

GUÍA DE MANEJO AGRONÓMICO DE **MASHUA** PARA CONSERVACIÓN *EX SITU*



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024



MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
DIRECCIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS Y BIOTECNOLOGÍA

GUÍA DE MANEJO AGRONÓMICO DE
MASHUA
PARA CONSERVACIÓN *EX SITU*

Guía de manejo agronómico de mashua para conservación *ex situ*

Ministra de Desarrollo Agrario y Riego

Nelly Paredes del Castillo

Viceministro de Desarrollo de Agricultura Familiar e Infraestructura Agraria y Riego

Christian Alfredo Barrantes Bravo

Viceministro de Políticas y Supervisión del Desarrollo Agrario

Segundo Enrique Regalado Gamonal

Jefe del INIA

Jorge Juan Ganoza Roncal, M. Sc.

© Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA

Autores:

Delia Yepez-Ccama

Luis A. Tumpay-Sucno

Editado por:

Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA

Equipo Técnico de Edición y Publicaciones

Av. La Molina 1981, Lima-Perú

Teléf. (511) 2402100 - 2402350

www.gob.pe/inia

Proyecto:

“Mejoramiento de los servicios de investigación en la caracterización de los recursos genéticos de la Agrobiodiversidad en 17 departamentos del Perú”

CUI: 2480490

Editor general:

Emely Elizabeth Lazo Torreblanca

Revisión de contenido:

Marko Giuleano García Gutierrez

Diseño y Diagramación:

Luis Enrique Calderon Paredes

Primera edición digital:

Marzo, 2023

Publicado:

Marzo, 2023

Disponible en:

<https://repositorio.inia.gob.pe/>

ISBN:

978-9972-44-124-0

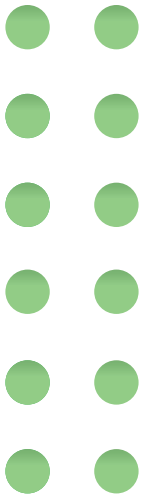
Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2023-02196

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



TABLA DE CONTENIDO

Presentación	7
1. Introducción	9
2. Fenología	11
3. Requerimientos del cultivo	15
4. Siembra	17
5. Mantenimiento del cultivo	23
6. Cosecha	27
7. Poscosecha	29
8. Costos de producción	33
9. Referencias bibliográficas	35



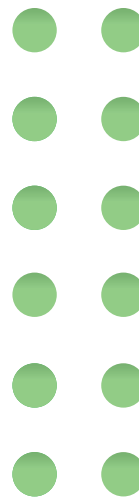


PRESENTACIÓN

La mashua es un cultivo muy importante no sólo por ser parte de la identidad cultural de los pobladores andinos, sino también debido al valor alimenticio de sus tubérculos que son consumidos de diferentes maneras, para lo cual es necesario exponerlos al sol con la finalidad de obtener el sabor dulce característico. Esta especie manifiesta una gran diversidad genética expresada en la diversidad de colores de sus tubérculos.

El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), a través de la Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología, mantiene el banco de germoplasma que permite la conservación *ex situ* de 223 accesiones de mashua. Esa experiencia ha generado un conocimiento valioso en los profesionales dedicados a esa actividad, el mismo que es presentado en el presente documento denominado “**Guía de manejo agronómico de la mashua para conservación *ex situ***”, el cual se pone a disposición de agricultores, estudiantes, profesionales, investigadores y todo el público interesado en conocer acerca de esta tuberosa andina.

Jorge Juan Ganoza Roncal, M. Sc.
Jefe del INIA





BANCO DE GERMOPLASMA DEL INIA

Colección de germoplasma de Mashua
Tropaeolum tuberosum Ruiz & Pav.
223 Accesiones



Sede: Estación Experimental Agraria Andenes - Cusco
Lugar: Anexo Andenes de Zurite - Altitud: 3.390 m.
Mantenimiento de colección: 2021 - 2022

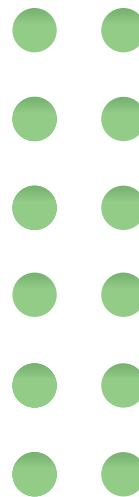


1. INTRODUCCIÓN

La mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) es una especie que pertenece a la familia de las tropeoláceas (Tropaeolaceae) (Temoche et al., 2004), muy importante en la región andina por su valor alimenticio y cultural. Su cultivo está distribuido desde Colombia hasta el norte de Argentina y desde hace años también se cultiva en algunas regiones de Nueva Zelanda y Canadá, pero la mayor área de cultivo está en Bolivia y Perú (Manrique et al., 2013). También se ha afirmado que está distribuida en los Andes de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú.

El Perú cuenta con más de 100 variedades en las regiones de Ancash, Apurímac, Ayacucho, Huánuco, Junín y Puno (Ordoñez, 2020, citando a Gallardo, 2012). Además, tiene el rendimiento promedio de 4 t/ha a 12 t/ha, aunque en condiciones experimentales se han obtenido hasta 70 t/ha (Zea, 2002). Muchos agricultores andinos conservan las variedades de mashua cultivándolas en pequeñas parcelas, sin embargo, debido a la presencia de plagas y enfermedades y a ciertas limitaciones del manejo agronómico, no se cultiva en grandes extensiones. Cabe mencionar que su importancia también de da debido a los glucosinolatos que contiene, los cuales pueden ser usados para controlar al patógeno de la papa *Spongospora subterranea* (Arias, 2011).

Por tanto, esta guía tiene como objetivo brindar de manera muy concisa conocimiento útil sobre el manejo agronómico de esta tuberosa andina.





2. FENOLOGÍA

La mashua se desarrolla en las etapas descritas a continuación:

2.1. Emergencia

Se puede considerar que la etapa de emergencia comienza con la siembra y termina cuando la vegetación del cultivo cubre aproximadamente el 10 % de la superficie del suelo (Allen et al., 2006). La etapa de siembra a emergencia dura de 20 a 30 días (Espín, 2013, citando a Zambrano, 2004) y está en relación con la humedad del suelo, la temperatura, la precipitación y la madurez del tubérculo. La humedad del suelo puede variar de 50 % a 70 %; valores mayores pueden ser desfavorables al cultivo, ya que puede ocasionar podredumbre en los tubérculos. La temperatura óptima es de 14 °C y el fotoperiodo debe ser de 9 a 12 horas.

2.2. Etapa de desarrollo del cultivo

La segunda etapa inicia después de la emergencia, hasta que la cobertura del suelo por la planta se dé al 100 %. Esto se logra cuando algunas hojas de las plantas cubren las hileras adyacentes produciendo sombra en casi toda el área (Allen et al., 2006).

Cabe mencionar que esta segunda etapa pasa de la emergencia a la floración, en un lapso de 100 a 148 días (Espín, 2013, citando a Zambrano, 2004).

2.3. Etapa a mediados de temporada

En esta tercera etapa, la planta alcanza la cobertura completa del suelo hasta que empiece la madurez, la cual se hace notar por el color amarillo las hojas (Allen et al., 2006).



2.4. Etapa de final de temporada

Abarca desde inicios de la madurez hasta el momento de la cosecha. En esta etapa, el periodo de tuberización puede durar de 150 a 280 días y, la duración total del ciclo vegetativo puede variar de 270 días a 280 días como máximo (Espín, 2013, citando a Zambrano, 2004).

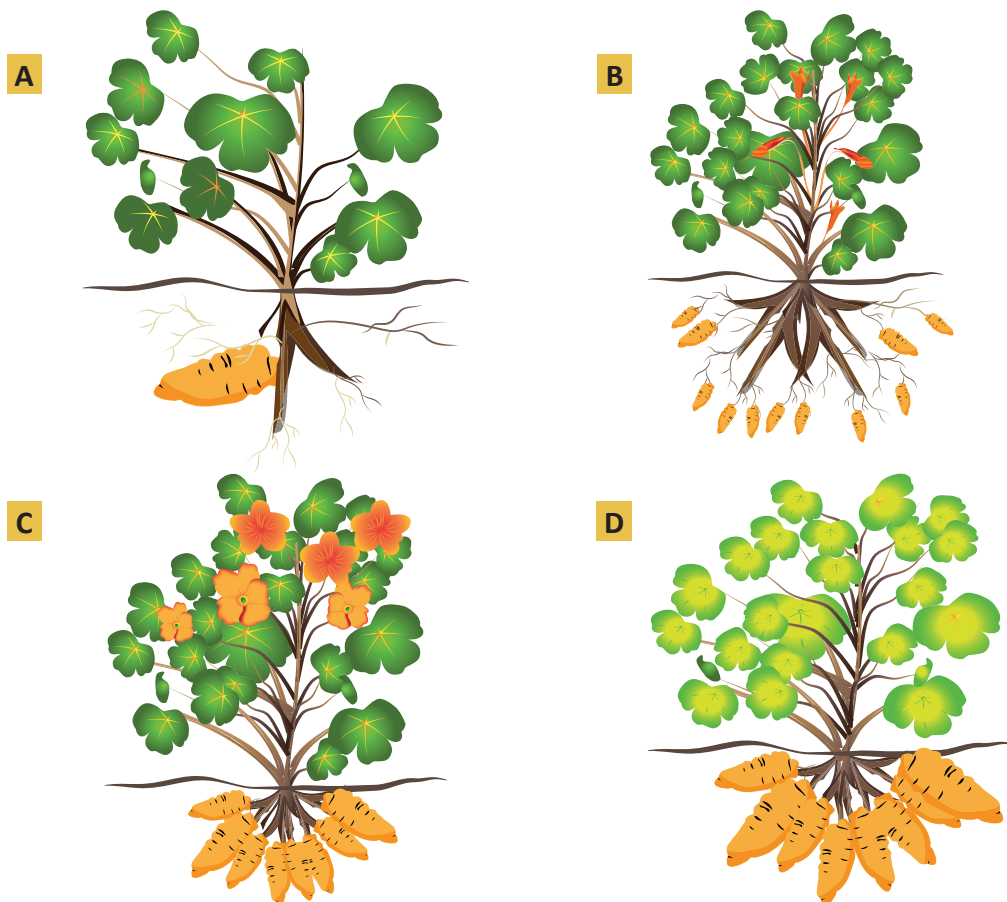


Figura 1. Etapas de desarrollo de la mashua: (A) emergencia, (B) desarrollo del cultivo, (C) mediados de temporada y (D) final de temporada





3. REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

3.1. Suelo

Tienen que ser suelos sueltos, con buena aireación, actividad microbiana dinámica, fértiles, profundos, con pH entre 5 a 6, de textura franca y con muy buena cantidad de materia orgánica.

3.2. Agua

La cantidad de agua que se requiere es de 7000-12 000 m³/ha, por campaña (Suquilanda, 2012).

3.3. Temperatura

Esta planta es una especie silvestre, la cual crece y se desarrolla a temperaturas bajas. La temperatura óptima para su desarrollo está entre 12 °C y 14 °C, lo que también permite que puedan ser almacenados por un periodo de 6 meses en lugares con ventilación y de temperaturas frías (Espín, 2013).

3.4. Precipitación

Con una precipitación anual de 700 mm a 1200 mm (Suquilanda, 2012), la mashua llega a adaptarse para conservar agua; lo cual se debe a la acción del viento y la baja humedad. El exceso de precipitación facilita al desarrollo de enfermedades, como podredumbre de raíz y tubérculos.



4. SIEMBRA

La siembra se debe realizar oportunamente, esto sucede cuando empiezan las lluvias. El ciclo de una campaña dura aproximadamente entre 6 y 8 meses.

4.1. Preparación de terreno

La preparación del terreno para cultivar mashua consiste en las labores descritas a continuación:

4.1.1. Riego

El riego en la preparación de terreno es una labor muy importante, ya que permite al suelo agrícola estar suave y suelto, facilitando el ingreso de la maquinaria con facilidad al terreno. A su vez, ayuda a la exposición de los estados inmaduros de las plagas y, por ende, son más fáciles de controlar. El riego por inundación debe ser homogéneo en toda el área designada a la instalación. Si hay lluvias, no recomienda efectuar el riego.

4.1.2. Arado

Se realiza entre los 8 a 12 días después del riego por inundación. Se procede a realizar la preparación de suelo, ya sea con maquinaria agrícola (con arado de discos) o de manera tradicional (uso de yuntas). Hoy en día, en muchos campos altoandinos se mantiene el uso de yunta y chaquitacla debido a que el uso de tractores es limitado por la ausencia de vías para su acceso a los campos, además de las pendientes muy pronunciadas que hacen difícil su manipulación.



Figura 2. Dos maneras de realizar el arado para instalar el campo de cultivo de mashua:
(A) reja tirada por toros o yunta y (B) arado de discos tirado por un tractor

4.1.3. Contra reja o cruza

La cruza consiste en la pasada de reja tirada por toros en sentido transversal al de la arada anterior. Permite lograr una mejor preparación de suelo y eliminación de plantas atípicas y arvenses. En suelos francos, se recomienda realizar de dos a tres cruzas, hasta que el suelo quede uniforme.

4.1.4. Mullido o pasada con rastra

Esta labor consiste en pasar una rastra de discos tirada por un tractor (Figura 4) para desmenuzar rastrojos y mullir terrones. Se complementa con el uso de herramientas manuales como picos y palas hasta dejar todo uniforme.



Figura 3. Pasada de rastra de discos tirada por tractor



4.1.5. Surcado

El surcado consiste en formar los surcos (Figura 5) donde se realizará la siembra de los tubérculos semilla. El distanciamiento entre surcos debe ser de 90 cm a 95 cm.



Figura 5. Campo de cultivo surcado y preparado para sembrar mashua



4.2. INSTALACIÓN

4.2.1. Preparación de la semilla

Los tubérculos a ser usados como semilla deben tener un peso promedio entre 60 g y 100 g, con bastantes yemas (“ojos”) y deben ser seleccionados descartando los que estén deshidratados, muy pequeños o con presencia de plagas o sintomatología de enfermedades.

La cantidad de semilla a utilizar depende del tamaño de los tubérculos, además de los distanciamientos entre surcos y entre las plantas del mismo surco.

4.2.2. Época de instalación

La instalación del cultivo debe efectuarse en los meses de agosto a octubre, dependiendo a la disponibilidad de agua, o el aprovechamiento de las primeras lluvias, cuando comienza la temporada de lluvias. La instalación consiste en el abonado, colocación de la semilla y el tapado.

4.2.3. Abonado

Después del surcado se realiza el abonado al fondo del surco. Puede usarse estiércol descompuesto o compost, aplicando un puñado por cada planta (aproximadamente 150 g), lo que puede significar un consumo de 3.5 t/ha de abono.

4.2.4. Distanciamiento de siembra

El distanciamiento entre tubérculos semilla es de 30 cm. considerando que el distanciamiento entre surcos es de 90 cm, la densidad del cultivo sería de 37 037 plantas/ha. Estas dimensiones son las mismas para todas las variedades.

4.2.5. Siembra

Los tubérculos son colocados en el fondo del surco con los brotes dirigidos hacia arriba. Inmediatamente después, se aplica directamente al suelo la mezcla de fertilizantes: la cantidad por planta es de aproximadamente 100 g, de los cuales 17 g son de nitrato de amonio, 50 g de fosfato diamónico y 33 g de cloruro de potasio.

4.2.6. Tapado

Esta labor consiste en cubrir los tubérculos de semilla con una capa de tierra hasta 20 cm, y se realiza manualmente con el uso de herramientas como el azadón, pico o lampa, o puede ser mecanizada.



5. MANTENIMIENTO DEL CULTIVO

Las labores agronómicas propias del cultivo son descritas a continuación.

5.1. CONTROL DE MALEZAS

Es muy importante mantener el campo libre de plantas arvenses desde la instalación del cultivo hasta —por lo menos— el primer aporque. Para lograrlo, es preciso realizar deshierbos manuales utilizando herramientas como lampas, azadones o ccoranas (Figura 6).



Figura 6. Labor de deshierbo manual en un campo de cultivo de mashua



5.2. PRIMER APORQUE Y SEGUNDA FERTILIZACIÓN

El primer aporque se realiza cuando la planta llega a tener 20 cm a 25 cm de altura. El aporque consiste en roturar la superficie del suelo endurecido y amontonar tierra en la base de las plantas, para proteger los tubérculos y mejorar la aireación de la capa arable. Se aprovecha esta labor para realizar también la segunda fertilización con nitrato de amonio, aplicado al suelo, en una cantidad de aproximadamente 60-100 g alrededor de cada planta.

5.3. SEGUNDO APORQUE

Se debe realizar entre 30 a 45 días después del primer aporque, en la fase de tuberización. Consiste en cubrir los tubérculos con tierra y permite lograr una buena formación de los mismos (Figura 7).



Figura 7. Segundo aporque en un campo de cultivo de mashua

5.4. RIEGO

El primer riego debe realizarse inmediatamente después de la siembra. La frecuencia de los riegos varía en cada etapa del cultivo. Desde la siembra hasta la floración, se debe regar cada 14 a 20 días. Entre la floración y la tuberización, se debe regar cada 10 días, debido a que la formación de tubérculos requiere mayor suministro de agua. Los riegos se realizarán, en caso no se presenten precipitaciones (lluvias).

5.5. CONTROL FITOSANITARIO

La tabla 1 presenta los métodos recomendados para el control de las principales plagas y enfermedades que afectan a los campos de cultivo de mashua.

Plaga	Gusano trozador (Silwi)	<ul style="list-style-type: none"> • Cebo, el cual es la mezcla de: Bacillus thuringiensis (4 g/L de agua) + melaza (160 mL/L de agua) + salvado de trigo (2 kg) • Aplicación de ceniza: 20 g/planta, junto con el aporque
Enfermedad	Roya	<p>Aspersiones foliares cada 8-15 días, a base de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sulfato de cobre pentahidratado (247 g/L), dosis: 1.5 g/L • Hidróxido de cobre (77 %), dosis: 2.5 g/L

Tabla 1. Métodos recomendados para el control de las principales plagas y enfermedades que afectan a los cultivos de mashua



6. COSECHA

La cosecha se realiza cuando la planta ha llegado al final de su ciclo de desarrollo, lo cual se evidencia cuando las hojas se tornan amarillas y la planta comienza a secarse. En esa etapa, los tubérculos llegan a su máximo tamaño y su color característico es más intenso. Esto suele ocurrir a los 260 días después de la siembra.

La cosecha debe ser realizada en un día soleado, sin lluvia. Si se cosecha en un día con lluvia puede favorecer a la pudrición de tubérculos.

La cosecha es realizada manualmente (Figura 8), usando herramientas como picos y racuanas, que son introducidas en el suelo evitando dañar a los tubérculos y manipuladas para extraer los tubérculos del suelo.



Figura 8. Cosecha de la mashua: (A) Labor de cosecha en campo y (B) tubérculos maduros



7. POSCOSECHA

Los tubérculos cosechados pasan por un proceso de postcosecha que comienza con la selección y termina con el almacenamiento.

7.1. SELECCIÓN

Los tubérculos destinados al consumo no deben presentar daños físicos ni pudriciones y deben ser expuestos al sol para aumentar el nivel de azúcar. Su tamaño puede ser pequeño, mediano o grande.

Los tubérculos seleccionados para ser usados como semilla deben ser de tamaño mediano, sin daños físicos ni pudriciones y no deben presentar estolones. Estos tubérculos son almacenados bajo sombra, no se exponen al sol (Figura 9).



Figura 9. Almacenamiento bajo sombra de tubérculos de mashua cosechados destinados al consumo



7.2. ALMACENAMIENTO

El almacén donde se conservarán tubérculos cosechados de mashua (Figura 10) debe tener luz difusa, ventilación adecuada y temperaturas menores a 12 °C.

La duración del almacenamiento puede ser de 2 a 4 meses para tubérculos semilla y de 2 a 3 meses para consumo en fresco, y si se desea almacenar por más tiempo, se somete al proceso de deshidratación por frío y secado al sol, a lo cual se le conoce como khaya.



Figura 10. Almacenamiento de tubérculos de mashua cosechados





8. COSTOS DE PRODUCCIÓN

A continuación se presentan los costos de producción para la producción de 1 ha de mashua con tecnología baja.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (S/)	VALOR TOTAL (S/)
A. COSTOS DIRECTOS				10747.00
1. PREPARACIÓN DEL SUELO				300.00
Yunta - Bueyes	Yunta	6	50.00	300.00
2. MANO DE OBRA				7965.00
Limpieza de campo	Jornal	10	45.00	450.00
Aplicación de abono	Jornal	10	45.00	450.00
Siembra	Jornal	15	45.00	675.00
Riegos	Jornal	4	45.00	180.00
Aporques				
Primer aporque	Jornal	30	45.00	1350.00
Segundo aporque	Jornal	30	45.00	1350.00
Cosecha	Jornal	40	45.00	1800.00
Selección de tubérculos	Jornal	30	45.00	1350.00
Almacenamiento	Jornal	8	45.00	360.00
3. INSUMOS				5800.00
Semilla	Kilo	1400	2.00	2800.00
Compost	Tonelada	2	1500.00	3000.00
4. HERRAMIENTAS				270.00
Pico	Unidad	2	40.00	80.00
Lampa	Unidad	2	50.00	100.00
Azadón	Unidad	2	45.00	90.00
5. OTROS				2212.00
Alquiler de terreno	Año	1	1200.00	1,200.00
Gastos de dotación de agua	Año	1	450.00	450.00
Traslado de compost	Hora	2	50.00	100.00
Sacos	Unidad	231	2.00	462.00
B. COSTOS INDIRECTOS				967.23
Gastos administrativos	% C/D	3		322.41
Gastos financieros	% C/D	6		644.82
COSTOS TOTALES				11714.23

Tabla 2. Costos de producción por hectárea del cultivo de mashua del año 2022

Costo Beneficio

Ingreso Bruto (venta) = S/ 59259.20

Costos de Producción/ha = S/ 11714.23

Ingreso Neto = S/ 47544.97

Relación beneficio/costo = 4.06

Por tanto, por cada un sol invertido se gana S/ 4.06.



9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. FAO. <https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>
- Arias, M. (2011). *Análisis y comparación de los glucosinolatos presentes en diferentes accesiones de cubio (*Tropaeolum tuberosum*) para evaluar su uso potencial en el control del patógeno de la papa *Spongospora subterranea** [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Colombia <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/8631>
- Espín, C. (2013). *Aporte al rescate de la mashua aplicando técnicas de cocina de vanguardia* [Tesis de Bachiller, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/1614>
- Manrique, I., Arbizu, C., Vivanco, F., Gonzales, R., Ramírez, C., Chávez, O., Tay, D. & Ellis, D. (2013). *Tropaeolum tuberosum Ruiz & Pav. Colección de germoplasma de mashua conservada en el Centro Internacional de la Papa (CIP)*. CIP. <https://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/07/006159.pdf>
- Ordoñez, L. M. (2020). *Cultivo de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) y sus perspectivas de procesamiento en Angaraes* [Trabajo de titulación, Universidad para el Desarrollo Andino]. Repositorio institucional de la Universidad para el Desarrollo Andino. <http://repositorio.udea.edu.pe/handle/UDEA/144>
- Suquilanda, M. (2012). *Producción orgánica de cultivos andinos*. FAO. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf
- Temoche, M., Campos, D., Chirinos, R. & Cisneros, L. (2004). Evaluación de los compuestos bioactivos y la capacidad antioxidante presente en 30 genotipos de mashua. *Anales Científicos*, 57, 229-247.
- Zea, R. (2002). *Tecnología del cultivo del izaño (mashua) *Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón*. INIA.





Instituto Nacional de Innovación Agraria







Instituto Nacional de Innovación Agraria

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



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

ISBN: 978-9972-44-124-0



9 789972 441240