



GOBIERNO REGIONAL
DE LA ARAUCANÍA

Consideraciones generales para la selección del método de riego en el cultivo de papa: experiencias programa GESH-FAM (comuna de Pitrufrquén)

Rafael López-Olivari, Ing. Agrónomo. Mg. Sc. Dr. Investigador en Ciencias del Riego; Pedro Bustos Curiqueo, Ing. Agrónomo, Profesional de apoyo GESH-FAM; Pablo Barrientos Gómez, Ing. Agrónomo, Profesional de apoyo GESH-FAM
Gabriela Chahín Ananía, Ing. Agrónomo, Investigadora en Praderas; Rubén Velázquez Cerna, Técnico agrícola, Profesional de apoyo GESH-FAM
Centro Regional INIA Carillanca

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - INFORMATIVO N° 117

Con base en la experiencia obtenida en las unidades demostrativas (UD) de papa del programa “Fortalecimiento de la gestión hídrica intrapredial para los principales sistemas agropecuarios del área de influencia canal Faja Maisan y sus alrededores (GESH-FAM)”, se entrega este informativo donde se analizan los principales aspectos que deben ser considerados para la implementación de un método de riego en papa, de acuerdo a las condiciones locales del territorio.

Aspectos generales

En las localidades de Quinque y Huallizada (comuna de Pitrufrquén, La Araucanía) fueron implementadas unidades demostrativas (UD) de riego en papa, con objeto de analizar el desarrollo del cultivo bajo los sistemas de riego manga plástica, aspersión y goteo (**Foto 1**).



Foto 1. Métodos de riego utilizados en las Unidades Demostrativas: (a) mangas plásticas y (b) riego por goteo

En las UD se sembraron las variedades Patagonia INIA y Red Lady, en diferentes fechas de acuerdo con la localidad. En el **cuadro 1** se presenta un resumen de las localidades, el sistema de riego utilizado y las fechas de siembra.

Cuadro 1. Resumen de las localidades, sistema de riego utilizado y fechas de siembra

Localidad	Variedad	Sistema de riego	Fecha de plantación
Quinque	Patagonia INIA	Goteo	10 – oct - 2019
	Red Lady	Manga plástica	23 – sept - 2019
Huallizada	Patagonia INIA	Aspersión	12 – oct - 2019
	Patagonia INIA	Goteo	12 – oct - 2019

Conceptos básicos a considerar en el riego del cultivo

El **riego** es la aplicación **uniforme** y **oportuna** de agua en el perfil del suelo, con el objeto de reponer el agua consumida por los cultivos entre dos riegos consecutivos. La implementación del riego a un cultivo depende principalmente de factores como:

1.- Rentabilidad del cultivo: este punto es uno de los más importantes, ya que si el cultivo no genera retorno económico será más difícil invertir y mantener correctamente un sistema de riego presurizado. En el caso del cultivo de papa, se recomienda invertir en algún método de riego tecnificado (idealmente goteo, ya que puede incrementar entre un 15 a 20% los rendimientos), dado que permite la optimización y eficiencia en el uso del agua de riego y fertilizantes.

2.- Características físicas del suelo y clima: las propiedades físicas del suelo y el clima son dos conceptos muy importantes al momento de seleccionar un método de riego. Al respecto, las características del suelo en el área de estudio (zona de influencia del canal de regadío Faja Maisan), permitirían tanto métodos gravitacionales (surcos), como presurizados (goteo y aspersión). El suelo de este territorio pertenece a la serie Freire cuya composición textural va desde franco limoso a franco arcilloso. Por otro lado, las variables meteorológicas que definen la demanda ambiental del territorio, como es la evapotranspiración de referencia (ET_o), señalan que en el período septiembre-marzo el valor acumulado es de 655 mm, mientras que la precipitación acumulada para el mismo período es de 565 mm (<http://agrometeorologia.cl>). Lo anterior significa que en el territorio se debe aportar riego para alcanzar un alto nivel productivo de papa consumo, mayor al que actualmente se está obteniendo en la zona.

3.- Características y calidad del agua: otra variable importante a considerar es la calidad del agua para riego, donde lo ideal es realizar un análisis químico, físico y biológico de la fuente de agua antes de empezar el período de riego. De esta manera, si el agua presenta muchas partículas en suspensión pueden acumularse en las cañerías y también obstruir líneas de riego y emisores (goteros y aspersores). Además, es muy importante también para cultivos como por ejemplo: hortalizas y berries (frutilla), debido a que el objetivo productivo puede ser fácilmente contaminado por algún material biológico indeseado o afectarse a la planta con enfermedades que pueden ser transportadas por el agua de riego.

4.- Topografía o desniveles del terreno: en los potreros donde existe un desnivel entre 1% a 4%, es necesario analizar la distribución de las cotas (partes

altas y bajas) de manera de utilizar dichos desniveles para una correcta conducción y distribución del agua de riego, ya sean en métodos gravitacionales o presurizados. Estudios topográficos pueden mejorar esta labor.

5.- Factores de manejo agronómico: para alcanzar un alto rendimiento del cultivo, se deben realizar manejos agronómicos adecuados en relación con la fertilización, manejos fitosanitarios, entre otros. Si a esto se suma la incorporación de un método de riego óptimo y aplicaciones de agua de riego en los momentos que el cultivo lo requiere, se podrían alcanzar los rendimientos potenciales de la variedad.



Foto 2. Taller de campo en método de riego por goteo

Métodos de riego en papa Riego por goteo

El método de riego por goteo es un sistema de riego tecnificado que requiere presión para funcionar y que permite aplicar el agua gota a gota de manera localizada sobre la superficie del suelo (**Foto 2 y 3a**). De este modo, el sistema no moja toda la superficie del suelo, sino que solo el lugar donde crecen las raíces efectivas del cultivo, formando un bulbo de mojamiento o humedecimiento (**Foto 3b**). El **bulbo de mojado** será entonces el volumen de suelo mojado por un gotero y su tamaño dependerá del tiempo de riego utilizado, de las propiedades físicas del suelo (densidad aparente, estructura, textura del suelo y conductividad hidráulica), de la topografía del terreno (conducción y distribución del agua de riego) y de la descarga de agua aplicada por el gotero. Los **goteros** son un tipo de emisor que están dentro de la línea de riego o insertos en la línea de riego (**Foto 3c**). Su función principal es entregar el agua en forma lenta y uniforme, a fin de humedecer a lo largo de cada una de las hileras de cultivo de papa (**Foto 3d**). Estos emisores pueden ser o no auto compensados (descargan el mismo caudal a diferentes presiones de trabajo). Así, este método presenta la más alta eficiencia de aplicación del agua de riego, la cual puede alcanzar un 95%.



Foto 3. Riego por goteo en cultivo de papa (a) ubicación de la manguera con goteros, (b) bulbo de mojado, (c) detalle gotero de botón y (d) cordón de humedecimiento

En el caso del canal de regadío Faja Maisan, cada predio presenta una matriz de entrega donde es posible instalar una motobomba (bencinera o solar), la cual impulsa el agua de riego a través de una manguera de PVC tipo bombero o directamente conectada a una tubería de PVC, la cual contiene las líneas laterales de riego ubicadas en cada una de las hileras del cultivo de papa. En las UD se utilizó el método de riego por goteo tipo “Lay Flat” que consiste en una manguera

plana flexible de PVC reforzada con tejido de poliéster o de resina de polietileno de media y alta presión, donde se conectan las líneas de riego en cada hilera del cultivo (Foto 4). Cada gotero fue espaciado a 30 cm (un gotero por planta), cuyo caudal fue de 4 L/h. La distancia fue definida incorporando criterios de movimiento del agua por el tipo de suelo, pudiendo disminuir tiempos de riego y formar un buen cordón de mojamiento (Foto 3d).

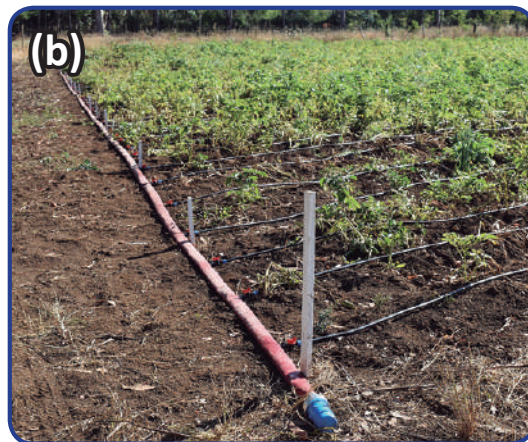
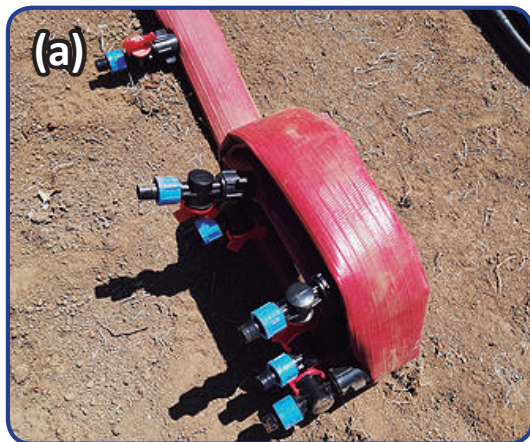


Foto 4. Sistema “LayFlat” con manguera plana de PVC y laterales de línea de goteo (a) LayFlat con las conexiones a línea o cinta de riego enrollado, (b) LayFlat instalado en terreno

Riego por aspersión

El método de riego por aspersión es un sistema también presurizado y permite aplicar el agua de riego en forma de lluvia sobre el terreno. La descarga de agua se produce a través del paso de agua a presión mediante tuberías, saliendo por las boquillas de los aspersores. De este modo, los **aspersores** son otro tipo de emisor mediante el cual el agua se transforma en gotas. El agua será asperjada en un diámetro de mojado y que dependerá de la boquilla utilizada. Generalmente, en el cultivo de papa se utilizan aspersores medianos o grandes que pueden ser de impacto en un ángulo óptimo de 27 grados (**Foto 5**).



Foto 5. Aspersor (pistón) utilizado en el cultivo de papa

En el territorio analizado el riego por aspersión es el más utilizado (ya sea por carrete, cobertura total, líneas únicas o pistones aislados). Sin embargo, el principal problema comentado por los agricultores es la desuniformidad del mojamiento y el tiempo destinado al traslado de las tuberías y aspersores sobre el terreno, que puede alcanzar aproximadamente un 35% del tiempo total destinado al manejo del riego.

Los principales aspectos del riego por aspersión considerados en el cultivo de la papa son:

1.- Marco de riego: es la distancia entre dos líneas contiguas de riego y entre un aspersor y otro de la misma línea de riego.

En *marcos en cuadrado y triangular*, se recomienda que la separación entre los aspersores y laterales de aspersión debe ser el 60 % del diámetro mojado. Es decir, si el diámetro de mojado del aspersor es de 30 metros, la distancia máxima entre los aspersores y

entre laterales debe ser de 18 metros ($30\text{m} \times 60\% = 18\text{ metros}$).

En *marcos rectangulares*, la separación entre ramales debe ser el 75 % del diámetro mojado y el 40 % del diámetro entre aspersores de un ramal. Es decir, la distancia máxima entre los aspersores debe ser de 12 metros ($30\text{m} \times 40\% = 12\text{ metros}$) y entre laterales de 23 metros ($30\text{m} \times 75\% = 22,5\text{ metros}$).

2.- Distribución del agua: el agua aplicada por cada aspersor no se distribuye de manera uniforme sobre el suelo, sino que va cambiando a lo largo del radio de alcance del aspersor. Así, en el suelo existe mayor humedad cerca del aspersor, la cual va disminuyendo a medida que nos alejamos de éste. Por esto, es necesario ubicar los aspersores con una cierta separación para que se produzca un traslape de la precipitación y dar una uniformidad a la aplicación del agua sobre el cultivo.

3.- Pluviometría o precipitación: es la cantidad de agua por metro cuadrado que descarga un aspersor sobre la superficie de terreno. La precipitación se puede medir cuantificando la cantidad de agua que recibe el suelo en un período de tiempo (expresado en mm/hora). Esta descarga puede variar según la presión de trabajo si no se utilizan emisores auto compensados o reguladores de presión.

4.- Pulverización o tamaño de gota: concepto dependiente del diámetro de boquilla y la presión de funcionamiento. El tamaño de las gotas se ve incrementado a medida que la presión de trabajo disminuye y cuando incrementa el diámetro de la boquilla y viceversa.

5.- Factores climáticos: un factor que distorsiona la distribución del agua y el patrón de mojado del aspersor en el terreno es el *viento*. Por esto, se recomienda regar con velocidades de viento inferiores a 2,0 m/s (7,0 km/h). También es recomendable regar en las mañanas (horas con menor viento) o utilizar aspersores con boquillas de mayor diámetro y que funcionen a mediana presión. Para verificar estas condiciones, se recomienda visitar el sitio web <http://agrometeorologia.cl> y revisar las condiciones meteorológicas en la estación meteorológica automática de Faja Maisan la cual representa las condiciones ambientales de la zona de estudio.

Mangas Plásticas

Es un método de riego por surco, pero mejorado, principalmente en la conducción y distribución del agua. Es una alternativa tecnológica de bajo costo, ya que permite conducir el agua dentro del campo y distribuirla a los surcos de riego a través de diferentes salidas, con caudales controlados y uniformes (**Foto 6**). Este sistema de riego se recomienda en lugares donde exista una diferencia de altura desde la fuente de agua hacia el lugar donde se va a regar el cultivo (mínimo 0,7 metros).



Foto 6. Riego por manga plástica usando válvulas de compuerta para regular caudal de agua, en cultivo de papa



Foto 7. Tambor regulador de presión y distribución de agua. (a) Vista de uniones por fuera e (b) interior

5.- Tubo recto o válvula compuerta: la función del tubo de PVC o de la válvula compuerta es unificar la entrada del agua a los distintos surcos de riego. Los tubos pueden ser de 32 mm de diámetro y entre 30 a 35 cm de largo. Para colocarlos en la manga es necesario realizar una perforación (en frente del

Los principales componentes del sistema de riego por manga plástica son:

1.- Captación del agua de riego: la captación se debe ubicar en el sector más alto del terreno, para permitir que el agua se mueva por gravedad hacia la zona de riego.

2.- Manga conductora: manga que lleva el agua desde la captación hasta la manga regadora.

3.- Manga regadora: es la encargada de entregar el agua a los diferentes surcos de riego.

4.- Tambor regulador de presión o de distribución del agua: si existe pendiente es necesario utilizar un tambor para regular la presión que genera el agua entre la captación y la manga regadora (**Foto 7**). Lo habitual es que no supere los 0,7 metros de altura en 100 metros de largo (pendiente no mayor a 0,7%). Se usan tambores reciclados de aceite de auto o producción de miel, a los que se les hacen orificios a los costados de la parte baja (puede ser desde 1 a 4 aberturas), soldando un cilindro de metal en ellos con un diámetro un poco menor al de la manga plástica a utilizar.

surco de riego) cuando la manga esté hinchada con agua, con algún material con punta (ejemplo: mango de una escoba de metal u otro elemento) y luego insertar los tubos de PVC o las válvulas de compuerta (**Foto 8**).

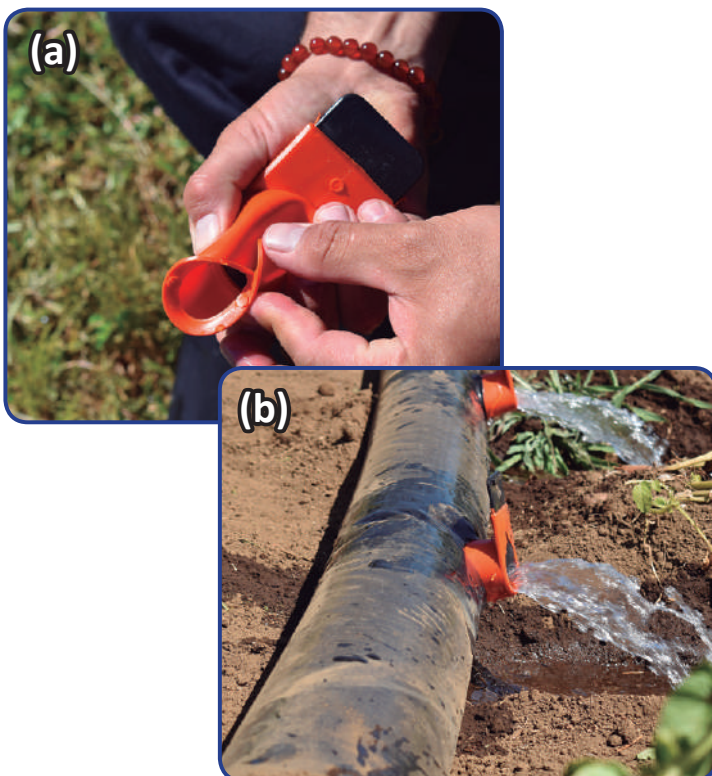


Foto 8. Detalle de válvula de compuerta para regular la salida del agua en la manga plástica. (a) Vista antes de insertar en la manga y (b) vista funcionando

Más información del uso de las mangas plásticas se detallan en el Informativo INIA N° 77 (disponible en <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2016/03/INFORMATIVO-77.pdf>)

Costos sistemas de riego

A continuación, se presentan los costos totales de los materiales utilizados en la implementación de los métodos de riego señalados para el cultivo de papa (**Cuadro 2**). No se considera la mano de obra de instalación de los equipos.

Cuadro 2. Costo total por hectárea de los materiales utilizados en los sistemas de riego implementados en las unidades demostrativas

Método de riego	Costo total (pesos/ha)*
Goteo (convencional)	\$2.744.336
Goteo (Lay Flat)	\$2.859.233
Aspersión (cobertura total)	\$1.589.119
Surco (manga plástica)	\$307.394

*: Precios al mes de marzo-abril 2020

Consideraciones prácticas

En las unidades demostrativas (UD) implementadas y los talleres de capacitación realizados, se pudo apreciar algunos aspectos relevantes a la hora de tomar una decisión para seleccionar e implementar un sistema de riego en el territorio. El primer factor es el acceso al agua para riego. Se debe analizar cuál será la fuente de agua a utilizar, cuál es el caudal y cómo será su disponibilidad y factibilidad durante la temporada de riego.

El segundo aspecto por considerar es el conocimiento que el agricultor tiene del método de riego a implementar, lo cual implica saber si la operación será fácil o engorrosa. Un tercer aspecto es el costo beneficio de implementar un sistema de riego. En esta ecuación entran variables como el tiempo de riego (costo energético de la operación), cuánto del tiempo en mano de obra deberá disponer para el funcionamiento del sistema y si éste se adapta a las labores culturales.

Se ha visto que sistemas de riego que tienen una inversión más elevada son preferidos por sobre otros sistemas, por ejemplo, el carrete. Esto puede deberse a distintos incentivos a la inversión o la capacidad de endeudamiento de los productores. Tales decisiones se ejercen desde el principio de riesgo e incertidumbre que han visto los agricultores y los ejemplos de inversión que sus vecinos del sector han realizado.

Finalmente, sería factible incorporar el método de riego por goteo (ya sea tradicional o tipo “Lay Flat”) para el manejo del agua de riego intrapredial. Lo anterior, porque a pesar de ser un sistema de riego con mayor costo de insumos, y que dice relación al costo de las líneas de riego utilizadas, dicho sistema presentaría ventajas competitivas en aspectos como: alta eficiencia y uniformidad de la aplicación del agua; posibilita la incorporación de fertilizantes a través del sistema (fertirriego); menor costo de mano de obra para su operación, entre otras. Además, otros factores a considerar positivamente es la rápida amortización del sistema de riego y el retorno de la inversión, y finalmente que el sistema por goteo es apropiado para adaptarse a cualquier terreno y cultivos, pensando en las rotaciones normales del cultivo de papa.