



LINEAMIENTOS PARA EL MANEJO AGRONÓMICO Y FITOSANITARIO DE LAS VARIEDADES DE PAPA BIOFORTIFICADAS CIP-KALLPA YAWRI Y CIP-PUKA YAWRI EN ZONAS ALTOANDINAS DEL PERÚ

DIC
2025

Salas Elisa, Pérez Wilmer,
Andrade-Piedra Jorge, Burgos Gabriela



STC CGIAR



**Lineamientos para el manejo agronómico y fitosanitario
de las variedades de papa biofortificadas
CIP–KALLPA YAWRI y CIP–PUKA YAWRI
en zonas altoandinas del Perú**

Diciembre 2025

Lineamientos para el manejo agronómico y fitosanitario de las variedades de papa biofortificadas CIP–KALLPA YAWRI y CIP–PUKA YAWRI en zonas altoandinas del Perú

© Centro Internacional de la Papa 2025

DOI: 10.4160/cip.2025.12.026

CIP ID:2026.01.08/RP

Las publicaciones del CIP contribuyen con información importante sobre el desarrollo para el dominio público. Los lectores están autorizados a citar o reproducir este material en sus propias publicaciones. Se solicita respetar los derechos de autor del CIP y enviar una copia de la publicación donde se realizó la cita o publicó el material al Departamento de Comunicaciones, a la dirección que se indica abajo.

Centro Internacional de la Papa

Apartado 1558, Lima 12, Perú

cip@cgiar.org • www.cipotato.org

Citación:

Salas, E.; Pérez, W.; Andrade-Piedra, J.; Burgos, G. 2025. *Lineamientos para el manejo agronómico y fitosanitario de las variedades de papa biofortificadas CIP–KALLPA YAWRI y CIP–PUKA YAWRI en zonas altoandinas del Perú*. 26p. DOI: 10.4160/cip.2025.12.026

Diseño y diagramación:

Departamento de Comunicaciones

Diciembre 2025

El CIP agradece a los donantes y organizaciones que apoyan globalmente su trabajo a través de sus contribuciones al Fondo Fiduciario del CGIAR: www.cgiar.org/funders



© 2023. Esta publicación está registrada por el Centro Internacional de la Papa (CIP). Está licenciada para su uso bajo la Licencia Internacional de Atribución 4.0 de Creative Commons

Contents

1. Resumen	5
2. Introducción	6
3. Objetivo	6
4. Las variedades biofortificadas	7
4.1 CIP-KALLPA YWARI (La Fuerza de Hierro)	7
4.2 CIP-PUKA YAWRI (La Roja de Hierro)	7
5. Lineamientos de manejo agronómico	8
5.1 Selección del terreno para sembrar.	8
5.2 Semilla	8
5.3 Epoca de siembra.....	9
5.4 Preparación del terreno:.....	9
5.5 Labores culturales.....	10
5.6 Fertilización y manejo nutricional.....	10
5.7 Cosecha y Postcosecha	11
5.7.1 Labor de cosecha	12
5.7.2 Clasificación.....	12
5.7.3 Curado.....	12
5.7.4 Almacenamiento:.....	12
6. Lineamientos del manejo fitosanitario	13
6.1 Plagas y enfermedades	13
6.2 Estrategias preventivas y de monitoreo	14
6.3 Control cultural	14
6.4 Control químico	19
7. Agradecimientos	20
8. Referencias	21
9. Anexo 1.	23

1. Resumen

El Centro Internacional de la Papa (CIP) desarrolló las variedades biofortificadas CIP–KALLPA YAWRI y CIP–PUKA YAWRI con el objetivo de contribuir a la reducción de la anemia en poblaciones altoandinas. Estas variedades, liberadas oficialmente en 2024 y 2025, contienen entre 35% y 55% más hierro que las variedades tradicionales y presentan resistencia comprobada al tizón tardío, lo que disminuye la necesidad de fungicidas. Su desempeño agronómico ha sido validado en 26 localidades de la sierra norte, centro y sur del Perú entre 2018 y 2021, mostrando buena adaptación entre los 2 600 y más de 4 000 m s.n.m. y rendimientos promedio de 25 t/ha.

Los lineamientos propuestos orientan el manejo de estas variedades en condiciones altoandinas. Se recomienda seleccionar terrenos con suelos sueltos, bien drenados y con buen contenido de materia orgánica, así como planificar la siembra entre octubre y mayo según el régimen de lluvias. El uso de semilla certificada es ideal; sin embargo, en sistemas familiares se puede recurrir a la selección positiva. Las labores agronómicas incluyen dos aporques oportunos, control manual de malezas y una fertilización ajustada al análisis de suelo, tomando como referencia una dosis de 180–180–160 kg/ha de N–P₂O₅–K₂O.

La cosecha se realiza alrededor de los 145 días después de la siembra, pudiendo variar por altitud. Se recomienda eliminar el follaje un par de semanas antes para uniformizar la madurez y mejorar la calidad del tubérculo. Las prácticas adecuadas de curado y almacenamiento son esenciales para preservar su calidad y viabilidad como semilla o producto de consumo.

El manejo fitosanitario se centra en la prevención y el monitoreo continuo, dado que, aunque las variedades son resistentes al tizón tardío, aún pueden verse afectadas por otras enfermedades y plagas frecuentes en zonas altoandinas, incluyendo gorgojo de los Andes, polilla de la papa, pulguilla saltona, mosca minadora, pulgones y el psílido de la papa. Se enfatiza la rotación de cultivos, la eliminación de residuos y el uso racional de productos químicos solo cuando sea estrictamente necesario, complementando con control biológico cuando corresponda.

En conjunto, estos lineamientos buscan asegurar un manejo sostenible y eficiente de CIP–KALLPA YAWRI y CIP–PUKA YAWRI, potenciando su impacto nutricional y productivo, y contribuyendo al bienestar de las familias rurales de los Andes del Perú.

2. Introducción

El Centro Internacional de la Papa (CIP) ha trabajado por más de 15 años en el desarrollo de variedades de papa biofortificadas con hierro mediante mejoramiento convencional, con el propósito de contribuir a la reducción de los niveles de anemia en el Perú y en el mundo. Tras un riguroso proceso de evaluación y selección participativa, utilizando metodologías de selección en campos de agricultores, en 2024 se registraron dos variedades biofortificadas: CIP–KALLPA YAWRI y CIP–PUKA YAWRI. Estas variedades contienen entre un 35 % y 50 % más hierro que las variedades comerciales más utilizadas a nivel nacional y presentan amplia adaptación y resistencia al tizón tardío. Ambas superan en rendimiento a la variedad comercial Peruanita, aunque presentan un rendimiento menor en comparación con la variedad Yungay.

Actualmente, el CIP, a través del proyecto *“Papas biofortificadas con hierro para contribuir a la reducción de la anemia en los Andes del centro del Perú”*, financiado por la Secretaría Técnica de Coordinación con el CGIAR (STC–CGIAR), junto con otros proyectos en proceso de formalización, tiene previsto iniciar la disseminación de estas variedades a lo largo de los Andes peruanos. Para ello, resulta fundamental contar con lineamientos básicos de manejo agronómico y fitosanitario que orienten su adecuada producción.

El presente documento consolida los lineamientos esenciales de manejo agronómico y fitosanitario derivados de la experiencia acumulada durante las evaluaciones participativas realizadas en el proceso de selección de ambas variedades biofortificadas en ensayos agronómicos en 26 localidades de la sierra norte, central y sur del Perú durante tres campañas agrícolas consecutivas (2018–2021) (Anexo1). Estos sitios, ubicados entre 2 666 y 4 174 m s. n. m., representan los principales ambientes altoandinos donde se desarrolla el cultivo de papa.

Este documento está dirigido a agricultores, técnicos, extensionistas y profesionales vinculados a la producción de papa, y tiene como finalidad ofrecer orientaciones prácticas para el manejo agronómico y fitosanitario de las variedades biofortificadas liberadas por el CIP. El contenido se basa en la evidencia generada por los ensayos conducidos en diversas comunidades de la sierra peruana, integrando recomendaciones agronómicas validadas en condiciones reales de campo.

Finalmente, es importante destacar que este es un documento adaptable, diseñado para ajustarse a distintos entornos productivos y para ser utilizado por diversos socios y plataformas del CIP comprometidos con la promoción de variedades biofortificadas y la mejora de la seguridad alimentaria.

3. Objetivo

El presente documento tiene como objetivos:

(1) establecer los lineamientos para el manejo agronómico y fitosanitario de las variedades de papa biofortificadas CIP–KALLPA YAWRI y CIP–PUKA YAWRI. Estos lineamientos se basan en la experiencia de campo generada entre las campañas agrícolas 2018–2021, así como en otras fuentes técnicas relevantes;

(2) orientar al personal técnico y a los agricultores en la planificación de las labores agrícolas de acuerdo con las condiciones agroecológicas locales, promoviendo prácticas sostenibles de manejo del suelo, fertilización y sanidad del cultivo, con énfasis en el uso racional y eficiente de los insumos.

4. Las variedades biofortificadas

El CIP a través de su programa de mejoramiento genético de biofortificación de cultivos, ha desarrollado dos variedades biofortificadas: “CIP-KALLPA YAWRI” y “CIP-PUKA YAWRI”. Estas variedades han sido evaluadas en campos de agricultores de la sierra norte y centro del Perú, durante las campañas agrícolas 2019-2020 y 2020-2021.

Ambas variedades, son resistentes a la racha (*Phytophthora infestans*) por lo que requiere un menor número de aplicaciones de fungicidas, por lo tanto, ayuda a reducir los riesgos de contaminación en el medio ambiente, la salud de los agricultores y consumidores.

CIP-KALLPA YAWRI obtuvo su certificado de registro ante SENASA, bajo el Registro N.° 001-2024-MIDAGRI-SENASA-DELYC, el 3 de enero de 2024, mientras que CIP-PUKA YAWRI obtuvo su certificado el 4 de abril de 2024.

EL 15 de enero del 2025, CIP ha recibido el certificado de obtentor otorgado por INDECOPI, mediante la Resolución N.° 000007-2025/DIN-INDECOP para CIP-KALLPA YAWRI y mediante la Resolución N.° 000008-2025/DIN-INDECOP para CIP-PUKA YAWRI

Información detallada de estas variedades se puede encontrar en: incluir las referencias a los plegables y los expedientes técnicos que están en CgSpace.

International Potato Center. 2024. CIP-KALLPA YAWRI, (Fuerza de Hierro). Cultivar de papa biofortificada con alto contenido de hierro. Expediente técnico de variedad de papa. Lima, Perú. 80 p. <https://doi.org/10.4160/cip.2024.07.001>

International Potato Center. CIP-Puka Yawri, (Roja de Hierro). Cultivar de papa biofortificada con alto contenido de hierro. Expediente técnico de variedad de papa. Expediente técnico de variedad de papa. Lima, Perú. 91 p. <https://doi.org/10.4160/cip.2024.07.002>

4.1 CIP-KALLPA YAWRI (La Fuerza de Hierro)

Esta variedad tiene un 35% más de contenido de hierro comparada a la variedad tradicional Yungay.

Puede sembrarse entre los 2 600 y 4 000 m s. n. m. en las regiones de la sierra norte y centro del Perú. Es adecuada para sistemas de producción de secano, con una ventana óptima de siembra entre los meses de octubre y mayo. Presenta un follaje ramificado con hábito de crecimiento semi-erecto, altura elevada y alto vigor. Su ciclo de madurez es de aproximadamente 145 días. Las flores son de color blanco, con inflorescencias grandes y alta frecuencia de floración.

Los tubérculos son de forma ovalada, con ojos poco profundos, piel marrón rojizo y pulpa amarillo claro. Se producen entre 10 y 12 tubérculos por planta, alcanzando un rendimiento promedio de 25 t/ha. Los brotes tienen color morado y la variedad presenta un periodo de dormancia de 120 días.

En términos de calidad y valor nutricional, la materia seca es del 23,9 %, la calidad culinaria en fresco es buena, y el contenido de hierro alcanza 19,17 mg/kg de peso seco. Los glicoalcaloides totales son bajos (0,29 mg/100 g de peso fresco), lo que garantiza seguridad para el consumo.

4.2 CIP-PUKA YAWRI (La Roja de Hierro)

Esta variedad, tiene un 55% más de contenido de hierro comparada a la variedad tradicional Yungay.

Puede ser sembrada entre los 2 600 y 4 000 m s. n. m. en las regiones de la sierra norte, centro y sur del Perú. Es adecuada para establecerse en sistemas de producción de secano, preferentemente entre los meses de octubre y mayo. La variedad presenta follaje intermedio con hábito de crecimiento semi-erecto, altura media y alto vigor, con un ciclo de madurez de aproximadamente 145 días. Las flores son blancas, de inflorescencias grandes y con alta frecuencia de floración.

Los tubérculos son ovalados, con ojos de profundidad media, piel roja y pulpa crema con anillo vascular rojo. Se producen entre 10 y 12 tubérculos por planta, alcanzando un rendimiento promedio de 25 t/ha. Los brotes son de color rojo y la variedad tiene un periodo de dormancia de 120 días

En términos de calidad y valor nutricional, la materia seca es del 23,51 %, la calidad culinaria en fresco es muy buena y el contenido de hierro alcanza 21,51 mg/kg de peso seco, lo que representa un 55 % más que la variedad tradicional "Yungay". Los glicoalcaloides totales son bajos (3,07 mg/100 g de peso fresco), garantizando seguridad para el consumo.

5. Lineamientos de manejo agronómico

5.1 Selección del terreno para sembrar.

Previo a la instalación del cultivo, se recomienda realizar un muestreo aleatorio del suelo del campo con al menos un mes de anticipación (Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA], 2024). Para ello, debe obtenerse una muestra compuesta de aproximadamente 1 kg, que será enviada al laboratorio para su análisis. Esta información permitirá ajustar adecuadamente la fertilización de base y los aportes edáficos posteriores, garantizando una nutrición balanceada y sostenible del cultivo.

En el caso de agricultores de subsistencia con acceso limitado a laboratorios, se sugiere evaluar la calidad del suelo mediante observación directa de características como color, textura, agregados y presencia de lombrices. Un suelo oscuro, con terrones firmes, pero fácilmente desmenuzables y con abundantes lombrices, indica buena fertilidad, adecuada aireación y niveles apropiados de humedad.

Asimismo, es fundamental seleccionar terrenos con microclimas favorables que reduzcan los riesgos de heladas y otras condiciones adversas, especialmente en el altiplano peruano, donde el clima puede limitar la productividad. Siempre que sea posible, se recomienda utilizar lotes que hayan permanecido en descanso durante dos o más años. En caso contrario, es esencial conocer el historial del lote, incluyendo cultivos previos y plagas frecuentes.

Adicionalmente, deben considerarse factores como la disponibilidad de agua, el clima y el tipo de suelo. La papa se desarrolla óptimamente a temperaturas entre 18 °C y 20 °C, evitando valores inferiores a 10 °C o superiores a 30 °C. Prefiere suelos con pH entre 5,2 y 6,4, de textura franca, franco limosa o franco arcilloso, sueltos, bien drenados y con alto contenido de materia orgánica. No se recomienda el cultivo en suelos salinos o alcalinos.

5.2 Semilla

Se recomienda emplear semilla certificada proveniente de fuentes acreditadas por el Servicio de Sanidad Agraria (SENASA), para garantizar su pureza varietal, sanidad y vigor fisiológico (Ministerio de Agricultura y Riego, 2018). El uso de semilla certificada permite reducir la incidencia de enfermedades transmitidas por tubérculo, como virus, bacterias y patógenos del suelo, además de asegurar una emergencia uniforme y un rendimiento estable.

Sin embargo, se reconoce que la disponibilidad de semilla certificada de estas variedades es por el momento todavía baja y la práctica del agricultor de subsistencia es usar tubérculos de sus cosechas como material de siembra en la siguiente campaña de cultivo. En tal sentido, se recomienda el uso de prácticas sencillas como la selección positiva, que consiste en elegir las plantas más sanas y vigorosas para obtener de ellas los tubérculos destinados a semilla (Orrego et al., 2012), así como realizar un almacenamiento adecuado para mejorar la calidad de la semilla del agricultor.

Tubérculos que no han sido certificados no podrán ser distribuidos como semilla. Sin embargo, se los puede utilizar con fines promocionales y para la instalación de parcelas demostrativas, siempre y cuando hayan sido rigurosamente seleccionados y no provengan de zonas con plagas cuarentenarias. Los tubérculos cosechados de estas parcelas demostrativas no deben ser distribuidos para ser usados como semilla, sino como alimento.

5.3 Época de siembra

Para la siembra se deben establecer fechas de acuerdo con el inicio y distribución de las precipitaciones en cada localidad, de modo que el cultivo disponga de agua suficiente durante sus etapas críticas (emergencia, tuberización y llenado de tubérculos), sin coincidir con los periodos de máxima precipitación, que favorecen la aparición de enfermedades como la racha. En la tabla 1 se muestran las fechas de siembra y cosecha según las altitudes.

Tabla 1. Épocas de siembra y cosecha según altitud para las variedades biofortificadas.

Altitud (m s.n.m.)	Época de siembra	Época de cosecha	Observaciones
2,600 – 3,000	Noviembre	Abril	Zonas intermedias, desarrollo normal del cultivo.
Mayor a 3,500	Noviembre	Mayo	Condiciones frías que pueden prolongar el ciclo vegetativo.
Mayor a 4,100	Noviembre	Inicios de junio	Cosechas más tardías.

Fuente: Base de datos del proyecto de variedades biofortificadas

5.4 Preparación del terreno:

El arado del suelo debe realizarse al menos un mes antes de la siembra. En las zonas altoandinas, donde predominan las siembras manuales, se recomienda trabajar el suelo con humedad adecuada, evitando labrarlo en condiciones de exceso de humedad para prevenir la compactación.

El surcado se realiza un día antes de la siembra y se recomienda hacerlo perpendicular a la pendiente, con el fin de reducir el arrastre y la pérdida de suelo. En suelos de textura franca a franco arenosa, se pueden implementar zanjas de infiltración; sin embargo, no se recomienda su uso en suelos arcillosos debido al riesgo de encharcamiento.

Para agricultores con acceso a maquinaria, la labranza convencional con arado y rastra debe realizarse de forma moderada, evitando el sobre laboreo que degrade la estructura del suelo y aumente la erosión.

En áreas con pendientes pronunciadas o donde el uso de yuntas o maquinaria es limitado, se recomienda la siembra de papa de estas variedades con labranza mínima o chaquitacla. Este sistema

interviene el suelo solo lo necesario y puede complementarse con acolchado, lo que ayuda a conservar humedad y reducir malezas en condiciones de difícil mecanización.

La densidad de siembra recomendada es 37 037 plantas por ha, colocando los tubérculos a 0.30 m entre plantas y 0.90 m entre surcos para favorecer la aireación y el desarrollo de tubérculos. Para producción de semilla, estos distanciamientos se reducen tanto entre plantas como entre surcos, con el fin de aumentar la densidad y obtener un mayor número de tubérculos por unidad de superficie.

5.5 Labores culturales

Se recomienda realizar dos aporques:

- **Primer aporque:** Debe efectuarse aproximadamente cuando la planta tenga aproximadamente entre 20 a 25 cm de altura, con el fin de controlar malezas, mejorar la aireación del suelo y favorecer el desarrollo inicial de estolones.

- **Segundo aporque:** Se recomienda realizar a los 20 o 25 días después y antes del cierre del follaje, con la finalidad de proteger los tubérculos expuestos a la luz solar, favorecer su crecimiento y mantener una altura adecuada del camellón.

Para el control de malezas, se recomienda realizar deshierbes manuales o mecánicos durante las primeras etapas del cultivo, especialmente entre la emergencia y el cierre del follaje, con el fin de evitar la formación de microclimas húmedos que favorezcan la proliferación de agentes patógenos y mantener un ambiente aireado y una cubierta vegetal adecuado para el desarrollo del cultivo. El uso de herbicidas para agricultores comerciales no ha sido probado en estas variedades, por lo que se recomienda hacer pruebas en áreas pequeñas con herbicidas registrados para el cultivo de papa en el Perú por la autoridad en sanidad vegetal (SENASA). Uno de estos productos es metribuzina y debe aplicarse siguiendo las recomendaciones del fabricante y usando las medidas y equipos de protección personal y manejo de plaguicidas.

Se recomienda priorizar el monitoreo del desarrollo del cultivo y de las condiciones climáticas locales, ajustando las labores culturales según la altitud y la duración del ciclo vegetativo. Esto permite realizar cada intervención en el momento más oportuno y acorde con las necesidades fisiológicas de la planta.

La ejecución oportuna de estas labores contribuye al desarrollo vigoroso y uniforme del cultivo.

5.6 Fertilización y manejo nutricional

La dosis de fertilización empleada en ensayos preliminares con las variedades biofortificadas fue 180–180–160 kg/ha de N – P₂O₅ – K₂O, empleando nitrato de amonio (33% de N), fosfato di amónico (46% P₂O₅, 18% N) y cloruro de potasio (60% K₂O) como principales fuentes minerales. Dependiendo de la disponibilidad de fertilizantes en el lugar de producción se recomienda el uso de fertilizantes NPK de formulación equilibrada, así como mezclas con mayor proporción de potasio, especialmente útiles para favorecer el desarrollo y llenado de los tubérculos.

Esta dosis debe servir como guía, pero no necesariamente aplica para todas las condiciones agroecológicas del Perú. En suelos altoandinos con mayor contenido de materia orgánica se aplicará menor cantidad de fertilizante o si el periodo de descanso del campo fue mayor a 5 de años, el aporte del fertilizante químico será menor. Si se planifica incorporar fuentes alternativas de fertilización, se recomienda realizar ensayos piloto que permitan evaluar la respuesta del cultivo bajo las condiciones específicas del suelo y del entorno.

Siempre que sea posible, el plan de fertilización debe ajustarse a los resultados del análisis de suelo, evitando la sobredosificación y asegurando un aporte equilibrado de nutrientes.

Se recomienda aplicar todo el fertilizante fosfórico y potásico al momento de la siembra, y fraccionar el nitrógeno en dos aplicaciones: 50 % en la siembra y 50 % durante el primer aporque. En caso de observar síntomas de deficiencia nutricional, se sugiere complementar con abonos foliares con micronutrientes esenciales (boro, cobre, manganeso y zinc) al inicio de la floración y durante la tuberización, etapas de alta demanda fisiológica.

Dado que el uso de fertilizantes foliares no ha sido evaluado específicamente en estas variedades biofortificadas, se aconseja realizar pruebas en áreas pequeñas antes de aplicarlos en superficies mayores.

5.7 Cosecha y Postcosecha

El periodo de maduración de las variedades biofortificadas se alcanza aproximadamente a los 145 días después de la siembra, aunque la fecha exacta puede variar según la altitud y las condiciones agroclimáticas.

En zonas ubicadas a 3 200 m s. n. m. o menos, estas variedades suelen completar su ciclo fenológico dentro del periodo esperado. En altitudes mayores, el ciclo puede prolongarse ligeramente debido a las temperaturas más bajas, que retrasan el crecimiento y la maduración de los tubérculos (Tabla 1)

Con el objetivo de obtener tubérculos de tamaño uniforme y mejor calidad comercial, se recomienda eliminar el follaje entre 2 y 3 semanas antes de la cosecha. Esta labor puede realizarse de manera mecánica o mediante la aplicación de herbicidas autorizados por el SENASA para el cultivo de papa, con el fin de evitar que el corte manual genere heridas que faciliten la entrada de patógenos.

La eliminación del follaje favorece la formación de una epidermis más firme, acelera la madurez fisiológica del tubérculo, reduce el riesgo de infecciones por virus y hongos, mejora la calidad y uniformidad comercial, disminuye la incidencia de plagas y enfermedades en campos semilleros y evita el desarrollo de tubérculos con calibres no comerciales.

En caso de no realizarse la eliminación de follaje, la cosecha deberá postergarse hasta que los tubérculos alcancen la madurez completa, a fin de garantizar su adecuada conservación y calidad.

La cosecha debe iniciarse cuando los tubérculos presenten el tamaño comercial deseado y se encuentren fisiológicamente maduros. Esta condición puede verificarse extrayendo una papa de la planta, y frotando suavemente la piel del tubérculo con la yema de los dedos: si la piel no se desprende fácilmente ni se desgarran, indica que el tubérculo está listo para la cosecha. Se recomienda realizar este muestreo en distintos puntos de la parcela para determinar con precisión el momento óptimo de cosecha. Es importante no retrasar esta labor, ya que las demoras pueden incrementar las pérdidas por pudrición o daños por heladas.

En sistemas de agricultura familiar, la cosecha se realiza principalmente de forma manual o mediante tracción animal. En áreas de mayor extensión, puede emplearse una modalidad semimecanizada, utilizando cosechadoras o tractores que faciliten la cosecha del tubérculo, optimizando la labor.

La programación de la cosecha debe considerar varios factores:

- **Madurez y tamaño de los tubérculos:** Se deben cosechar cuando los tubérculos alcancen el tamaño comercial deseado y la madurez fisiológica.

- **Sanidad del cultivo:** La presencia de plagas o enfermedades puede requerir adelantar la cosecha para evitar daños severos o la diseminación hacia tubérculos sanos.
- **Precio del mercado:** La fecha de cosecha puede ajustarse según la cotización de los tubérculos; sin embargo, se recomienda contar con un plan de cosecha flexible, monitorear constantemente el cultivo para tomar decisiones estratégicas que optimicen el beneficio económico.
- **Condiciones climáticas y suelo:** Es preferible programar la cosecha durante días soleados para facilitar la manipulación y reducir riesgos de daño. El suelo debe presentar humedad intermedia: excesiva humedad puede dañar la cáscara del tubérculo, mientras que suelos arcillosos muy secos pueden generar daños mecánicos.
- **Recursos disponibles:** La disponibilidad de mano de obra y de equipos adecuados puede influir en la fecha de cosecha. Se recomienda planificar con anticipación la logística de cosecha, asegurando que se cuente con el personal y la maquinaria necesarios para realizar la labor de manera eficiente y oportuna.

5.7.1 Labor de cosecha

La cosecha se realiza aflojando el surco y volteando la planta para exponer los tubérculos, que luego se recolectan y clasifican por tamaño en sacos. Se recomienda colocar los tubérculos sobre mantillas o plásticos para evitar infestaciones por gusano blanco.

Durante la recolección se debe evitar dañar los tubérculos, ya que los golpes o cortes reducen su valor comercial y aumentan la susceptibilidad a enfermedades.

5.7.2 Clasificación

Se realiza en tubérculos maduros o previamente curados, separando:

- Tubérculos enfermos, rajados, deformes o con daños visibles.
- Restos de material vegetal ajeno al producto.

Una breve exposición al sol de 1 a 2 horas facilita el desprendimiento del suelo adherido, permite el cierre superficial de heridas y reduce el riesgo de daños durante la manipulación y el transporte.

5.7.3 Curado

El curado acondiciona los tubérculos durante 1 a 2 semanas bajo condiciones controladas de temperatura y ventilación, favoreciendo la cicatrización de heridas superficiales:

- Temperatura: 16–21 °C
- Humedad relativa: 90 %
- Ventilación: adecuada para mantener flujo de aire constante

Si se detectan tubérculos con pudrición en el almacén, se recomienda reducir la humedad relativa al mínimo posible para limitar la propagación del daño.

5.7.4 Almacenamiento:

Para mantener la calidad y viabilidad de los tubérculos:

- Papa de consumo directo: temperaturas entre 6 – 8 °C
- Papa semilla: temperaturas entre 4 – 5 °C
- Humedad relativa: 85% - 90%.

- El ambiente debe ser fresco, ventilado, seco y protegido de la luz solar directa para prevenir el verdeamiento y conservar la viabilidad fisiológica.
- En el caso de agricultores de subsistencia, cuyos tubérculos suelen conservarse dentro de la vivienda, se recomienda métodos naturales de protección, como la colocación de plantas repelentes (eucalipto, romero, ruda o marco), que contribuyen a reducir el ingreso de insectos y a mantener la sanidad del material hasta la siembra. No se recomienda aplicar productos químicos a la semilla producida por agricultores de subsistencia.
- En caso de realizar el tratamiento de los tubérculos-semilla con productos químicos con agricultores comerciales, este debe efectuarse únicamente con productos fitosanitarios registrados y autorizados por el SENASA, aplicados conforme a las dosis y medidas de seguridad indicadas por el fabricante.

6. Lineamientos del manejo fitosanitario

El manejo fitosanitario del cultivo de papa es crucial para asegurar rendimientos óptimos y minimizar pérdidas ocasionadas por plagas y enfermedades. Constituye un componente esencial para la sostenibilidad y eficiencia de la producción, especialmente en zonas donde las condiciones ambientales favorecen el desarrollo de insectos y patógenos.

Se ha observado que la incidencia de plagas en las variedades biofortificadas tiende a aumentar a medida que disminuye la altitud, debido a condiciones ambientales más favorables para el desarrollo y multiplicación de insectos y enfermedades. Por esta razón, se recomienda prestar especial atención al monitoreo fitosanitario en estas zonas y aplicar un manejo fitosanitario más riguroso y adaptado a las condiciones locales, priorizando las medidas preventivas frente al uso de productos químicos.

Se recomienda que los agricultores reciban capacitación práctica en manejo fitosanitario a través de talleres, demostraciones de campo o sesiones de entrenamiento, y que se les proporcionen folletos o guías técnicas que faciliten la identificación de plagas y la correcta implementación de las medidas de manejo fitosanitario.

6.1 Plagas y enfermedades

Las variedades biofortificadas CIP–KALLPA YAWRI y CIP–PUKA YAWRI han mostrado niveles de resistencia comprobada frente al tizón tardío o rancha (*Phytophthora infestans*), de acuerdo con los resultados obtenidos en ensayos conducidos bajo alta presión de la enfermedad (International Potato Center [CIP], 2024a, 2024b).

No obstante, considerando la variabilidad agroecológica de las zonas altoandinas y la posible intensificación de la presión fitosanitaria, se recomienda mantener un monitoreo sanitario continuo que permita la detección temprana de síntomas y el ajuste oportuno de las estrategias de manejo, priorizando siempre las medidas preventivas y el manejo integrado antes que el control químico.

Con el fin de orientar la gestión fitosanitaria de las variedades biofortificadas CIP–KALLPA YAWRI y CIP–PUKA YAWRI en zonas altoandinas del Perú, a continuación, se presenta una síntesis de las principales plagas y enfermedades que pueden afectar su desarrollo (Tabla 2 y Tabla 3).

6.2 Estrategias preventivas y de monitoreo

El manejo fitosanitario de las variedades biofortificadas CIP–KALLPA YAWRI y CIP–PUKA YAWRI debe centrarse en estrategias preventivas, orientadas a reducir la incidencia inicial de plagas y enfermedades y a fortalecer la sanidad del cultivo desde las etapas tempranas. Este enfoque permite optimizar el uso de productos químicos, aplicándolos solo cuando sea estrictamente necesario, y contribuye a mantener la sostenibilidad y estabilidad fitosanitaria del sistema productivo.

Asimismo, se recomienda fortalecer las capacidades locales mediante capacitaciones prácticas dirigidas a agricultores y técnicos en el reconocimiento oportuno de plagas y enfermedades, promoviendo una respuesta rápida y adecuada. De igual manera, es fundamental fomentar la comunicación y articulación con los servicios de sanidad agraria (SENASA, INIA), para garantizar la implementación efectiva de medidas preventivas y correctivas en el manejo fitosanitario del cultivo.

6.3 Control cultural

- Evitar sembrar en parcelas con historial reciente de solanáceas, dejando un descanso mínimo de 2–3 años para disminuir la presión de plagas y patógenos.
- Promover la rotación de cultivos con cereales (como cebada u avena) o leguminosas (como haba, arveja o tarwi) para reducir la presión de plagas del suelo y disminuir la incidencia de enfermedades en el cultivo de papa.
- La preparación adecuada y profunda del suelo fomentará un buen desarrollo de los tubérculos, dotándolos de una mejor aireación y evitando la incidencia de enfermedades.

Tabla 2. Enfermedades asociadas al cultivo de papa en zonas altoandinas del Perú y factores que favorecen su desarrollo

Enfermedad	Agente causal	Daños	Condiciones favorables	Nivel de riesgo
Tizón tardío o rancha	<i>Phytophthora infestans</i>	Necrosis foliar, pudrición de tallos y tubérculos; pérdida total del cultivo en infecciones severas.	Alta humedad (mayor al 85%), lluvias frecuentes y presencia de agua libre en las hojas. temperaturas de 15 a 21 °C.	Muy alto
Tizón temprano	<i>Alternaria solani</i>	Lesiones concéntricas pardo oscuro, rodeadas por un halo clorótico en hojas en plantas maduras, defoliación prematura.	Alternancia de periodos secos tras lluvias. Presencia de plantas enfermas en campos vecinos.	Medio a alto
Rizoctoniasis	<i>Rhizoctonia solani</i>	Costras negras (esclerocios) en tubérculos y tallos con canchales. Emergencia deficiente.	Exceso de humedad en el suelo. tubérculos infectados.	Medio
Pudrición bacteriana	<i>Pectobacterium spp.</i> ,	Marchitez, podredumbre de tubérculos, reducción drástica de rendimiento.	Monocultivo de papa, alta humedad en el suelo con temperaturas bajas (10 a 17°C) en la siembra, seguido por temperaturas altas (20°C) en la emergencia.	Variable
Zebra chip o Papa manchada	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum (CaLso)</i>	Desórdenes fisiológicos, como clorosis, enrollamiento foliar, crecimiento desigual, tallos con entrenudos cortos, tubérculos deformes o aéreos. Los tubérculos infectados desarrollan manchas oscuras o rayas que son visibles al cortarlos o procesarlos.	Semilla que proceda de lotes de plantas que hayan presentado síntomas de PMP. Presencia de insectos vectores como el psílido de la papa y de saltones de hojas (Cicadellidae, Cixiidae)	Enfermedad emergente

Tabla 3. Plagas asociadas al cultivo de papa en zonas altoandinas del Perú y factores que favorecen su desarrollo

Plaga	Especie	Daños	Condiciones favorables	Nivel de riesgo*
Gorgojo de los Andes	<i>Premnotrypes spp.</i>	Galerías en tubérculos, reducción de calidad comercial y pérdida de semilla.	Zonas frías (mayores a 2800 m s.n.m.), suelos con aporte deficiente.	Muy alto
Pulgilla saltona	<i>Epitrix spp.</i>	Perforaciones foliares, daños en plántulas y tubérculos superficiales.	Climas cálidos y secos, más frecuente en suelos arenosos.	Medio
Polilla de la papa	<i>Symmetrischema tangolias</i> <i>Phthorimaea operculella</i>	Daños en tubérculos durante campo y almacenamiento; galerías internas.	Ambientes cálidos y secos, con temperaturas mayores a 20°C.	Alto en zonas bajas y en la etapa de poscosecha
Trips	<i>Frankliniella tuberosi</i>	Manchas plateadas en el envés de las hojas por succión celular, reduciendo la fotosíntesis y causando defoliación en casos severos.	Épocas secas, alternadas por lluvias. Suelos arenosos.	Alto en zonas bajas
Mosca minadora	<i>Liriomyza spp.</i>	Las larvas forman túneles internos en las hojas, causando su secado y posible muerte de la planta.	Climas cálidos (temperaturas entre 21 y 32°C). Épocas o zonas secas.	Alto en zonas bajas
Pulgones vectores	<i>Myzus persicae</i> , <i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Transmisión de virus, debilitamiento general del cultivo.	Climas templados y secos.	Alto
Psílido de la papa	<i>Bactericera cockerelli</i>	Amarillamientos y secamiento de la planta. También reportado como vector de patógenos asociados con la sintomatología de la enfermedad Zebra chip o papa manchada.	Temperaturas entre 21 a 27°C	Plaga emergente Reportado en Cajamarca, La Libertad, Piura y Tumbes.

*Nivel de riesgo referido a condiciones promedio altoandinas (2600 – 4100 m s.n.m.).

- Utilizar abonos orgánicos (guano de corral, gallinaza, etc.) bien descompuestos para reducir inóculos de hongos y nematodos. La incorporación debe realizarse al menos con 30 días antes de la siembra, permitiendo una descomposición adecuada y evitar proliferación de patógenos.
- La densidad de siembra debe ajustarse al objetivo del cultivo (consumo o semilla) y a las condiciones del terreno; como referencia general, se recomienda un espaciamiento de 0,30 m entre plantas y 0,90 m entre surcos para favorecer la aireación y reducir enfermedades como tizón tardío o rancha.
- Se recomienda programar la siembra aplicando el concepto de “escape”, de modo que las etapas críticas del cultivo no coincidan con periodos de lluvias intensas ni con picos de plagas.
- Ajustar las fechas de siembra para reducir la coincidencia con los picos poblacionales de plagas frecuentes, como la mosca minadora o gorgojo de los Andes.
- Realizar inspecciones periódicas del cultivo para detectar de forma temprana síntomas de enfermedades y presencia de plagas. Ver la tabla 4.
- Se recomienda implementar prácticas de selección positiva en campo, orientadas a la identificación y conservación de plantas sanas para su uso como material de siembra en la siguiente campaña.
- Mantener un control eficiente de malezas, evitando que actúen como hospederas o favorezcan condiciones microclimáticas propicias para enfermedades.
- Realizar aporques altos y en el momento oportuno para proteger los tubérculos y reducir el riesgo de infestación por plagas del suelo.
- Implementar cultivos de barrera en los bordes del campo, utilizando especies adaptadas a las condiciones agroecológicas del Perú, como gramíneas, leguminosas o cereales, para limitar el ingreso y la dispersión de plagas en el cultivo de papa.
- Desinfestar herramientas y equipos de trabajo para prevenir la dispersión de agentes causales de enfermedades entre parcelas.
- Eliminar y enterrar los residuos de cosecha mediante el volteo del terreno al finalizar la campaña, con el fin de disminuir fuentes de inóculo y refugio de plagas.

Tabla 4. Momentos críticos para el monitoreo fitosanitario en el cultivo de papa

Plaga o enfermedad	Nombre científico	Periodo crítico de monitoreo
Tizón tardío o rancha	<i>Phytophthora infestans</i>	Monitoreo desde la emergencia hasta después de floración es adecuado. La etapa de floración, con mayor densidad foliar, incrementa el riesgo por el microclima húmedo.
Tizón temprano	<i>Alternaria solani</i>	Cuando se presentan alternancia de días lluviosos y secos
Rizoctoniasis	<i>Rhizoctonia solani</i>	En la brotación, emergencia y desarrollo de las plantas, pero principalmente durante la formación de tubérculos, cosecha y almacenamiento
Pudrición bacteriana	<i>Pectobacterium spp.</i>	El pie negro ocurre desde emergencia hasta formación de tubérculos; la pudrición bacteriana avanza desde la formación de tubérculos hasta postcosecha.
Zebra chip o Papa manchada	<i>Candidatus Liberibacter solanacearum</i> (CaLso)	Cuando hay presencia del Psillido de la papa.
Gorgojo de los Andes	<i>Premnotrypes spp.</i>	Desde la emergencia hasta la cosecha es esencial. Los adultos muestran su mayor presencia desde la preparación del suelo hasta aproximadamente 45 días después de la emergencia, y nuevamente entre 30 y 90 días posteriores a la cosecha. Las larvas alcanzan poblaciones más elevadas durante la formación de los tubérculos.
Pulguilla saltona	<i>Epitrix spp.</i>	Durante todo el período vegetativo del cultivo, daños mayores durante etapas tempranas
Polilla de la papa	<i>Symmetrischema tangolias</i> , <i>Phthorimaea operculella</i>	Desde la siembra hasta la cosecha y almacenamiento.
Trips	<i>Frankliniella tuberosi</i>	Desde la emergencia hasta la prefloración. Revisar frecuentemente el envés de las hojas.
Mosca minadora	<i>Liriomyza spp.</i>	Monitorear a los adultos desde la prefloración hasta la floración y larvas desde la floración hasta la cosecha. Revisar el envés de las hojas.
Pulgones	<i>Myzus persicae</i> , <i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Presentes durante casi todo el ciclo, con riesgo de transmisión de virus; monitoreo constante recomendado.
Psílido de la papa	<i>Bactericera cockerelli</i>	Monitoreo constante y trampas amarillas desde emergencia

6.4 Control químico

El control químico debe considerarse una medida complementaria dentro del manejo fitosanitario integral, priorizando su uso racional y la rotación de ingredientes activos para prevenir la aparición de resistencia en patógenos y plagas. Se recomienda emplear únicamente productos registrados para el cultivo de papa, de baja toxicidad ambiental, aplicados conforme a las buenas prácticas agrícolas y respetando los períodos de carencia establecidos en la etiqueta del producto.

- Consultar siempre a un técnico o especialista para elegir el plaguicida adecuado y usarlo correctamente.
- Revisar y calibrar la mochila fumigadora antes de aplicar y usar agua limpia.
- Usar siempre el equipo de protección personal (guantes, botas, mascarilla, ropa adecuada) y evitar comer y fumar mientras se realiza las aplicaciones.
- Seguir exactamente lo que dice la etiqueta, especialmente las dosis y la forma de usar el producto.
- Evitar aplicar con mucho viento o calor, para que el producto no se disperse.
- Medir los productos con utensilios adecuados, (vasos medidores o cucharas dosificadoras) nunca con utensilios de cocina.
- Lavar el equipo después de usarlo y desechar los envases y residuos de forma segura, sin contaminar ríos o acequias.
- No usar plaguicidas usados en el campo dentro de la casa ni limpiar el equipo cerca de fuentes de agua o con envases utilizados en la cocina.

A continuación, se presentan los principales productos y alternativas de manejo utilizados frente a las plagas y enfermedades de mayor relevancia en las variedades biofortificadas CIP–KALLPA YAWRI y CIP–PUKA YAWRI.

Tabla 5. Ingredientes activos recomendados para el manejo fitosanitario en papa biofortificada.

Plaga o enfermedad	Tipo de producto	Ingredientes activos	Observaciones
Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	Fungicidas protectores y sistémicos	Propineb, Cymoxanil	Rotar ingredientes activos para evitar resistencia.
Rhizoctoniasis (<i>Rhizoctonia solani</i>)	Fungicidas de suelo	Pencycuron, Tolclofos-methyl, Flutolanil, Azoxystrobin	Aplicar en tratamiento de semilla o al momento de la siembra.
Alternariosis (<i>Alternaria spp.</i>)	Fungicidas sistémicos	Azoxistrobina, Propiconazol, Tiofanato de metilo	Aplicar en etapas iniciales de síntomas; alternar modos de acción.
Gorgojo de los Andes (<i>Premnotrypes spp.</i>)	Insecticidas químicos y biológicos	Triflumuron, Acefato, Profenofos, Quitosano (0.5–2%), Fipronil,	Priorizar productos de menor toxicidad.
Fungicidas biológicos	Control biológico	<i>Trichoderma</i> , <i>Beauveria</i> , <i>Metarhizium</i>	Aplicar en suelo o follaje según producto; contribuyen a la supresión de patógenos.

7. Agradecimientos

Se agradece al proyecto STC-CGIAR: “Papas biofortificadas con hierro para contribuir a la reducción de la anemia en los Andes del Centro del Perú” y al Programa del CGIAR Breeding for Tomorrow Program por financiar el desarrollo de este manual.

8. Referencias

- Araujo, M. A., Cartagena, Y. E., Castillo, C. I., Cuesta, H. X., Monteros, J. C., Paula, N. R., Racines, M., Rivadeneira, J., Velásquez, J. S., Panchi, N., & Andrade-Piedra, J. L. (2021). *Manual del cultivo de papa para pequeños productores* (Manual N.º 78, 3.ª ed., 120 p.). Mejía, Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
- Arcos Pineda, J., Mamani Huayta, H., Barreda Quispe, W., & Holguín Chuquimamani, V. (2020). *Manual técnico: Manejo integrado del cultivo de papa* (ISBN 978-9972-44-065-6). Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). <https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/bbf189d2-31ec-4a87-9b69-c654d7aedcfc/content>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). (2024). *Manual para el análisis de suelos agrícolas y agua para riego. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego*. <https://repositorio.inia.gob.pe/>
- International Potato Center (CIP). (2024a). *CIP-KALLPA YAWRI (Fuerza de Hierro): Cultivar de papa biofortificada con alto contenido de hierro. Expediente técnico de variedad de papa*. (80 p.). Lima, Perú. <https://doi.org/10.4160/cip.2024.07.001>
- International Potato Center (CIP). (2024b). *CIP-PUKA YAWRI (Roja de Hierro): Cultivar de papa biofortificada con alto contenido de hierro. Expediente técnico de variedad de papa*. (91 p.). Lima, Perú. <https://doi.org/10.4160/cip.2024.07.002>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2018, 20 de julio). *Decreto Supremo N.º 010-2018-MINAGRI: Decreto Supremo que aprueba el Reglamento Específico de Semillas de Papa*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3157006/4.%20Reglamento%20espec%C3%ADfico%20de%20Semillas%20de%20papa.pdf.pdf?v=1653682614>
- Montesdeoca, F., Panchi, N., Navarrete, I., Pallo, E., Yumisaca, F., Taipe, A., Espinoza, S., & Andrade-Piedra, J. (2013). *Guía fotográfica de las principales plagas del cultivo de papa en Ecuador* (Publicación miscelánea INIAP N.º 408). Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) & Centro Internacional de la Papa (CIP). <https://cipotato.org/wp-content/uploads/2013/04/0060841-1.pdf>
- Orrego, R., Manrique, K., Quevedo, M., & Ortiz, O. (2012). *Mejorando la calidad de nuestra semilla de papa mediante la selección de las mejores plantas: Selección positiva. Guía de campo para agricultores* (2.ª ed., 71 p.). Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa (CIP). ISBN 978-92-9060-418-1
- Pérez, W., Castillo Carrillo, C., Navarrete, I., Gamarra, H., Arango, E., Naccha, J., & Andrade-Piedra, J. L. (2021). *Cartilla descriptiva del psílido de la papa. Serie: Plagas emergentes del cultivo de papa en Latinoamérica. Material de capacitación 1* (ISBN 978-92-9060-615-4; DOI:10.4160/9789290606154). Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa (CIP). <https://hdl.handle.net/10568/115573>
- Pérez, W., Castillo Carrillo, C., Navarrete, I., Gamarra, H., Arango, E., Naccha, J., & Andrade-Piedra, J. L. (2021). *Cartilla para la identificación de síntomas de la papa manchada (zebra chip). Serie: Plagas emergentes del cultivo de papa en Latinoamérica. Material de capacitación 2*. Centro Internacional de la Papa (CIP), Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA). Lima, Perú.

Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA). (2020). *Guía para la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) para el cultivo de papa*. Ministerio de Agricultura y Riego.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1091525/Gu%C3%ADa-BPA%20Papa.pdf?v=1623876902>

Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA). (2024, 27 de agosto). *Perú: Reporte de Candidatus Liberibacter solanacearum y su vector Bactericera cockerelli (Šulc)*.

https://assets.ippc.int/static/media/files/pestreport/2024/08/28/Reportes_IPPC_CaLs_y_Bactericera_2024.pdf

Triveño, G. (2024). *Estudio de potencial demanda de variedades de papa biofortificadas y variedades para procesamiento* (93 p.). Lima, Perú: International Potato Center (CIP).

<https://doi.org/10.4160/cip.2024.12.016>

9. Anexo 1.

Evaluación de las variedades biofortificadas

Como parte del proceso de evaluación previa a la liberación de las variedades biofortificadas CIP–Kallpa Yawri y CIP–Puka Yawri, se realizaron ensayos agronómicos en 26 localidades distribuidas a lo largo de la sierra norte, sierra central y sierra sur de los Andes del Perú, durante tres campañas agrícolas consecutivas (2018–2021). Las localidades abarcan altitudes entre 2666 y 4171 m s.n.m., representando los principales ámbitos de desarrollo de las zonas altoandina, con condiciones agroclimáticas favorables para el crecimiento y desarrollo del cultivo de papa.

La selección de los ámbitos de desarrollo de los ensayos de identificación varietal y de adaptación agronómica se realizó considerando criterios de representatividad geográfica y agroecológica:

* **Sierra Norte:** Cajamarca y Piura hasta Ancash.

* **Sierra Central:** Huánuco, Lima, Pasco y Junín hasta Huancavelica.

* **Sierra Sur:** Ayacucho, Apurímac y Cusco hasta Tacna y Puno.

Durante la campaña 2018–2019, se implementaron 9 ensayos entre 2 666 y 4 171 ms.n.m.; en la campaña 2019–2020, se condujeron 9 ensayos con entre 2 990 y 4 171 ms.n.m.; y en la campaña 2020–2021, se establecieron 8 ensayos en un rango

En todas las campañas se aplicaron prácticas agronómicas orientadas a optimizar el establecimiento y desarrollo del cultivo, con algunas variaciones según altitud y duración del ciclo altitudinal de 3 100 a 4 174 ms.n.m (Tabla 1)

Estos ensayos permitieron evaluar la adaptabilidad, estabilidad de rendimiento y contenido de micronutrientes (Fe y Zn) de los clones biofortificados en distintas condiciones ambientales, proporcionando información clave para su selección y liberación en las zonas altoandinas del Perú.

Tabla Anexo 1. Zonificación geográfica y características de los sitios experimentales por campaña (2018–2021).

Zonificación de los Andes	Campaña	Departamento	Provincia	Distrito	Localidad	Altitud (m s.n.m.)	Latitud (S)	Longitud (W)
Centro	2018-2019	Junín	Huancayo	San Agustín	La Victoria	3216	-12.0264	-75.2449
			Yauli	La Oroya	Chulec	4054	-11.515	-75.925
	2019-2020	Pasco	Pasco	Paucartambo	Genuaoma	3296	-10.70952	-75.821
		Huancavelica	Acobamba	Paucara	Paccho Molinos	4171	-12.857	-74.576
	2020-2021	Pasco	Pasco	Paucartambo	Ancara	3100	-10.7565556	-75.826775
					Gochachupan	3900	-10.7095222	-75.7946889
		Junín	Jauja	Ricran	Ricran	4174	-11.53678	-75.50738
				Huamali	Ñuñunhuayo	3572	-11.798817	-75.406017
Norte	2018-2019	Cajamarca	Cutervo	Cutervo	Urcurume	2666	-6.392	-78.854
			Chota	Chota	Choctapata	3480	-6.5576	-78.6379
		La Libertad	Pataz	Pataz	Los Alisos	3530	-7.791	-77.584
			Sánchez Carrión	Chugay	La Soledad	3789	-7.783	-77.873
	2019-2020	Cajamarca	Cutervo	Cutervo	Misha	2990	-6.344035	-78.861488
		La Libertad	Sánchez Carrión	Chugay	La Soledad	3843	-7.78149819	-77.8318449
				Curgos	Agua Blanca	3254	-7.853	-77.947
			Julcán	Julcan	Chugurpampa	3055	-8.03412	-78.45847
		Pataz	Pataz	Los Alisos	3530	-7.791	-77.584	
	2020-2021	La Libertad	Sánchez Carrión	Curgos	Agua Blanca	3287.1	-7.84843	-77.9515217
Julcán			Julcán	Chugurpampa	3165.8	-8.02852167	-78.453475	

Sur	2018-2019	Cusco	Ccorca	Tamborpujio	Leopata	4054	-13.5702	-72.025	
					Apacheta	3998	-13.581	-72.015	
	2019-2020	Cusco	Ccorca	Tamborpujio	Tambobamba	Allahua	3866	-14.059722	-72.2093
					Urubamba	Chincheros	Muyuri	3671	-13.4174444
	2020-2021	Puno	Puno	Puno	Plateria	Camacani	3877	-15.9511167	-69.8601028
					Illpa	Paucarcolla	3827	-15.745	-70.0563889

Fuente: Base de datos del proyecto de variedades biofortificadas.

WWW.CIPOTATO.ORG

El Centro Internacional de la Papa (CIP) fue fundado en 1971 como un organismo de investigación para el desarrollo con un enfoque en papa, camote y raíces y tubérculos andinos. Ofrece soluciones científicas innovadoras para mejorar el acceso a alimentos nutritivos y asequibles, fomentar el crecimiento sostenible e inclusivo de las empresas y del empleo, e impulsar la resiliencia climática de los sistemas agroalimentarios de raíces y tubérculos. Con sede en Lima, Perú, el CIP tiene una presencia de investigación en más de 20 países de África, Asia y América Latina.

www.cipotato.org

El CIP es un centro de investigación del CGIAR, una asociación global de investigación para un futuro con seguridad alimentaria. La ciencia del CGIAR se dedica a transformar los sistemas de alimentos, tierra y agua en una crisis climática. Su investigación es llevada a cabo por 13 Centros/Alianzas CGIAR en estrecha colaboración con cientos de socios, incluidos institutos de investigación nacionales y regionales, organizaciones de sociedad civil, instituciones académicas, organizaciones de desarrollo y el sector privado.

www.cgiar.org

Para más información, por favor contactar la sede principal del CIP. Av. La Molina 1895, La Molina. Apartado 1558, Lima 12, Perú.

 +51 1 3496017  cip-cpad@cgiar.org  www.cipotato.org |  [@cipotato](https://www.facebook.com/cipotato)  [@Cipotato](https://twitter.com/Cipotato)  [@cip_potato](https://www.instagram.com/cip_potato)

El CIP agradece a los donantes y organizaciones que apoyan globalmente su trabajo a través de sus contribuciones al Fondo Fiduciario del CGIAR: www.cgiar.org/funders



© 2025. Esta publicación está registrada por el Centro Internacional de la Papa (CIP). Está licenciada para su uso bajo la Licencia Internacional de Atribución 4.0 de Creative Commons