



# LA EFICIENCIA DE USO DE AGUA (EUA) EN EL CULTIVO DE PAPA

PROGRAMA SUB SECTORIAL DE IRRIGACIONES – MINISTERIO DE  
AGRICULTURA



# INTRODUCCIÓN

## DATOS GENERALES:

- La papa, cultivo muy importante, es exigente en agua y muy sensible al déficit hídrico (5000-7000 m<sup>3</sup>/ha/campaña en Costa) (FAO, 2008).
- La papa requiere de 400 a 600 litros de agua para producir 1 kilogramo de materia seca de tubérculos , por ello la EUA es baja en condiciones de riego comunes y no supera los 2.3 kg/m<sup>3</sup>
- La mayor parte de papa es producida bajo un sistema de riego por gravedad. Desperdicio de agua. Baja eficiencia.



# INTRODUCCIÓN:

- El cultivo se explota en dos condiciones: riego y seco
- Superficie sembrada (2011): 296 000 has (95% Sierra y 5% Costa)
- Producción total (3.8 millones de toneladas al 2011). Regiones con mayor producción son: Puno 15%, Huánuco 11%, Junín 9%, La Libertad 9%, Cajamarca y Ayacucho 8%.
- Regiones con mayores rendimientos : Arequipa 25 t ha<sup>-1</sup>, Ica 18.2 t ha<sup>-1</sup>, Junín 16.1 t ha<sup>-1</sup>, La Libertad 14.4 t ha<sup>-1</sup>, Puno <10 t ha<sup>-1</sup>



# OBJETIVOS:

- Conocer el cultivo de papa. Aspectos fisiológicos y morfológicos
- Conocer la importancia del agua en la cultivo de la papa y sus requerimientos hídricos.
- Explicar las relaciones entre el suelo, la planta, el agua y atmósfera y los factores que influyen en el desarrollo de la planta.
- Describir los sistemas de riego.
- Conocer cuál es la eficiencia de uso de agua (EUA) del cultivo y cómo se puede medir.
- Explicar las nuevas técnicas de riego que pueden mejorar la EUA



# IMPORTANCIA

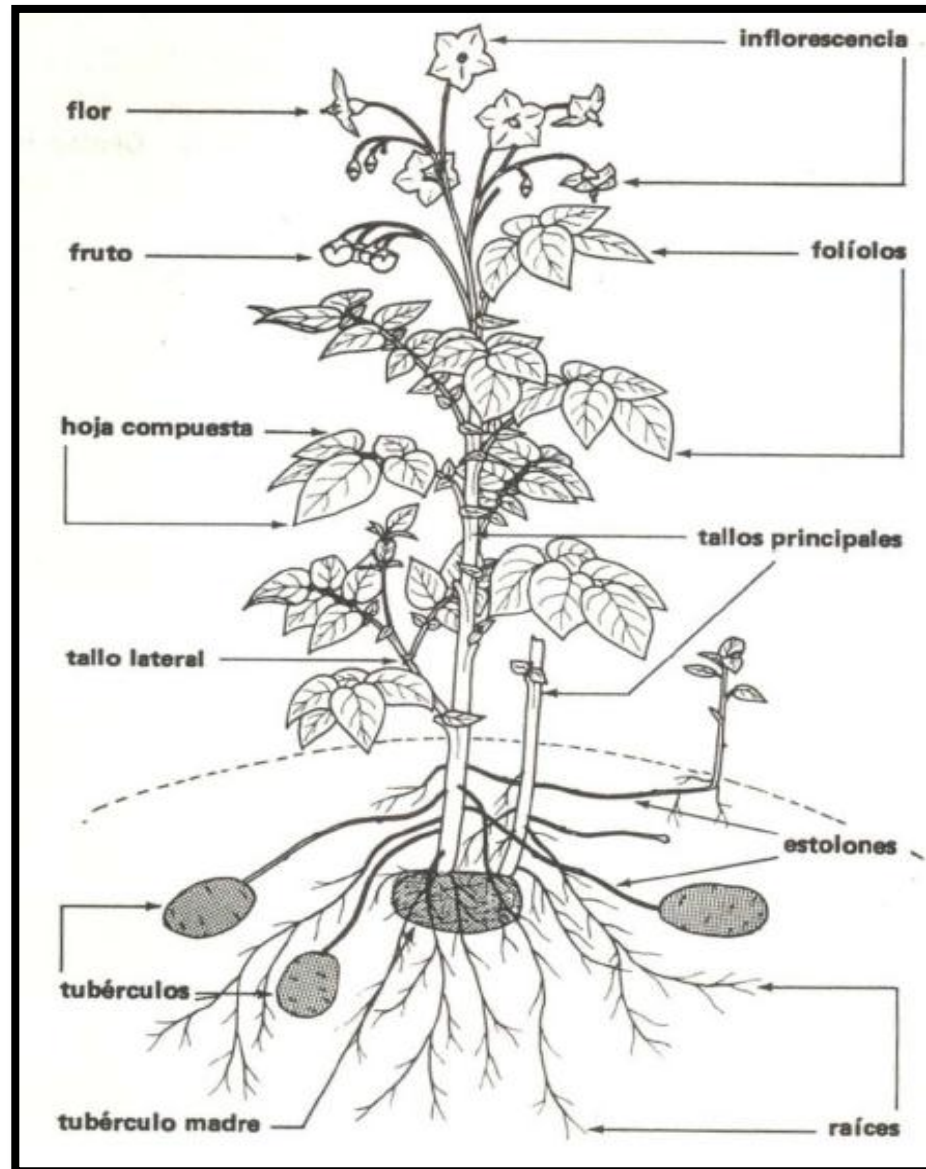
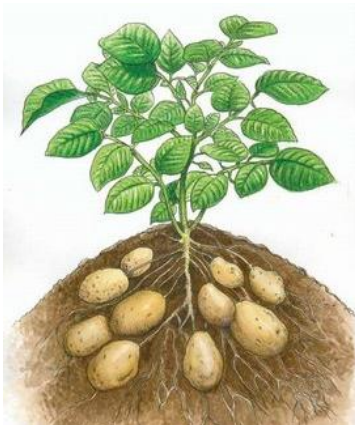
- El agua es un recurso cada vez más escaso. Nuestro país es considerado como uno de los más vulnerables a los efectos del cambio climático.
- Se requiere optimizar el uso del agua de riego. Incrementando la EUA
- Es importante conocer el cultivo, los factores que afectan su desarrollo y su relación con el suelo, el agua y la atmósfera, además de sus respuestas ante un estrés hídrico.
- En términos de consumo humano, la papa es el tercer cultivo alimenticio más importante del mundo después del arroz y el trigo.
- En el Perú es el principal cultivo en superficie sembrada y es el que más contribuye al valor bruto de la producción agropecuaria (7,6%) y al valor bruto de la producción agrícola (12.9 %).





# CONCEPTOS GENERALES:

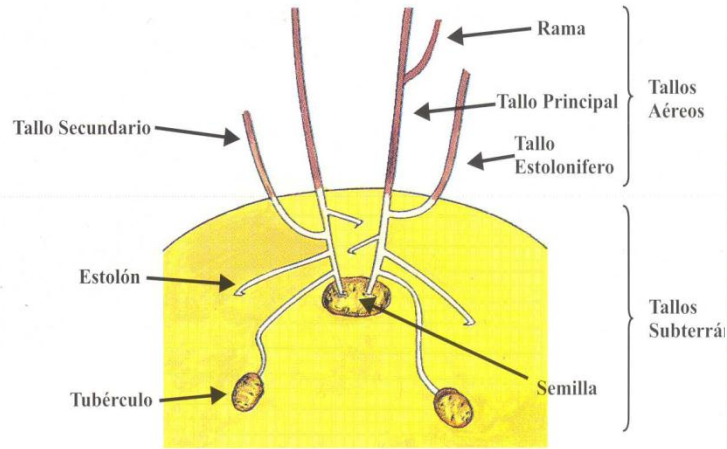
## 1. Esquema de la planta de papa



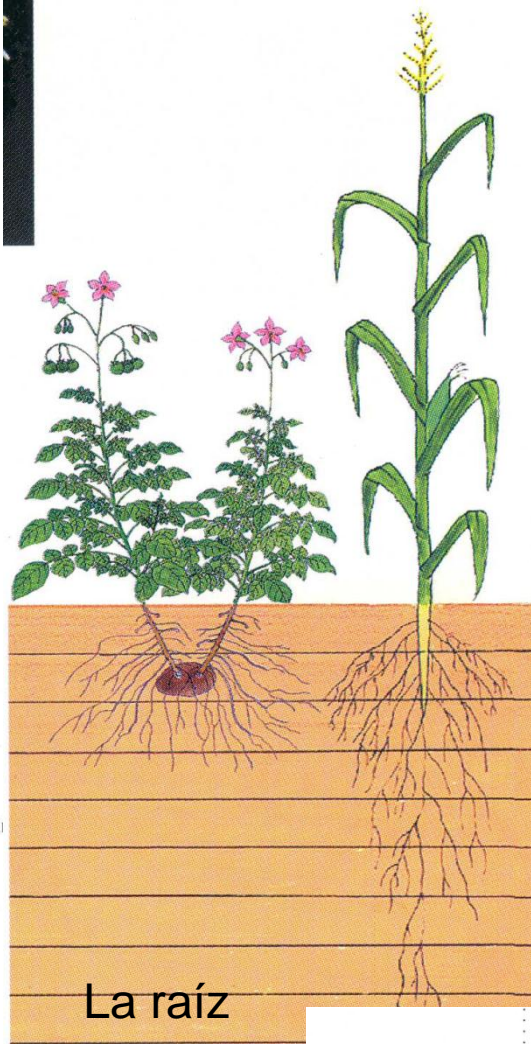




El brote ( de la semilla)



El tallo

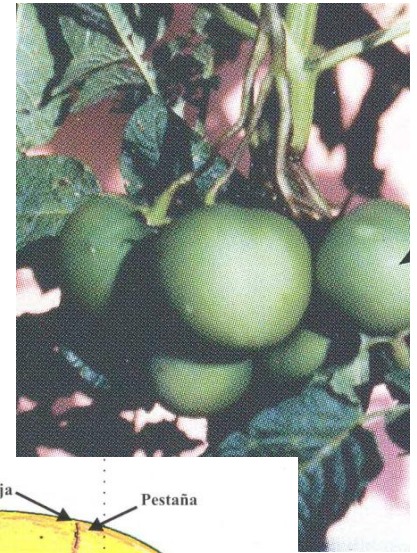


La raíz

La hoja



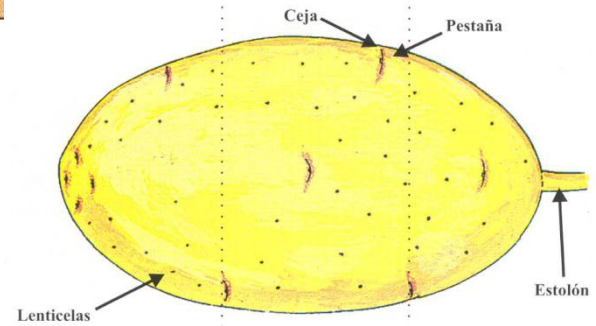
El fruto



La Flor

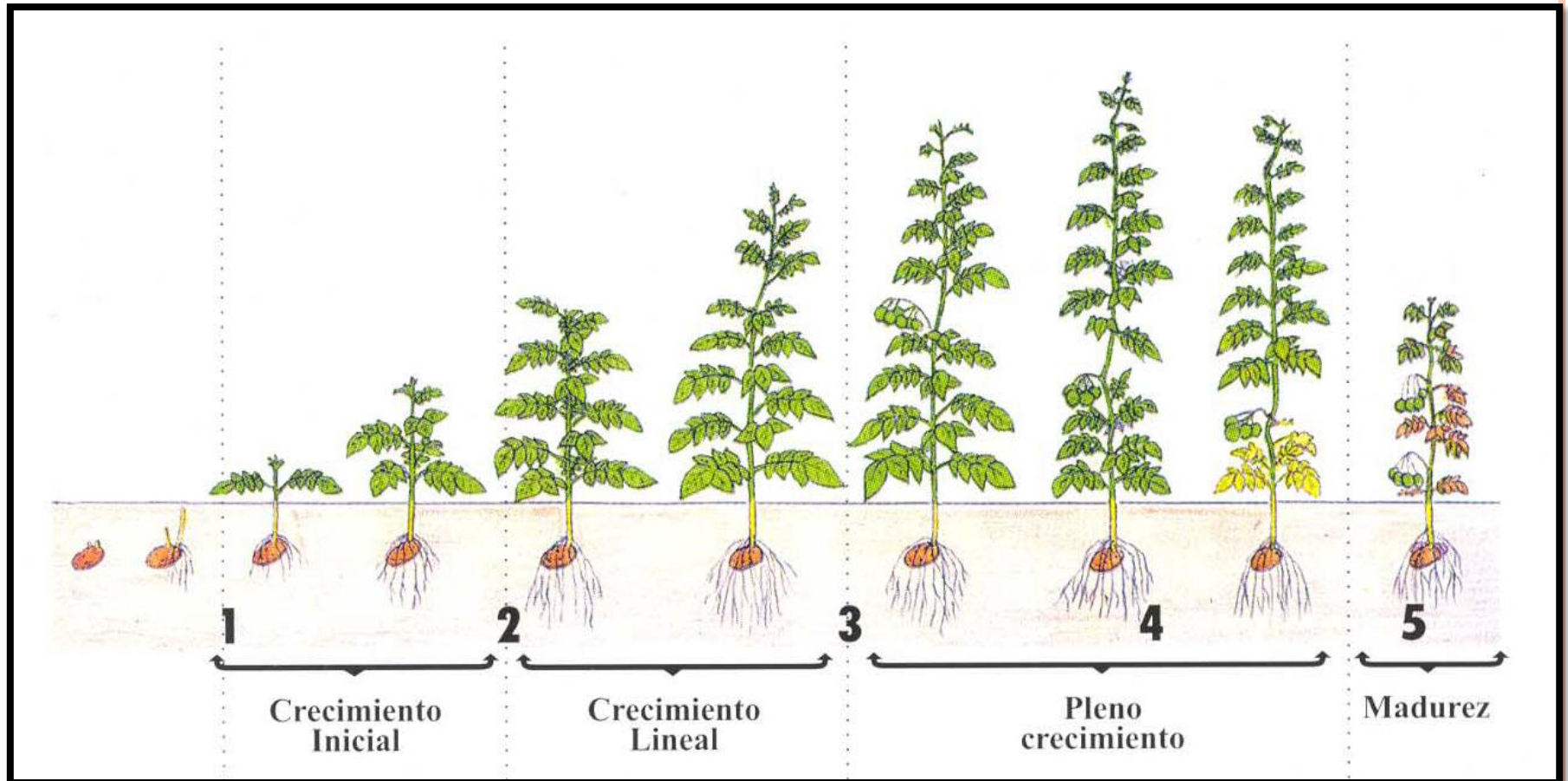


El estolón



El tubérculo

## 2. Desarrollo y crecimiento del cultivo de papa:





## **Desarrollo y crecimiento de la planta de papa:**

- Brotación y emergencia
- Crecimiento del follaje
- Tuberización
- Senescencia

## **Condiciones para la tuberización:**

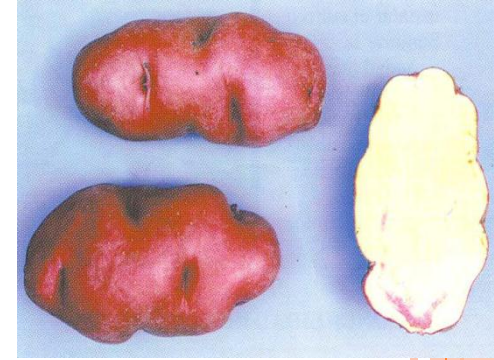
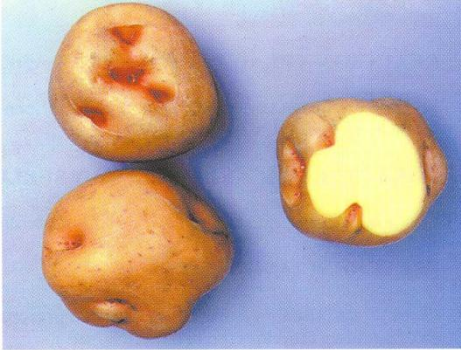
- La planta: Cantidad de follaje suficiente
- Temperatura: T° baja. Ideal de 10 – 20 °C
- Nitrógeno: Reducir abastecimiento. Exceso de crecimiento aéreo.
- Agua: No limitaciones.



### 3. Las variedades de papa:

CRITERIOS	GRUPOS	CARACTERISTICAS
Por su Origen	<ul style="list-style-type: none"><li>● Nativas</li><li>● Modernas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Harinosas, se consumen cocidas</li><li>- Menos harinosas, se consumen cocidas o fritas</li></ul>
Por su color	<ul style="list-style-type: none"><li>● Blancas</li><li>● De color</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Cáscara blanquesina, crema o cremosa</li><li>- Cáscara color rojo, rojizo, morado o bicolor</li></ul>
Por su uso	<ul style="list-style-type: none"><li>● Amargas</li><li>● Amarillas</li><li>● Industriales</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Para elaborar chuño, moraya o tunta</li><li>- Para sopas, papillas o puré</li><li>- Para hojuelas (chips), papa frita y otros.</li></ul>





## Variedades nativas comerciales:

- Huayro: Altitud > 3300 mnsnm. Desde la Libertad a Apúrimac. Tubérculos largos, cilíndricos y rojos. Buena capacidad productiva y período vegetativo tardío.
- Ccompis: Altitud > 3000. Cusco, Puno, Apúrimac y Ayacucho. Tubérculos redondos, rosado claro. Buena capacidad productiva y período vegetativo tardío.
- Yana Imilla: Altitud > 3000. Cusco, Puno y sierra de Arequipa. Tubérculo redondeado morado oscuro. Buena capacidad productiva y período vegetativo tardío

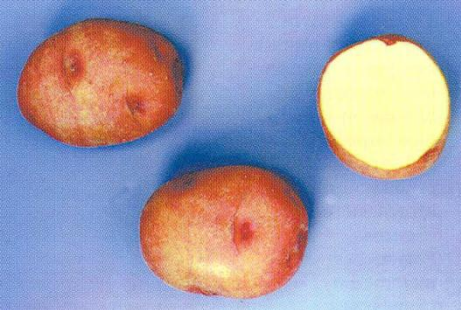




## Variedades nativas amarillas:

- Peruanita: Altitud >3300 msnm. Tubérculos redondos semirojizos. Buena producción. Período vegetativo tardío.
- Runtush: Sobre los 3500 msnm desde La Libertad hasta Apurímac. Tubérculos ovalados con piel amarilla clara.
- Tumbay: Sobre los 3000 msnm. Huánuco, Pasco y Junín. Período vegetativo intermedio (4. 5 meses aprox). Tubérculo redondo, piel amarilla y yemas moradas.





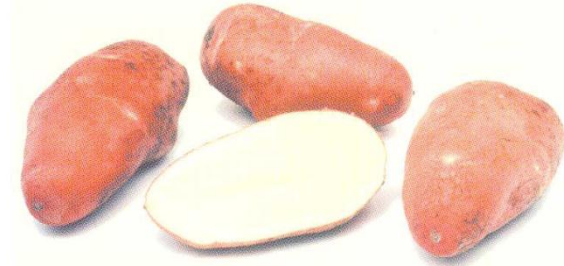
## Variedades modernas:



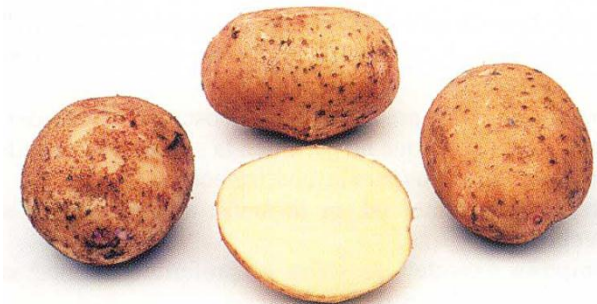
- Amarilis: Condiciones de costa y sierra. Período vegetativo precoz ( 4 meses).
- Canchán: Condiciones de costa y sierra. Período vegetativo intermedio (4-5 meses).
- Perricholi: En costa y sierra. Período vegetativo de 5 meses. .
- Revolución: Costa y sierra, no mas de 3500 msnm. Período vegetativo precoz ( 4 meses).
- Tomasa Condemayta: En costa y Sierra. Período vegetativo de 5 meses. Susceptible al calor.
- Yungay: Sierra. Período vegetativo de 6 a 7 meses. Tolerante a condiciones adversas de suelo, clima y parásitos.



## Variedades con aptitud para fritura:



- Maria Bonita y Tacna: Precoces y toleran calor.
- Costanera: Período vegetativo muy precoz. Tolerante al calor y susceptible a la rancha.
- UNICA y María Reiche: Precoces, tolerantes al calor y con mejor aptitud para fritura. Preferible producción en Costa. Producen significativamente en siembras atrasadas y muy atrasadas. En sierra es preferible para producción y mantenimiento de semillas. Resistentes a virus.





## 4. Factores de producción:

### 4.1 Factores ecológicos:

- ❑ Estudiar y conocer el clima para adaptar a él los cultivos.
- ❑ El clima limita la distribución de los cultivos
- ❑ La acción de los componentes del clima son factores limitantes de la productividad.
- ❑ Componentes:
  - Temperatura      - Viento
  - Agua                - Luz



## Respuesta de la planta a los factores climáticos:

- Area foliar
- Absorción de agua
- Biomasa
- Absorción de nutrientes
- Productividad
- Crecimiento de la raíz

## **4.2 Factores Edáficos:**

4.2.1 Propiedades físicas del suelo

4.2.2 Aspectos químicos del suelo

4.2.3 Aspectos biológicos del suelo



### **4.3 Factores biológicos:**

- 4.3.1 Planta o cultivos
- 4.3.2 Plagas
- 4.3.3 Enfermedades
- 4.3.4 Malezas

### **4.4 Factores Socio-económicos:**

- 4.4.1 Tenencia de tierras
- 4.4.2 Apoyo a los agricultores
- 4.4.3 Financiamiento
- 4.4.4 Precios
- 4.4.5 Mercado

### **4.5 Labores complementarias:**

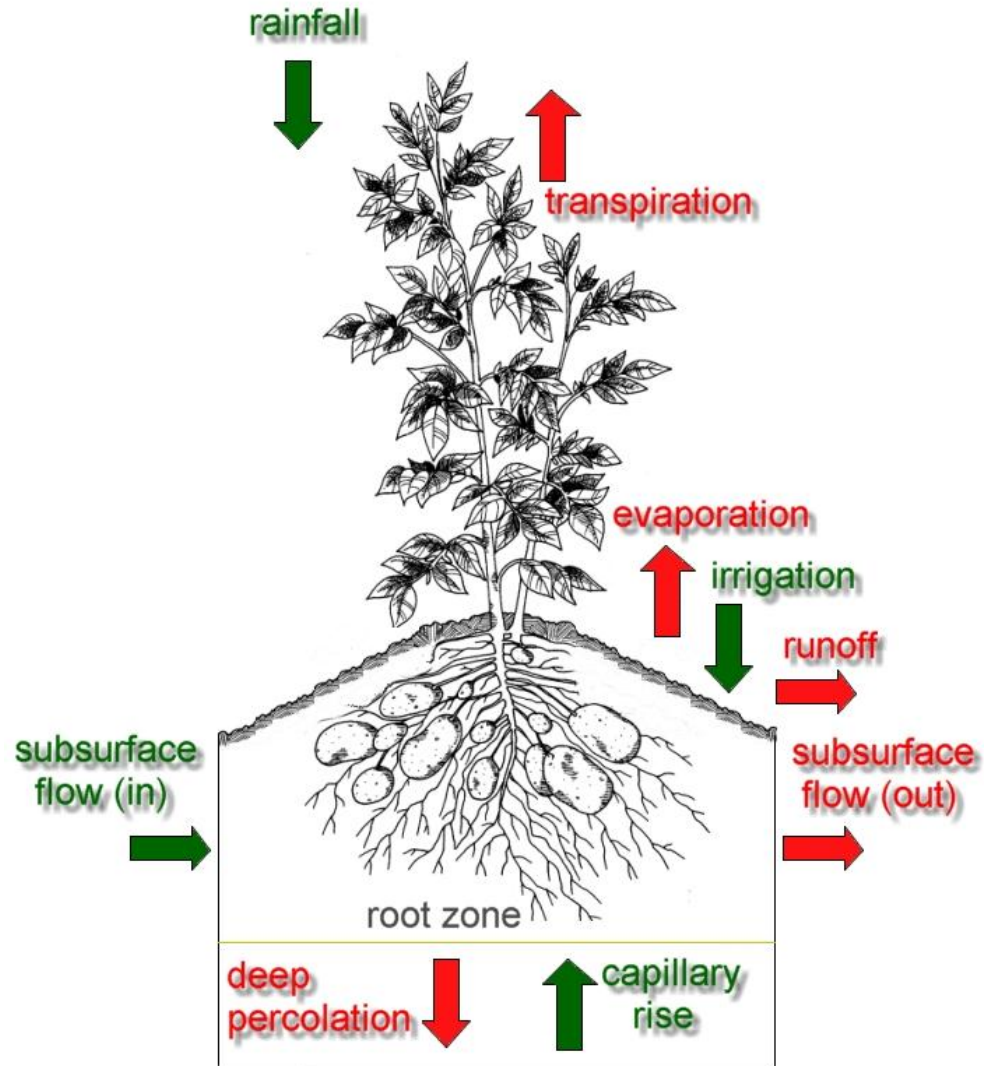
- 4.5.1 Cultivo
- 4.5.2 Aporque
- 4.5.3 Tutores
- 4.5.4 Podas, etc.





# 5. El riego en el cultivo de papa

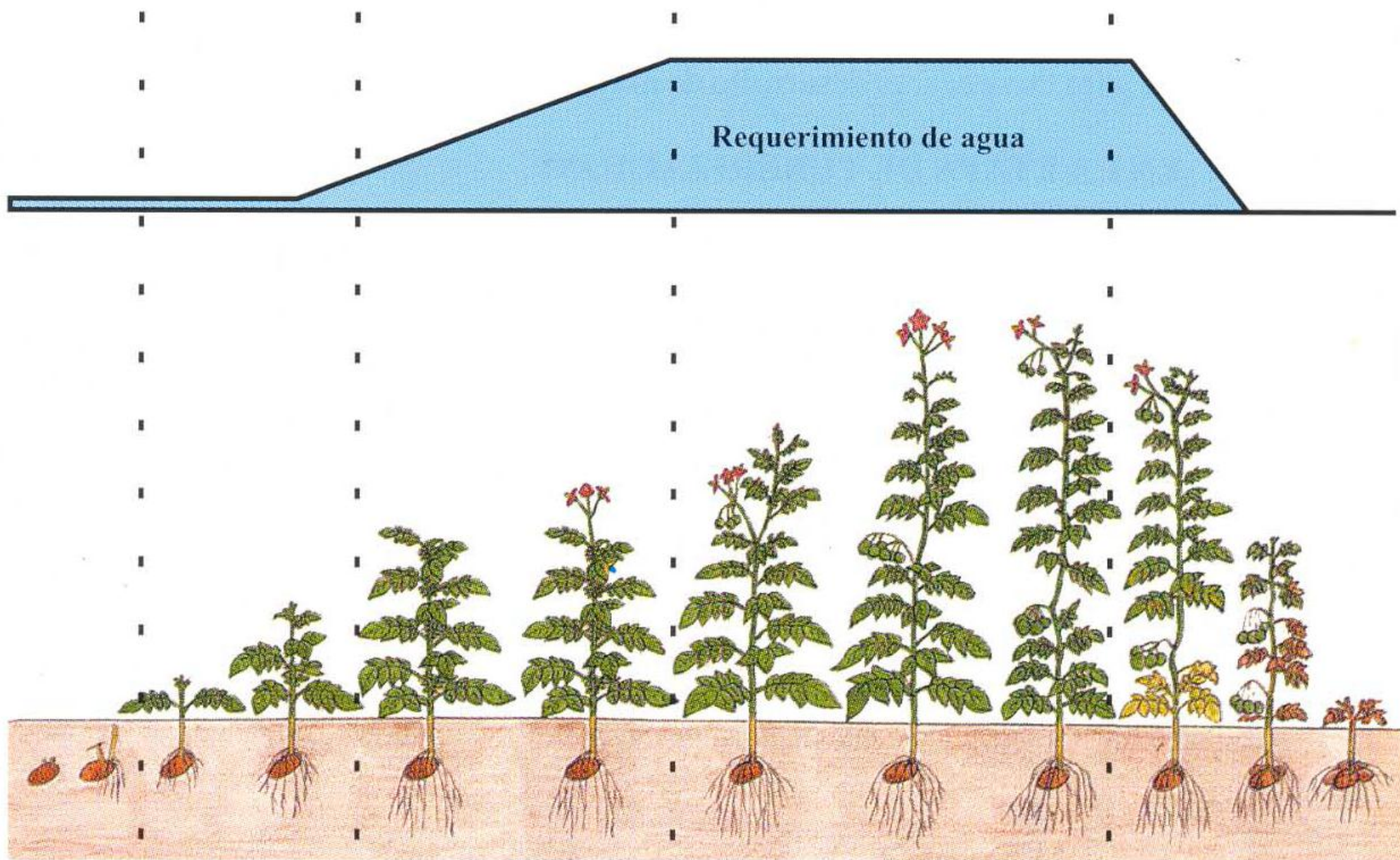
Movimiento del agua en el suelo, en la planta y en la atmósfera



- Del total de agua aplicada, la planta utiliza sólo el 5% en sus funciones fisiológicas y el 95% restante es transpirada.
- Ante una deficiencia de agua disponible en el suelo, la transpiración es mayor que la absorción y para evitar mayor pérdida de agua, la planta cierra sus estomas y como consecuencia:
  - Menos ingreso de CO<sub>2</sub>
  - Menos actividad fotosintética
  - Menos producción de materia seca
  - Mayor respiración
  - Maduración precoz



# Volumen y frecuencia de riego:





## Volumen y frecuencia de riego:

- De la siembra a la emergencia: humedad pero no en exceso
- De emergencia a inicio de tuberización: Riegos ligeros un poco distanciados.
- En inicio de tuberización: Período más crítico. Debe haber humedad suficiente.
- Tuberización: Mayor demanda de agua por mayor transpiración. Agua disponible constante.
- Senescencia: Riego mínimo.



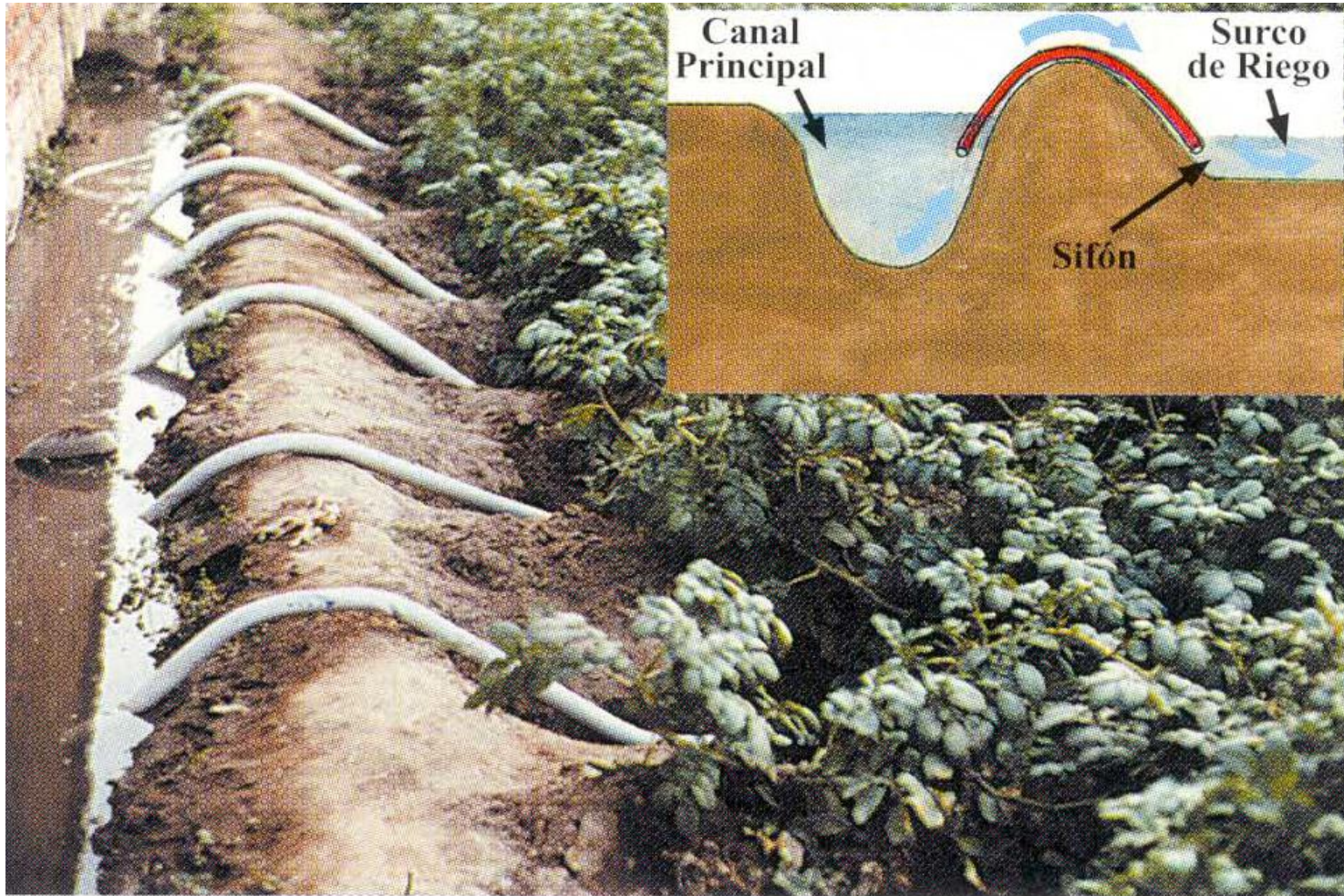
# Sistemas de riego:

1. **Riego por gravedad o por surcos: Mayor uso, menor costo, requiere suelos nivelados y personal especializado en la distribución uniforme. Baja EUA.**





## 2. Riego con sifones: Aumenta la Eficiencia de riego y controla volumen de ingreso.



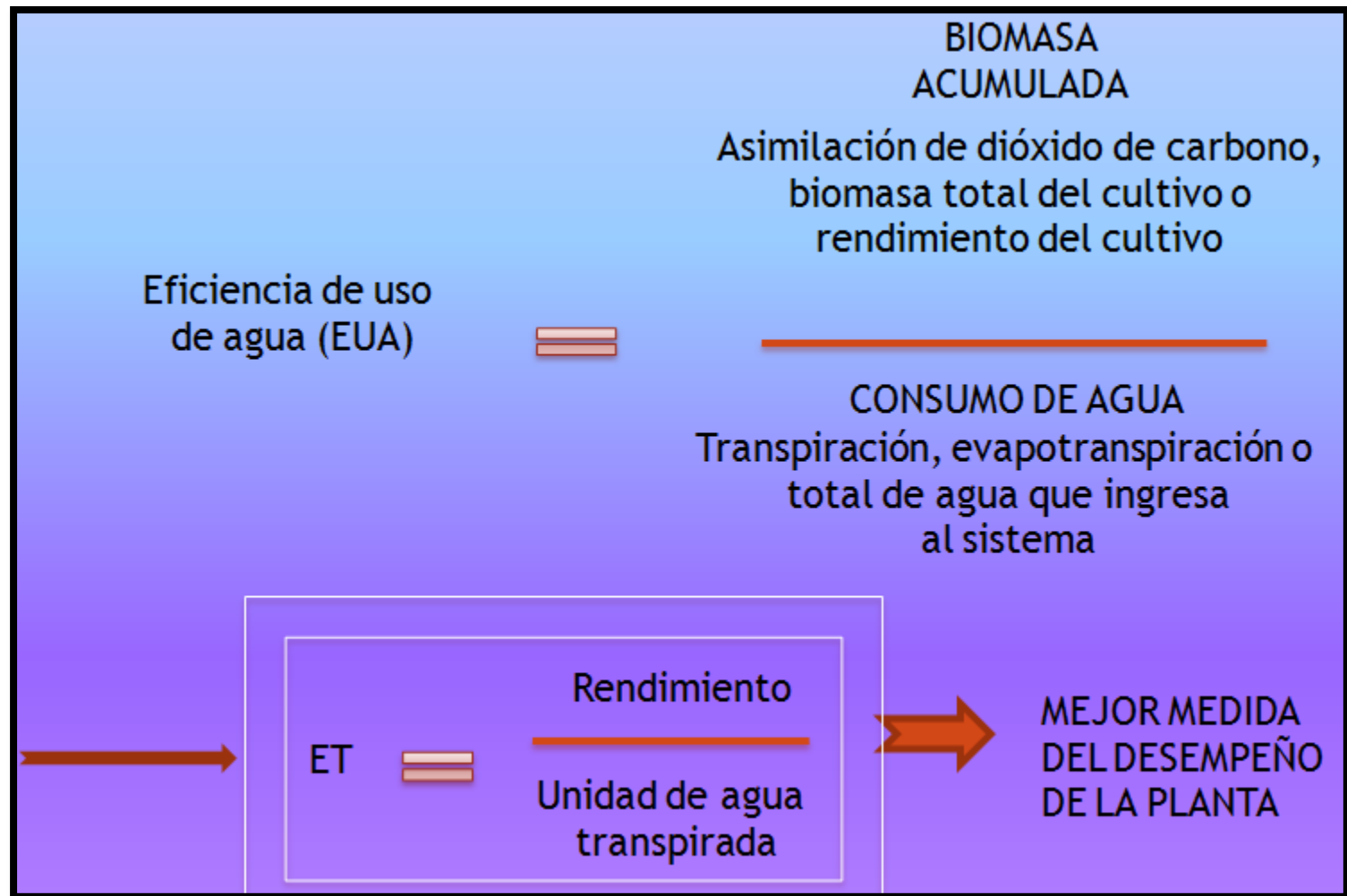


3. Riego por aspersión: Mejor distribución de agua, no requiere nivelación de suelo. Costo inicial alto.





## 6. La eficiencia de uso de agua:



## 7. Épocas y distribución de la producción de papa en el Perú:

<b>MESES PRINCIPALES DE SIEMBRA, COSECHA Y SUPERFICIE CULTIVADA EN LAS ZONAS DE PRODUCCION</b>			
<b>ZONAS DE PRODUCCION</b>	<b>MESES</b>		<b>AREA %</b>
	<b>SIEMBRA</b>	<b>COSECHA</b>	
COSTA	abr. - jul.	jul. - nov.	5
SIERRA MEDIA	jul. - ago.	dic. - feb.	15
SIERRA ALTA	set. - nov.	mar. - jun.	80

# TECNICAS DE RIEGO QUE MEJORAN LA EUA

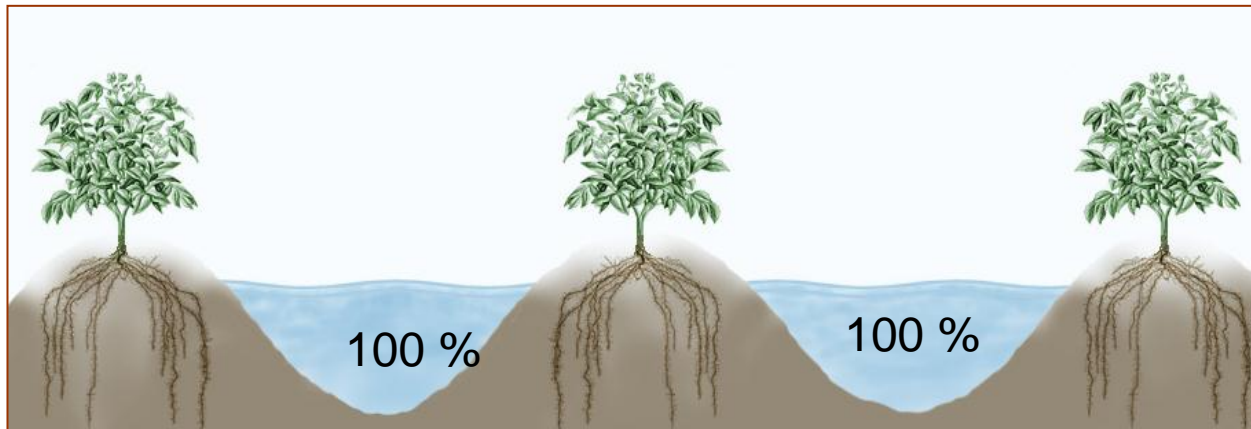
- El riego deficitario controlado (RDI): Moderno sistema de manejo del agua basado en el riego sólo en momentos concretos del cultivo, y que permite un sustancial ahorro del agua sin merma de producción.
- El riego deficitario (DI): Disminuye el volúmen de agua aplicado.
- El riego parcial de la zona radicular (PRD): El riego es alternado.

**Las ultimas técnicas reducen la transpiración en las hojas y limitan el crecimiento vegetativo, pero aumentan la eficiencia de uso de agua (EUA)**



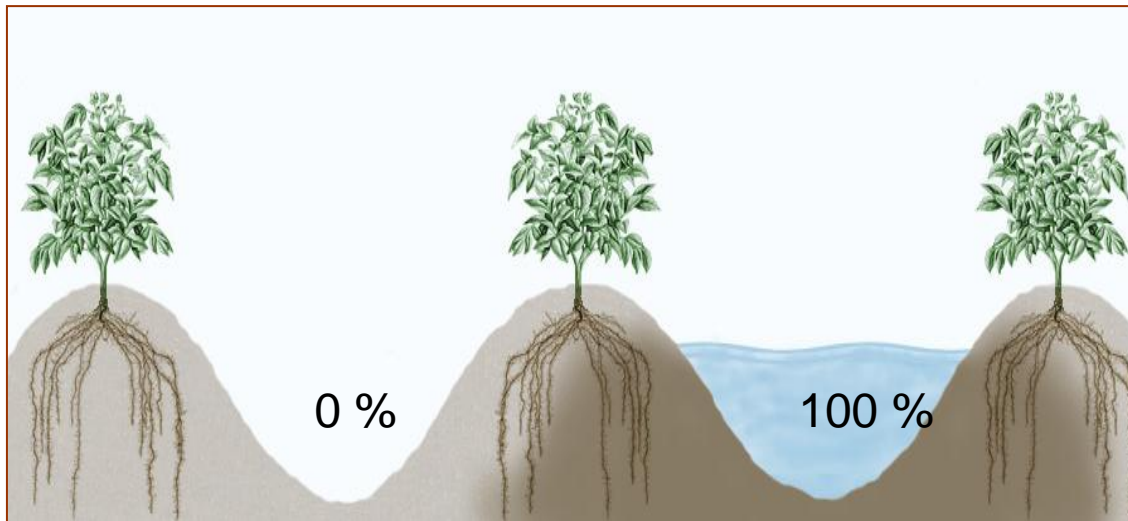
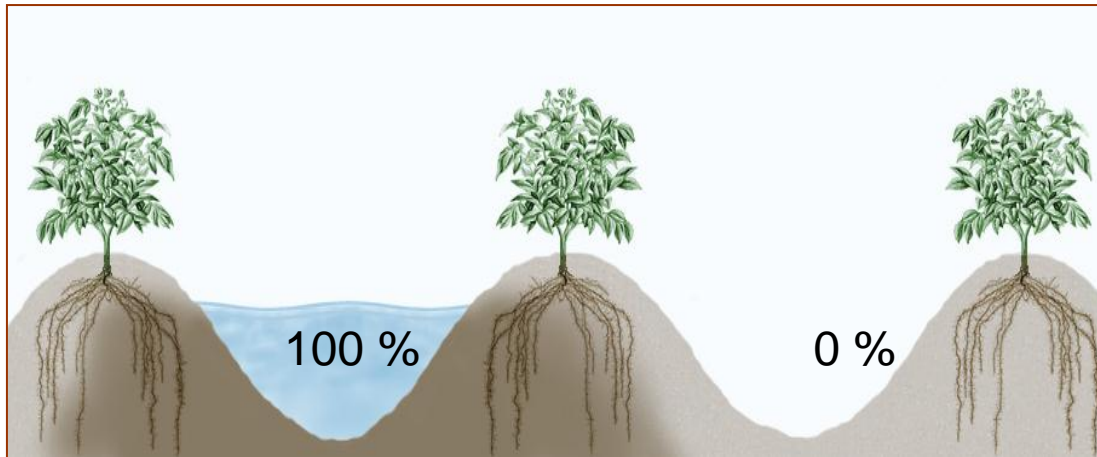
# METODOLOGÍA:

- **El riego deficitario:**





## El riego parcial de la zona radicular (PDR)



El riego parcial de la zona radicular estimula la producción de ABA, hormona que promueve el cierre de estomas mientras que la zona radicular bien regada mantiene el estado hídrico de la planta. El cierre estomático parcial reduce la pérdida de vapor de agua sin disminuir el intercambio gaseoso de forma significativa (Loveys *et al.*, 2000; Zegbe *et al.*, 2006; Liu *et al.*, 2006, Ahmadi *et al.*, 2010).

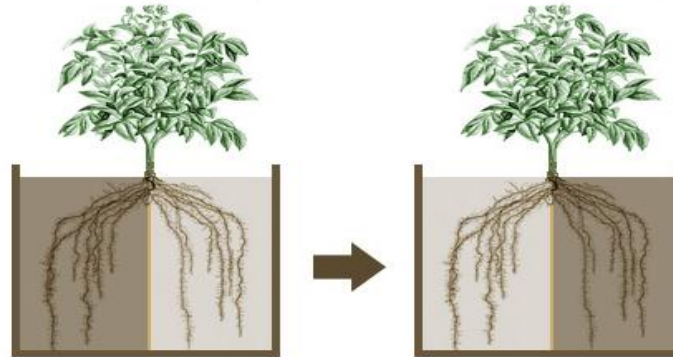




## PRD en invernadero



## PRD en campo



## ○ Tratamientos de riego:

### PRD invernadero

Tratamientos	Descripción
RN 100	Riego normal aplicando el 100% de lo transpirado por la planta (plantas control)
RN060	Riego normal aplicando el 60% de lo transpirado por las plantas control
RN045	Riego normal aplicando el 45% de lo transpirado por las plantas control
RN030	Riego normal aplicando el 30% de lo transpirado por las plantas control
RP060	Riego parcial aplicando el 60% de lo transpirado por las plantas control
RP045	Riego parcial aplicando el 45% de lo transpirado por las plantas control
RP030	Riego parcial aplicando el 30% de lo transpirado por las plantas control

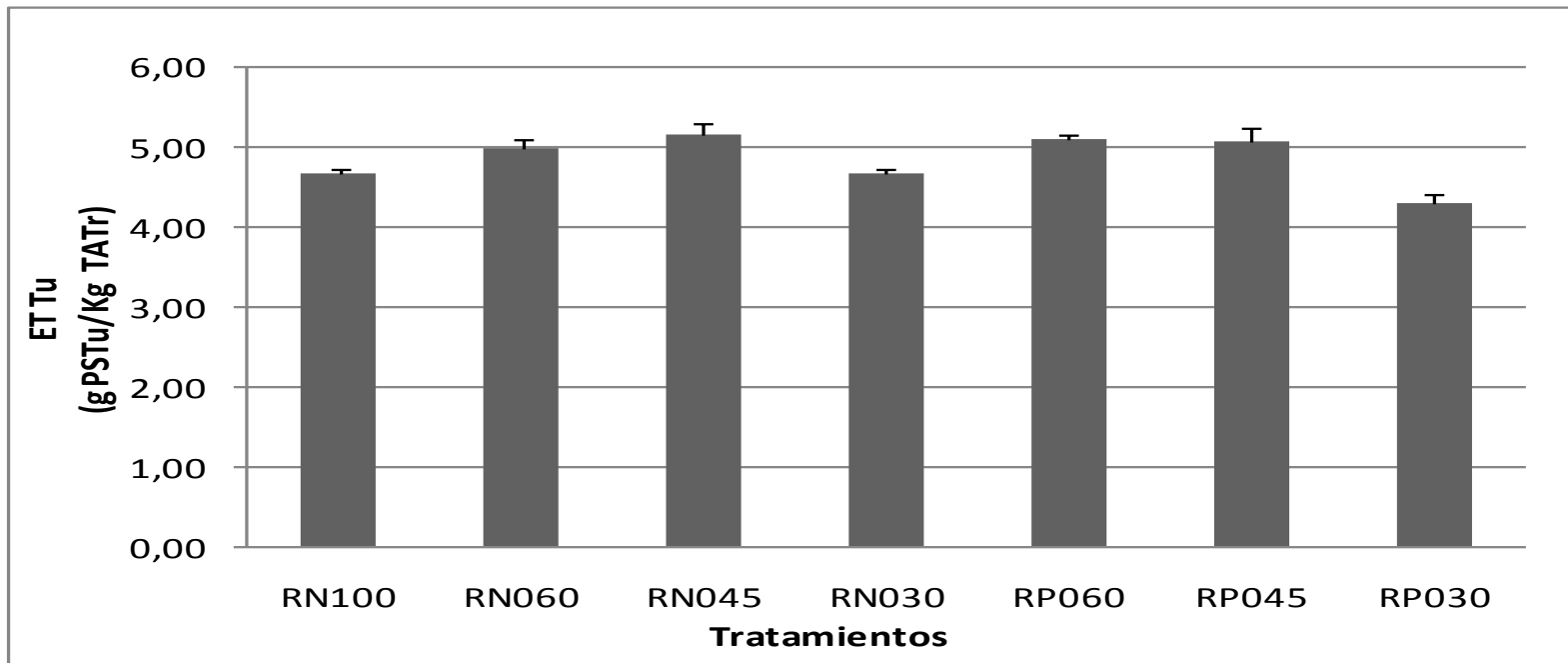
### PRD campo

Tratamiento	Descripción	Fecha
RC 100	Riego convencional - 100% de lámina de riego	1 y 2
RC 50 F1	Riego convencional - 50% de lámina de riego	1
DPR 50 F1	Riego DPR - 50% de lámina de riego	1
DPR 25 F1	Riego DPR - 25% de lámina de riego	1
RC 50 F2	Riego convencional - 50% de lámina de riego	2
DPR 50 F2	Riego DPR - 50% de lámina de riego	2
DPR 25 F2	Riego DPR - 25% de lámina de riego	2

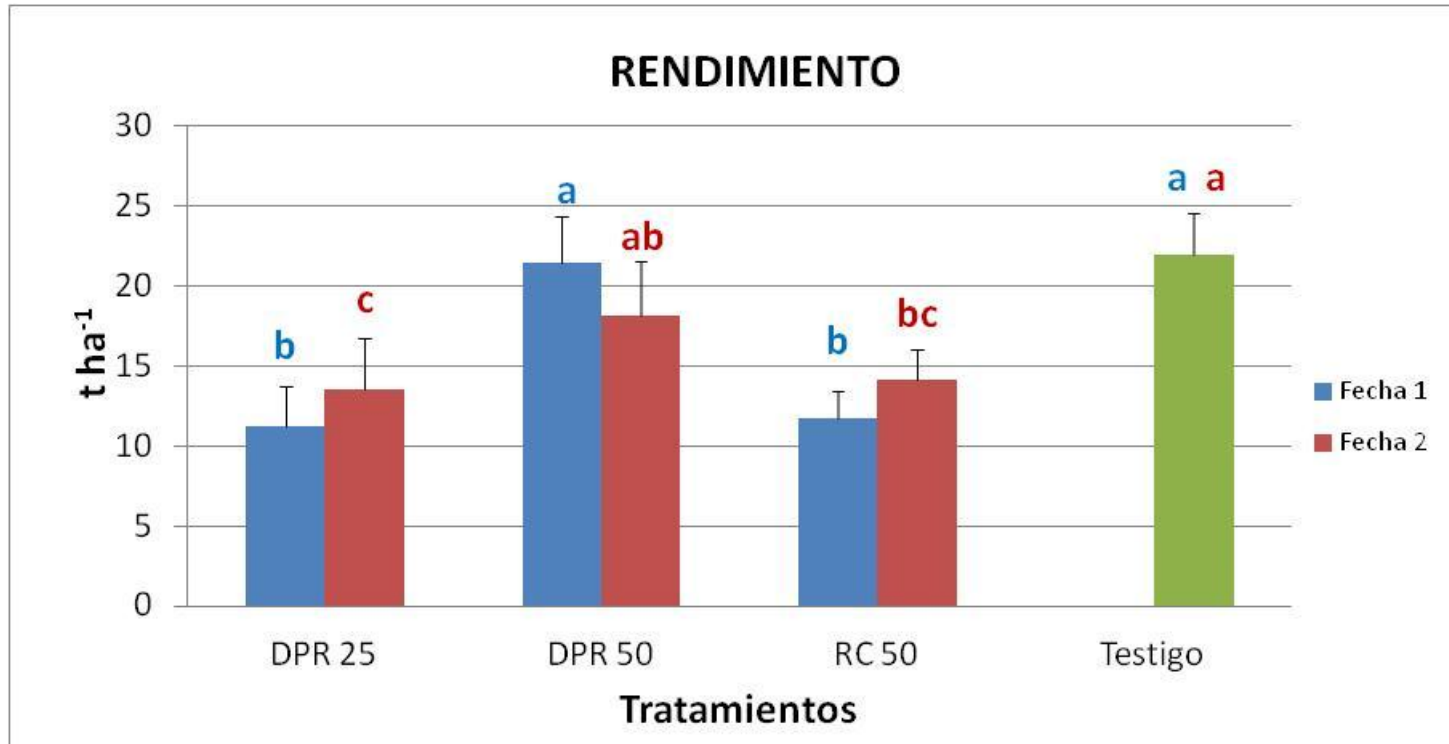


# RESULTADOS:

## PRD invernadero

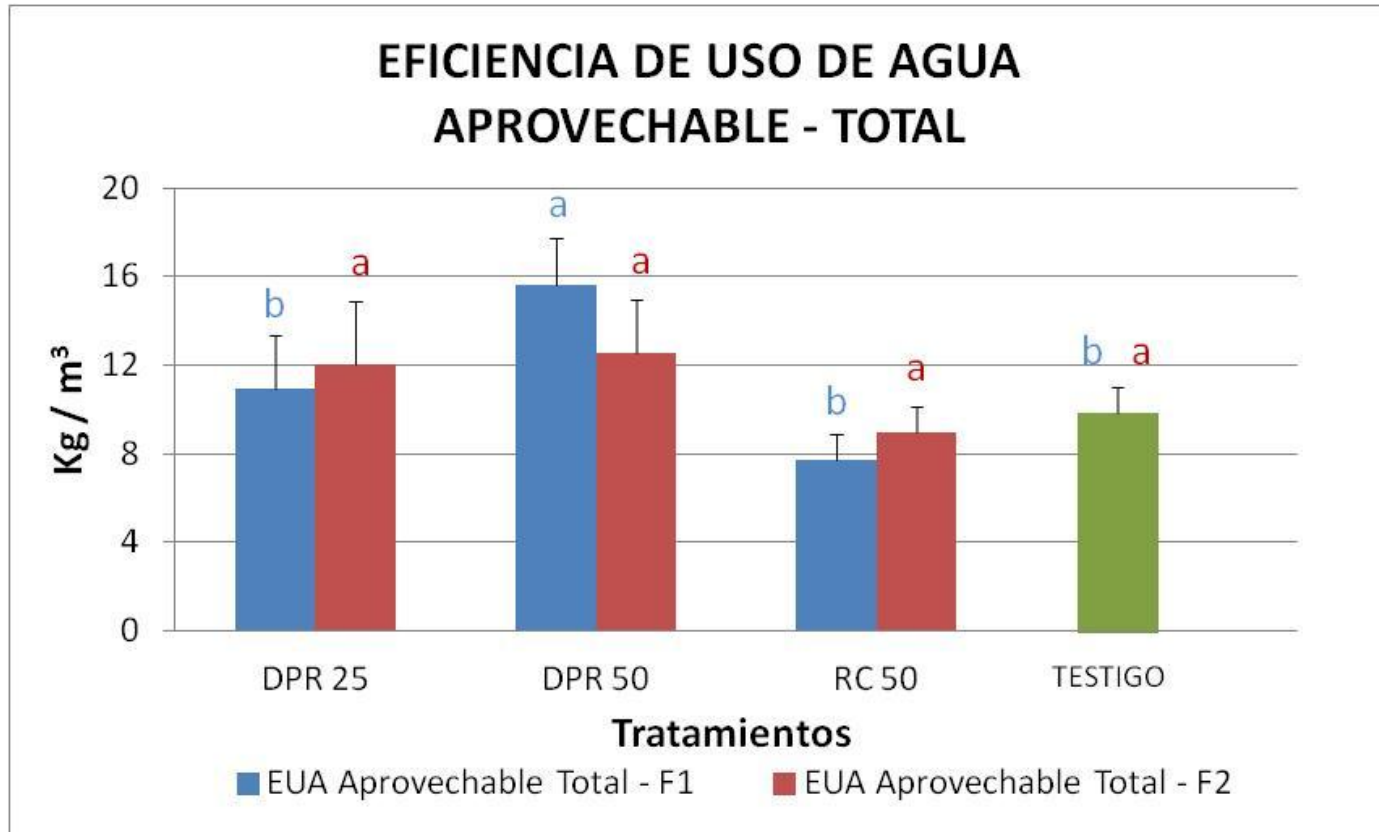


# PRD campo





# PRD campo



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

- La papa es un cultivo que por su fisiología y morfología es muy sensible al déficit hídrico.
- El suministro de agua es muy importante durante todas las etapas del crecimiento de la planta, sobre todo en la etapa de tuberización.
- Los factores como el suelo, el agua y la atmósfera están muy relacionados. Si uno de éstos no es el indicado o adecuado, la producción de papa se puede ver afectada.
- Actualmente se aplican 3 sistemas de riego al cultivo de papa: El riego por gravedad, el riego con sifones y el riego por aspersión. El más utilizado es el riego por gravedad y es el que tiene menos Eficiencia de Riego.



- La eficiencia de uso de agua de la planta de papa bajo los sistemas de riego utilizados es muy bajo. Para producir 2.3 Kg de papa se necesitan 1 m<sup>3</sup> de agua.
- Las técnicas de riego que actualmente se están utilizando más para mejorar la EUA de la planta de papa son: El riego deficitario (DI) y el Riego Parcial de la Zona Radicular (PRD). El PRD es el que ahora está obteniendo mejores resultados.
- No sólo es importante mejorar la eficiencia de sistema de riego, sino también de la planta. Ambos mejorarán la eficiencia en el uso de agua ya que ésta será cada vez más escasa.
- Se recomienda realizar más experimentos con éstas técnicas de riego, en otras variedades y otras condiciones ambientales. Y así en el futuro poder validarla.

