

# MANUAL DE PRODUCCIÓN DE TUBÉRCULOS

# SEMILLA DE BUENA CALIDAD DE PAPA



PERÚ Ministerio  
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

EL PERÚ PRIMERO

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO  
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA  
DIRECCIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO AGRARIO

MANUAL DE PRODUCCIÓN  
DE TUBÉRCULOS  
**SEMILLA DE BUENA  
CALIDAD DE PAPA**

## MANUAL DE PRODUCCIÓN DE TUBÉRCULOS SEMILLA DE BUENA CALIDAD DE PAPA

### Ministerio de Agricultura y Riego

#### Ministro de Agricultura y Riego

Ing. Jorge Luis Montenegro Chavesta

#### Viceministro de Desarrollo e Infraestructura Agraria y Riego

Econ. Carlos Alberto Ynga La Plata

#### Viceministra de Políticas Agrarias

Econ. Paula Rosa Carrión Tello

#### Jefe del INIA

Jorge Luis Maicelo Quintana, Ph. D.

© Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA

Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario

Programa Nacional de Raíces y Tuberosas

Av. La Molina 1981- La Molina- Perú

Apartado Postal 2791

Central Telefónica (511) 240 2100

www.inia.gob.pe

#### Autores:

Rodolfo Cahuana Quispe

Agripina Roldán Chávez

Wilfredo Barreda Quispe

Vitaliano Holguín Ch.

#### Colaboradora:

Luz Noemí Zúñiga López

#### Revisión de textos:

Carlos A. Amasifuen Guerra

#### Compilación fotográfica:

Norma Cahuana Laura

#### Diseño y diagramación:

NEGRAPATA S.A.C.

#### Impresión:

NEGRAPATA S.A.C.

RUC: 20550616964

Tel. 425 6979

Dirección: Jr. Suecia 1470 - Lima 01

E-mail: contacto@negrapata.com

Segunda edición 2020

Tiraje: 500 ejemplares

Impreso en Perú

#### ISBN:

978-9972-44-058-8

Rediseño y reimpresión autorizados a Wildlife Conservation Society con el apoyo del Programa de Pequeñas Donaciones del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (PPD).

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2020-04522

Prohibida la reproducción de este libro por cualquier medio, total o parcialmente, sin permiso expreso.

# Tabla de contenido

|     |   |    |
|-----|---|----|
|     | Presentación  | 6  |
| 1.  | Introducción  | 7  |
| 2.  | Importancia del uso de tubérculos - semilla de buena calidad      | 9  |
| 3.  | Generalidades   | 9  |
| 4.  | Variedades de papa  | 11 |
| 5.  | Requerimientos de clima y suelo                                   | 12 |
| 6.  | Mejoramiento de la fertilidad natural de los suelos               | 13 |
| 7.  | Preparación del terreno   | 15 |
| 8.  | Tubérculos - semilla y sus características                        | 18 |
| 9.  | Siembra   | 20 |
| 10. | Abonamiento y fertilización                                       | 23 |
| 11. | Labores culturales  | 24 |
| 12. | Mejoramiento de la calidad de semilla                             | 27 |
| 13. | Principales plagas y estrategias de control                       | 28 |
| 14. | Principales enfermedades y estrategias de control                 | 34 |
| 15. | Principales factores climáticos adversos y alternativas de manejo | 40 |
| 16. | Cosecha y postcosecha   | 45 |
| 17. | Referencias   | 48 |



# Presentación

Una de las funciones que se le confiere al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) es producir semillas, plántones y reproductores de alto valor genético, conforme a la normatividad vigente. Así también tiene la función de fomentar la participación de los agricultores en programas de capacitación y entrenamiento, para la incorporación de nuevas tecnologías en los productos y procesos agroproductivos.

Puno es el departamento que concentra la mayor cantidad de familias productoras de papa, con un mayor número de hectáreas sembradas, donde se produce alrededor del 15.9 % de la producción nacional, que representa el mayor porcentaje dentro de las 5 regiones productoras de papa del país. Sin embargo, los rendimientos alcanzados en esta región no son satisfactorios debido a diferentes factores que limitan la producción, siendo uno de los principales el factor semilla de calidad.

Con la finalidad de fortalecer las capacidades técnicas y conocimientos de los agricultores sobre la semilla de calidad; así como para promover su utilización y mejorar la producción del cultivo de papa, el INIA pone a disposición de los productores de papa de las zonas andinas, especialmente de la región Puno, el **“MANUAL DE PRODUCCIÓN DE TUBÉRCULOS SEMILLA DE BUENA CALIDAD DE PAPA”**. Documento que describe, de manera sencilla, todo el procedimiento para producir tubérculos o semilla de buena calidad de papa, como parte de una contribución útil, no solo para los productores, sino también para técnicos y profesionales interesados y comprometidos con este cultivo.

Jorge Luis Maicelo Quintana, Ph.D.  
Jefe del INIA



# 1 Introducción

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los cultivos alimenticios de mayor consumo en nuestro país y el principal cultivo en área sembrada. Constituye la base de la alimentación y provee al productor, especialmente de la zona andina, mayores ingresos económicos que cualquier otro cultivo. Sin embargo, su productividad depende de diversos factores como: calidad de semilla, fertilidad de los suelos, condiciones ambientales y climáticas, y presencia de plagas y enfermedades, que influyen en los rendimientos obtenidos.

La escasa disponibilidad y acceso al uso de semilla de calidad, constituye el factor más limitante de la producción de papa. El uso de tubérculos – semilla de buena calidad, garantiza el buen desarrollo del cultivo y su buena capacidad productiva; también permite trabajar con mayor seguridad y proporciona mayores posibilidades de obtener altos rendimientos y generar mayores ingresos económicos a las familias productoras de papa.

Una semilla de buena calidad de papa debe generar una planta sana y productiva, y está definida por su calidad sanitaria, calidad genética, calidad física y calidad fisiológica.

A través del Manual de Producción de Tubérculos Semilla de Buena Calidad de Papa, se orienta al productor de papa, sobre la importancia de los tubérculos - semilla, las variedades de papa sugeridas para las condiciones de la región, la preparación del suelo, la siembra, las labores culturales y manejo del cultivo, presencia y estrategias de control de plagas y enfermedades que atacan al cultivo, así como la cosecha y condiciones de almacenamiento en poscosecha. Información que se comparte con la finalidad de contribuir a mejorar la producción y obtener mayores rendimientos del cultivo de papa.

## 2

**Importancia del uso de tubérculos - semilla de buena calidad**

El uso de tubérculos - semilla de buena calidad (Figura 1), según Cahuana *et al.*, (2010) permite:

- **Aumentar los rendimientos** en más del 40% en años normales y más del 20% en años con sequía y heladas.
- Obtener **mayores ingresos** económicos.
- **Mejorar la disponibilidad** de semilla de cada familia productora de papa.
- **Mejorar la fuente de renovación** de semillas.
- **Disminuir los riesgos** de pérdidas por efecto de sequía, heladas, plagas y enfermedades.



Figura 1. Cultivo de papa con semilla de buena calidad

## 3

**Generalidades****3.1 Principios básicos de producción de semilla de calidad**

- **Aislamiento.** Los semilleros, deben estar aislados de otros cultivos comerciales de papa.
- **Protección.** Los semilleros, deben estar protegidos del ataque de plagas, enfermedades y factores climáticos adversos desde el inicio del cultivo.
  - En forma física: sembrando barreras vegetales con tarhui, isaño o con plantas biocidas (Cahuana *et al.*, 2010).
  - En forma química: controlando las plagas y enfermedades.
- **Erradicación.** De los semilleros de papa deben eliminarse las plantas con síntomas de enfermedades, plantas de otras variedades y de otras especies.



Figura 2. Cultivo de papa con semilla del agricultor



### 3.2. Factores que determinan la calidad de semillas

La calidad de un lote de semillas, según su naturaleza, está determinado por los siguientes factores (Fundeoagro, 1991):

- **Calidad Genética.** Se refiere a la constitución genética que posee una variedad para diferenciarse de otras variedades, en capacidad productiva, resistencia o tolerancia a enfermedades y plagas, precocidad y adaptación a un medio ambiente.
- **Calidad Fisiológica.** Es la capacidad que tienen los tubérculos – semilla fisiológicamente maduros (no pelonas), para brotar, emerger y dar origen a plantas vigorosas, que puedan establecerse, desarrollar y producir mejor en el campo.
- **Calidad Sanitaria.** Los tubérculos - semilla, deben estar libre de enfermedades transmisibles por semilla o con mínima infestación o infección por plagas y enfermedades, según las normas vigentes y, que permitan alcanzar resultados satisfactorios.
- **Calidad física.** Se refiere al grado de constitución física, apariencia del tubérculo, tamaño, color, uniformidad y pureza sin mezcla con tubérculos de otras variedades, así como sin daños mecánicos y otros factores que los mantienen aptos para su uso como semilla.

### 3.3. Clases y categorías de semillas de papa

La Ley General de Semillas No 27262, su reglamento y el reglamento específico de semilla de papa, considera las siguientes clases y categorías de semillas (MINAGRI, 2018):

- 1 **Clase genética.** Es la semilla manejada y producida por el fitomejorador.
- 2 **Clase certificada.** Es la semilla sometida al proceso de inspección y certificación, que comprende:
  - Categoría Básica.
  - Categoría Registrada.
  - Categoría Certificada.
  - Categoría Autorizada.
- 3 **Clase Declarada.** Es la semilla que cumple con los requisitos mínimos de calidad, pero no está sometida al proceso de certificación, por lo que la garantía de su calidad es responsabilidad del productor de semillas. Incluye las categorías semilla declarada y semilla tradicional.

### 3.4. Centros de producción de tubérculos - semilla de papa en la región puno

En Puno, se tienen 3 centros productores de semilla de papa, debidamente implementados con invernaderos, laboratorios, campos de cultivo y personal altamente calificados:

- a) **Estación Experimental Agraria Illpa – INIA – Puno.** Anualmente produce de 200 a 300 toneladas de tubérculos - semilla de papa.
- b) **Universidad Nacional del Altiplano de Puno.** Produce unas 100 toneladas de tubérculos - semilla, por año.
- c) **Institutos Superiores Tecnológicos de Salcedo y Juli.** Producen anualmente unas 80 a 100 toneladas de tubérculos - semilla.

## 4 Variedades de papa

Las variedades de papas nativas y cultivares mejorados (Figura 3 y 4) de la Región Puno, (Cahuana y Arcos, 2002) están inscritas en el Registro de Cultivares Comerciales de Papa a cargo de la Autoridad de Semillas en el Perú.

| VARIETADES NATIVAS  |   | CULTIVARES MEJORADOS  |   |
|---|---|---|---|
| DULCES  | AMARGAS   | NACIONAL  | REGIÓN PUNO   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Imilla Negra.</li> <li>♦ Q-ompis.</li> <li>♦ Imilla Blanca.</li> <li>♦ Huayro.</li> <li>♦ Peruanita.</li> <li>♦ Piña Negra.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Piñaza.</li> <li>♦ Loq'a.</li> <li>♦ Ocucuri Morado.</li> <li>♦ Ocucuri Blanco.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Yungay.</li> <li>♦ Chaska.</li> <li>♦ Canchan- INIA</li> <li>♦ Cica.</li> <li>♦ Pallay Poncho</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Andina.</li> <li>♦ Tahaqueña.</li> <li>♦ San Juan-INIA.</li> <li>♦ Puneña.</li> <li>♦ El Altiplano.</li> </ul> |
|    |   |    |   |
| <p>Figura 3. Variedades nativas de papa</p>   |   | <p>Figura 4. Cultivares mejorados de papa</p>   |   |

## 5 Requerimientos de clima y suelo

Según Cahuana *et al.*, (2012), la papa para producir mejor requiere lo siguiente:



**Clima.** Templado y húmedo.



**Temperatura ambiental.** Para brotamiento de 15 a 22 °C - Para tuberización de 14 a 18 °C.



**Luminosidad.** Para la tuberización normal 12 a 16 horas de luz por día.



**Precipitación Pluvial.** 600 a 800 mm. por campaña agrícola y bien distribuidos.



**Humedad Relativa.** Más de 60 %.



**Suelos.** Franco, franco limoso y franco arcillosos, con estructura granular y alto contenido de materia orgánica, profundos y de buen drenaje.

- ◇ Los suelos para la producción de semillas de papa, de preferencia deben ser:
- ◇ Descansados, de rompe o después del cultivo de haba, tarhui o arveja.
- ◇ Libre o con mínima infestación y/o infección por plagas y enfermedades.
- ◇ De fácil acceso, ubicados cerca a una carretera.
- ◇ Con menor incidencia de factores climáticos adversos y bajo riego.

## 6 Mejoramiento de la fertilidad natural de los suelos

**Incorporación de estiércol.** Es imprescindible añadir de 40 a 50 toneladas de estiércol por hectárea, sin embargo teniendo en cuenta que el agricultor no dispone de suficiente cantidad de estiércol, se recomienda añadir de 20 a 30 toneladas por hectárea distribuyendo de manera uniforme sobre la superficie del suelo (Figura 5) y luego, se incorporan con maquinaria agrícola (Figura 6) o yunta, 2 o 3 meses antes de la siembra de papa (Cahuana *et al.*, 2012), con la finalidad de:

- Favorecer su mineralización y restituir al suelo los elementos nutritivos extraídos por los cultivos.
- Producir y emitir gases y sustancias tóxicas, para destruir algunas plagas y enfermedades del suelo.
- Absorber y retener calor e irradiar, especialmente en noches con problema de heladas, para disminuir sus daños.
- Absorber, retener y proporcionar agua a las plantas en forma paulatina, en periodos de sequía, entre otros.



Figura 5. Distribución de estiércol para la incorporación



Figura 6. Incorporación de estiércol con maquinaria agrícola

- **Incorporación de abonos verdes.** Cuando no se dispone de estiércol en cantidades suficientes, es recomendable sembrar Tarhui, Haba o una mezcla de Tarhui, Avena y Nabo, para incorporar al suelo en forma de abono verde (Figura 7) al inicio de formación de vainas en leguminosas y espigado en cereales. La incorporación, se realiza triturando las plantas con rastra cruzada y aradura, durante los meses de marzo o abril, aprovechando la humedad existente en el suelo, para favorecer su adecuada descomposición y mineralización (Cahuana *et al.*, 2012).



Figura 7. Incorporación de abonos verdes

## 7 Preparación del terreno

### 7.1. Elección del terreno

Para instalar los semilleros de papa, se deben escoger terrenos descansados (de rompe) o en rotación, después de haba o tarhui y/o cebada o avena, donde no se haya cultivado papa en un periodo de 3 a 5 años como mínimo.

Los suelos, deben estar libre de verruga, carbón y nematodo del rosario de la papa, ya que éstas no son permitidas por la Ley de Semillas; así como libre o con mínima infección e infestación de enfermedades y plagas de importancia en la zona.

### 7.2. Rotación de cultivo

El sistema de rotación de cultivos más recomendados por Cahuana *et al.* (2012) consisten en:

- a **Papa - Quinoa - Cebada - Haba o Tarhui y Papa** (en zonas homogéneas de producción de pampa y pie de ladera).
- b **Papa - Oca - Quinoa - Avena – Haba o Arveja y Papa** (en zonas homogéneas de producción de ladera).

### 7.3. Nivelado del terreno

Se realizan en terrenos de superficie des uniforme para:

- Favorecer buena distribución de la humedad en el suelo.
- Evitar el emposamiento de agua y anegado de algunas partes del campo de cultivo.
- Evitar el lavado de nutrientes y arrastre de tierra fina.
- Facilitar el surcado, tapado y los aporques.
- Facilitar el riego, en casos de sequía y heladas.

### 7.4. Limpieza del terreno

Es importante recoger y eliminar las piedras, arbustos y malezas que existen en el suelo, para facilitar y uniformizar la aradura, rastrado, surcado y labores agrícolas posteriores.

## 7.5. Época de preparación del terreno

- Los terrenos en descanso o de rompe, deben prepararse durante los meses de marzo o abril, para favorecer la incorporación de residuos orgánicos existentes.
- Los suelos que están bajo el sistema de rotación sucesiva de cultivos, deben prepararse inmediatamente después de la cosecha del cultivo anterior (Haba) y/o después de la aplicación del estiércol, durante los meses de agosto o setiembre (Cahuana *et al.*, 2010).

## 7.6. Roturado

La aradura, debe realizarse oportunamente con tractor (Figura 8), yunta o chaquitajlla, a una profundidad de 20 a 30 cm (Cahuana *et al.*, 2012), con la finalidad de:

- Incorporar los residuos orgánicos y el estiércol aplicado al suelo.
- Favorecer la descomposición de la materia orgánica y producción de sustancias tóxicas, que permitirán destruir larvas o pupas de insectos plaga, huevos, larvas y adultos de nematodos, esporas y zoosporas de enfermedades fungosas.
- Exponer los estados inmaduros y maduros de plagas y enfermedades, a la acción depredadora de las aves, resecaado, por efecto de rayos solares y congelado por efecto de heladas.
- Favorecer la germinación de las malezas y plantas espontáneas.
- Favorecer la retención de calor y humedad en el suelo.



Figura 8. Aradura del terreno

## 7.7. Rastrado

El desmenuzando de los terrones, debe realizarse con rastra de discos (Figura 9) o con herramientas manuales, durante los meses de setiembre y octubre, de preferencia después de una lluvia, para:

- Completar la destrucción de las malezas en crecimiento y las semillas en germinación.
- Destruir las pupas y adultos invernantes de plagas, huevos, larvas y adultos de nematodos, esporas y zoosporas de las enfermedades fungosas.
- Exponer los diferentes estados de plagas y enfermedades, a la acción de las aves, radiación solar, heladas y el viento.
- Favorecer la emergencia rápida y uniforme de las plantas de papa, buen crecimiento y desarrollo de las raíces, tallos y tubérculos.
- Favorecer la adecuada y óptima formación y desarrollo de estolones y tubérculos.



Figura 9. Rastrado del suelo

## 8 Tubérculos – semilla y sus características

### 8.1. Tubérculos - semilla

Un tubérculo - semilla (Figura 10) fracción de ella o partes vegetativas como brotes, esquejes y estolones, son las que dan origen a una planta sana y conserva las características propias de una determinada variedad.

### 8.2. Características de tubérculos - semilla

Según Cahuana *et al.* (2012), los tubérculos tienen las siguientes características:

◆ **Procedencia.** De centros oficiales de producción de semilla como la Estación Experimental Illpa-INIA-Puno o de Productores Semilleristas Registrados.

◆ **Variedad.** Debe ser conocida, adaptada y cultivada en la zona.

◆ **Pureza.** Debe ser pura y sin mezclas de otras variedades.

◆ **Tamaño (peso de tubérculo).** De preferencia, tamaño segunda (40-69 gramos) y tercera (menos o igual a 39 gramos), para garantizar la tolerancia a heladas, sequías o granizadas y/o favorecer su recuperación inmediata después del daño, por sus suficientes reservas nutricionales.

◆ **Estado fisiológico.** Debe ser maduro, turgente y con más de 8 brotes, cortos, vigorosos y verdeados.

◆ **Estado sanitario.** Debe estar libre de plagas y enfermedades.

◆ **Apariencia.** Debe ser atractivo, lozano y sin daños mecánicos, sin evidencia de plagas y enfermedades.

◆ **Uniformidad.** Debe ser de la misma forma, tamaño, procedencia y edad fisiológica.



Figura 10. Tubérculo semilla de buena calidad



Figura 11. Desinfección de tubérculos - semillas

### 8.3. Manejo de Tubérculos - semilla

Cahuana *et al.*, (1996), recomiendan realizar la desinfección y verdeo tubérculos semilla.

- **Desinfección.** La desinfección de tubérculos - semilla (Figura. 11), debe realizarse antes del almacenamiento o 2 o 3 días antes de la siembra, para evitar:
  - Los daños que pueden causar los hongos y bacterias (verruca, roña, rizoctoniasis y pudriciones).
  - La propagación de enfermedades a través de tubérculos- semillas.
  - La infección de suelos libres o con mínima presencia de enfermedades.

Para bañar 1800 a 2000 kg de tubérculos - semilla de papa, se sugiere los productos que se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Productos desinfectantes de tubérculos semilla y dosis de uso

| PRODUCTO COMERCIAL (INGREDIENTE ACTIVO) | CANTIDAD EN GRAMOS |                                  | TOTAL EN GRAMOS | TIEMPO DE DESINFECCIÓN |
|---|--------------------|----------------------------------|-----------------|------------------------|
|   | AL INICIO          | AUMENTAR/100 lt DE AGUA AL BAÑAR |                 |                        |
| Benlate (Benomyl)                       | 100 g              | 100 g                            | 200             | 3 a 5 minutos          |
| Monceren 250 FS (Pencicuron)            | 300 g              | 200 g                            | 500             | 3 minutos              |
| Pentacloro                              | 800 g              | 700 g                            | 1,500           | 3 a 5 minutos          |
| Vitavax (Carboxin+Captan)               | 500 g              | 500 g                            | 1,000           | 3 a 5 minutos          |
| Farmathe 50 PM (Benomyl)                | 100 g              | 100 g                            | 200             | 5 minutos              |
| Mertect 600 (Tiabendazol)               | 400 g              | 400 g                            | 800             | 3 a 5 minutos          |

Los productos desinfectantes, al inicio se mezclan en 100 litros de agua y después de bañar 800 a 1000 kilos de semilla, se aumentan el agua y el fungicida, según la tabla 1.

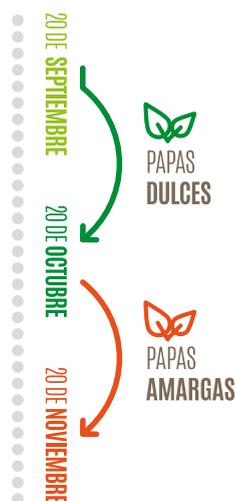
- Verdeo de tubérculos - semilla
- Los tubérculos - semilla desinfectados, deben guardarse en almacenes con luz difusa, para favorecer el verdeo y obtención de brotes numerosos, cortos y robustos. Las plantas que provienen de semilla verdeada, son de sabor amargo; por lo que, son menos dañados por plagas y enfermedades.

## 9 Siembra

Cahuana *et al* (1996) indican que la siembra de papa presenta las siguientes fases:

**9.1. Época de siembra.** En el altiplano de la Región Puno, la época de siembra depende de las precipitaciones pluviales, pero en forma general, para la siembra grande se sugieren las siguientes épocas:

- **Las papas amargas**, se deben sembrar entre el 20 de setiembre y el 20 de octubre.
- **Las papas dulces**, se deben sembrar entre el 20 de octubre hasta fines de noviembre. Las siembras retrasadas, generalmente, están sujetos a daños por efecto de heladas y sequías.



**9.2. Surcado.** El surcado debe realizarse con arado de palo o surcadora traccionada por una yunta o tractor (Figura 12), según la orientación establecida y en contra de la pendiente del terreno; aperturando los surcos a una profundidad uniforme de 10 a 12 cm, distanciados a 0.80 a 1.00 m entre surcos, de acuerdo al tipo de tuberización y desarrollo foliar de las variedades de papa.

**9.3. Cantidad de Semilla.** La cantidad de semilla, depende del tamaño y uniformidad de los tubérculos – semilla, distanciamiento de siembra, variedad procedencia, estado fisiológico, número y vigor de botes. Generalmente se utilizan entre 1,600 y 2,500 kg/ha de semilla. La cantidad de tubérculos - semilla por el tamaño y distanciamiento entre surco y entre planta se presentan en la tabla 2.



Figura 12. Surcado para la siembra

Tabla 2. Cantidad de tubérculos - semilla en kg/ha, según el tamaño y distanciamiento se siembra

| TAMAÑO SEMILLA (peso de tubérculo en gramos) | DISTANCIAMIENTO       |                       |                       |                       |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|  | 0.90 m. Entre surcos  |                       | 1.00 m. Entre surcos  |                       |
|  | 0.25 m. entre plantas | 0.30 m. entre plantas | 0.25 m. entre plantas | 0.30 m. entre plantas |
|  | 44,440 plantas /ha    | 37,030 plantas /ha    | 40,000 plantas /ha    | 33,330 plantas /ha    |
| 30   | 1,333                 | 1,110                 | 1,200                 | 1,000                 |
| 40   | 1,777                 | 1,480                 | 1,600                 | 1,330                 |
| 50   | 2,220                 | 1,850                 | 2,000                 | 1,660                 |
| 60   | 2,660                 | 2,220                 | 2,400                 | 2,000                 |
| 70   | 3,110                 | 2,590                 | 2,800                 | 2,330                 |
| 80   | 3,550                 | 2,960                 | 3,200                 | 2,660                 |
| 90   | 4,000                 | 3,330                 | 3,600                 | 3,000                 |
| 100  | 4,440                 | 3,700                 | 4,000                 | 3,330                 |

**9.4. Calidad de semilla.** Los tubérculos - semilla de papa, deben ser de tamaño uniforme y turgente, con brotes numerosos, cortos, verdeados y vigorosos, libres de plagas y enfermedades.

**9.5. Método de siembra.** Las variedades de papa dulce, se siembran en surcos distanciados a 0.90 m o 1.00 m., y entre plantas de 0.25 m a 0.30 m. las papas amargas se siembran distanciados a 0.80 m entre surcos y 0.25 m. entre plantas

Los tubérculos - semilla depositados en el fondo del surco, no se deben pisar, cuando el suelo está húmedo, para evitar pudriciones.

**9.6. Densidad de siembra.** La densidad de siembra (tablas 3 y 4), depende de la variedad de papa, condiciones de suelo y clima, recomendándose de preferencia semilla de tamaño segunda (40 a 69 gramos) o tercera (menos o igual a 39 gramos), para esquivar los daños y favorecer la pronta recuperación de las plantas dañadas por efecto de heladas, sequías y granizadas.

**9.7. Siembra.** La siembra, generalmente se realiza en forma manual, distribuyendo los tubérculos - semilla en el fondo del surco, distanciados a 25 o 30 cm entre ellos y procurando que la siembra sea uniforme (Figura 13).



Figura 13. Siembra de semilleros de papa

Tabla 3. Densidad de siembra y cantidad de semilla de papa dulce kg/ha

| VARIETADES | DISTANCIAMIENTO (M) | TAMAÑO SEMILLA (g) |       | CANTIDAD SEMILLA kg/ha |       |
|------------|---------------------|--------------------|-------|------------------------|-------|
|            |                     | 2da                | 3ra   | 2da                    | 3ra   |
| Nativas    | 0.90 X 0.25         | 40 -69             | 30-39 | 2,500                  | 1,600 |
| Mejoradas  | 1.00 X 0.30         | 40 -69             | 30-39 | 1,850                  | 1,200 |

Tabla 4. Densidad de siembra y cantidad de semilla de papa amarga/ha.

| ESPECIES              | VARIETADES | DISTANCIAMIENTO | TAMAÑO SEMILLA (g) | CANTIDAD SEMILLA (kg/ha) |
|-----------------------|------------|-----------------|--------------------|--------------------------|
| <i>S. juzepczukii</i> | Loq'a      | 0.80 X 0.25     | 40-69              | 2,800                    |
|                       | Piñaza     | 0.80 X 0.25     | 40-69              | 2,800                    |
|                       | Parko      | 0.80 X 0.25     | 40-69              | 2,800                    |
| <i>S. curtilobum</i>  | Ocucuri    | 0.90 X 0.25     | 40-69              | 2,500                    |

**9.8. Tapado de surcos y profundidad de siembra.** El tapado se realiza con la surcadora traccionada por la yunta o tractor, con una capa de 6 a 10 cm de tierra, a fin de que los tubérculos - semilla, queden ubicados entre 6 y 8 cm de profundidad, para acortar el tiempo de emergencia de las plantas, aunque dependen del tipo de suelo, humedad, tamaño de semilla y condiciones climáticas.

## 10 Abonamiento y fertilización

**10.1. Abonamiento orgánico.** Se debe abonar de la siguiente forma:

- Incorporar al suelo 40 a 50 toneladas de estiércol por hectárea, 3 meses antes de la siembra de papa (agosto ó setiembre), para favorecer su descomposición, elevar la temperatura del suelo y producir sustancias tóxicas, que permitan la destrucción de huevos, larvas y pupas de insectos y nematodos o esporas, zoosporas y esclerotes de enfermedades causadas por hongos y bacterias. (Cahuana, *et al.*, 2012).
- En la siembra, aplicar 8 toneladas de compost o 5 toneladas de humus de lombriz por hectárea, sobre los tubérculos - semilla distribuidos en el fondo del surco (Figura 14), para favorecer el desarrollo rápido y vigoroso de las raíces, brotes y plantas.

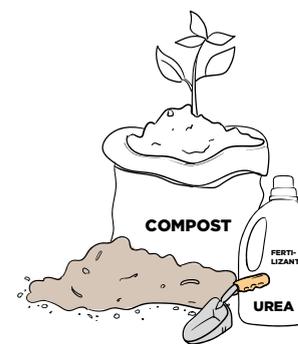


Figura 14. Aplicación de compost o humus de lombriz

**10.2. Fertilización.** La fertilización, depende de los requerimientos del cultivo, del rendimiento previsto, resultados del análisis de suelos y aplicación de abonos orgánicos; sin embargo, para obtener una producción de 20 toneladas de papa por hectárea, se sugiere la fórmula de fertilización: 100-40-160-14-14 y 16 kg/ha de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O-Ca-Mg y S, respectivamente. Para efectuar los cálculos, considerar una eficiencia de fertilización de 50-20-60 y 50 %, respectivamente.

**10.3. Momento o época de fertilización.** La fertilización en los semilleros de papa, se realizan en 3 momentos:

- **En la siembra.** La mezcla de 20 % de N, 100 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 20 % de K<sub>2</sub>O, se aplica entre los tubérculos - semilla o por debajo de ellos, para favorecer buen enraizamiento y crecimiento inicial de las plantas de papa.
- **En el primer aporte.** La mezcla de 50 % de Nitrógeno, 30 % de K<sub>2</sub>O y 100 % de Calcio, Magnesio y Azufre, se aplican a golpes entre las plantas, para favorecer buen desarrollo foliar y pronta cobertura del suelo.
- **En el segundo Aporte.** La mezcla de 30 % de Nitrógeno y 50 % de K<sub>2</sub>O, se aplican a golpes entre las plantas, para favorecer buena disponibilidad de Potasio, que asegure la adecuada movilización de las sustancias producidas en el follaje y máxima acumulación de los carbohidratos en los tubérculos de papa, para obtener buen rendimiento y de buena calidad.



## 11 Labores culturales

Las labores culturales, según Cahuana *et al.*, (2012), deben efectuarse en forma oportuna y adecuada, de acuerdo a las necesidades de cultivo y condiciones climáticas.

**11.1. Control de Malezas.** Las malezas se controlan aplicando SENCOR, a la dosis de 600 mililitros por 200 litros de agua, después de dos semanas de la siembra, para que el cultivo de papa esté libre de malezas y pueden aprovechar mejor nutrientes del suelo, la luz solar, agua, oxígeno y espacio adecuado, para su desarrollo normal y tener poca incidencia de plagas y enfermedades.

Cuando no se dispone de herbicidas, las malezas se controlan utilizando escardadora, cuando las malezas son pequeñas y las plantas de papa tienen 5 a 8 cm. de altura o en forma manual, utilizando azadones, picos o lijuanas.

### 11.2. Control de gorgojo de los andes.

- A la emergencia de las plantas de papa, se debe aplicar Karate (Lambdacihalotrina) a la dosis de 250 mililitros por 200 litros de agua u otros productos que controle el gorgojo, como el Oncol, Regent y Fenkil (Figura 15).
- La segunda aplicación, se realiza después de una semana, aplicando solo unos 10 metros o surcos alrededor del campo de cultivo, ya que en éstos lugares existen mayor cantidad de gorgojos que ingresan de los campos vecinos.



Figura 15. Control de gorgojo de los andes



Figura 16. Elevado de surcos o pilchado

**11.3. Elevado de surcos.** Debe realizarse después de la emergencia de todas las plantas de papa, empleando maquinaria agrícola (Figura 16) o yunta, para favorecer el drenaje del exceso de agua, eliminación o tapado de malezas y acumulación de tierra sobre los camellones, para elevar el talud de los surcos.

**11.4. Deshierbo.** Las malezas causan pérdidas en el rendimiento en más del 80%, cuando el cultivo es fuertemente invadido; por lo que, deben complementarse eliminando las malezas en forma manual.

**11.5. Fertilización complementaria.** Las fertilizaciones complementarias, deben realizarse antes del primer y segundo aporque, de acuerdo a las cantidades indicadas en la parte de momentos de fertilización.

**11.6. Primer aporque.** Esta labor se realiza cuando las plantas han alcanzado 15 a 20 cm. de altura o a los 60 o 70 días después de la siembra, depositando una capa de 6 a 8 cm. de tierra, alrededor del cuello de las plantas de papa, con la finalidad de:

- Favorecer mayor desarrollo de las raíces adventicias y adecuada formación de estolones y tubérculos.
- Dificultar el ingreso de larvas de gorgojo de los Andes, polilla, gusanos de tierra y epitrix.
- Sustener mejor las plantas y evitar el escape de los estolones.
- Favorecer buen drenaje, cuando hay exceso de lluvias.
- Eliminar las malezas y airear el suelo.



Figura 17. Primer aporque

El aporque debe realizarse con la aporcadora de papa mecanizada, semejante a la diseñada y confeccionada en Tahuaco por el autor. Esta labor cultural mecanizada permite disminuir el uso de obreros de 20 o 25 a solo 6 u 8 por hectárea.

**11.7. Segundo aporque.** Se realiza entre 20 y 25 días después del primer aporque o cuando las plantas tienen 45 a 50 cm de altura, depositando una capa de tierra de 8 a 10 cm de tierra sobre el camellón (Figura 18), para evitar el crecimiento aéreo de los estolones, favorecer la buena formación y desarrollo de los tubérculos, sobre todo la cobertura completa de los tubérculos, evitando el verdeamiento y daños por insectos principalmente de la polilla, que deposita sus huevos en las yemas de los tubérculos superficiales.



Figura 18. Segundo aporque manual

**11.8. Riegos Complementarios.** En los periodos de sequía, es imprescindible aplicar riego suplementarios, empleando el método sistemático de riego por pequeños sifones, a fin de favorecer una adecuada distribución de agua, evitar erosión, minimizar los costos, disminuir el daño de heladas y sequía y mantener el cultivo con humedad suficiente, para evitar rajaduras y problemas fisiológicos en los tubérculos de papa.

**11.9. Fertilización foliar y tratamientos fitosanitarios.** Es recomendable aplicar abonos foliares y pesticidas, al follaje de las plantas de papa en tres oportunidades; el primero, cuando las plantas tienen 5 a 8 cm de altura y antes del primer aporque; el segundo, cuando las plantas tienen 40 a 45 cm de altura o al inicio de floración (Figura 19) y el tercero, en plena floración, a fin de suministrar nutrientes para corregir algunas deficiencias nutricionales y controlar las plagas y enfermedades del follaje.

Los productos comerciales y la dosis de cada uno de ellos, se detallan en las tablas 12, 13, y 14, pero no es recomendable el uso de activol cuando no hay daños por efecto de factores climáticos adversos.



Figura 19. Fertilización foliar y tratamiento fitosanitario

## 12 Mejoramiento de la calidad de semilla

A pesar de la existencia de un sistema debidamente implementado de producción de semilla de papa de alta calidad en Salcedo – Puno por biotecnología, es necesario complementar con el uso de métodos convencionales, sencillos y de bajo costo (Hidalgo, 1997; Cahuana *et al.*, 2012):

- **Selección negativa.** Método que consiste en eliminar todas aquellas plantas que muestran síntomas de enfermedades causadas por virus y otros patógenos, plantas atípicas, débiles y espontáneas, con la finalidad de evitar su multiplicación, transmisión y propagación. Esta labor debe efectuarse en tres oportunidades:



- **Selección positiva.** Al inicio de floración, se deben seleccionar y marcar con estacas, las mejores plantas, sanas, vigorosas y con características propias de la variedad elegida y, chequear su estado sanitario, por una o dos veces. Al momento de la cosecha, la producción de todas las plantas sanas, se juntan para su almacenamiento y posteriormente, se siembran en parcelas separadas para la producción de semilla básica.

## 13 Principales plagas y estrategias de control

### Gorgojo de los andes, papa kuru o choke lak'ó (*Premnotrypes spp*)

Tabla 5. Características de Gorgojo de los andes y formas de daño

| ESTADOS DAÑINOS   | CARACTERÍSTICAS   | ORGANOS DAÑADOS          | FORMAS DE DAÑO   |
|---|---|--------------------------|--|
| Larvas   | Blanquecinas con cabeza de color marrón                 | Tubérculos               | Produce galerías irregulares y profundas en los tubérculos |
| Adultos  | Escarabajo de color bruno, con bastantes protuberancias | Foliolos, hojas y tallos | Comedura de hojas en media luna y raspaduras en tallos     |



Figura 20. Papa dañada por larvas de gorgojos

Figura 21. Hojas de papa dañadas por gorgojos adultos

### Estrategias de control de gorgojo de los andes

Cahuana *et al.* (2009), indican que el gorgojo de los andes, se controla integrando 4 ó 5 métodos más efectivos de las siguientes estrategias:

#### En campo

- ◆ Remover los campos cosechados y abandonados.
- ◆ Remover sitios de amontonamiento de papa.
- ◆ Emplear aves de corral, para recojo de larvas.
- ◆ Inundar los campos, para asfixiar larvas y adultos.

#### En almacén

- ◆ Emplear aves de corral y otras aves.
- ◆ Usar almacenes con luz difusa.
- ◆ Usar muña, para espantar larvas y adultos gorgojos.
- ◆ Remover sitios de almacenamiento, para exponer larvas y pupas.
- ◆ Aplicar el hongo blanco (*Beauveria bassiana*), por debajo de la ruma de papa y por debajo del sistema de bandejas en el almacén.
- ◆ Hacer zanjas alrededor de almacenes, para evitar migraciones hacia los campos cultivo.

### En el campo de cultivo de papa

- ◆ Usar tubérculos - semilla sanas
- ◆ Siembra 1 o 2 metros de tarwi o izaño en alta densidad, alrededor de cultivo de papa.
- ◆ Aplicar Karate (Lambdacihalotrina) a la dosis de 20 mililitros / 15 litros de agua, a la emergencia de las plantas y repetir después de una semana.
- ◆ Eliminar plantas huachas o kipas de papa y malezas.
- ◆ Aporcar alto y cerrado
- ◆ En las primeras horas de la noche, recoger los adultos del gorgojo, sacudiendo las plantas sobre las bandejas o táperes.
- ◆ Cosechar en forma oportuna y adecuada
- ◆ Usar mantas de doble fondo en la cosecha, para facilitar el recojo de larvas.

### Trips, Llaja, Yanausa, Condorillo (*Frankliniella tuberosii*)

Tabla 6. Características del trips y formas de daño

| ESTADOS DAÑINOS   | CARACTERÍSTICAS  | ORGANOS DAÑADOS                                  | FORMAS DE DAÑO   |
|---|--|--|--|
| Ninfas    | Ápteras de color anaranjado. Son más activas y dañinas | Foliolos, hojas, tallos, flores, frutos y brotes | Raspan y chupan la savia de los órganos de las plantas |
| Adultos  | Alados, de color marrón a negro                        |  |  |



Figura 22. Trips adulto (*Frankliniella tuberosii*).

### Epitrix, Pulguilla Saltona, Piqui Piqui, Kuti (*Epitrix spp*)

Tabla 7. Características del *Epitrix* y formas de daño (Cahuana et al., 2014)

| ESTADOS DAÑINOS   | CARACTERÍSTICAS   | ORGANOS DAÑADOS                                   | FORMAS DE DAÑO   |
|---|---|---|--|
| <b>Larvas</b><br>  | Pequeñas y muy activas<br>blanquecinas                  | Tubérculos, estolones y raíces                    | Producen galerías y raspaduras superficiales en los tubérculos |
| <b>Adultos</b><br> | Escarabajos, pequeños de color marrón a negro brillante | Brotos, folíolos, hojas, tallos, flores y sépalos | Mastican dejando agujeros circulares en las hojas              |



Figura 23. Pulguilla saltona y daños en tubérculos

### Polilla de la papa o Thu'ta (*Phthorimaea operculella*)

Tabla 8. Características de la polilla y formas de daño

| ESTADOS DAÑINOS   | CARACTERÍSTICAS  | ORGANOS DAÑADOS        | FORMAS DE DAÑO   |
|---|--|------------------------|--|
| <b>Larvas</b><br>  | De color crema verdoso o rosado  | Estolones y tubérculos | Producen galerías irregulares y de menor diámetro en los tubérculos de papa. |
| <b>Adultos</b><br> | Pequeñas mariposas de color marrón grisáceo, con manchitas oscuras en las alas | Hojas, tallos, flores  | Pegan hojas, minan tallos abomban botones florales                           |



Figura 24. Polilla de la papa

También se presenta *Synmetrischema tangolias* Turner, otra especie de polilla, pero de menor importancia en Puno.

### Mosca barrenadora del tallo de la papa (*Phytoliriomyza papae*)

Tabla 9. Características de la mosca barrenadora y formas de daño

| ESTADOS DAÑINOS   | CARACTERÍSTICAS   | ORGANOS DAÑADOS       | FORMAS DE DAÑO  |
|---|---|-----------------------|---|
| <b>Larvas</b><br>  | Pequeñas de color blanquecina   | Tallos raíces y hojas | Barrenan y se alimentan de tejidos conductores  |
| <b>Adultos</b><br> | Moscas pequeñas de color gris, con una mancha amarilla pálida en el dorso | Folíolos              | Perforaciones de alimentación y ovoposición en folíolos y en las axilas de las hojas (unión de la hoja con el tallo). |



Figura 25. Mosca barrenadora del tallo

### Gusanos de tierra, Ticuchis, gusanos cortadores, Utushkuro (*Copitarsia turbata*)

Tabla 10. Características de gusanos de tierra y formas de daño

| ESTADOS DAÑINOS   | CARACTERÍSTICAS  | ORGANOS DAÑADOS            | FORMAS DE DAÑO  |
|---|--|----------------------------|---|
| <b>Larvas</b><br>  | Larvas con líneas longitudinales o manchas moteadas, de color crema verdoso                          | Tallos, hojas y tubérculos | Cortan plantas jóvenes a nivel del cuello, raspan tallos y esqueletizan hojas, perforan tubérculos maduros. |
| <b>Adultos</b><br> | Mariposas nocturnas con manchas lineales o moteadas en las alas anteriores, de color amarillo pajizo |                            |   |



Figura 26. Gusano de tierra y sus larvas

## Pulgones, Usa, K'uti, piojo de la papa (*Myzus persicae*)

Tabla 11. Características de pulgones y formas de daño

| ESTADOS DAÑINOS | CARACTERÍSTICAS   | ORGANOS DAÑADOS  | FORMAS DE DAÑO   |
|-----------------|---|--|--|
| <b>Ninfas</b>   | De color verde amarillento                              | Brotos, hojas, yemas, flores, tallos                   | Chupan la savia de los órganos de las plantas, transmiten virus PLRV, PVY, PVA y PVM |
| <b>Adultos</b>  | Ápteros y alados de color amarillento, verde o negruzco | Tallos, raíces y hojas, yemas, flores, frutos y brotes |  |



Figura 27. Pulgón

### Estrategias de control de plagas

Las plagas de la papa se pueden controlar en forma más efectiva integrando todos los métodos de control existentes (Delgado *et al.*, 2004)

- Incorporar estiércol o abonos verdes al suelo.
- Usar tubérculos - semilla sanos y verdeados y con numerosos brotes.
- Preparar los terrenos en forma adecuada.
- Regar por Inundación, para asfixiar larvas, pupas y adultos de plagas.
- Aplicar la mezcla de ceniza, tarwi molido y cal a la emergencia de plantas.
- Eliminar plantas kipas o huachas de papa
- Eliminar plantas hospederas como nabo, auja - auja y otros.
- Aporcar alto y cerrado
- Aplicar insecticidas como Karate a la dosis de 250 mililitros por 200 litros, Regent o Cyperklin 25, a la dosis de 250 mililitros por 200 litros de agua.

- Emplear avispas y mariquitas.
- Usar cebos tóxicos preparados.
- Usar trampas con feromonas sexuales (Figura. 28)
- Usar cebos y plantas atrayentes de plagas, para capturar o recoger manualmente las plagas
- Usar trampas amarillas (Figura. 29)
- Enterrar o quemar los residuos de cosecha
- Cosechar en mantas de doble fondo o sacos en forma oportuna.
- Almacenar semilla bajo luz difusa y cubiertas con muña o chachacoma.
- Aplicar el hongo, cal o ceniza en la base de las rumas de papa.
- Seleccionar y clasificar rigurosamente la semilla.
- Usar plantas repelentes en el campo y en el almacén.



Figura 28. Trampa con feromona sexual



Figura 29. Trampa amarilla

## 14 Principales enfermedades y estrategias de control

### 14.1. Enfermedades causadas por factores bióticos

#### 14.1.1. Enfermedades causadas por hongos

Hooker W. J. (1980) y Torres H. (2002) indican que las enfermedades más importantes, causadas por hongos son las siguientes:

##### a La Mancha (Phytophthora infestans)

Es la enfermedad más agresiva y devastadora del cultivo de la papa. Ataca a las hojas, tallos, peciolo y tubérculos. La infección ocurre entre 10 y 29° C, desarrollándose más rápido a 21 ° C y con alta humedad relativa de 95 y 100% (Torres, 2002).

- En las hojas, produce manchas de color marrón claro a oscuro, de apariencia húmeda, de forma irregular, muchas veces rodeadas de un halo amarillento que no están limitadas por las nervaduras (Figura 30). En la cara inferior (envés) de las hojas dañadas, se forman unas pelusillas blanquecinas que son las estructuras del patógeno (Pérez y Forbes, 2008).
- En los tallos y peciolo, las lesiones son necróticas y alargadas de color marrón a negro, ubicadas generalmente desde el tercio medio a la parte superior de la planta (Figura 31) de consistencia vítrea, frágil y quebradizo (Pérez y Forbes, 2008).
- En los tubérculos, la infección se inicia a través de heridas o lenticelas y luego, se presentan como áreas irregulares, ligeramente hundidas, con piel marrón rojizo. Al corte transversal muestran prolongaciones delgadas que van desde la superficie externa hacia la medula como clavijas. En estados avanzados muestra una pudrición de apariencia granular de color castaño oscuro (Pérez y Forbes, 2008).



Figura 30. Lesiones en las hojas causadas por tizon tardío



Figura 31. Lesiones en el ápice y tallos de la planta

Esta enfermedad, en Irlanda y en otros países (1845 - 1847), causó grandes pérdidas, la hambruna más grande, muertes y migraciones (Torres, 2002) y actualmente, causa entre 40 y 60%, pudiendo ocasionar pérdidas hasta en un 100%, especialmente en zonas endémicas y cuando se siembra variedades de papa susceptibles a esta enfermedad (INIA, 2014)

##### b Carbón de papa (Thecaphora solani)

Generalmente, los síntomas no se observan en la parte aérea de las plantas de papa.

- Los tubérculos, son de aspecto deformado (Figura 32), como si tuvieran crecimiento secundario y en otros casos, los tumores se forman a partir de las yemas y brotes (Torres, 2002). Al corte de tubérculos tumorosos, se observan numerosas pústulas circulares y elípticas marrón oscuros o negros que contienen bastantes esporas.
- En los tallos y estolones, los tumores carbonosos, se pueden formar en todo los estolones, causando una fuerte reducción de los rendimientos, ya que pueden afectar hasta un 85%.



Figura 32. Tumores carbonosos de *Thecaphora solani*

Foto: William M. Brown Jr., Bugwood.org

##### c La verruga, Jank'a o Cereja (Synchytrium endobioticum)

En los tallos, hojas, flores, estolones y tubérculos, se forman sobre crecimientos verrucosos o agallas (Figura 33) de diferentes tamaños y colores, que dependen del color del órgano atacado y, a la madurez, se tornan de una coloración oscura para desintegrarse y propagarse.



Figura 33. Tubérculos afectados por verrugas

**d** **Kasahui, manchas foliares o quema quema (*Alternaria solani*)**

En las hojas y tallos de las plantas de papa, se presentan manchas con anillos concéntricos de color marrón, de tamaño y forma irregulares (Figura 34). El kasahui, se presenta y causa daños severos después de una granizada o ventarrones.



Figura 34. Manchas foliares causadas por *alternaria solani*

**e** **Rizoctoniasis, Chancro o Chupadera (*Rhizoctonia solani*)**

En la superficie de los tubérculos, se presentan costras negras en forma de pequeños terrones duros y negros. En ataques severos deforman los tubérculos y ciegan los ojos (Figura 35) desmereciendo la calidad y el aspecto comercial. En los estolones, brotes y tallos, presentan lesiones necróticas, que perturban la formación de tubérculos, emergencia de plantas e interfieren el transporte del agua y nutrientes del suelo hacia el área foliar y la translocación de fotosintatos del área foliar hacia los órganos de reserva, por lo que, se forman los tubérculos aéreos en el tallo.

Además, a nivel del cuello de la planta, se presentan manchas de color blanco grisáceo, en forma de bota, los que posteriormente, estrangulan total o parcialmente los tallos, causando marchitez y muerte de la planta.



Figura 35. Tubérculos ciegos causados por *rhizoctonia solani*

**f** **Roña, Sarna O Sirk'i (*Spongospora subterranea*)**

En la superficie de los tubérculos, se forman granitos, ampollas (Figura 36) o pústulas de forma y tamaño irregulares, de color marrón claro a marrón oscuro. En ataques severos, deforman los tubérculos y desmerecen la calidad. En las raíces y estolones, se presentan en forma de agallas de color blanco crema y cuando se exponen al sol, se tornan de color gris oscuro.



Figura 36. Pústulas de roña en tubérculos de papa.

**g** **Pudrición seca (*Fusarium solani*)**

Los tubérculos cosechados o almacenados, al inicio presentan pequeñas lesiones hundidas y posteriormente, se agrandan formando cavidades con anillos concéntricos, generalmente, con presencia de micelios del hongo (Figura 37). En ataques severos, los tubérculos se endurecen y se momifican. Cuando hay humedad sobre la superficie lesionada, se forma abundante micelio blanquecino.



Figura 37. Tubérculos de papa con pudrición seca.

**Estrategias de control y manejo de enfermedades**



Incorporar al suelo, 40 a 50 t/ha de abonos verdes o estiércol, para producir altas temperaturas y sustancias tóxicas.



Sembrar tubérculos - semilla sanas y verdeadas.



Sembrar en suelos libres o con mínima infección de enfermedades



Usar variedades resistentes o tolerantes a las enfermedades.



Evitar movimiento de semilla de suelos infectados a suelos libres de enfermedades.



Preparar y remover adecuadamente los suelos.



Desinfectar los tubérculos - semilla antes de almacenar o sembrar.



Aplicar al follaje, fungicidas como Antracol, Dithane, a la dosis de 40 gramos por 15 litros de agua y luego espolvorear con ceniza



Quemar o enterrar raíces, plantas ó tubérculos enfermos.



Inundar los campos de cultivo, para asfixiar los estadios biológicos de los insectos plaga.



Evitar heridas en los tubérculos.



Almacenar los tubérculos - semillas en ambientes con luz difusa.



Rotar los cultivos cada 4 o 5 años.



Desinfectar los suelos por solarización.

### 14.1.2. Enfermedades causadas por virus y estrategias de control

Los virus y viroides son entes infecciosos muy pequeños (microscópicos) y para causar enfermedades, por sí solos no penetran en las células de las plantas, sino son introducidos, especialmente por insectos vectores como los pulgones, cigarritas, coleópteros, nematodos, hongos, semilla y por el hombre (Hooker, 1986).

De los 30 virus y un viroide que infectan a la papa, solo seis son de importancia económica en la producción de semilla de papa en el Perú, entre ellos tenemos: El virus del enrollamiento de la papa (PLRV) (Figura 38), Virus Y de la papa (PVY), Virus S de la papa (PVS), Virus X de la papa (PVX), Virus del Moteado Andino de la papa (APMV) y Virus latente de los Andes (APLV).



Figura 38. Virus del enrollamiento de la papa

#### Estrategias de prevención

- ◊ Usar variedades genéticamente resistentes.
- ◊ Eliminar plantas enfermas.
- ◊ Controlar insectos transmisores de virus como los pulgones, trips, epitrix y otros.
- ◊ Usar tubérculos - semilla libre de virus.
- ◊ Cambiar tubérculos - semilla cada 3 a 4 años.
- ◊ Eliminar plantas hospederas de pulgones (nabo o mostaza).
- ◊ Sembrar semilleros de papa, distantes de los campos de cultivo de papa para consumo, haba, quinua y alfalfa.
- ◊ Usar termoterapia y cultivo de tejidos (se realiza en laboratorio para erradicar el virus de los tejidos y producir semilla pre-básica).

### 14.1.3. Principales nematodos y estrategias de control

#### a Nematodo rosario de la papa (*Nacobbus aberrans*)

Es una de las especies de nematodos fitoparásitos más importantes del cultivo de la papa en las zonas alto andinas del Perú y Bolivia. En la zona andina del sur del Perú, especialmente en el altiplano de Puno, causa pérdidas entre 20 y 55%, pudiendo llegar hasta 95% de la producción en años con escasas lluvias y en suelos arenosos, franco arenosos y francos. (Arcos P. J. y Cahuana Q. R. 1996).



Figura 39. Raíces con nódulos de nematodo rosario de la papa.

El daño del nematodo, se detecta al momento de la floración, extrayendo plantas de papa y examinando las raíces, se observan la presencia de nódulos o agallas en forma de rosario (Figura 39).

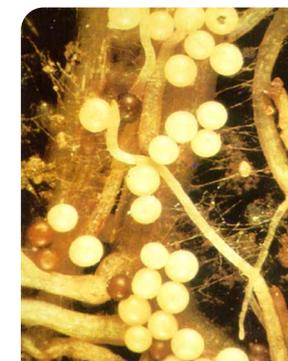


Figura 40. *Globodera sp*

#### b Nematodo quiste de la papa (*Globodera sp*)

Al momento de la floración, se extraen plantas de papa y al examinar sus raíces, se observan pequeños cuerpos esféricos de color blanco crema (Figura 40). Este nematodo puede causar pérdidas en el rendimiento hasta más del 30%, especialmente en suelos arenosos y franco arenosos.

#### Estrategias de control:

- ◊ Usar tubérculos - semilla sanas y verdeadas.
- ◊ Preparar los suelos durante los meses de fuerte insolación y heladas.
- ◊ Rotar el cultivo de papa con quinua - cebada - haba y papa.
- ◊ Eliminar plantas huachas de papa y malezas hospederas.
- ◊ Incorporar al suelo, más de 50 t/ha de abonos verdes o estiércol.
- ◊ Usar variedades resistentes como Puneñita, Gendarme y otros.
- ◊ Usar fertilizantes fosforados y potásicos.
- ◊ Usar nematicidas específicos, en suelos con alta infestación.
- ◊ Recoger y quemar raíces con quistes y nódulos de nematodos.
- ◊ Evitar siembras de papa en suelos infestados.

## 15 Principales factores climáticos adversos y alternativas de manejo

### 15.1. Heladas, sequías y granizadas

Son los factores climáticos más limitantes de la producción de papa en Puno, debido a que el 80% del área sembrada de papa, está expuesta en mayor o menor grado, al efecto de las heladas (Figura 41) y el 95% de esta área cultivada, se produce bajo condiciones de lluvia y están sujetos al efecto de granizo. Las pérdidas que ocasionan las heladas, pueden alcanzar hasta 90%, el de sequía en 85% y el de granizo (Figura 42), 60 a 80%, dependiendo de la intensidad, duración, estado fenológico del cultivo y la capacidad de las variedades de papa, para tolerar sus efectos negativos o la capacidad de recuperación después del daño de los factores climáticos adversos. (Cahuana, Q. R. 1998).

Figura 41. Cultivo de papa dañado por heladas



Figura 42. Cultivo de papa dañado por granizo

### 15.2. Alternativas de manejo de los factores climáticos adversos

**a Alternativas de manejo de sequía.** El daño de sequía según Cahuana y Cahuana 2017, se puede disminuir realizando lo siguiente(

- Incorporar al suelo más de 60 toneladas de abonos verdes en marzo y abril o 40 a 50 toneladas de estiércol por hectárea, 2 a 3 meses antes de la siembra de papa, para que pueda absorber, retener y proporcionar agua a las plantas en periodos de sequía.
- Abonar con 150 kg. de  $P_2O_5$  y 200 kg. de  $K_2O$  por hectárea.
- Aplicar riego (Figura 43) en lugares con fuentes permanentes de agua, para evitar el estrés hídrico por sequía.
- Controlar oportuna y adecuadamente las malezas, plagas y enfermedades, para evitar competencias con el cultivo de la papa, por agua, luz, nutrientes, oxígeno, hidrógeno, anhídrido carbónico y espacio.
- Emplear variedades de papa altamente tolerantes a la sequía como Andina, Yungay, Sani Imilla, Imilla Roja y Saccampaya.



Figura 43. Riego de papa por surcos

**b Alternativas de control de granizo.** La granizada, se controla de la siguiente manera (Cahuana, et al. 2010):

**1. Antes de la caída de granizo**

- Disparar 3 a 5 cohetes de arranque, dirigiendo a las nubes tormentosas (Figura 44).
- Quemar ramas de árboles o residuos de cosecha y sobre éstos colocar pedazos de llanta, ojotas o jebe, para producir humo y disolver los trozos de granizo.



**2. Cuando caen los primeros trozos de granizo**

- Quemar la broza de quinua, estiércol, ramas de árboles o bosta y, cuando humea fuerte y denso como chimenea, añadir 50 a 80 gramos de azufre, protegiéndose de la vista.
- Quemar jebe, ojotas o pedazos de llantas usadas
- Quemar totora, ropas usadas y plantas aromáticas y, cuando humea como una chimenea, agregar 50 a 80 gramos de azufre.

**3. Después del daño de granizo**

Para recuperar las plantas dañadas por granizo, aplicar 2 a 3 veces productos que se indican en las tablas 12, 13 y 14 (Figura 45).

Tabla 12. Productos para recuperar las plantas dañadas por heladas y granizadas, entre la emergencia e inicio de floración

| PRODUCTOS COMERCIALES   | EFECTO DEL PRODUCTO  | DOSIS (MILILITROS Ó GRAMOS) |            |
|---|--|-----------------------------|------------|
|   |  | 15 LITROS                   | 200 LITROS |
| Cosechador extra 35-10-10 N-P-K<br>Abonofol 30-10-10 N-P,O,-K,O | Estimula rebrotamiento y crecimiento de yemas y plantas dañadas por heladas.   | 50 g.                       | 600g.      |
| Urea  | Activa el rebrotamiento de las plantas.  | 200g.                       | 3 kilos.   |
| Activol (Ácido Giberélico)                                      | Estimula y acelera el crecimiento de las yemas y plantas.  | 0.75g.                      | 1 pastilla |
| Antracol (Propineb)   | Evita el ataque de enfermedades.   | 40g.                        | 500g.      |
| Lasser (Metamidofos)  | Controla gorgojo, epitrix, polilla y otras.  | 40ml.                       | 500ml.     |
| Adherente   | Evita el lavado de productos aplicados.  | 15ml.                       | 200ml.     |
| Agrostemin (Extracto de algas)                                  | Mejora el crecimiento, acelera los procesos de multiplicación celular, regeneración de tejidos y órganos, y tolerancia a heladas, granizadas y veranillos. | 25ml.                       | 300ml.     |

Tabla 13. Productos para recuperar las plantas dañadas por heladas y granizadas, entre el inicio y final de floración de papa

| PRODUCTOS COMERCIALES                                     | EFECTO DEL PRODUCTO   | DOSIS (MILILITROS Ó GRAMOS) |            |
|---|---|-----------------------------|------------|
|   |   | 151 LITROS                  | 200 LITROS |
| OMEX 20-20-20 N-P,O,-K,O<br>Ferticel Balance 20-20-20 NPK | Estimula el rebrotamiento y crecimiento de plantas dañadas par heladas y granizo. | 60 ml.                      | 800 ml.    |
| Urea  | Activa el rebrotamiento de las plantas.   | 250 g.                      | 3.5 kilos. |
| Activol (Ácido Giberélico)                                | Estimula y acelera el crecimiento de las yemas y plantas.                         | 0.75g.                      | 1 pastilla |
| Dithane   | Controla el ataque de enfermedades.   | 40 g.                       | 500g.      |
| Cyperklin 25 (Cipermetrina 25%)                           | Controls trips epitrix, polilla, pulgones.  | 20ml.                       | 250ml.     |
| Adherente o Agrigel                                       | Evita el lavado de productos.   | 15ml.                       | 200ml.     |
| Cloruro de Potasio  | Ayuda a la fortificación de las plantas.  | 200 g.                      | 3 kilos.   |

Tabla 14. Productos para recuperar las plantas dañadas por heladas y granizadas, en la fase de maduración de papa

| PRODUCTOS COMERCIALES        | EFECTO DEL PRODUCTO   | DOSIS (MILILITROS Ó GRAMOS) |            |
|------------------------------|---|-----------------------------|------------|
|                              |   | 151 LITROS                  | 200 LITROS |
| Vitafol11-2-55 N-P,O,-1<,O   | Estimula el rebrotamiento de plantas, desarrollo y llenado de tubérculos. | 80 ml.                      | 10 itro.   |
| Ferticel11-2-55 N-P,O,-1<,O  | Favorece la translocación de fotosintatos                                 | 200g.                       | 3 kilos    |
| Cloruro 6 Sulfate de Potasio | Controla el ataque de enfermedades.                                       | 40g.                        | 500 g.     |
| Antracol (Propineb)          | Controla trips epitrix, polilla, pulgones.                                | 20ml.                       | 250ml.     |
| Cyperklin 25                 | Evita el lavado de productos.   | 15ml.                       | 200ml.     |
| Adherente 6 Agrigel          | Evita el lavado de productos.   | 15ml.                       | 200ml.     |



Figura 45. Tratamiento después del daño de granizo

- c Alternativas del manejo de heladas.** El daño de heladas, se puede minimizar empleando las siguientes alternativas (Cahuana, Q. R. 1998):



**Incorporación de abonos orgánicos al suelo.** Incorporar más de 60 t/ha de abonos verdes en marzo y abril o 40 a 50 t/ha de estiércol, 2 a 3 meses antes de la siembra de papa, para que el suelo convertido en una especie de ESPONJA, pueda absorber, retener e irradiar calor y humedad, para proteger del daño de heladas.



**Riego por Sistema de surcos.** Regar el cultivo desde las 7 de la mañana, para que el agua pueda absorber, retener e irradiar CALOR en noches frías, a fin de proteger los cultivos del daño de heladas.



**Riegos nocturnos por aspersión.** Se debe regar desde el momento en que la temperatura baja a 1° C y se mantiene durante el tiempo que dura la helada, para que las gotitas de agua produzcan y liberen CALOR, al ser asperjadas en el aire y al caer sobre la superficie foliar de las plantas. Este calor producido, permite aumentar la temperatura de su entorno en 1 o 2 °C, evitando así el daño de heladas.



**Cortinas de humo.** Para ello, se colocan montones de estiércol, broza de quinua o residuos de cosecha, en el lado SUROESTE del campo de cultivo o Comunidad que se desea proteger. Estos montones de estiércol humedecidos, se encienden cuando la temperatura mínima baja a 2 °C, a fin de producir humo denso y calórico, para que el viento arrastre y difunda sobre el cultivo, formando una pantalla protectora de humo, que evita la pérdida de calor y el daño de heladas.



**Uso de variedades tolerantes.** Usar variedades de papa altamente tolerantes como las papas amargas (Piñaza, Loq'a), variedades de papa tolerantes, como los ocucuris y ligeramente tolerantes como los Ajahuiris, Casa Blanca, San Juan, Piña, entre otros.

## 16 Cosecha y postcosecha

### 16.1. Cosecha

La cosecha debe realizarse entre el 20 de abril y fines de mayo, cuando los tubérculos de papa ya no se pelan a la fricción por el manipuleo, aunque dependen de las variedades, incidencia de plagas (gorgojo, polilla, ticuchis y epitrix), enfermedades (pudriciones) y condiciones ambientales imperantes. La cosecha, generalmente, se efectúa en forma manual utilizando lijuanas. Cuando la cosecha es semi mecanizada, se emplea la cosechadora de papa, complementada con el recojo y rebusque manual de tubérculos de papa (Figura 46).



Figura 46. Cosecha semimecanizada de papa

### 16.2. Post Cosecha

Según Cahuana *et al* (2011) las etapas de post cosecha en papa, están constituidas por:

**16.2.1. Periodo de curación.** Es el periodo en que la producción bruta de papa, se mantiene durante 15 a 20 días en rumas bien tapadas y protegidas, a fin de:

- Cicatrizar las heridas causadas durante la cosecha y transporte.
- Aclimatar los tubérculos de papa al medio ambiente externo.
- Favorecer el secado y desprendimiento de la tierra adherida a los tubérculos.
- Detectar los tubérculos enfermos, para evitar focos de infección.

**16.2.2. Selección y clasificación.** La selección de papa, consiste en separar la producción bruta en categorías de tubérculos - semilla y tubérculos papa descarte (papa destinada al consumo, a la elaboración de chuño, y tubérculos dañados y podridos que son desechados). Mientras que, la clasificación consiste en separar cada una de ellas, en sus clases correspondientes, generalmente, de acuerdo al tamaño o forma de tubérculos, prescritos en el reglamento específico de semilla de papa, tabla 15.

Tabla 15. Clasificación de tubérculos – semilla de papa para las formas redondeadas y alargadas.

| CATEGORIAS | TUBÉRCULOS DE FORMA REDONDEADAS Y OVALADAS (g) | TUBÉRCULOS DE FORMA ALARGADAS, ELIPTICAS Y OTRAS (mm) |
|------------|--|---|
| Primera    | Tubérculos entre 70 g y 120 g                  | Entre 91 -110 mm de largo                             |
| Segunda    | Tubérculos entre 40 y 69 g                     | Entre 71 - 90 mm de largo                             |
| Tercera    | Tubérculos con ≤ a 39 g                        | Entre 51 - 70 mm de largo                             |

**16.2.3. Almacenamiento.** Los tubérculos - semilla de papa, deben almacenarse en ambientes fríos, con alta humedad relativa, ventilados y con luz difusa, con la finalidad de mantener los tubérculos de papa sanos, turgentes, atractivos, verdeados y con brotes pequeños, numerosos y robustos.

**16.2.4. Condiciones óptimas de almacenamiento.** Las condiciones más adecuadas para el almacenamiento de tubérculos - semilla de papa son:



**Temperatura.** 3 a 5 °C, para conseguir la mínima intensidad respiratoria de los tubérculos, mínimo consumo de oxígeno, retraso en el brotamiento y pérdida insignificante de peso.



**Humedad Relativa.** Mayor a 80%, para evitar la deshidratación y ablandamiento de los tubérculo-semillas.



**Ventilación.** Buena, para remover y expulsar el calor producido por la respiración de los tubérculos almacenados.



**Incidencia de la luz.** Luz difusa, para verdear los tubérculos – semilla, retardar el brotamiento y fomentar el desarrollo óptimo de los brotes.

**16.2.5. Características de los almacenes de tubérculos - semilla de papa**

Los almacenes (Figura 47), deben presentar las siguientes características:

- ◇ **Paredes** : De adobe y pintados de blanco.
- ◇ **Techo** : De paja o totora y si es de calamina, con tumbadillo.
- ◇ **Aleros del techo** : Sobresalido de las paredes del almacén.
- ◇ **Ventanas** : Amplias para favorecer el ingreso de la luz difusa y buena circulación del aire.
- ◇ **Piso** : De tierra y mantener húmedo
- ◇ **Sistema de bandejas** : Adecuadamente construidas de 4 pisos (Figura 48).
- ◇ **Ductos o canales** : Ubicados debajo de cada sistema de bandejas, donde se deposita el agua limpia, para refrigerar el almacén.
- ◇ **Capacidad de carga** : 80 a 100 kg. de semilla/m<sup>2</sup> de bandeja.



Figura 47. Almacén mejorado para semilla de papa

Figura 48. Almacenamiento de semilla en sistema de bandeja

**16.2.6. Comercialización**

Para la comercialización, los tubérculos - semilla, se envasan en sacos nuevos de polipropileno o yute, con capacidad no mayor de 50 kg. En cada saco colocar la etiqueta de identificación del productor y la etiqueta oficial de certificación de la semilla de cada variedad.

La semilla de la clase y categoría Declarada se comercializa solamente con la etiqueta del productor. Estas etiquetas, deben ser de color amarillo, especificando: Número de etiqueta, Nombre o Razón Social, Número de registro de productor, Especie cultivada, Clase: Declarada, Categoría: Declarada, Clasificación de la semilla según peso o tamaño, Peso neto, Fecha de cosecha, Fecha de envasado, Código o Número de Lote, Tratamiento realizado (nombre comercial del producto, ingrediente activo y dosis), Lugar de producción (departamento, provincia y distrito).



## Referencias

- Arcos, P.J. y Cahuana, Q. R. (1996). Nemátodo Rosario de la papa. Revista Cultural Cajas Reales. Año 1, N° 1. Puno - Perú. 47 p.
- Cahuana, Q. R., Arcos, P.J., Huanco S.V., Llanos, U.A. y Delgado, M.P. (1996). Producción de semilla de papas amargas en Puno. Serie Manual N° 01. Puno - Perú. 96 p.
- Cahuana, Q. R. (1998). Los fenómenos climáticos adversos limitantes de la producción de papa en Puno. Metodologías para contrarrestar sus daños. Revista Cultural Cajas Reales Año 2 - N° 02. Puno - Perú. 51 p.
- Cahuana, Q. R. y Arcos, P. J. (2002). Variedades nativas y mejoradas de papa en Puno, serie Libro N° 01. Lima - Perú. 118p.
- Cahuana, Q. R., Florez, G. N. y Llano, F. C. (2009). El gorgojo de los Andes: Alternativas de control serie Boletín técnico N° 01. Puno - Perú. 27 p.
- Cahuana, Q. R., Barreda, Q.W. y Florez, G.N. (2010). Manejo de tubérculos semilla de papa. Serie Manual N° 01. Puno - Perú. 37 p.
- Cahuana, Q. R., Barreda, Q. W. y Condori, M. T. (2011). La polilla de la papa. Revista Visión Agraria. Año 3 - Edición N° 15. Puno - Perú.
- Cahuana, Q. R., Condori, M. T. y Flores, P. M. (2011). Cosecha, selección y clasificación de tubérculos de papa. Revista Visión Agraria, Año 3 - Edición N° 11. Puno - Perú. 55p.
- Cahuana, Q. R., Barreda, Q. W., Condori, M. T. y Ortega, F. M. (2012). Sistemas de almacenamiento de tubérculos - semilla de papa. Artículo Técnico – Revista Visión Agraria, Año 4 - Edición N°17. Puno - Perú. 63p.
- Cahuana, Q. R., Arcos, P.J., Barreda, Q.W. y Canihua, J. (2012). Producción de tubérculos semillas de buena calidad de papa. Serie Manual N° 01. Puno - Perú. 31 p.
- Cahuana, Q. R., Holguín, Ch. V. y Ortega, F. M. (2014). Control de epitrrix o pulguilla de la papa. Revista Visión Agraria. Año 7 - Edición 30. Puno - Perú.
- Cahuana, Q. R. y Cahuana, L. N. (2017). Recomendaciones técnicas de prevención, mitigación y adaptación a los efectos negativos de la sequía en el cultivo de papa. Revista Visión Agraria. Año 9 - Edición N° 43. Puno - Perú. 51 p.
- Delgado, M. P., Cahuana, Q. R., Mendoza, P. y Arcos, P. J. (2004). Manejo Integrado de Gorgojo de los Andes. Serie Cultivos, Boletín N° 05. Puno - Perú. 16p.
- Fundeagro (1991). Manual Control de calidad en semillas. Lima - Perú. 238p.
- Franco, J. y Rincón, H. (1985). Investigación Nematológicas en Programas Latinoamericanos de Papa. Vol. III Proyectos y métodos. CIP. Lima - Perú. 44p.
- Hidalgo, O. A. (1997). Producción de semilla básica por selección positiva, negativa y clonal. O. Hidalgo (Ed.). Centro Internacional de la Papa (CIP). Manual de capacitación. Fascículo 5.2. Lima- Perú.
- Hooker, W.J. (1986). Enfermedades Víricas de la Papa. Hemisferio Sur y Centro Internacional de la Papa. Boletín de información Técnica 19. Montevideo - Uruguay. 17p.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2014). Plan Estratégico de Mejoramiento Genético de Programa Nacional de Innovación de Raíces y Tuberosas - Papa. Dirección de Investigación Agraria Sub Dirección de Cultivos. Lima - Perú. 38p.
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2018). Decreto Supremo que aprueba el Reglamento Específico de Semilla de Papa. D.S. N°10-2018-MINAGRI.
- Pérez, W. y Forbes, G. (2008). El Tizón Tardío de la papa. Manual Técnico. Centro Internacional de la Papa. Lima - Perú. 39p.
- Torres, H. (2002). Manual de las enfermedades más importantes de la papa en el Perú. Centro Internacional de la Papa. Lima - Perú. 59p.



*Instituto Nacional de Innovación Agraria*



*Instituto Nacional de Innovación Agraria*

D: Av. La Molina 1981, La Molina  
T.: (511) 240 2100  
[www.inia.gob.pe](http://www.inia.gob.pe)

ISBN: 978-9972-44-058-8

