

MANUAL TÉCNICO
MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO 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 TÉCNICO
MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO DE

PAPA

MANUAL TÉCNICO: MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO DE PAPA

Ministro de Agricultura y Riego
Ing. Jorge Luis Montenegro Chavesta

Viceministro de Desarrollo e Infraestructura Agraria y Riego
Econ. Carlos Alberto Ynga La Plata

Viceministro de Políticas Agrarias
Alberto Dante Maurer Fossa, Ph.D.

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

© Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA

Proyecto 064_PI:

“Desarrollo de una variedad de papa con capacidad productiva y adaptación a los efectos negativos del cambio climático de la zona agroecológica Circunlacustre de Puno”

Autores:

Jesús Heráclides Arcos Pineda
Hector Mamani Huayta
Wilfredo Lino Barreda Quispe
Vitaliano Holguin Chuquimamani

Equipo técnico:

Jesús Heráclides Arcos Pineda
Hector Mamani Huayta
Wilfredo Lino Barreda Quispe
Vitaliano Holguin Chuquimamani

Editado por:

Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA
Equipo Técnico de Edición y Publicaciones
Av. La Molina 1981, Lima – Perú
(51 1) 240-2100 / 240-2350
www.inia.gob.pe

Editor general:

Eliana Alviárez Gutierrez, D.Sc.

Revisión de contenido:

Paúl Lama Isminio, D.Sc.
Yuriko Sumiyo Murillo Domen, M.Sc.

Diseño y diagramación:

Abner Fernando Mio Torrejón
Luis Carlos Arévalo Mercado

Publicado:

Octubre, 2020

Primera Edición:

Octubre, 2020

Tiraje:

1000 ejemplares

Impreso en:

Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA
RUC: 20131365994
Teléfono: (51 1) 240-2100 / 240-2350
Dirección: Av. La Molina 1981, Lima- Perú
Web: www.inia.gob.pe

ISBN:

978-9972-44-065-6

Tabla de contenido



Presentación	5
1. Introducción	7
2. Origen	8
3. Diversidad morfológica	9
4. Zonas de producción	11
5. Factores limitantes de la producción	13
6. Buenas prácticas agrícolas en la producción	17
6.1. Antes de la siembra	17
6.1.1. Selección del terreno	17
6.1.2. Rotación de cultivos	18
6.1.3. Diagnóstico de plagas y enfermedades	19
6.1.4. Control de plagas, enfermedades y malezas mediante la roturación del terreno	19
6.2. Durante el proceso productivo	19
6.2.1. Roturación y rastrado del terreno	19
6.2.2. Surcado del terreno	20
6.2.3. Semilla	20
6.2.4. Siembra	22
6.2.5. Fertilización y/o abonamiento	23
6.2.6. Levante de surcos	25
6.2.7. Control de malezas	25
6.2.8. Primer aporque	26
6.2.9. Segundo aporque	26
6.2.10. Control de las principales plagas	27
6.2.11. Control de las principales enfermedades	29
6.3. Cosecha	30
6.4. Poscosecha	31
6.4.1. Periodo de curación	31
6.4.2. Selección y clasificación	31
6.5. Almacenamiento	33
7. Referencias	34



Presentación

La papa posee una gran diversidad genética entre su especie y sus parientes silvestres siendo originaria de la cuenca del Lago Titicaca. Solamente en el Perú se encuentran más de 3 000 cultivares de papas nativas de alta calidad que son empleados en la agricultura de la región andina. Su cultivo contribuye significativamente a la dinamización de la economía de la agricultura familiar, abasteciendo sus cosechas a todos los mercados del Perú.

A pesar de su alto potencial de rendimiento en condiciones de agricultura familiar en la región andina, su producción siempre se ve afectada por los factores bióticos (plagas y enfermedades) y abióticos (heladas, sequías, entre otras); los cuales, ocasionan pérdidas en calidad y rendimiento del producto. Para mitigar los efectos adversos generados por los factores antes mencionados, resulta estratégica la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). La aplicación de las BPA antes y después de la siembra o durante su proceso productivo, así como la cosecha, pos cosecha y almacenamiento, aseguran la calidad e inocuidad del producto, la protección del medio ambiente y la salud de los consumidores.

El Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) a través del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) pone a disposición de los productores, técnicos y profesionales el presente **“Manual Técnico de Manejo Integrado del Cultivo de Papa”**; cuyo contenido ilustrativo y de fácil comprensión, ha sido elaborado por investigadores de la Estación Experimental Agraria Illpa – Puno, con el objetivo de comunicar y orientar en las buenas prácticas agrícolas del cultivo a los agricultores de las zonas productoras del Perú.

Jorge Luis Maicelo Quintana, Ph.D.

Jefe del INIA





1. Introducción

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es un cultivo de alto valor nutricional y medicinal, valioso para la alimentación de la población mundial. Constituye la principal fuente de ingreso para agricultores de escasos recursos de la región andina, lugar donde existe gran diversidad genética de especies cultivadas y silvestres (INIA, 2013). Sin embargo, a pesar de su alto potencial en rendimiento, en el Perú, el promedio de producción es bajo, en comparación al rendimiento promedio de otros países. Este menor rendimiento, entre otros factores, se debe principalmente al ataque de plagas y enfermedades que afectan el cultivo, así como a rotaciones intensivas en parcelas cada vez más pequeñas, con suelos de baja fertilidad, expuestos a las condiciones adversas del clima.

Para mejorar el rendimiento y contrarrestar el daño de plagas y enfermedades, los agricultores hacen uso de fertilizantes y pesticidas, con la consecuente contaminación del medio ambiente, riesgo de toxicidad para la salud humana e incremento de los costos de producción.

Como una alternativa para disminuir tales problemas, así como el menor uso de agroquímicos, las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) antes y durante el proceso productivo constituyen una contribución técnica y práctica para el Manejo Integrado del Cultivo de papa. Motivo por lo cual el presente manual busca contribuir, de manera técnico-científica, como una herramienta útil tanto para agricultores, técnicos y profesionales involucrados en la producción sustentable de este tubérculo.



2. Origen

La publicación de Spooner et al. (2005) reporta que la papa es originaria de la gran Cuenca del Lago Titicaca, meseta del Collao, ubicada entre Perú y Bolivia, región donde se distribuye aproximadamente el 50 % de las especies de papas silvestres y ocho especies de papas cultivadas. No obstante, evidencias científicas demuestran que la papa fue domesticada hace más de 8 000 años en la región altiplánica del sureste del Perú y noroeste de Bolivia, siendo el Perú considerado como el centro de origen de la papa; lo cual fue confirmado y demostrado por estudios realizados en restos de cerámicas de las culturas Moche y Chimú, en donde se muestra una diversidad de formas y colores de este tuberculo (MINAGRI, 2007) (Figura 1).



Figura 1. Zonas de la diversidad de especies de papas nativas.
Foto: Jesús Arcos.

3. Diversidad morfológica

Los cultivares domesticados por los antiguos peruanos se denominan “papas nativas”. Estas son producidas en las regiones altas de la zona andina de Perú y Bolivia (3 000 - 4 300 m s. n. m.), cuyas condiciones agroecológicas adversas que limitan los niveles de producción y productividad son los factores abióticos (alta radiación solar, heladas y sequías intermitentes) y bióticos (ataque de plagas y enfermedades) (Pradel et al., 2017).

En el Perú existen más de 3 000 cultivares de papas ancestrales únicas en el mundo. Además de sus extraordinarias cualidades nutritivas, se destacan por su diversidad de formas, color de cáscara y pulpa, sabores y texturas (MINAGRI, 2015) (Figura 2). Las pigmentaciones de pulpas son de colores vistosos, variando entre rojas, amarillas, azules, anaranjados y moradas, formando en muchos casos combinaciones únicas (Hardigan et al., 2017) (Figura 3).



Figura 2. Diversidades de formas y colores de papas nativas.
Foto: Jesús Arcos.



Figura 3. Pigmentaciones de diferentes formas y colores de pulpa. Variedad Quecorani (A). Variedad Munya Tuta (B). Variedad Kusi Song'ó (C). Variedad Peruanita (D).

Fotos: Jesús Arcos (A y B) y Ladislao Palomino (C y D).

4. Zonas de producción

En el Perú, la superficie sembrada en el año 2018 fue de 323 745 ha, con una producción de 5.10 millones de toneladas y un rendimiento promedio de 15.76 t ha⁻¹ (MINAGRI, 2019). Su producción se realiza en gran número de condiciones agroecológicas: puna seca, puna húmeda, valles interandinos de la sierra, vertientes orientales húmedas, vertientes occidentales subáridas y en los valles costeros subdesérticos (Egúsqiza, 2000; Salas y Roca, 2005).

Las especies cultivadas se siembran en 19 de los 24 departamentos del Perú (Figura 4) (Salas y Roca, 2005); siendo, los departamentos con mayor producción: Puno, Huánuco, La Libertad, Apurímac, Ayacucho, Junín, Cusco, Cajamarca, Arequipa y Huancavelica (Figuras 4 y 5) (INIA, 2019; MINAGRI, 2019).

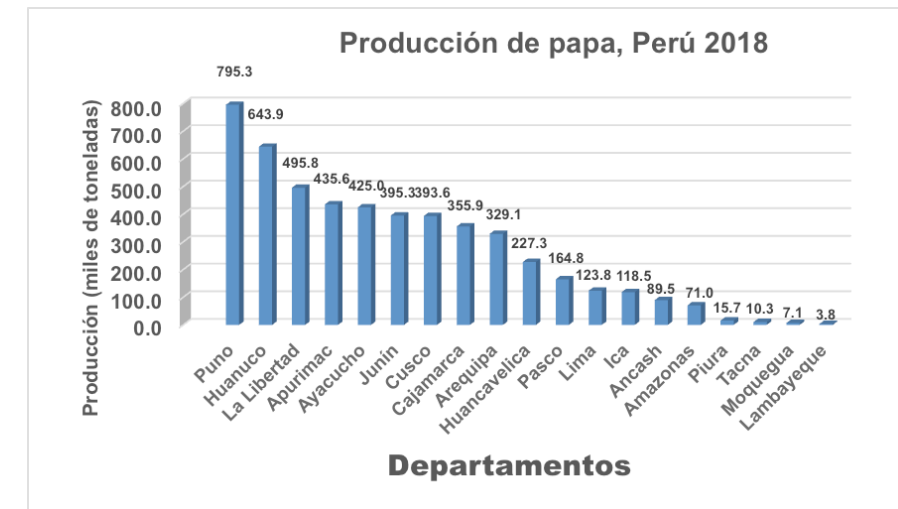


Figura 4. Producción de papa en 19 departamentos del Perú, año 2018.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5. Departamentos con mayor producción de papa en el Perú.

Fuente: Elaboración propia.

5. Factores limitantes de la producción

A pesar de su alto potencial de rendimiento, especialmente en la región altiplánica del Perú, el promedio registrado es bajo (11.70 t ha^{-1}) en comparación al rendimiento promedio de otros departamentos (La Libertad, Lima, Ica, Arequipa, Amazonas, Piura, Moquegua, Huánuco, Pasco, Junín, Ayacucho y Tacna) con 17.41 t ha^{-1} y países como Estados Unidos, Reino Unido, Alemania, Nueva Zelanda, Francia, Países Bajos y Bélgica con 42.87 t ha^{-1} .

El factor limitante más importante de la productividad de este cultivo es la variabilidad climática que, en la región andina, se caracteriza por el retraso de temporada de lluvias, las cuales son escasas e irregularmente distribuidas; la presencia de sequías prolongadas acompañada de días calurosos con alta radiación solar causan marchitez de plantas (Figura 6A) y el descenso frecuente de temperaturas (heladas), menor de $5 \text{ }^\circ\text{C}$, ocasiona daños en el 80 % del follaje (Figura 6B).

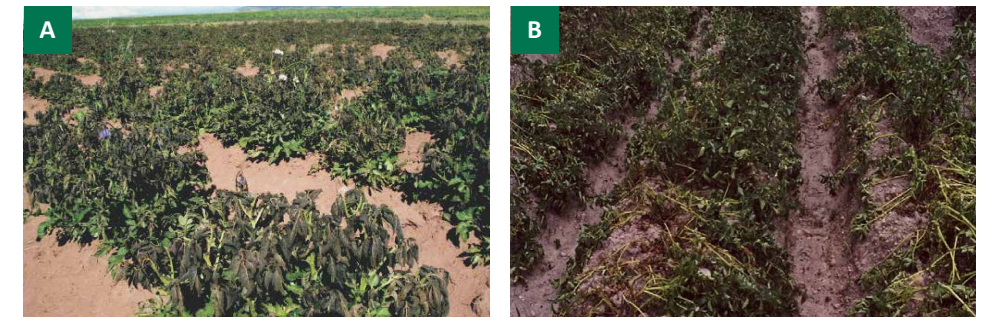


Figura 6. Marchitez de plantas causada por sequías prolongadas (A). Daño en el 80 % del follaje por la incidencia de heladas (B).

Fotos: Jesús Arcos.

Así también, como consecuencia de las intensas precipitaciones pluviales y granizadas (Figura 7A), la pérdida del suelo por erosión hídrica es acelerada, principalmente en zonas con laderas pronunciadas, ocasionando con ello reducción del nivel de fertilidad del suelo. Por otro lado, en zonas planas o en pampas, problemas de inundaciones son frecuentes (Figura 7B), perjudicando el crecimiento de la planta y, cuando estos son prolongados, induce a la senescencia de las hojas.





Figura 7. Daños al cultivo de papa causado por granizada (A). Problemas de inundación en zonas planas o pampa (B).
Fotos: Jesús Arcos.

Otro factor importante es la incidencia de insectos plaga, principalmente el gorgojo de los andes (*Premnotrypes* spp.) que causa daños considerables tanto en el follaje (insectos adultos) (Figura 8A), como en el tubérculo (larva) (Figura 8B) y enfermedades como la verruga (*Synchytrium endobioticum*) y roña (*Spongospora subterranea*) (Figuras 9A y 9B), que perjudican la productividad del cultivo, lo cual hace que la agricultura en esta región sea una actividad de alto riesgo y poca rentabilidad.

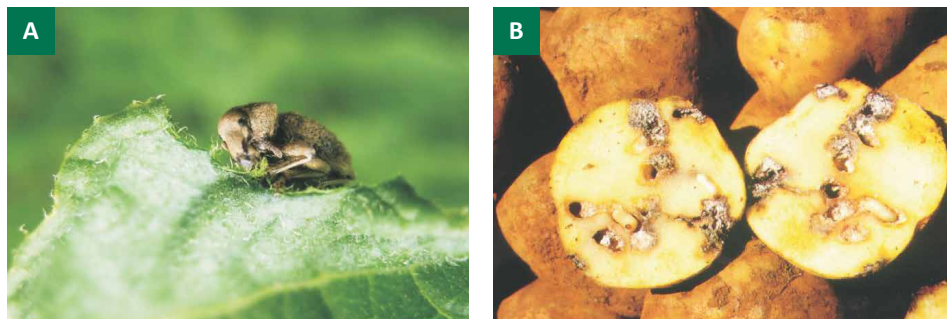


Figura 8. Gorgojo de los andes en estado adulto (A). Daños causados en estado de larva (B).
Fotos: Jesús Arcos (A) y Centro Internacional de la Papa - CIP, 2016 (B).

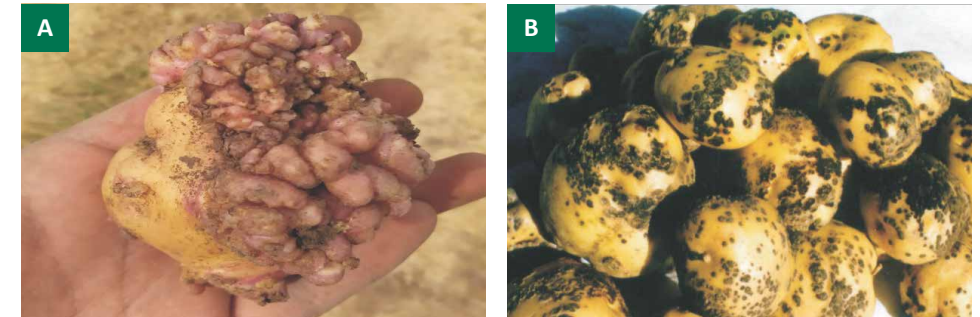


Figura 9. Daños causados por verruga (*Synchytrium endobioticum*) (A) y roña (*Spongospora subterranea*) (B) afectando tubérculos.

Fotos: Jesús Arcos.



6. Buenas prácticas agrícolas en la producción

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), se basan en un conjunto de normas, principios y recomendaciones técnicas que son aplicadas en todo el proceso productivo del cultivo (producción, procesamiento, almacenamiento y transporte), con el objetivo de asegurar la calidad e inocuidad del producto, protección del medio ambiente y salud de los consumidores.

6.1. Antes de la siembra

6.1.1. Selección del terreno

Para la producción exitosa de papa se deben seleccionar áreas de terreno con buen microclima; especialmente, en las condiciones agroecológicas del altiplano peruano, donde el clima es el factor más importante que limita los niveles de producción y productividad. La papa, preferiblemente, se debe sembrar en lugares donde no se tiene presencia de heladas, libres de plagas y enfermedades; en campos con suelos profundos, sueltos, de buen drenaje y ricos en materia orgánica, con estructura granular y textura franca, franco limoso o franco arcilloso y un pH ligeramente ácido a neutro (4.8 a 7.0). La ubicación del terreno debe darse de tal forma que evite daños por factores, de tal manera se pueda evitar daños por factores bióticos provenientes de terrenos vecinos a través del agua de riego o lluvia y daños por factores abióticos como la incidencia de heladas (Figura 10).



Figura 10. Papa, variedad Imilla Negra en Ilave-Puno, sembrada en buen microclima.
Foto: Jesús Arcos.



6.1.2. Rotación de cultivos

La rotación de cultivos consiste en alternar diferentes especies de plantas cultivadas en un mismo campo de cultivo. El requerimiento nutricional de cada cultivo en rotación, contribuirá a mejorar y conservar la fertilidad de los suelos; además de ello, la incidencia de plagas y nivel de inóculo de fitopatógenos disminuye al no encontrar alimento u hospedante. Una recomendación adecuada para la rotación de cultivos en la zona andina sería: papa-quinua-cereal-leguminosa e incluso se debe considerar el descanso del terreno por tres a cuatro años.

De esta manera y posterior al cultivo de papa, la siembra de quinua (*Chenopodium quinoa*), no se verá afectado por las plagas y enfermedades de la papa. A seguir, la rotación con cereales como cebada (*Hordeum vulgare*) o avena (*Avena sativa*) y finalmente leguminosas tales como haba (*Vicia faba*) o tarwi (*Lupinus mutabilis*) que, además de complementar el control de las plagas mejoran la fertilidad de los suelos (Figura 11).



Figura 11. Esquema de rotación de cultivos recomendado para la zona andina. Foto: Jesús Arcos.

6.1.3. Diagnóstico de plagas y enfermedades

En las zonas altoandinas del Perú, las causas principales del crecimiento deficiente de la planta y daño de los tubérculos son los fitopatógenos, el clima desfavorable e insectos plaga. La papa es infectada por enfermedades causadas por bacterias, hongos, virus, nematodos y fitoplasmas. Dentro de las enfermedades fungosas que afectan la calidad y cantidad de tubérculos se encuentran la verruga de papa (*Synchytrium endobioticum*), roña (*Spongospora subterranea*) y la rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*).

Antes de la siembra, es necesario realizar un diagnóstico del historial de la incidencia de plagas y enfermedades. De preferencia, la papa no debe ser sembrada en campos que están infectados con verruga y roña. Igualmente se debe conocer la incidencia del gorgojo de los andes (*Premnotrypes* spp.), la polilla (*Phthorimaea operculella*), entre otros.

6.1.4. Control de plagas, enfermedades y malezas mediante la roturación del terreno

Para tener éxito en la producción de papa es importante la oportuna y adecuada roturación del terreno, la cual debe realizarse, de preferencia, inmediatamente después de la cosecha del cultivo anterior, esto con la finalidad de exponer restos de enfermedades fungosas, larvas de plagas y estados juveniles de nematodos a los efectos de la radiación solar, frío y aves. Para el control de malezas, las semillas germinadas de éstas son eliminadas con la pasada de rastra de discos al momento de la siembra.

Para el mejor control de plagas, enfermedades y malezas, la roturación del terreno debe ser profunda; de tal manera, que el suelo que está a mayores profundidades quede expuesto y lo que está sobre la superficie se profundice. Esta práctica también permite la incorporación de los residuos de cosecha del cultivo anterior para su descomposición y favorecer la buena aireación del suelo.

6.2. Durante el proceso productivo del cultivo

6.2.1. Roturación y rastrado del terreno

La preparación del terreno consiste en un roturado profundo (Figura 12A), rastrado en forma cruzada y nivelado (Figura 12B); esto para evitar la acumulación del agua, lavado de nutrientes y tener una emergencia uniforme y vigorosa de las plántulas en el campo.



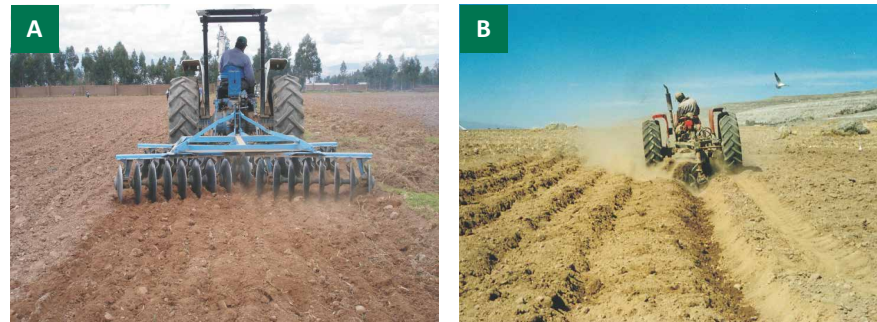


Figura 12. Roturado profundo (A). Rastrado y nivelado (B).
Fotos: Jesús Arcos.

6.2.2. Surcado del terreno

En papa, de preferencia, el surcado debe realizarse el mismo día de la siembra a una profundidad de 10 a 15 cm con distanciamiento entre surcos de acuerdo a la variedad y fines de producción (generalmente de 0.90 a 1.00 m).

6.2.3. Semilla

Los tubérculos-semillas de calidad, constituyen un insumo esencial y estratégico para la producción y calidad de alimentos, contribuyendo de esta manera con la seguridad alimentaria y nutricional. Las plantas de papa originadas de semillas con buenas características genéticas, fisiológicas, sanitarias y físicas presentan buen desarrollo foliar y vigor; respondiendo mejor, en cuanto a tolerancia y/o resistencia, a la incidencia de plagas y enfermedades. En la región altiplánica del Perú, es común la siembra de variedades nativas como: la Imilla Negra (Figura 13A), Ccompis (Figura 13B) e Imilla Blanca (Figura 13C), que son cultivares nativos comerciales de buena capacidad productiva y de excelente calidad culinaria por el alto contenido de materia seca (25 %); por lo tanto, son exquisitos para su consumo fresco en forma de sancochadas, asadas, o en forma de hojuelas. También se siembran algunas variedades mejoradas: como la Andina (Figura 14A) y Wiñay (Figura 14B) por su alto rendimiento y buena tolerancia a heladas y sequía.

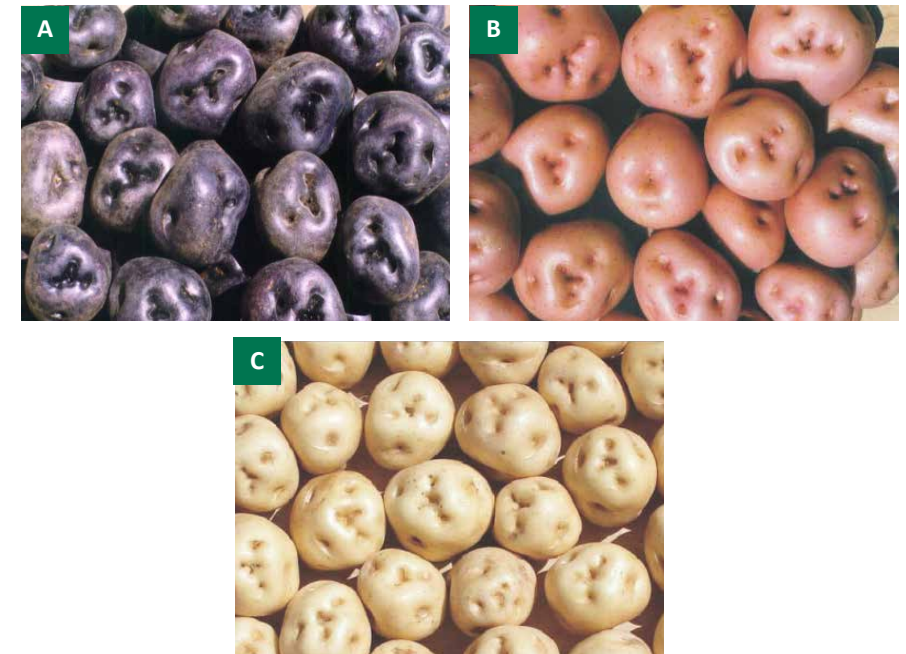


Figura 13. Variedades nativas de la región altiplánica. Imilla Negra (A). Ccompis (B). Imilla Blanca (C).
Fuente: Jesús Arcos.

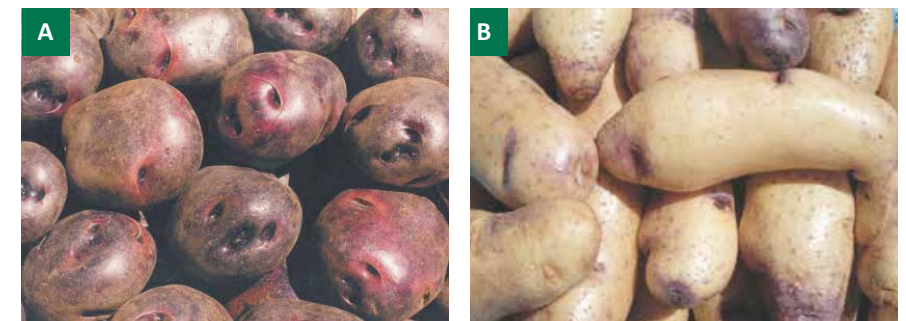


Figura 14. Variedades Mejoradas comerciales. Andina (A) y Wiñay (B).
Fotos: Jesús Arcos.



6.2.4. Siembra

La siembra se realiza, generalmente, entre surcos distanciados de 0.90 a 1.00 m (Figura 15A), dependiendo de la variedad y fines de producción. Los tubérculos-semillas se van distribuyendo en forma manual en el fondo del surco con un distanciamiento de 20 a 25 cm entre tubérculos. Posterior a la siembra y aplicación de fertilizantes y abono orgánico (Figura 15B) se realiza el tapado y retapado.

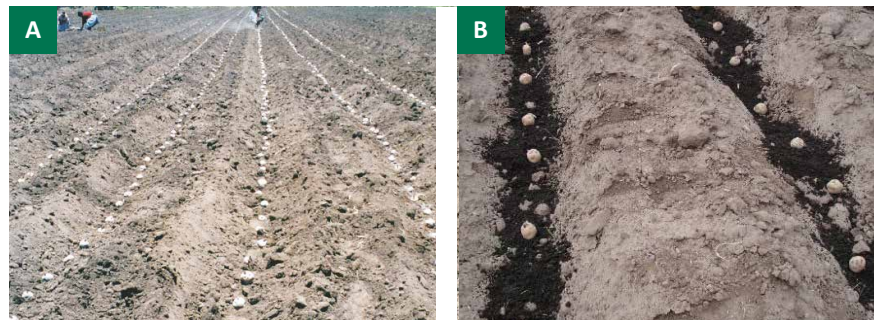


Figura 15. Siembra de papa variedad Ccompis (0.90 – 1.00 m entre surcos) (A), fertilización y abonamiento con humus de lombriz en la región de Puno (B).

Fotos: Jesús Arcos.

La densidad de siembra o la población de plantas por hectárea depende de las variedades, el tamaño de los tubérculos-semillas, distanciamiento entre surcos y tubérculos (Tabla 1).

Tabla 1. Cantidad de semilla y población de plantas por hectárea para variedades nativas y mejoradas por clase y peso.

Clase	Peso Semilla (g)		Nativas: 0.90 x 0.25 m		Mejoradas: 1.00 x 0.25 m	
	Rango	Promedio	kg ha ⁻¹	Plantas ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	Plantas ha ⁻¹
Primera	81-100	90	4 050	45 000	3 600	40 000
Segunda	61-80	70	3 150	45 000	2 800	40 000
Tercera	41-60	50	2 250	45 000	2 000	40 000

Fuente: Jesús Arcos.

6.2.5. Fertilización y/o abonamiento

La fertilización consiste en incorporar al suelo los nutrientes que no se encuentran en cantidades suficientemente requeridas para una producción esperada. El tipo y cantidad de fertilizantes a aplicar varía según el nivel de fertilidad del suelo, clima, requerimiento nutricional del cultivo, variedad, etc; para ello, el análisis o evaluación de las características físicas y químicas del suelo indicará la cantidad de nutrientes necesarios para obtener mejores rendimientos con el menor costo.

La mayoría de los suelos de la sierra peruana son pobres en nitrógeno, medio en fósforo y de medio a alto en potasio, por lo que se recomienda la aplicación de estos nutrientes (Cabrera, 2009). El requerimiento nutricional necesario para el crecimiento y rendimiento óptimo del cultivo de papa se proporciona a través de la aplicación de fertilizantes y/o abonos orgánicos. Según las investigaciones de Villagarcía (1987), en las condiciones de la región altiplánica del Perú, los fertilizantes son aplicados en base a la fórmula de 120-100-80 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente. En relación al calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S), así como de los micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu, B y Mo), el mismo autor indica que los agricultores raras veces se preocupan de estos elementos minerales, porque las necesidades requeridas son en pequeñas cantidades y los suelos de la sierra, generalmente no presentan deficiencia de estos nutrientes.

Aunque los nutrientes solo representan menos del 10 % de la materia seca total de la planta de papa, todos y cada uno de ellos cumplen una función esencial en el desarrollo y producción (Villagarcía, 1987). El nitrógeno estimula mejor el crecimiento y desarrollo foliar (ramas y hojas abundantes) para una mayor síntesis de fotosintatos, que se traducirá en un incremento de rendimiento; este elemento mineral es un componente importante de proteínas y clorofila (Yara Perú, 2018). Como fuentes de nitrógeno para la nutrición de las plantas se utilizan fertilizantes como urea, nitrato de amonio, sulfato de amonio y guano de isla. Teniendo en consideración, que el nitrógeno es absorbido por la planta como nitrato (NO₃⁻) o amonio (NH₄⁺), se está investigando la nutrición con el uso de fertilizantes como nitrato de calcio y nitrato de potasio.

El fósforo es un componente tanto de ácidos nucleicos como de la síntesis y translocación de fotosintatos, estimula la formación de raíces, estolones y el inicio de la tuberización. Del fertilizante fosfatado aplicado al suelo, solo el 15 % al 20 % de fósforo está disponible para la planta; la disponibilidad depende del tipo de suelo y la temperatura, (en climas fríos se debe aplicar mayor cantidad del fertilizante fosfatado) (Vander Zaag, 1986; Yara Perú, 2018). Las principales fuentes del elemento mineral fósforo son los Superfosfatos y Fosfato Diamónico.



El potasio es el otro elemento importante para la nutrición de las plantas, interviene en el proceso de transpiración, síntesis y translocación de fotoasimilados hacia los órganos de reserva; el potasio controla el nivel hídrico y la concentración iónica dentro de los tejidos de la planta, incluyendo la apertura y cierre de estomas; plantas de papa con buena nutrición potásica tienen mejor tolerancia a heladas, sequías y enfermedades. Los fertilizantes utilizados como fuentes de potasio son cloruro de potasio y sulfato de potasio; sin embargo, investigaciones recientes muestran que el nitrato de potasio es una fuente importante y efectiva tanto para potasio como para nitrógeno en comparación con otros fertilizantes potásicos (Yara Perú, 2018).

Durante la siembra es recomendable aplicar el 50 % del fertilizante nitrogenado y el 100 % de los fertilizantes fosfatados y potásicos; la mezcla de los tres fertilizantes se distribuye en golpes, entre tubérculos-semillas sembrados, evitando el contacto con ellos. El 50 % del fertilizante nitrogenado restante se aplica en el momento del primer aporque, colocando a golpes entre las plantas. El fraccionamiento del fertilizante nitrogenado tiene como objetivo el disponibilizar este elemento en la época de mayor demanda por la planta (inicio de tuberización y llenado de tubérculos) así como para mitigar su pérdida por lixiviación.

El cultivo de papa responde favorablemente a la incorporación de abonos orgánicos, la cual, de preferencia debe realizarse tres meses antes de la siembra (agosto o setiembre) en una cantidad de 20 t ha⁻¹ (INIA, 2013) (Figura 16A y 16B). El abono orgánico (estiércol, compost, humus de lombriz, entre otros); además de mejorar la estructura del suelo, también mejora la actividad microbiana, favorece la retención de agua y genera una mayor tolerancia a enfermedades causadas por hongos y nematodos, constituyéndose de esta manera en una buena práctica agrícola recomendada.



Figura 16. Aplicación de estiércol en campo (A). Aplicación de estiércol de ovino (B).
Fotos: Jesús Arcos.

6.2.6. Levante de surcos

Para mitigar el daño de plagas, enfermedades y malezas se realizan oportunamente las labores culturales. Aproximadamente, a los 45 días después de la siembra, empleando maquinaria agrícola (Figura 17) o yunta se realiza el levantado de surcos conocido también como pilchado. Esta práctica favorece el drenaje del exceso de agua, eliminación y/o tapado de malezas, así como la acumulación de tierra alrededor de la base de los tallos.



Figura 17. Levantado de surcos, que favorece el drenaje y control de malezas.
Foto: Jesús Arcos.

6.2.7. Control de malezas

La incidencia de malezas se debe controlar oportuna y eficientemente, empleando productos químicos o manualmente, esto con la finalidad de que las plantas no tengan competencia por nutrientes, luz y agua. Además de ello, el control de malezas, permite disminuir el daño por plagas, enfermedades y nematodos. Manualmente, las malezas se eliminan con el empleo de azadones, picos y herramientas conocidas como lijuanas; especialmente en condiciones de agricultura familiar. Por otro lado, para el control químico, que generalmente es realizado en áreas extensas, la aplicación del herbicida Metribuzina (Sencor) viene siendo utilizado con buenos resultados en el control de malezas en papa.



Este herbicida sistémico y de amplio espectro controla malezas de hoja ancha y angosta; se recomienda aplicar en época pre-emergente a los 15 días después de la siembra a una dosis de 500 a 600 mL por 200 L de agua. También se puede utilizar productos como glifosato + linuron, glifosato + prometrina, glifosato + diuron, entre otros.

6.2.8. Primer aporque

Esta actividad es realizada entre 60 y 70 días después de la siembra, cuando las plantas alcanzan una altura aproximada de 15 a 20 cm e inmediatamente después de la segunda fertilización nitrogenada. El aporque consiste en acumular entre 6 y 8 cm de tierra en la base de los tallos en forma de camellones, con la subsecuente formación de surcos que servirán para labores de riego o para facilitar la evacuación del exceso de agua de lluvias. En las zonas altoandinas, esta labor es aprovechada para realizar el control de malezas que permita favorecer el mejor crecimiento de las plantas (Figura 18A).

6.2.9. Segundo aporque

Es realizado entre 20 y 25 días después del primer aporque o cuando las plantas presentan una altura de 45 a 50 cm; para ello, se deposita una capa de tierra sobre el camellón permitiendo elevar la altura de este; profundizar el surco aislando las raíces, estolones y tubérculos del daño de plagas; evitar la emergencia de estolones a la superficie y favorecer un buen desarrollo de los tubérculos (Figura 18B).



Figura 18. Primer aporque y eliminación de malezas (A). Segundo aporque que favorece desarrollo de tubérculos (B).

Fotos: Programa Nacional en Papa.

6.2.10. Control de las principales plagas

Gorgojo de los Andes (*Premnotrypes* spp.)

La denominación gorgojo de los Andes involucra a varios géneros y especies de la familia Curculionidae; este complejo se encuentra distribuido en toda la región andina, entre los 2 500 y 4 700 m s. n. m. En el Perú, las especies de mayor distribución e importancia económica son *P. vorax* Hustache, en la sierra norte; *P. suturicallus* Kuschel, *P. pierce*, y *P. fractirostris* Marshall, en la sierra central y *P. latithorax* Pierce, *P. solaniperda* Kuschel y *P. pusillus* Kuschel, en la sierra sur; siendo *P. solaniperda* Kuschel el de mayor predominancia en la región del altiplano peruano (Delgado et al., 2015). Los daños en el área foliar son causados por adultos que comen las hojas en forma de semiluna o semicírculo y en los tubérculos las larvas consumen el tejido dejando agujeros que están llenos de su excremento (Figura 8). Este daño es considerado como el de mayor importancia debido a que afecta la calidad comercial de los tubérculos.

Los métodos de control recomendables son: rotación de cultivos, la preparación del terreno de forma apropiada, uso de semilla sana y libre de estados larvales, entre otros. Así también, existen otros métodos que reducen la población de estos insectos durante el proceso productivo:

- Instalación de barreras vegetales como el tarwi (*Lupinus mutabilis*), con distanciamiento de 1.50 a 2.00 m de ancho, alrededor del cultivo, para repeler la migración de la plaga adulta hacia el campo de cultivo. El uso de barreras de plástico también es recomendable.
- Control químico: a pesar de las BPA antes de la siembra, al evaluar el campo de cultivo con 80 % de emergencia de plantas, se puede encontrar alta población de adultos, debido posiblemente a la migración desde áreas cercanas o focos de infestación próxima (campos de papa con gorgojo). Este es el momento oportuno de realizar un control químico. En las condiciones ambientales de la región altiplánica del Perú, donde la especie predominante es *P. solaniperda*, el piretroide Lambdacihalotrina (Karate) tiene efecto sobre el insecto por contacto, ingestión y repelencia de los adultos. Como resultado de los ensayos realizados, el insecticida se debe aplicar a la dosis de 1.25 mL L⁻¹ de agua, al 80 % de la emergencia de las plantas; si después de los siete días de aplicación del insecticida persiste el daño en las hojas, se recomienda aplicar nuevamente el producto. También puede ser utilizado el insecticida Betacyfluthrina según la dosis recomendada.

- No dejar plantas sin cosechar, ni tubérculos en el campo.
- Almacenar solo tubérculos libres de esta plaga.

Epitrix (*Epitrix* spp.), Trips (*Frankliniella tuberosi* M.), Polilla (*Phthorimaea operculella*) y Mosca barrenadora (*Phytoliriomyza papae*)

- Durante el desarrollo vegetativo del cultivo, para el control de la incidencia de estas plagas se realizan aplicaciones del insecticida piretroide Lambdacihalotrina (Aikido), a la dosis de 1.25 mL L⁻¹. Es un producto ideal para el control de insectos chupadores y masticadores; el control es mediante el mecanismo de acción por contacto e ingestión de las partes de la planta tratada.
- Para el control de epitrix y polilla, en la cosecha, no dejar plantas sin cosechar ni tubérculos en el campo.
- Almacenar tubérculos libres de larvas de epitrix y polillas.
- Para el control de adultos de polilla y trips, se recomienda el uso de trampas pegantes amarillas, las cuales pueden ser construidas con pedazos de plástico amarillo de diferentes tamaños, untados con algún pegamento especial o simplemente con aceites vegetales y distribuidas en el campo sobre estacas de madera (Figura 19A). Específicamente para el control de la polilla, se puede utilizar trampas simples construidas de embaces de aceites de motor desechados o botellas plásticas; en la parte superior de la trampa, se coloca la feromona sexual (hormona femenina) y en la parte inferior agua con detergente (Figura 19B). Los adultos machos de las polillas son atraídos por la feromona sexual y se dirigen hacia las trampas donde son capturados al caer en la solución preparada.

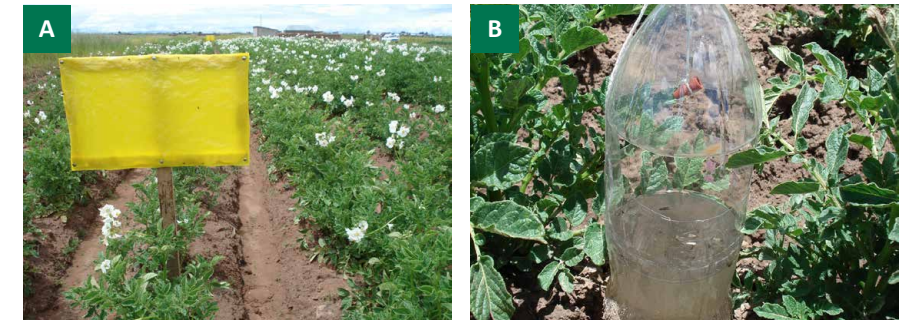


Figura 19. Trampas pegantes amarillas (A). Trampas con feromona sexual (B).
Fotos: Wilfredo Barreda.

6.2.11. Control de las principales enfermedades

Enfermedades a nivel del suelo

Enfermedades cuyos agentes causales sobreviven en el suelo: verruga (*Synchytrium endobioticum*), roña (*Spongospora subterranea*), rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*) y pudrición seca (*Fusarium solani*).

Para el control de estas enfermedades se recomienda:

- Uso de semilla sana, almacenada en ambientes con luz difusa, provenientes de centros de producción o lugares libres de enfermedades.
- Desinfectar los tubérculos-semillas con fungicidas como Propineb (Antracol PM) o Mancozeb (Dithane M-45), dos o tres días antes de la siembra, a una dosis de 5 a 6 g L⁻¹. La desinfección de los tubérculos-semillas permite protegerlos del ataque de hongos que están presentes en el suelo. Propineb es un fungicida orgánico de acción protectante, de buen efecto inicial y acción persistente (actúa sobre las esporas); mientras el Mancozeb, es un fungicida de contacto con resistencia al lavado por agua de riego o lluvia.
- No dejar plantas sin cosechar ni tubérculos enfermos en el campo.
- Almacenar solamente los tubérculos sanos.

- Aspersiones de *Bacillus subtilis* a una concentración de 1×10^8 UFC mL⁻¹ sobre los tubérculos sembrados en el campo, es recomendable para el control de *Rhizoctonia solani* (Arcos y Zúñiga, 2015).
- Quemar los tubérculos afectados por verruga, roña, rizoctonia y pudrición seca; no deben ser consumidas por los animales.

Enfermedades foliares

En el altiplano peruano, la campaña agrícola se caracteriza por la presencia abundante de precipitación pluvial durante las noches, con alta radiación solar y humedad relativa en el día. Estas condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa alta, son favorables para la incidencia de enfermedades foliares; los síntomas de manchas en el área foliar son causadas por un complejo de hongos fitopatógenos, que pertenecen a los géneros *Ulocladium*, *Phoma*, *Septoria* y *Alternaria*. El control debe ser preventivo con aplicaciones de fungicidas de contacto o sistémico, asperjando uniformemente todo el follaje de la planta, los fungicidas con mejores resultados en el control de manchas foliares son:

- Propineb (Antracol PM), a una dosis de 2.5 g L⁻¹ o 40 g por mochila de 20 L.
- Benomil (Benlate), a una dosis de 2.5 g L⁻¹ o 35 a 40 g por mochila de 20 L de agua. Benomil es un fungicida sistémico de translocación acropétala, efectivo para el control de enfermedades foliares

6.3. Cosecha

Llamada también escarbe, se realiza cuando los tubérculos ya no se pelan al ser friccionados con los dedos. En las condiciones de la región altiplánica del Perú, la cosecha es generalmente realizada entre el 20 de abril y 20 de mayo, dependiendo de las variedades, incidencia de plagas, enfermedades y condiciones climáticas. En pequeños campos de cultivo de agricultura familiar, generalmente, la cosecha es manual, utilizando herramientas tradicionales denominadas lijuanas (Figura 20A) y en áreas más grandes también se puede realizar de forma semimecanizada, mediante una cosechadora que deja los tubérculos sobre la superficie del terreno para su recojo manual (Figura 20B). Esta labor es complementada con el rebusque manual de los tubérculos enterrados dentro del terreno.



Figura 20. Cosecha manual con lijuanas (A). Tubérculos de papa sobre la superficie del terreno, cosecha semi-mecanizada, variedad Ccompis, Puno (B).

Fotos: Wilfredo Barreda (A) y Jesús Arcos (B).

6.4. Poscosecha

6.4.1. Periodo de curación

Los tubérculos cosechados se acondicionan en ambientes no expuestos a factores ambientales adversos, en forma de rumas o montones adecuados y protegidos o tapados con paja o brozas de avena para su curado; por un tiempo de 15 a 20 días. Este periodo de curación es realizado con la finalidad de cicatrizar las heridas causadas durante la cosecha y transporte, favorecer el secado y desprendimiento de la tierra adherida a los tubérculos, así como detectar síntomas de pudriciones. Esta labor es importante para una adecuada selección y clasificación.

6.4.2. Selección y clasificación

La selección consiste en separar los tubérculos de mala calidad (dañados por plagas, afectados por enfermedades, deformados, pequeños y partidos) que serán destinados para el consumo humano, de los tubérculos sanos (Figura 21A), que serán utilizados para semillas.

Posteriormente los tubérculos sanos son clasificados por peso o tamaño en clases de tubérculos-semillas, generalmente en gruesa, primera, segunda y tercera (Figura 21B). Sin embargo, en la producción de agricultura familiar, también se considera la clase cuarta como semilla (Tabla 2). La selección y clasificación adecuada es una de las prácticas más importantes para el éxito del almacenamiento.



Figura 21. Selección de tubérculos cosechados, variedad Wiñay (A). Variedades Ccompis y Andina seleccionadas por clases (B).

Fotos: Héctor Mamani (A) y Jesús Arcos (B).

Tabla 2. Clasificación de tubérculos-semillas por peso.

Clase	Peso (g)
Gruesa	Mayor de 100
Primera	81 - 100
Segunda	61 - 80
Tercera	41 - 60
Cuarta	21 - 40

Fuente: Jesús Arcos.

6.5. Almacenamiento

El almacenamiento debe ser realizado en ambientes con luz difusa, de buena ventilación con temperaturas bajas de 3 a 4 °C y humedad relativa entre 85 y 90 % con el objetivo de lograr tubérculos-semillas turgentes, sanos, con numerosos brotes, cortos y vigorosos. En condiciones de la zona andina, el almacenamiento puede ser realizado durante cuatro a cinco meses, siempre y cuando se sigan las recomendaciones de las buenas prácticas como:

- Antes del almacenamiento, las paredes internas y externas de las bandejas deben ser desinfectadas con fungicida (Propineb o Benomil) e insecticida (Lambdacihalotrina) a una dosis de 2.5 g y 1.3 mL L⁻¹ de agua, respectivamente.
- Almacenar entre 80 a 100 Kg de tubérculos-semillas por metro cuadrado de bandeja que viene a ser 12 a 15 cm de altura de tubérculos almacenados (Figura 22A). Los tubérculos cosechados de invernaderos, originados de plántulas *in vitro*, denominados como tubérculos prebásicos son almacenados en pequeñas bandejas de madera (Figura 22B).
- Depositar agua en los ductos o canales que se encuentran en la base de las bandejas, para evitar la deshidratación de los tubérculos, debido a que en las condiciones de Puno la humedad relativa del ambiente es baja (40 a 60 %).
- Las ventanas laterales del almacén deben estar cubiertas con malla fina y protector (plástico u otro material) para evitar el daño por aves y heladas.

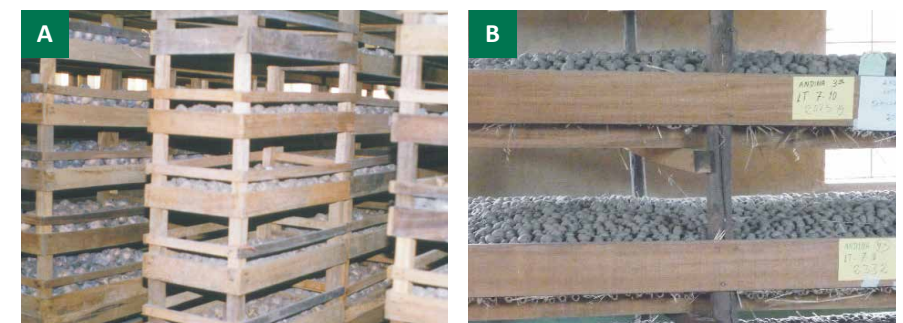


Figura 22. Almacenamiento de tubérculos-semillas en ambientes de luz difusa (A). Almacenamiento de tubérculos pre básicos en bandejas de madera (B).

Fotos: Jesús Arcos.



7. Referencias

- Arcos, J. y Zúñiga, D. (2015). Efecto de rizobacterias en el control de *Rhizoctonia solani* en el cultivo de papa. *Ecología Aplicada*, 14(2), 95-101.
- Cabrera, H. (2009). Manual técnico de producción de semilla básica de papa. Estación Experimental Baños del Inca, Cajamarca. INIA. Lima, Perú.
- Centro Internacional de la Papa - CIP (2016). Informe anual del CIP. Lima, Perú.
- Delgado, P., Cahuana, R. y Arcos, J. (2015). Manejo integrado de gorgojo de los andes *Premnotrypes solaniperda* (Coleoptera, Curculionidae) en el cultivo de papa en Puno. Manual Técnico. INIA. Puno, Perú.
- Egúsquiza, R. (2000). La papa, producción, transformación y comercialización. CIMAGRAF S. R. L. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA (2019). Plan Estratégico del Programa Nacional en Raíces y Tuberosas-Papa. DDTA. Sub-dirección de Cultivos. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA (2013). Plan Estratégico de Mejoramiento Genético del Programa Nacional de Innovación Agraria en Raíces y Tuberosas-Papa. DIA. Sub-dirección de Cultivos. Lima, Perú.
- Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI (2007). Día Nacional de la Papa, Anunciando el Año Internacional de la Papa 2008. DGPA. Año 1- Boletín 1. Lima, Perú.
- Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI (2015). Día Nacional de la Papa. DGSEP. Biodiversidad, Seguridad Alimentaria y Negocios. Boletín 1. Lima, Perú.
- Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI (2019). Sistema de información de cultivos. Lima, Perú.
- Pradel, W., Hareau, G., Quintanilla, L. y Suárez, V. (2017). Adopción e impacto de variedades mejoradas de papa en el Perú: Resultados de una encuesta a nivel nacional (2013). Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú.
- Salas, A. y Roca, W. (2005). Magnitud e impacto potencial de la liberación de organismos genéticamente modificados y sus productos comerciales, caso papa. En O. Hidalgo, W. Roca y E. N. Fernández- Northcote (Eds.), Magnitud e impacto potencial de la liberación de organismos genéticamente modificados y sus productos comerciales: Casos Algodón, Leguminosas de grano, Maíz y Papa (págs. 63 – 91). Consejo Nacional del Medio Ambiente. Lima, Perú.
- Spooner, D. M., McLean, K., Ramsay, G., Waugh, R. y Bryan, G. J. (2005). A single domestication for potato based on multilocus amplified fragment length polymorphism genotyping. *PNAS*, 41:14694-14699.
- Vander Zaag, P. (1986). Necesidades de fertilidad de suelos para la producción de papa. Boletín de Información Técnica 14. Centro Internacional de la Papa. Hemisferio Sur, Montevideo.
- Villagarcía, S. (1987). La nutrición mineral y la fertilización de la papa. En: El cultivo de papa con énfasis en producción de semilla (págs. 157-167.) Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Yara Perú & Bolivia. (2018). Solución “Rica Papa”. II Seminario Internacional de nutrición en papa. Lima, Perú.





Instituto Nacional de Innovación Agraria





Instituto Nacional de Innovación Agraria

Av. La Molina 1981, La Molina
(51 1) 240-2100 / 240-2350
www.inia.gob.pe



ISBN: 978-9972-44-065-6

