



**NUEVAS TECNOLOGÍAS:**

**LA EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS DE RIEGO A GOTEO**

**Proyecto de Seguridad Alimentaria y Económica Sustentable**

**TARIJA – 2016 – BOLIVIA**

## **NUEVAS TECNOLOGÍAS:**

### **LA EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS DE RIEGO A GOTEO**

#### **Proyecto de Seguridad Alimentaria y Económica Sustentable**

##### **1. ANTECEDENTES.**

En el marco del proyecto “Seguridad Alimentaria y Económica Sustentable en el Altiplano y Valle Central de Tarija”, ejecutado por Esperanza Bolivia con recursos de la ONG belga Lovaina Cooperación y la contraparte de la Sub-gobernación de San Lorenzo, se logró captar recursos económicos del BANCO PYME ECOFUTURO S.A., para la implementación del proyecto *“Seguridad Alimentaria y Económica en el Municipio de San Lorenzo: Aprendiendo a Sembrar y Consumir Hortalizas”*.

El proyecto de Responsabilidad Social Empresarial, ejecutado en el núcleo educativo de la comunidad de El Rancho, se planteó como objetivo general el de *“Contribuir a la seguridad alimentaria y económica de las familias del municipio de San Lorenzo, desarrollando en la comunidad educativa (escolares, profesores/as, padres /madres de familia), habilidades para la producción y consumo de hortalizas, en concordancia con uno de los mandatos de la Ley Educativa Boliviana<sup>1</sup>”*

El objetivo específico o acción clave del proyecto fue “Implementar un huerto escolar demostrativo, para la capacitación técnica y el desarrollo de capacidades de la comunidad educativa en producción de hortalizas bajo sistemas controlados de invernaderos con tecnología de riego presurizado a goteo”.

El detalle del mencionado proyecto se encuentra en el documento del Informe Final del mismo, donde se explicita las acciones, actividades, detalles técnicos y presupuestarios, y los logros obtenidos en ese proyecto.

Sin embargo, el presente documento pretende analizar la relación costo eficiencia de los huertos hortícolas bajo riego a goteo, con el fin de plantear las bases para la expansión de la experiencia obtenida con el huerto de la comunidad de El Rancho.

De esta manera, presentamos inicialmente los fundamentos técnicos – tecnológicos de los sistemas de riego presurizados a goteo, para luego ofrecer algunos cálculos referentes al consumo de agua, los costos de implementación, las diferencias en los costos de producción y la expectativa respecto a los rendimientos de los cultivos, comparando con el sistema tradicional de riego por inundación o por surcos.

---

<sup>1</sup> La Ley de Educación Avelino Siñani & Elizardo Pérez N° 070 de Bolivia (artículo 10, inciso 1), establece que la educación regular debe “Formar integralmente a las y los estudiantes, articulando la educación científica humanística y técnica – tecnológica con la producción, a través de la formación productiva de acuerdo a las vocaciones y potencialidades de las regiones...”

## 2. FUNDAMENTOS TÉCNICOS DEL RIEGO A GOTEO.

Los conocimientos científicos aplicados actualmente en el riego tecnificado, combinados con principios elementales que rigen la conducción del agua, dan origen a diferentes sistemas de riego.

Hay que considerar diversos criterios para definir el sistema de riego que se deseé implantar para la producción óptima de los cultivos y uno de los criterios a considerar es cómo afrontar la problemática del agua, recurso en la actualidad y cada vez más escaso.

El sistema de Riego por Goteo, es una técnica de riego bajo presión (presurizado) que se caracteriza por el ahorro de agua, mejor control del suelo, mayor rendimiento de los cultivos, solo se aplica al sistema radicular de la planta, no erosiona el suelo, menor pérdida de nutrientes por lixiviación, y permite aplicar programas de ferti-irrigación.

Con este sistema de riego sólo se humedece una parte del suelo, de donde la planta podrá obtener el agua y los nutrientes que necesita e implica una alta frecuencia de aplicación. Estas características de localización y alta frecuencia suponen una serie de ventajas tanto agronómicas como económicas, así como algunos inconvenientes, fundamentalmente el costo de su instalación.

### RIEGO POR GOTEO

**Definición:** El riego localizado o riego por goteo es la aplicación del agua al suelo, en una zona más o menos restringida del volumen radicular. Sus principales características son:

- Utilización de pequeños caudales a baja presión.
- Localización del agua en la proximidad de las plantas a través de un número variable de puntos de emisión.
- Al reducir el volumen de suelo mojado, y por tanto su capacidad de almacenamiento, se debe operar con una alta frecuencia de aplicación, a dosis pequeñas.

Entre las **ventajas de tipo agronómico** cabe destacar las siguientes:

- Supone un ahorro de agua, debido a la reducción de la evapotranspiración y, de las pérdidas de agua en las conducciones y durante la aplicación, a la alta uniformidad de riego, siempre que el sistema esté bien diseñado y mantenido, y a la posibilidad de medir y controlar la cantidad de agua aportada.
- Es posible mantener el nivel de humedad en el suelo más o menos constante y elevado, sin que lleguen a producirse encharcamientos que provoquen la asfixia radicular o faciliten el desarrollo de enfermedades.
- Posibilita la utilización de aguas de menor calidad, debido a la alta frecuencia de riego, que hace que las sales estén más diluidas, disminuyendo su efecto osmótico y lavando de forma continua el bulbo húmedo que se forma alrededor del gotero.
- Hace posible la ferti-irrigación, lo que conlleva un ahorro de fertilizantes y de mano de obra, una mejor distribución de estos en el tiempo y en el espacio y una mejora en la asimilación de fertilizantes y permite actuar rápidamente ante deficiencias.
- Permite la aplicación de otros productos, a parte de los fertilizantes, a través del agua de riego.
- Facilita el control de malas hierbas, ya que éstas se localizan tan sólo en el área húmeda.

En cuanto a las **ventajas de tipo económico y de manejo**, las principales son las siguientes:

- El gasto energético es menor, debido a la reducción de los consumos de agua y a las menores necesidades de presión frente a otros sistemas presurizados.
- Se reduce la mano de obra necesaria para el manejo del riego.
- Se presta a una fácil automatización.

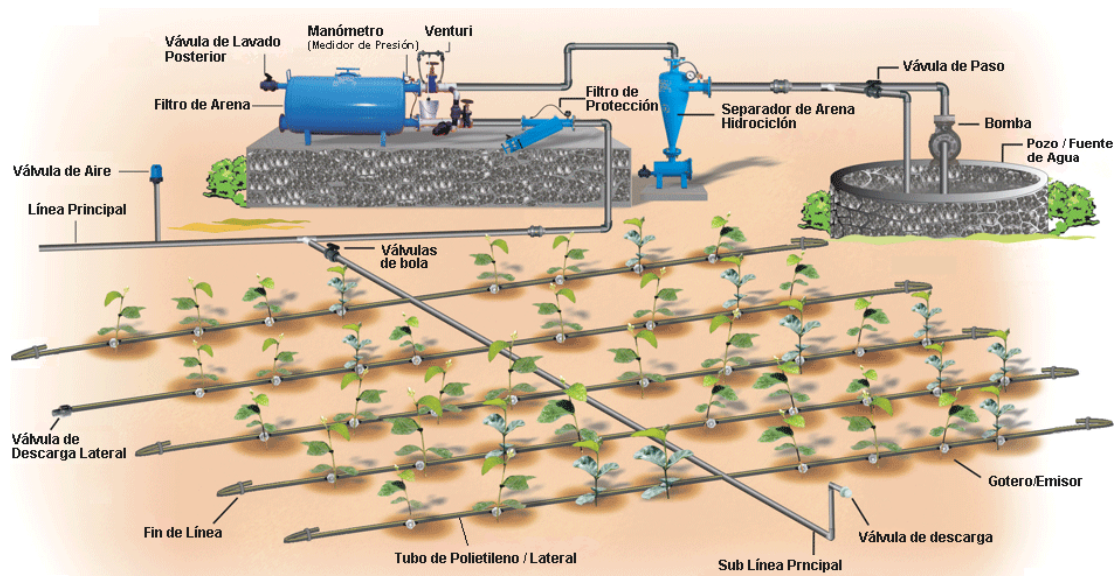
Los principales **inconvenientes** se refieren a:

- Posibilidad de obturación de los emisores.
- Aumento del coste de las instalaciones respecto a otros sistemas de riego.
- Necesidad de presión para su funcionamiento.
- Creación de zonas de acumulación salina, debido al lavado localizado de sales, de forma que son necesarios riegos por inundación u otro sistema para el lavado de sales.

### Características del Riego por Goteo

El riego por goteo supone una mejora tecnológica importante, que contribuirá a una mayor productividad y mejor uso del agua de riego.

- El agua se aplica al suelo, luego se infiltra en el terreno y se mueve en diferentes direcciones principalmente en dirección horizontal y vertical.
- No se moja todo el suelo, sino solo la parte que se aplica el gotero, por consiguiente humedece tan solamente el sistema radicular de la planta.
- Menor lavado de nutrientes por lixiviación o percolación de  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  y otros iones que son importantes en la nutrición de las plantas.
- Se puede aplicar programas de **ferti-irrigación**.



**Figura 1.** Modelo de Diseño del Sistema de Riego por Goteo (Fuente: [www.jains.com](http://www.jains.com))

### 3. CÁLCULOS RESPECTO A LA EFICIENCIA DEL RIEGO A GOTEO.

Para la evaluación de los parámetros del riego, ensayaremos hacer una comparación bajo las mismas condiciones de suelo y el mismo tipo de cultivos, en base a una parcela hortícola de 1,000 m<sup>2</sup> (0,10 hectáreas).

#### Consumo de Agua:

- Considerando una parcela de hortalizas de 1,000 m<sup>2</sup>, con 20 a 30 líneas separadas respectivamente a 1,00 ó 0,65 m de distancia, y una longitud o largo de línea de 50 m.
  - Esta parcela requerirá en promedio 6 a 10 m<sup>3</sup>/hora de agua.
  - Considerando cada riego de 1 hora, 3 veces a la semana, es decir 13 veces o riegos al mes, esta parcela requerirá entre 80 a 130 m<sup>3</sup>/mes.
  - Si consideramos cultivos más exigentes y periodos más calurosos, cada riego deberá ser de mínimamente 1 hora y media (1h 30') igual 13 riegos al mes, la parcela consumirá entre 120 a 200 m<sup>3</sup>/mes.
- Bajo las mismas condiciones de suelo, clima y cultivo; el riego por surcos o de inundación:
  - El riego de 1 hora demandara mínimamente 100 m<sup>3</sup>.
  - Dependiendo las condiciones meteorológicas y las exigencias propias del cultivo, serán necesarios 4 a 6 riegos por mes; demandando 400 a 600 m<sup>3</sup>/mes.
- Este simple análisis nos muestra que el riego por gravedad, consume 3 a 5 veces más agua por riego o por mes. Esta constatación se hace más importante dependiendo la cantidad o disponibilidad de agua que tenga cada parcela o cada productor, evidentemente el elemento agua cada vez más escaso en todo lugar y para todos.

#### Costos de Implementación – Inversión:

- El análisis de costos para la implementación de un sistema de riego a goteo, se lo realiza considerando la misma parcela de hortalizas de 1,000 m<sup>2</sup>, con 20 a 30 líneas separadas respectivamente a 1,00 ó 0,65 m de distancia, y una longitud o largo de línea de 50 m.
  - El costo promedio en el mercado de Tarija, para la gestión 2016, es de aproximadamente Bs. 10,000.- (\$us. 1,437; € 1,390.-).
  - Es importante hacer notar que estos precios no son directamente extrapolables a 1 hectárea o más, debido a que existen costos mínimos para la implementación de un sistema de riego. Solo como referencia, para 1 hectárea de hortalizas con los mismos parámetros, se estima un costo de Bs. 54,000.- (\$us. 7,760; € 7,500.-).

Reiteramos que los valores presentados son aproximados o promedios en la ciudad de Tarija, para el año 2016, y el cultivo de hortalizas. Para otros cultivos como frutales, los precios variarán considerablemente, dependiendo el número de surcos y la distancia entre ellos, la densidad o cantidad de plantas por hectárea, y demás aspectos intrínsecos para cada cultivo, terreno y ubicación geográfica.

- Un aspecto fundamental a tomar en cuenta, es la vida útil de estos sistemas de riego a goteo, los cuales dependiendo la calidad inicial de los materiales y equipos, y del mantenimiento adecuado del sistema, podrán durar de 6 a 8 años o más.

De esta manera para el cálculo anual, el valor de la inversión debe dividirse entre 6 u 8, y si es por cultivo, dependiendo estos, el monto total de la inversión deberá dividirse al menos entre 10.

### **Costos de Producción Cultivos:**

- A continuación indicamos los ítems de la hoja de costos de producción de hortalizas susceptibles a bajar con el riego a goteo:
  - Ahorro en mano de obra en el tiempo de riego en sí, que por goteo demanda un 10% de lo necesario para el control de acequias y surcos en el riego por gravedad,
  - Ahorro en la mano de obra por la menor cantidad de malezas y su respectivo control, debido al riego localizado cuando es por goteo,
  - Ahorro en la mano de obra para la fertilización, puesto que la aplicación de fertilizantes manualmente exige la remoción del suelo y posterior restitución, labor que se la efectúa de manera directa en los sistemas de riego a goteo,
  - También debemos señalar que el mantenimiento de los sistemas de riego a goteo son mucho más económicos, que los gastos en jornales o mano de obra requeridos para la limpieza y mantenimiento periódico de las acequias o canales de riego y tomas de agua.

### **Rendimientos Esperados y Eficiencia:**

- Los factores que influyen en los rendimientos de los cultivos son múltiples y muy variables, sin embargo, a favor de la eficiencia de regar por goteo mencionamos los siguientes aspectos:
  - Al margen de que el riego por gravedad utiliza 3 a 5 veces más agua que cuando se riega por goteo, el aspecto más importante a considerar es el aprovechamiento del riego o el agua por la planta, el cultivo.

Cuando se riega por inundación, saturamos el suelo desalojando todo el oxígeno, condición en la cual la mayoría de las plantas no pueden tomar o aprovechar el agua libre (un ejemplo claro, es cuando hay excesos de lluvias o encharcamiento, el maíz se torna amarillo, con el mismo síntoma que cuando está seco, en ambas situaciones las plantas no pueden tomar agua). Luego de saturar el terreno debe pasar un tiempo suficiente para que gran parte del agua aportada por el riego se percole, escurra y evapore, hasta que el suelo este a “*capacidad de campo*” estado óptimo en el cual existe en el suelo aire – oxígeno y agua, donde las plantas pueden aprovechar el agua y los nutrientes del suelo. Finalmente la evapotranspiración volverá a dejar seco el terreno, debiendo esperar las plantas hasta un próximo riego copioso para aprovechar solo parte del agua aportada.
  - En cambio, mediante el sistema de riego a goteo, los riegos se hacen más frecuentes pero con una cantidad de agua mucho menor, con el objetivo de mantener el suelo siempre en capacidad de campo, permitiéndole de esta manera que las plantas aprovechen el agua y los nutrientes del suelo en todo momento.

Pero además la posibilidad de fertilizar mediante el sistema de riego nos otorga diferentes ventajas: a) La aplicación de fertilizantes semanalmente o con mayor frecuencia, permite que la planta aproveche la mayor cantidad de los fertilizantes aportados, y estos no se pierdan por otros efectos físico – químicos, como la percolación con el agua a las capas inferiores donde las raíces de la planta no pueda aprovecharlos, o la evaporación de sus componentes a la atmósfera; b) Ahorro considerable en mano de obra, puesto que por este sistema no son necesarias las labores de remoción del suelo y posterior restitución del mismo a los surcos (carpidas y aporques); y c) por la ferti-irrigación no se provocan daños mecánicos a las raíces como es el caso de las carpidas, manteniendo completa la capacidad absorbente del sistema radicular.

**Documento Adjunto:**

## **INFORME FINAL INVERNADERO DE EL RANCHO**

**ECOFUTURO – PROCOSI**

**Louvain Cooperation – Esperanza Bolivia**

**Sub-gobernación de San Lorenzo – H. Alcaldía Municipal de San Lorenzo**

**Junta de Padres de Familia, Profesores y Alumnos de El Rancho Norte, Prov. Méndez**