



unl

Universidad  
Nacional  
de Loja

1859

# Manejo eficiente del agua para potenciar el rendimiento de papa nativa de la Sierra Sur del Ecuador



Jimmy Javier Cordero Jiménez  
Jorge Luis Jaramillo Condolo  
Gabriela Natali Abad Calva  
Narcisa de Jesús Urgiles Gómez



# **Manejo eficiente del agua para potenciar el rendimiento de papa nativa de la Sierra Sur del Ecuador**



---

# **Manejo eficiente del agua para potenciar el rendimiento de papa nativa de la Sierra Sur del Ecuador**

---

Jimmy Javier Cordero Jiménez  
Jorge Luis Jaramillo Condolo  
Gabriela Natali Abad Calva  
Narcisca de Jesús Urgiles Gómez

UNL



unl

Universidad  
Nacional  
de Loja



Nikolay Aguirre, Ph.D  
**Rector UNL**

Elvia Zhapa Amay, Ph.D  
**Vicerrectora Académica**

Max Encalada, Ph.D  
**Director de Investigación**

---

## Manejo eficiente del agua para potenciar el rendimiento de papa nativa de la Sierra Sur del Ecuador

### Autores:

Jimmy Javier Cordero Jiménez  
Jorge Luis Jaramillo Condolo  
Gabriela Natali Abad Calva  
Narcisa de Jesús Urgiles Gómez

### Revisión por pares:

Jorge Luis González Sarango  
Ángel Arcesio Luna Chalán

**ISBN digital:** 978-9942-xxx-xx-x

---

### Editorial Universitaria UNL

Universidad Nacional de Loja  
Ciudad Universitaria Guillermo Falconí, Loja - Ecuador  
Correo: [comision.editorial@unl.edu.ec](mailto:comision.editorial@unl.edu.ec)  
Teléfono: +593 7 259 3550  
[www.unl.edu.ec](http://www.unl.edu.ec)  
Abril, 2026  
Loja, Ecuador



## Proyecto de investigación y créditos

FIASA-CA-2023-012 y/o 01-DI-FARNR-2023-E.

Esta publicación ha sido realizada en el marco del Proyecto “Generación de bioconocimiento enfocado a la conservación y uso sostenible de la agrobiodiversidad de variedades nativas de papa (*Solanum* spp.) con la aplicación de láminas de riego, enmiendas orgánicas y biofertilizantes en la Sierra Sur del Ecuador”

### Realización:

Jimmy Javier Cordero Jiménez, Jorge Luis Jaramillo Condolo, Gabriela Natali Abad Calva y Narcisa de Jesús Urgiles Gómez.

### Contenido:

Jimmy Javier Cordero Jiménez, Jorge Luis Jaramillo Condolo y Gabriela Natali Abad Calva.

### Coordinación:

Narcisa Urgiles Gómez

### Fotografías:

Gabriela Natali Abad Calva.

### Colaboradores:

Elvis Ovidio Narváez Romero, Claudia Micaela Núñez Calero, Guissella Alexandra Chamba Guailas, Steven Isrrael Pintado Carriel, Katherine Alexandra Torres Carrión y Andrea Michelle Méndez Lima.

### Cita:

Cordero, J., Jaramillo, J., Abad, G., y Urgiles-Gómez, N. (2026). *Manejo eficiente del agua para potenciar el rendimiento de papa nativa de la Sierra Sur del Ecuador*. Editorial Universitaria UNL. Loja, Ecuador.



# Índice general

Agradecimientos .....	XI
Acrónimos.....	XIII
Introducción .....	15
<b>Capítulo 1. Generalidades .....</b>	<b>17</b>
1.1. ¿Por qué es tan importante el agua para la agricultura? .....	17
1.1.1. Monitoreo de variables climáticas.....	18
<b>Capítulo 2. Principios del riego por goteo.....</b>	<b>20</b>
2.1. ¿Qué es el riego por goteo?.....	20
2.2. ¿Cómo operar el sistema de riego?.....	24
2.3. Mantenimiento del sistema .....	25
<b>Capítulo 3. El agua en el suelo .....</b>	<b>28</b>
3.1. ¿Cómo funciona el agua en el suelo?.....	28
3.2. Tipos de suelo y su comportamiento con el agua .....	28
3.3. Movimiento del agua en el suelo .....	29
3.4. ¿Cómo saber si un suelo tiene suficiente agua?.....	31
<b>Capítulo 4. Necesidades hídricas en el cultivo de papa .....</b>	<b>32</b>
4.1. ¿Por qué la papa necesita agua?.....	32
4.2. ¿Qué es el coeficiente de cultivo?.....	33
<b>Capítulo 5. Fertirriego en papa con sistema de goteo.....</b>	<b>35</b>
5.1. ¿Qué es el fertirriego?.....	35
<b>Capítulo 6. Programación de riego.....</b>	<b>38</b>
6.1. ¿Qué es la programación del riego?.....	38
6.2. Problemas comunes .....	38
6.3. Cálculo sencillo del riego diario .....	39
6.4. Frecuencia de riego y tiempo de riego.....	39
<b>Capítulo 7. Testimonios agricultores de Chuquiribamba .....</b>	<b>43</b>
<b>Referencias bibliográficas.....</b>	<b>45</b>



# Agradecimientos

Nuestro reconocimiento y gratitud a todas las personas e instituciones que hicieron posible la elaboración de este manual. De manera especial, a los productores de la parroquia Chuquiribamba, quienes con su esfuerzo y dedicación impulsan el desarrollo del campo y contribuyen a la producción de alimentos de calidad para nuestras comunidades.

Agradecemos de igual manera a los investigadores y técnicos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), así como a los profesionales de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL) y a los colegas de la Universidad Nacional de Loja (UNL), por su valiosa colaboración, el aporte de información actualizada y el fortalecimiento del enfoque técnico y práctico del presente trabajo.

Finalmente, reconocemos el apoyo financiero y logístico del Fondo de Investigación para la Agrobiodiversidad, Semillas y Agricultura Sustentable de Ecuador, cuya contribución permitió la realización de esta publicación.

*Jimmy Javier Cordero Jiménez*



# Acrónimos y Glosario

<b>ET<sub>o</sub>:</b>	Evapotranspiración de referencia: Cantidad de agua que se evapora y transpira en un día estándar.
<b>K<sub>c</sub>:</b>	Coefficiente de cultivo: indica el nivel de consumo de agua del cultivo.
<b>ET<sub>c</sub>:</b>	Evapotranspiración del cultivo: $ET_o \times K_c$ .
<b>Goteros:</b>	Dispositivos del sistema de riego por goteo que liberan el agua de forma lenta y controlada directamente en la raíz de la planta.
<b>Agua disponible:</b>	Cantidad de agua que el suelo puede retener y que está accesible para las raíces de las plantas.
<b>Presión:</b>	Fuerza del agua que impulsa el sistema; se mide en bar o PSI.
<b>Caudal:</b>	Cantidad de agua que sale por un gotero o tubo (litros/hora).
<b>Uniformidad de riego:</b>	Medida de qué tan parejo llega el agua a todas las plantas.
<b>Lámina de riego:</b>	Cantidad de agua aplicada al suelo durante un riego, expresada generalmente en milímetros (mm).
<b>Zona radicular:</b>	Área del suelo donde se concentran las raíces de la planta y donde debe llegar el agua y los nutrientes.



# Introducción

El agua en la agricultura es esencial para el desarrollo de los cultivos, pero su uso inadecuado genera problemas. En el cultivo de papa, la falta de agua produce tubérculos pequeños y deformes, mientras que el exceso provoca enfermedades por hongos y pudrición de raíces. En ambos casos, el resultado es menor rendimiento y pérdida de dinero.

En el Ecuador existen entre 350 y 500 variedades de papa nativa cultivadas entre los 2 600 y 3 500 m s. n. m. (Cuesta et al., 2022). La mayoría se consume o comercializa localmente, convirtiéndose en un pilar de la economía familiar. Sin embargo, el clima es cada vez más impredecible, con sequías prolongadas y lluvias intensas en poco tiempo. En la parroquia rural de Chuquiribamba esta situación se agrava por infraestructura obsoleta y sistemas de riego tradicionales que generan pérdidas y mala distribución del agua.

Según Akkamis y Caliskan (2023), la papa requiere un suministro constante y equilibrado de agua, ya que la falta o el exceso pueden reducir la producción y calidad de los tubérculos hasta en un 50 %. Por ello, este manual presenta técnicas para monitorear el clima, implementar riego tecnificado y optimizar el uso del agua, mejorando la producción, sostenibilidad y bienestar de los agricultores.

En este contexto, el uso eficiente del recurso hídrico en la agricultura ayuda a lograr varios Objetivos de Desarrollo Sostenible. En particular, apoya el ODS 2 (Hambre Cero) para

aumentar la producción de alimentos y mejorar la seguridad alimentaria; el ODS 6 (Agua limpia y saneamiento) al asegurar que el agua se use de manera sostenible y el ODS 13 (Acción por el clima) ayudando a los sistemas de producción a adaptarse a los cambios climáticos (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

Finalmente, el uso adecuado del agua en la agricultura puede ayudar al ODS 1 (Fin de la pobreza) al aumentar las ganancias de los pequeños agricultores. En definitiva, el manejo adecuado del agua no sólo mejora la producción de cultivos como la papa, sino que también ayuda a que las comunidades rurales se desarrollen de manera sostenible (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

# Capítulo 1. Generalidades

## 1.1. ¿Por qué es tan importante el agua para la agricultura?

El agua es fundamental en la agricultura, pues de ella depende el crecimiento y producción de los alimentos. Su manejo eficiente garantiza la seguridad alimentaria, protege el medio ambiente y fortalece la economía (Figura 1).



Figura 1. Influencia del agua de riego.

**Nota:** La agricultura de riego consume cerca del 60 % del agua dulce y produce el 40 % de los alimentos en el mundo (Yang et al., 2023).

Según el Banco Nacional de Autorizaciones de Agua (BNA) para el año 2020 el riego representa el 55,9% de trámites, de un total 62 838 autorizaciones de uso consuntivo y un caudal

de 560,9m<sup>3</sup>/s, es decir, el 82,2%; lo que convierte el riego en el mayor uso consuntivo del recurso hídrico a nivel nacional (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

### 1.1.1. Monitoreo de variables climáticas

El clima influye en la agricultura al determinar las condiciones de producción. Actualmente la tecnología, a través de estaciones meteorológicas automáticas, permite monitorear variaciones climáticas que pueden afectar los cultivos. Esto permite tomar decisiones oportunas y ajustar estrategias de riego para minimizar el impacto climático, especialmente en el cultivo de papa. En la Tabla 1 se presentan parámetros clave para determinar la cantidad de agua a aplicar.



Figura 2. Estación meteorológica automática.

**Nota:** Una estación meteorológica te dice cuánta agua pierde el suelo y tus plantas cada día.

Tabla 1. Variables climáticas.

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Función</b>
Temperatura	°C	Evaporación del agua en el suelo y transpiración del agua en las plantas
Humedad relativa	%	En riego la humedad relativa influye en la absorción de agua al momento del riego.
Velocidad del viento	m/s	En riego, reduce eficiencia al momento de regar.
Radiación solar	MJ/m <sup>2</sup> /día	Mide la energía que usan las plantas para crecer.
Precipitación	mm	Determina si es necesario o no regar.

# Capítulo 2. Principios del riego por goteo

## 2.1. ¿Qué es el riego por goteo?

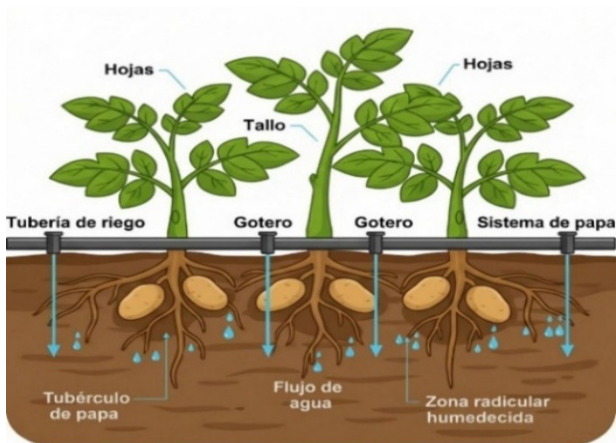


Figura 3. Sistema de riego por goteo.

Es un sistema que aplica el agua directamente en la zona de la raíz de la planta, mediante pequeños orificios llamados goteros, que entregan el agua a baja presión y en cantidades controladas. Su objetivo principal es mantener la humedad constante en la zona radicular, sin mojar todo el suelo (Pérez, 2025).

### Ventajas principales

- Ahorro de agua (30–60 %).
- Menos presencia de malezas.

- Fertilización más precisa.
- Menor costo de mano de obra.
- Mejor producción por planta.
- Ideal para terrenos inclinados.
- Reduce la incidencia de enfermedades.
- Ahorro de energía, al trabajar a baja presión en comparación del método de riego por aspersión.

## Elementos principales

Un sistema de riego por goteo tiene varias partes y cada una cumple una función importante, tal como se observa en la Tabla 2:

Tabla 2. Elementos del sistema de riego

<b>Elemento</b>	<b>Función</b>
<b>Sistema General</b>	
Fuente de agua	Vertiente, quebrada, río, sistema de riego, pozo, etc., que suministra el recurso hídrico.
Obra de toma	Captar el caudal autorizado y mejorar la calidad física del agua.
Redes de conducción	Conducir el caudal desde la obra de toma hasta el reservorio.
Reservorio	Almacenar el agua y facilitar la regulación y los turnos de riego.
Redes de distribución	Conducir el agua desde el reservorio hasta los predios de los beneficiarios
Obras de arte	Estructuras complementarias (válvulas, pasos elevados, etc), que garantizan el correcto funcionamiento hidráulico del sistema.
Caja de entrega	Caja con una válvula de compuerta para la apertura y cierre del caudal.

<b>Elemento</b>	<b>Función</b>
<b>Riego Parcelario-Goteo</b>	
Cabezal de riego principal	Filtra, trata y suministra el agua, controlando su caudal y presión para regar de manera eficiente.
Válvulas modulares	Abren y cierran el paso del agua por sectores.
Tuberías principales y secundarias	Transportan el agua desde el cabezal hasta los sectores de riego
Laterales o cintas de goteo	Conducir el agua a cada hilera del cultivo.
Goteros	Aplican el agua directamente en la zona radicular de las plantas.
Fines de línea	Permitir el purgado y limpieza de las cintas de goteo y tuberías.

## **Instalación básica**

- Replanteo manual o con equipo topográfico.
- Nivelar el terreno o establecer el cultivo en forma de las curvas de nivel si hay pendiente.
- Instalar el cabezal y filtro.
- Colocar las tuberías principales, luego las secundarias.
- Extender las líneas de goteo.
- Realizar el purgado del sistema de riego.
- Evaluar el sistema, hacer pruebas de presión y caudal antes de sembrar.



Figura 4. Sistema de riego por goteo. Fuente: Rodrigo Pauta 2025.

### **Errores comunes en la instalación**

- No colocar filtros adecuados.
- Usar mangueras con goteros de diferente caudal en un mismo sector.
- No medir la presión de salida.
- Dejar líneas más largas de lo recomendado (pérdida de presión).
- No nivelar el terreno antes de instalar.

### **Recomendaciones:**

- Si el terreno es inclinado, coloca las cintas en línea con los surcos para aprovechar mejor la gravedad.
- Etiqueta cada sector si tienes más de una zona para regar.
- Limpieza constante de filtros y goteros.

- Uno de los métodos adecuados es la colocación de manómetros antes y después del cabezal (diferencia de presión) es un indicador de que algo está fallando.

## 2.2. ¿Cómo operar el sistema de riego?

El sistema está diseñado para suministrar agua de manera uniforme y controlada directamente a la zona radicular de las plantas. Para garantizar su correcto funcionamiento y evitar daños en el sistema, se deben seguir los siguientes pasos:

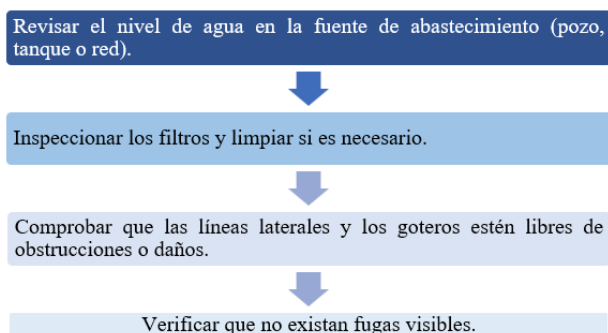


Figura 5. Verificación inicial.

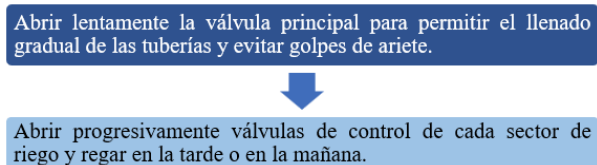


Figura 6. Puesta en marcha del sistema

Abrir lentamente la válvula principal de entrada para permitir el llenado de la tubería.



Observe el manómetro para verificar que la presión se mantiene dentro del rango operativo.

Figura 7. Verificación de funcionamiento.

Evite manipular las válvulas bruscamente para no generar variaciones de presión.



Ajustar la duración del riego según el requerimiento hídrico del cultivo y las condiciones climáticas.

Figura 8. Durante la operación

Cerrar gradualmente las válvulas de cada sector.



Realizar una descarga del sistema al final de la línea principal para eliminar sedimentos.

Figura 9. Apagado del sistema

## 2.3. Mantenimiento del sistema

Un buen mantenimiento alarga la vida del sistema, evita fallas y asegura que la papa reciba el agua justa en el momento adecuado.

## Mantenimiento diario

- Revisar que todos los goteros estén funcionando. Si un gotero no gotea, puede estar tapado.
- Lavar las cintas con agua a presión moderada.
- Observar si hay fugas en las uniones de mangueras o conectores y corregirlas.
- Limpiar el filtro cuando el agua contenga impurezas o después de lluvias intensas.



Figura 10. Limpieza de goteros.

## Mantenimiento mensual

- Revisar todas las uniones y válvulas.
- Lavar el inyector de fertilizante.
- Aplicar limpieza química si existe acumulación sales o algas.
- Usar ácido cítrico o vinagre diluido para disolver minerales.
- Hacer circular la solución por unos minutos y luego enjuagar con agua limpia.

## Al finalizar el ciclo de cultivo

- Vaciar completamente el sistema
- Enrollar y guardar las cintas de riego en lugar seco y protegido del sol
- Revisar goteros, conectores y filtros, reemplazar lo que esté dañado.



Figura 11. Revisión de fugas en goteros y uniones.

# Capítulo 3. El agua en el suelo

## 3.1. ¿Cómo funciona el agua en el suelo?

El suelo es una esponja natural cuando regamos, el agua entra al suelo, se mueve hacia abajo y hacia los lados, y parte de ella se evapora o se absorbe por las raíces. El objetivo del riego es mantener la humedad del suelo dentro del rango que la planta necesita, sin exceso ni déficit.

## 3.2. Tipos de suelo y su comportamiento con el agua

Tabla 3. Tipos de suelo y sus características.

Tipos de suelo	Características	Recomendaciones
Arenoso	Gran porosidad, el agua se infiltra rápido	Riegos cortos y frecuentes
Franco	Equilibrado entre arena, limo y arcilla	Riegos medianos irregulares
Arcilloso	Retiene mucha agua, pero drena lento	Riegos más largos y menos frecuentes.

- Si se deshace rápido suelo arenoso.
- Si mantiene la forma, pero se desmorona un poco suelo franco.
- Si forma una bola firme suelo arcilloso.

Nota: Toma un puñado de tierra húmeda, apriétalo con la mano para determinar la textura del suelo, tal como se indica en la Figura 12



Figura 12. Prueba del puño para determinar la textura del suelo.

### 3.3. Movimiento del agua en el suelo

El agua en el suelo se mueve de diferentes maneras. Cuando se riega en exceso, el agua se desplaza hacia abajo por gravedad. Si el suelo comienza a secarse, el agua sube por capilaridad, es decir, por los espacios entre las partículas del suelo. El tipo de suelo influye en cómo se mueve el agua. En suelos arenosos, el agua se filtra rápido y se mueve con facilidad. En suelos francos, el agua permanece más tiempo. En suelos arcillosos, el agua no se filtra rápido y puede quedar acumulada, provocando encharcamiento. Por eso es importante conocer el tipo de suelo para un riego adecuado.

Tabla 4. Texturas de suelo en Chuquiribamba.

<b>Beneficiario</b>	<b>Textura</b>
Segundo Morocho	Franco arcillo arenoso
Miguel Morocho	Franco arcillo arenoso
Rodrigo Pauta	Franco arenoso
Gloria Valle	Franco arenoso
Rosa Orozco	Franco arenoso
Ángel Puchaicela	Franco
Emilio Curipoma	Franco arcillo limoso
Emilio Anguinsaca	Franco
Hna. Linda Jumbo	Franco arenoso
Rosa Caraguay	Franco arcillo limoso

Fuente: Michay, Suquilanda y Benítez, (2024).

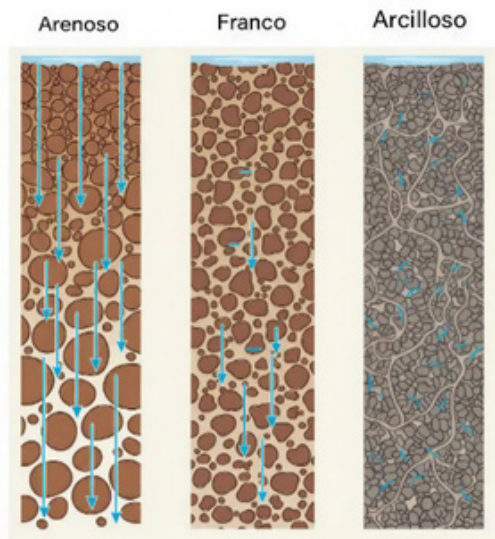


Figura 13. Movimiento del agua en el suelo según la textura.

### 3.4. ¿Cómo saber si un suelo tiene suficiente agua?

Existen varios métodos para determinar si un suelo está con la humedad adecuada. En campo la más común es usar una varilla o palo: al clavarlo aproximadamente 20 cm de profundidad, si sale seco o con poca humedad, necesita riego.



Figura 14. Determinación de la humedad del suelo.

**Nota:** En riego por goteo, el suelo debe estar siempre húmedo, pero no encharcado.

# Capítulo 4. Necesidades hídricas en el cultivo de papa

## 4.1. ¿Por qué la papa necesita agua?

En la papa el riego debe adaptarse a las necesidades específicas de cada etapa de crecimiento; de lo contrario, la planta no forma bien sus tubérculos y la cosecha puede ser muy baja.

### Etapas críticas de riego en la papa

En la papa el riego debe adaptarse a las necesidades específicas de cada etapa de crecimiento de lo contrario. Sin agua suficiente, la planta no forma bien sus tubérculos y la cosecha puede ser muy baja.

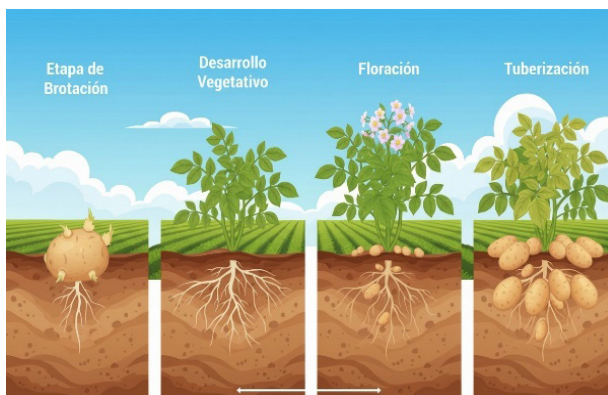


Figura 15. Etapas fenológicas de la papa

**Nota:** En la maduración suspender gradualmente el riego (sólo si hay estrés visible).

A continuación, se destaca la importancia de la aplicación adecuada del recurso hídrico en las distintas etapas del cultivo.

Tabla 5. Necesidad de riego por etapa fenológica.

<b>Etapas fenológicas</b>	<b>Necesidad de riego</b>
Brotación	Requiere buena humedad para que el brote salga bien.
Desarrollo vegetativo y floración	Es la etapa más importante. Si falta agua, se pierde producción.
Llenado de tubérculos	Se necesita mantener la humedad constante.
Maduración	Se reduce el riego para que la planta se seque de forma natural.

### **Consecuencias de no regar bien:**

- Papas pequeñas o deformes.
- Enfermedades por exceso de agua.
- Planta estresada, hojas caídas o enrolladas.

## **4.2. ¿Qué es el coeficiente de cultivo?**

El coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) es un número que indica cuánta agua necesita un cultivo según su zona y condiciones climáticas y etapa de desarrollo.

**Nota:** Durante la floración y fructificación, el  $K_c$  suele ser más alto porque la planta transpira más.

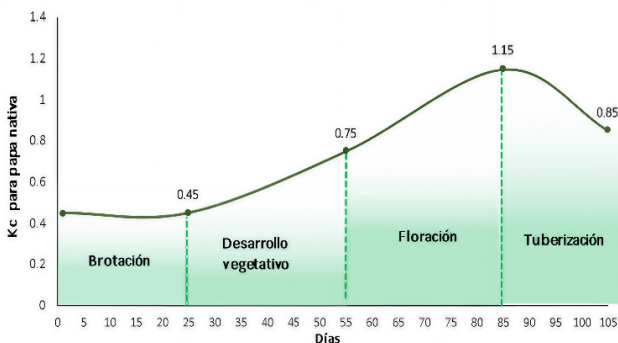


Figura 16. Coeficiente de cultivo de la papa.

## ¿Cómo usar esta información en campo?

En primer lugar, consulta la ETo diaria o semanal de tu zona, seguidamente busca el Kc correspondiente a tu cultivo y etapa y procede a multiplicar ambos valores. Finalmente ajusta el tiempo de riego para aplicar ese volumen de agua.

### Ejemplo práctico:

**Cultivo:** Papa

**ETo** = 3 mm/día

**Kc (etapa media)** = 1,15

**ETc** =  $3 \times 1,15 = 3,45 \text{ mm/día} = 34,5 \text{ m}^3/\text{ha/día}$

Si tu sistema aplica  $20 \text{ m}^3/\text{h}$  (3,4 l/s), necesitarás regar unas 1,7 horas por hectárea.

# Capítulo 5. Fertirriego en papa con sistema de goteo

## 5.1. ¿Qué es el fertirriego?

Es una técnica que permite aplicar fertilizantes disueltos en el agua de riego, llegando directamente a las raíces de la papa. Así, la planta recibe los nutrientes justo donde los necesita, en la cantidad adecuada y en el momento correcto.



Figura 17. Cabezal de riego.

## Beneficios del fertirriego:

- Ahorro de fertilizante (se usa menos y se aprovecha más)
- Mejora la nutrición de la planta en cada etapa
- Reduce el esfuerzo de aplicar fertilizante a mano
- Se puede ajustar el tipo de abono según la fase del cultivo

Tabla 6. Etapas del fertirriego en papa.

<b>Etapa del cultivo</b>	<b>Nutriente principal</b>	<b>Producto recomendado</b>
Brotación/ desarrollo vegetativo	N (para crecimiento de hojas y tallo)	Urea + MAP (MAP aporta P)
Floración/formación de tubérculos	N moderado, P (establecimiento del tubérculo)	MAP +Urea (Dosis moderada) + KNO <sub>3</sub> .
Llenado de tubérculos y maduración	K (promueve tamaño y calidad de tubérculo) y P de soporte	Nitrato de potasio (KNO <sub>3</sub> ) +MAP

Tabla 7. Fertilizantes y cantidad por etapa y por ciclo.

<b>Fertilizante</b>	<b>Cantidad de aplicación (Kg)</b>	<b>Cantidad por ciclo (kg)</b>
Urea	2,93	23,44
MAP (11-52-0)	2,16	17,28
Nitrato de potasio	4,89	39,2

## ¿Cómo aplicar fertirriego paso a paso?

- Disolver el fertilizante en un balde con agua (ej. 2,93 kg por cada 40 L de agua).

- Regar 5-10 min con agua hasta que el sistema de riego llegue a las partes más alejadas. Para tener fertilizaciones homogéneas.
- Verter la mezcla en el inyector o directamente al tanque de riego.
- Dejar que el sistema funcione durante 20-30 minutos para que el abono llegue a toda la parcela.
- Al final, aplicar agua limpia durante 10 minutos más, para enjuagar las mangueras y evitar obstrucciones.

### **Frecuencia recomendada:**

Cada 8 a 10 días durante las etapas activas del cultivo. Suspender en la etapa de maduración.

### **Consejos prácticos:**

- Usa guantes y mascarilla al manipular fertilizantes
- No mezcles fertilizantes sin saber si son compatibles
- Siempre disuelve bien antes de aplicar

# Capítulo 6. Programación de riego

## 6.1. ¿Qué es la programación del riego?

La programación del riego consiste en determinar cuándo, cuánto y cómo regar el cultivo, considerando factores como:

- Etapa fenológica del cultivo
- Condiciones climáticas
- El tipo de suelo
- El sistema de riego

**Nota:** Un buen programa de riego evita tanto el estrés por falta de agua como el exceso que daña raíces.

## 6.2. Problemas comunes

Tabla 8. Problemas comunes

<b>Problema</b>	<b>Causa probable</b>	<b>Solución</b>
Goteros se tapan	Fertilizante mal disuelto	Disolver mejor, limpiar sistema
Manchas en hojas	Exceso de abono	Bajar dosis o espaciar aplicación
No se ve mejora en cultivo	Mal momento de aplicación	Ajustar al estado del cultivo

### 6.3. Cálculo sencillo del riego diario

$$\text{Volumen de agua} = \text{Etc} \left( \frac{\text{mm}}{\text{día}} \right) \times 10 \text{ m}^3 \times \text{ha}$$

#### Ejemplo:

**Etc**= 5,0 mm/día

Necesitas aplicar 50 m<sup>3</sup>/ha/día

Si tu sistema entrega 25 m<sup>3</sup>/h, riega 2 horas por hectárea.

**Nota:** Se recomienda colocar un balde de 20 litros y una cinta métrica y ubicarlo en el centro del cultivo para medir la evaporación. Esto ayudará al agricultor a registrar la pérdida de agua y calcular con mayor precisión la cantidad necesaria para reponer la lámina hasta capacidad de campo.

### 6.4. Frecuencia de riego y tiempo de riego.

La frecuencia de riego indica cada cuanto día se debe aplicar el riego al cultivo, con el fin de mantener una adecuada disponibilidad de agua en el suelo.

#### Depende de:

- La capacidad del suelo para retener agua
- La profundidad del Sistema radicular
- La evapotranspiración del cultivo
- La fracción de agotamiento permisible

El tiempo de riego, es el periodo de tiempo que se debe regar para aplicar la cantidad de agua necesaria para el cultivo.

### Depende de:

- La lámina de riego
- El caudal disponible
- El área que se riega
- La eficiencia de aplicación del sistema de riego

Tabla 9. Frecuencias de riego y tiempo de riego promedio.

<b>Tipo de suelo</b>	<b>Frecuencia recomendada</b>	<b>Duración promedio</b>
Arenoso	Cada 1–2 días	Corta (1–2 h)
Franco	Cada 2–3 días	Media (2–3 h)
Arcilloso	Cada 3–5 días	Larga (3–5 h)

### Anexos

En los siguientes anexos se presenta en las Tablas 10, 11, 12, 13 y 14, valores de evapotranspiración, necesidades hídricas y frecuencia de riego en el cultivo de papa nativa en la parroquia de Chuquiribamba.

Tabla 10. Evapotranspiración potencial de Penman-Monteith

<b>Evapotranspiración potencial método de Penman-Monteith (mm día<sup>-1</sup>)</b>								
<b>Meses</b>	<b>may</b>	<b>jun</b>	<b>jul</b>	<b>ago</b>	<b>sept</b>	<b>oct</b>	<b>nov</b>	<b>dic</b>
Prom.	2,3	2,2	2,3	2,8	2,7	3,0	2,8	2,20
Total	72,0	66,4	74,2	87,9	82,5	92,9	86,6	68,1

Tabla 11. Evapotranspiración de cultivo por etapa fenológica.

Fase	may –ago	sep -dic
	Promedio	Promedio
Inicial	1,02	1,27
Desarrollo	1,42	1,83
Media	2,08	2,87
Final	2,86	2,21
Total	7,37	8,18

Tabla 12. Necesidades de riego promedio en mm por fase fenológica.

Fase	may –ago	sep -dic
	Promedio	Promedio
Inicial	0,49	1,03
Desarrollo	1,01	1,47
Media	1,54	2,70
Final	2,62	1,31
Total	5,66	6,53

Tabla 13. Frecuencias y tiempos de riego mayo- agosto.

Beneficiario	Días por etapa			Tiempo (min)
	DV	F	T	
Segundo Morocho	3	2	1	38
Miguel Morocho	3	2	1	38
Rodrigo Pauta	5	5	3	91
Gloria Valle	5	5	3	91
Rosa Orozco	4	4	2	78
Ángel Puchaicela	2	2	2	30
Emilio Curipoma	4	3	2	55
Emilio Anguinsaca	2	2	2	30
Hna. Linda Jumbo	4	4	2	80
Rosa Caraguay	4	4	2	70

DV= Desarrollo vegetativo, F=Floración y T=Tuberización

Tabla 14. Frecuencias y tiempos de riego septiembre -diciembre.

<b>Beneficiario</b>	<b>Días por etapa</b>			<b>Tiempo (min)</b>
	<b>DV</b>	<b>F</b>	<b>T</b>	
Segundo Morocho	2	1	2	38
Miguel Morocho	2	1	2	38
Rodrigo Pauta	5	3	6	91
Gloria Valle	5	3	6	91
Rosa Orozco	4	2	5	78
Ángel Puchaicela	2	1	1	30
Emilio Curipoma	3	2	3	55
Emilio Anguinsaca	2	1	1	30
Linda Jumbo	4	2	5	79
Rosa Caraguay	4	2	4	69

DV= Desarrollo vegetativo, F=Floración y T=Tuberización

## Capítulo 7. Testimonios agricultores de Chuquiribamba



“Yo ahora ya no dependo tanto de la lluvia; con el riego por goteo, mis papas nativas crecen parejas y más grandes.”

— *Don Rodrigo Pauta.*



“ Yo he visto cómo el riego mejora la tierra; mis papas salen más sanas y con mejor sabor.”

— *Dioselinda Angamarca.*

## Referencias bibliográficas

- Akkamis, M., & Caliskan, S. (2023). Responses of yield, quality and water use efficiency of potato grown under different drip irrigation and nitrogen levels. *Scientific Reports*, 13(1), 9911. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-36934-3>
- Benítez, G. (2024, 12 junio). Caracterización de las propiedades físico- químicas del suelo y elaboración de un plan de fertilización para el cultivo de papa nativa, en el sector Simón Bolívar del Sistema de Riego Aguarongo – Zañe, Parroquia Chuquiribamba. <https://dspace.unl.edu.ec/items/07304601-7dff-4909-bb90-b72a09d030bd>
- Cuesta, X., Monteros, C., Racines, M., & Rivadeneira, J. (2022). Catálogo de variedades de papa del Ecuador (Segunda, Vol. 427). <https://repositorio.iniap.gob.ec/server/api/core/bitstreams/67a96ddc-b96e-43c9-b759-d6cc45dc60b7/content>
- Michay, J. (2024, 27 junio). Caracterización de las propiedades físicoquímicas de los suelos y elaboración de un plan de fertilización para el cultivo de papa nativa, en el sector El Calvario del Sistema de Riego Aguarongo – Zañe, Parroquia Chuquiribamba. <https://dspace.unl.edu.ec/items/109c1f35-284b-494b-b427-8e2c77ebfdf6>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2021). Plan Nacional de Riego y Drenaje 2021–2026 (PNRD). Gobierno del Ecuador. <https://es.scribd.com/document/684854163/PLAN-NACIONAL-DE-RIEGO-Y-DRENAJE-2021-2026-PARA-PUBLICAR>

- Organización de las Naciones Unidas. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. <https://sdgs.un.org/2030agenda>.
- Pérez, D. I. S. (2025). Riego tecnificado como una medida de adaptación al cambio climático: Eficiencia hídrica para un futuro sostenible. *Siembra*, 12(4(Especial)), e8310-e8310. <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/8310>
- Suquilanda, T. (2024, 29 mayo). Caracterización de las propiedades fisicoquímicas del suelo y elaboración de un plan de fertilización para el cultivo de papa nativa, en el sector La Dolorosa del Sistema de Riego Aguarongo – Zañe, Parroquia Chuquiribamba. <https://dspace.unl.edu.ec/items/eb3b4a1f-d935-473e-a5e8-d9ce578faeca>
- Yang, P., Wu, L., Cheng, M., Fan, J., Li, S., Wang, H., & Largo, Q. (2023). Review on Drip Irrigation: Impact on Crop Yield, Quality, and Water Productivity in China. *Water*, 15(9), 1733. <https://doi.org/10.3390/w15091733>



unl

Universidad  
Nacional  
de Loja



UTPL  
La Universidad Católica de Loja



EL BUEN  
ECUADOR  
Ministerio de Educación

FASA

## Manejo eficiente del agua para potenciar el rendimiento de papa nativa de la Sierra Sur del Ecuador

Esta guía práctica integra conocimientos técnicos y experiencias de campo para mejorar el rendimiento y la rentabilidad de los cultivares de papa nativa mediante un manejo eficiente del recurso hídrico. Para ello, el documento aborda los fundamentos del riego parcelario, iniciando con el monitoreo de variables climáticas, humedad del suelo para conocer la pérdida diaria de agua del cultivo. Además, se presenta el riego por goteo como una alternativa tecnificada adaptada a terrenos inclinados y a la disponibilidad hídrica local.

Finalmente, se describe el comportamiento del agua en el suelo, las necesidades hídricas del cultivo en cada etapa fenológica para la programación del riego y se presenta orientaciones básicas de fertirriego adaptadas a la realidad de los pequeños productores, basado en el aprovechamiento racional de los recursos, uso responsable del agua y en concordancia con los principios de la agricultura familiar campesina.