

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



**TESIS DE GRADO**

**CARACTERIZACIÓN DE LA ADAPTABILIDAD DE CUATRO  
VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum*) INTRODUCIDAS AL  
ALTIPLANO CENTRO DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

**EDIL CLETO CHOQUE SANCHEZ**

**La Paz – Bolivia**

**2019**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**CARACTERIZACIÓN DE LA ADAPTABILIDAD DE CUATRO VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum*) INTRODUCIDAS AL ALTIPLANO CENTRO DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

Tesis de grado como requisito  
Parcial para optar al Título de  
Ingeniero Agrónomo

**Edil Cleto Choque Sanchez**

**Asesores:**

Ing. Freddy Carlos Mena Herrera .....

**Tribunal revisor:**

Ing. Ph.D. David Cruz Choque .....

Ing. M.Sc. Marcelo Tarqui Delgado .....

Ing. Limbert Telèsforo Laura Huanca .....

**APROBADO**

Presidente Tribunal Examinador .....

**2019**

## DEDICATORIA

Este trabajo no hubiese sido realizado sin la guía y La fortaleza Del Señor Jesucristo, A Diosito, por brindarme el privilegio de vivir, fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y dejar cumpla con mis metas que en toda su sabiduría puso en mi camino a las personas correctas que compartieron conocimiento y apoyo en cada etapa de este estudio.

Sin embargo el cariño y el aliento de mi familia y los amigos fueron importantes para comenzar la Carrera Universitaria poder concluirla con satisfacción. Por esto no me queda más que agradecer la misericordia, el aliento y la fortaleza de Dios, quien es a quien dedico este trabajo, haciéndolo agradable a sus ojos y guiada por su inmensa sabiduría.

*“Mira que te mando a que te esfuerces y seas valiente,  
no temas ni desmayes porque Jehová tu Dios estará  
contigo dondequiera que tu vayas”*

*Josué 1:9*

## AGRADECIMIENTOS

- A Diosito por guiarme y darme fuerza para seguir adelante y permitir llegar hasta aquí.
- A la Universidad Mayor de San Andrés y la Facultad de Agronomía por haberme acogido durante los años de estudio.
- Al Ing. Freddy Carlos Mena Herrera mis sinceros agradecimientos por darme la confianza y la oportunidad de realizar la investigación.
- A mis revisores Ing. Ph.D. David Cruz Choque, Ing. M.Sc. Marcelo Tarqui Delgado y Ing. Limbert Telésforo Laura Huanca por guiarme en la elaboración de la presente investigación, por su valioso tiempo.
- A la Estación Experimental de Patacamaya, dependiente de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Mayor de San Andrés a su Director, a los Ingenieros, al señor Gumersindo y a todos los que trabajan en la estación, quienes apoyaron desinteresadamente la ejecución de la presente investigación. .
- Asimismo a los docentes y compañeros de la facultad de Agronomía, de la Universidad Mayor de San Andrés, que posibilitaron mi formación profesional y a mis amigos por el continuo apoyo brindado.
- A mis padres Pascuala Sanchez y Genaro Choque por darme la vida ya que siempre quisieron lo mejor para mi persona.
- A mi querida esposa Elsa Nina e hija Madai, fueron un apoyo incondicionalmente en estos últimos tramos de formación.
- A mis queridos hermanos y hermanas gracias a cada uno de ellos por apoyarme materialmente como también moralmente.
- A cada uno muchas gracias

## INDICE

### Contenido

<b>1.-INTRODUCCIÓN</b> .....	12
<b>1.1Objetivos</b> .....	14
1.1.1. Objetivo general.....	14
1.1.2. Objetivos específicos.....	14
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	15
<b>2.1. Características generales del cultivo de la papa</b> .....	15
2.1.1. Origen.....	15
2.1.2. Clasificación botánica de la papa nativa .....	16
2.1.3. Clasificaciones de la papa.....	19
2.1.4. Clasificación taxonómica de la papa.....	20
<b>2.2. Importancia del cultivo de la papa</b> .....	20
2.2.1. Importancia del cultivo de la papa en el mundo .....	20
2.2.2. Importancia del cultivo de la papa en Bolivia .....	21
2.2.3. Superficie y rendimiento de papa en Bolivia.....	22
<b>2.3. Diversidad genética de la papa</b> .....	23
2.3.1 Bancos de conservación de papas.....	25
2.3.2. Diversidad de tubérculos en Bolivia .....	26
2.3.3. Zonas productoras del departamento de La Paz.....	26
<b>2.4. Calidad en papas</b> .....	27
2.4.1 Calidad física de papa de consumo.....	28
2.4.2. Composición química.....	28
<b>2.5. Parámetros de calidad culinaria de tubérculos</b> .....	29
2.5.1. Caracterización física.....	30
<b>2.6 Condiciones climáticas</b> .....	31
<b>2.7. Fases fonológicas del cultivo de la papa</b> .....	31
2.7.1. Factores que influyen en la producción .....	33
<b>2.8. Variedades nativas de papa</b> .....	34

2.8.1. Janq'o pala .....	35
2.8.2. Cóndor imilla .....	35
2.8.3. phiñu.....	35
2.8.4. Ch'iyar imilla.....	35
2.9. Manejo agronómico de cultivos.....	35
2.10. Principales plagas y enfermedades de la papa del altiplano.....	37
2.10.1. Polilla de la papa <i>Phthorimaea Operculella</i> .....	37
2.10.2. Gorgojo de los andes ( <i>Premnotrypes spp.</i> ) .....	42
2.10.3. Enfermedades Causadas por Hongos .....	43
<b>3. LOCALIZACIÓN.....</b>	<b>51</b>
3.1. Ubicación geográfica .....	51
3.2. Características climáticas .....	52
3.3. Vegetación.....	52
3.4. Suelo .....	52
<b>4. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>54</b>
4.1. Materiales .....	54
4.1.1. Material genético.....	54
4.1.2. Material de campo.....	54
4.2. Metodología.....	54
4.2.1. Preparación de área experimental.....	55
4.2.2. Labores culturales .....	56
4.2.3. Variables de respuesta.....	58
4.2.4. Análisis estadístico .....	63
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>64</b>
5.1 Análisis descriptivo.....	66
5.1.1 Variables cuantitativas .....	66
5.2. Análisis de varianza de caracteres agronómicos.....	71
5.2.1. Desarrollo de las plantas .....	71
5.2.2. Porcentaje de emergencia por variedad .....	71
5.2.2.1. Porcentaje de emergencia de la variedad phiño.....	72
5.2.2.2. Porcentaje de emergencia de la variedad janq'o pala.....	72

5.2.2.3. Porcentaje de emergencia de la variedad ch'iyar imilla.....	72
5.2.2.1. Porcentaje de emergencia de la variedad cóndor imilla.....	73
5.2.3. Altura de planta de papa .....	73
5.2.4. Cantidad de tubérculos .....	74
5.2.5. Rendimiento de tubérculo (kg/m <sup>2</sup> ) .....	74
5.2.5.1. Rendimiento de la variedad phiño.....	77
5.2.5.2. Rendimiento de la variedad janq'o pala.....	77
5.2.5.3. Rendimiento de la variedad ch'iyar imilla.....	77
5.2.5.4. Rendimiento de la variedad cóndor imilla .....	78
5.2.6. Categorizando por tamaño .....	78
5.2.7. Incidencia de plagas.....	79
5.2.7.1. Incidencia de plagas en variedad phiño.....	79
5.2.7.2. Incidencia de plagas en variedad janq'o pala.....	79
5.2.7.3. Incidencia de plagas en variedad ch'iyar imilla.....	80
5.2.7.4. Incidencia de plagas en variedad cóndor imilla.....	80
5.2.5. Uso de las variedades .....	80
6. CONCLUSIONES.....	81
7. RECOMENDACIONES.....	83
8. BIBLIOGRAFÍA.....	84
9. ANEXOS.....	b

## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Banco de germoplasma de papa.....	25
<b>Cuadro 2.</b> Contenido promedio de los principales componentes del tubérculo de la papa. ....	29
<b>Cuadro 3.</b> Condiciones que determinan la profundidad.....	36
<b>Cuadro 4.</b> Variables caracterizadas del cultivo de papa.....	59
<b>Cuadro 5.</b> Parámetros estadísticos de tendencia central y de dispersión para 5 variables cuantitativas (n = 4).....	67
<b>Cuadro 6.</b> Porcentaje de emergencia por variedad. ....	71
<b>Cuadro 7.</b> Altura de planta de papa.....	73
<b>Cuadro 8.</b> Promedio de tubérculos por planta. ....	744
<b>Cuadro 9.</b> Análisis de varianza rendimiento de tubérculo (kg/72m <sup>2</sup> ). ....	744
<b>Cuadro 10.</b> Prueba de Duncan al 5% para rendimiento de variedades de papa.	75
<b>Cuadro 11.</b> De muestra la ponderación en tonelada / hectárea. ....	76
<b>Cuadro 12.</b> Peso por categoría.....	78
<b>Cuadro 13.</b> Incidencia de plagas (gorgojo y polilla). ....	79



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Partes de la papa ( <i>Solanum tuberosum L. ssp. andigena</i> ).....	188
<b>Figura 2.</b> Fases fenológicas de la papa en producción mediante tubérculo-semilla.....	33
<b>Figura 3.</b> ciclo biológico de la polilla de la papa.....	39
<b>Figura 4.</b> ciclo biológico del gorgojo de los andes y número de días que permanece en cada estado.....	42
<b>Figura 5.</b> ciclo biológico de tizón tardío. ....	45
<b>Figura 6.</b> Ciclo de <i>Rhizoctonia solani</i> . ....	49
<b>Figura 7.</b> Ubicación Geográfica del área de estudio.....	51
<b>Figura 8.</b> Roturado de suelo.....	55
<b>Figura 9.</b> siembra de variedades. ....	56
<b>Figura 10.</b> cosecha de papa individual. ....	58
<b>Figura 11.</b> papa cosechada en global y seleccionado. ....	58
<b>Figura 12.</b> Daño producida por gorgojo y laq'atu.....	60
<b>Figura 13.</b> Pesaje de los tubérculos de papa.....	61
<b>Figura 14.</b> Tubérculos de diferentes plantas.....	61
<b>Figura 15.</b> De la variedad Cóndor imilla. ....	64
<b>Figura 16.</b> De la Variedad phiñu. ....	65
<b>Figura 17.</b> De la Variedad janq'o pala ....	65
<b>Figura 18.</b> De la Variedad ch'iyar imilla. ....	66

## RESUMEN

Por décadas el cultivo de papa ha cumplido el rol más importante dentro la alimentación familiar, siendo usada incluso como parte de ceremonias tradicionales en los lugares de origen, como es el sector del Lago Titicaca y el altiplano boliviano. Sin embargo este cultivo es susceptible a diferentes factores que inciden negativamente en su conservación. Bajo estos antecedentes se plantea el presente estudio.

Fue realizado en el Centro Experimental de Patacamaya, perteneciente a la Facultad de Agronomía - UMSA; donde los objetivos fueron: Evaluación de la adaptabilidad y comportamiento agronómico, en rendimiento e incidencia de plagas y enfermedades de cuatro variedades de papa ( *Solanum tuberosum* sp), introducidos al altiplano Central, durante la campaña agrícola 2016- 2017, realizando la evaluación en el centro experimental.

La presente investigación se realizó en una superficie de 288  $m^2$  divididos en dos bloques cada bloque de cuatro unidades experimentales cada uno de 36  $m^2$  en lo cual se obtuvo los resultados: Las cuatro variedades dentro de cada especie tienen un ciclo vegetativo que va desde los 130 a 180 días de madurez fisiológica observándose variedades de ciclo corto y largo o variedad precoz y tardío.

En la emergencia los datos de las cuatro variedades estaba en el rango que algunos autores muestran como la variedad janq'o pala tubo una emergencia al 50% a los 25 días y la que tardo es la variedad ch'iyar imilla a los 42 días.

En relación al rendimiento dentro las 4 variedades evaluadas están en el rango de dato estadístico anual por tanto mencionaremos las cuatro variedades de evaluación como janq'o pala 8.694 (tn/ha), phiñu 8.903 (tn/ha), ch'iyar imilla 15.153(tn/ha) y la variedad condor imilla obtuvo 15.486 (tn/ha). Estos resultados fueron comprobados en la programa **Infostat** versión 2014 en lo cual muestra un CV de 11.98 y un valor en ANAVA de 0.0296 que tiene una significancia por variedad.

De acuerdo al análisis realizado en cuanto a la incidencia dentro de cada una de las especies tenemos, en general se puede mencionar que todas las variedades fueron atacado por gorgojos, en la cual la especie más dañado fue la variedad ch'iyar imilla *Solanum tuberosum ssp. andigena* con un porcentaje de daño del 2,15%, en el total de la variedad sembrado en 72 m<sup>2</sup>. Por otro lado la especie con menor ataque de plaga fue la janq'o pala *Solanum tuberosum ssp. andigena*, con un 0.9%.

## 1.-INTRODUCCIÓN

La papa es un alimento primordial en la canasta familiar de los bolivianos, representa una fuente significativa de ingreso económico para los productores permite disminuir la vulnerabilidad de la inseguridad alimentaria familiar y es parte del acervo cultural andino de nuestro país. Aproximadamente 200.000 familias de agricultores están involucrados en la producción de la papa, con cerca de 132.000 ha de siembra anual y con un rendimiento promedio de aproximadamente 6 tn/ha (Gandarillas, y Ortuño, 2009).

La papa es un tubérculo importante para la alimentación mundial, ocupando el cuarto lugar, después del trigo, arroz y maíz. Cultivada en regiones frías y/o templadas entre altitudes de 2500 a 4500 m (Cahuana y Arcos, 1993).

En Bolivia, existe una gran diversidad de papa que se conserva en el Banco de Germoplasma de Tubérculos y Raíces Andinos ubicado en Tolarapa (Provincia Tiquipaya - Cochabamba). Estos cultivares tienen varias características valiosas frente a los factores abióticos y bióticos (IBTA-PROINPA, 1995).

En el Altiplano Central, uno de las bases de alimentación del hombre andino es el cultivo de papa, alimento que tiene su cuna de nacimiento precisamente en estas regiones. Este tubérculo viene siendo atacado por innumerables factores que han mermado los rendimientos y disminuyendo su calidad. (Barroso, 1974).

El cultivo de papa en Bolivia tiene gran variabilidad entre los cultivares nativos, constituyéndose en un centro de diversidad genética con especies y variedades vegetales adaptados a diferentes pisos ecológicos; en donde la población rural del altiplano, valles y valles inter-andinos cultivan la especie *Solanum tuberosum ssp. andigena* (Oviedo, 1995).

Los agricultores consideran importante al cultivo de papa por la resistencia a factores abióticos y bióticos (heladas, sequías, salinidad del suelo, plagas y enfermedades), es muy apreciado por sus cualidades culinarias y para conservarlo por largos periodos en forma de chuño o tunta (Hernández & León, 1992).

Las especies silvestres de papa constituyen una fuente importante de genes de tolerancia y/o resistencia a factores bióticos (plagas y enfermedades) y abióticos (heladas, sequía, acidez/salinidad de suelos), los cuales pueden incorporarse a la papa cultivada mediante cruzamiento. Pese a la gran diversidad genética existente en las especies silvestres de papa, sólo un pequeño número de ellas han sido utilizadas para la introducción de caracteres de resistencia en papa cultivada (Estrada, 2000; Gabriel et al., 2001, citados por Patiño F. et al., 2008).

Los factores que influyen directamente en la calidad de la papa, son los ataques de plagas como ser: la polilla de la papa y el gusano blanco entre los más importantes responsables de pérdidas en la cosecha de papa de la región altiplano de La Paz, que además de causar daños tanto en el campo de cultivo (raíz, tallo, hojas, tubérculo y almacenes). Ataca a todo tipo de solanáceas como tabaco, berenjena, tomate, pimiento y especialmente a papa (Barroso, 1974).

La papa se encuentra entre los diez alimentos más importantes producidos en los países en vías de desarrollo, le sigue en importancia al trigo, al arroz y al maíz.

Tradicionalmente la papa se consume en forma fresca, la calidad de la papa está dada por las categorías o calibres, prefiriéndose los medianos y grandes para consumo. Los tamaños pequeños son destinados a la elaboración de chuño.

## **1.1Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo general**

- Evaluación de la adaptabilidad y comportamiento agronómico de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum*), introducidos al altiplano Central (Estación Experimental de Patacamaya).

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Determinar las características agronómicas del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) .
- Determinar el rendimiento productivo de cuatro variedades de papa.
- Evaluar la incidencia de plagas y enfermedades en las diferentes variedades.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Características generales del cultivo de la papa**

La caracterización son importantes ya que mediante esta actividad, no solo se identifica a las accesiones a base de sus características y comportamiento frente al ambiente, sino que se puede encontrar una ampliación o un uso potencial del material disponible (Nieto et al. 1983, citado por Rojas, 1995).

Según Jaramillo y Baena (2000), mencionan que la caracterización se realiza en una población representativa de la accesión y mediante una lista de descriptores y los instrumentos para registrarlos. El material que se va a caracterizar se siembra en el campo o en invernaderos, en parcelas debidamente identificadas y en condiciones de manejo uniformes.

La información recopilada con la caracterización se basa fundamentalmente en los caracteres morfológicos, mediante los cuales se llega a identificar o caracterizar a los individuos en una forma que permite encontrar las semejanzas y diferencias entre las colecciones dentro de una especie (Rojas, 1995 citado por Pinto, 2002).

#### **2.1.1. Origen**

Según Huamán, (1997). La papa (*Solanum tuberosum L.*) fue domesticada por los ancestros de los agricultores andinos y fue cultivada, por lo menos, desde hace más de 7000 años. Su centro de origen estaría ubicado en las tierras altas de los Andes localizados entre el centro del Perú y el centro de Bolivia. Con el tiempo, el área de cultivo se extendió a muchos países en América Latina. En la actualidad aún existen cultivares de papas nativas o tradicionales en México, Guatemala, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina y Chile, este tubérculo fue introducido a Europa después del descubrimiento de América.

El origen de la papa se localiza en la Región Andina (Perú, Bolivia, Colombia y Chile), su domesticación inició hace aproximadamente 10.000 años y su cultivo hace

7.000 años. En esta región es aún posible encontrar parientes silvestres de la papa. En épocas precolombinas cubrió amplia área geográfica que se extiende desde Venezuela hasta Chile (Pardavé, 2004).

Tapia y Fries (2007), indican que la papa es procedente de los Andes en América del Sur, entre Ecuador, Perú Central y el Sur de Chile, asignando su ubicación en los Andes a orillas del lago Titicaca entre Bolivia y Perú. La reproducción de la papa es con preferencia por vía asexual y tiene importancia práctica en la producción de papa.

La papa es de origen Americano, desde el sur de cañón del Colorado (EE.UU.) hasta el archipiélago de los Chunos del sur de Chile y los países de la Cordillera Andina (Salomón et al., 2010).

### **2.1.2. Clasificación botánica de la papa nativa**

La papa es una planta anual de tipo herbácea arbustiva. Alcanza una altura entre 40 y 80 cm. Está constituido por las siguientes partes:

**Tubérculos:** Son tallos subterráneos modificados provistos de yemas u ojos y en cada ojo existen normalmente 3 yemas (Pardavé 2004).

Además del tallo normal, la papa produce en la tierra tallos modificados, que se llaman tubérculos. El tallo empieza como un estolón que se engrosa por la punta y que luego forma el tubérculo (Parsons, 1990).

**Brotes:** Se originan de las yemas de los tubérculos y son de color blanco o coloreados, el extremo basal del brote forma la parte subterránea del tallo, después de la siembra esta parte produce rápidamente raíces y luego estolones, el extremo apical da origen al tallo y hojas (Huamán, 1997).



**Estolones:** Son tallos laterales y crecen horizontalmente a partir de las yemas, estos se alargan con varios entrenudos y terminan en una hinchazón que es el futuro tubérculo. Sin embargo, no todos llegan a formar tubérculos, un estolón no cubierto en el suelo se desarrolla en un tallo vertical con follaje normal (Pardavé, 2004).

**Raíces:** Las plantas de papa pueden desarrollarse a partir de una semilla o de un tubérculo, las plantas nacidas de semilla, forman una delicada raíz principal con ramificaciones laterales (Huamán, 1986).

La planta originada de un tubérculo es un clon, no tiene raíz principal, forma raíces adventicias, primero en la base de cada brote y luego encima de los nudos en la parte subterránea de cada tallo, ocasionalmente de los nudos de los estolones nacen grupos de 3 a 4 raíces adventicias (Pardavé, 2004).

**Tallos:** El tallo de la papa consta de tallos aéreos, estolones y tubérculos; la planta proveniente de semilla, tiene un solo tallo principal, mientras que las que provienen de tubérculo puede producir varios tallos principales. Las yemas se forman del tallo principal a la altura de las axilas llegando a formar tallos laterales secundarios, estolones e inflorescencias (Huamán, 1986).

**Hojas:** Las hojas son alternas, compuestas formadas por raquis, folíolos, pecíolo y pecíolulo, cada raquis lleva varios pares de folíolos laterales primarios y un folíolo terminal, están provistas de pelos de diversos tipos que se encuentran presentes en las demás partes aéreas de la planta (Huamán, 1986).

Son de tipo compuesto, con varios folíolos opuestos y uno grande como terminal, las hojas son un poco vellosas, en las axilas que forman las hojas con el tallo salen las yemas (Parsons, 1990).

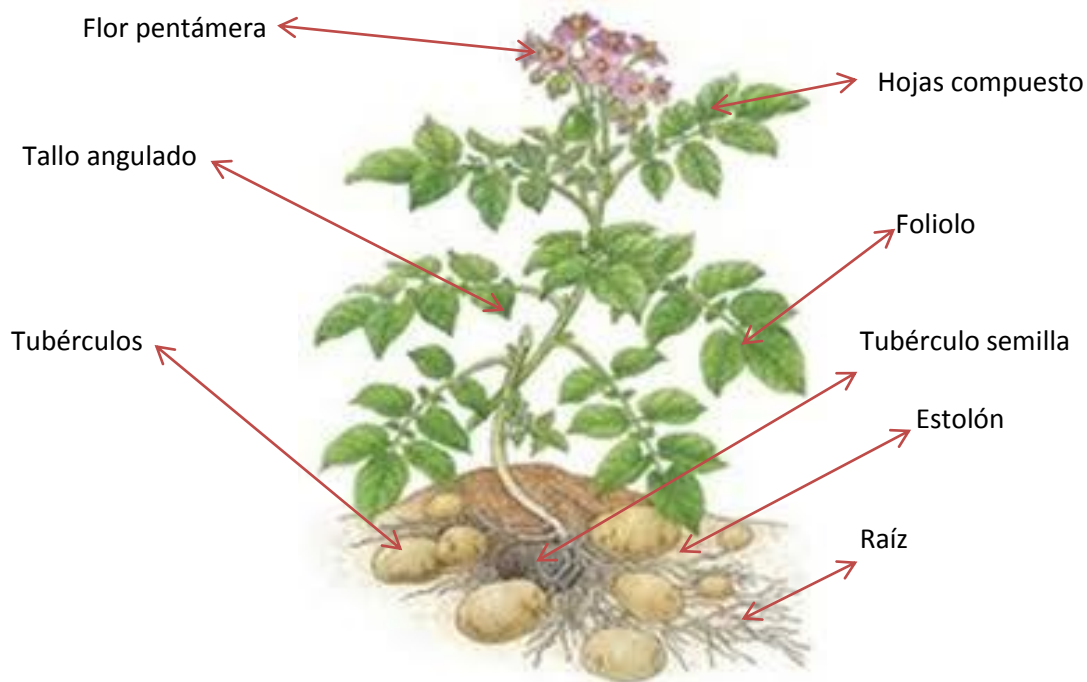
**Inflorescencia-flor:** Está dividida generalmente en dos ramas, cada una se subdivide en otras ramas, formando una inflorescencia llamada cimosa. Las flores son

hermafroditas, el cáliz consta de cinco sépalos que se unen parcialmente en la base, la corola tiene cinco pétalos fusionados en la base para formar un tubo corto, el androceo consta de cinco estambres y gineceo tiene un solo pistilo (Huamán, 1986).

**Fruto-semilla:** El fruto es una baya de forma redonda, alargada ovalada o cónica de color verde presentando de 300 o 400 semillas. Las semillas son amarillas o castaño amarillentas, pequeñas ovaladas. Los frutos son redondos, suaves con un diámetro cerca de 2 cm. Las semillas del fruto son pequeñas y aplastadas. (Pardavé, 2004).

Huamán (2000), menciona que la papa es una dicotiledónea herbácea, tiene un hábito de crecimiento rastrero o erecto; los tubérculos son de tallos carnosos originándose del extremo del estolón con ojos y yemas, su follaje alcanza una altura aproximada de 0.60 a 1.50 m, las hojas son compuestas y pinnadas, el fruto es de tipo baya tiene forma redonda u ovalada de tamaño pequeño y carnoso que tiene semillas sexuales, posee un color verde amarillento o castaño rojizo.

**Figura 1.** Partes de la papa (*Solanum tuberosum* L. ssp. *andigena*)



Según Zavala (2008)

### 2.1.3. Clasificaciones de la papa

Por otra parte, Layme (2009) prefiere clasificar el cultivo en grupos. Los criterios que toma en cuenta son sus características gastronómicas y su resistencia al frío y calor:

- **Qhini** o papa dulce que es débil al frío y al calor, siendo necesario cocinarla con cáscara. Aquí se incluye Janq'u Phiñu, Wila Phiñu, Qhini Qami, Axawiri, P'itikilla, Phurixa, Chhuxllu, Runtusa, Kuntuma, Sicha, Susupa O Susu'pa, Wisllapaki O Warisaya, K'usill Nasa y Surimana.
- **Munta** o papa redonda que no es fuerte ni débil al frío y al calor. Se los emplea después de pelar la cascara para cocinar. Están comprendidas las variedades Wila Imilla, Ch'iyar Imilla, Wila Pala, Murar Pala, Sani Imilla, Janq'u Imilla, Saq'u y Waka Lluqu.
- **Luk'i** o papa amarga también llamada anchawiri. Muestra fortaleza al frío y al calor. Es más empleada en la obtención del chuño. Q'aysa, Allqa Nasawiri, Janq'u Nasawiri O Nasa'ri, Murar Sisu, Janq'u Sisu, Qitu Luk'i, Chuqipitu, Anchawiri, Mama T'alla, K'awna Luk'i, Ch'irisaya, Qulla, Yuruma y Yukiña son los nombres que se cita.

Cabe aclarar que las variedades del grupo munta son dulces y tardan el mismo tiempo que una papa que se cocina con cáscara para convertirse en chuño. Las plantas de ambos mantienen las mismas características generales. Por otra parte, otro aspecto a resaltar del autor es que no se olvida de mencionar la papa silvestre que es referida como k'apharu.

Una clasificación que se maneja desde la antigüedad en la región del altiplano es la que mencionan Ballivian y Ceballos, (1941), según su ciclo como:

- Papas precoces
- Papas tardías

#### **2.1.4. Clasificación taxonómica de la papa**

Existen varios sistemas de clasificación de especies de papa basadas principalmente en el número de series y de especies reconocidas por cada taxónomo de papa.

Según Contreras (1989), menciona que la papa pertenece a la familia de las solanáceas, aunque existe numerosas especies de papas, pero las cultivadas pertenecen solo a las especies: *tuberosum*, *andigena*, *Phureja*, *stenotomum*, *ajanhuiri*, *juzepczukii* y *curtilobum*.

Cronquist (1981), citado por Gómez (2013) clasifican a la papa (*Solanum tuberosum* L.) de la siguiente manera:

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Solanales*

Sub clase: *Asteridae*

Familia: *Solanaceae*

Género: *Solanum*

Especie: *tuberosum*

Sub especies *S. tuberosum* ssp. *andigena*

*S. tuberosum* ssp. *andigena tuberosum*

Nombre Común: papa, patata

#### **2.2. Importancia del cultivo de la papa**

##### **2.2.1. Importancia del cultivo de la papa en el mundo**

Según Siñani (2013), la papa es uno de los cuatro principales cultivos alimentarios del mundo, junto con el arroz, trigo y maíz; con un consumo per cápita de 92 kg por persona.

La papa es el cuarto alimento de mayor consumo en el mundo y su producción a nivel mundial alcanza 320 millones de toneladas por año en una superficie cultivada de 18.6 millones de hectáreas; este cultivo existe en más de cien países del mundo siendo América del Norte y Europa que son los que alcanzan mayor producción, sin embargo en las últimas décadas Asia, África y América Latina han registrado un crecimiento sorprendente (FAO, 2008).

Actualmente, en América Latina se produce el 5.1% de la producción mundial de papa. En Sur América la producción es de 13.3 millones de toneladas (t) con un área sembrada de 998 mil hectáreas y un rendimiento promedio de 13.4 t/ha. Comparando la producción de papa en países de la Comunidad Andina y miembros del MERCOSUR en los últimos 40 años, está claro que Bolivia no ha aumentado su producción de manera rápido como Colombia, Argentina, Brasil o el mismo Perú. A pesar de ello, la producción de tubérculos y otras raíces en el mundo han evolucionado favorablemente y continuarán jugando un rol importante en la economía de los países industrializados y en desarrollo [www.biodiv.org.com](http://www.biodiv.org.com).

### **2.2.2. Importancia del cultivo de la papa en Bolivia**

La papa es el artículo prioritario en la dieta y parte de la cultura alimenticia del 80% de los bolivianos. (FAO, 2008).

El cultivo presenta una composición química más nutritiva en la alimentación humana, además juega un rol socio cultural importante entre los productores, conservando la diversidad en variedades de papas nativas para el autoconsumo y trueque en las ferias comunales (Coca, 1996).

Considerada una fuente de ingresos y seguridad alimentaria, donde es transformado en chuño y tunta (PROINPA, 1999).

La papa es un producto principal en la dieta de la población que tiene recursos limitados en su canasta de consumo (MACA, 2006). Muestra sabor y calidad culinaria agradable, constituyendo la base de la alimentación de un 80 % de la población, manteniendo la biodiversidad (Canahua y Arcos, 1993). Es decir que el 28% de los campesinos del país son productores de papa.

La mayor concentración de diversidad de papas está dispersa en el Altiplano Norte, Central y Sur de La Paz. Sin embargo, a pesar de la importancia tradicional de la papa en este departamento, en los últimos 30 años otros departamentos emergieron por su potencial productivo llegando a convertirse en líderes en la producción de papa en Bolivia, uno de estos es el departamento de Cochabamba, que durante un largo periodo ha generado una imagen de región productora de papa, para el consumo así como para semilla (Coca, 2012).

En todo caso, la tasa de crecimiento de la producción de papa en el mercado boliviano muestra un comportamiento estacionario con un incremento productivo de 1% anual, lo cual está por debajo de la tasa de crecimiento de la población. Programa de Diversidad Biológica Agrícola. Decisión V/5. [www.biodiv.org.com](http://www.biodiv.org.com).

### **2.2.3. Superficie y rendimiento de papa en Bolivia**

En Bolivia la papa ocupa el primer lugar entre los tubérculos cultivados con una superficie aproximada de 192.216 ha con un rendimiento promedio de 4,83 t/ha, de los cuales el 81% es producido en el altiplano y valles, el resto en zonas sub andinas, mientras que el rendimiento promedio mundial es de 14 a 26 t/ha. En producción de proteína por unidad de tiempo, superficie y en la obtención de energía, la papa es superior al resto de los cultivos, alcanzando hasta 928.614 t/año (INE, 2015).

La Paz es considerada con la mayor cantidad de micro centros, alcanzando una producción de 219,91 t/año con un rendimiento promedio de 4,58 t/ha (INE, 2015).

El cultivo es importante en la región, estimando un aporte de 63% del valor bruto de los cultivos productivos. Los rendimientos son bajos, de 5.2 toneladas por hectárea en el altiplano norte de Bolivia y en el Sur de 3.6 t/ha. El clima es una limitante, enfrentando a factores adversos, sequía, granizo y heladas (Hijmans et al. 2003).

Quitón et al. (1992), señala que establecieron variedades de papa (waycha, alpha ya dessere), en las parcelas de comunidades de la provincia Arque de Cochabamba. Los cultivares introducidos fueron observados que su comportamiento es aceptable por su precocidad en comparación a los cultivares tradicionales que fueron afectados más del 50% por factores adversos. La producción del cultivar introducido waych'a alcanzó un rendimiento promedio de 12.8 t/ha, alpha 9.5 t/ha y el cultivar dessere de 8.6 t/ha.

IBTA- PROINPA (1996), indica en la estación experimental Toralapa, en la gestión 1995-1996, se procedió a evaluar la potencialidad de 20 variedades nativas de papa, por su respuesta a bajos niveles de fertilización del suelo. De las 20 variedades utilizadas, con diferentes niveles de fertilización, 6 variedades respondieron mejor a la fertilización con rendimientos mayores al testigo Waych'a. los rendimientos obtenidos fueron janq'o pala 6.5 t/ha, ch'iyar imilla 5.8 t/ha y testigo waych'a 3.6 t/ha.

Iporre (1996), menciona que en la comunidad de Santiago del departamento de Cochabamba, se realizó un ensayo con la finalidad de probar la respuesta de 8 variedades de papa a 3 niveles de fertilización. Como la consecuencia de la sequía los rendimientos son muy bajos, destacándose la variedad Malcacho con un rendimiento promedio de 8.9 t/ha, luego evolución con 7 t/ha, imilla negra 5.9 t/ha, kallpa runa 5.2 t/ha, waych'a 4.1 t/ha, sani imilla 3.2 t/ha y luk'i con 4.6 t/ha.

### **2.3. Diversidad genética de la papa**

la diversidad genética describe la variación de genes y genotipo entre las especies teniendo información genética variada en plantas, animales y microorganismos que

habitan en la tierra, haciendo capaz de adaptarse a los cambios del medio ambiente, clima, métodos agrícolas, plagas y enfermedades (FAO, 1993).

La gran variación ecológica en los andes le proveyó de suficiente material para seleccionar granos, frutas y tubérculos adaptados a condiciones desde el nivel del mar hasta alturas sobre los 4.000 metros (Tapia, 1998).

González (2002) señala que la mayor variabilidad de especies de papa se ha registrado en la meseta peruano-boliviana, especialmente la *S. tuberosum*, subespecie *andígena*. El cultivo de la papa tiene mayor diversidad genética, la biodiversidad de 5.000 variedades de papa cultivadas en el mundo justifican dicho argumento (Salomón *et al.*, 2010).

Gabriel *et al.*, (2011), indican que existe una diversidad de variedades que posee características propias de adaptación, resistencia a enfermedades y tolerancia a los cambios climáticos (helada).

Según Hijmans *et al.* (2003) en Bolivia se reporta la existencia de 31 especies silvestres y ocho especies cultivadas (dulces y amargas). Entre las variedades dulces se tiene: *S. stenotomum* ( $2n=2x=24$ ), *S. ajahuiri* ( $2n=2x=24$ ), *S. goniocalyx* ( $2n=2x=24$ ), *S. phureja* ( $2n=2x=24$ ), *S. chaucha* ( $2n=3x=36$ ), *S. tuberosum* ssp *andigena* ( $2n=4x=48$ ) y entre las variedades amargas tenemos *S. juzepczukii* ( $2n=3x=36$ ) y *S. curtilobum* ( $2n=5x=60$ ).

A su vez Patiño *et al.*, (2008) mencionan que las especies silvestres de papa constituyen una fuente importante de genes de tolerancia y/o resistencia a factores bióticos (plagas y enfermedades) y abióticos (heladas, sequía, acidez/salinidad de suelos), los cuales pueden incorporarse a la papa cultivada mediante cruzamiento.

La mayor concentración de diferentes morfo tipos y niveles de ploidia de papa se halla en la zona circunlacustre del lago Titicaca de Bolivia y Perú, también la



variabilidad de papa nativa se cultiva en diversas regiones agroecológicas, eminentemente paperas como: La Paz, Cochabamba, Oruro, Tarija y Santa Cruz, estas regiones muestran marcadas diferencias en altitud, clima, suelo y fisiografía, (Cadima, 2007).

En ese sentido, las variedades nativas que se cultivan comercialmente en Bolivia son Waycha, Imilla Blanca (Janq'o Imilla y Yuraj Imilla), Imilla Negra (Ch'iyar Imilla y Yana Imilla), Sani Imilla, Wila Imilla, Yuraj Runa, Puka Runa, Sani Runa, Puka Q'yllu, Yana Q'yllu, Wila K'aty, Saqampaya, Pala, Pali y Phureja (Ugarte y Iriarte 2005).

### 2.3.1 Bancos de conservación de papas

Zeballos (1997), clasificó cultivares de papa en Bolivia, de 184 variedades agrupándolo en base a su precocidad; forma, color de tubérculos y color de flores. A nivel internacional la institución que conserva el germoplasma de la papa en el método ex situ es el CIP, de la misma manera conservan los centros de investigación como: La Colección Peruana de Papas (CPP) y la Estación Experimental de Tola rapa (EET) Cochabamba, Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Banco de germoplasma de papa.

Estación de germoplasma	Especies Cultivadas							
	ADG	AJN	CUR	CHA	JUZ	PHU	STN	TOTAL
<b>CIP</b>	90	14	4	10	19	7	22	166
<b>CPP</b>	242	17	12	6	52	4	65	398
<b>EET</b>	40	2	3	8	9	0	20	82
<b>Total</b>	372	33	19	24	80	11	107	646

**ADG** (*S. Tuberosum subespecie andigena*) **CHA** (*Solanum chaucha*) **AJN** (*Solanum ajanhuiri*) **JUZ** (*Solanum juzepczukii*) **CUR** (*Solanum curtilobum*) **STN** (*Solanum stenotomum*) **PHU** (*Solanum phureja*)

**Fuente:** Según Ochoa 2001.

El Banco Nacional de Germoplasma de Cultivares Nativas conservados en la Estación Experimental Tolarapa (Cochabamba), cuenta con una colección de papa de 1540 accesiones, de las cuales 4 accesiones corresponden a; *S. goniocalyx*, 1 *S. phureja*, 148 *S. stenotomum*, 90 *S. x ajanhuiri*, 230 *S. x juzepczukii*, 65 *S. x curtilobum*, 939 *S. tuberosum ssp andigena* y 63 accesiones de la especie introducida *S. tuberosum ssp tuberosum* (IBTA-PROINPA, 1996).

### **2.3.2. Diversidad de tubérculos en Bolivia**

Bolivia cuenta con mayor centro de biodiversidad en el mundo por alta concentración de recursos genéticos existentes (Agruco, 1993).

La papa posee una enorme diversidad genética compuesta por especies cultivadas y silvestres, la mayoría de estas especies pueden polinizarse entre sí (Estrada et al. 1994). La Región Andina alberga alrededor de 4.400 cultivares de papas nativas de las cuales 182 son especies domesticadas (Brack, 2003).

En Bolivia existen bancos de germoplasma ex situ de tubérculos, raíces y granos andinos. En cuanto a los tubérculos andinos se conservan 1290 variedades de papa (*Solanum spp*). También se tienen trabajos de conservación in situ en diferentes comunidades o micro centros de diversidad como Candelaria y zonas circundantes al Lago Titicaca (PROINPA, 2001 e Iriarte, 2003 citado por Condori, 2005).

### **2.3.3. Zonas productoras del departamento de La Paz**

Según Zeballos (1997), el departamento de La Paz, especialmente el área Sur y Sureste, la zona altiplánica circundantes al Lago Titicaca, hasta el Sur con las provincias que colindan con Oruro son típicamente productoras de papa.

Según Hijmans et al.(2001), indica que la área de interés para la producción de papa en la región del Lago Titicaca, el río Desaguadero, el Lago Poopó y el Lago salado

de Coipasa, incluso con esta área de interés, la mayor cantidad de cultivo de papa ocurre al norte del río Desaguadero. El 65% de esta región se halla entre los 3.600 y los 4.300 msnm, y el porcentaje restante a mayor altura.

#### **2.3.3.1 Cultivo de la Papa a nivel Local: Prov. Aroma: Patacamaya.**

En el altiplano de, La Paz tiene la producción de papa en las provincias Aroma, Ingavi, Inquisivi y la región del Lago Titicaca, producción que se ve afectada por plagas como el gusano blanco y la polilla de papa, (PROINPA, 2009).

### **2.4. Calidad en papas**

El término calidad de papas, se aplica tanto a los tubérculos crudos como a los productos elaborados para el mercado, e incluye su comportamiento al ser preparados en la casa o procesados en la industria (Lugt et al. 1962).

La calidad de las papas según Contreras y Kusch, (2001), es el factor que determina el rechazo o la aceptación de una variedad en el mercado y debe ser definida en relación con su uso y el objetivo productivo que se le dará a las papas.

En cuanto a la papa de buena semilla, los productores deben exigir papas de buena calidad, de buen rendimiento y sanidad, además de cumplir con el requerimiento de variedad y tamaño adecuado.

Para la industria, ésta debe ser un producto de tamaño adecuado, con perfecto estado de sanidad, sin brotes, sin verdeo, sin golpes ni magulladuras, que sean papas turgentes, con alto contenido de materia seca, y que sean libres o bajas en azúcares reductores y sin manchas en la pulpa (Contreras y Kusch, 2001).

Según Durán (2007), la calidad en papas es un término utilizado para los tubérculos crudos, productos hechos para el mercado, elaborados en casa o en la industria; a su vez es un factor que establece el rechazo o la aceptación del producto en el

mercado, dependiendo del uso, como calidad de semilla, para la industria o para consumo.

#### **2.4.1 Calidad física de papa de consumo**

Según Durán (2007), los factores más significativos para la calidad de la papa son: La apariencia del tubérculo que está compuesta por la forma, tamaño y uniformidad de tubérculo (profundidad de ojos, textura de la piel, color de la piel y pulpa). La forma del tubérculo que cuenta tres formas que son: tubérculo redondo, largo y ovalado; y formas intermedias (dedo, cilíndrica, arriñonada, etc.).

Hoy en día existe preferencia por los tubérculos sin ojos en las industrias, el pelado es mecánico y es mucho más fácil para la maquina sin ojos, en cambio mucho trabajo si es manual.

Existen una serie de características incluidas como factores importantes en la calidad para papa de consumo, entre las cuales destacan su apariencia, composición química, peso específico, valor nutritivo y calidad culinaria (Beukema y Van Der Zaag, 1979).

El concepto de calidad es difícil de definir por ser altamente subjetivo, ya que el consumidor final, será el que determinará su apreciación, calidad por tanto, calidad es el conjunto de características relevantes para el mercado que posee un producto, alimento u objeto en general. Son entonces los consumidores los que establecen las características físicas, químicas, organolépticas que requerirán como un concepto de calidad para el producto deseado (Contreras, 2001).

#### **2.4.2. Composición química**

Según Durán (2007), la composición química de la papa determina el valor nutritivo: Carbohidratos que incluyen al almidón, celulosa, glucosa, sacarosa y pectinas. Los carbohidratos son de alta concentración en la papa y el almidón que ocupa el 90%

del carbohidrato de la papa y 70% de materia seca es considerado su principal fuente de energía.

**Cuadro 2.** Contenido promedio de los principales componentes del tubérculo de la papa.

<b>componente</b>	<b>Promedio (%)</b>	<b>Rango (%)</b>
Agua	77.5	63.2 – 86.9
Solidos totales	22.5	13.1 – 36.8
Materia grasa	0.1	0.02 – 0.96
Carbohidratos totales	19.4	13.3 – 30.53
Almidón	17.5	8.0 – 29.4
Azúcares reductores	0.3	0.05 – 8.0
Fibra cruda	0.6	0.17 – 3.48
Ceniza	1	0.44 – 1.9

**Fuente:** Durán, 2007.

## **2.5. Parámetros de calidad culinaria de tubérculos**

Según Contreras, (2001) la calidad culinaria de las papas es el resultado de una serie de factores tales como:

- Facilidad para cocerse. Lapso de cocción 25-40 minutos.
- Uniformidad. Cocción uniforme en el mismo tiempo y a la misma temperatura.
- Forma después de cocida. Debe el tubérculo conservar la forma original sin despedazarse ni agrietarse.
- Textura de la carne. Firme, harinosa para la gran mayoría de los gustos. Jabonosa o acuosa no es deseable.
- Color de la carne. Depende del cultivar. En nuestro país se tiene predilección por aquellas de pulpa amarilla.
- Color de la carne después de cocida: debe conservar el color del cultivar, el ennegrecimiento debe ser rechazado.

- Sabor. Es el resultante de todas las anteriores. Muy bueno, bueno, regular, malo, muy malo. Estos factores están fundados en la apreciación de la desintegración, consistencia, harinosidad, humedad y estructura. Además de estas cualidades, los cultivares de papa son juzgados en cuanto a color, sabor y descoloramiento después de la cocción.

Factores que afectan las propiedades culinarias y organolépticas en papas para variedad, manejo cultural y condiciones ambientales durante el período de crecimiento del tubérculo, manejo de cosecha, condiciones de almacenamiento y métodos o técnicas de procesamiento (Smith, 1975).

La calidad culinaria se refiere a características de apariencia, sabor y textura que poseen las papas cocidas, ya sea enteras, en puré o asadas al horno. Las papas de mejor calidad son aquellas que no presentan desintegración, que poseen un buen sabor natural y no presentan manchas después de cocidas. La textura y el color pueden presentar variación, según el tipo de consumo a la que sea destinada la papa (Lugt et al., 1962).

### **2.5.1. Caracterización física**

#### **2.5.1.1 Materia seca**

El contenido de materia seca representa aproximadamente entre el 18 y 24% del peso total del tubérculo, el porcentaje restante corresponde al agua. La materia seca en el tubérculo está compuesta principalmente por carbohidratos, proteínas, lípidos y cenizas (Hernández, 1989; Lisinska y Leszczynski, 1989).

Cacace et al. (1994), indican que los cultivares, dependiendo del contenido de materia seca, pueden ser agrupados en tres categorías diferentes, que son:

- Alto contenido de materia seca (más de 20.0%)
- Contenido de materia seca intermedio (de 18 a 19.9%)
- Bajo contenido de materia seca (menos de 17.9%)

El porcentaje de materia seca en el tubérculo es un importante componente para su calidad y es un parámetro muy requerido para determinar su procesamiento; así las papas con bajo contenido de materia seca no son preferidas por los consumidores y a menudo tienen una baja aceptabilidad, mientras que papas con un alto contenido de materia seca, son convenientes para la elaboración de productos alimenticios, especialmente productos fritos y deshidratados, pues responden, mejor durante el almacenamiento, comparado con papas con un bajo contenido de materia seca (Wilson, 1971; Lisinska y Leszczynski, 1989; Jenkins y Nelson, 1992).

Según el CIP (2010) la materia seca se debe evaluar, si fuera posible, dentro de las 24 horas de producida la cosecha con el fin de evitar cambios químicos debido a mermas. Los tubérculos deben estar libres de enfermedades y daños, no es necesario pelarlos; para la medición de los parámetros se requiere una balanza de precisión de 0.1g y su cálculo se realiza mediante la siguiente fórmula:

**Materia seca = (peso seco /peso fresco) x 100**

## **2.6 Condiciones climáticas**

El cultivo de papa es de clima moderado, adaptándose en condiciones ecológicas diversas, como en zonas tropicales muy altas con pocas horas luz, las temperaturas elevadas de 21°C tienen efecto en el rendimiento y las temperaturas nocturnas son más críticas, necesariamente la noche tiene que estar a una temperatura de 10 a 14°C aproximadamente (FAO, 1990).

## **2.7. Fases fenológicas del cultivo de la papa**

La papa transcurre por las siguientes fases fenológicas: brotación, emergencia, estolonización, floración, tuberización, madurez (Huamán, 2010).

### **Brotación**

El tubérculo-semilla de la papa, antes de la siembra produce brotes que indica el estado fisiológico apropiado para la plantación; el estado fisiológico determina el rendimiento y el período vegetativo del cultivo de la papa.

### **Emergencia**

La emergencia es cuando la planta ha emergido del suelo, sucede a partir de los 30 a 40 días de la siembra del cultivo de la papa; la semilla asexual tiene un periodo de reposo o dormancia de 2 a 3 meses y la semilla sexual de 4 a 6 meses aproximadamente.

### **Estolonización**

La estolonización es cuando las yemas de la parte subterránea de los tallos inician su crecimiento horizontal, ocurre a partir de los 15 a 20 días de la emergencia del cultivo de la papa.

### **Floración**

La floración es cuando la corola en la primera flor de la inflorescencia se abre totalmente, sucede a partir de los 20 a 25 días de emergencia; la última flor inicia su marchitamiento y secado esto ocurre a partir de los 55 a 85 días de la emergencia del cultivo de la papa.

### **Tuberización**

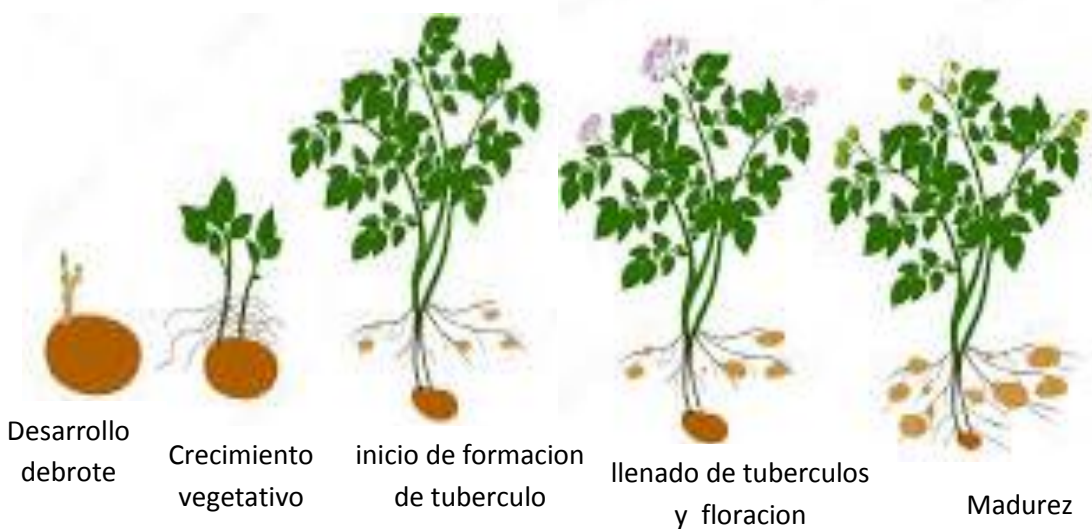
La tuberización es el agrandamiento o hinchamiento extremo de los estolones son tallos subterráneos en su extremo distal, ocurre a partir de los 35 a 40 días de la emergencia del cultivo de la papa.

### **Madurez**

La madurez fisiológica sucede a partir de los 135 a 145 días después de la siembra del cultivo de la papa.



**Figura 2.** Fases fenológicas de la papa en producción mediante tubérculo-semilla



Según Huamán,(2008)

Final de la tuberización: Acontece a los 100 - 115 días después de la emergencia, se presenta cuando el último estolón de la planta inicia su engrosamiento distal, esta fase es considerada importante ya que de esta depende la uniformidad del tamaño de los tubérculos y la precocidad de la planta (Canahua, 1991).

Madurez fisiológica: Ocurre a los 135 a 140 días después de la emergencia, se caracteriza por el cambio de color de las hojas, la piel de los tubérculos se encuentra bien adherida y no se desprende a una simple fricción de los dedos (Canahua, 1991).

En general el periodo vegetativo de las papas dulces es de 160 - 175 días mientras que en las papas amargas es de 170 - 180 días (Cahuana, 1993).

### **2.7.1. Factores que influyen en la producción**

#### **2.7.1.1. Factores bióticos**

Según Ortiz y Wissor, (1988), indican que los principales factores bióticos que afectan al cultivo de la papa se encuentran en diversas plagas y enfermedades siendo virus, hongos, bacterias, micoplasmas, viroide, nematodos y insectos.

Por lo tanto IBTA-PROINPA (1996), señala que en el cultivo de la papa son afectados por el gorgojo de los Andes (Gusano blanco), *Premnotrypes latithorax*, (polilla) *Rhigopsidius pierce* y *Smetrischema tangolia*, *Phthorimaea operculella*, (pulguilla) *Epitrix spp* y (Minador de la hoja) *Liriomiza spp*.

Entre las enfermedades se encuentran, el tizón (*Phytohthora infestans*), verruga (*Synchytrium endobioticum*), (Espinosa 1998).

#### **2.7.1.2. Factores abióticos**

La relación de producción de tubérculo con el clima produce efectos sobre el rendimiento, estos factores climáticos son la temperatura, radiación, fotoperiodo, humedad relativa, la precipitación pluvial además del tipo de suelo (PROINPA, 1990).

Según Carrasco (1993), en el altiplano boliviano, las temperaturas bajas causan pérdidas parciales o totales dependiendo a la exposición a heladas y estado del desarrollo.

El factor más limitante en cuanto al rendimiento de papa son: las heladas, sequías, granizos y periodos concentrados de lluvias que incluso llegan a causar pérdidas del 100% del cultivo (CIP, 1997).

IBTA-PROINPA (1998), señalan que los factores abióticos de gran dimensión son la helada, sequía y granizo, que es uno de los problemas fundamentales y a estos se suman otros factores como el uso de semilla de dudosa procedencia y políticas de ayuda al agricultor que son deficientes.

#### **2.8. Variedades nativas de papa**

Según PROINPA (1994), la descripción de las variedades de papa nativa para las variedades empleadas en el estudio son las siguientes:

### **2.8.1. Janq'o pala**

Especie: *Solanum tuberosum ssp. Andigena*.

Características Morfológicas: El color de la flor es lila con rojo- morado, la forma del tubérculo es oblongo con ojos superficiales, el color de la piel es crema con algunos áreas de color rojo- morado y el color de la pulpa es amarillo claro.

### **2.8.2. Cóndor imilla**

Especie: *Solanum tuberosum ssp. Andigena*.

Características Morfológicas: el color de la flor es lila con rojo morado la forma del tubérculo es redondo, con ojos profundos el color de la piel es rojo morado con áreas de color amarillo alrededor de los ojos color de la pulpa es crema.

### **2.8.3. Phiñu**

Especie: *Solanum tuberosum ssp. Andigena*.

Características Morfológicas: El color de la flor es lila con rojo morado la forma del tubérculo es oblongo alargado fusiforme con ojos medianamente profundos el color de la piel es rojo morado y el color de la pulpa es crema.

### **2.8.4. Ch'iyar imilla**

Especie: *Solanum tuberosum ssp. Andigena*.

Características Morfológicas: El color de la flor es azul con morado la forma del tubérculo es redondo con ojos profundos el color de la piel es negro y el color de la pulpa es crema con áreas dispersas de color morado.

## **2.9. Manejo agronómico de cultivos**

### **Preparación del terreno**

La preparación de terreno es el proceso de acondicionar el terreno para recibir la semilla, pudiendo ser realizada de forma mecánica o manual, dependiendo del acceso y economía agricultor (Terrazas, 1997).

## Siembra

La siembra se realiza en surcos enterándolos con una profundidad de 10-15 cm. Para la siembra de papa, se puede incorporar fertilizante o abono orgánico durante la pre-siembra, el procedimiento es abrir el surco incluyendo fertilizante a una profundidad de 20 a 25 cm y seguidamente cubriendo con tierra después de sembrar, es imprescindible que la semilla sembrada halle un ambiente satisfactorio para su desarrollo (Terrazas, 1997).

## Profundidad de plantación

Copoulos et al., (2008), indican que la profundidad durante la siembra es importante, la profundidad es dos veces el diámetro de la semilla que varía entre 10 a 15 cm; la profundidad de siembra no tiene incidencia directa con el rendimiento según las investigaciones realizadas. En el Cuadro 3, a continuación se muestra donde se resaltan las condiciones que determinan la profundidad de siembra.

**Cuadro 3.** Condiciones que determinan la profundidad.

variable	características	Profundidad de siembra	
		Menor (10 cm)	Mayor (15 cm)
<b>Tamaño de la semilla</b>	Semilla pequeña	x	
	Semilla grande		x
<b>Edad de la semilla</b>	Semilla optima	x	
	Semilla "vieja"		x
<b>Textura del suelo</b>	Suelo arenoso	x	
	Suelo arcilloso		x
<b>clima</b>	Clima caluroso	x	
	Clima frio		x
<b>pluviosidad</b>	Localidad lluviosa	x	
	Localidad sin lluvia		x

**Fuente:** Copoulos *et al.*, 2008

## **2.10. Principales plagas y enfermedades de la papa del altiplano**

### **2.10.1. Polilla de la papa *Phthorimaea Operculella***

Citado por Ruiz (1998), la primera referencia acerca de la polilla de la papa la hizo Berlthon (1855), llamándola “larva de la papa”, causando considerables daños a tubérculos en Tasmania en el año 1854.

En Bolivia es mencionada por (Chura, 1992). con el nombre de *Gnorimoschema operculella* Z. en una reunión Latinoamericana de Investigadores de Papa.

#### **2.10.1.1. Biología y comportamiento de *Phthorimaea Operculella***

Durante su ciclo de vida, la polilla de la papa pasa por una metamorfosis completa (holometabolo) que comprende cuatro estados de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto. La duración de cada uno de éstos estados y consecuentemente la duración total del desarrollo de ésta especie es afectada por las condiciones ambientales, siendo la temperatura y la humedad relativa los factores que más influyen, observándose una relación inversa entre la duración del desarrollo y la temperatura (Okunaga y Ochoa, 1987).

##### **Huevo**

La hembra ovíparita durante la noche, colocando los huevos en grupos, en fila o individualmente de preferencia en lugares ocultos o superficies rugosas. En las hojas los huevos pueden ser colocados tanto en el haz como en el envés, a lo largo de las nervaduras o dispersos por toda la superficie<sup>3</sup>. En almacén se hallan sobre los tubérculos almacenados, en los desechos o directamente sobre la tierra y los materiales utilizados para el almacenamiento (Chura, 1992).

##### **Larva**

Constituye la única etapa dañina del ciclo de vida del insecto. En los tubérculos las larvas permanecen protegidas y generalmente penetran por los ojos y deja los excrementos en la entrada de la galería que abren. Si la larva se ha desarrollado en

la planta, se cuelga de ella mediante un hilo de seda y alcanza el suelo para empupar. Sin embargo, también empupan en hojas y restos de follaje (Chura, 1992). Cuando la larva emerge inicialmente la misma fabrica una tenue y reducida cubierta de tejido con finos hilos de seda blancos, bajo la cual empieza a perforar la superficie de la hoja e ingresa posteriormente al parénquima donde fabrica galerías. Las minas al inicio son de forma alargada o en forma de U o V. La larva en sus dos últimos estadios, se moviliza en forma moderada o se mantiene quieta y si es molestada reacciona mediante movimientos rápidos y zigzagueantes de su cuerpo. Si es molestada dentro de la mina, regurgita un líquido verdoso que forma una gota que cubre toda su cabeza. La larva cambia de piel cuatro veces, pudiendo hacerlo de 5 a 8 semanas y cuando termina de crecer, la larva de la polilla pequeña (*Phthorimaea operculella* Zeller) abandona la planta en el campo o la papa en almacén para empupar (Boletín Informativo, 2008).

### **Pre-Pupa**

La larva al completar su desarrollo abandona el tubérculo o la hoja, adquiere una coloración rosada, empieza a confeccionar la cámara puparia con seda, restos de heces y epidermis del tubérculo, posteriormente se torna verde, comienza a aletargarse y a acortarse en longitud y muda por última vez. La duración de esta fase es de 5 días (Gamboa y Notz, 1990).

Al aproximarse a pre pupa, la larva sale de la parte afectada y abandona la planta fabricando un cocón o capullo de color blanco confeccionado con finos hilos de seda, pudiendo hacerlo al pie de la planta o en algún lugar oculto; dentro de este cocón la larva entra en estado de inactividad o pre pupa y posteriormente muda a pupa.

### **Pupa**

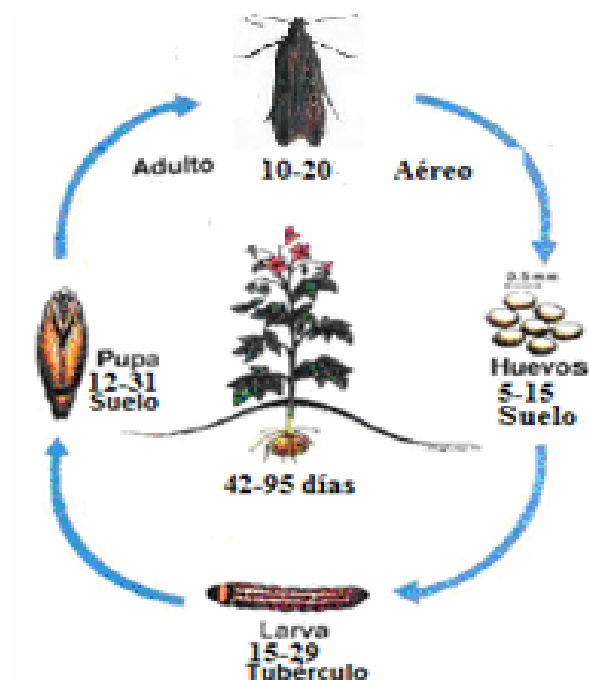
Cuando la larva completa su desarrollo, abandona el tubérculo, se dirige al suelo y forma un cocón de seda para empupar; en almacén empupan sobre la superficie de los tubérculos, en el piso o en las paredes del almacén, en los costales de papa, etc. (Chura, 1992).

## Adulto

Son de hábitos nocturnos y copulan a pocas horas de la emergencia iniciando la oviposición a las 24 horas. Durante el día se esconden debajo de la basura, terrones, grietas del suelo y cuando son molestados inician un vuelo errático y corto. La longevidad del macho es de 24 días y el de la hembra de 17 días. En el caso de la fecundidad, el número total de huevos puestos por hembra es 73 con un rango de 5 a 113. Cerca del 90 % de los huevos son puestos en los 6 días iniciales de la fase de ovoposición (Gamboa y Notz, 1990).

Así mismo estos autores mencionan que durante el día por lo general permanecen quietos o se desplazan muy poco sobre todo cuando son molestados. Se ocultan en la cara inferior de las hojas, en grietas de tallo o en el suelo. El periodo de copula varía desde 20 minutos hasta 3 horas.

**Figura 3** ciclo biológico de la polilla de la papa.



**Fuente** (Chura, 1992).

### **2.10.1.2. Factores que influyen en el desarrollo de los insectos**

Forno (1985), indica que son varios los factores que pueden influenciar el desarrollo de los insectos en general establecer el tamaño y el crecimiento de sus poblaciones así como también la ausencia o presencia de éstos.

#### **2.10.1.2.1 Factores bióticos y abióticos.**

Estos factores se dividen en dos, según indica Forno (1985), son factores bióticos y factores abióticos que tienen como componentes:

- 1) Factores bióticos tales como: Características biológicas de las especies parasitoides, especies de planta hospedera, condiciones de planta hospedera.
- 2) Factores abióticos tales como: temperatura, humedad, precipitación y luz.

Por otra parte, Ross (1982), considera que la mayoría de los estudios concernientes a las especies entomológicas pueden estar comprendidas en las tres categorías siguientes: 1) factores ambientales que determinan donde pueden vivir las especies, 2) reacciones instintivas o tropismos que capaciten a los insectos para encontrar vida adecuada y 3) el efecto de la suma de todos estos factores en la distribución y abundancia de las especies.

En relación a los factores bióticos, Cisneros (1986) afirma que la mayoría de los éxitos con la técnica de introducción de controladores biológicos se ha obtenido en climas suaves, subtropicales. La severidad del invierno en zonas templadas parece presentar condiciones que muchos enemigos no pueden superar fácilmente. Los factores más importantes, respecto a la distribución y abundancia de los insectos. Según Galvez y Villa (1986), son los siguientes: el clima, las condiciones físicas y químicas del medio, alimentos, enemigos y competencia. El medio es una condición compuesta de la cual la luz, temperatura, humedad, precipitación y viento, son los



más importantes componentes ecológicos. No son los promedios anuales de estos factores lo que afecta a las poblaciones de especies, sino las condiciones de cada día.

La temperatura para Forno (1985), en la vida de los insectos, es uno de los factores más críticos, los insectos son de sangre fría, de manera que dentro de los límites estrechos las temperaturas son las mismas que las del medio ambiente que los rodea.

En relación a lo mencionado, Odum (1986) concuerda en que las plagas están influenciadas por las condiciones climáticas (temperatura, humedad relativa, lluvia, viento, insolación y fotoperiodismo) donde, su acción es crítica sobre los diferentes estadios de desarrollo de los insectos y en épocas diferentes del año. Además sostiene que la variabilidad de la temperatura tiene importancia ecológica así los organismos que están sometidos normalmente a temperaturas variables en la naturaleza, tienden a ser deprimidos, inhibidos o aletargados por las temperaturas constantes.

Ross (1982), señala que la humedad y la temperatura actúan de una manera estrechamente interrelacionada en el estudio experimental de la biología de los insectos. Sugiere que la acción recíproca entre éstos dos factores dependen de otros factores, así como de los valores relativos y absolutos de cada factor; así pues la temperatura ejerce sobre los organismos un efecto limitativo más comprometido cuando la humedad es muy alta o muy baja que cuando ésta es moderada y en forma análoga la humedad juega un papel muy crítico, en el caso de temperaturas muy extremas.

En este sentido, Vera (2009), en su estudio de las variaciones climáticas que afectan a la polilla de papa *Phthorimaea operculella*, en el que contempló la temperatura, humedad y precipitación donde menciona que el efecto es marcado en el incremento poblacional para altas temperaturas y con respecto a la precipitación y la humedad

menciona que éstas influyeron en la eclosión de huevos y en la posterior emergencia de los adultos.

### 2.10.2. Gorgojo de los andes (*Premnotrypes spp.*)

Rioja y Barea, (2008).menciona que existe dos especies de gorgojo de los Andes o gusano blanco de la papa: uno es nativo del altiplano y es llamado *Premnotrypes spp.*; el otro fue introducido desde la Argentina y es llamado *Rhigopsidius piercei*.

El gorgojo nativo (*Premnotrypes spp.*) tiene cuatro etapas en su vida: huevo, larva o gusano, pupa y adulto (Figura 4.). El gorgojo nativo es un insecto que termina su ciclo de vida en el suelo (se conoce como ciclo de vida al tiempo que demora en pasar de huevo a adulto)

**Figura 4.** Ciclo biológico del gorgojo de los andes y número de días que permanece en cada estado.



**Fuente** Rioja, R. (2008).

## ¿Qué prácticas debemos realizar para rebajar las poblaciones de gorgojo?

### **Primero.**

Para eliminar pupas del gorgojo nativo, desde la tercera semana de agosto hasta la primera semana de septiembre, debemos remover los lugares donde se amontonó la papa.

### **Segundo.**

Para eliminar adultos del gorgojo introducido, una semana antes de la siembra, debemos embolsar un quintal de papa en bolsas de plástico y cerrarlo para que salgan los gorgojos adultos. De esta manera hacemos que los gorgojos que están dentro de la papa salgan y caigan en las bolsas. Así evitamos contaminar nuevas parcelas de papa y tendremos semilla libre de este gorgojo.

### **Tercero.**

Para eliminar gorgojos adultos, tanto nativos como introducidos, durante los meses de diciembre, enero y febrero, debemos recogerlos en la noche y en el día. Es importante hacer la recolección tanto de día como de noche, impidiendo que los gorgojos puedan reproducirse, ya que todos los días van poniendo huevos. Podemos también realizar concursos en las comunidades, escuelas y colegios, para recoger gorgojos, con participación del mayor número de familias.

### **Cuarto.**

Cosecha oportuna, se refiere a que realicemos esta práctica en el momento en que la papa está madura, ya que dejando más tiempo es posible que las larvas puedan ingresar a la papa. Por lo tanto esta práctica realizamos para eliminar larvas o gusanos del gorgojo nativo, en la cosecha (abril o mayo), debemos amontonar la papa sobre bolsas de yute o nylon para que los gusanos no entren al suelo.

### **2.10.3. Enfermedades Causadas por Hongos**

son las enfermedades causadas por hongos que en lo cual son los siguientes: tizón tardío, tizón temprano, pudrición gris, *verticilosis*, *antracnosis* y *rizoctoniasis*

### 2.10.3.1 Tizón Tardío (*Phytophthora Infestans*).

#### Sintomatología

**Hojas:** según Rioja, R. (2008). los primeros síntomas comienzan en los bordes de las hojas inferiores de la planta, como una pudrición acuosa de color verde oscuro a café, limitada por un halo de color amarillo pálido. Bajo condiciones de alta humedad, sobre 80% de HR, la lesión avanza rápidamente, sin limitarse por las venas, formando zonas café atizonadas irregulares. También, en el envés de las hojas, es posible observar micelio blanco aterciopelado, especialmente temprano por las mañanas. Debido a que la enfermedad es poli cíclica, es decir puede presentar varios ciclos durante una temporada, se puede ver como comienzan rápidamente a desarrollarse nuevas lesiones en el resto de las plantas, para en menos de una semana afectar y colapsar completamente un cultivo, a partir de solo unas pocas lesiones en algunos folíolos. Por el contrario, al presentarse condiciones de baja humedad relativa, el avance de la enfermedad se detiene y la lesión se vuelve de una apariencia seca y quebradiza, de un color café más claro, manteniéndose latente hasta que las condiciones favorables se vuelvan a presentar.

**Tallos y pecíolos:** los síntomas en tallos se suelen observar hacia la parte superior de la planta, a partir del tercio medio aproximadamente. Las lesiones son necróticas de color café oscuro a negro y pueden variar desde unos pocos centímetros a 10 cm de longitud. Cuando la lesión ha atacado el diámetro completo del tallo, este se vuelve quebradizo, sobre todo al paso de personas o maquinarias de trabajo. También se puede observar esporulación del hongo bajo condiciones de alta humedad, sin embargo no se ve tan claro como en hojas.

**Tubérculos:** los síntomas se presentan como lesiones necróticas, secas y de color marrón, que penetran el tejido, extendiéndose desde unos pocos milímetros hasta unos 3 cm.

El tejido bajo la lesión es firme, con una apariencia granulosa de color ladrillo. Algunas veces, junto con esta pudrición seca, se pueden presentar organismos secundarios, principalmente bacterias, que provocan una pudrición húmeda y un

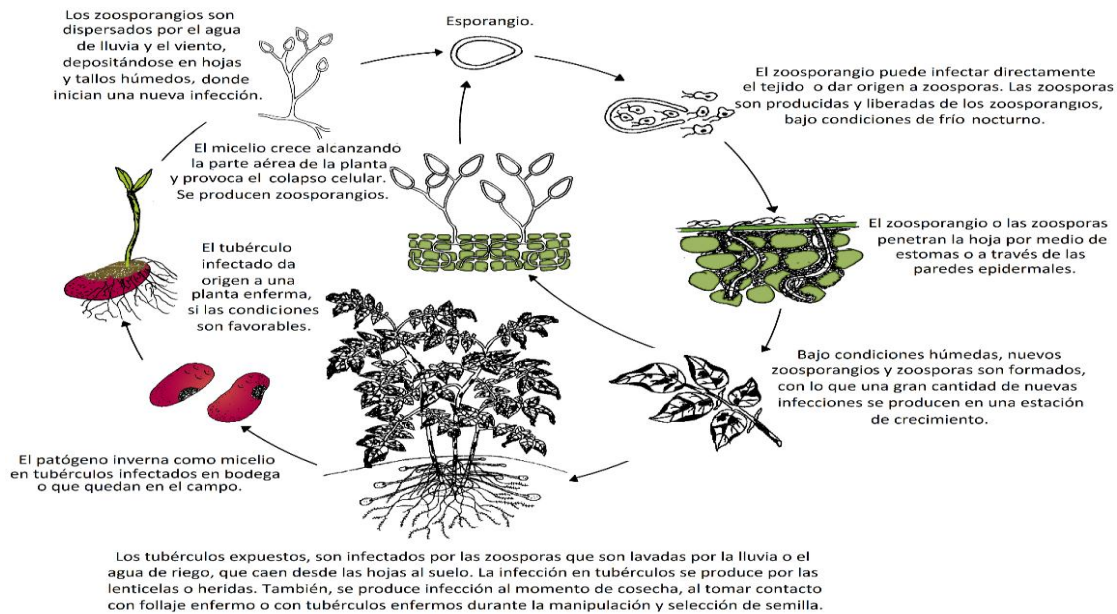
fuerte olor. La pudrición seca producida por Tizón tardío solo produce un ligero olor a vinagre. Tizón tardío no se propaga de un tubérculo a otro en almacenamiento, pero los organismos secundarios que se desarrollan, si lo pueden hacer provocando pudriciones húmedas.

## Epidemiología y Ciclo

Las epifitias de Tizón tardío aparecerán de acuerdo a las condiciones ambientales predominantes durante el cultivo. El hongo crece y esporula mejor en humedades relativas sobre el 80% y temperaturas de entre 15 y 25°C. Las zoosporas necesitan agua libre para su germinación y penetración. Una vez que la infección se produce, la enfermedad se desarrolla más rápidamente a temperaturas de 21°C.

La patógena inverna como micelio en tubérculos infectados, ya sea en la bodega o en el campo. Desde el tubérculo, el micelio crece alcanzando los brotes y produciendo colapso celular. Cuando el micelio alcanza la parte aérea de la planta, produce zoosporangios.

**Figura 5, ciclo biológico de tizón tardío.**



Fuente Rioja, R. (2008).

## **Control.**

Según Rioja, R. (2008). Se debe seguir los pasos para controlar.

- Identificar correctamente el problema, mediante el diagnóstico de la enfermedad. Esto ayuda a tomar mejores decisiones para minimizar la incidencia y severidad de la enfermedad detectada. Actualmente.
- Eliminación de posibles fuentes de inóculo del hongo mediante: el uso de tubérculos semilla de papa legal, eliminación de papas voluntarias, eliminación de restos de papas de almacenamiento, rotación de cultivos, cosecha, selección y prospección y eliminación de hospederos alternantes infectados y focos de Tizón tardío.
- Evitar el exceso de humedad en el follaje, ya que el hongo se favorece con condiciones de alta humedad y agua libre en el follaje.
- Favorecer la ventilación en el cultivo para evitar el exceso de humedad mediante: aumento de la distancia de plantación entre hileras, manejo eficiente de sistemas de riego, fertilización nitrogenada adecuada para evitar follaje exuberante.
- Mantener una buena cobertura de los tubérculos con aporca evita que las zoosporas infecten los tubérculos al ser lavadas por el agua de lluvia desde el follaje.
- Utilizar cultivares resistentes o con una mejor resistencia relativa a Tizón tardío, esto evita el desarrollo severo de la enfermedad.
- Tratamiento químico al follaje, el cual debe basarse en las características de los fungicidas, la susceptibilidad del cultivar, el estado de desarrollo del cultivo y el momento oportuno de aplicación.
- Destruir y eliminar el follaje antes de la cosecha utilizando un producto químico o por medios mecánicos, ya que el follaje infectado puede contaminar las papas durante la cosecha.

- Cosechar con ambiente seco o con suelo con muy poca humedad y nunca realizar labor con lluvia o con exceso de humedad en el suelo, pues esto favorece la susceptibilidad de los tubérculos a la enfermedad.
- Cosechar, seleccionar y guardar sólo las papas sanas, secas y limpias para evitar las fuentes de contaminación.

### **2.10.3.2. Rizoctoniasis (*Rhizoctonia Solani*)**

#### **Sintomatología**

##### **Hojas**

Según Rioja, (2008). Debido a la presencia de canchros en los tallos, la parte aérea se debilita y se observa amarillez y enroscamiento de hojas. A veces, los ápices se ven de una pigmentación púrpura.

##### **Tallos**

Las lesiones características producidas en los tallos son cancro café a negro con hendiduras. Estos canchros pueden continuar creciendo y llegar a estrangular los tallos en plantas nuevas. Infecciones más tardías producirán canchros en los tallos principales induciendo la formación de tubérculos aéreos, amarillez y enroscamiento de hojas. Estas lesiones se pueden presentar en la parte del tallo que se encuentra a nivel de suelo o debajo de este nivel. En algunos casos se puede producir una capa de micelio blanco en la base del tallo.

##### **Brotes**

El hongo causa lesiones en los brotes, lo que puede retrasar o simplemente impedir la emergencia de estos. Las plantas son más afectadas temprano en la primavera donde los brotes bajo el suelo se necrosan y mueren antes de emerger. Los brotes secundarios que se desarrollan luego, son menos vigorosos, emergiendo tardíamente y produciendo una población de plantas menos homogénea.

## **Estolones**

Se observan lesiones similares a las producidas en tallos, canchales de color marrón a negro con hendiduras. En este caso las lesiones también pueden llegar a estrangular los estolones. Infecciones tempranas de los estolones provocan la no formación de tubérculos o afectan la formación de tubérculos en crecimiento, induciendo su deformación.

## **Tubérculos**

El síntoma más conocido de la Rizoctoniasis es la presencia de corpúsculos negros, que son esclerocios sobre la superficie del tubérculo. Los esclerocios pueden variar en tamaño desde muy pequeños, planos, como punteado negro, hasta grandes masas irregulares que cubren una gran parte del tubérculo. Los esclerocios son de color oscuro o negros, duros y de tamaño y forma irregular.

También los tubérculos pueden presentar grietas, malformaciones, concavidades y necrosis. Muchas veces los esclerocios pueden ser confundidos con restos de tierra, sin embargo al lavar los tubérculos los esclerocios no se desprenden.

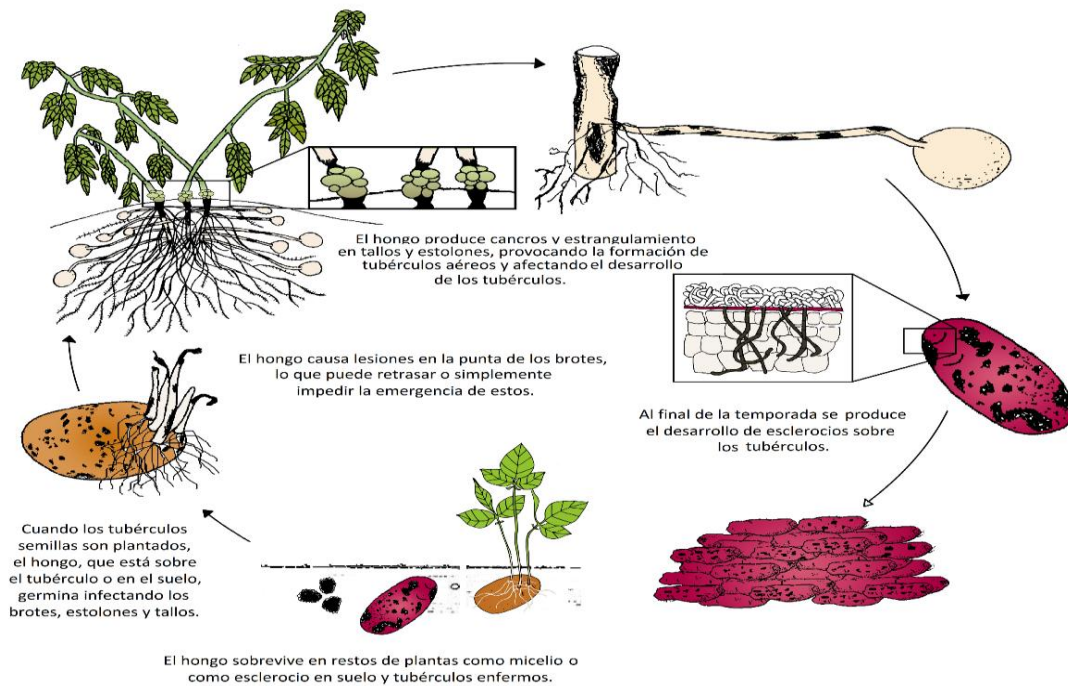
## **Epidemiología y Ciclo**

El hongo persiste en restos de plantas como micelio o como esclerocio, en suelo y tubérculos enfermos. Cuando los tubérculos semillas son plantados, el hongo germina infectando los brotes, estolones y tallos. Al final de la temporada, se forman los esclerocios sobre tubérculos, inducida por la senescencia natural de las plantas. El hongo puede sobrevivir por largos períodos en el suelo ya sea en tubérculos que quedan en el campo o por colonizaciones saprofitas en restos de plantas u otros hospederos del hongo.

La temperatura óptima para **R. solani** es de 18°C, favoreciéndole condiciones de alta humedad de suelo y ambiente. Sus rangos mínimos y máximos de temperatura son de 8 y 35°C respectivamente. Se encuentra en la mayoría de los suelos, y se puede transmitir fácilmente a través del agua de riego, suelo infectado y tubérculos enfermos.



**Figura 6.** Ciclo de *Rhizoctonia solani*.



**Fuente:** Rioja, (2008).

### **Control.**

Según Rioja, R. (2008). Se debe seguir los pasos para controlar.

- Identificar correctamente el problema, mediante el diagnóstico de la enfermedad. Esto ayuda a tomar mejores decisiones para minimizar la incidencia y severidad de la enfermedad detectada. Actualmente.
- Rotación de cultivos por a lo menos 3 o 4 años con cultivos no susceptibles a la enfermedad, tal como cereales. Este hongo es un patógeno de suelo y vive en restos de plantas voluntarias y materia orgánica.
- Uso de semilla libre del hongo y de alta calidad sanitaria disminuirá la probabilidad de daños a brotes nuevos y susceptibilidad de la planta.
- Prácticas culturales que induzcan una rápida emergencia y desarrollo de las plantas reducirán el daño a brotes y tallos jóvenes nuevos, tales como siembras poco profundas y suelo con temperaturas más altas.

- Cosecha rápida después del secado disminuirá la formación de esclerocios sobre los tubérculos que están en el suelo.

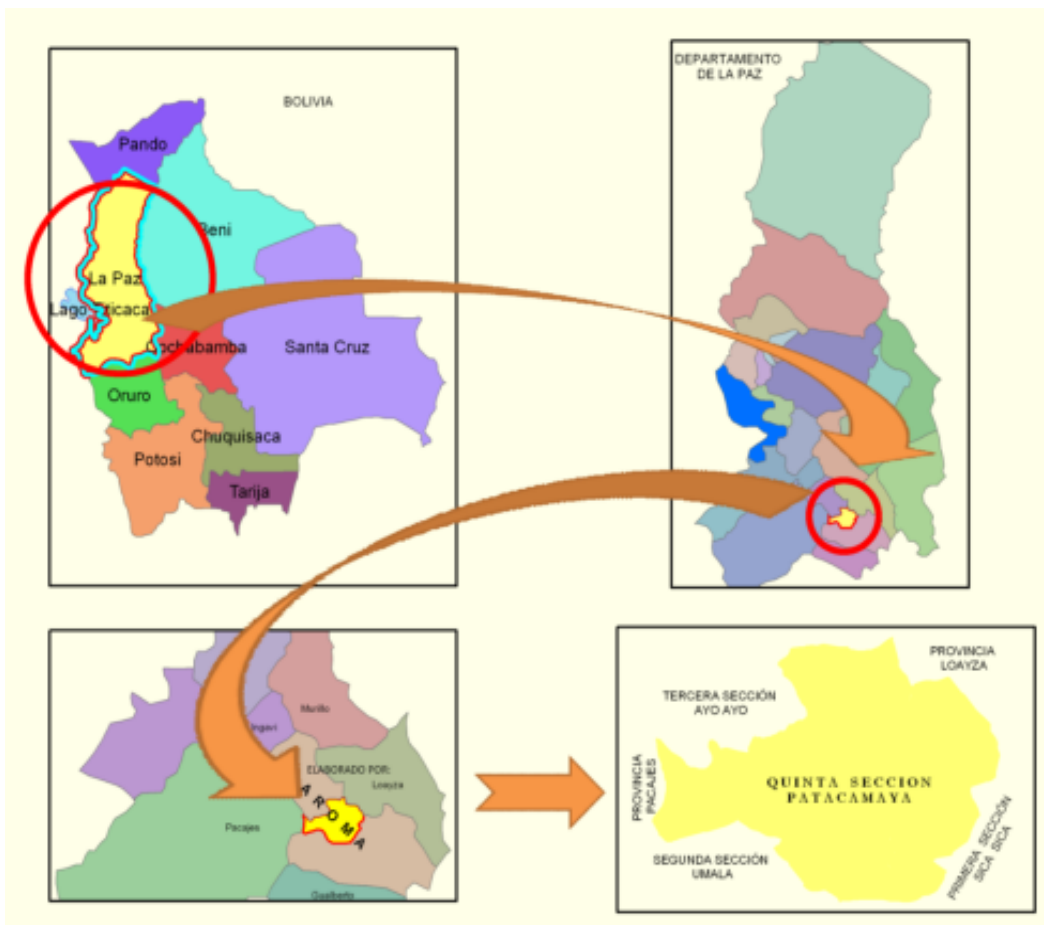
- Tratamiento químico a la semilla protegerá los primeros brotes emergentes y tallos. Igualmente, tratamientos al surco de plantación han mostrado un buen control de canchros en los brotes, tallos y estolones.

### 3. LOCALIZACIÓN

#### 3.1. Ubicación geográfica

El presente trabajo se realizó en la estación experimental de Patacamaya dependiente de la Facultad de Agronomía, ubicada al sudeste del departamento de La Paz (en el kilómetro 100 sobre la carretera a Oruro), corresponde a la jurisdicción de la 5ta Sección Municipal de la Provincia Aroma del Departamento de La Paz. Geográficamente se encuentra ubicada a 68° 55' longitud oeste y a 17° 15' latitud sur, con una posición altitudinal de 3800 m.s.n.m.

**Figura 7.** Ubicación Geográfica del área de estudio.



**Fuente:** PDM (2012-2016)

### **3.2. Características climáticas**

En cuanto al clima el PDM (2012-2016), menciona que el municipio de Patacamaya se caracteriza por presentar dos tipos de épocas, la época seca que comprende los meses abril a septiembre y la época húmeda que comprende los meses de octubre a marzo. El cambio regular entre la época seca (invierno) y época de lluvias (verano) tiene como principal factor el fuerte calentamiento terrestre.

PDM (2012-2016), según datos de la estación meteorológica de Patacamaya, el Municipio registra una temperatura máxima de 21,2 °C y una mínima de -5,2 °C, con una temperatura promedio de 9,7 °C. Las temperaturas más bajas se presentan entre Mayo a Septiembre, en este periodo la temperatura critica baja se presenta en los meses de Junio y Julio que es aprovechado para la elaboración de productos deshidratados (chuño, caya y tunta).

PDM (2012-2016), las precipitaciones se presentan desde Septiembre a Marzo, con mayor cantidad e intensidad en enero alcanzando los 102,2 mm promedio. Las de menor cantidad e intensidad se encuentran en los meses de mayo a agosto.

### **3.3. Vegetación**

El suelo no siendo homogéneo. Tiene muchas zonas al "desnudo", pero a pesar de las condiciones críticas, heladas, sequía, altura, en esta zona crecen plantas (tholares) y hay lugares con bastante vegetación. Como en cualquier ecosistema, existe pues, una relación importante entre vegetación, clima y suelo ya que la vegetación protege al suelo de la erosión (Figueroa, 2004).

### **3.4. Suelo**

Según el PDM (2012-2016), los suelos del municipio de Patacamaya tienen la particularidad de ser heterogéneos debido a su origen fluvio-lacustre. El contenido de material orgánica es bajo y de acuerdo a la clasificación ecológica presenta las

siguientes características: Puna húmeda: se caracterizan por ser francos arcillosos, con pH ligeramente ácido a neutro, la profundidad de la capa arable es de 20 a 30 centímetros. Respecto a la humedad del suelo, estos se encuentran a capacidad de campo, debido principalmente a que la zona cuenta con agua para riego, razón por la cual se cultiva hasta dos veces al año, como es el caso de la producción hortícola (lechuga, zanahoria, cebolla), de acuerdo a la clasificación de la séptima aproximación de la F.A.O., debido a la pendiente que presenta el terreno los siguientes cantones y comunidades pertenecen a la clase IV: Puna seca: los suelos presentan las siguientes características: francos arcillosos, con pH ligeramente básico a neutro, la profundidad de la capa arable es de 30 a 45 centímetros, la humedad del suelo es baja, razón por la cual la agricultura que se practica es en condiciones de secano, con la siembra de papa, cebada, alfalfa y quinua. Los pobladores aprovechan la época de lluvias para desarrollar esta actividad, otro rubro al que se dedican es la ganadería. La estación experimental de Patacamaya se encuentra en el Cantón Patacamaya el cual se ubica en la puna seca y lleva las características ya mencionadas anteriormente.

Los suelos son superficiales de formación aluvial sedimentaria con problemas de drenaje, textura que varía de arenoso a franco arenoso con PH de 7,8 a 8,8 y pobres en contenido de materia orgánica.

## **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1. Materiales**

#### **4.1.1. Material genético**

Se utilizaron 4 variedades de papas como ser: cóndor imilla, ph'iñu, ch'iyar imilla y janq'o pala en cantidad de 11 kilos de tubérculos por cada una de ellas. El material genético fue recolectado de diferentes Comunidades de la cosecha 2016.

#### **4.1.2. Material de campo**

Se utilizó pita, picotas, chuntillas, cinta métrica de (50 m), estacas, letreros, lianza, calculadora, etiquetas, cuaderno de registro, bolsas plásticas, cámara fotográfica, marbetes, balanza digital (kg), yutes plásticas, finalmente un maquinaria con arado para roturar. Como también se utilizó material de escritorio.

### **4.2. Metodología**

El procedimiento experimental contempló las siguientes etapas:

Para el ensayo de la investigación en el cultivo de la papa nativa, se realizó las siguientes actividades: preparación de terreno, siembra, labores culturales, cosecha en todo esto se realizó recolección de datos.

Para determinar y saber que variedad es:

Para esto se realizó una comparación con catálogo de cien variedades nativas de papas bolivianas, los siguientes caracteres como color de tallo, color de flor, color de tubérculo (Proinpa 2007).

Y para recolección de información agro morfológica de cuatro variedades de papa nativa se tomó los datos y se realizó para días a emergencia, altura de planta, peso de tubérculos por planta y rendimiento.

El ensayo se realizó a partir del 23 de septiembre del 2016 al 18 de abril del 2017, se establecieron dos bloques con las cuatro variedades de semilla (tubérculo). Cada bloque se dividió en 4 unidades experimentales y cada unidad experimental se dividió en siete surcos de 6.0 m de largo y 0.70 m entre surcos en lo cual se siembra 107 tubérculos por unidad experimental.

#### **4.2.1. Preparación de área experimental**

##### **4.2.1.1 Roturado del terreno**

Se realizó el 28 de septiembre de 2016 en una área de  $351m^2$ , con la ayuda de un tractor agrícola, el roturado del suelo se efectuó con arado de disco a una profundidad de 0.40 a 0.35 m, posteriormente se realizó el desterronado (ver figura 8)

**.Figura 8.** Roturado de suelo.



**Fuente:** propio (2016)

#### 4.2.1.2. Delimitación de la parcela

Con el número de variedades obtenidas se calculó el área requerida para la siembra, delimitando 351 m<sup>2</sup>, que se dividieron en 2 bloques, con un pasillo de 1 m de ancho entre cada unidad, asimismo cada bloque fue dividida en 4 partes pequeñas de 6 m de largo y 6m de ancho equivalente a 36 m<sup>2</sup>, contabilizando 8 unidades experimentales, en donde existen 4 variedades de papa con dos repeticiones, se puede observar croquis del ensayo en Anexo 3.

#### 4.2.2. Labores culturales

##### 4.2.2.1. Siembra

La siembra se efectuó el 08 de noviembre del 2016, utilizando una picota. Cada variedad fue sembrada en dos bloques de 7 surco de 6 m de largo, ancho de 0.70 m, de surco en surco con una densidad entre tubérculos de 0.30 m. las cuales fueron depositadas al interior del surco a una profundidad de 0.18 a 0.25 m. que en lo cual se siembra 214 tubérculos por variedad que equivale a 11 kilos cada uno de los variedades.

**Figura 9.** Siembra de variedades.



**Fuente:** propio (2016-2017)



#### **4.2.2.2. Aporque**

Se realizó dos aporques, en las fechas de 23 de diciembre de 2016 cuando las plantas alcanzaron una altura promedio de 12 a 18 cm., y el 15 de enero del 2017, el aporque consistió en el amontonamiento de tierra al pie de cada planta con la ayuda de una chuntilla, con el fin de ayudar al desarrollo del sistema radicular, mejorar el soporte, controlar malezas y proporcionar el aireamiento al suelo.

#### **4.2.2.3. Deshierbe**

Se realizaron dos deshierbe el 09 de enero del 2017 y el 02 de febrero del 2017 en forma manual con el propósito de evitar la competencia por agua, luz, nutrientes y alojamiento de insectos, las malezas que se presentaron frecuentemente fueron muni muni (*Bidens andicola Kunth*), reloj reloj (*Erodium cicutarium*), cebadillas (*Bromus catharticus Valh.*), diente de león (*Taraxacum officinale Weber*), mostaza (*Brassica rapa L.*), k'ora (*malva silvestre*).

#### **4.2.2.4. Cosecha**

La cosecha fue en forma escalonada a medida que las variedades alcanzaron la madurez fisiológica y nos basamos al catálogo de cien variedades de papas nativas de (PROINPA); la variedad janq'o pala se cosecho el 18 de marzo a los 130 días del ciclo vegetativo y los demás variedades se cosecho el 08 de abril a los 150 días del ciclo vegetativo. Una vez cosechada se realizó el pesaje de los tubérculos por planta y el resto se cosecho en global, para tener datos de rendimiento.

En cada variedad se cosecharon las plantas que están marbeteados, por variedad 30 plantas de cada bloque 15 plantas por variedad fueron cosechadas en forma separada en bolsas plásticas (ver figura 10).

**Figura 10.** cosecha de papa individual.



**Fuente:** propio (2016-2017)

El resto de las plantas se cosecharon en global y se realizó el pesaje por variedad y se selección por tamaño.

**Figura 11,** papa cosechada en global y seleccionado.



**Fuente:** propio (2016-2017)

#### **4.2.3. Variables de respuesta**

Registraron información de 5 variables cuantitativas y 4(cualitativas) en base al descriptor de papa propuesto por el IPGRI (1995). Los datos se obtuvieron de las 4 variedades, con relación al variable como muestra el (**Cuadro 4**).

**Cuadro 4.** Variables caracterizadas del cultivo de papa.

<b>Cuantitativas</b>
Días a la emergencia (DEM)
Días a la floración (DFL)
Días a la madurez (DMA)
Incidencia de plagas (%) (ISD)
Peso total de tubérculos por plantas (PT)

**Fuente:** Elaboración propia en base a las variables.

#### **4.2.3.1. Variables cuantitativas**

##### **4.2.3.1.1. Días a la emergencia (DEM)**

La variable se calculó desde la siembra hasta la emergencia de la planta, tomando encuentra el porcentaje de emergencia mayor a 50%, contando los días.

##### **4.2.3.1.2 Días a la floración (DFL)**

Se registró el número de días que pasaron desde la siembra hasta el momento que las plantas presentaron el 50% de floración en la población de plantas por variedad.

Es necesario señalar que la floración de la papa, inicia en los nudos superiores, Prolongándose varias semanas de acuerdo a las especies en estudio.

##### **4.2.3.1.3. Días a la madurez (DMA)**

Se registró el número de días, desde la siembra hasta la madurez fisiológica, realizando observación directa en la coloración de las plantas y la dureza de la piel del tubérculo a la frotación mecánica con los dedos determinando el estado de madurez de la planta, llegando a cosechar y registrándose el ciclo del cultivo.

a) Muy precoz (< a 70 días)

b) Precoz (91 a 120 días)

- c) Medianamente precoz (121 a 150 días)
- d) Tardío (151 a 180 días)
- e) Muy tardío (> a 180 días)

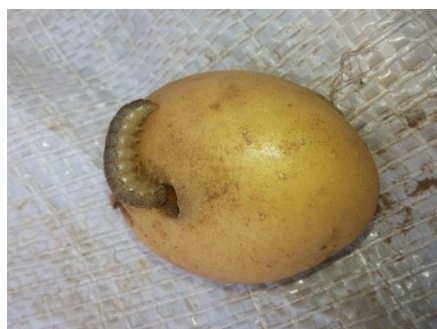
#### 4.2.3.1.4 Incidencia de plagas (%) (ISD)

Una vez finalizada la cosecha se procedió a realizar la incidencia y ataque de plaga, donde se realiza mediante el método de cuarteo en cada variedad, llegando a obtener cantidad representativa de tubérculos, en donde se observa el daño efectuado por laq'atu y/o gorgojo, seguidamente los datos se expresaron mediante la regla de tres simple del porcentaje de daño (Figuroa, 2004).

**Figura 12.** Daño producida por gorgojo y laq'atu.



**a) Daño por gorgojo**



**b) Daño por laq'atu**

**Foto** propio (2016-2017).

Plagas sin incidencia sobre el cultivo en su primera etapa de afectación que coincidió con la cosecha de los tubérculos considerando oportuna la cosecha coincidiendo con el desarrollo fisiológico del tubérculo.

#### 4.2.3.1.5 Peso total de tubérculos por plantas (PT)

Se pesa en una balanza cada una de las variedades registrándose los datos obtenidos para su posterior análisis de resultados, como se observa en la (figura 13).

**Figura 13.** Pesaje de los tubérculos de papa.



**Fuente:** propio (2016-2017)

El registro de este dato, se procedió al pesaje de los tubérculos cosechados, una vez pesada se procedió a calcular el rendimiento en (ha) asignándose un alto valor dentro del índice de selección, el pesaje y cálculo del rendimiento fue individual, para luego obtener un promedio para su posterior análisis.

**Figura 14.** Tubérculos de diferentes plantas.



**Fuente:** propio (2016-2017)

#### **4.2.3.2. Variables cualitativas**

En la evaluación de las variables cualitativas se consideraron parámetros señalados en los descriptores de papa propuesta por (IPGRI, 1995).

##### **4.2.3.2.1. Color de tubérculo (CTU)**

Esta característica se refiere al color que cubre la mayor parte de la superficie del Tubérculo; y se toma de acuerdo a la siguiente codificación de colores:

1) Blanco crema, 2) amarillo, 3) anaranjado, 4) marrón, 5) rosado, 6) rojo, 7) rojo-morado, 8) morado, 9) negruzco, (IPGRI, 1995).

##### **4.2.3.2.2. Forma de tubérculo (FTU)**

En el momento de la cosecha se observa y se registran las características del tubérculo con la ayuda de la de colores y la figura y se codifica en la siguiente forma: 1) comprimido, 2) redondo, 3) ovalado, 4) abobado, 5) elíptico, 6) oblongo, 7) oblongo-alargado, 8) alargado.

##### **4.2.3.2.3. Color carne del tubérculo (CCT)**

Se refiere al color de la carne del tubérculo, cuando se realiza el corte en la parte media del tubérculo, además con la ayuda de tabla de colores Anexo 2, determinan el color primario y secundario donde se codifica de la siguiente manera: 1) blanco, 2) crema, 3) amarillo claro, 4) amarillo, 5) amarillo intenso, 6) rojo, 7) morado, 8) violeta.

##### **4.2.3.2.4. Profundidad de los ojos (POJ)**

Esta característica se realizó durante la evaluación de la forma del tubérculo codificándose de la siguiente manera: 1) sobresaliente, 3) superficial, 5) medio, 7) profundo, 9) muy profundo.

#### 4.2.4. Análisis estadístico

##### 4.2.4.1. Diseño bloque completamente al azar

Se utilizó este diseño en esta investigación

$$X_{ij} = u + b_j + \tau_i + E_{ji}$$

Donde.

$X_{ij}$  = una observación cualquiera

$u$  = media general poblacional

$b_j$  = Efecto del bloque

$\tau_i$  = Efecto de tratamiento

$E_{ji}$  = Error experimental

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

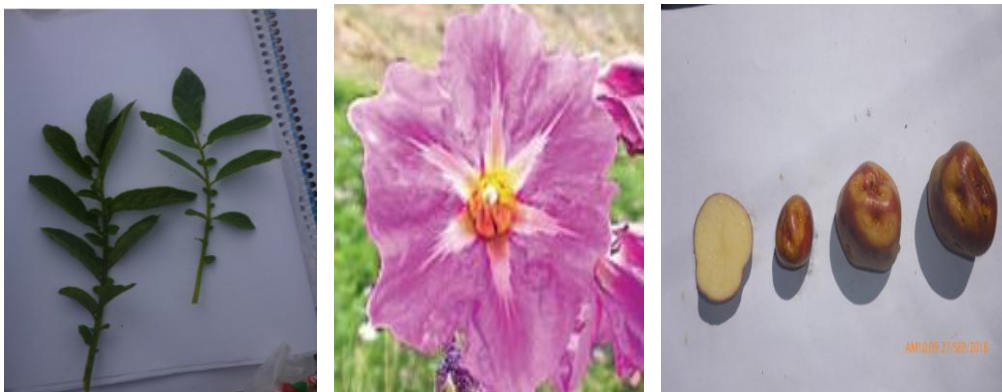
Una vez realizado la metodología se llegó a un acuerdo comparando con el catálogo de cien variedades nativas de papas bolivianas (PROINPA), para denominar las variedades con los siguientes caracteres como color de tallo, color de flor, color de tubérculo.

PROINPA (2007) Indica que este catálogo ha sido co-publicado es un esfuerzo de la fundación PROINPA con el apoyo del Ministerio de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural (MAGDER) y el proyecto papa andina (CIP-COSUDE), ejecutado a nivel de Bolivia, Ecuador y Perú. Para dar a conocer una parte de la inmensa riqueza de variedades de papa nativa de Bolivia, con ilustraciones de cien variedades diferentes e información sobre sus características morfológicas y agronómicas, calidad de tubérculo y principales zonas de producción.

**Variedad Cóndor imilla** (*Solanum tuberosum* ssp. *Andigena*).

En esto observamos que el color del tallo es pigmentado con abundante verde, color de la flor muestra lila con rojo morado y el color del tubérculo es rojo morado con áreas de color amarillo alrededor de los ojos y comparamos con el catalogo y llegamos a definir si es la Variedad Cóndor imilla. **Anexo 5.**

**Figura 15.** De la variedad Cóndor imilla.



**Fuente:** propio (2016-2017)

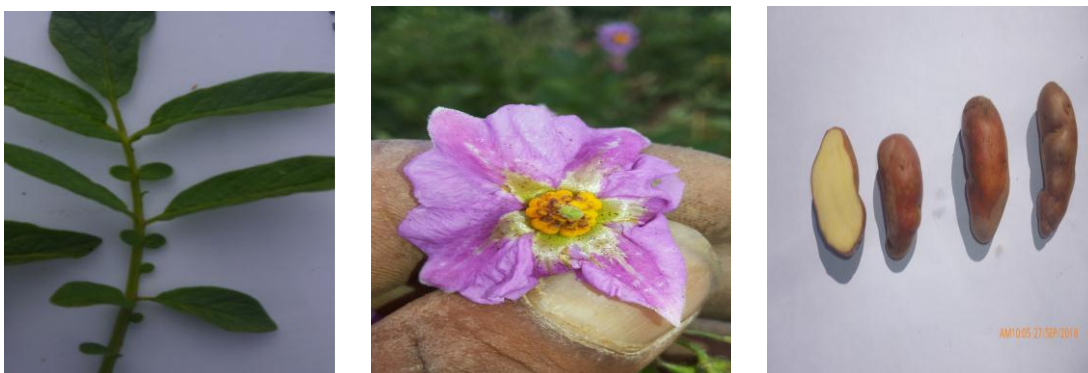


**Variedad phiñu** (*Solanum tuberosum* ssp. *Andigena*).

En esta variedad observamos que el color del tallo es verde, color de la flor muestra lila con rojo morado y el color del tubérculo es rojo morado con ojos medianamente profundo y comparamos con el catalogo y llegamos a definir si es la Variedad phiñu.

**Anexo 5.**

**Figura 16.** De la Variedad phiñu.



**Fuente:** propio (2016-2017)

**Variedad janq'o pala** (*Solanum tuberosum* ssp. *Andigena*).

En este variedad observamos que el color del tallo es verde, color de la flor muestra lila con rojo morado y el color del tubérculo es crema con algunas áreas de rojo morado y comparamos con el catalogo y llegamos a definir si es la Variedad janq'o pala. **Anexo 5.**

**Figura 17.** De la Variedad janq'o pala



**Fuente:** propio (2016-2017).

**Variedad ch'iyar imilla (*Solanum tuberosum* ssp. *Andigena*).**

Observando las características como el color del tallo es verde con abundante pigmentado, color de la flor muestra azul con morado y el color del tubérculo es negro y comparamos con el catalogo y llegamos a definir si es la variedad ch'iyar imilla. **(Anexo 5).**

**Figura 18.** De la Variedad ch'iyar imilla.



**Fuente:** propio (2016-2017)

Luego se obtiene resultados en la caracterización y evaluación de variedades de papa (*Solanum* sp.), detallada en Anexo 6, obteniendo los datos de 5 variables cuantitativas.

## **5.1 Análisis descriptivo**

### **5.1.1 Variables cuantitativas**

En el análisis de la variabilidad de papa, encontrados a través de los parámetros estadísticos de tendencia central y dispersión (rango, mínimo, máximo, promedio, desviación estándar y coeficiente de variación), describiendo características morfológicas de la colección, Cuadro 5.

**Cuadro 5.** Parámetros estadísticos de tendencia central y de dispersión para 5 variables cuantitativas (n = 4).

<b>Variables Cuantitativas</b>	<b>Código</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media</b>	<b>DS1</b>	<b>CV2 (%)</b>
Días a la emergencia en %50 (días)	DEM	25	42	33.75	5.45	16
Días a la floración (días)	DFL	75	82	79.5	2,12	2.6
Peso total de tubérculo 30 / plantas (kg.)	PT	14.300	17.700	16	1.12	7
Incidencia de plagas (%) en 288 m2	ISD	0.87	2.15	1.5	0.70	0.47
Días a la madurez (días)	DMA	136	150	142.5	3.53	2.48

**DS1** = Desviación estándar

**CV2** = Coeficiente de variación

**Fuente:** Elaborado propio

#### **5.1.1.1 Días a la emergencia**

La variable días a la emergencia muestra un rango de variación de 25 a 42 días después de la siembra. El Cuadro 5, muestra un promedio de 33.75 días, desde la siembra hasta la emergencia, con un coeficiente de variación de 16 % siendo este valor aceptable, debido a la poca dispersión que tuvo respecto a datos que mencionan algunos autores, encontrando variedades precoces y tardías, por sus propias características de cada especie y la calidad del tubérculo. Los rangos de emergencia fueron condicionados a factores ambientales como temperatura y humedad del suelo los mismos que fueron bajo sistemas de riego tecnificado asegurando la emergencia en un 98 por ciento de los tubérculos sembrados

Según Resquejo (1999), menciona que la emergencia ocurre a los 30 y 35 días después de la siembra donde está influenciado por la humedad y temperatura del suelo la plántula que sobrevive de las reservas contenidas en el tubérculo madre.

Según Oviedo (1995), indica que no existe una relación clara entre las especie emergencia, ya que ello depende del estado fisiológico del tubérculo semilla, del verdeo de semilla y la humedad disponible en el suelo.

Corresponde afirmar que las condiciones ambientales temperatura y humedad corresponde a los requerimientos del cultivo

#### **5.1.1.2 Días a la floración**

En el Cuadro 5, se observa que el rango de variación está entre 75 a 82 días para las variedades con menor y mayor número de días a la floración respectivamente con una media de 79.5 días y un coeficiente de variación de 2.6 %. El valor demuestra que existe variabilidad entre las variedades debido a sus características genéticas de cada especie dentro de una población, acompañado por la humedad que existe en el suelo, calidad de semilla, manejo, piso ecológico y factor climático.

Canahua (1991), indica que la floración ocurre a los 20 a 35 días después de la emergencia. El resultado obtenido en estudio nos muestra una clara diferencia y retraso en la floración por la poca humedad que existe en el suelo durante el desarrollo del cultivo.

Según Bonifacio (1991), el cultivo de papa presenta floración temprana, gradual y escasa, cuyo rango de variación aparentemente se halla asociado al hábito de crecimiento manifestándose una floración temprana o tardía.

Cahuana (1992), indican que el inicio de la floración ocurre entre los 50 a 60 días de la siembra dependiendo de las características genéticas de la variedad.

#### **5.1.1.3 Incidencia de plagas**

Se registró en cuadro 5, un rango de variación de 0.87 a 2.15 % de incidencia, en la cual se observó el ataque de gorgojo y/o gusano, respectivamente, una media de

1.5% y un coeficiente de variación de 0.47 %, nos indica que existen variedades resistentes y susceptibles al ataque de plagas dependiendo considerablemente de sus características genéticas de cada especie.

Por otra parte Coca y Lira (2014) indican que la producción de las variedades de papas precoces y tardías en plantación tardía, registra bajos niveles de infestación de tubérculos con el gorgojo de los Andes (*Premnotrypes sp.*) Estos resultados sugieren evidencias de modificaciones en los patrones tradicionales de cultivo del altiplano (variaciones en la fenología del cultivo de papa y en la incidencia de plagas y enfermedades) a consecuencia de las variaciones de temperaturas registradas en el Altiplano.

Cisneros (1992), indica que es ideal, aunque no siempre factible, modificar el medio ambiente del cultivo para hacerlo desfavorable a la plaga; es decir, procurar que las condiciones para que la plaga se multiplique, alimente o proteja sean adversas. Estos propósitos están relacionados con las prácticas agronómicas, fechas de siembra y cosechas, rotación de cultivos, prácticas culturales, uso de variedades resistentes o tolerantes.

Huaman (2002), quienes reportaron que el gorgojo de los Andes (*Premnotrypes spp*) es la plaga más seria de la papa en las tierras alto-andinas. El daño de los tubérculos en la cosecha puede ser más de 50% en los campos donde no se realiza control alguno. En el pasado, el daño de este insecto era más o menos insignificante cuando los agricultores andinos cultivaban papas en el mismo campo en intervalos de 5-7 años, cuando mantenían distancias considerables entre sus campos de papa, y más importante aún, cuando era una práctica generalizada la de mantener diversos cultivares de papa en el mismo campo. El predominio creciente de los campos de papa con muy pocas variedades no comerciales en la mayoría de las áreas de producción de papa, incluyendo las aldeas más alejadas, ha aumentado drásticamente los niveles de daño en los tubérculos causados por las plagas y enfermedades.

#### **5.1.1.4 Días a la madurez**

La variable días a la madurez alcanzó un rango de variación de 136 a 150 días para las variedades que en menor y mayor número de días alcanzaron la madurez fisiológica, con una media de 142.5 días y con un coeficiente de variación de 2.48 %, que refleja poca variabilidad de las variedades en días a la madurez.

Según Canahua (1991), indica que la madurez ocurre a los 135 a 145 días después de la emergencia, que se caracteriza por el cambio de color de las hojas de la parte aérea, además que la piel del tubérculo se encuentra bien adherida y no se desprende a una simple fricción de los dedos. En forma general en papas dulces es desde 160 a 170 días mientras las papas amargas es de 170 a 180 días. En el análisis existen variedades que alcanzaron la madurez fisiológica dentro los rangos que mencionan las autores, por ello se encontraron variedades precoces y tardías tomando en cuenta la época de siembra y manejo del cultivo.

#### **5.1.1.5 Peso total de tubérculo (Rendimiento)**

Cabe referirse a los rendimientos alcanzados por esta muestra de cultivares, para ello es necesario recordar que este dato no contribuye una referencia categórica para cualquiera de las variedades en cultivo masivo obteniendo rendimientos diversos.

En el Cuadro 5, se observa una media de 16 Kg por cada variedad. Un rango de variación que oscila entre 14.300 a 17.700 Kg por variedad con menor y mayor peso de tubérculos respectivamente, y un coeficiente de variación de 7%, lo que significa una baja variación en cuanto al rendimiento de las variedades por presentar características genéticas diferentes en cada especie.

El factor genético de las semillas con alto potencial de producción, contribuye a la obtención de altos rendimientos. Indica que la brecha de rendimiento se debe a la calidad de la semilla, Devaux (2010),

Según Faostat, (2017), señala los rendimientos de papa son los siguientes en el país productores de papa:

En USA 46,444 kg/ha, Alemania 43,999 kg/ha, Israel 35,429 kg/ha, Japón 30,789 kg/ha, Argentina 29,255 kg/ha.

## 5.2. Análisis de varianza de caracteres agronómicos

El comportamiento y desarrollo de las diferentes variedades es el resultado en gran parte del efecto interactivo de factores bióticos y abióticos los mismos que coinciden en el resultado final en la producción. De acuerdo a los parámetros, el desarrollo de las plantas es evaluado en sus principales factores biométricos.

### 5.2.1. Desarrollo de las plantas

Los cultivares de papa en su desarrollo vegetativo muestran la emergencia y establecimiento mayor a los 25 días después de la siembra, pudiendo haber sido antes debido a diferentes factores externos, por ende las fases de estolonización se expresaron a los 75 días y las fases de tuberización floración a los 82 días, teniéndose la fase de madures fisiológico a los 130 días y cosecha 136 a 150 días, en función a variedades precoces y tardías.

### 5.2.2. Porcentaje de emergencia por variedad

En emergencia se tomó los datos y se pondero en porcentaje (%)

**Cuadro 6.** Porcentaje de emergencia por variedad.

variedades	2 de dic.	12 de dic.	19 de dic.	26 de diciembre
janq'o pala	55	97	99	-
Phiñu	37	53	98	100
cóndor imilla	38	54	96	99
ch'iyar imilla	4	41	56	95

**Fuente:** propio (2016-2017)

### **5.2.2.1. Porcentaje de emergencia de la variedad phiñu**

La variedad phiñu tuvo la emergencia de 37% a los 25 días luego de alcanzo 50% a los 35 días y finalmente a los 42 días alcanzó el 98 % desde la siembra en lo cual está en el rango de algunos autores que muestra.

el porcentaje de emergencia no presenta diferencia estadística entre las variedades por lo tanto se asume que las diferentes especies no están influenciados en la brotación por lo tanto la variedad phiñu o papa dulce emerge a los 30 a 42 días por lo que se consideró que dependen principalmente del estado fisiológico del tubérculo (semilla) verdeo y la humedad disponible en el suelo (Oviedo, 1995).

### **5.2.2.2. Porcentaje de emergencia de la variedad janq'o pala**

La variedad janq'o pala tuvo la emergencia del 50% a los 25 días y al final a los 35 días alcanzo el 97 % desde la siembra en lo cual está en el rango de algunos autores que muestra.

Según Resquejo (1999), menciona que la emergencia de las variedades precoces tiene una emergencia acelerada, ocurre a los 25 y 35 días después de la siembra donde está influenciado por la humedad y temperatura del suelo.

### **5.2.2.3 .Porcentaje de emergencia de la variedad ch'iyar imilla**

La variedad ch'iyar imilla tuvo la emergencia a los 25 días el 4 % y luego a los 35 días tuvo una emergencia de 41 % luego alcanzo el 50% a los 42 días finalmente llega alcanzar 95 % a los 49 días eso es desde la siembra en lo cual está en el rango de algunos autores que muestra.

Según proinpa (2007), menciona que la emergencia delas variedades imillas o papas redondas ocurre a los 30 y 45 días después de la siembra donde está influenciado



por la humedad y temperatura del suelo la plántula que sobrevive de las reservas contenidas en el tubérculo madre.

#### **5.2.2.4. Porcentaje de emergencia de la variedad cóndor imilla**

La variedad cóndor imilla tuvo la emergencia a los 25 días el 38 % y el 50% emergió a los 35 días final mente se logró emerger el 96 % a los 42 días desde la siembra en lo cual está en el rango de algunos autores que muestra.

Según PROINPA (2007), menciona que la emergencia de las variedades imillas o papas redondas ocurre a los 30 y 45 días después de la siembra donde está influenciado por la humedad y temperatura del suelo la plántula que sobrevive de las reservas contenidas en el tubérculo madre.

#### **5.2.3. Altura de planta de papa**

La altura de planta se tomó los datos en el momento de floración de los cuatro variedades de papa (**ver cuadro 7**).

**Cuadro 7.** Altura de planta de papa.

<b>Variedad</b>	<b>Promedio en metro</b>
Phiñu	0.43
Janq'o pala	0.41
Cóndor imilla	0.60
Ch'iyar imilla	0.51

**Fuente:** propio (2016-2017)

En este cuadro muestra que la variedad cóndor imilla alcanzo una altura de 0.60 m de promedio en la etapa de floración y el más menos fue la variedad janq'o pala con una altura de 0.41m de promedio.

#### 5.2.4. Cantidad de tubérculos

Para la cantidad de tubérculos de cada planta se sacó un promedio ver (**cuadro 8**).

**Cuadro 8.** Promedio de tubérculos por planta.

<b>Variedad</b>	<b>Tubérculos</b>
Phiñu	14
Janq'o pala	11
Cóndor imilla	16
Ch'iyar imilla	13

**Fuente:** propio (2016-2017)

Para obtener los datos de unidad se muestreo 30 plantas por cada variedad en lo cual la variedad cóndor imilla dio un promedio de 16 tubérculos por planta y el más menos dio la variedad janq'o pala con un promedio de 11 tubérculos por planta.

#### 5.2.5. Rendimiento de tubérculo (kg/m<sup>2</sup>)

**Cuadro 9.** Análisis de varianza rendimiento de tubérculo (kg/72m<sup>2</sup>).

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-valor</b>
<b>BLOQUE</b>	0,88	1	0,88	0,03	0,8685 <b>NS</b>
<b>VARIEDAD</b>	1110,87	3	370,29	13,63	0,0296 *
<b>Error</b>	81,25	3	27,08		
<b>Total</b>	1193,00	7			

**Fuente:** propio (2016-2017)

**C.V.= 11,98%**

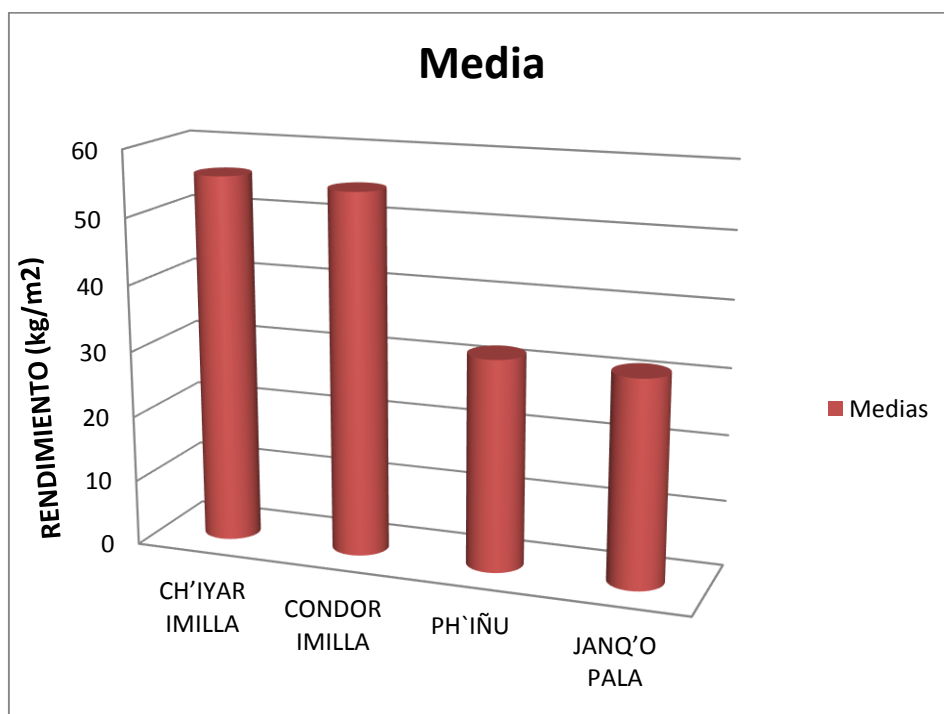
Según programa infostat versión, (22/09/2014). En el análisis de varianza en el cuadro 9, obtenido por la programa de infostat para la variable rendimiento kg/m<sup>2</sup>, se puede observar que existen diferencias significativas entre variedades como podemos decir si el valor **0,0296 < 0.05** esto indica que entre variedades hay significancia de rendimiento de tubérculos y con un coeficiente de variabilidad de 11,98%, este valor se encuentra dentro del rango establecido así pudiendo señalar que los datos son confiables. Ya que de 0 a 30 CV es confiable en condiciones de campo abierto. Para determinar la significancia entre variedades nos apoyamos en el análisis Duncan debido a que el trabajo desarrollado se realizó en condiciones de campo y el rango Duncan permite un mayor análisis de variabilidad en función a las condiciones a las cuales fue sometida el cultivo.

**Cuadro 10.** Prueba de Duncan al 5% para rendimiento de variedades de papa.

<b>VARIEDAD</b>	<b>Medias</b>	<b>N</b>	<b>DUCAN 5%</b>
CH'İYAR IMILLA	55,75	2	3,68 <b>A</b>
CONDOR IMILLA	54,70	2	3,68 <b>A</b>
PH`IÑU	32,05	2	3,68 <b>B</b>
JANQ'O PALA	31,30	2	3,68 <b>B</b>

**Fuente:** propio (2016-2017)

**Grafico 1. Media de rendimiento de variedades de tubérculo en (kg/m<sup>2</sup>)**



**Fuente: propio (2016-2017)**

En el grafico 1, podemos observar los promedios de rendimiento alcanzados por variedad y expresados en kilogramos por metro cuadrado y en el cuadro 10, se observa el análisis de comparación de Duncan a un nivel de 5% de significancia, y como podemos observar, el comportamiento agronómico y la adaptabilidad de las variedades en el presente trabajo. Ya que la variedad ch'iyar imilla tubo rendimiento más satisfactorios de 55,75 kg/m<sup>2</sup> de promedio en comparación de janq'o pala con los promedios de 31,30 kg/m<sup>2</sup> respectivamente.

**Cuadro 11.** De muestra la ponderación en tonelada / hectárea.

Variedad	Peso kg / 72m <sup>2</sup>	Peso kg/10000 m <sup>2</sup>	Peso tn/ha
Janq'o Pala	62.600	8694.4	8.694
Phiñu	64.100	8902.7	8.903
Ch'iyar imilla	109.400	15152.8	15.153
Cóndor imilla	111.500	15486.1	15.486

**Fuente: propio (2016-2017)**

#### **5.2.5.1. Rendimiento de la variedad phiñu**

La variedad phiñu a producido una cantidad de 62.600 kilos en una superficie de 72 m<sup>2</sup> realizando una ponderación en toneladas obtiene un peso de 8.694 tn/ha en lo cual esto muestra que está en el rango de algunos autores.

Según proinpa, (2007) la variedad phiñu alcanzó un rendimiento de 6 a 8 toneladas por hectárea de producción.

Catalogo etnobotánica (2009), menciona que la variedad phiñu alcanzo un rendimiento de 5.7 toneladas por hectárea de producción de papa.

#### **5.2.5.2. Rendimiento de la variedad janq'o pala**

La variedad pala ha producido una cantidad de 64.100 kilos en una superficie de 72 m<sup>2</sup> realizando una ponderación en toneladas obtiene un peso de 8.903 tn/ha en lo cual esto rendimiento obtenido.

Según PROINPA, (2007) la variedad janq'o pala alcanzó un rendimiento de 8 a 10 toneladas por hectárea de producción.

Catalogo etnobotanico (2009), menciona que la variedad janq'o pala alcanzo un rendimiento de 7.1 toneladas por hectárea de producción de papa.

#### **5.2.5.3. Rendimiento de la variedad ch'iyar imilla**

La variedad ch'iyar imilla a producido una cantidad de 109.400 kilos en una superficie de 72 m<sup>2</sup> realizando una ponderación en toneladas obtiene un peso de 15.153 tn/ha en lo cual esto demuestra el rendimiento.

Según PROINPA, (2007) la variedad ch'iyar imilla alcanzó un rendimiento de 10 a 15 toneladas por hectárea de producción.

Catálogo etnobotánica (2009), menciona que la variedad ch'iyar imilla alcanzó un rendimiento de 8.5 toneladas por hectárea de producción de papa.

#### 5.2.5.4. Rendimiento de la variedad cóndor imilla

La variedad cóndor imilla a producido una cantidad de 111.500 kg en una superficie de 72 m<sup>2</sup> realizando una ponderación en toneladas obtiene un peso de 15.486 t/ha en lo cual esto es el rendimiento.

Según proinpa, (2007) la variedad cóndor imilla alcanzó un rendimiento de 8 a 10 toneladas por hectárea de producción.

Catálogo de variedades locales (2003), menciona que la variedad cóndor imilla alcanzó un rendimiento de 15 a 20 toneladas por hectárea de producción de papa.

#### 5.2.6. Categorizando por tamaño

Luego de haber sido cosechado la totalidad de la producción se categorizó por tamaño los cuatro variedades de papa como muestra en el **cuadro 12**.

**Cuadro 12.** Peso por categoría.

Variedades	Primera de 0.208/ 0.170 kg	Segunda de 0.170/0.140kg	Tercera de 0.140/0.100kg	Cuarto de 0.100/0.70kg	Quinto de 0.70/0.30kg	Sexto de 0.30/0.3kg
phiñu	5.4	5.8	7.2	15.4	9.6	6.4
Janq'o pala	6	7.2	10.6	10.2	8.4	4.1
Cóndor imilla	9.8	11.5	13.5	18.4	23.1	15.4
Ch'iyar imilla	11	10.6	16.4	16	25.4	16.3

**Fuente:** propio (2016-2017)

En este cuadro vemos que la categoría tercero y cuarto dio una producción mayo que los demás categorías estos son de un peso de 0.140-0.70 kilos.

### 5.2.7. Incidencia de plagas

Una vez finalizada la cosecha, se analiza la incidencia de plagas (gorgojo y polilla), donde muestra la cuadro 13, en donde se describe el ponderación y porcentaje de ataque de cada variedad en donde tenemos que las especies con menor ataque de plagas mayor ataque del gorgojo, de la misma manera se puede mencionar que las especies susceptibles de plagas para producir, daño esto principalmente debido a las características genéticas de las variedades, y el piso ecológico donde se realizó el presente trabajo.

**Cuadro 13.** Incidencia de plagas (gorgojo y polilla).

Variedad	Incidencia kg/72 m2	Incidencia kg/10000 m2	Incidencia tn/ha	Porcentaje tn/ha
Phiñu	0.800	111.1	0.111	1.2
Janq'o Pala	0.550	76.4	0.076	0.9
Ch'iyar imilla	2.400	333.3	0.333	2.15
Cóndor imilla	1.300	180.6	0.180	1.2

**Fuente:** propio (2016-2017).

#### 5.2.7.1. Incidencia de plagas en variedad phiñu

En el cuadro 13 muestra la variedad phiñu una vez cosechado tuvo una Incidencia de gorgojo en 1,2 % de la producción total del cultivo.

Catálogo de variedades locales (2003), menciona que la variedad phiñu es susceptible y reacciona a plagas como ser polilla, gorgojo y laq'atu es delicada

#### 5.2.7.2. Incidencia de plagas en variedad janq'o pala

En el cuadro 13 muestra la variedad phiñu una vez cosechado tuvo una Incidencia de gorgojo en 0.9 % de la producción total del cultivo.

Catálogo de variedades locales (2003), menciona que la variedad janq'o pala es susceptible y reacciona a plagas como ser polilla, gorgojo y laq'atu es delicada

#### **5.2.7.3. Incidencia de plagas en variedad ch'iyar imilla**

En el cuadro 13 muestra la variedad phiñu una vez cosechado tuvo una Incidencia de gorgojo en 2.15 % de la producción total del cultivo.

Catálogo de variedades locales (2003), menciona que la variedad ch'iyar imilla es susceptible y reacciona a plagas como ser polilla, gorgojo y laq'atu es delicada

#### **5.2.7.4. Incidencia de plagas en variedad cóndor imilla**

En el cuadro 13 muestra la variedad phiñu una vez cosechado tuvo una Incidencia de gorgojo en 1.2 % de la producción total del cultivo.

Catálogo de variedades locales (2003), menciona que la variedad cóndor imilla es susceptible y reacciona a plagas como ser polilla, gorgojo y laq'atu es delicada.

#### **5.2.8. Uso de las variedades**

Según bridgit carola (2015) la importancia culinaria de las variedades en el estudio tiene diferentes utilidades como ser:

Cóndor imilla se usa para cocinar papa blanca o pelada, papa con cascara, también se usa para hacer papa fritas y también se puede transformar en chuño y tunta.

Ch'iyar imilla se usa para cocinar papa blanca o pelada, papa con cascara, también se usa para hacer papa fritas y también se puede transformar en chuño y tunta.

Phiñu se usa para cocinar papa con cascara, porque es dulce y tiene una cocción rápida.

Janq'o pala se usa para cocinar papa blanca o pelada, también se usa para hacer papa fritas y también se puede transformar en chuño y tunta.



## 6. CONCLUSIONES

Según los objetivos planteados y los resultados obtenidos de la presente investigación nos permite llegar a las siguientes conclusiones:

- ✓ Las cuatro variedades dentro de cada especie tienen un ciclo vegetativo que va desde los 130 a 180 días de madurez fisiológica observándose variedades de ciclo corto y largo o variedad precoz y tardío. En la emergencia los datos de las cuatro variedades estaba en el rango que algunos autores muestran como la variedad janq'o pala tubo una emergencia al 50% a los 25 días y la que tardo es la variedad ch'iyar imilla a los 42 días. En el momento de floración alcanzo una altura de 0.60m de promedio la variedad cóndor imilla y la más baja alcanzo la variedad janq'o pala con una altura de 0.41m. y promedio de 16 tubérculos por planta la variedad cóndor imilla y la variedad janq'o pala 11 tubérculos por planta.
- ✓ En relación al rendimiento dentro las 4 variedades evaluadas están en el rango de dato estadístico anual por tanto mencionaremos las cuatro variedades de evaluación como janq'o pala 8.694 (tn/ha), phiñu 8.903 (tn/ha), ch'iyar imilla 15.153(tn/ha) y la variedad cóndor imilla obtuvo 15.486 (tn/ha). Según programa infostat para la variable rendimiento kg/m<sup>2</sup>, se puede observar que existen diferencias significativas entre variedades con valor **0,0296 < 0.05** esto indica que entre variedades hay significancia de rendimiento de tubérculos y con un coeficiente de variabilidad de 11,98%, este valor se encuentra dentro del rango establecido así pudiendo señalar que los datos son confiables.
- ✓ De acuerdo al análisis realizado en cuanto a la incidencia dentro de cada una de las especies tenemos, en general se puede mencionar que todas las variedades fueron atacado por gorgojos, pero no existió significancia en la cual la especie más dañado fue la variedad ch'iyar imilla (*Solanum tuberosum*

*ssp. Andigena*) con un porcentaje de daño del 2,15%, en el total de la variedad sembrado en una hectaria Por otro lado la especie con menor ataque de plaga fue la janq'o pala (*Solanum tuberosum ssp. Andigena*), con un 0.9%.

✓ viendo los resultados llegamos a un conclusión de que los cuatro variedades tuvieron una adaptabilidad en las características agronómicas y estos cuatro variedades tienen usos de diferentes y múltiples como ser en el uso culinaria en papa blanca o pelada, papa con cascara, también se usa para hacer papa fritas y también se puede transformar en chuño y tunta.

## 7. RECOMENDACIONES

- Es necesario utilizar especies con características buenas con rendimientos mayores y resistentes, para futuros trabajos de investigación.
- Las variedades redondas o imillas principalmente alcanzarían un mejor desarrollo y rendimiento en el altiplano central al mismo tiempo competir en el mercado.
- Se recomienda guiarse en ciclo vegetativo de las variedades para realizar una cosecha con menor incidencia de plagas.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- ✓ AGRUCO, 1993. (Agro ecología y saber campesino). In. Boletín Trimestral N° 4 del programa agro ecología U.M.S.S. Cochabamba pp. 1-2
- ✓ Barroso, R. 1974. Ciclo biológico de la polilla guatemalteca de la papa *Scrobipalopsis solanivora* Povolný: (Lepidoptera: Gelechiidae), nueva grave plaga de *Solanum tuberosum*. Tesis de Grado. Escuela de Fitotecnia; Universidad de Costa Rica. pp 3-44
- ✓ Beukema, H. y Van Der Zaag, D., 1979. Potato improvement. Some factors and facts. International Agricultural Center. Washington. 224 p.
- ✓ Boletín Informativo. 2008. Hoja Divulgativa: Manejo Integrado de las Principales Plagas de la papa en Sistemas de Laderas en la Región de Cochabamba. Cochabamba, Bolivia. pp 2 - 3.
- ✓ Bonifacio, A. 1991. Germoplasma de papa amarga y caracterización preliminar en el Altiplano Boliviano. En I Mesa Redonda. Perú-Bolivia. La Paz, Bolivia. pp. 27-31.
- ✓ Brack, A. 2003. "Perú: Diez mil años de domesticación". Ed. Bruño. Lima. Cultivos Andinos. 4 p.
- ✓ Cadima, X., Durán, G., Zeballos, J., 2007. Desarrollo de una colección núcleo de la colección de papa cultivada (*Solanum ssp*) del banco de germoplasma de raíces y tubérculos andinos de Bolivia, PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 93 p.

- ✓ Cahuana, R. 1993. Programa internacional de waru waru, variedades de papa más importante en Puno y lineamiento para su caracterización, 1º edición producción CIMA, Puno Perú.
  
- ✓ Cahuana, R. y Arcos J. 1993. Programa internacional de waru waru, variedades de papa más importante en Puno y lineamiento para su caracterización, 1º edición producción CIMA, Puno Perú.
  
- ✓ Canahua, A. 1991. Agro ecológico de los papas amargas en Perú In, 1º mesa redonda; Perú- Bolivia, La Paz Bolivia pp 57-68
  
- ✓ Carrasco, E. 1993. Estudios de la herencia de las heladas en clones Nativas *Solanum tuberosum* ssp. Andigena de Bolivia. Tesis de MAGISTER SCIENTIAE, Universidad Agraria. La Molina, Lima-Perú 52 p.
  
- ✓ Chura, J. 1992. Ciclo biológico de la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) en laboratorio. Tesina Tec. Sup. Escuela Técnica superior de Agronomía “Dr. Jorge Trigo Andia”, Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia, pp 34 – 65.
  
- ✓ CIP (Centro Internacional De La Papa), 1997. La papa en cifras. Información clave y análisis para 30 importantes países productoras se papa. Compendio, Lima, Perú. 8 p.
  
- ✓ CIP (Centro Internacional de la Papa), 2010. Procedimientos para pruebas de evaluaciones estándar de clones avanzados de papa. Guía para Cooperadores Internacionales. Apartado 1558, Lima 12, Perú [cip@cgiar.org](mailto:cip@cgiar.org) : [www.cipotato.org](http://www.cipotato.org)
  
- ✓ Cisneros, F. 1992, El manejo integrado de papa. Guía de investigación CIP Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 38 p.

✓ Cisneros, H.F. 1986. Control Integrado de plagas con referencia especial al cultivo de papa. En: Control Integrado de plagas de la papa. Bogota, Colombia. pp 55-66.

✓ Coca, M. 1996. Introducción de variedades de la papa (con resistencia a *Phytophthora infestans*) a la región de los valles mesotérmicos del Departamento de Santa Cruz, Cochabamba. Bolivia. 10 p.

✓ Coca, M., 2012. Una mirada al cultivo de la papa en Bolivia. Resumen, Departamento de fitotecnia y producción vegetal. Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales y Veterinarias. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 19 p.

Coca, M.; Lira, Z. 2014. Plantación tardía de variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) y su relación con la variación climática para reducir pérdidas causadas por el gorgojo de los andes (*Premnotrypes* sp) y la sarna polvorienta (*Spongospora subterranea*) en el altiplano de Bolivia. En Revista Latinoamericana de la Papa Vol. 18 (1). La Paz, Bolivia 125 p.

✓ Condori, B. 2005. Analyse comparative et modelisation de la croissance et du developpement de tubercules andins dans le Andes en Bolivie. These presentçee en vue de l'obtention du grade de Docteur en Seiences Agronomiques et Ingenierie Biologique. Universite catholique de Louvain. pp. 1-187.

✓ Contreras A. 1999 "Antecedentes sobre el origen de la papa", en Revista de la Papa. pp. 2-3.

- ✓ Contreras, A. 1989. Germoplasma Chileno de papa; recursos filogenéticos, ed. Contreras, A.; J. Esquinas. In Anales del simposio. Universidad Austral de Chile Valdivia (Chile), pp. 18-26.
  
- ✓ Contreras, A. Y Kusch, M. 2001. La papa en su mesa: Calidad y usos. Universidad Austral de Chile, Facultad de ciencias Agrarias, Valdivia, Chile. 12 p.
  
- ✓ Contreras, A., 2001. La papa en su mesa: calidad y uso. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. Casilla 567, FNX: 56-63-221733. Email: [acontrer@uach.cl](mailto:acontrer@uach.cl).
  
- ✓ Copoulos, T.M. Arias, S. Y Ávila, H. 2008. Manual de Producción de la papa. MCA-Honduras, EDA, La Lima-Perú (Oficinas de la FHIA). 8p.
  
- ✓ Devaux, A. 2010. La Papa: el sector papa en la región andina. XXIV Congreso ALAP. Cuzo, Perú. CIP.
  
- ✓ Durán, I.D.C. 2007. Determinación de calidad culinaria y organoléptica de 50 variedades de papa nativa originaria de Chiloé. Tesis de Grado, Universidad Austral de Chile Facultad de Ciencias Agrarias Escuela de Agronomía, Valdivia-Chile. 114 p.
  
- ✓ Espinosa, O. 1998. Estimación de la Demanda y Oferta de Papa Consumo en el Departamento de La Paz. Documento preparado para la IV Reunión Nacional de la Papa. Cochabamba, Octubre. pp 8-11.
  
- ✓ FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación) 1993. La Diversidad de la Naturaleza un Patrimonio Valiosos, 3 p.

- ✓ FAO, 1990. Seminario sobre fertilidad de Suelos y uso de fertilizantes. Santa Cruz Bolivia. 90 p.
  
- ✓ FAO., 2008. La Papa, Unidad de Capacitación en Guatemala, Boletín Informativo N° 65, Guatemala pp.2-3.
  
- ✓ Faostat, 2017. Statistical programme of work. Disponible en: [www.fao.org/faostat/es/#data/QC](http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC). Consultado el 13 agosto 2017.
  
- ✓ Figueroa Vaca flores, M.C. 2004. Fluctuación poblacional de tres tipos de polilla de la papa, en la provincia Aroma, del departamento de La Paz. Tesis de grado. U.M.S.A. La Paz, Bolivia. pp 3 – 61.
  
- ✓ Forno, E., 1985. Estudios preliminares sobre la actividad y ecología de insectos nocturnos en la puna seca semiárida de Huaraco. Tesina de Grado. La Paz, Bolivia. pp 34-76.
  
- ✓ Gabriel, J., Pereira, R. Y Gandarillas, A. 2011. Catálogo de Nuevas Variedades de Papa en Bolivia. Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA) Cochabamba-Bolivia. 52 p.
  
- ✓ Galvez, R., Villa, L. 1986. Las palomillas de la papa (Lepidóptera: Gelechiidae) identificación, distribución y control. En: Control Integrado de Plagas de Papa
  
- ✓ Gamboa, M., Notz, A. 1990. Influencia de la temperatura en el desarrollo y oviposición de *Phthorimaea operculella*: (Lepidoptera: Gelechiidae). Rev. Fac. Agro. 16(4). pp 231- 244.



- ✓ Gandarillas, A.Y Ortuño, N. 2009 “Compenio de Enfermedades, Insectos, Nematodos y Factores abióticos que Afectan el cultivo de papa en Bolivia.” Fundación PROINPA. Cochabamba-Bolivia 10-15.pp.
  
- ✓ Gómez, P., 2013. Evaluación de tres variedades nativas de papa (*Solanum tuberosum* L. ssp. *andigena*) para la obtención de papa “gourmet” mediante reproducción sexual y asexual en quipaquipani, provincia ingavi, la paz. Tesis de grado. Licenciatura en Ingeniería Agronómica. U.M.S.A. La Paz, Bolivia. 123 p.
  
- ✓ Gonzales, S. J. 2002. Proyecto estrategia regional de biodiversidad para los países del trópico andino. Agro biodiversidad. Maracay–Venezuela 12p.
  
- ✓ Hernández, J. & LEÓN, J. 1992. Cultivos marginados, otra perspectiva de 1492. Jardín Botánico de Córdoba (España). FAO. Roma-Italia. 339 p.
  
- ✓ Hernández, J. & LEÓN, J. 1992. Cultivos marginados, otra perspectiva de 1492. Jardín Botánico de Córdoba (España). FAO. Roma-Italia. 339 p.
  
- ✓ Hijmans et al. 2001. Geographic Distribution of Wild Potato Species. *American Journal of Botany* 88: 2101-2112.
  
- ✓ Hijmans, Robert J.; Condori, B.; Carrillo, R.; Kropff, M.J. 2003. A Quantitative and Constraint-Specific Method to Assess the Potential Impact of New Agricultural Technology: The Case of Frost Resistant Potato for the Altiplano (Peru and Bolivia).76-911.
  
- ✓ Huaman Z. Y D.M. SPOONER. 2002. Reclassification of landrace populations of cultivated potatoes (*Solanum* sect. *petota*). *American Journal of Botany* 89(6):pp. 947–965.

- ✓ Huamán, Z. 1997. Botánica sistemática y Morfología de la papa. Bit-6. Centro internacional de la papa. Lima, Perú. 26 p
  
- ✓ Huamán, Z. 2000. “Conservación y utilización de cultivares de papa nativos en América Latina en el CIP” en Primera Reunión Internacional de Recursos Genéticos de Papa, Raíces y Tubérculos Andinos. IBTA, PROINPA. Cochabamba.
  
- ✓ Huamán, Z. 2008. Descriptores morfológicos (*Solanum tuberosum* L.), CCBAT (Centro de Conservación de la Biodiversidad Agrícola de Tenerife), CIP (Centro Internacional de la Papa), Lima – Perú. 32 p.
  
- ✓ Huamán, Z., 2010. Semilleros comunales de papas nativas del Perú. En: *Biodiversidad* 30. Octubre 2011.4 p.
  
- ✓ Huamán, Z.1986. Conservación de recursos genéticos de la papa en el CIP. Circular. Boletín 14 Nº 2. Lima, Perú. Pp. 1-5.
  
- ✓ Huanco, S. 1992. Potencial de las Papas Amargas en el Altiplano. In: J. Rea, J.J. Vacher (eds.). La Papa Amarga. Primera Mesa Redonda: Perú - Bolivia. La Paz 7-8 mayo 1991. pp. 25-26. ORSTOM. La Paz.
  
- ✓ IBTA (Instituto Boliviano De Tecnología Agropecuaria) y PROINPA, 1996. Informe Anual. Compendio 1995-1996. Bolivia. pp. IV 30.
  
- ✓ IBTA-PROINPA (1998), Generación y transferencia de tecnología en Unidad de Innovación Tecnológica. Cochabamba, Bolivia. 27 p.

- ✓ IBTA-PROINPA, 1995. Agro meteorología de la Estación Experimental Tolarapa (PROINPA). In Informe anual 1991-1992. Proyecto de investigación de la papa. Cochabamba, Bolivia. S/p.
- ✓ Info star (22/09/2014),PROGRAMA ESTADISTICO
- ✓ Instituto Nacional De Estadística (INE). 2015. Superficies, Rendimientos y Producción del cultivo de Papa. La Paz Bolivia. pp 4-15.
- ✓ IPGRI (1995), Institute International Board for Plant Genetic Resources.
- ✓ Jaramillo, S. y M. Baena. 2000. Conservación ex situ recursos fitogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). Cali, Colombia. pp 7 – 68.
- ✓ Jenkins, P. y Nelson, D., 1992. Aspects of nitrogen fertilizer rate on tuber dry matter content of potato cv. Record. Potato Research 35: 127-132.
- ✓ Layme, F. 2009. Breve Diccionario Bilingüe. La Paz: Universidad Católica Boliviana “San Pablo”.
- ✓ Lisinska, G. y Leszczynski, W., 1989. Potato Science and Technology. Elsevier Science Publishers LTD. Inglaterra. 391 p.
- ✓ Lugt, C., Goodrijck, G. y Glastra-ubbels, D., 1962. La papa holandesa. Juicio de la calidad de consumo de las variedades de papa. Instituto para la investigación biológica y química de plantas agrícolas (I: B: S), Wageningen, Holanda. 16 p.

- ✓ MACA (Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios). 2006. Estudio de identificación, mapeo y análisis competitivo de la cadena productiva de papa en la macro región del Altiplano. Bolivia. pp. 5-37.
  
- ✓ Odum, E.P. 1986. Fundamentos de Ecología. Traducido al español por C.G. Ottenwaelder. Nueva Ed. Interamericana. México D.F. pp 34-56.
  
- ✓ Okunaga, Y., Ochoa, R. 1987. Estudio de la dinámica reproductiva en la palomilla de la papa *Scrobipalopsis solanivora* y relación natalidad / mortalidad para *Scrobipalopsis solanivora* y *Phthorimaea operculella*. En: XI Memorias XIII Reunión Asociación Latinoamericana de la Papa (ALAP). Panamá. pp 402 - 421.
  
- ✓ Oviedo, E. 1995. Caracterización y determinación de asociaciones fenotípicas para 45 variedades de papa *Solanum spp.* En condiciones del Altiplano Norte, La Paz. Tesis de Grado. Licenciatura Ingeniería Agronómica. U.M.S.A. Facultad de Agronomía. La Paz Bolivia. pp. 1-80.
  
- ✓ Pardavé, C. 2004. Cultivo y comercialización del cultivo de papa Perú. 133 p.
  
- ✓ Parsons, D. 1990. Manuales para educación agropecuaria papas. México, D.F. 54 p.
  
- ✓ Patiño, F., Condori, B., Segales, L., Mamani, A., Cadima, X., 2008. Atlas de especies silvestres y cultivadas de Bolivia. Impresión Sagitario. MDRAyMA, Proyecto UNEP/GEF, La Paz – Bolivia página web: [www.agrobolivia.gov.bo](http://www.agrobolivia.gov.bo)
  
- ✓ Pinto, 2002. Análisis de la variabilidad genética del germoplasma de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) circundante al Lago Titicaca. Tesis Ing.

Agr. Universidad Mayor de San Andrés, facultad de agronomía. La Paz, Bolivia. pp. 43-48.

✓ PROGRAMA DE TRABAJO DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA AGRÍCOLA. Decisión V/5. Página web: [www.biodiv.org](http://www.biodiv.org).

✓ PROINPA (2003). Papas bolivianas catálogo de cien plantas nativas documento co-publicado por el proyecto papas nativas (CIP-COSUDE) ejecutado a nivel de Bolivia, Ecuador y Peru. Pp.24-71

✓ PROINPA (2009).catálogo etnobotánico de papa nativas del altiplano norte de La paz – Bolivia.

✓ PROINPA (Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos) 1990. Selección y difusión de cultivares de papa. Cochabamba-Bolivia. 33 p.

✓ PROINPA (Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos) / IBTA (Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria). 1994. Catálogo Boliviano de cultivares de papa nativa. Estación experimental Toralapa catálogo Boliviano de cultivares de papa nativa Cochabamba Bolivia.

✓ PROINPA (Programa de Investigación de la Papa). 2007. Informe Anual (1996-1997) Reunión Nacional de la Papa. Cochabamba, Bolivia. pp. 174-176.

✓ PROINPA (Programa de Investigación de la Papa). 2009. Informe Anual. Cuarta Cochabamba Bolivia, pp 58-62.

✓ PROINPA 1999. Informe Anual 1997-1998. Cochabamba, Bolivia. De cultivares de papa nativa. Estación experimental Toralapa catálogo Boliviano de cultivares de papa nativa N° 2, Cochabamba Bolivia.

- ✓ Rioja, R., Barea, O. 2008. Manual para la producción de semilla de papa. Fundación PROINPA, 54pp.
  
- ✓ ROJAS, W. 1995. Biodiversidad y recursos genéticos. In Memorias del seminario sobre investigación, producción y comercialización de la quinua. La Paz, Bol. MACAIBTA. Pp 5-16.
  
- ✓ Ross, C. 1982. Ocurrencia estacional de noctuidos y su importancia económica en papa. Tesis de Grado. U.N.A.P. Facultad de Ciencias Biológicas. Puno, Perú. pp 34-65.
  
- ✓ Ruiz Daza, M., 1998. Estudio sobre los factores bióticos y abióticos que influyen en los parasitoides endémicos de polilla de la papa y áfidos en el Altiplano Central. Tesis de grado, U.M.S.A. ,La Paz ,Bolivia. pp 1-86.
  
- ✓ Salomón, J.L.; Castillo, J.; Estévez, A.; Ortiz, U. Y Arzuaga, J. 2010. Evaluación de genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.) para caracteres reproductivos y agronómicos, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), La Habana Cuba Cultivos tropicales, 31(2):pp. 77-78. pp.
  
- ✓ Siñani, T., 2013. Efecto de bioinsumos en la respuesta agronómica de variedades nativas de papa (*solanum* sp.) para mitigar el efecto de las heladas en el altiplano norte. Tesis de grado. Licenciatura en Ingeniería Agronómica. U.M.S.A. La Paz, Bolivia. 104 p.
  
- ✓ Tapia, M. 1998. Caracterización morfológica y molecular de la diversidad genética de la selección de *Pachyrhizus tuberosus* (LAM.) Spreng del CATIE. Tesis Mag. Sci., Catie. Turrialba, Costa Rica. 157 p.

- ✓ Tapia, M. E. Y A.M. Fries. 2007. Guía de campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE. Lima, Perú. 209 p.
  
- ✓ Terrazas, F. 1997. Tubérculos andinos en la zona de Independencia. Diagnóstico multidisciplinario, Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA) Programa de Investigación de la Papa, Cochabamba-Bolivia. 43 p.
  
- ✓ Ugarte, M., Iriarte, V., 2005. Papas bolivianas, “Catálogo de cien variedades de variedades nativas”. CIP, COSUDE y PROINPA. 113 p.
  
- ✓ Vera Delgadillo, V. 2009. Efecto de las variaciones climáticas en el comportamiento de dos polillas (*Phthorimaea operculella* y *Symmetrischema tangolias*) en el cultivo de papa en comunidades del Altiplano Central. Tesis de grado. U.M.S.A. La Paz, Bolivia. pp 14 – 38.
  
- ✓ Wilson, A. (1971). Producción comercial de patatas y su almacenamiento. Editorial Acribia, Zaragoza. España. 291 p.
  
- ✓ Zavala, S.L. 2008. Evaluación de adaptación y rendimiento de cuatro cultivares de papa (*solanum tuberosum* L.) en Apatzingán Michoacán. Tesis de Grado, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Escuela de Ciencias agropecuarias, Apatzingán Michoacán. 91 p.
  
- ✓ Zeballos, H. 1997. Aspectos económicos de la producción de papa en Bolivia. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 195 p.
  
- ✓ P.D.M. 2012-2016 (Plan de Desarrollo Municipal Patacamaya). Consultora COMAT S.R.L., La Paz – Bolivia. p. 3

***ANEXOS***



## 9. ANEXOS 1

COLOR DE PIEL DEL TUBÉRCULO (Tabla de Colores de la Piel del tubérculo)

COLOR PREDOMINANTE (tabla de colores)

INTENSIDAD COLOR PREDOMINANTE (tabla de colores)

COLOR SECUNDARIO DISTRIBUCIÓN DEL COLOR SECUNDARIO (ver figura B )

1 Blanco – crema

1 Pálido / Claro

2 Amarillo

2 Intermedio

3 Anaranjado

3 Intenso / Oscuro

4 Marrón

5 Rosado

6 Rojo

7 Rojo – morado

8 Morado

9 Negruzco

1 Blanco – crema

1 En los ojos

2 Amarillo

2 En las cejas

3 Anaranjado

3 Alrededor de los ojos

4 Marrón

4 Manchas dispersas

5 Rosado

5 Como anteojos

6 Rojo

6 Manchas salpicadas

7 Rojo – morado

7 Pocas Manchas

8 Morado

9 Negruzco

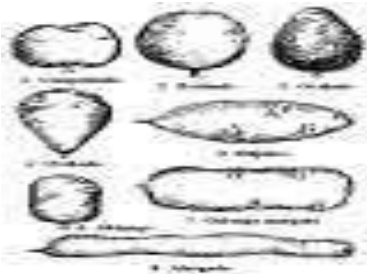
0 Ausente



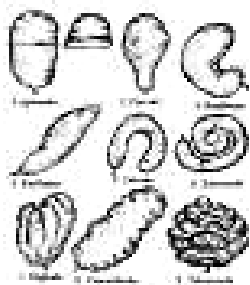
## ANEXO 2

### FORMA DEL TUBÉRCULO

FORMA GENERAL (ver figura D)	VARIANTE DE FORMA (ver figura E)	PROFUNDIDAD DE OJOS
1 Comprimido	0 Ausente	1 Sobresaliente
2 Redondo	1 Aplanado	3 Superficial
3 Ovalado	2 Clavado	5 Medio
4 Obovado	3 Reniforme	7 Profundo
5 Elíptico	4 Fusiforme	9 Muy profundo
6 Oblongo	5 Falcado	
7 Oblongo – alargado	6 Enroscado	
8 Alargado	7 Digitado	
	8 Concertinado	
	9 Tuberosado	



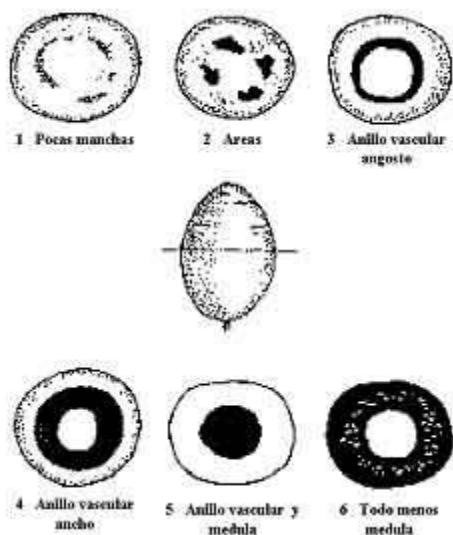
**Figura D.** Forma General del tubérculo (primer dígito).



**Figura E.** Formas Secundarias o Inusuales en Tubérculos.

XVII.- COLOR DE CARNE DE TUBÉRCULO

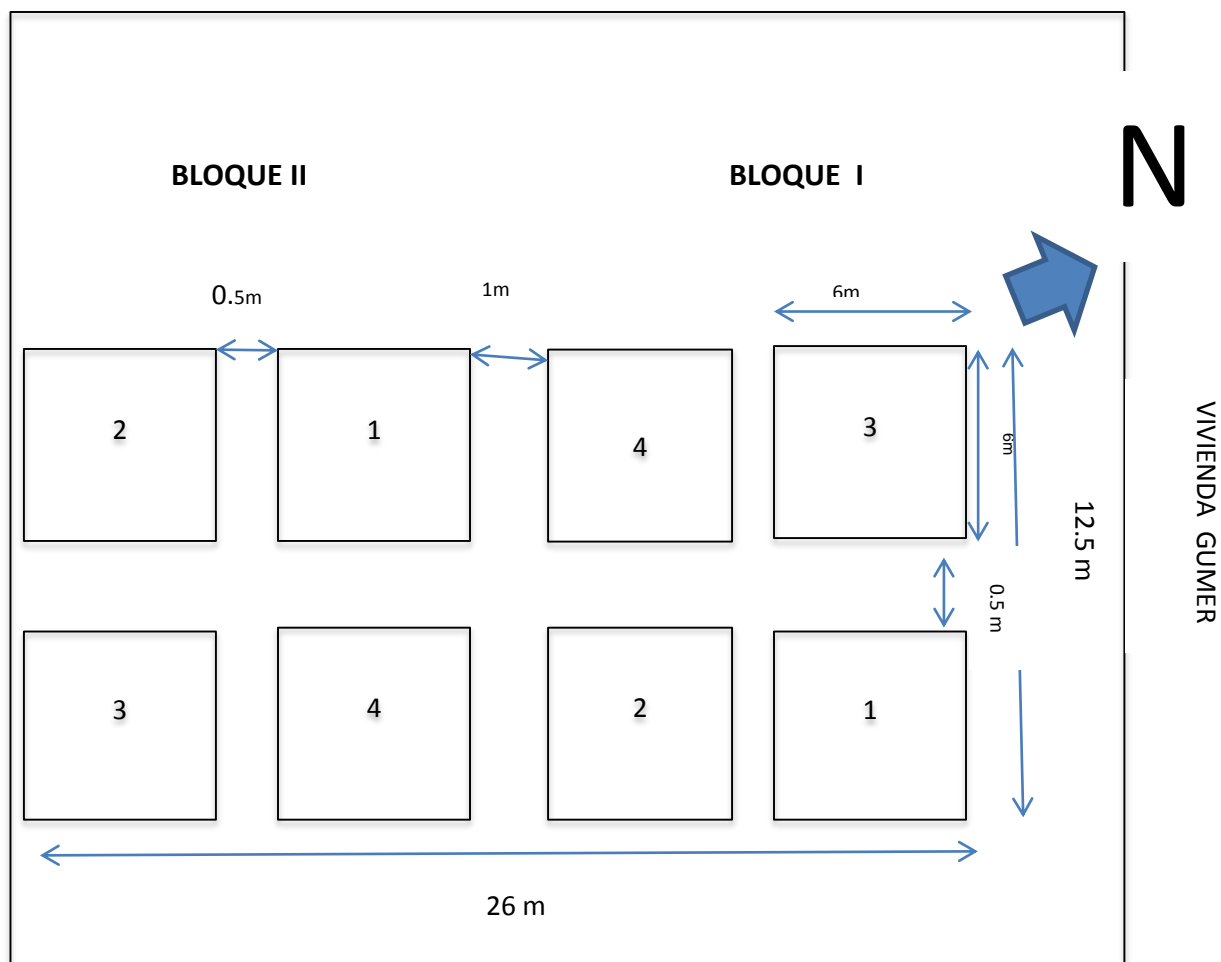
COLOR PREDOMINANTE (tabla de colores)	COLOR SECUNDARIO	DISTRIBUCIÓN DEL COLOR SECUNDARIO (ver figuras C)
1 Blanco	0 Ausente	0 Ausente
2 Crema	1 Blanco	1 Pocas manchas
3 Amarillo claro	2 Crema	2 Áreas
4 Amarillo	3 Amarillo claro	3 Anillo vascular angosto
5 Amarillo intenso	4 Amarillo	4 Anillo vascular ancho
6 Rojo	5 Amarillo intenso	5 Anillo vascular y médula
7 Morado	6 Rojo	6 Todo menos médula
8 Violeta	7 Morado	7 Otro (salpicado)
	8 Violeta	



**Figuras C.** Distribución del color secundario de los tubérculos.

## ANEXO 3

### CROQUIS DE LA PARCELA EXPERIMENTAL EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE PATACAMAYA



Elaboración propia 2018

CAMINO

Área total de parcela  $12.5\text{m} \times 26\text{m} = 325\text{m}^2$

Número de bloques 2

Una arroba de cada variedad

Distancia entre surcos 0.70 m

Distancia entre plantas 0.30m

1= JANQ'O PALA

2= CHI'YAR IMILLA

3= PHIÑU

4= CONDOR IMILLA

## ANEXO 4

### DATOS CORRESPONDIENTES A 5 VARIABLES CUANTITATIVAS DE LAS 4 VARIEDADES

Nº= Número; VAR= Variedades; DEM= Días emergencia; DFL= Días la floración; PT = Peso de tubérculo; ISD= Incidencia; DMA= Días a la madurez;

Nº	VARIEDADES	DEM	DFL	PT	ISD	DMA
1	Pala	25	75	62.6	0.550	136
2	Phiñu	35	80	64.1	0.800	143
3	Ch'iyar imilla	42	82	111.5	2.400	150
4	Cóndor imilla	35	80	109.4	1.300	143

## ANEXO 5 catálogos de cien plantas nativas

# CONDOR IMILLA



Especie: *Solanum tuberosum* ssp. *andigena*  
Ploidía:  $2n = 4x = 48$   
Número de registro: BOL 2664

### DESCRIPCION MORFOLOGICA

Color de la flor: Lila con rojo morado  
Forma de la flor: Pentagonal  
Grado de floración: Moderado  
Color del tallo: Pigmentado con abundante verde  
Disección de hoja: Medianamente disectada  
Forma del tubérculo: Redondo con ojos profundos  
Color de la piel: Rojo morado con áreas de color amarillo alrededor de los ojos  
Color de la pulpa: Crema

### CALIDAD DEL TUBERCULO

Calidad culinaria: Buena para hervir  
Glicoalcaloides: Bajo contenido (no amargo)

### CARACTERES AGRONOMICOS

Hábito de crecimiento: Decumbente  
Ciclo vegetativo: Tardío (150 a 170 días)  
Rendimiento: De 8 a 10 t/ha  
Almacenamiento: De 4 a 6 meses

### ZONAS DE PRODUCCION

Cochabamba: Ayopaya, Chapare y Tapacari  
La Paz: Aroma  
Rango de adaptación: 3300 a 3900 msnm



# JANQ'O PALA



Especie: *Solanum tuberosum* ssp. *andigena*

Ploidía:  $2n = 4x = 48$

Número de registro: BOL 2894

## CARACTERES AGRONOMICOS

Hábito de crecimiento: Semi-erecto

Ciclo vegetativo: Semi-precoz (130 a 150 días)

Rendimiento: De 10 a 15 t/ha

Almacenamiento: De 4 a 6 meses

## ZONAS DE PRODUCCION

Potosí: Alonso de Ibáñez y Sacaca

La Paz: Aroma

Rango de adaptación: 3500 a 4000 msnm.

## DESCRIPCION MORFOLOGICA

Color de la flor: Lila con rojo- morado

Forma de la flor: Rotácea

Grado de floración: Escaso

Color del tallo: Verde

Diseción de hoja: Débilmente disectada

Forma del tubérculo: Oblongo con ojos superficiales

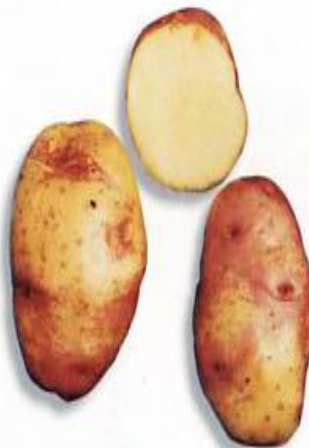
Color de la piel: Crema con algunas áreas de color rojo-morado

Color de la pulpa: Amarillo claro

## CALIDAD DEL TUBERCULO

Calidad culinaria: Buena para hervir y para freír en bastones

Glicoalcoídes: Bajo contenido (no amargo)



## REACCION A ENFERMEDADES Y FACTORES ABIOTICOS

Tolerante al nematodo rosario (*Nacobbus aberrans*)



# PHIÑU

## DESCRIPCION MORFOLOGICA

**Color de la flor:** Lila con rojo morado  
**Forma de la flor:** Rotácea  
**Grado de floración:** Moderado  
**Color del tallo:** Verde  
**Disección de hoja:** Débilmente disectada  
**Forma del tubérculo:** Oblongo-alargado fusiforme con ojos medianamente profundos  
**Color de la piel:** Rojo morado  
**Color de la pulpa:** Crema



## CALIDAD DEL TUBERCULO

**Calidad culinaria:** Buena para hervir  
**Glicoalcaloides:** Bajo contenido (no amargo)

**Especie:** *Solanum tuberosum ssp. andigena*

**Ploidía:**  $2n = 4x = 48$

**Número de registro:** BOL 2729

## CARACTERES AGRONOMICOS

**Hábito de crecimiento:** Semi-erecto  
**Ciclo vegetativo:** Tardío (150 a 180 días)  
**Rendimiento:** De 6 a 8 t/ha  
**Almacenamiento:** De 4 a 6 meses



## ZONAS DE PRODUCCION

**La Paz:** Los Andes, Murillo, Omasuyos, Manco Kapac, Aroma, Inquisivi y Loayza

**Oruro:** Tomás Barrón y Cercado

**Potosí:** Chayanta, Bustillos, Saavedra y Tomás Frías

**Chuquisaca:** Yamparuez, Sud Cinti

**Rango de adaptación:** 3350 a 4000 msnm

## CH'IYAR IMILLA



### CARACTERES AGRONÓMICOS

**Ciclo vegetativo:** Tardío (150 a 180 días).

**Rendimiento:** 6,5 tn/ha.

**Almacenamiento:** 6 meses.

### INFORMACIÓN ETNOBOTÁNICA

**Significado del nombre:** Niña morena.

**Exigencias del suelo:** Se comporta bien en suelos vírgenes o *purumas* (suelos que nunca se cultivaron), profundos de color amarillo.

**Antigüedad:** Variedad utilizada desde hace más de tres generaciones atrás.

**Formas de consumo:** Buena para *tunta* (tubérculo deshidratado de color claro), *ch'uñu* (tubérculo deshidratado de color oscuro), *munti* (papa pelada para sopa) y *muraya* (papa congelada para sopa).

### ZONAS DE PRODUCCIÓN

**La Paz:** Provincia Camacho, en las comunidades Umanata, Cariquina Grande, Purapurani, Mollipongo, Huarcamarca y Chuani; en parcelas ubicadas entre 3.800 a 4.100 m de altitud.

**Especie**

*Solanum tuberosum* subsp. *andigena*

**Ploidía:**

2n=4x=48



### DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

**Color de la flor:** Azul.

**Forma de la flor:** Rotada.

**Grado de floración:** Moderada.

**Hábito de crecimiento:** Erecto.

**Color del tallo:** Verde con pocas manchas.

**Diseción de la hoja:** Disectada.

**Forma del tubérculo:** Comprimido con ojos profundos.

**Color de la piel:** Negro.

**Color de la pulpa:** Crema.

### CALIDAD DEL TUBÉRCULO

**Calidad culinaria:** Semi harinosa, la cocción dura 45 minutos.

**Glicoalcaloides:** Bajo contenido (no amarga).

## Anexo 6

Calculo de desviación estándar y coeficiente de variación para días de emergencia

Días de emergencia	X	f	x. f	$(x - \mu)^2$	$(x - \mu)^2 \cdot f$
25 - 30	27.5	1	27.5	39.06	39.06
30 - 35	32.5	2	65	1.56	3.12
35 - 40	37.5	0	0	14.06	0
40 - 45	42.5	1	42.5	76.56	76.56
		4	135		118.74

$$\mu = \frac{x \cdot f}{N} = \frac{135}{4} = 33.75$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (X - \mu) \cdot f}{N} = \frac{118.74}{4} = 29.68$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{29.68} = 5.45$$

$$cv = \frac{\sigma}{\mu} 100 = \frac{5.45}{33.75} 100 = 16\%$$

Calculo de desviación estándar y coeficiente de variación para días de floración

Días de emergencia	x	f	x. f	$(x - \mu)^2$	$(x - \mu)^2 \cdot f$
75 - 78	76.5	1	76.5	9	9
78 - 81	79.5	2	159	0	0
81 - 84	82.5	1	82.5	9	9
		4	318		18

$$\mu = \frac{x \cdot f}{N} = \frac{318}{4} = 79.25$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (X - \mu) \cdot f}{N} = \frac{18}{4} = 4.5$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{4.5} = 2.12$$

$$cv = \frac{\sigma}{\mu} 100 = \frac{2.12}{79.5} 100 = 2.6\%$$

Calculo de desviación estándar y coeficiente de variación para rendimiento en kilogramos por 30 plantas de cada variedad.

Rendimiento kg/30 pl.	x	f	x. f	$(x - \mu)^2$	$(x - \mu)^2 \cdot f$
14 – 15	14.5	1	14.5	2.25	2.25
15 – 16	15.5	1	15.5	0.25	0.25
16 – 17	16.5	1	16.5	0.25	0.25
17 - 18	17.5	1	17.5	2.25	2.25
		4	----- 64		5

$$\mu = \frac{x \cdot f}{N} = \frac{64}{4} = 16$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (X - \mu) \cdot f}{N} = \frac{5}{4} = 1.25$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{1.25} = 1.12$$

$$cv = \frac{\sigma}{\mu} 100 = \frac{1.12}{16} 100 = 7\%$$

Calculo de desviación estándar y coeficiente de variación para días de maduración en diferentes variedades

Días de maduración	x	f	x. f	$(x - \mu)^2$	$(x - \mu)^2 \cdot f$
135 – 140	137.5	1	137.5	25	25
140 – 145	142.5	2	285	0	0
145 – 150	147.5	1	147.5	25	25
		4	570		50

$$\mu = \frac{x \cdot f}{N} = \frac{570}{4} = 142.5$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (X - \mu) \cdot f}{N} = \frac{50}{4} = 12.5$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{12.5} = 3.53$$

$$cv = \frac{\sigma}{\mu} 100 = \frac{3.53}{142.5} 100 = 2.45\%$$

Calculo de desviación estándar y coeficiente de variación para incidencia de plaga en 72m<sup>2</sup> en diferentes variedades en porcentaje.

Incidencia 72m <sup>2</sup> en %	x	f	x. f	(x - μ) <sup>2</sup>	(x - μ) <sup>2</sup> .f
0 - 1	0.5	1	0.5	1	1
1 - 2	1.5	2	3	0	0
2 - 3	2.5	1	2.5	1	1
		4	6		2

$$\mu = \frac{x.f}{N} = \frac{6}{4} = 1.5$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (X - \mu).f}{N} = \frac{2}{4} = 0.5$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{0.5} = 0.70$$

$$cv = \frac{\sigma}{\mu} 100 = \frac{0.70}{1.5} 100 = 46.6$$

**Anexo 7** tabla para el cálculo con la programa infostat para rendimiento

BLOQUE	VARIEDAD	RENDIMIENTO Kg/36m <sup>2</sup>
1	JANQO PALA	28,59
2	JANQO PALA	34,01
1	PH'IÑU	31,34
2	PH'IÑU	32,76
1	CONDOR IMILLA	53,76
2	CONDOR IMILLA	55,64
1	CH'IAR IMILLA	61,44
2	CH'IAR IMILLA	50,06

Nueva tabla: 13/11/2018 - 17:02:03 - [Versión: 22/09/2014]

**Análisis de la varianza**

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
RENDIMIENTO 8 0,93 0,84 11,98

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V. SC gl CM F p-valor  
 BLOQUE 0,88 1 0,88 0,03 0,8685 NS  
 VARIEDAD 1110,87 3 370,29 13,67 0,0296 \*  
 Error 81,25 3 27,08  
Total 1193,00 7

**Test: Duncan Alfa=0, 05**

Error: 27, 0834 gl: 3

VARIEDAD Medias n E.E.

CH'IAR IMILLA 55,75 2 3,68 A

CONDOR IMILLA 54,70 2 3,68 A

PH'IÑU 32,05 2 3,68 B

JANQO PALA 31,30 2 3,68 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )