, y se realiza en sentido contrario. Tiene como fin romper los terrones grandes (Pumisacho y Velásquez, 2009).

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 (Muñoz y Cruz, 1984; Oyarzún *et al.*, 2002; Pumisacho y Velásquez, 2009).

Desinfestación del suelo. Antes de sembrar es necesario realizar el combate de ciertas plagas del suelo, en lugares donde existen problemas (Naranjo, 1978; Muñoz y Cruz, 1984; Neira, 1986).

Surcado. Se debe realizar un día antes de la siembra con el fin de mantener la humedad en el terreno. La distancia entre surcos está determinada por: (i) la topografía del terreno; (ii) la costumbre local; (iii) los implementos disponibles; y (iv) el hábito de crecimiento de la variedad sembrada (Neira, 1986). En terrenos inclinados se debe seguir las curvas de nivel o trazarlos perpendiculares a la pendiente. Los surcos deben tener una gradiente del 2% y su profundidad puede ser de 10 a 15 cm. Como regla general las variedades nativas requieren de surcos más anchos que las variedades mejoradas (Muñoz y Cruz, 1984; Neira, 1986; Oyarzún *et al.*, 2002; Pumisacho y Velásquez, 2009).

2.10 SIEMBRA

La calidad de la siembra influye en el éxito del cultivo de la papa. La siembra correcta asegura una emergencia rápida y uniformidad del cultivo. Un cultivo uniforme hace más fáciles las labores culturales y permite la identificación visual de plantas enfermas (Neira, 1986).

Profundidad de siembra. Depende de la humedad y temperatura del suelo, del tamaño de los tubérculos y sus brotes (Naranjo, 1978; Muñoz y Cruz, 1984; Neira, 1986; Oyarzún *et al.*, 2002). Cuando hay suficiente humedad, los tubérculos deben ser tapados con una capa de 5 cm de tierra. En terrenos secos se recomienda taparlos con una capa de 8 a 12 cm de tierra (Muñoz y Cruz, 1984; Oyarzún *et al.*, 2002).

Distancia de siembra. La distancia de siembra depende de: la variedad, las condiciones de crecimiento y el tamaño deseado de los tubérculos a la cosecha (tubérculos medianos a grandes para consumo y procesos industriales; tubérculos pequeños destinados a semilla y congelados) (Muñoz y Cruz, 1984; Neira, 1986; Oyarzún *et al.*, 2002).

La distancia entre surcos puede ser de 0.90 a 1.20 m, dependiendo de la variedad. Si es de origen *tuberosum*, la distancia debe ser menor; si es de origen *andigena*, la distancia debe ser mayor (Pumisacho y Velásquez, 2009). Muñoz y Cruz (1984) recomiendan distancias de 0.15 a 0.60 m entre plantas, y distancias de 0.90 a 1.60 m entre surcos. Pumisacho y Velásquez (2009) recomiendan distancias de 0.30 a 0.50 m entre plantas, y distancias de 1.00 a 1.20 m entre surcos. En la producción de semilla se recomienda distancias de 1 m entre surcos y 0,25 m entre plantas (Montesdeoca, 2005).

Densidad de siembra. Tradicionalmente, la densidad de un cultivo se ha expresado como número de plantas por unidad de área. Sin embargo, en el cultivo de papa cada planta proveniente de un tubérculo forma un conjunto de tallos, cada uno de los cuales forma raíces, estolones y tubérculos. Como resultado, la densidad efectiva de una parcela de papa equivale a la densidad de plantas multiplicada por la densidad de tallos (Neira, 1986; Oyarzún *et al.*, 2002).

Densidad de tallos. A menor densidad de tallos corresponde menor cantidad de tubérculos en su mayoría de tamaño grande, pero se reduce el número de tubérculos por unidad de área. Con el aumento de la densidad de tallos se produce gran cantidad de tubérculos de tamaño pequeño y aumenta el número de tubérculos por unidad de área (Neira, 1986; Oyarzún *et al.*, 2002). La densidad de los tallos se puede calcular con más precisión al momento de la madurez fisiológica, cuando es más fácil separar los tallos principales de los secundarios. El tallo principal nace del brote del tubérculo-semilla, en tanto que el tallo secundario nace de la yema subterránea del tallo principal (Pumisacho y Velásquez, 2009).

El número de tallos principales depende del tamaño de la semilla, variedad, número de brotes y método de siembra. A su vez, el número de brotes depende del número de brotes por tubérculo y del número de tubérculos sembrados. Finalmente, el número de brotes por tubérculo depende del tamaño de la semilla, de la variedad, del tratamiento que se haga a la semilla y de la edad fisiológica de la misma. Las variedades nativas se caracterizan por generar un gran número de tallos, mientras que las mejoradas tienden a producir de tres a cuatro tallos por tubérculo-semilla (Neira, 1986; Oyarzún *et al.*, 2002).

Se debe tener en cuenta que, en condiciones de baja producción, la alta densidad de tallos reducirá el rendimiento. En la producción de papa para semilla se busca generalmente reducir el tamaño del tubérculo. Por eso se usa una densidad más alta que en la producción de papa para consumo. Investigaciones han demostrado que los mejores rendimientos para producción de semilla se obtienen con una densidad de 30 a 40 tallos/m² (Oyarzún *et al.*, 2002).

2.11 LABORES CULTURALES

Las labores o prácticas culturales comprenden tres actividades básicas: el retape el rascadillo y los aporques. Estas labores pueden efectuarse manualmente, por tracción animal o tracción mecánica, y se realizan después de que las plantas han emergido (Oyarzún *et al.*, 2002). La anticipación o retraso de estas prácticas afecta el desarrollo del cultivo (Neira, 1986).

Retape. Esta labor se realiza entre los 15 y 21 días después de la siembra. Ayuda a incorporar la fertilización y controlar las malezas (Oyarzún *et al.*, 2002; Pumisacho y Velásquez, 2009).

Rascadillo o deshierba. Mediante esta labor se controla las malezas y se remueve superficialmente el suelo para evitar la pérdida de humedad. Esta labor se realiza de 30 a 50 días después de la siembra. Sin embargo, esto depende de la humedad presente y de la preparación del suelo. Si el nivel de humedad es bajo y si el suelo se ha preparado en forma adecuada, la cantidad de malezas será menor.

En extensiones pequeñas se puede realizar esta labor en forma manual utilizando azadón, o por tracción animal. En extensiones grandes o de topografía ligeramente plana se puede utilizar un cultivador *tiller* (Naranjo, 1978; Muñoz y Cruz, 1984; Neira, 1986; Oyarzún *et al.*, 2002; Pumisacho y Velásquez, 2009). Otra alternativa es la aplicación de herbicidas entre 20 a 25 días después de la siembra, usando Afalon , Karmex o Sencor (Naranjo, 1978; Muñoz y Cruz, 1984; Neira, 1986).

Medio aporque. El medio aporque es un primer colme de tierra alrededor de las plantas y a lo largo de la línea de siembra. La época propicia para realizar esta labor se encuentra entre los 50 a 80 días después de la siembra. Su función es proporcionar soporte a la planta, aflojar el suelo y controlar malezas. Esta labor se realiza en forma manual o en forma mecanizada (tractor o yunta) (Naranjo, 1978; Muñoz y Cruz, 1984; Neira, 1986; Oyarzún *et al.*, 2002; Pumisacho y Velásquez, 2009).

Aporque. Esta labor se realiza entre los 90 y 110 después de la siembra. Cumple las mismas funciones que el medio aporque, además de brindar un ambiente propicio para la tuberización. Con esta labor se da forma definitiva a los surcos (Naranjo, 1978; Muñoz y Cruz, 1984; Neira, 1986; Oyarzún *et al.*, 2002; Pumisacho y Velásquez, 2009).

2.12 FERTILIZACIÓN

Se considera que un suelo fértil debe proporcionar todos los nutrientes minerales que requiere la planta en cantidades razonables y dentro de un balance apropiado. Lamentablemente ese tipo de suelo no existe, por lo que se hace necesario suplir esta falta de nutrientes del suelo por medio de uso de fertilizantes (Torres, 1978).

La capacidad de absorción de elementos nutritivos de la papa está fuertemente relacionada con el desarrollo radicular, es decir, con el volumen de raíces, profundidad que ellas alcanzan y época en que éstas se desarrollan.

Una abundante masa radicular puede explorar un amplio volumen de suelo, asegurando de este modo el abastecimiento de nutrientes de la planta. Debido a su limitado sistema radicular (en relación a otras especies), la papa extrae desde los primeros 30 cm la mayor proporción de los elementos nutritivos que requiere.

Macronutrientes: Son requeridos por las plantas en cantidades mayores y se dividen en grupos: primarios y secundarios. En los primarios se encuentran: nitrógeno (N), fosforo (P) y potasio (K). entre los secundarios están: calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S).

Micronutrientes: Son requeridos por las plantas en pequeñas cantidades, pero necesarias para su desarrollo: hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), molibdeno (Mo), boro (B) y cloro (Cl).

Cuadro N°4 Extracción de algunos nutrientes por el cultivo de papa

Tubérculos Ton/ha	Kg/ha de						Referencias
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	C ₂ O	S	
20	110	20	140	20	50		Boguslawski, 1981
25 t+f	108	43	175				Gruner, 1963
25 t+f	120	45	200				Jacob y Uexkull, 1964
30	140	26	200	25	60		Boguslawski, 1981
30 t+f	150	56	270				Gruner, 1963
30	150	60	350	30	90		Beukema, 1979
38 t+f	224	67	336				Dahnke y Nelson 1976
40	170	32	300	30	70		Boguslawski, 1981
40 t+f	120	55	221				Kupers, 1972
63	288	128	396	35	26		Tisdale y Nelson, 1975

Fuente: citado por Contreras, A. 1991 t= tubérculo; f=follaje

Rendimiento Ton/ha	N	P₂O₅	K₂O	CaO	MgO	Fuente
17.5	85	30	140	-	-	Jacob y V. Uesküll
25	103	47	211	-	-	Jacob y V. Uesküll
20	140	39	190	-	-	Knott
27	224	50	291	82	30	Knott
40	235	50	392	-	-	Knott
35	175	60-70	300	150	28	Darpoux y Debelley
Buen rendimiento		115-140	17	170		Carpenter, 1963
30 a 40		175	35	257	23 16	UPS-SEPA, 1984

Fuente: Elaboración propia.

La fertilización de un cultivo depende de la demanda del cultivo, que se estima según el rendimiento esperado; y, el suministro del suelo, que se puede estimar mediante análisis de suelo, considerándose que los fertilizantes aplicados al cultivo presentan una determinada eficiencia de utilización.

2.12.1 Tipos de fertilización

Fertilización química: consiste en proporcionar a las plantas nutrientes de fácil disponibilidad provenientes de fertilizantes químicos (Valverde et al., 1998).

Fertilización orgánica: consiste en usar abonos orgánicos los cuales mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo (Muñoz y Cruz, 1984; Neira, 1986; Valverde et al., 1998; Oyarzún et al., 2002).

Los abonos orgánicos descompuestos se recomienda aplicarlos a la siembra. Si no están descompuestos se aplican en el momento de la preparación del suelo para la siembra. Lo importante es lograr una buena incorporación y una distribución uniforme en todo el terreno (Neira, 1986; Valverde al. 1998). Entre las ventajas de la fertilización orgánica se encuentran: (1) disposición de macro y micro nutrientes para las plantas; (2) aumento de la capacidad de intercambio catiónico del suelo; (3) aumento de la materia orgánica; (4) formación y estabilidad de agregados en el suelo; (5) retención

del agua; (6) aireación de los suelos; (7) regulación de la temperatura del suelo; (8) incremento de la población de macro y microorganismos ; y (9) disminución de la erosión (Valverde et al. 1998; Oyarzún et al. 2002).

Fertilización foliar

La aplicación de los fertilizantes foliares en papa se recomienda para corregir temporalmente deficiencias de azufre, zinc, manganeso y boro. Promueven la recuperación de la planta afectada por condiciones bióticas y abióticas adversas (Valverde et al. 1998; Oyarzún et al. 2002). La eficiencia de su aplicación está en función de la edad del cultivo, área foliar, época y movilidad del nutriente en la planta.

2.12.2 Funciones y deficiencias de los nutrientes en el cultivo de la papa

Funciones de los nutrientes de mayor requerimiento en el cultivo de la papa

Nitrógeno (N)

- ❖ Interviene en el crecimiento de la planta.
- ❖ Interviene para alcanzar buenos rendimientos.
- ❖ Constituyente de la clorofila, vitaminas y aminoácidos.
- ❖ Interviene en la fotosíntesis.

Fósforo (P)

- ❖ Favorece el crecimiento de la planta al mejorar la captación de otros nutrientes.
- ❖ Acelera la madurez de la papa.
- ❖ Mejora la calidad y el rendimiento.
- ❖ Contribuye a la resistencia de enfermedades.

Potasio(K)

- ❖ Favorece el engrosamiento de los tubérculos.
- ❖ Da resistencia a enfermedades y sequía.
- ❖ Activador enzimático.
- ❖ Controla la apertura y cierre de estomas.

Azufre (S)

- ❖ Interviene en la formación de la clorofila y promueve la floración y la fructificación.

Fuente: Neira (1986); Valverde et al. (1998); Oyarzún et al. (2002).

Síntomas de deficiencia y exceso de los nutrientes en la papa

Deficiencia

Nitrógeno (N)

- ❖ Amarillamiento de hojas bajas.

Fósforo (P)

- ❖ Hojas y tallos de color verde azulado.
- ❖ Crecimiento reducido (enanismo).

Potasio(K)

- ❖ Las puntas y márgenes de las hojas se ponen de color verde oscuro, se necrosan y mueren.

Azufre (S)

- ❖ Las hojas más jóvenes presentan un color verde pálido.
- ❖ Arrugamiento de las hojas.

Exceso

Nitrógeno (N)

- ❖ Crecimiento exagerado de las plantas.
- ❖ Reducción del rendimiento.
- ❖ Se alarga el ciclo del cultivo.
- ❖ Susceptibilidad a ciertas enfermedades.

Fósforo (P)

- ❖ Dosis muy alta pueden impedir la absorción de zinc.

Potasio (K)

- ❖ Cuando hay concentraciones muy altas en la solución del suelo se producen competencias iónicas con otras bases.

Azufre (S)

- ❖ No se han reportado síntomas por exceso de azufre.

Fuente: Neira (1986); Valverde et al. (1998); Oyarzún et al. (2002).

2.13 RIEGO

La papa es un cultivo exigente en agua, requiere tener agua disponible de manera constante para asegurar el rendimiento y la calidad de los tubérculos, pero al mismo tiempo requiere surcos bien drenados para evitar los encharcamientos prolongados. Los rendimientos se ven condicionados por la falta de agua en tres momentos críticos:

La escasez del agua es crítica en tres fases específicas de crecimiento de la papa: la nascencia, el inicio de la tuberización, y la tuberización.

Nascencia: la falta de agua en este periodo reduce la formación de estolones y, por lo tanto, de tubérculos.

Inicio de tuberización: la tuberización se inicia aproximadamente de una a dos semanas antes de la floración. es el momento de mayores necesidades hídricas, pero la falta de agua provoca el retraso en la formación de tubérculos, por lo que se producirán papas de menor tamaño.

Tuberización: la escasez de agua a los cuarenta o setenta días después de la floración provoca un menor engrosamiento de los tubérculos, menor producción y alteraciones fisiológicas. Pueden aparecer tubérculos fusiformes (más frecuentemente en variedades con forma ovalada que redonda).

Por lo contrario, la falta de agua en el periodo de maduración incrementa el contenido en materia seca y acelera la maduración, permitiendo arranques más tempranos.

2.13.1 Factores que afectan el riego

- ❖ Ciclo del cultivo y variedad.
- ❖ Topografía.
- ❖ Suelo.
- ❖ Calidad del agua de riego.
- ❖ Condiciones climáticas.
- ❖ Sistema de riego.

2.13.2 Enfermedades de la papa debido al exceso y escasez de agua

Riego descompensado

- ❖ Induce la formación de tubérculos con alteraciones morfológicas.
- ❖ Necrosis internas.
- ❖ Alternariosis (*alternaria solani*).
- ❖ Verticilosis (*Verticillium dahliae*).
- ❖ Antracnosis (*Colletotridum coccodes*).

Encharcamientos

- ❖ Tubérculos con corazón hueco.
- ❖ Pierna negra (*Erwinia carotovora*).
- ❖ Podredumbre blanda (*Erwinia chysanthemi*).
- ❖ Podredumbre rosada (*Phytophthora erythroseptica*).
- ❖ Sarna pulverulenta (*Spongospora subterránea*).
- ❖ Mildiu (*Phytophthora infestans*), cuando el riego es por aspersión.

Fuente: (Agrotec, 2015).

2.14 COSECHA

La cosecha, conocida también como labor de cave, puede realizarse en forma manual o mecánica. Tradicionalmente los productores dejan sus cultivos de papa en el campo hasta la senescencia de la planta antes de realizar la cosecha (Naranjo, 1978; Muñoz y Cruz, 1984; Oyarzún *et al.*, 2002; Pumisacho y Velásquez, 2009).

2.14.1 Índices de cosecha

La cosecha se debe realizar cuando los tubérculos hayan alcanzado su madurez fisiológica, la cual se verifica mediante los siguientes criterios (i) plantas amarillas y secas; (ii) no hay desprendimiento de la piel del tubérculo al pasar la yema del pulgar; y (iii) finalización del ciclo vegetativo (Sola, 1986; Montesdeoca, 2005; Pumisacho y Velásquez, 2009).

2.14.2 Métodos de cosecha

Método manual. Se utiliza el azadón. Se retira un poco de tierra de los costados de los surcos. Luego se invierte el suelo en donde se encuentra la planta, quedando los tubérculos en la parte superficial listos para ser recogidos (Sims *et al.*, 1979; Pumisacho y Velásquez, 2009).

Método mecanizado. Se puede utilizar la cavadora de molinete o la cavadora de cadena sin fin. Se ha comprobado que estas máquinas son capaces de trabajar eficientemente en suelos franco-arenosos, sobre pendientes de hasta 8%. Si se realiza por medio de tracción animal se puede utilizar yunta con reja (Sims *et al.*, 1979; Muñoz y Cruz, 1984). Algunas recomendaciones al momento de la cosecha son las siguientes (Sola, 1986; Oyarzún *et al.*, 2002):

- ❖ Considerar el grado de humedad del suelo, el cual debe estar en punto de labranza o ligeramente más seco.
- ❖ El suelo no deberá estar húmedo porque perjudicará la piel de los tubérculos. Tampoco deberá estar seco porque si se trata de un suelo arcilloso se producirán daños mecánicos a los tubérculos.
- ❖ Una vez cosechados los tubérculos se deben orear al ambiente para reducir la humedad superficial y eliminar la tierra que llevan adheridos en su superficie.

2.15 POSCOSECHA

El propósito fundamental de la poscosecha es la conservación de los tubérculos en buen estado. Comprende las labores de selección, clasificación, ensacado y transporte. Las pérdidas en poscosecha son consecuencia de la incidencia e interacción de diversos factores físicos, fisiológicos y patológicos, que reducen la cantidad y calidad de los tubérculos cosechados. (Sola, 1978; Naranjo *et al.*, 2002).

- ❖ **Factores físicos.** Las pérdidas por heridas mecánicas pasan frecuentemente desapercibidas. Los daños mecánicos ocurren durante la cosecha y poscosecha (Naranjo *et al.*, 2002).
- ❖ **Factores fisiológicos.** Las pérdidas fisiológicas ocurren por la exposición de los tubérculos a temperaturas extremas antes, durante o después del almacenamiento (Naranjo *et al.*, 2002). La exposición al sol produce una podredumbre que se manifiesta luego de 2 o 3 días en almacenamiento (Sola, 1986). Esta podredumbre es mayor en aquellas capas que recibieron más sol. Finalmente, las papas cosechadas en días calurosos se pudren más que aquellas cosechadas en días templados (Sola, 1986).
- ❖ **Factores patológicos.** Son las causas más serias de pérdidas en poscosecha. Sin embargo, son los factores físicos y fisiológicos los que predisponen el ataque de los patógenos al tubérculo. Las enfermedades más comunes de tubérculos son: la sarna común (*Streptomyces scabies*), la sarna polvorienta o roña (*Spongospora subterranea*), costra negra (*Rhizoctonia solani*), pie negro (*Pectobacterium* spp), que manchan a los tubérculos, que afectan su apariencia, bajando su valor comercial. Insectos, roedores y pájaros, también pueden causar daño a los tubérculos. Los insectos con más potencial de daño en poscosecha son las polillas de la papa (*Tecia solanivora* y *Phthorimaea operculella*) (Naranjo *et al.*, 2002).

Según Booth y Shaw (1981), las causas principales de pérdidas en poscosecha son físicas, bióticas y fisiológicas, o una combinación de ellas.

- ❖ **Causas físicas.** Casi 3/4 de este tipo de daño se produce a la cosecha e incluye el daño mecánico por levantamiento de la piel y el daño interno o mancha negra causado por golpes. El daño en la piel favorece la entrada de patógenos.
- ❖ **Causas fisiológicas.** Esto incluye respiración, pérdida de agua, reposo, brotamiento y otras. Temperaturas altas producen corazón negro y temperaturas muy bajas (-2°C o menos) congelan la superficie y causan necrosis del tejido.
- ❖ **Causas bióticas.** Estas se deben a microorganismos que ya vienen en los tubérculos al cosecharlos, como los causantes del tizón tardío (*Phytophthora infestans*), pudrición rosada (*P. erythroseptica*), pudrición bacteriana (*Pseudomonas*), daños por *Erwinia*, *Fusarium*, *Streptomyces*, *Spongoporas*, *Rhizoctonia*, *Oosporas* y *Synchytrium*. También pueden ser daños causados por insectos como el gusano blanco y la polilla. Para cada causa hay un control específico.

2.15.1 Selección

Es indispensable que la selección de tubérculos se realice en un sitio bajo sombra. Una selección rigurosa es sinónimo de calidad. Es necesario separar aquellos tubérculos enfermos, podridos y los que se encuentran visiblemente dañados (Muñoz y Cruz, 1984; Sola, 1978, 1986).

2.15.2 Clasificación

Simultáneamente con la selección, el material se debe clasificar atendiendo el peso y tamaño de los tubérculos, siguiendo las exigencias del mercado (Sola, 1978, 1986; Naranjo *et al.*, 2002).

2.15.3 Ensacado

Toda papa seleccionada se debe ensacar según su tamaño. Se cubre la boca del saco y se cose (Pumisacho y Velásquez, 2009).

2.15.4 Transporte

Después de la cosecha el productor debe manejar los tubérculos con cuidado. Las operaciones de carga y descarga deben ser realizadas con precaución, evitando los golpes y magulladuras en los tubérculos (Sola, 1986; Naranjo *et al.*, 2002).

Las principales prácticas para reducir las pérdidas poscosecha son las siguientes (Naranjo *et al.*, 2002):

- ❖ Usar variedades resistentes al ataque de plagas y enfermedades.
- ❖ Realizar una cosecha cuidadosa.
- ❖ Cosechar tubérculos maduros.
- ❖ Mejorar las técnicas de manipulación, clasificación y selección de tubérculos.
- ❖ No dejar caer los tubérculos, a superficies duras de alturas mayores a 15 cm.
- ❖ Almacenar tubérculos sanos secos y libres de tierra.
- ❖ Proteger los tubérculos de la exposición directa al sol y la lluvia.

2.16 ALMACENAMIENTO

la papa que se comercializa en fresco no se almacena. Pero si el almacenamiento fuera necesario, es aconsejable mantener una temperatura de alrededor de 10°C con una humedad relativa entre el 80 al 85% (Naranjo *et al.*, 2002; Pumisacho y Velásquez, 2009). Si se desea conservar la cosecha por más tiempo, se puede utilizar inhibidores químicos (Naranjo *et al.*, 2002).

2.17 POTENCIAL PRODUCTIVO

El potencial productivo puede definirse como la capacidad productiva de una especie vegetal en un sitio geográfico determinado, donde la planta puede aprovechar al máximo todos los factores ambientales disponibles para promover su desarrollo y rendimiento.

(G. Giambastiani, 2012) menciona que el potencial productivo es el máximo rendimiento que se puede alcanzar de un cultivo y está determinado por factores no modificables del ambiente (radiación, temperatura, suelo) y por otros factores modificables (genotipo y su arreglo espacial), en ausencia de factores limitantes (agua y nutrientes) y de factores reductores (insectos, enfermedades y malezas).

Por otra parte, el rendimiento potencial de un cultivo se refiere a la productividad que alcanzaría una variedad adaptada al ambiente en el que crece, bajo condiciones nutricionales e hídricas no limitantes y con plagas y enfermedades controladas de manera eficaz (Evans, 1993).

Conocer el rendimiento de un cultivo en un ambiente cobra valor como punto de referencia para el estudio de las brechas de rendimiento y para saber la eficiencia con la que la tecnología utilizada por el sistema productivo permite la expresión del genotipo para la obtención de los mejores rendimientos.

Cuando hablamos de explotar el potencial productivo de una especie, es común relacionarlo con su manejo nutricional. Sin embargo, el rendimiento y/o productividad de una especie no solo depende de la nutrición, sino del resultado de la interacción de múltiples factores. La ausencia de conocimiento sobre éstos, así como de las herramientas y tecnologías desarrolladas entorno a la mejora de la producción, son la causa principal de los bajos rendimientos en muchos cultivos (INTAGRI).

2.18 PRINCIPALES FACTORES QUE AFECTAN LA PAPA

2.18.1 Factores bióticos

TIZÓN TARDÍO

Agente causal: phytophthora infestans

Síntomas:

Hojas: Manchas necróticas de color marrón claro a oscuro.

Tallos: Manchas alargadas que los hacen quebradizos.

Tubérculos: Manchas irregulares de color marrón rojizo y de apariencia húmeda en la superficie de los tubérculos. Al corte longitudinal se observa estrías necróticas que van de la superficie al centro del tubérculo.

Signo: Presencia de pelusilla blanquecina en el envés de las hojas.

Condiciones favorables para la plaga: Días templados (temperatura entre 15-21°C y alta humedad relativa (mayor de 90%), cultivo de variedad susceptible.

Fase del cultivo que afecta: Desde la emergencia hasta después de la floración.

Transmisión: Principalmente por semilla infectada. Infecciones secundarias se producen a través de tejidos foliares infectados.

Manejo: Adelanto de la época de siembra, eliminación de rastrojos del cultivo anterior y malezas, uso de semilla sana, uso de variedad resistente, evitar exceso de fertilización nitrogenada, distanciamientos adecuados entre plantas y entre surcos, aporques altos, alternancia de fungicidas (sistémico-contacto), corte de follaje antes de la cosecha, cosecha oportuna, selección de tubérculos, almacenamiento adecuado.

Fuente: W. Pérez y G. Forbes (2011).

TIZÓN TEMPRANO

Agente causal: Alternaría solani.

Síntomas

Hojas: Manchas necróticas en las hojas de color marrón claro a oscuro con anillos concéntricos, manchas restringidas por las nervaduras.

Tallos: Manchas necróticas.

Tubérculos: Manchas circulares o irregulares de color marrón oscuro, ligeramente hundidas.

Condiciones favorables para la plaga: Días calurosos, alternancia entre días lluviosos y secos, variedades precoces.

Fase del cultivo que afecta: Generalmente antes de la floración hasta la madurez de la planta.

Transmisión: Semilla infectada, rastrojo de plantas afectadas.

Manejo: Eliminación de rastrojo del cultivo anterior y malezas, uso de semilla sana, uso de variedad resistente (generalmente tardías), uso de fungicidas (contacto-sistémico), corte del follaje antes de la cosecha, elección de tubérculos y cosecha oportuna.

Fuente: W. Pérez y G. Forbes (2011).

MARCHITES BACTERIANA

Agente causal: Ralstonia solanacearum

Síntomas

Follaje: Marchitez que puede presentarse inicialmente en un solo tallo o en toda la planta cuando el ataque es fuerte.

Tubérculos: Decoloración de la superficie del tubérculo. Cuando se cortan transversalmente los tubérculos y luego se presionan, aparecen gotitas blanquecinas (exudado bacteriano) por el anillo vascular. Este exudado también puede salir por los ojos del tubérculo o el extremo del estolón. Los tubérculos semilla infectados pueden no presentar síntomas, pero si pueden ocasionar la enfermedad cuando las condiciones

sean propicias (infección latente), por ello existe cuarentena contra el tránsito de tubérculos para semilla en algunas áreas agrícolas.

Condiciones favorables para la plaga: Campos infestados, semilla infectada, climas cálidos, heridas ocasionadas durante las labores culturales.

Fase del cultivo que afecta: Desde la emergencia hasta la formación de tubérculos.

Transmisión: Semilla infectada, suelo infectado y agua de riego.

Manejo: Elección de terreno donde no se ha reportado la enfermedad, eliminación de rastrojo del cultivo anterior y malezas, rotación de cultivos, uso de semilla sana, evitar riegos pesados y anegamiento del campo, desinfección de herramientas, selección de tubérculos sanos y almacenamiento adecuado.

Fuente: W. Pérez y G. Forbes (2011).

VIROSIS

Agente causal: APLV, APMV, PVY, PVX, PLRV, PYVV, PVS*

Síntomas: En las plantas se puede observar enanismo, amarillamiento, deformación de hojas, rigidez de la planta, mosaicos, moteados, necrosis de nervaduras. En algunos casos las plantas no pueden mostrar síntomas. En los tubérculos se observa disminución del tamaño, deformidad, rajaduras y necrosis.

Condiciones favorables para la plaga: Semilla infectada, uso de misma semilla por varias campañas, presencia de variedad susceptible, hospedantes alternos y malezas, alta población de áfidos, cigarritas, mosca blanca, etc.

Fase del cultivo que afecta: Desde emergencia hasta completar desarrollo vegetativo e incluso por contacto entre tubérculos en el almacén.

Transmisión: Semilla infectada, afidios, cigarritas, contacto entre plantas.

Manejo: Eliminación de rastrojo del cultivo anterior y malezas, selección positiva (selección de plantas sanas para obtener semillas), selección negativa (eliminación de plantas enfermas), uso de insecticidas para el control de insectos transmisores de virus, uso de semilla sana, uso de variedad resistente, selección positiva, trampas amarillas o franjas móviles, selección de tubérculos y almacenamiento a luz difusa.

Fuente: W. Pérez y G. Forbes (2011).

PUDRICIÓN SECA

Agente causal: Fusarium spp.

Síntomas: Pudrición seca de tubérculos que luego se arrugan y finalmente se momifican.

Condiciones favorables para la plaga: Campos infestados, heridas en los tubérculos, almacenamiento inadecuado (falta de ventilación).

Fase del cultivo que afecta: Cerca a cosecha y en almacén

Transmisión: Semilla infectada, suelo infectado.

Manejo: Eliminación de rastrojo del cultivo anterior y malezas, rotación de cultivos, uso de semilla sana, evitar riegos pesados y anegamiento del campo, selección de tubérculos, desinfección de tubérculos con fungicidas y almacenamiento adecuado.

Fuente: W. Pérez y G. Forbes (2011).

RIZOCTONIASIS

Agente causal: Rhizoctonia solani.

Síntomas

Brotos: Lesiones necróticas que estrangulan la planta.

Plantas: Necrosis en las raíces, canchales en los tallos, tubérculos aéreos y canchales en los estolones.

Tubérculos: Costras en la superficie.

Condiciones favorables para la plaga: Campos infestados o semilla infectada, exceso de humedad en el suelo y temperatura de 18°C aproximadamente.

Fase del cultivo que afecta: En la germinación y emergencia de las plantas, así como durante la formación de tubérculos.

Transmisión: Semilla infectada, suelo infectado.

Manejo: Eliminación de rastrojo del cultivo anterior y malezas, rotación de cultivos, uso de semilla sana, tratamiento de semillas con fungicidas, corte del follaje antes de la cosecha, cosecha oportuna y selección de tubérculos.

Fuente: W. Pérez y G. Forbes (2011).

SARNA PULVERULENTA

Agente causal: Spongospora subterranea.

Síntomas:

Raíces y estolones; Agallas irregulares hasta de 1.5 cm de color oscuro.

Tubérculos: Lesiones como pústulas que salen a la superficie y una vez maduras liberan un polvillo marrón oscuro.

Condiciones favorables para la plaga: Campos infestados, suficiente humedad en el suelo y temperaturas entre 16 a 20°C, presencia de variedad susceptible.

Fase del cultivo que afecta: Desde emergencia hasta formación de tubérculos.

Transmisión: Semilla infectada, suelo infectado, estiércol de animales que hayan comido tubérculos con esta enfermedad.

Manejo: Eliminación de rastrojo del cultivo anterior y malezas, rotación de cultivos, uso de semilla sana, uso de variedad resistente, no usar guano de animales que hayan consumido tubérculos infectados, selección de tubérculos.

Fuente: W. Pérez y G. Forbes (2011).

CARBÓN

Agente causal: Tecaphora solani

Síntomas: Agallas en tubérculos y estolones. Al cortar las agallas se nota el tejido de aspecto granuloso y color negruzco.

Condiciones favorables para la plaga: Campos infestados, semilla infectada, monocultivos de papa, presencia de variedad susceptible y hospedantes alternos como Chamico (*Datura stramonium*).

Fase del cultivo que afecta: Desde la emergencia.

Transmisión: Semilla infectada, suelo infectado.

Manejo: Uso de semilla sana, uso de terrenos donde no se haya reportado la enfermedad, evitar el monocultivo de papa, rotaciones largas por más de 7 años, eliminar plantas alternas.

Fuente: W. Pérez y G. Forbes (2011).

VERRUGA

Agente causal: *Synchytrium endobioticum*.

Síntomas: Tumores en los tallos, estolones y tubérculos. Ocasionalmente en hojas y flores.

Condiciones favorables para la plaga: Campos infestados, suficiente humedad en el suelo y temperaturas entre 12 a 24°C, presencia de variedad susceptible.

Fase del cultivo que afecta: Desde emergencia hasta formación de tubérculos.

Transmisión: Semilla infectada, suelo infectado.

Manejo: Elección del terreno donde no se ha reportado la enfermedad, eliminación de rastrojo del cultivo anterior, rotación de cultivos, uso de semilla sana, uso de variedades resistentes, selección negativa, selección de tubérculos y reforestación de campos muy contaminados.

Fuente: W. Pérez y G. Forbes (2011).

PUDRICIÓN BLANDA Y PIERNA NEGRA

Agente causal: *Pectobacterium carotovorum* subsp. *Carotovorum* y *P. atrosepticum*.

Síntomas: Follaje (pierna negra); En la parte basal de los tallos se presenta una pudrición de color negro de consistencia suave. Las hojas se tornan amarillentas y las plantas detienen su crecimiento.

Tubérculos (pudrición blanda); Pudrición con consistencia suave de color crema, cerca de la parte afectada es de color oscuro. Al inicio no tiene olor, pero al final despide olor desagradable.

Condiciones favorables para la plaga: Campos infestados, semilla infectada, riegos pesados o campos anegados, heridas en los tubérculos y almacenamiento inadecuado.

Fase del cultivo que afecta

Para pierna negra: Desde la emergencia hasta la formación de tubérculos.

Para pudrición blanda: Formación de tubérculos, cosecha y almacenamiento.

Transmisión: Semilla infectada, suelo infectado y agua de riego.

Manejo: Eliminación de rastrojo del cultivo anterior y malezas, rotación de cultivos, uso de semilla sana, evitar riegos pesados y anegamiento del campo, desinfección de herramientas con lejía al 3%, selección de tubérculos y almacenamiento adecuado.

Fuente: W. Pérez y G. Forbes (2011).

NEMATODO DEL QUISTE

Agente causal: Globodera pallida.

Síntomas: En las plantas se puede observar enanismo, amarillamiento, deformación de hojas y rigidez de la planta. En algunos casos las plantas no muestran síntomas.

En los tubérculos se observa disminución del tamaño, deformidad, rajaduras y necrosis.

Signo: Raíces y raicillas; estructuras redondas amarillas o blancas (hembras del nematodo) en las raíces.

Condiciones favorables para la plaga: Campos infestados, semilla infectada o suelo adherido a tubérculos, variedades susceptibles, presencia de malezas y plantas hospedantes alternas.

Fase del cultivo que afecta: Desde la emergencia hasta completar desarrollo vegetativo.

Infestación: Semilla infectada o suelo adherido a tubérculos, maquinaria agrícola, suelo agrícola y en los sacos o envases destinados al transporte de tubérculos.

Manejo: Elección del terreno donde no se han reportado nematodos, eliminación de rastrojo del cultivo anterior y malezas, araduras profundas, uso de semilla sana, uso de variedad resistente, uso de materia orgánica, rotación de cultivos, uso de nematicidas, uso de plantas trampas y cosecha oportuna.

Fuente: W. Pérez y G. Forbes (2011).

GUSANO BLANCO DE LA PAPA O GORGOJO DE LOS ANDES

Agente causal: Premnotrypes spp.

Daños

Hojas: Daños en forma de media luna producido por adultos de gorgojo.

Tubérculos: larvas producen galerías profundas, al salir producen agujeros circulares característicos.

Condiciones favorables para la plaga: Campos infestados y rara vez en semilla infectada.

Fase del cultivo que afecta: Desde la emergencia hasta la cosecha.

Infestación: Migración desde campos infestados y rara vez en semilla.

Manejo: Eliminación de tubérculos infectados a la cosecha, eliminación de rastrojos del cultivo anterior y malezas, araduras profundas, uso de semilla sana, uso de variedad precoz, siembras tempranas, barreras de plástico y barreras vivas, zanjas en el contorno del terreno, rotación de cultivos, evitar monocultivo de papa, uso adecuado de insecticidas, uso de plantas trampas, uso de trampas de refugio, aporques altos, colección de gorgojos adultos, cosecha oportuna, uso de mantas en la cosecha, selección de tubérculos y control biológico.

Fuente: W. Pérez y G. Forbes (2011).

TRIPS

Agente causal: *Frankliniella* spp.

Daños: Las hojas presentan manchas plateadas. En ataques severos ocasionan el secado y muerte de las plantas. Presencia del insecto en el envés de las hojas succionando la savia de las plantas. Los trips pueden transmitir el virus (TSWV).

Condiciones favorables para la plaga: Climas cálidos y secos especialmente en ausencia de lluvias, presencia de malezas y hospedantes alternos infectados con trips, campos de papa aledaños infectados.

Fase del cultivo que afecta: Desarrollo vegetativo.

Infestación: Proviene de campos de papa aledaños infestados.

Manejo: Uso de semilla libre de virus, eliminación de rastrojos, plantas voluntarias y malezas, eliminación de plantas con síntomas de virus, época de siembra adecuada para no coincidir con las épocas de mayor cantidad de trips, uso adecuado de insecticidas.

Fuente: W. Pérez y G. Forbes (2011).

POLILLA DE LA PAPA

Agente causal: Pthorimaea operculella, Symmestrichema tangolias y Tecia solanivora.

Daños

Hojas: Minado de hojas (solo P. operculella).

Tallos: larvas ingresan por axilas causando la caída de hojas.

Tubérculos: larvas hacen galerías irregulares.

Condiciones favorables para la plaga: Campos infestados, semilla infectada, climas cálidos y secos, temperaturas mayores de 20°C favorecen el desarrollo del insecto.

Fase del cultivo que afecta: Desde la semilla, desarrollo vegetativo hasta la cosecha inclusive almacén.

Infestación: A través de semilla infectada.

Manejo: Eliminación de rastrojos del cultivo anterior y malezas, araduras profundas, uso de semilla sana, profundidad adecuada de sembrado (no superficial), aporques altos y oportunos, uso de insecticidas, uso de trampas con feromonas, cosecha oportuna y selección de tubérculos, uso de plantas repelentes, báculo virus y talco Bt (si existe en el mercado local) y almacenamiento a luz difusa.

Fuente: W. Pérez y G. Forbes (2011).

MOSCA SALTONA

Agente causal: Epitrix spp.

Daños: Ocasionalmente perforaciones en todo el follaje.

Condiciones favorables para la plaga: Climas cálidos y secos especialmente en ausencia de lluvias.

Fase del cultivo que afecta: Desarrollo vegetativo.

Infestación: Proviene de campos de papa aledaños infestados y del mismo campo de cultivo con infestación previa.

Manejo: Rotación de cultivos, adecuada fertilización de plantas especialmente nitrogenada, adecuado riego, uso de trampas amarillas, uso adecuado de insecticidas.

Fuente: W. Pérez y G. Forbes (2011).

YUYO O MOSTAZA

Agente causal: Brassica spp.

Daños: Compite por la luz, agua y los nutrientes con el cultivo de papa.

Condiciones favorables para la plaga: Campos infestados, introducción de semilla en materia orgánica o residuos de suelo de campos infestados.

Fase del cultivo que afecta: Desde emergencia y todo el desarrollo vegetativo.

Infestación: Semilla de la maleza y/o esquejes.

Manejo: Rotación de cultivos, preparación del terreno, uso de variedades competitivas, distanciamiento adecuado de siembra, manejo de riego, deshierbo en forma manual o con herramientas, labores de cultivo oportunas, uso adecuado de herbicidas.

Fuente: W. Pérez y G. Forbes (2011).

KIKUYO O GRAMA

Agente causal: Pennisetum clandestinum

Daños: Compiten por la luz, el agua y los nutrientes con el cultivo de papa y pueden actuar como hospedantes de otras plagas.

Condiciones favorables para la plaga: Campos infectados, introducción de semilla en materia orgánica o residuos de suelo de campos infestados.

Fase del cultivo que afecta: Desde emergencia y todo el desarrollo vegetativo.

Infestación: Semilla de la maleza y/o esquejes.

Manejo: Rotación de cultivos, preparación del terreno, uso de variedades competitivas, distanciamiento adecuado de siembra, cobertura viva de cultivos, manejo de riego, deshierbo en forma manual o con herramientas, labores de cultivo oportunas, uso adecuado de herbicidas.

Fuente: W. Pérez y G. Forbes (2011).

2.18.2 Factores Abióticos

En general la agricultura es altamente dependiente del clima, por lo tanto, los efectos del cambio climático serán severos en diferente grado dependiendo de la región.

Helada

Este es un fenómeno meteorológico que ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie de la parcela de cultivo disminuye a 0°C o menos, durante un tiempo de dos a cuatro horas (generalmente se presenta en la madrugada o cuando el sol está saliendo en el horizonte). Se estima que las pérdidas de rendimiento ocasionadas por las heladas se encuentran entre 40 y 100 %, dependiendo del estado de desarrollo del cultivo la frecuencia, intensidad y severidad de la helada.

El daño causado es por congelamiento y pérdida de agua (deshidratación). La formación del hielo intracelular es letal, porque sus cristales lesionan las membranas internas de las células debido al rápido congelamiento y contacto con los primeros rayos del sol. Luego de la helada las hojas se marchitan y toman un color café oscuro. Por lo general las partes superiores de la planta se congelan primero.

Fuente: Gabriel, j.; Pereira, R. y A. Gandarillas, (2011).

Según Blanc et al. (1963), los siguientes fenómenos físicos producen heladas:

- ❖ Intrusión de masas de aire con temperaturas de congelación que pueden durar varios días.
- ❖ Pérdida de calor terrestre por radiación. La helada se presenta en horas del amanecer debido a que los cielos claros permiten una rápida pérdida del calor terrestre. Esto es común en las alturas tropicales.
- ❖ Drenaje de aire. Se produce generalmente por el flujo de aire frío, ocasionado por los factores antes indicados, que se deposita en las regiones planas.
- ❖ Pérdida del calor por evaporación. Esto ocurre cuando hay lluvias frías seguidas de viento constante que seca las hojas y baja la temperatura.

Sequía

Es uno de los factores abióticos más importantes que afectan la producción de papa debido a la insuficiente, inadecuada y errática distribución de la precipitación pluvial. El cultivo de papa es conocido por su sensibilidad a la sequía, y su efecto en la producción depende de la intensidad, duración y etapa fenológica en la que se presenta. Si el déficit hídrico es severo y la planta no cuenta con mecanismos de defensa, puede ocurrir paulatinamente su muerte.

Fuente: Gabriel, j.; Pereira, R. y A. Gandarillas, 2011.

Granizo

En los últimos años, este fenómeno se da con más frecuencia en épocas críticas para los cultivos como es la floración y la formación de tubérculos, provocando pérdidas severas, que pueden ser parciales o totales según la intensidad del granizo, ello depende de la ocurrencia y el tamaño del hielo o partícula que caiga. Las variedades (*S. andigena*) tienen tolerancia al granizo por su arquitectura erecta, foliolos pequeños y disposición vertical, lo que hace que expongan menos área foliar; contrariamente las variedades (*S. tuberosum*) son susceptibles al granizo debido a que tienen foliolos grandes, son plantas semierectas y exponen su área foliar. Las variedades tolerantes pueden tener mejor capacidad de rebrote y recuperación que las variedades susceptibles.

Fuente: Gabriel, j.; Pereira, R. y A. Gandarillas, 2011.

2.19 ELEMENTOS TÓXICOS DE LA PAPA

La defensa natural de la planta de la papa contra los hongos y los insectos es un gran contenido en las hojas, los tallos y los brotes de un compuesto tóxico denominado glicoalcaloides (por lo general, solanina y chaconina).

Los glicoalcaloides están presentes por lo general en pequeñas cantidades en el tubérculo, y la mayor concentración está inmediatamente debajo de la piel. Las papas se deben almacenar en lugares oscuros y frescos para evitar que aumente el contenido de glicoalcaloides. Al estar expuestas a la luz, las papas adquieren un color verde

porque aumenta su contenido de clorofila, lo que también indica el aumento del contenido de solanina y chaconina. Dado que la cocción no destruye estas sustancias, es necesario eliminar las partes verdes y pelar las papas antes de cocinarlas (FAO,2008).

2.20 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PAPA

Gráfico N° 1 Composición química de la papa

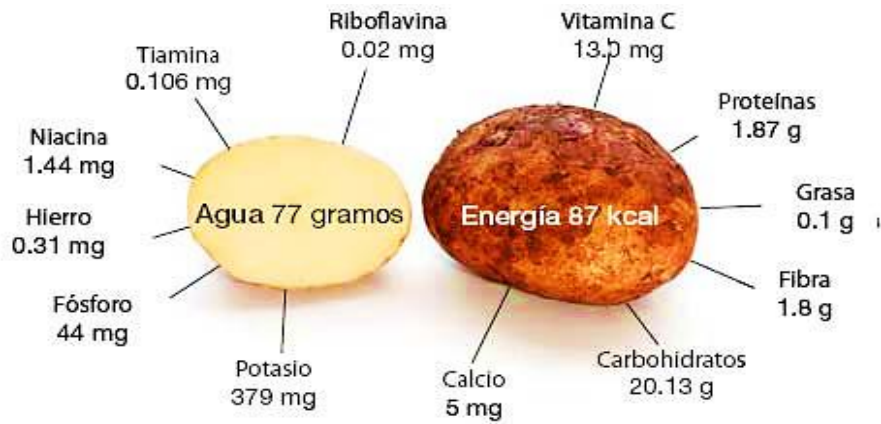


Fuente: FAO.

La papa es un alimento versátil y tiene un gran contenido de carbohidratos. recién cosechada, contiene un 80 por ciento de agua y un 20 por ciento de materia seca. Entre el 60 por ciento y el 80 por ciento es almidón. Respecto a su peso en seco, el contenido de proteína de la papa es análogo al de los cereales, y es muy alto en comparación con otras raíces y tubérculos. Además, la papa tiene poca grasa.

Las papas tienen abundantes micronutrientes, sobre todo vitamina C: La papa contiene una cantidad moderada de hierro, pero el gran contenido de vitamina C fomenta la absorción de este mineral. Además, este tubérculo tiene vitaminas B1, B3, y B6, y otros

minerales como potasio, fosforo y magnesio, así como folato, ácido pantoténico y riboflavina. También contiene antioxidantes alimentarios y fibra (FAO, 2008).



(Por 100 g de papa hervida o pelada antes del consumo)

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Base de datos nacional de nutrientes.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

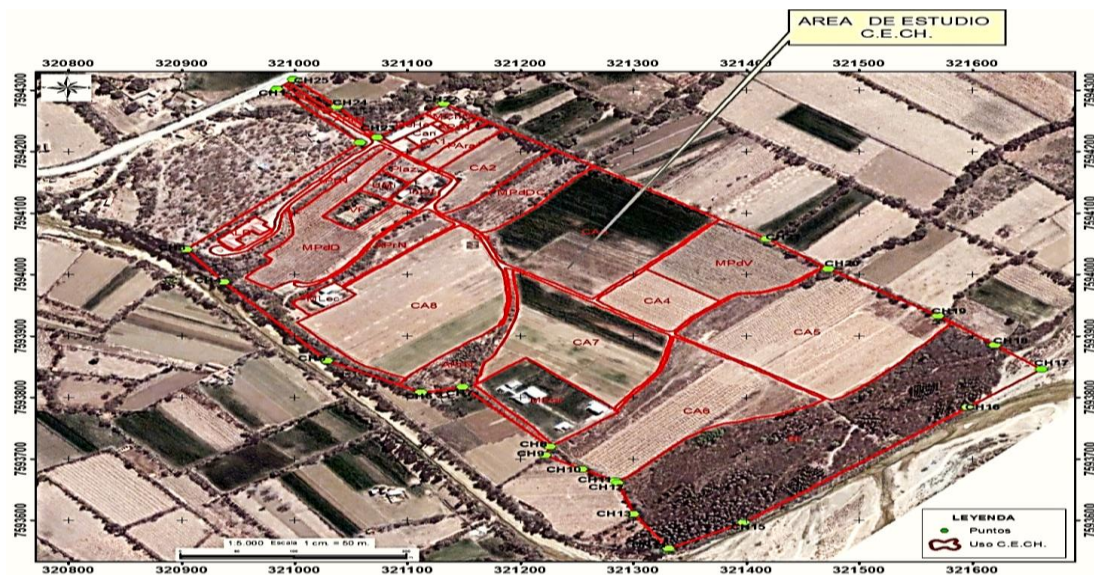
3.1 Localización de la zona de estudio

3.1.1 Ubicación

El estudio se desarrolló en el Centro Experimental de Chocloca (CECH) perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho dependiente de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales.

El CECH cuenta con una superficie de 28.8 hectáreas, ubicado a 45 kilómetros sur de la ciudad de Tarija capital del departamento de Tarija, en la comunidad de Chocloca, en el margen izquierdo y parte baja del río Camacho y sub cuenca de la quebrada El Huayco, correspondiente de la provincia Aviléz. Geográficamente se encuentra ente las coordenadas 21°45`de latitud Sur y 64°44`de latitud Oeste, a una altura de 1800 msnm.





3.2 Características de la zona de estudio

La zona se caracteriza por un clima templado semiárido con temperaturas bajas. Esto corresponde a los valles de la Cordillera Oriental (Valle Central de Tarija, Valle de la Concepción, Padcaya, San Lorenzo), con temperaturas medias anuales entre 13 y 18°C (Cuenca, 2005).

Tiene una temperatura media anual de 18.7°C, y una humedad relativa del 71%, la temperatura máxima extrema se registró en el mes de septiembre de 1993 con 37.0°C, la mínima extrema en julio de 1993 con -7.0°C (SENAMHI).

3.2.1 Temperatura

En la zona donde se realizó el presente trabajo de investigación, la temperatura y la precipitación son variables según las estaciones del año, sin embargo, se analizaron los datos de la estación meteorológica que se halla instalada en el (CEVITA).

Cuadro N°5 Temperatura Media

En los meses de enero-diciembre del 2017 (°C)

ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
21,6	20,4	20,2	17,0	15,1	12,4	15,3	17,4	19,4	19,0	19,8	21,8

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Cuadro N°6 Temperatura Máxima Media

En los meses de enero-diciembre del 2017 (°C)

ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
28,8	27,1	26,9	24,1	24,8	25,0	26,2	29,1	29,7	28,1	26,7	27,7

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Cuadro N° 7 Temperatura Mínima Media

En los meses de enero-diciembre del 2017 (°C)

ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
14,4	13,8	13,5	9,9	5,3	-0,3	4,4	5,6	9,0	9,9	12,9	15,8

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

3.2.2 Precipitación

La precipitación media anual es de 540 a 580 mm de acuerdo a la frecuencia de precipitaciones en la zona en la cual se puede diferenciar dos fases durante el año la fase seca corresponde a los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y la fase de lluvias corresponde a los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril (SENAHMI 2015).

Cuadro N°8 Altura de Precipitación

En los meses de enero-diciembre del 2017 (mm)

ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
87,0	105,5	48,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	33,7	61,8

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Cuadro N°9 Precipitación Máxima Diaria

En los meses de enero-diciembre del 2017 (mm)

ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
33,0	34,5	11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	22,0	37,0

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Cuadro N°10 Días con Lluvia

En los meses de enero-diciembre del 2017

ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
4	8	6	0	0	0	0	0	1	0	3	7

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

3.2.3 Vientos

Los vientos en la comunidad tienen incidencia al finalizar el invierno en el mes de agosto y al comienzo de la primavera.

3.2.4 Suelos

Según CUENCA (2005), los suelos del CECH son de origen aluvial y fluvio-lacustre, los primeros son generalmente profundos, de textura media a finas. En cambio, los suelos de la zona colinosa de origen fluvio-lacustre tienen profundidad variable, de texturas finas a medias, gravosos y muy susceptibles a procesos de erosión hídrica.

3.3 Vegetación

La vegetación predominante en la zona es el churqui (*Acacia caven*) variedades de gramíneas que es la vegetación herbácea la que emerge en forma natural en la época de lluvias.

Cuadro N°11 Especies Arbóreas y Herbáceas

Especies Arbóreas		Especies herbáceas	
N. común	N. científico	N. común	N. científico
Molle	Schinus molle L.	Cebollín	Cyperus Sp.
Algarrobo	Ceratonía siliqua	Trébol	Trifolium Sp.
Sauce	Salix babylonica	Campanita	Ipomea Sp.
Álamo	Populus	Verdolaga	Portulaca oleraceae L.
Chañar	Geoffroea decorticans		
Eucalipto	Eucalyptus spp.		
Churqui	Acacia caven M.		

Fuente: Elaboración propia.

3.4 Cultivos de la Zona

Cuadro N°12 Cultivos principales

Nombre Común	Nombre Científico	Familia
Durazno	Prunus pérsica L.	<i>Rosaceae</i>
Vid	Vitis vinífera L.	Vitaceae
Cebolla	Allium cepa L.	Liliaceae
Papa	Solanum tuberosum L.	Solanaceae
Maíz	Zea maíz L.	Graminaceae
Alfalfa	Medicago sativa L.	Papilionaceae

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N°13 Cultivos secundarios

Nombre Común	Nombre Científico	Familia
Lechuga	Lactuca sativa L.	Compositae
Tomate	Solanum lycopersicum	Solanaceae
Repollo	Brassica oleracea L.	Cruciferae
Acelga	Beta vulgaris L.	Chenopodiaceae
Higo	Ficus carica	Moráceae
Manzana	Pyrus malus L.	Rosáceae
Avena forrajera	Avena sativa L.	Graminaceae
Membrillo	Cydonia oblonga	Rosáceae

Fuente: Elaboración propia.

3.5 Características económicas de la zona

La actividad económica de mayor rendimiento fluctúa en torno a la producción de varios cultivos a lo largo de todo el año, entre frutales, cereales, hortalizas, etc. destinados en su mayoría para la comercialización y en ocasiones para autoconsumo. Así mismo podemos destacar en pequeña escala la crianza de animales y la lechería.

3.6 Vías de Comunicación

El acceso al CECH es únicamente por vía terrestre, quedando descartadas las vías fluviales y aéreas. La principal ruta de acceso hacia la zona es por la carretera Tarija-Chaguaya, al interior del Centro se cuenta con caminos de tierra que comunican la carretera principal con las diferentes áreas del mismo.

3.7 Variedades de estudio

Las variedades de papa se clasifican en dos grupos; nativas y mejoradas. Las variedades nativas son el resultado de un proceso de domesticación, selección y conservación ancestral (Monteros et al., 2005; Monteros y Reinoso, 2010). Las variedades mejoradas son el resultado de un proceso de mejoramiento genético. Estas variedades poseen mayor potencial de rendimiento, resistencia a enfermedades y buena calidad culinaria (Andrade, 1998).

La fundación **PROINPA** trabajo en la obtención de nuevos cultivares de papa que tuvieran características de calidad culinaria parecidas a las nativas, que sean precoces, resistentes al tizón, virus (PVY, PVX, PLRV), nematodos, verruga, sequía y heladas, de alto rendimiento y que se adapten a un amplio rango de pisos agroecológicos. Por otra parte, también trabajo en la obtención de nuevos cultivares para papa prefritas congeladas (PPFC) para la industria (Gabriel et al.,2016).

En todo este proceso, la labor de generar un cultivar ideal, no fue una tarea sencilla y se requirió de inversión económica, tiempo y personal especializado. Se debe mencionar que 14% de la superficie de papa, está siendo cultivada con cultivares mejorados (Gabriel et al., 2011).

Los cultivares Pafrita, Pinker y Jatun Puka (Única), fueron descritos ampliamente en Gabriel et al. (2011) y Gabriel et al. (2016). Sin embargo, se debe enfatizar que en Bolivia hay una alta dependencia del mercado por el cultivar Désirée, que es la de mayor difusión y preferencia (INIAF 2014; Coca-Morante, 2015).

Cuadro N°14 procedencia y obtentor de los cultivares de papa

Cultivar	Obtentor	Institución	Origen	Referencias
Pafrita	J. Gabriel	F. PROINPA	Bolivia	Gabriel et al. (2010)
Pinker	J. Gabriel	F. PROINPA	Bolivia	Gabriel et al. (2010)
Única R.	CIP	CIP	Perú	Gutiérrez-Rosales et al (2007)
Désirée			Holanda	INIAF-RNV y VP (2014)

DESIRÉE

INFORMACIÓN GENERAL

Creador y propietario: Holanda.

Genealogía: Urgenta x Depesche

CARACTERÍSTICAS

AGRÍCOLAS

Maduración: De semitemprana a semitardia, dormencia semi-longa.

Tubérculos: Grandes, de forma oval alargada, de uniformes a bastantes uniformes; piel roja, ojos superficiales bastante resistencia a la mancha negra no infecciosa.

Rendimiento: Bueno; uniformes en la clasificación.

Materia seca: Bueno.

Calidad culinaria: De bastante firme a harinosa al cocer; de esporádico a poco ennegrecimiento después de la cocción; apta para el consumo fresco y patatas fritas.

follaje: De bueno a bastante bueno.

Enfermedades: Bastante sensible a la phytophthora de la hoja, bastante resistente a la phytophthora del tubérculo; bastante sensible al virus del enrollamiento de la hoja, medianamente resistente al virus A, bastante resistente al virus X, buena resistencia al virus Yn; resistencia a la sarna verrugosa; sensible a la sarna común.

CARACTERÍSTICAS

MORFOLÓGICAS

Planta: De alta a mediana, estructura del follaje de tipo intermedio; tallos de semierguidos a erguidos, coloración antociánica fuerte, hojas de grande a mediana, de color verde oscuro a verde; silueta abierta; inflorescencias numerosas, coloración antociánica fuerte de la cara interna de la corola de la flor.

Tubérculos: De forma oval alargada; piel roja y lisa; carne amarilla clara; ojos superficiales.

Brote: De grande a mediana, coniforme, coloración antociánica de fuerte a mediana y moderada pubescencia de la base; yema terminal mediana y coloración antociánica de mediana a débil; puntas radicales de bastante numerosas a poco numerosas.

Fuente: Catálogo Holandés de Variedades de Patata 2011.

PINKER

INFORMACIÓN GENERAL

Código: 00-205-101

Genealogía: Solanum fendleri x
Desirée

Especie: fen x tbr

Ploidía: $2n=4x=48$

Ciclo: Semiprecoz (130 días)

CARACTERÍSTICAS

AGRONÓMICAS

Resistencias: Tizón (phytophthora
infestans)

Poscosecha: Dormancia mediana,
Verdeamiento moderado.

Adaptación a días cortos: Buena.

PROPIEDADES

ORGANOLÉCTICAS Y PARA EL PROCESADO

Procesado: Buena para bastones.

Organoléptica: Regular sabor.

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

Hábito de crecimiento: Decumbente

Color predominante de la flor: Blanco

Color secundario de la flor: Jaspes
violeta

Distribución del color secundario: En
la estrella

Grado de floración: Moderado

Color del tallo: Verde

Forma del tubérculo: Oblongo

Profundidad de ojos: Superficiales

**Color primario de la piel del
tubérculo:** Rosado

**Color secundario de la piel del
tubérculo:** Crema

**Color primario de la carne del
tubérculo:** Crema

**Color secundario de la carne del
tubérculo:** Ausente

Color predominante del brote:
Violeta azulado

Fuente: Gabriel, j.; Pereira, R. y A. Gandarillas, (2011).

PAFRITA

INFORMACIÓN GENERAL

Código: 00-201-26

Genealogía: Perla x Desirée

Especie: tbr x tbr

Ploidía: $2n=4x=48$

Ciclo: Semitardío (130 días)

CARACTERÍSTICAS

AGRONÓMICAS

Resistencias: Tizón (phytophthora infestans)

Poscosecha: Dormancia mediana, Verdeamiento rápido.

Adaptación a días cortos: Buena.

PROPIEDADES

ORGANOLÉCTICAS Y PARA EL PROCESADO

Procesado: Buena para bastones.

Organoléptica: Regular sabor.

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

Hábito de crecimiento: Decumbente

Color predominante de la flor: Blanco

Color secundario de la flor: Jaspes violeta

Distribución del color secundario: En la estrella

Grado de floración: Moderado

Color del tallo: Verde

Forma del tubérculo: Oblongo

Profundidad de ojos: Superficiales

Color primario de la piel del tubérculo: Rosado

Color secundario de la piel del tubérculo: Crema

Color primario de la carne del tubérculo: Crema

Color secundario de la carne del tubérculo: Ausente

Color predominante del brote: Violeta azulado

Fuente: Gabriel, j.; Pereira, R. y A. Gandarillas, (2011).

ÚNICA ROSADA

Origen: Perú

Principales atributos

Descripción varietal

Planta: En general la planta de la variedad Única es herbácea con habito de crecimiento erecto, los tallos son gruesos de color verde oscuro, alcanzando una longitud entre 0,90 a 1,20 metros.

Hojas: son compuestas y se distribuyen en espiral sobre el tallo. La forma de las hojas es disectada, con cinco pares de foliolos laterales y un par de interhojuelas sobre los peciólulos.

Floración: moderada, las flores son violetas y no forman bayas en épocas con bajas temperaturas.

Estolones: son alargados en el invierno o bajo condiciones de sierra; ligeramente cortos y pegados al tallo en la primavera.

Tubérculos: Son oblongos y alargados, con ojos superficiales y en la parte del ojo apical es semi-profundo. La piel del tubérculo es rosada y la pulpa es crema.

Resaltan la resistencia al virus (PVY), su tolerancia al calor, su moderada resistencia al nematodo del nudo (*Meloidogyne* spp.), su precocidad, su estabilidad de rendimiento en varias épocas de siembra y su leve tolerancia a sales.

Comportamiento agronómico

El periodo de dormancia de la semilla alcanza los 40 a 50 días, presenta ligera dormancia apical. El periodo vegetativo es precoz (70 a 90 días) en condiciones de trópico alto o sierra (2.000 a 3.800 msnm) para fines de multiplicación de semilla.

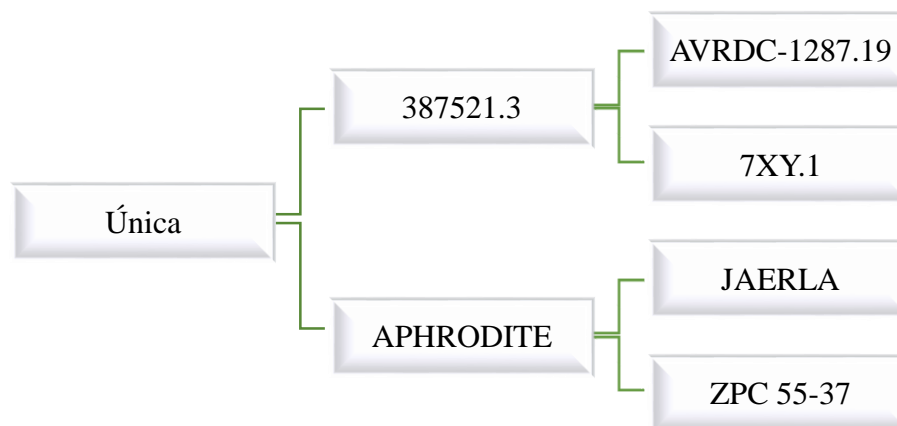
Presenta características de semi-precoz (90 a 110 días) en condiciones de trópico bajo como la costa o los valles Interandinos (0 a 1.500 msnm).

Atributos para el mercado

El principal uso que se le encuentra a la variedad Única es para el consumo en fresco, sin embargo también presenta atributos para el procesado de papas peladas y cortadas en tiras.

Fuente: R. O. Gutiérrez-Rosales, J. A. Espinoza-Trelles, M. Bonierbale (2007).

Cuadro N°15 Genealogía de la variedad única rosada.



Fuente: R. O. Gutiérrez-Rosales, J. A. Espinoza-Trelles, M. Bonierbale (2007).

Cuadro N°16 Características de planta, tallo, hoja, folíolos laterales y folíolos de tres cultivares de papa mejorados y uno de uso público.

Cultivar	Estructura del follaje	Porte	Pigmentación antociánica
Pafrita	Intermedio	Semierecto	Ausente
Pinker	Intermedio	Semierecto	Ausente
Jatun Puka	Intermedio	Erecto	Media
Desirée	Intermedio	Semierecto	Ausente

Fuente: J. Gabriel, A. Angulo, O. Altamirano, S. Rojas, J. Villegas.

Pigmentación antociánica de la nervadura central	Relación ancho longitud	Ondulación del borde
Ausente o muy débil	Media	Media
Ausente o muy débil	Media	Media
Ausente o muy débil	Media	Media
Ausente o muy débil	Media	Media

Fuente: J. Gabriel, A. Angulo, O. Altamirano, S. Rojas, J. Villegas.

Cuadro N°17 Características de brote de tres cultivares mejorados y un cultivar de uso público.

Cultivar	Intensidad de pigmentación antociánica en la base	Pubescencia en la base
Pafrita	Media	Media
Pinker	Media	Media
Jatun Puka	Media	Media
Desirée	Media	Media

Fuente: J. Gabriel, A. Angulo, O. Altamirano, S. Rojas, J. Villegas.

Forma	Tamaño extremo en relación con la base	Número de radículas
Cónica	Pequeño	Medio
Cónica	Pequeño	Medio
Cónica	Medio	Medio
Cónica	Pequeño	Medio

Fuente: J. Gabriel, A. Angulo, O. Altamirano, S. Rojas, J. Villegas.

Cuadro N°18 Características de tubérculo de tres cultivares de papa mejorados y de un cultivar de uso público.

Cultivar	Forma	Profundidad de las yemas
Pafrita	Ovalada	Muy poco profundas
Pinker	Ovalada largo	Muy poco profundas
Jatun Puka	Ovalada largo	Muy poco profundas
Desirée	Ovalada	Muy profundas

Fuente: J. Gabriel, A. Angulo, O. Altamirano, S. Rojas, J. Villegas.

Color de la base de las yemas	Color de la piel	Color de la pulpa
Rojo	Rojo	Crema
Rojo	Rojo	Crema
Rojo	Rojo	Crema
Rojo	Rojo	Amarillo claro

Fuente: J. Gabriel, A. Angulo, O. Altamirano, S. Rojas, J. Villegas.

3.8 Materiales

3.8.1 Material vegetal

El material vegetal que se utilizó en la presente investigación, fue semilla certificada de papa de tres variedades nuevas poco difundidas con alto potencial frente a la variedad Desirée altamente producida y comercializada.

Todas estas variedades de papa fueron cultivadas en las condiciones de suelo y clima del Centro Experimental de Chocloca (CECH), para su respectivo estudio.

Las variedades de papa a utilizar fueron:

- ❖ Desirée
- ❖ Jatun Puka (Única Rosada)
- ❖ Pafrita
- ❖ Pinker

3.8.2 Materiales de demarcación

- ❖ Wincha
- ❖ Estacas
- ❖ Letreros
- ❖ Martillo

3.8.3 Materiales de registro

- ❖ Tablero
- ❖ Planillas
- ❖ Libreta de campo
- ❖ Máquina fotográfica

3.8.4 Materiales de campo

- ❖ tractor
- ❖ Azadón
- ❖ Picota
- ❖ Pulverizador agrícola manual
- ❖ Balanza

3.8.5 Materiales de gabinete

- ❖ Computadora
- ❖ Calculadora

3.9 Metodología

3.9.1 Diseño Experimental

En el presente trabajo de investigación se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones, haciendo un total de 12 unidades experimentales de acuerdo al siguiente esquema

Cuadro N°19 diseño experimental

Factores	Niveles	Tratamientos	Replicas	Unidad Experimental	VARIABLES de estudio
	V ₁	T ₁			Días a emergencia
					Días a la cosecha
	V ₂	T ₂			N° de tubérculos /planta
Variedad			3	12	Peso de tubérculos/planta
	V ₃	T ₃			Longitud de los tubérculos/planta
					Diámetro de los tubérculos/planta
	V ₄	T ₄			Rendimiento en t/ha.

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

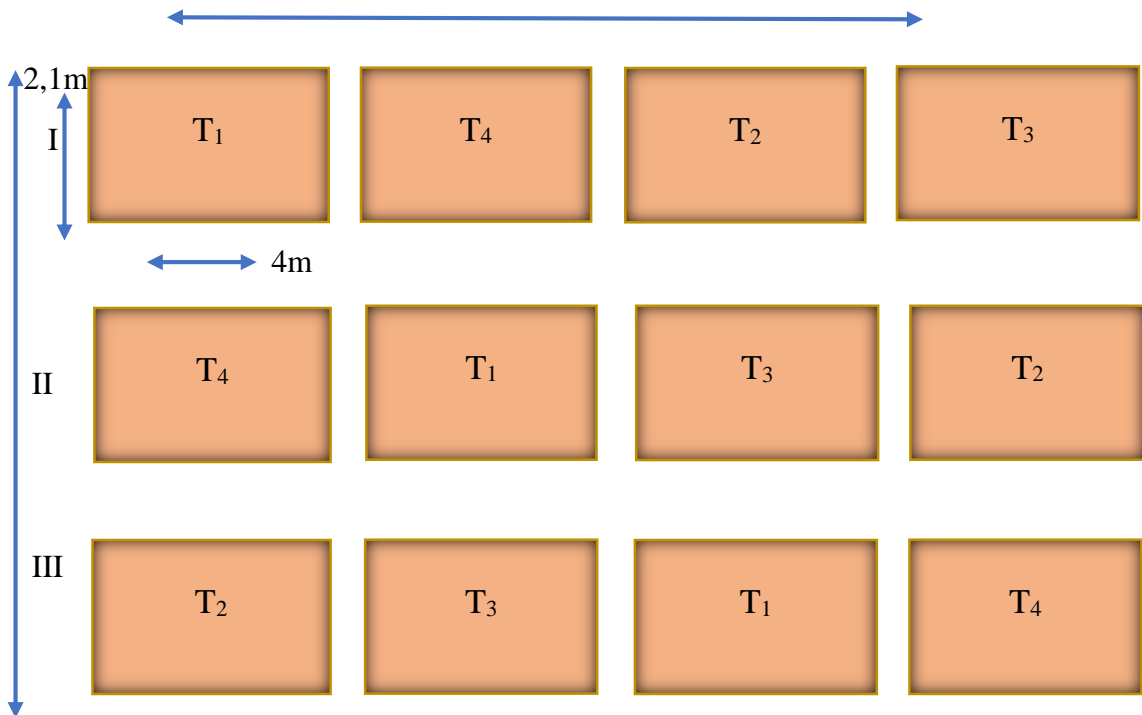
V₁= variedad Desirée

V₂= variedad Pinker

V₃= variedad Pafrita

V₄= variedad Jatum Puka (Única Rosada)

4 Diseño de campo



4.1 Datos Del Diseño de campo

Cuadro N°20 datos del diseño de campo

Superficie total del ensayo	139,37 m ²
Superficie de la unidad experimental	8,4 m ²
Número de parcelas	12
Número de surcos por parcela	3
Distancia de surco a surco	0.70 m
Distancia de planta a planta	0.30 m
Distancia de la calles en el interior/parcelas	0.80 m
Distancia de las calles exterior/parcelas	0.80 m
Número de tubérculo/semilla por parcela	39
Número total de tubérculos/semilla ensayo	468

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Metodología del trabajo en campo

4.2.1 Labores preculturales

Preparación del Terreno en Campo

La papa es cultivada en casi todos los tipos de suelo, no obstante, los más convenientes son aquellos que ofrecen menos resistencia al crecimiento de los tubérculos. Es por tanto que la preparación del suelo es una de las labores agrícolas de mayor importancia en la producción de la papa, puesto que persigue adecuar a las necesidades de las plantas, las características físicas del suelo que afectan la brotación de la semilla y su desarrollo posterior.

El número de labores y el tipo de implementos utilizados serán distintos según el estado que presente el terreno y depende del tipo de suelo, humedad y de las condiciones climáticas. Así mismo se debe considerar que cada especie vegetal tiende a un medio biológico en particular.

Si bien el terreno utilizado en el presente ensayo correspondía a uno agrícola y se utilizaba para la producción de diferentes cultivos. Se prosiguió a realizar las labranzas fundamentales en la preparación del terreno a utilizar, como la arada y rastreada respectivamente, con anticipación de 20 días respecto a la siembra del cultivo, con la finalidad de crear las condiciones más propicias entre el suelo y la planta.

Una vez concluidas las labores agrícolas en la preparación del suelo se prosiguió a delimitar las dimensiones a ocupar dentro el ensayo de campo por medio de una wincha y estacas, la superficie total del terreno abarcaba 139.37 m^2 que a su vez serían distribuidos en 12 unidades experimentales de una superficie de total de $8,4 \text{ m}^2$.

4.2.2 Labores Culturales

Las labores culturales generales son aquellas que se realizan a todas las plantas, ya que todas necesitan ciertas condiciones para crecer y desarrollarse vigorosamente.

Siembra

En el presente trabajo de investigación efectuado el material genético utilizado corresponde a diferentes pisos ecológicos dentro del territorio boliviano, distribuidos entre los departamentos de Potosí y Tarija respectivamente.

De las cuatro variedades de semilla de papa utilizadas dos pertenecen a la localidad de Villazón, primera sección del municipio Modesto Omiste del departamento de Potosí. las variedades utilizadas fueron la Única rosada de categoría básica 3 y Pinker de categoría básica 1.

Respecto a las dos variedades de papa restantes la variedad Pafrita proviene del municipio de Yacuiba provincia Gran Chaco, mientras que la variedad Desiré proviene del valle central de Tarija, ambas pertenecen al departamento de Tarija de categorías pre-básica respectivamente.

La siembra se realizó en fecha 18 septiembre del 2017, mediante la utilización de un tractor agrícola que realizo el surcado del terreno, con densidades de siembra de 30 centímetros de distancia entre plantas y 70 centímetros de distancia entre surcos.

Los tubérculos semillas fueron introducidos en una profundidad aproximada de 7 centímetros de tierra, cubiertas de forma manual mediante la utilización de un azadón. A su vez se aplicó el fertilizante Nutrifort NPK o triple (20-20-20), compuesto mineral para aporta nutrientes balanceados y el fungicida Actara para la desinfección del suelo.

En total se utilizaron 13 semillas de papa por surco y 39 semillas de papa por unidad experimental, siendo 468 el total de semilla de papa utilizada entre las 4 variedades en el ensayo, correspondiendo 117 tubérculos semilla a cada variedad.

Carpida

Esta labor se realizó en forma manual en las cuatro variedades de papa después de la emergencia de las plantas cuando estas alcanzaron una altura aproximada de 10 a 15 centímetros, con la finalidad de mover la tierra alrededor de las plantas y a su vez quitando la hierba que crece naturalmente también conocida como “yuyos” que compiten con el cultivo por agua y nutrientes.

Por otra parte, la movida de la tierra contribuye a airearla y así mejorar la respiración de las raíces, así mismo el crecimiento en las plantas de papa se torna más uniforme sin otros organismos vegetales que compitan a la par por los recursos de este.

Aporque

Esta labor de campo se realizó a medida que el cultivo de papa proseguía su desarrollo y en función al requerimiento del mismo, de forma manual, antes de la etapa de floración en las cuatro variedades de papa.

la labor consistió en abrir un extremo próximo a las plantas y aplicar en forma directa el fertilizante Fosfato Diamónico 18-46-00 comúnmente conocido como “Urea” y a su vez arrimar tierra a la base de las plantas, para el mejor arraigo de las raíces.

Control de Malezas

En todo cultivo se busca proporcionar a las plantas las mejores condiciones de suelo y clima propicias para su desarrollo. Pero a su vez también propiciamos un ambiente para el desarrollo de otras especies vegetales (hierbas) que tienden a competir por los recursos del medio (agua, nutrientes, luz y espacio).

En el cultivo de papa establecido se evidenciaron malezas muy perjudiciales desde la emergencia y todo el desarrollo vegetativo como el Kikuyo o Grama (*Pennisetum clandestinum*), Yuyo o Mostaza (*Brassica spp*) y otras, en mayor y menor escala.

Teniendo que efectuarse varios controles permanentes a lo largo de su ciclo de desarrollo, en forma manual, debido a que en parte las semillas de malezas provenían de la propia fuente de agua que se usaba para riego.

Cosecha

Una vez concluido el ciclo vegetal de las plantas de papa en campo más específicamente referido a la maduración del tubérculo, se prosiguió a realizar la separación de la planta madre de la porción vegetal de interés comercial. la cosecha se realizó en forma manual en las cuatro variedades, descubriendo la parte radicular de la planta donde se encuentran los tubérculos y evitando producir daños en ellos.

A medida que se cosechaba se realizó el conteo de los tubérculos/ planta en cada una de las variedades con la finalidad de tener una estimación referente al total de tubérculos producidos en cada unidad experimental.

Finalizada dicha labor de campo se procedió a realizar la clasificación de los tubérculos en función al tamaño comercial: primera, segunda, tercera y descarte, sin tomar en cuenta los tubérculos dañados en la recolección de los mismos y por consiguiente al pesado de los mismos, por medio de una balanza electrónica de capacidad de 5 kilogramos.

Así mismo se prosiguió a realizar la medición de longitud y diámetro de los tubérculos, mediante un calibrador (vernier). Por último, se prosiguió a realizar el cálculo para estimar el rendimiento en t/ha en las variedades respectivas y por ende tener una estimación referente al alcance productivo en este entorno.

Riego

La papa es un cultivo que demanda un riego exigente dentro de ciclo de desarrollo, por lo tanto, en el ensayo de campo realizado se estableció una frecuencia de riego de 3 a 4 días en las primeras semanas antes y después de la emergencia de las plantas.

Posteriormente la frecuencia establecida de riego estuvo sujeta a la disponibilidad de recursos hídricos que ofreció la zona de estudio, por lo cual se redujo el riego a solo una vez cada 7 o 10 días. A consecuencia de esta situación, el cultivo atravesó un periodo crítico que se reflejó en la fisiología y en la pérdida de algunas plantas. A pesar de esta situación, las variedades de papa utilizadas mostraron resistentes a la falta de agua durante este periodo.

Una vez restablecido el flujo normal de agua en la zona, producto del cambio de estación, se prosiguió a retomar los riegos establecidos anteriormente, pero en función al requerimiento del cultivo y de esta manera reponer las pérdidas por transpiración del cultivo y por evaporación directa del suelo.

Cuadro N°21 cronograma de riego

N° de riegos	Tipo de riego	Fecha	Día	Horas
1	Gravedad	23/09/17	Sábado	2
2	Gravedad	28/09/17	Jueves	2
3	Gravedad	2/10/17	Lunes	2
4	Gravedad	6/10/17	Viernes	2
5	Gravedad	10/10/17	Martes	2
6	Gravedad	14/10/17	Sábado	2
7	Gravedad	19/10/17	Jueves	3
8	Gravedad	26/10/17	jueves	2
9	Gravedad	2/11/17	jueves	2
10	Gravedad	9/11/17	jueves	2
11	Gravedad	16/11/17	martes	2
12	Gravedad	23/11/17	jueves	2
13	Gravedad	27/11/17	Lunes	2
14	Gravedad	1/12/17	viernes	2
15	Gravedad	5/12/17	Martes	2
16	Gravedad	9/12/17	Sábado	3

Fuente: Elaboración propia

Control Fitosanitario

De acuerdo al seguimiento que se realizó durante el ciclo de desarrollo del cultivo, se constató una serie de enfermedades o fisiologías anormales en algunas plantas, causadas por diferentes agentes patógenos. Principalmente producidos por hongos, bacterias, virus, oomiceto, insectos y malezas.

Las variedades de papa utilizadas en el presente ensayo de campo presentaban resistencia al Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y a otras enfermedades, no obstante, se pudo evidenciar daños causados en algunas plantas por esta enfermedad al igual que por otras como el Tizón temprano (*Alternaria solani*), Marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*), Pierna negra (*Pectobacterium carotovorum* subsp. *Carotovorum* y *P. atrosepticum*), y Virosis.

Evidenciados los síntomas en las plantas producto de estas enfermedades se procedió a realizar los controles necesarios para mitigar dicho impacto, mediante la utilización de ciertos productos químicos más específicamente de fungicidas como Acrobat MZ y Coraza respectivamente. En total se realizaron tres aplicaciones químicas en el ciclo de desarrollo de la papa.

Con referencia al ataque causado por insectos se pudo constatar daños leves causados por Pulgón de la papa (*Macrosiphum euphorbiae*) y Gorgojo de los Andes (*Premnotrypes* spp.) durante la duración del cultivo. No obstante, debemos recalcar que el terreno provisto en el ensayo había sido utilizado con anterioridad para la producción de papa, cuestión que propicio la diseminación de alguna de estas enfermedades.

Así mismo se utilizaron otros productos como MegaRoot enraizador bioauxinico en el fortalecimiento del sistema radicular y Triple A un acidificante-regulador del PH del agua para mejorar la distribución y penetración de los productos en el follaje.

4.3 Variables analizadas

❖ Días a emergencia

Se consideró el periodo transcurrido desde la siembra del tubérculo semilla hasta la emergencia de las plantas sobre la superficie del suelo, estimando un promedio de emergencia uniforme mayor al 50 % en cada una de las unidades experimentales.

❖ Días a cosecha

Se estimó mediante la maduración comercial en los tubérculos en las cuatro variedades de papa, más precisamente en torno al periodo de tiempo que transcurre en efectuarse la maduración del producto final (tubérculo).

❖ **Número de tubérculos/planta**

Las plantas de papa no producen siempre la misma cantidad de tubérculos, por tanto, se utilizó para tal variable la relación existente entre el número total de tubérculos y plantas en cada una de las unidades experimentales, a medida que se realizaba la cosecha en las variedades respectivas.

❖ **Peso de los tubérculos/ planta**

Para evaluar esta variable se utilizó la relación entre el peso total de los tubérculos y el porcentaje promedio de tubérculos/planta en cada unidad experimental, después de la cosecha en las variedades respectivas.

❖ **Longitud de los tubérculos/ planta**

Para el cálculo de longitud se realizó solo una medición de la distancia de los dos extremos más distantes en cada tubérculo, a partir de una muestra previamente seleccionada de 10 tubérculos de tamaño comercial (primera, segunda y tercera) en cada unidad experimental. Por medio de un calibrador (vernier) y expresado en milímetros (mm), esto después de haber realizado la cosecha respectiva.

❖ **Diámetro de los tubérculos/ planta**

El cálculo del diámetro se realizó en función de la distancia de los dos extremos más próximos en cada tubérculo, realizando dos mediciones esto debido a que la forma no siempre es igual, a partir de una muestra previamente seleccionada de 10 tubérculos de tamaño comercial (primera, segunda y tercera) en cada unidad experimental. Por medio de un calibrador (vernier) y expresado en milímetros (mm), esto después de haber realizado la cosecha respectiva.

❖ **Rendimiento en toneladas/hectárea**

Para la estimación del cálculo del rendimiento del cultivo de papa se utilizaron los pesos totales obtenidos en cada unidad experimental expresados posteriormente en t/ha.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez concluido la etapa de campo, se han procesado y tabulado todos los datos, en función de los objetivos y la metodología de investigación, logrando los resultados planteados a continuación:

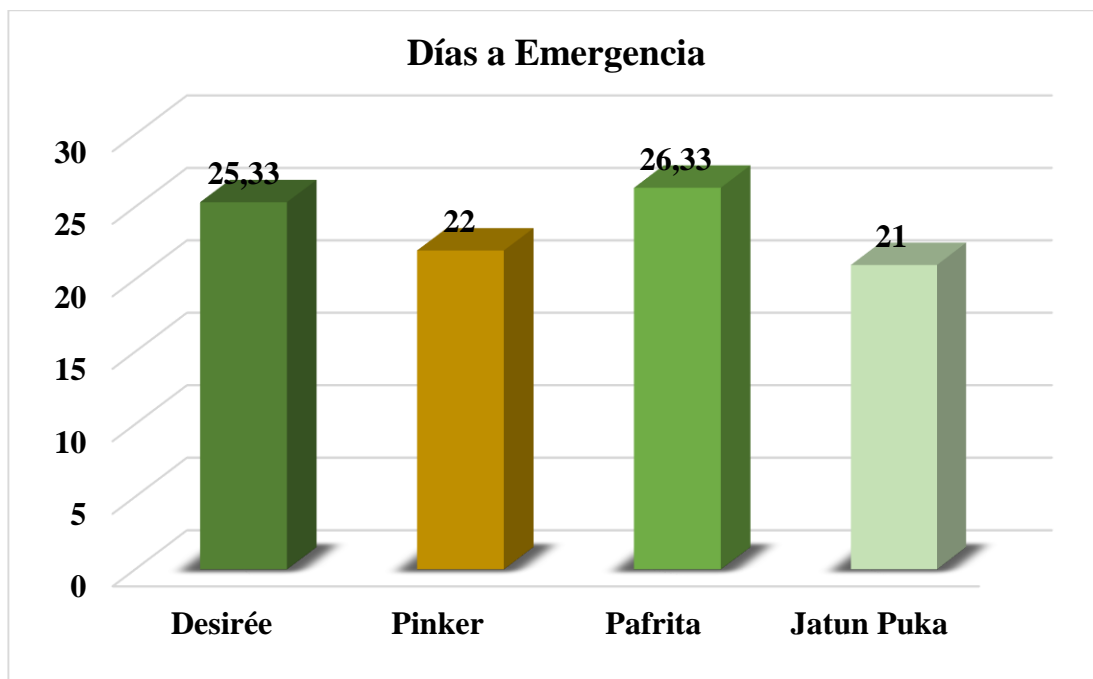
4.1 DÍAS A EMERGENCIA

**CUADRO N°22 DÍAS A EMERGENCIA EN CADA UNIDAD
EXPERIMENTAL**

Tratamientos	Bloque			Sumatoria	Media
	I	II	II	Σ	X
T1	27	24	25	76	25,33
T2	21	23	22	66	22
T3	25	27	27	79	26,33
T4	20	23	20	63	21
Sumatoria de Bloques Σb	93	97	94	284	

En el **cuadro N°22** se puede observar las diferencias existentes en torno a los días a emergencia en las cuatro variedades de papa. Donde el T4 con 21 y T2 con 22 días obtuvieron una emergencia más rápida y uniforme en un periodo menor respecto del T1 con 25,33 y T3 con 26,33 días, donde el periodo de emergencia es más lento y por tanto desuniforme en las plantas.

GRÁFICA N°2 EVALUACIÓN DE DÍAS A EMERGENCIA EN CADA UNIDAD EXPERIMENTAL



En la **gráfica N°2** se tiene el promedio de cada tratamiento para días a emergencia donde se observa que existen diferencias en torno a esta variable, para comprobar si estas diferencias observadas son significativas desde el punto de vista estadístico, sometimos los datos a un análisis de varianza.

4.1.1 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DÍAS A EMERGENCIA

CUADRO N°23 CÁLCULO DE “ANVA” PARA DÍAS A EMERGENCIA EN CADA UNIDAD EXPERIMENTAL

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Total	11	74,67				
Tratamientos	3	59,34	19,78	9,03	4,76	9,78
Bloques	2	2,17	1,09	0,50	5,14	10,9
Error	6	13,16	2,19			

En el **cuadro N°23** en cuanto a los tratamientos se observa que existen diferencias significativas respecto a la FC de 9,03 con la FT al 5% y no así al 1% de probabilidad. En torno a los bloques se observa que no existe diferencias significativas porque la FC de 0,50 no es significativa a la FT al 5% y 1% de probabilidad.

4.1.2 PRUEBA DE DUNCAN PARA DÍAS A EMERGENCIA

CUADRO N°24 PRUEBA DE DUNCAN PARA DÍAS A EMERGENCIA

Dif. = $X_A - X_B > LS^*$	Ligeramente significativo *
Dif. = $X_A - X_B \leq LS$ NS	N.S. No significativo

Tratamiento	X	$S_x = 0,85$			
		Nº. de X	2	3	4
T3	26,33	Q	3,46	3,59	3,65
T1	25,33	S_x	0,85	0,85	0,85
T2	22	LS	2,94	3,05	3,10
T4	21				

B	A			Tratamientos	X
	26,33	25,33	22	A	21
21	5,33/3,10 *	4,33/3,05 *	1/2,94 NS	A	22
22	4,33/3,05 *	3,33/2,94 *		B	25,33
25,33	1/2,94 NS			B	26,33

En el **cuadro N°24** de acuerdo con la prueba realizada se obtuvo que los tratamientos N°4 con 21 y N°2 con 22 días son los de mayor uniformidad en torno a días a emergencia respecto de los tratamientos N°1 con 25,33 y N°3 con 26,33 días. Por lo que vemos conveniente en este aspecto la utilización de cualquiera de las dos variedades de mayor respuesta a esta variable.

No obstante, el estado fisiológico (edad) del tubérculo-semilla también tiene gran influencia en el crecimiento de la planta, la formación de tallos, tubérculos y la maduración.

Cortbaoui (1981) señala que la planta, durante las primeras etapas de su vida utiliza los nutrimentos que le suministra el tubérculo madre hasta la producción de raíces. Por ello, el tubérculo debe tener el tamaño suficiente para atender las demandas nutricionales durante el desarrollo inicial. Esto es especialmente importante cuando las condiciones para una buena emergencia de las plantas son inferiores a las deseado debido a daños por insectos, falta de humedad en el suelo y ataque de enfermedades.

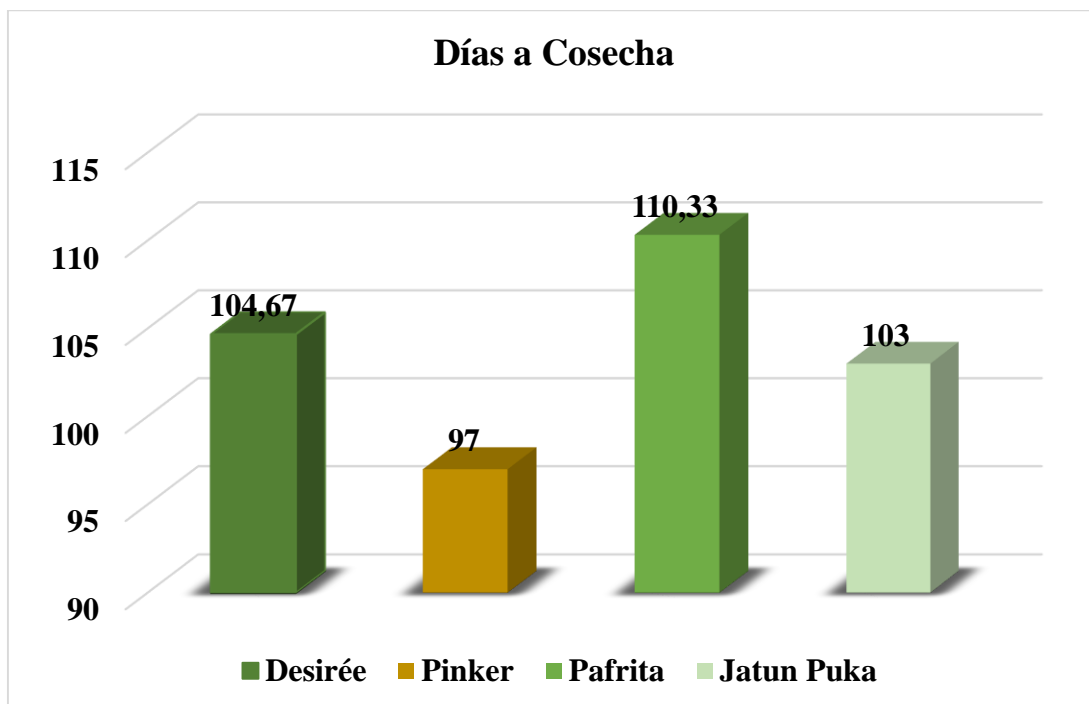
4.2 DÍAS A COSECHA

CUADRO N°25 DÍAS A COSECHA EN CADA UNIDAD EXPERIMENTAL

Tratamientos	Bloque			Sumatoria Σ	Media \bar{X}
	I	II	II		
T1	107	104	103	314	104,67
T2	97	98	96	291	97
T3	109	112	110	331	110,33
T4	103	102	104	309	103
Sumatoria de Bloques Σb	416	414	415	1.254	

En el **cuadro N°25** se pueden observar las diferencias existentes en torno a días a cosecha en las cuatro variedades de papa, donde el T2 con 97 días fue la que obtuvo una rápida madurez comercial en un periodo menor respecto del T4 con 103, T1 con 104,67 y T3 con 110,33 días.

GRÁFICA N°3 EVALUACIÓN DE DÍAS A COSECHA EN CADA UNIDAD EXPERIMENTAL



En la **gráfica N°3** se tiene el promedio de cada tratamiento para días a cosecha donde se observa que existen diferencias en torno a esta variable relacionado con la madurez comercial, para comprobar si estas diferencias observadas son significativas desde el punto de vista estadístico, sometimos los datos a un análisis de varianza.

4.2.1 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DÍAS A COSECHA

CUADRO N°26 CÁLCULO DE “ANVA” PARA DÍAS A COSECHA EN CADA UNIDAD EXPERIMENTAL

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Total	11	288,25				
Tratamientos	3	270,92	90,31	32,14	4,76	9,78
Bloques	2	0,5	0,25	0,09	5,14	10,9
Error	6	16,83	2,81			

En el **cuadro N°26** en cuanto a los tratamientos se puede observar que existen diferencias altamente significativas respecto a la FC de 32,14 con la Ft al 5% y 1% de probabilidad. En torno a los bloques se observa que no existe diferencias significativas porque la FC de 0,09 no es significativa a la Ft al 5% y 1% de probabilidad.

4.2.2 PRUEBA DE DUNCAN PARA DÍAS A COSECHA

CUADRO N°27 PRUEBA DE DUNCAN PARA DÍAS A COSECHA

Dif. = $X_A - X_B > LS^*$	Ligeramente significativo *
Dif. = $X_A - X_B \leq LS$ NS	N.S. No significativo

Tratamiento	X	$S_x = 0,97$			
T3	110,33	N° de X	2	3	4
T1	104,67	Q	3,46	3,59	3,65
T4	103	S_x	0,97	0,97	0,97
T2	97	LS	3,36	3,48	3,54

B	A			Tratamiento	X
	110,33	104,67	103	A	97
97	13,33/3,54 *	7,67/3,48 *	6/3,36 *	B	103
103	7,33/3,48 *	1,67/3,36 NS		B	104,67
104,67	5,56/3,36 *			C	110,33

En el **cuadro N°27** de acuerdo con la prueba realizada se obtuvo que el mejor tratamiento fue el de 97 días el cual difiere del resto, en segundo lugar, se observa a los tratamientos de 103 y 104,67 días en los cuales no existe diferencias significativas y por último al tratamiento de 110,33 días. Por lo cual vemos conveniente en este aspecto la utilización de cualquiera de las tres variedades de mayor respuesta a esta variable.

No obstante, el estado fisiológico (edad) del tubérculo-semilla también tiene gran influencia en el crecimiento de la planta, la formación de tallos y tubérculos y la maduración, por otra parte, consideramos que la madurez es diferente y variable en función de muchos factores, algunos propios de la variedad seleccionada y otros relacionados con las condiciones edafoclimáticas.

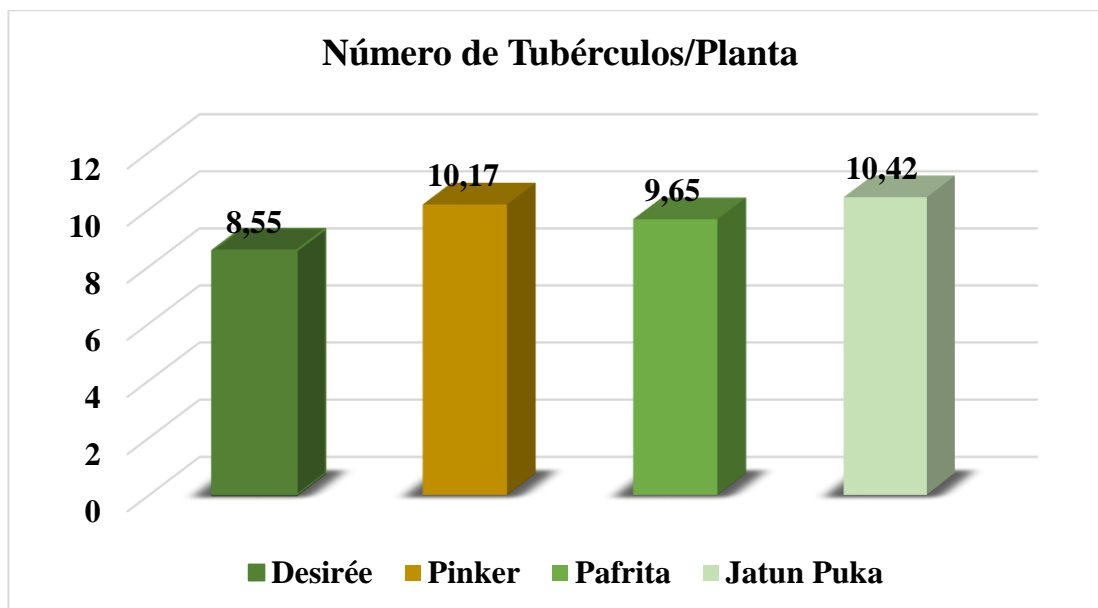
4.3 NÚMERO DE TUBÉRCULOS/PLANTA

CUADRO N°28 NÚMERO DE TUBÉRCULOS/PLANTA EN CADA UNIDAD EXPERIMENTAL

Tratamientos	Bloque			Sumatoria Σ	Media \bar{X}
	I	II	II		
T1	8,77	9,24	7,63	25,64	8,55
T2	10,51	9,54	10,46	30,51	10,17
T3	9,77	10,50	8,68	28,95	9,65
T4	12,41	9,42	9,43	31,27	10,42
Sumatoria de Bloques Σb	41,46	38,71	36,20	116,17	

En el **cuadro N°28** se pueden observar las diferencias existentes en torno al número de tubérculos/planta en las cuatro variedades de papa. Donde el T4 con 10,42 y T2 con 10,17 obtuvieron la mayor cantidad de tubérculos con respecto del T3 con 9,65 y T1 con 8,55 siendo este último el de menor producción por planta.

**GRÁFICA N°4 EVALUACIÓN DE NÚMERO DE TUBÉRCULOS/PLANTA
EN CADA UNIDAD EXPERIMENTAL**



En la **gráfica N°4** se tiene el promedio de cada tratamiento para número de tubérculos/planta donde se observa que existen diferencias en torno a esta variable relacionado con la producción por planta, para comprobar si estas diferencias observadas son significativas desde el punto de vista estadístico, sometimos los datos a un análisis de varianza.

4.3.1 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA NÚMERO DE TUBÉRCULOS/PLANTA

CUADRO N°29 CÁLCULO DE “ANVA” PARA NÚMERO DE TUBÉRCULOS/ PLANTA EN CADA UNIDAD EXPERIMENTAL

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Total	11	19,67				
Tratamientos	3	6,05	2,02	1,92	4,76	9,78
Bloques	2	7,34	3,67	3,50	5,14	10,9
Error	6	6,28	1,05			

En el **cuadro N°29** en cuanto a los tratamientos se puede observar que no existe diferencias significativas porque la FC de 1,92 no es significativa a la FT al 5% y 1% de probabilidad. En torno a los bloques se observa que no existe diferencias significativas porque la FC de 3,50 no es significativa a la FT al 5% y 1% de probabilidad.

El número de tubérculos que llegan a madurar depende de la disponibilidad de humedad y nutrientes en el suelo (FAO, 2008).

Para el desarrollo de los tubérculos, se requiere un follaje funcional adecuado. Hay una correlación directa entre el área foliar y la producción de tubérculos hasta un índice de área foliar (IAF) de 3, más allá del cual un área foliar adicional no afecta proporcionalmente la formación del tubérculo, dentro de un mismo genotipo (Milthorpe y Moorby, 1966).

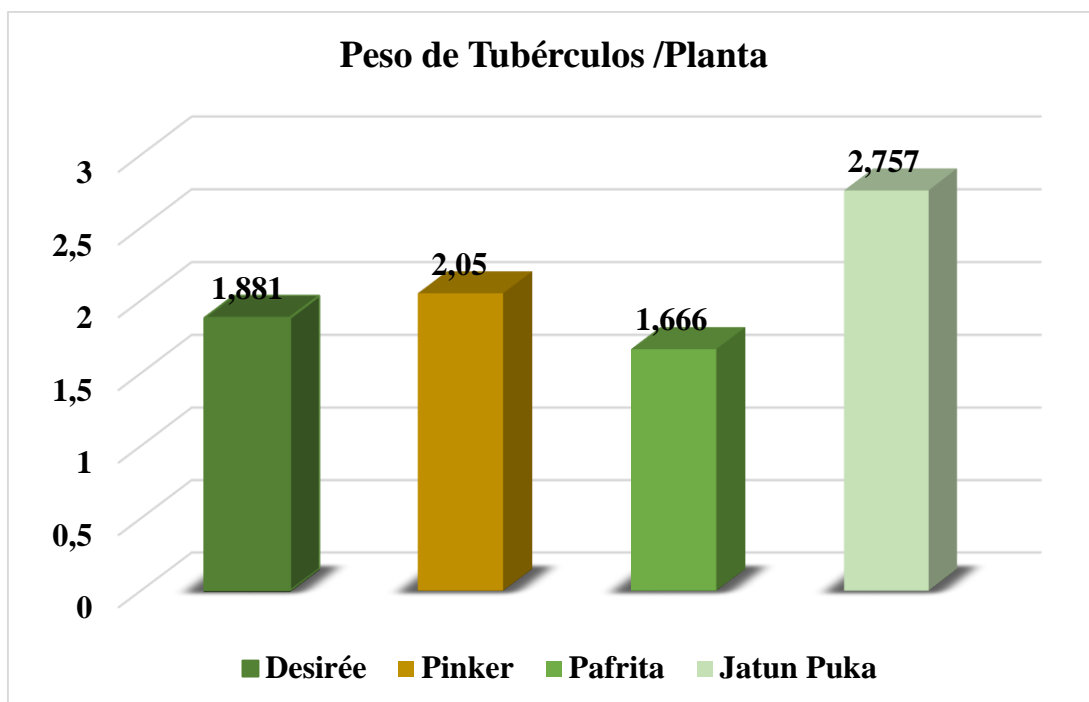
4.4 PESO DE TUBÉRCULOS /PLANTA

CUADRO N°30 PESO DE TUBÉRCULOS/PLANTA EN CADA UNIDAD EXPERIMENTAL (Kg)

Tratamientos	Bloque			Sumatoria Σ	Media X
	I	II	II		
T1	1,652	2,187	1,803	5,642	1,881
T2	2,574	1,854	1,722	6,150	2,050
T3	1,708	1,866	1,423	4,997	1,666
T4	2,678	2,504	3,090	8,272	2,757
Sumatoria de Bloques Σb	8,612	8,411	8,038	25,061	

En el **cuadro N°30** se pueden observar las diferencias existentes en torno al peso de tubérculos/planta en las cuatro variedades de papa. Donde el T4 con 2,757 Kg obtuvo el mayor peso en los tubérculos respecto del T2 con 2,050 Kg; T1 con 1,881 Kg y T3 con 1,666 Kg siendo este último el de menor peso en los tubérculos producidos por planta.

GRÁFICA N°5 EVALUACIÓN DEL PESO DE TUBÉRCULOS/PLANTA



En la **gráfica N°5** se tiene el promedio de cada tratamiento para peso de tubérculos/planta donde se observa que existen diferencias en torno a esta variable, para comprobar si estas diferencias observadas son significativas desde el punto de vista estadístico, sometimos los datos a un análisis de varianza.

4.4.1 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PESO DE TUBÉRCULOS /PLANTA

CUADRO N°31 CÁLCULO DE “ANVA” PARA PESO DE TUBÉRCULOS/PLANTA EN CADA UNIDAD EXPERIMENTAL

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Total	11	2,867				
Tratamientos	3	2,012	0,671	4,93	4,76	9,78
Bloques	2	0,042	0,021	0,15	5,14	10,9
Error	6	0,813	0,136			

En el **cuadro N°31** en cuanto a los tratamientos se observar que existen diferencias significativas respecto a la FC de 4,93 con la FT al 5% y no así al 1% de probabilidad. En torno a los bloques se observa que no existe diferencias significativas porque la FC de 0,15 no es significativa a la FT al 5% y 1% de probabilidad.

4.4.2 PRUEBA DE DUNCAN PARA PESO DE TUBÉRCULOS/PLANTA

CUADRO N°32 PRUEBA DE DUNCAN PARA PESO DE TUBÉRCULOS /PLANTA

Dif. = $X_A - X_B > LS^*$	Ligeramente significativo *
Dif. = $X_A - X_B \leq LS$ NS	N.S. No significativo

Tratamientos	X	$S_x = 0,21$			
T4	2,757	N°. de X	2	3	4
T2	2,050	Q	3,46	3,59	3,65
T1	1,881	S_x	0,21	0,21	0,21
T3	1,666	LS	0,73	0,75	0,77

B	A			Tratamientos	X
		2,757	2,050	1,881	A
1,666	1, 09/0, 77 *	0, 38/0, 75 NS		B	2,050
1,881	0, 88/0, 75 *			B	1,881
2,050				B	1,666

En el **cuadro N°32** de acuerdo con la prueba realizada el mejor tratamiento fue el de 2,757 Kg el cual difiere del resto, en segundo lugar, se observan a los tratamientos de 2,050 Kg, 1,881 Kg y 1,666 Kg en los cuales no existe una diferencia significativa sino una correlación en los pesos, por lo cual vemos conveniente en este aspecto la utilización de la variedad de mayor respuesta a esta variable.

La formación y el crecimiento del tubérculo constituye un proceso fisiológico-genético complicado controlado en parte por reacciones bioquímicas, por ejemplo, por la cantidad de giberelina que se forma (Hammes y Neil, 1975). Los días cortos aceleran la formación de los tubérculos, en tanto que los días largos la inhiben. La sensibilidad al día corto es dominante sobre la de día largo (Mendoza y Haynes, 1977).

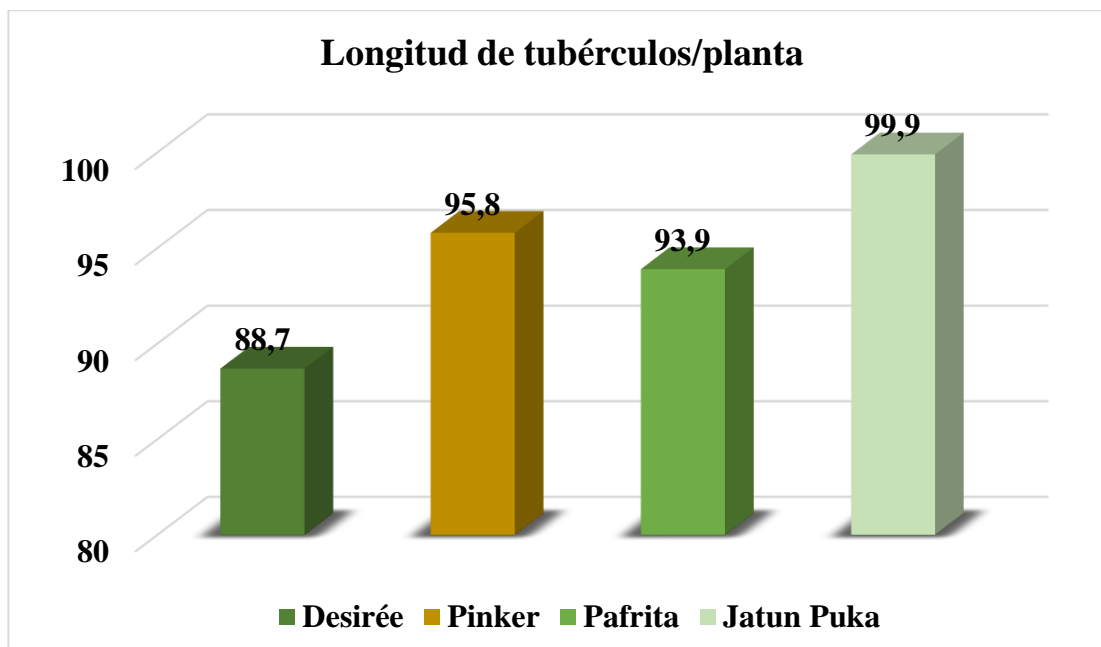
4.5 LONGITUD DE TUBÉRCULOS/PLANTA

CUADRO N°33 LONGITUD DE TUBÉRCULOS/PLANTA EN CADA UNIDAD EXPERIMENTAL(mm)

Tratamientos	Bloque			Sumatoria Σ	Media X
	I	II	II		
T1	88,1	92,7	85,2	266	88,7
T2	101,0	92,8	93,6	287,4	95,8
T3	91,1	94,1	96,4	281,6	93,9
T4	99,2	97,6	103,0	299,8	99,9
Sumatoria de Bloques Σb	379,4	377,2	378,2	1134,8	

En el **cuadro N°33** se puede observar las diferencias existentes en torno a la longitud en los tubérculos/planta en las cuatro variedades de papa. Donde T4 con 99,9 mm obtuvo el mayor tamaño en los tubérculos comerciales, sobre los demás tratamientos, seguido por T2 con 95,8 mm; T3 con 93,9 mm y por ultimo T1 con 88,7 mm siendo este el de menor respuesta en esta variable.

**GRÁFICA N°6 EVALUACIÓN DE LA LONGITUD DE
TUBÉRCULOS/PLANTA**



En la **gráfica N°6** se tiene el promedio de cada tratamiento para longitud de tubérculos/planta donde se observa que existen diferencias en torno a esta variable, para comprobar si estas diferencias observadas son significativas desde el punto de vista estadístico, sometimos los datos a un análisis de varianza.

**4.5.1 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LONGITUD DE
TUBÉRCULOS/PLANTA**

**CUADRO N°34 CÁLCULO DE “ANVA” PARA LONGITUD DE
TUBÉRCULOS /PLANTA EN CADA UNIDAD EXPERIMENTAL**

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Total	11	295,87				
Tratamientos	3	196,87	65,62	4,00	4,76	9,78
Bloques	2	0,61	0,31	0,019	5,14	10,9
Error	6	98,39	16,40			

En el **cuadro N°34** en cuanto a los tratamientos se observa que no existen diferencias significativas respecto a la FC de 4,00 con la FT al 5% y 1% de probabilidad. En torno a los bloques se observa también que no existe diferencias significativas porque la FC de 0,019 no es significativa a la FT al 5% y 1% de probabilidad.

Hay un control de la interacción de genes menores para el tamaño del tubérculo (Rudorf y Baereke, 1958; Howard, 1970) y una correlación negativa entre el número de tallos por planta y el número de tubérculos por tallo. En cambio, el número de tallos y el número de tubérculos por planta están correlacionados positivamente. El tamaño y la supresión de la dominancia apical en el tubérculo madre influyen sobre el número y tamaño de los tubérculos (Hunnius, 1977c).

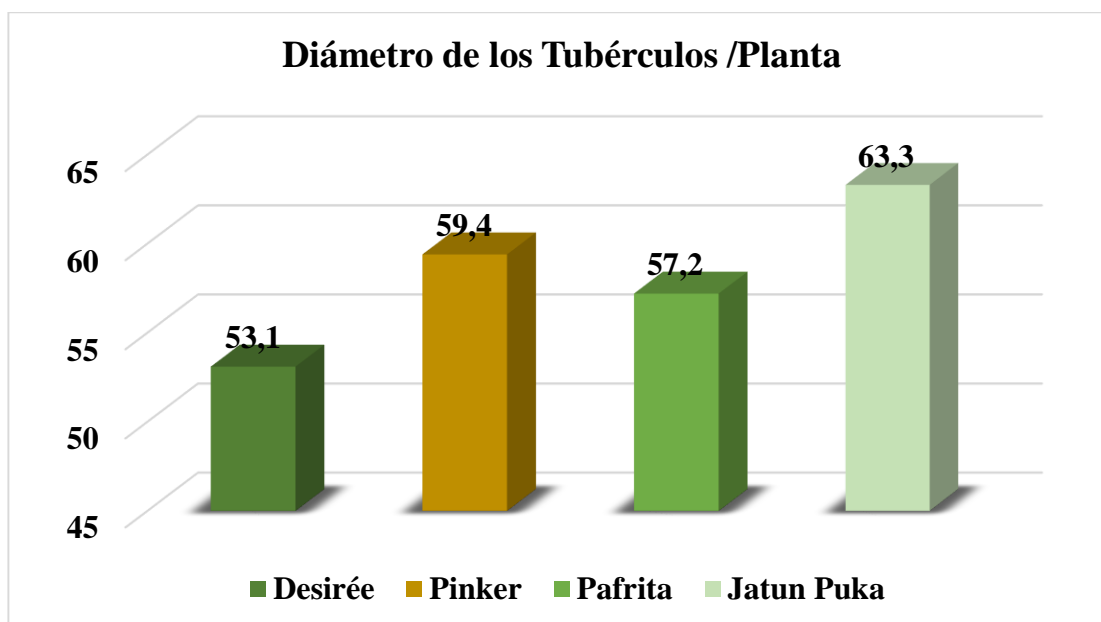
4.6 DIÁMETRO DE TUBÉRCULOS /PLANTA

CUADRO N°35 DIÁMETRO DE TUBÉRCULOS/PLANTA EN CADA UNIDAD EXPERIMENTAL(mm)

Tratamientos	Bloque			Sumatoria Σ	Media X
	I	II	II		
T1	51,1	54,4	53,8	159,3	53,1
T2	60,8	58,9	58,4	178,1	59,4
T3	57,7	57,1	56,8	171,6	57,2
T4	61,6	63,9	64,5	190,0	63,3
Sumatoria de Bloques Σb	231,2	234,3	233,5	699,0	

En el **cuadro N°35** se pueden observar las diferencias existentes en torno al diámetro en los tubérculos/planta en las cuatro variedades. Donde el T4 con 63,3 mm obtuvo el mayor tamaño en diámetro en los tubérculos comerciales con respecto del T2 con 59,4 mm T3 con 57,2 mm y T1 con 53,1 mm siendo este último el de menor respuesta a esta variable.

GRÁFICA N°7 EVALUACIÓN DEL DIÁMETRO EN LOS TUBÉRCULOS/PLANTA



En la **gráfica N°7** se tiene el promedio de cada tratamiento para diámetro en los tubérculos/planta donde se observa que existen diferencias en torno a esta variable, para comprobar si estas diferencias observadas son significativas desde el punto de vista estadístico, sometimos los datos a un análisis de varianza.

4.6.1 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DIÁMETRO DE TUBÉRCULOS/PLANTA

CUADRO N°36 CÁLCULO DE “ANVA” PARA DIÁMETRO DE TUBÉRCULOS/PLANTA EN CADA UNIDAD EXPERIMENTAL

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Total	11	178,63				
Tratamientos	3	164,14	54,71	24,86	4,76	9,78
Bloques	2	1,30	0,65	0,30	5,14	10,9
Error	6	13,19	2,20			

En el **cuadro N°36** en cuanto a los tratamientos se puede observar que existen diferencias significativas respecto a la FC de 24,86 con la FT al 5% y 1% de probabilidad. En torno a los bloques se observa también que no existe diferencias significativas porque la FC de 0,30 no es significativa a la FT al 5% y 1% de probabilidad.

4.6.2 PRUEBA DE DUNCAN PARA DIÁMETRO DE TUBÉRCULOS/PLANTA

CUADRO N°37 PRUEBA DE DUNCAN PARA DIÁMETRO DE LOS TUBÉRCULOS/PLANTA

Dif. = $X_A - X_B > LS^*$	Ligeramente significativo *
Dif. = $X_A - X_B \leq LS$ NS	N.S. No significativo

Tratamientos	X	$S_x = 0,86$			
T4	63,3	N° de X	2	3	4
T3	59,4	Q	3,46	3,59	3,65
T3	57,2	Sx	0,86	0,86	0,86
T1	53,1	LS	2,98	3,09	3,14

B	A			Tratamientos	X
		63,3	59,4	57,2	A
53,1	10, 2/3, 14 *	6, 3/3, 09 *	4, 1/2, 98 *	B	59,4
57,2	6, 1/3, 09 *	2,2/2,98 NS		B	57,2
59,4	3, 9/2, 98 *			C	53,1

En el **cuadro N°37** de acuerdo con la prueba realizada el mejor tratamiento fue el de 63,3 mm el cual difiere del resto, en segundo lugar, se observan los tratamientos de 59,4 y 57,2 mm en los cuales no existen diferencias significativas y por último el tratamiento de 53,1mm. Por lo tanto, vemos conveniente en este aspecto la utilización de cualquiera de las tres variedades de mayor respuesta a esta variable.

No obstante, debemos mencionar que no existen suficientes referencias respecto a la herencia de la forma, más por lo contrario solo algunos cultivares muestran dominancia sobre otros respecto a su forma.

Hay un control de la interacción de genes menores para el tamaño del tubérculo (Rudorf y Baereke, 1958; Howard, 1970) y una correlación negativa entre el número de tallos por planta y el número de tubérculos por tallo. En cambio, el número de tallos y el número de tubérculos por planta están correlacionados positivamente. El tamaño y la supresión de la dominancia apical en el tubérculo madre influyen sobre el número y tamaño de los tubérculos (Hunnius, 1977c).

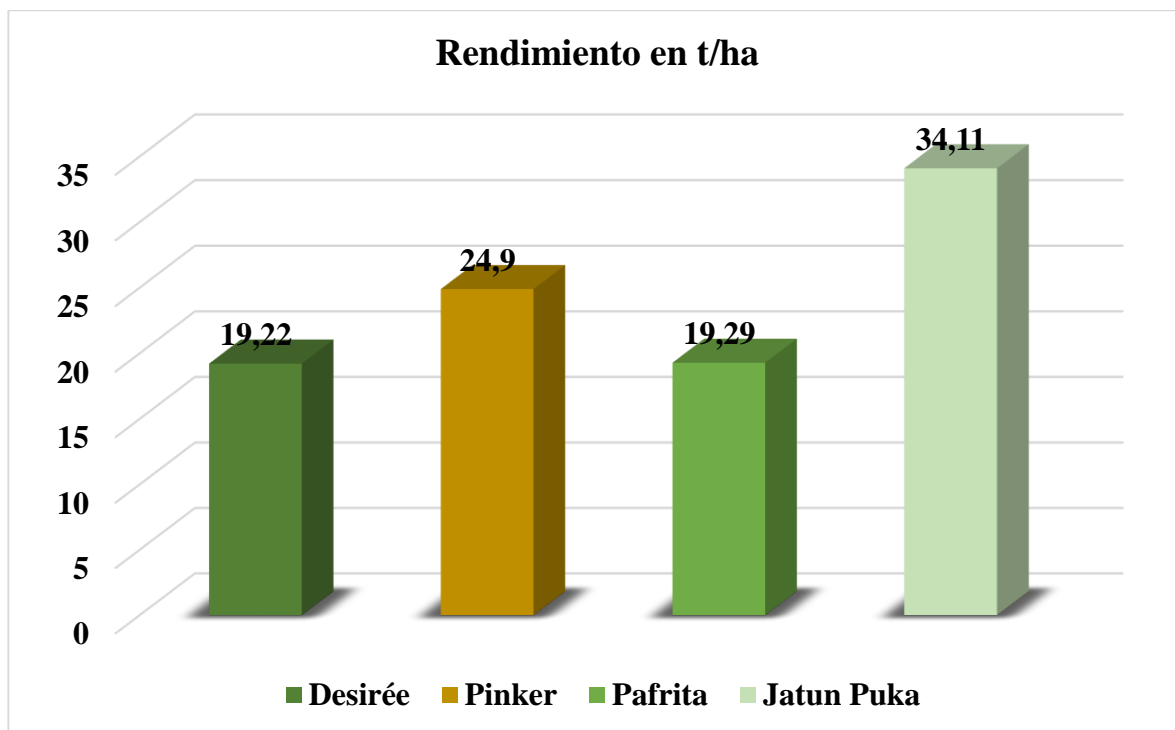
4.7 RENDIMIENTO EN TONELADAS/HECTÁREA

CUADRO N°38 RENDIMIENTO EN TONELADAS/HECTÁREA EN CADA UNIDAD EXPERIMENTAL

Tratamientos	Bloque			Sumatoria Σ	Media \bar{X}
	I	II	II		
T1	16,37	24,05	17,25	57,67	19,22
T2	21,06	32,20	21,44	74,7	24,9
T3	14,7	23,32	19,86	57,88	19,29
T4	39,57	28,10	34,68	102,35	34,11
Sumatoria de Bloques Σb	91,7	107,67	93,23	292,6	

En el **cuadro N°38** se pueden observar las diferencias existentes en torno al rendimiento/hectárea en las cuatro variedades. Donde el T4 obtuvo la mayor producción con 34,11 t/ha con respecto del T2 con 24,9 t/ha, T3 con 19,29 t/ha y T1 con 19,22 t/ha. No obstante, con relación al rendimiento en estos dos últimos las diferencias no son significativas si no correlacionales entre sí.

GRÁFICA N°8: EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EN TONELADAS/HECTÁREA



En la **gráfica N°8** se tiene el promedio de cada tratamiento para rendimiento en toneladas/hectárea (t/ha) donde se observa que existen diferencias en torno a esta variable, para comprobar si estas diferencias observadas son significativas desde el punto de vista estadístico, sometimos los datos a un análisis de varianza.

4.7.1 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO EN T/HA

CUADRO N°39 CÁLCULO DE “ANVA” PARA RENDIMIENTO EN TONELADAS/ HECTÁREA EN CADA UNIDAD EXPERIMENTAL

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Total	11	661,84				
Tratamientos	3	442,61	147,53	4,90	4,76	9,78
Bloques	2	38,82	19,41	0,64	5,14	10,9
Error	6	180,41	30,06			

En el **cuadro N°39** en cuanto a los tratamientos se observa que existe diferencias significativas debido a que la FC de 4,90 es significativa a la Ft al 5% y no así al 1% de probabilidad. En torno a los bloques se observa que no existe diferencias significativas debido a que la FC de 0,64 no es significativa con la Ft al 5% y 1% de probabilidad.

4.7.2 PRUEBA DE DUNCAN PARA RENDIMIENTO EN T/HA

CUADRO N°40 PRUEBA DE DUNCAN PARA RENDIMIENTO EN T/HA

Dif. = $X_A - X_B > LS^*$	Ligeramente significativo *
Dif. = $X_A - X_B \leq LS$ NS	N.S. No significativo

Tratamientos	X	$S_x = 3,17$			
T4	34,11	N°. de X	2	3	4
T2	24,9	Q	3,46	3,59	3,65
T3	19,29	S_x	3,17	3,17	3,17
T1	19,22	LS	10,97	11,38	11,57

B	A			Tratamientos	X
		34,11	24,9	19,29	A
19,22	14, 89/11, 53 *	5, 68/11, 34 NS		B	24,9
19,29	14, 82/11, 34 *			B	19,29
24,9				B	19,22

En el **cuadro N°40** de acuerdo con la prueba realizada el mejor tratamiento fue el de 34,11 t/ha el cual difiere del resto, en segundo lugar, se observa a los tratamientos de 24,9 t/ha, 19,29 t/ha y 19,22 t/ha en los cuales no existe una diferencia significativa sino una correlación en el rendimiento, por lo cual vemos conveniente en este aspecto la utilización de la variedad de mayor respuesta a esta variable.

Se sabe que la calidad de la semilla de zonas de alturas Andinas, es muy valorada por los productores en general, debido a los buenos a excelentes rendimientos que obtienen

cuando utilizan semillas producidas en estas alturas y mucho más cuando son certificadas (Gandarillas, 2001; Coca- Morante, 2016). El potencial de rendimiento de la semilla de altura se encuentra relacionado con la cantidad de horas frías a la que se encuentra expuesta la fisiología de la planta para la formación de tubérculos y a las bajas poblaciones de insectos (pulgones trips) vectores de virus causantes de la degeneración de la semilla que tiene que ver con la sanidad (Gandarillas, 2001). Así mismo la producción de papa consumo con dichas semillas pueden realizarse hasta dos veces consecutivas y recién la semilla pierde su capacidad productiva (conocida por los agricultores como “semilla cansada”).

los estudios de campo realizados en torno al rendimiento en los cuatro cultivares en las condiciones de suelo y clima de la zona de estudio, coinciden paralelamente y discrepan con los resultados obtenidos en otros estudios realizados con estas mismas variedades en otros pisos ecológicos dentro del territorio boliviano.

Gabriel, J.; Pereira, R. y A. Gandarillas, En el catálogo de nuevas variedades de papa en Bolivia 2011, mencionan que las variedades Jatun Puka, Pinker y Pafrita fueron evaluados en diferentes lugares entre los departamentos de Cochabamba y Chuquisaca. A su vez en el marco del programa de mejoramiento genético de papa en Bolivia (actualmente fundación PROINPA) da a conocer que el potencial de rendimiento en las variedades Jatun Puka es de 30 a 35 t/ha y para Pinker es de 15 a 20 t/ha.

En el artículo de experiencia piloto del cambio varietal en los mercados de papa con aptitud para la industria en Bolivia (Gabriel et al, 2013-2016), mostro que el cultivar Desirée tuvo un rendimiento promedio de 17 t/ha, en cambio el cultivar Jatun Puka mostro un rendimiento promedio de 35 t/ha, Pafrita tuvo un promedio de 23 t/ha y Pinker mostro un promedio de 29 t/ha, en los departamentos de Cochabamba, Chuquisaca, potosí y la paz.

R. O. Gutiérrez-Rosales, J, A, Espinoza-Trelles, M. Bonierbale (2007) mencionan en el artículo de referencia a la variedad Única que el potencial de rendimiento en el Perú es de 40 a 50 t/ha dependiendo de las condiciones de suelo y clima.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

De los resultados y análisis obtenidos en el capítulo anterior en campo y de gabinete; dando respuesta a los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación, se tiene las siguientes conclusiones:

1. Existe una marcada diferencia entre las variedades de papa en torno a los días a emergencia, a pesar del empleo de semilla de calidad en las condiciones de clima y suelo del valle central de Tarija. Donde los cultivares Única Rosada (Jatun Puka) con 21 días y Pinker con 22 días obtuvieron la mayor emergencia en un periodo menor con relación a los cultivares Désirée con 25,33 días y Pafrita con 26,33 días.
2. Los días a cosecha en las variedades respectivas difieren en las condiciones que ofrece este medio ecológico en particular, pues se observa en los resultados obtenidos que el cultivar Pinker con 97 días abarco un periodo menor en alcanzar la madurez comercial en las condiciones de este entorno con relación a los demás cultivares, seguido por Única rosada “Jatun Puka” con 103, Désirée con 104,67 y Pafrita con 110,33 días.
3. En cuanto al número de tubérculos/planta en las variedades respectivas se observa claramente que existen diferencias entre los mismos. Sin embargo, los mejores resultados lo alcanzaron los cultivares Única Rosada (Jatun Puka) con 10,42; Pinker con 10,17 y Pafrita con 9,64 respecto del cultivar de uso tradicional Désirée con solo 8,54 tubérculos/planta.
4. En relación al peso de los tubérculos/planta, existen diferencias relativamente contraproducentes de una variedad a otra. Puesto que el cultivar de preferencia en este caso Désirée con 1,881 Kg resulta superior en comparación del cultivar Pafrita con solo 1,666 Kg, pero no así respecto de Única Rosada (Jatun Puka) con 2,757 Kg y Pinker con 2,050 Kg. Siendo estos dos últimos en particular, los cultivares de mayor peso en los tubérculos de tamaño comercial.

5. Es importante destacar que la longitud en los tubérculos por planta resulta ampliamente superior en los nuevos cultivares frente a la variedad Désirée con 88,6 milímetros. Tal como se evidencia en los datos recopilados en campo donde Única Rosada (Jatun Puka) con 99,9 milímetros, Pinker con 95,3 milímetros y Pafrita con 93,8 milímetros cumplen con las exigencias de mercado referidas al tamaño en los tubérculos destinados para fritura.
6. Con referencia al diámetro en los tubérculos por planta en las variedades se obtuvieron las mismas similitudes en orden descritas anteriormente, ya que los nuevos cultivares Única Rosada (Jatun Puka) con 63,3 milímetros, Pinker con 59,4 milímetros y Pafrita con 57,2 milímetros aventajan notoriamente a la variedad Désirée con 53,1 milímetros. Considerando estas dimensiones y las anteriormente mencionadas coinciden con la característica de la forma en los tubérculos que demanda el mercado.
7. De acuerdo con los resultados obtenidos con relación al rendimiento se encuentran diferencias de consideración entre las variedades. Si bien se encontró semejanza entre los cultivares Désirée con 19,22 t/ha y Pafrita con 19,29 t/ha estos difieren de los rendimientos considerables alcanzados por Jatun Puka (Única Rosada) con 34,11 t/ha y Pinker con 24,9 t/ha dadas las condiciones del área de estudio y más aún sobre el cultivar de preferencia por los agricultores.

5.2 Recomendaciones

De las conclusiones logradas en el presente trabajo de investigación se puede sugerir las siguientes recomendaciones:

1. La producción de papa en el Valle Central de Tarija se centra solo en el monocultivo de ciertas variedades por parte de los agricultores. Sin embargo consideramos que los cultivares Única Rosada (Jatun Puka), Pinker y Pafrita poseen las características necesarias para ser producidas en este entorno. Debido a los buenos y excelentes resultados obtenidos en el transcurso de duración de este estudio de campo.
2. La temperatura, la luz y la humedad son los principales factores del clima que controlan el desarrollo de la papa, pero en ocasiones tiende a ser inestable e irregular. A razón de esta situación se recomienda la utilización de estos nuevos cultivares debido a que resisten favorablemente periodos sin lluvia y poco riego, que en ocasiones tiende a darse en este entorno entre los meses de octubre y noviembre.
3. Las variedades comerciales que se cultiven en la zona, debe realizarse en función del calendario de producción agrícola de la misma, con la finalidad de aprovechar al máximo los recursos hídricos que se ofrecen o disponga. Esto a consecuencia de que cultivos posteriores tienden a ser más susceptibles al efecto de factores bióticos y abióticos. Aun incluso con la utilización de semilla de calidad. si bien las variedades mejoradas resisten algunos de estos efectos en mayor o menor proporción, tienden a afectarse la calidad de los tubérculos. Cuando las condiciones para la cosecha tienden a obstaculizarse debido a las constantes precipitaciones en el mes de diciembre y enero.
4. Es importante destacar que las densidades de siembra utilizadas coadyuvaron a lograr buenos resultados. No obstante, se debe realizar otros estudios para determinar el rendimiento potencial, pero sobre todo para conocer el alcance máximo productivo que pueden ofrecer estos nuevos cultivares en las condiciones de suelo y clima del Valle Central de Tarija.

5. Se debe escatimar todos los recursos necesarios en nutrición y sanidad para prolongar la vida de una masa foliar sana en las plantas. Ya que el crecimiento y desarrollo de la parte aérea depende en una gran medida del desarrollo del sistema radicular y por tanto del incremento en el tamaño promedio de los tubérculos y por consecuente de la maduración de los mismos.
6. Por último, creemos necesario que los individuos artífices en el rubro agrícola de esta región opten por el uso de una gran diversidad de nuevos cultivares morfológicamente y agronómicamente con mayor potencial y así asegurar la captación de recursos económicos y la apertura de nuevos mercados, dadas las condiciones favorables que ofrece el Valle Central de Tarija.