



PERÚ

Ministerio  
de Agricultura

Instituto Nacional  
de Innovación Agraria



# RIEGO INIA EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE





**MINISTERIO DE AGRICULTURA**  
**INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA - INIA**  
**ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA VISTA FLORIDA - CHICLAYO**  
**UNIDAD DE EXTENSIÓN AGRARIA**

# RIEGO INIA EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE

Ing. M. Sc. José Ordinola Távora  
EEA Vista Florida - Lambayeque

Ing. César Bravo Verastegui  
Especialista en Riego Tecnificado - Sede Central del INIA

Técnico Agrop. Virgilio Peña Olivares  
EEA Vista Florida - Lambayeque

© INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA

DIRECCIÓN DE EXTENSIÓN AGRARIA

ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA VISTA FLORIDA - CHICLAYO

**Diagramación e Impresión:**

Programa Nacional de Medios y Comunicación Técnica

**Primera Edición:**

Junio, 2010

**Tiraje** : 500 ejemplares

**Primera Reimpresión:**

Febrero, 2011

**Tiraje** : 400 ejemplares

Av. La Molina N° 1981, Lima 12 - Perú

Casilla N° 2791 - Lima 1 - Perú

Telefax: 3495631 / 3492600 - Anexo 248

Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización

**Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°: 2010-03334**

## PRESENTACIÓN

Los saltos tecnológicos en la agricultura de los países desarrollados se deben fundamentalmente al manejo eficiente de los factores de producción entre ellos el recurso hídrico dosificado a través del riego por goteo que ha revolucionado la agricultura en el mundo el que acompañado de dosis adecuadas de fertilización a través del agua, el uso de semillas de buena calidad y otros componentes tecnológicos incrementan significativamente la productividad, la calidad y rentabilidad de los cultivos; es precisamente el riego por goteo el que proporciona los mayores beneficios del salto tecnológico, con abundantes cosechas y productos de buena calidad.

En el Perú a pesar de haberse introducido el riego tecnificado hace muchos años el grado de adopción de estos sistemas apenas cubre un porcentaje mínimo del área agrícola bajo riego con respecto a lo indicado. El Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, viene investigando y desarrollando sistemas alternativos de riego tecnificado de bajo costo y de fácil instalación, operación y mantenimiento que no requiere energía convencional y que permite al agricultor mayores niveles de producción y rentabilidad; es el propósito de la presente publicación divulgar las innovaciones tecnológicas del riego por goteo que se constituyen en el denominado Sistema de Riego INIA que viene desarrollando el INIA en la Estación Experimental Agraria Vista Florida y en otras Estaciones Experimentales de costa y sierra, para promocionarlo y posibilitar su adopción por los productores agrarios de la costa norte y de otras zonas del país, para un manejo racional del escaso recurso hídrico, la conservación del suelo y el mejoramiento de las condiciones de vida de esta población y sus familias.



## CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	7
2. ANTECEDENTES.....	9
3. VENTAJAS DEL SISTEMA DE RIEGO INIA.....	11
4. MODELOS DEL SISTEMA DE RIEGO INIA .....	12
5. COMPONENTES DEL SISTEMA.....	18
5.1 Fuente de agua o reservorio.....	18
5.2 Sedimentador.....	19
5.3 Línea de desagüe o limpieza.....	20
5.4 Red de conducción o matriz.....	20
5.5 Línea de distribución.....	21
5.6 Manguera flexible de conexión.....	21
5.6.1 Los laterales o cintas de goteo .....	22
5.7 Conectores y anillos de seguridad.....	23
5.8 Compensador de presión.....	23
5.9 Purgador o terminal de línea de riego.....	26
5.10 Hidrante.....	26
5.11 Manta plástica.....	27
5.12 Laterales de riego.....	27
6. INSTALACIÓN DEL SISTEMA .....	29
6.1 Replanteo del área de riego .....	29
6.2 Construcción del sedimentador.....	30
6.3 Acondicionamiento del reservorio .....	30
6.4 Tendido de la manta plástica en el reservorio .....	31
6.5 Instalación del sistema de alimentación, drenaje y rebose del reservorio.....	32
6.6 Conexión del reservorio al sistema de riego .....	32
6.7 Instalaciones de válvulas de control o de pase .....	33
6.8 Instalación de los reguladores de presión.....	33
6.9 Instalación de redes primarias, secundarias y de distribución.....	34
6.10 Instalación de las líneas o laterales de riego .....	35
6.11 Primer riego, prueba hidráulica y control de presión de módulos de riego .....	35

7. DISEÑO AGRONÓMICO .....	38
7.1 Parámetros del diseño agronómico.....	38
8. DISEÑO HIDRÁULICO .....	43
8.1 Consideraciones del diseño hidráulico.....	43
8.2 Determinaciones.....	43
8.3 Red de tuberías.....	47
8.4 Determinación de los coeficientes de uniformidad y de variación.....	51
9. OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO INIA .....	53
9.1 Operación.....	53
9.2 Mantenimiento.....	53
9.2.1 Limpieza de filtros.....	53
9.2.2 Instalación de purgadores .....	54
9.2.3 Limpieza de los laterales de riego.....	54
9.2.4 Control de presiones en subunidades de riego .....	55
9.2.5 Tratamiento de precipitados.....	55
9.2.6 Protección de accesorios de PVC.....	55
9.2.7 Comprobación de caudales en emisores.....	55
9.3 Evaluación .....	56
10. CONSIDERACIONES DE MANEJO .....	57
10.1 Situación de los laterales porta emisores.....	57
10.2 Diámetro de humedecimiento del bulbo .....	57
10.3 Profundidad de humedecimiento del bulbo.....	58
10.4 Consumo de agua de los cultivos.....	58
11. COSTOS.....	71
12. VALIDACIÓN ECONÓMICA.....	72
13. GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	82
14. BIBLIOGRAFÍA .....	87



## 1. INTRODUCCIÓN

La costa norte del país se caracteriza por presentar exuberantes valles ubicados en los deltas de los principales ríos y extensas pampas desérticas y áridas, en donde la escasez de agua superficial es el común denominador en cada una de las regiones que la conforman.

Sin embargo, de acuerdo al INEI, al año 2006 el 98% de agricultores del país utilizan sistemas tradicionales e inadecuados en el uso del agua para riego, regando sus parcelas por inundación o por gravedad, con la consiguiente pérdida de agua en la conducción por infiltración, percolación, y evaporación; A ello se suma la deficiente distribución de la escasa agua disponible para riego por las entidades responsables; la falta de capacitación de los productores en el uso y manejo del agua; finalmente la falta de un programa agresivo para la implementación de un proceso de reconversión del cultivo tradicional de la zona, hace que el agua no sea suficiente para irrigar las áreas cultivadas; originando efectos negativos como la predominancia de una agricultura no competitiva.

En la región Lambayeque, donde hay suelos de buena calidad, existe una notable deficiencia en agua, así como la preponderancia del minifundio 50,6% de productores, conducen unidades agropecuarias menores a 3,0 ha, bajo nivel de capacitación técnica de los productores y las dificultades de servicios a la producción, en aspectos de financiamiento, transportes, etc. De 177 135,12 ha cultivadas, solo 981,47 ha son regadas por goteo, esta cantidad representa el 0,6% del total del área cultivada. La diferencia de áreas es regada bajo el sistema tradicional de riego por gravedad, originando un mal uso y distribución del agua, así como bajos rendimientos en los cultivos (GOBIERNO REGIONAL DE LAMBAYEQUE, 2003).

Ante esta situación, el Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Organismo Público Descentralizado del Ministerio de Agricultura cuyo objetivo principal es el desarrollo de tecnologías agrarias y la transferencia de las mismas a los productores con la finalidad de tecnificar el agro nacional, ha innovado la tecnología de riego por goteo altamente eficiente y lo ha puesto a disposición de los productores del país.

El sistema de riego INIA asegura una aplicación oportuna y precisa del agua según las necesidades del cultivo con una eficiencia de aplicación del riego por goteo de hasta 90%, frente al 70% del riego por aspersión y 40% del riego por gravedad. (TAPIA, 1999).

El Sistema de Riego por goteo INIA, es una innovación tecnológica del riego por goteo convencional, desarrollada desde el año 1997 en el Centro Experimental La Molina en Lima y replicado en las Estaciones Experimentales Agrarias Andenes - Cusco; Canaán - Ayacucho; Donoso - Huaral y en otras estaciones experimentales de costa y sierra del país.

En la Estación Experimental Agraria Vista Florida se instaló en el año 2000 y actualmente se tienen 22 ha instaladas con el sistema, en las cuales se conducen cultivos de maíz; leguminosas de grano; camote; caña de azúcar; hortalizas y frutales.

Esta innovación tecnológica caracterizada por su bajo costo, no requiere energía convencional para su funcionamiento, pues aprovecha la fuerza de la gravedad que le da la columna mínima de 3 m de altura que debe presentar la fuente de agua utilizada respecto al terreno que se requiere regar. La fuente de agua puede ser un reservorio o un canal de riego.

El manual, detalla las ventajas del sistema de riego por goteo INIA, sus componentes y describe los modelos A, B y C diseñados de acuerdo al tipo de cultivo que se desea instalar, la disponibilidad de área de terreno y de la cantidad de agua que se tiene.

Así también se detalla los pasos a seguir para la instalación del sistema del riego INIA en campo, considerando el diseño agronómico del mismo. La operación y mantenimiento del sistema de riego, así como algunas consideraciones a tener en cuenta en su manejo y funcionamiento.

Finalmente en el capítulo de costos se da a conocer la inversión requerida para la adquisición de un módulo de riego INIA de los modelos A, B y C y la validación económica del riego INIA comparando el valor actual neto de la producción incremental, los costos incrementales incurridos con el riego por goteo vs el riego tradicional por gravedad. Para ello se han considerado los indicadores de rentabilidad como el Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), el ratio Beneficio/Costo y el análisis de sensibilidad.

## 2. ANTECEDENTES

El año 1996 en la sede central del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA en La Molina se instaló experimentalmente 0,1 hectárea (1 000 m<sup>2</sup>) de cultivos transitorios (hortalizas) utilizando el sistema de riego INIA (mini aspersión). Esta experiencia inicial tuvo como resultado altos índices de productividad y la rápida recuperación de la inversión; luego en 1997 se instaló una hectárea para cultivos transitorios.

En la Estación Experimental Agraria Vista Florida - Chiclayo, a partir del año 2000 se inicia la difusión y promoción del sistema de riego INIA; para lo cual se construyó un reservorio de tierra semicompactada recubierto con una manta plástica de polietileno de 250 micras de espesor, con el fin de evitar la infiltración del agua. El reservorio tiene 8 000 m<sup>3</sup> de capacidad. Con este volumen de agua se puede regar de 80 a 100 ha teniendo la fuente de agua disponible para estar rellenando cada vez que baja la columna de agua y mantenerla para dar el caudal normal en la cinta de riego por goteo.

En el reservorio se encuentran dos líneas de tuberías de 8" de diámetro. Una línea de limpieza o desagüe y la otra de conducción. A la salida de la línea de conducción se tiene una reducción de 8" a 6" de diámetro en la cual se ha colocado una válvula de bronce de 6".

El sistema de riego INIA se ha implementado en la conducción de trabajos de investigación en los cultivos de maíz, leguminosas de grano, ajíes, alfalfa, hortalizas, caña de azúcar y cultivos de frutales como el mango.

En la región Lambayeque se han instalado parcelas demostrativas del cultivo de maíz amarillo duro con diferentes híbridos conducidos con el sistema de riego INIA. Estas parcelas han dado buenos resultados de producción demostrando que el sistema de riego INIA es una alternativa para el mediano y pequeño agricultor.

Estas experiencias se han replicado en los cultivos de cebolla, ají, talla o tara, papaya, etc; en los cuales se ha obtenido resultados superiores hasta en un 30% a los logrados con el riego tradicional por gravedad.

En los distritos de Incawasi (Lambayeque). Santa Cruz (Cajamarca). Ayabaca (Piura), Chepén (La Libertad), se han instalado reservorios tipo INIA de diferentes forma y tamaño para la instalación de cultivos de pastos y hortalizas.

### 3. VENTAJAS DEL SISTEMA DE RIEGO INIA

- ♦ Uso racional del agua de riego. Se amplía el área agrícola.
- ♦ No requiere de energía convencional, utiliza la fuerza de la gravedad.
- ♦ Es de fácil funcionalidad y bajo costo.
- ♦ Incremento de los rendimientos hasta en un 30%.
- ♦ Mejora la calidad de los productos cosechados.
- ♦ Reduce el período vegetativo de los cultivos.
- ♦ Uniformidad del cultivo.
- ♦ Las malezas se desarrollan solo en la zona húmeda a lo largo de la cinta de riego.
- ♦ Reduce la presencia de plagas.
- ♦ Reducción de la mano de obra en deshierbos y control de plagas, reduce los costos de producción.
- ♦ Permite realizar la fertirrigación.
- ♦ No erosiona el suelo.
- ♦ Es amable con el ambiente.
- ♦ Permite al productor realizar otras labores, mientras el campo se riega solo.
- ♦ Permite aprovechar de mejor manera el terreno. Se realizan hasta 3 cosechas por año.



#### 4. MODELOS DEL SISTEMA DE RIEGO INIA

El sistema de Riego INIA, presenta tres modelos en su diseño, caracterizados en función al tipo de cultivo, tipo de explotación y a la estructura de distribución de los laterales de riego. Estos son:

##### Modelo A:

Diseñado para el cultivo de hortalizas, embolsado de plántulas de frutales, forestales y plantas ornamentales.

Su estructura permite manejar áreas pequeñas con laterales de riego menores a 20 m, regulándose con válvulas, cada una de las parcelas o camas tienen 1,20 m de ancho.



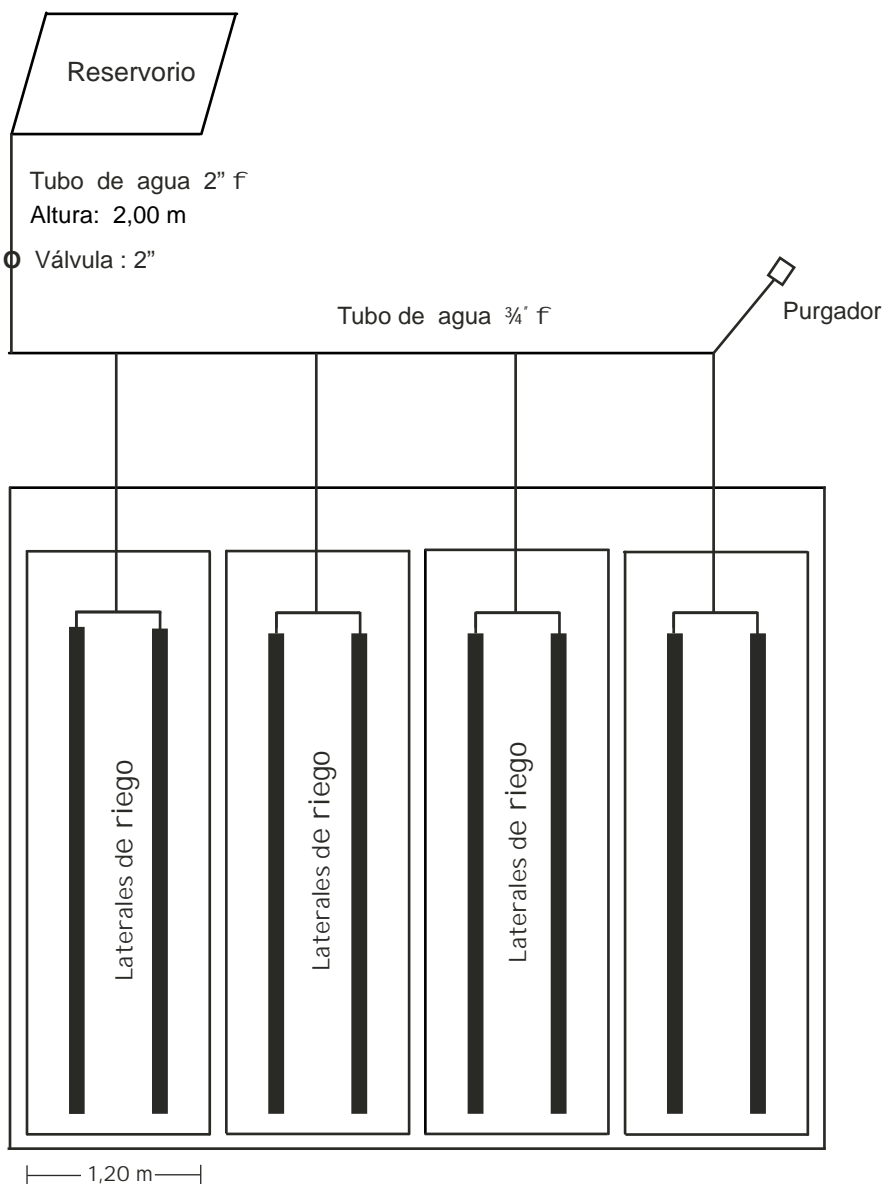


Gráfico 1: Diseño del Sistema de Riego INIA, modelo A



## Modelo B:

Diseñado para cultivos comerciales tales como: maíz, leguminosas de grano, espárrago, papa, ají páprika, tomate, alcachofa, algodón, marigold, etc.

Los distanciamientos entre las cintas de riego pueden ser de 0,75 m para el caso de hortalizas y 1,50 m (surco mellizo) para los otros cultivos transitorios.

Las cintas de riego se pueden extender hasta 100 m o algo más dependiendo de la presión.





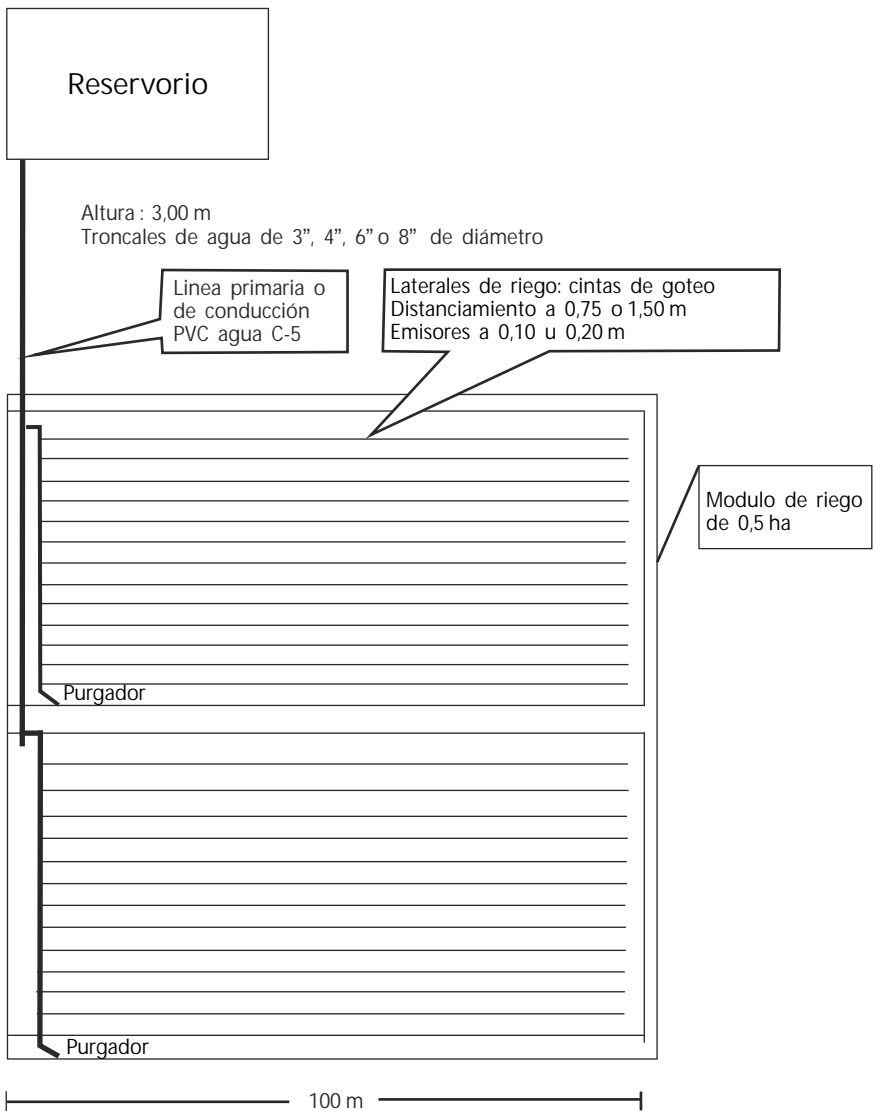


Gráfico 2: Diseño del Sistema de Riego INIA, modelo B

## Modelo C:

Diseñado para cultivos de frutales y plantaciones forestales. Su estructura se caracteriza por tener distanciamientos mayores a 2 m usando como laterales de riego mangueras de polietileno de 16 mm, con microtubos de 1,0 mm, 1,5 mm ó 2 mm de diámetro.

A inicios de la plantación permanente se puede asociar con cultivos transitorios como frijol, camote, maíz, etc. Esta práctica permite recuperar en menor tiempo la inversión realizada en el sistema de riego, teniendo la necesidad de utilizar en los intermedios un par de cintas distanciadas a 1,50 m.

El número de líneas de riego a instalar en los módulos de 0,5 ha dependerá de los distanciamientos a los cuales se sembrará el cultivo. Es importante que la longitud de los laterales de riego sea 100 m ó algo mayor.



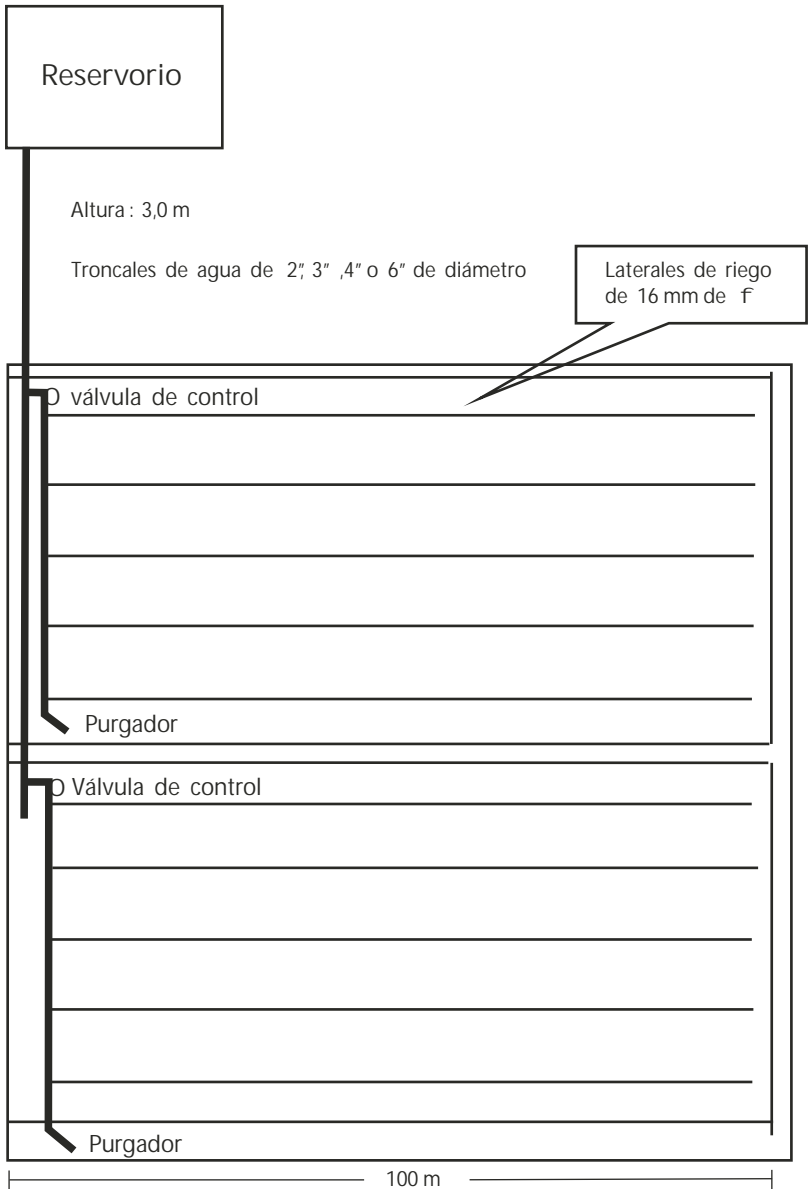


Gráfico 3: Diseño del Sistema de Riego INIA, modelo C

## 5. COMPONENTES DEL SISTEMA

### 5.1 Fuente de agua y reservorio

Para el funcionamiento del sistema es fundamental tener en cuenta la fuente de agua que puede ser un pozo, un canal de riego o una acequia elevada.

El reservorio puede ser de tierra y cumple la función de almacén de agua y también como fuente de energía para provocar la presión que se necesita, ya que al lograr una columna de agua mayor a 3,00 m permite que el sistema trabaje uniformemente. Sin necesidad de bomba. El reservorio es revestido con una manta plástica de polietileno de 10 milésimas de pulgada o 15 milésimas de pulgada de espesor que impermeabiliza la superficie, evitando pérdidas por infiltración y percolación profunda.



## 5.2 Sedimentador

Para permitir el prefiltrado es necesario la construcción de un sedimentador o desarenador cuya función es decantar las partículas sólidas que se encuentran en suspensión en el agua de riego: como arena, limo y arcilla y evitar así la colmatación en el reservorio.

Está compuesto por dos pozas, una anterior y otra posterior y por tres naves cuyas longitudes dependen de la calidad de agua a predecantar. Las naves funcionan haciendo perder velocidad al agua y permitiendo sedimentar los sólidos en suspensión antes de su ingreso al reservorio. La estructura es generalmente de ladrillo revestido con cemento y con columnas de concreto armado.



### 5.3 Línea de desagüe o limpieza

Esta red de tuberías permite eliminar el agua con los sedimentos retenidos en el reservorio.



### 5.4 Red de conducción o matriz

La red de tuberías de mayor diámetro a menor debe de estar a una profundidad de 0,8 m bajo el nivel de la superficie del terreno.

La tubería de conducción es de PVC clase -5 y pueden ser de 8, 6, 4, 3, 2 pulgadas de diámetro dependiendo del área a regar.



## 5.5 Línea de distribución

Es la que distribuye el agua a los laterales, llamada también porta lateral que generalmente es tubería de PVC, desagüe de 2 pulgadas de diámetro y en las que se insertan unos pitones distanciados a 0,75 m a los cuales se les conecta la manguera de 16 mm para frutales y 20 mm para cultivos transitorios y a su vez ésta se conecta por medio de un conector a la cinta de goteo.

Esta tubería se encuentra enterrada a una profundidad de 0,50 m y presenta una llave de diámetro de 2" de PVC que controla el flujo para 0,5 ha.



## 5.6 Manguera flexible de conexión

Manguera de polietileno, generalmente tiene 0,8 m de longitud y va conectada al pitón simple o doble y en ellas se conectan las cintas o laterales de riego.

En el caso de frutales, las mangueras flexibles tienen hasta 100 m de longitud o algo más y se conectan directamente a la TEÉ de riego de la línea de distribución o línea secundaria, para luego insertar en la manguera los microtubos.



### 5.6.1 Los laterales de riego

Son los que integran las cintas de goteo y tiene un diámetro de 16 mm y presenta emisores cada 0,20 m.

Dichas cintas se utilizan para cultivos transitorios como maíz; frijol; ajíes; alcachofa y para frutales como mango; vid; limón; etc. Se utiliza mangueras de polietileno de 16 mm, con goteros o microtubos cuya descarga de cada emisor oscila entre los 0,40 y 0,60 l/h, que es suficiente para humedecer el área mínima necesaria que requieren dichos cultivos.





## 5.7 Conectores y anillos de seguridad

Son dispositivos que se utilizan para unir o conectar el lateral de riego con la manguera flexible el cual esta también conectado a la línea de distribución mediante un accesorio llamado pitón cuya longitud es de 3 cm y para asegurar la conexión entre la manguera y cinta de goteo se utilizan los anillos de seguridad.



## 5.8 Compensador de presión

El compensador es un tubo de polietileno de 50 cm de longitud de 16 mm de diámetro conectado a la manguera de polietileno del lateral mediante un microtubo de 2 mm de diámetro; el cual tiene cuatro (4) salidas de emisores (microtubos de 60 cm de longitud) que permite un riego simultáneo muy adecuado para el riego en frutales.



## Parte del compensador

### a) Compensador de presión

Consiste en un pedazo de manguera de polietileno de 50 cm de longitud y 16 mm de diámetro y cumple la función de cámara de acumulación y compensación de presión del agua que será distribuida por cada uno de los microtubos de salida.

### b) Microtubo conector

Esta conectado al compensador y le da una pérdida de carga adicional para alcanzar un mismo caudal con varias presiones, por ello es necesario dar longitudes de conexión de 30, 60, 90, 120 cm. El diámetro utilizado generalmente es de 2 mm.



### c) Microtubos secundarios



Son microtubos de 1,0 mm ó 1,5 mm de diámetro y de 60 cm de longitud los cuales distribuyen el agua y van conectados a los extremos del depósito de distribución.

d) Tapones

Son dos tapones de 5/8" de diámetro que evitan la salida del agua que contiene el compensador de presión.



e) Soporte de microtubo.

Permite que el microtubo se instale en el campo a una altura de 10 - 15 cm aproximadamente para evitar que los emisores puedan absorber partículas sólidas al momento de cortar el riego.



### 5.9 Purgador o terminal de línea de riego

Permite realizar la limpieza de las líneas de distribución y conducción del sistema de riego. El purgador es de PVC de 2,0", tubo de agua c-5 con un codo de 45° de 2" para la línea de conducción.

El purgador para la línea de conducción es de PVC con reducciones de 4" a 2", de 3" a 2" con un tapón de rosca y con un codo de 45°.



### 5.10 Hidrante

Dispositivo que permite conectar la línea de distribución a la tubería principal mediante una Teé.



Está constituido por una tubería de 2" de 0,5 m de longitud (vertical), un codo de 90° de 2" y una válvula esférica de 2" de diámetro y niples del mismo diámetro que regula la entrada del agua de la tubería principal a la línea de distribución.

## 5.11 Manta plástica

Las mantas de polietileno tienen un espesor de 10 milésimas de pulgada con aditamentos anti UV para la protección contra los rayos ultravioletas y la conforman paños pegados por termofusión.



## 5.12 Laterales de riego

El sistema se compone de dos tipos de laterales:

- a. Laterales con manguera de polietileno de 16 mm con goteros y microtubos de 1,0 mm, 1,5 mm y 2,0 mm ideal para frutales.





b. Laterales con cintas de goteo para cultivos transitorios.



## 6. INSTALACIÓN DEL SISTEMA

Para la instalación del sistema de riego tipo INIA se consideran los siguientes pasos:

### 6.1 Replanteo del área de riego

Consiste en delimitar el terreno donde se va a instalar el sistema de riego por goteo INIA tomando en consideración el lugar donde se va a ubicar el reservorio de agua el cual deberá ubicarse en la zona más alta del terreno para ganar mayor presión.

Cuando las áreas a instalar son grandes será necesario realizar el replanteo con el apoyo de un topógrafo facilitando la distribución o ubicación de los módulos de riego de acuerdo a la pendiente y conformación del terreno y al diseño agronómico del cultivo a instalar.

Es importante que la línea principal o de conducción sea enterrada a lo largo del borde del terreno, sobre todo si se va a utilizar maquinaria agrícola para la preparación del terreno; en todo caso dependerá de la disposición del terreno.

Se debe tener en cuenta la instalación de módulos de riego de 0,5 ha y los laterales de riego no excedan los 100m de longitud.







o caídas de tierra, debe tenerse en consideración dar una buena base para permitir alcanzar la altura mínima de 3,00 m y terminar con una cresta de al menos 1,5 a 2,0 m de ancho que a la vez facilite fijar de mejor manera la manta plástica que recubrirá al reservorio, abriendo una pequeña zanja alrededor de la cresta para fijarla en ella una vez con agua del reservorio.

El talud en este tipo de reservorios debe ser menos inclinado que el utilizado en los reservorios de tierra arcillosa o de los reservorios excavados en laderas, en donde éstos son más inclinados.

Generalmente, para la construcción de reservorios de tierra se recomienda taludes 1:1. Para ello se construye una escuadra cuya altura y base sean de longitudes iguales. La hipotenusa (lado más grande de la escuadra) debe coincidir con el talud que se debe dar al reservorio. El tamaño del reservorio depende de la disponibilidad de agua en la fuente y de la extensión del terreno a cultivar. La forma dependerá de la topografía del terreno.

#### 6.4 Tendido de la manta plástica en el reservorio

Acondicionado el reservorio se procede al tendido de la manta plástica. Este debe realizarse en horas de la mañana cuando no hay viento. El paquete con la manta debe colocarse en la parte central del reservorio y a partir de este punto se distiende la manta a la izquierda y a la derecha con el apoyo de personal dependiendo el número de éstas, del tamaño de la manta y del reservorio.

En la cresta del reservorio a 0,5m de distancia del borde, se hace una pequeña zanja en donde se colocará y



enterrará los bordes de la manta, tan luego el reservorio haya sido llenado y no antes. Para el fijado de la manta también se utilizan sacos llenos de tierra o arena para poder transitar por ellos.

Condición importante para el tendido de la manta es que se cuente con el agua necesaria para el llenado inmediato del reservorio antes de fijar la manta en la zanja abierta alrededor de la corona del reservorio.

#### 6.5 Instalación del sistema de alimentación, drenaje y rebose del reservorio

Es importante que a medida que se construyen las paredes del reservorio se tenga en cuenta la colocación de la tubería para la salida del agua de riego a la red principal, así como la red de limpieza (desagüe). El diámetro de las tuberías dependerá del tamaño del reservorio y del tamaño del área a regar.

El rebose en la parte superior (cresta) del reservorio, es importante tener en consideración porque va impedir que el reservorio se llene totalmente y produzca desbordes arrastrando las paredes. Estos reboses deben estar orientados a lugares donde el agua en exceso pueda circular libremente sin que cause daños al reservorio y a los cultivos a instalar.

En la costa norte los sistemas de alimentación generalmente son pozos tubulares, ríos o acequias de riego. Para éste último caso se necesita una motobomba (eléctrica o a petróleo) que se coloca antes del sedimentador.

#### 6.6 Conexión del reservorio al sistema de riego

La conexión del sistema de riego desde el reservorio puede ser directamente o a través de sifones.

La conexión directa se refiere a lo ya explicado anteriormente cuando la salida del agua del reservorio hacia la línea principal de riego se realiza a través de un tubo colocado de 0,30 m por

encima de la superficie del reservorio. La salida del agua se da por gravedad.

La conexión por sifón, consiste en extraer el agua por encima de la cresta del reservorio hacia la línea principal mediante un tubo en forma de “U” o “L” invertida. Es una manera más complicada que la anterior, pues se necesita “cebar” previamente al sifón; que consiste en llenar con agua todo el sifón para eliminar el aire del mismo y permitir que el agua pueda circular libremente.

La eliminación del aire se realiza a través de una válvula que se encuentra ubicada en la parte superior del sifón. Una vez que el aire es eliminado del sifón, se cierra esta válvula y se abre la llave control de la parte baja que permite el paso del agua del sifón a la línea de conducción.

#### 6.7 Instalaciones de válvulas de control o de pase

En el tubo de salida del agua de riego del reservorio hacia la línea principal es necesario la colocación de una válvula de paso que controle la salida y cierre del paso del agua.

En la tubería del desagüe también es importante la instalación de una válvula de control, que se abrirá cuando se realice la limpieza del reservorio y se cerrará cuando el reservorio se encuentre lleno y el sistema de riego funcionando.

#### 6.8 Instalación de los reguladores de presión

Los reguladores de presión son implementos utilizados para mantener una presión constante en la descarga, aunque en la entrada varíe el flujo o la presión. Estas válvulas son de gran utilidad donde por efecto de la topografía o por la forma del área a tecnificar, deben quedar sectores de riego chicos, que por ende requerirán menor cantidad de agua, lo que podría generar sobrepresiones en el sistema.

## 6.9 Instalación de redes primarias, secundarias y de distribución

La línea o red principal del sistema de riego INIA se instala generalmente en el borde del terreno a 0,80 m de profundidad a fin de proteger la tubería de PVC del posible daño que podría sufrir como efecto de la mecanización al momento de la preparación del terreno (arado) para la instalación del o los cultivos.

La tubería a utilizar deberá ser de PVC para agua, clase 5, aunque la clase de la tubería dependerá de la presión existente. El diámetro de la tubería dependerá del tamaño del área de terreno a regar y de la cantidad de agua a utilizar y de la distancia a la cual el agua será conducida.

Es importante tener en cuenta que debemos partir con tubería de diámetros mayores a la salida del reservorio (8" por ejemplo) y luego ir reduciendo gradualmente a 6" a 4", y a 3" de acuerdo a la distancia recorrida. Esta misma consideración se debe tener en cuenta, cuando se requiera instalar líneas secundarias, desde la red principal o matriz.

La red de distribución del sistema de riego por goteo INIA, se instalará 0,50 m por encima de la red principal. Esta es de PVC para desagüe y tiene un diámetro de 2 pulgadas. Se une a la red principal con el hidrante mediante una Teé reductora a teé de 2".

La línea de distribución tendrá una longitud de 50 m y en ella se insertan los pitones de salida. En estos pitones ubicados a 0,75 m y 1,50 m se coloca la manguera flexible de 16 mm o 20 mm que sale a la superficie del terreno con una longitud de 0,80 m y en las cuales se instalan los laterales de riego (cintas de goteo para cultivos transitorios y/o mangueras para los frutales).

Al final de la línea de distribución se coloca el "purgador" de 2 pulgadas de diámetro por donde se van a extraer los sólidos que se encuentran en la tubería; la cual debe limpiarse periódicamente.

## 6.10 Instalación de las líneas o laterales de riego

La cinta de goteo, es el lateral que tiene un diámetro de 16 mm y presenta emisores cada 0,20 m. Las cintas se prestan para cultivos transitorios como maíz, frijol, ajíes, alcachofa, etc. La descarga de cada emisor oscila entre los 0,40 y 0,50 litros/hora, lo cual es suficiente para humedecer el área mínima necesaria que requieren dichos cultivos. Un metro lineal emite alrededor de 2,5 litros/hora y en una hectárea  $17,5 \text{ m}^3/\text{hora}$  si es que en el terreno se tiene instalado 6 600 metros lineales a un distanciamiento entre cintas de 1,50 m.

La manguera, de polietileno tiene 16 mm de diámetro y al igual que la cinta de riego se conecta a la red de distribución y luego se tiende cerca de los frutales, para luego insertar allí, los microtubos. Se ha calculado que la salida de agua de un microtubo con una columna de agua de 3,00 m en el reservorio es igual a 4 l/h ello multiplicado por el número de microtubos y número de plantas/ha nos da el consumo por hora.

El tendido de las cintas de goteo como de las mangueras se realiza en formas manual, aunque también se puede realizar mecánicamente. Las cintas de riego como la manguera se deben extender hasta 100 m de longitud, para asegurar un riego homogéneo a lo largo de las mismas.

## 6.11 Primer riego, prueba hidráulica y control de presión de módulos de riego

Instalado el sistema de riego en el terreno definitivo, se procede a realizar el primer riego o “machaco” que para las condiciones de suelo de la costa norte que presenta suelos pesados (arcilloso), se aplica un riego de 12 horas de duración (una noche), que permita lograr una franja de humedecimiento a 0,25 m a ambos lados de la cinta de riego, favoreciendo posteriormente la instalación de cultivos en surcos mellizos.

El bulbo de humedecimiento obtenido con este riego es de forma oblonga con una profundidad de 0,30 m. Realizado el machaco y

encontrándose el terreno en capacidad de campo (cuando el suelo no se pega a la lampa) se procede a realizar la siembra del cultivo.

En suelos arenosos no es muy recomendable practicar la siembra en surco mellizo, porque el bulbo de humedecimiento es de tipo "vertical" y el agua profundiza hacia abajo.

En el primer riego se aprovecha para realizar la prueba hidráulica midiendo los caudales y presiones en el sistema. Para medir el caudal de cada emisor, se seleccionan cintas de goteo de cada módulo (3 cintas) y en cada una de ella se toman muestras en 3 puntos: al inicio, al medio y al final.

Luego en cada punto se colocan tres recipientes al mismo tiempo por un período de 1 hora, al cabo del cual se retiran y se miden los volúmenes de agua y se obtiene el promedio de salida por emisor, los cuales por metro lineal de cinta de goteo arrojarán un promedio de 2 a 2,5 l/hora.

Para evaluar la columna de agua existente en el campo se aplica el método del tubo piezométrico, el cual consta de una manguera transparente de 5/8" en la que se observa como asciende el nivel del agua hasta que alcanza su nivel estático y luego se procede a tomar la medida correspondiente basado en esta columna de agua.





## 7. DISEÑO AGRONÓMICO

Es el componente fundamental de diseño del sistema, debido a que define las cantidades de agua que podrán ser aplicadas al cultivo de acuerdo al tipo de suelo y condiciones climáticas.

El diseño agronómico se desarrolla en dos fases; cálculo de los requerimientos hídricos y determinación de la dosis, frecuencia y tiempo de riego, número de emisores por planta y caudal de los emisores.

### 7.1 Parámetros del diseño agronómico

En el diseño agronómico se debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

#### a. Propiedades físicas y químicas del suelo

Una de las principales propiedades físicas del suelo a tener en cuenta en el diseño agronómico de los sistemas de riego por goteo, es la textura.

La textura, influye directamente en otras propiedades físicas como: la densidad aparente, porosidad y sobre todo en la capacidad de almacenamiento, disponibilidad y fracción del agua aprovechable para los cultivos.

Por lo que en suelos arenosos los riegos deben ser frecuentes y ligeros, mientras que en los suelos arcillosos, los riegos son menos frecuentes y pesados.

Entre las propiedades químicas del suelo se debe tener en cuenta:

#### b. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

Es una propiedad química que designa los procesos de adsorción y liberación de cationes del complejo de cambio



(arcillo-húmico) y está influenciado por la cantidad y tipo de arcilla, la cantidad de humus y el pH o reacción del suelo.

En suelos con alta capacidad de intercambio catiónico como los franco arcillosos y arcillosos con alto contenido de materia orgánica, los fertilizantes y pesticidas pueden hacer perder la efectividad por efecto de este intercambio.

c. Conductividad eléctrica (CE)

La salinidad del suelo puede afectar la absorción del agua por las plantas debido a que la concentración de sales varía a medida que cambia el contenido de agua del suelo. La salinidad del suelo se mide y expresa normalmente en base a la conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo (CE).

La CE se define como la conductividad eléctrica de la solución del agua del suelo, después de añadir una cantidad de agua destilada suficiente para llevar el contenido de agua del suelo a punto de saturación.

La CE se expresa en deciSiemens por metro (dS/m). o milimhos/cm<sup>2</sup>

No todas las plantas responden de la misma manera a la salinidad; algunos cultivos pueden producir aceptablemente bajo niveles de salinidad mucho más altos que otros cultivos.

d. pH

El pH del suelo influye en la capacidad que tienen las plantas (cultivo) de absorber los nutrientes. De acuerdo al pH los suelos pueden ser:

Ácidos : Cuando el pH es menor a 5

Neutros : Cuando el pH es 7

Básicos : Cuando el pH se encuentra entre 7 y 14

Los cultivos absorben mejor los nutrientes cuando los valores de pH del suelo fluctúan entre 6,0 y 6,8.

También es importante considerar en los sistemas de riego por goteo las características físicas y químicas del agua utilizada; como son las sustancias en suspensión (arena, limo y arcilla), materia orgánica, el contenido de sales y el pH del agua. Cuando el pH es mayor a 8,0, ya es una limitante para el fertiriego por los precipitados de calcio y magnesio que se pueden presentar.

#### e. Climatología

Los principales parámetros climáticos a tener en cuenta son la radiación, la temperatura del aire, la humedad atmosférica y la velocidad del viento. Estos afectan a la evapotranspiración (evaporación del suelo mas la respiración de las plantas) del cultivo medida en mm/día o en mm/mes.

Se considera la evapotranspiración potencial y la evapotranspiración real del cultivo o uso consuntivo del cultivo.

La determinación de esta última indica la cantidad de agua que se debe reponer al cultivo mediante el riego por goteo.

#### f. Laminas netas y reales de los cultivos

La cantidad de agua requerida para compensar la pérdida por evapotranspiración del cultivo se define como necesidades de agua del cultivo. Esta cantidad de agua debe ser suministrada al cultivo mediante el riego o mediante la precipitación.

La necesidad de riego básicamente representa la diferencia entre la necesidad de agua del cultivo y la precipitación efectiva de la zona.

g. Porcentaje de humedecimiento

El riego por goteo debe ser diario. Sin embargo, en suelos de texturas medias a finas (franco a arcilloso), los riegos frecuentes y cortos producen un humedecimiento de bulbos pequeños con condiciones de saturación prolongada del suelo, lo que afecta negativamente al desarrollo de las raíces.

Esta situación ha llevado a que el riego diario sea reemplazado por riegos más largos y distanciados, que formarán bulbos de humedecimiento más amplios y profundos con condiciones de humedad y aireación adecuadas. Este intervalo estaría definido por la demanda evaporativa del cultivo y por las condiciones de retención de humedad del suelo.

La frecuencia del riego, también está en función del desarrollo de la planta, cuanto más desarrollada, la frecuencia de riego irá disminuyendo; es decir los riegos deben ser más seguidos. Cuanto más arenoso es el suelo, la frecuencia de riego debe ser mayor pero en volúmenes menores.

h. Frecuencia de riego

Esta relacionada a la periodicidad o al número de veces en que se tienen que dar los riegos. Si bien es cierto que el riego por goteo es un riego de alta frecuencia (RAF), o sea que los riegos deben darse todos los días; sin embargo, esta frecuencia puede variar dependiendo del cultivo, del tipo de suelo y la retentividad de humedad que presenta. Así tenemos, que en suelos sueltos la frecuencia del riego será mayor que en suelos arcillosos.

i. Tiempo de riego

Es el tiempo de riego efectivo en el que se podrá utilizar el sistema para dar la cantidad de agua requerida por el cultivo

para compensar la pérdida de humedad por evapotranspiración y se expresa en horas de riego.

j. Tipo de plantación

El tipo de plantación del cultivo influye en el volumen y frecuencia de los riegos aplicados. Así tenemos que un cultivo denso va a necesitar menor cantidad de agua de riego que un cultivo que cubre menos área en el suelo.

## 8. DISEÑO HIDRÁULICO

### 8.1 Consideraciones del diseño hidráulico

Es importante remarcar que el diseño hidráulico se realiza en función del diseño agronómico y sus requerimientos de agua en oportunidades críticas para un máximo desarrollo y productividad del cultivo; ello conlleva a determinar una serie de parámetros tales como el número de emisores por lateral, caudal, presión de trabajo de los emisores; asimismo, número, diámetro, largo y caudal de los laterales y por otra parte el caudal y largo del portallateral y correspondientes pérdidas de carga por el uso de accesorios.

### 8.2 Determinaciones

#### a. Determinación de sectores de riego

El número de sectores se calcula considerando que se van a utilizar válvulas hidráulicas de 2" que tienen un coeficiente de pérdida de carga bastante bajo cuando el flujo es laminar, (de lo contrario se puede considerar:  $hf = 0,7$  para 4,5 l/seg) El área se divide en sectores.

Se divide las áreas de los sectores de modo que los caudales por sector sean los mismos y de esta manera usar un solo tipo de válvula.

Cuadro 1. Superficie y caudal de riego por turno (Ej. paltos)

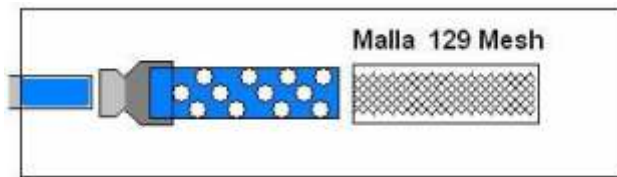
Turno	Nº Válvulas	Caudal/válvula (m <sup>3</sup> /h)	Caudal/turno (m <sup>3</sup> /h)	Area/turno (ha)
I	# 4	12	12	1,858
II	# 5	28,08	28,08	2,26
III	# 2	12	12	2,362
IV	# 2	12	12	1,619

## b. Determinación de componentes

Las válvulas de los hidrantes son de operación manual, aun cuando pueden automatizarse.

Las válvulas de aire o ventosas se instalan en las tuberías de conducción, con la misión de evacuar o introducir aire en las mismas para un flujo constante del agua.

Los filtros están compuestos por una malla es de 120 mesh (0,13 mm) que realiza un tamizado superficial, reteniendo aquellas partículas de tamaño superior al de los orificios de la malla (0,16 mm), utilizados en agricultura especialmente en riego por goteo.



## c. Determinación de las pérdidas de cargas en el sistema de riego

El cálculo hidráulico de los componentes se efectúa teniendo en cuenta la velocidad del flujo y las pérdidas de carga a lo largo del recorrido en la red de tuberías y accesorios que atraviesa, la fórmula más utilizada es la de Hazen & Williams y los coeficientes de pérdida de carga, correspondientes a cada accesorio y al material:

Fórmula Hazen & Williams

$$Q = 0,2788 C x D^{2,63} x (S)^{0,54}$$

C = 1,50 (Coeficiente de rozamiento tubería PVC).

d) Cálculo en tuberías

Conociendo cualquiera de los parámetros de velocidad del flujo  $V = \text{m/seg}$ , caudal  $Q = \text{m}^3/\text{seg}$  y el área de la sección del tubo  $A = \text{en m}^2$ , se puede aplicar las siguientes fórmulas:

$$Q = (V \times D^2) / 0,354$$

$$V = (0,354 \times Q) / D^2$$

$$D = (0,354 \times (Q/V))^{0,5}$$

Por otra parte si se quiere medir la velocidad del caudal a la salida de una tubería con caída libre, aplicando la fórmula de sus proyecciones en el eje X y en eje Y, considerando la aceleración gravitacional:  $g = 9,81 \text{ m/seg}^2$

$$V = (g/2 Y)^2 (1/X)$$

Cálculo de caudal en tubería (l/s)	
X = Eje horizontal	1,52 m
Y = Eje vertical	2,65 m
g = Aceleración de la gravedad	9,81 m/seg <sup>2</sup>
D = Diámetro tubería de 4"	0,1046 m
r = Radio tubería de 4"	0,0523 m
A = Área de sección de tubo = $\text{PI} \times r^2$	0,0086 m <sup>2</sup>
V = Velocidad de flujo = $((g/ (2 \times Y) (1/X)) =$	1,50m/seg
Q = Caudal de la tubería = $A \times V$	0,0129 m <sup>3</sup> /seg
Q = $A \times V / 1000 =$	12,88 l/s

Cuadro 2. Caudales promedio en tuberías por velocidad del flujo

DIAMETRO TUBERIA		AREA SECCION (cm <sup>2</sup> )	CAUDAL EN TUBERIA DE ACUERDO A LA VELOCIDAD DEL FLUJO (l/seg)						
PULGADAS	MILIMETROS		0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	
2,0	56,4	24,98	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	
2,5	69,4	37,83	1,89	2,27	2,65	3,03	3,40	3,78	
3,0	84,1	55,55	2,78	3,33	3,89	4,44	5,00	5,55	
4,0	108,4	92,29	4,61	5,54	6,46	7,38	8,31	9,23	
6,0	159,8	200,56	10,03	12,03	14,04	16,04	18,05	20,06	
8,0	208,4	341,10	17,06	20,47	23,88	27,29	30,70	34,11	
10,0	259,6	529,30	26,46	31,76	37,05	42,34	47,64	52,93	
12,0	307,2	741,19	37,06	44,47	51,88	59,30	66,71	74,12	
16,0	337,6	895,15	44,76	53,71	62,66	71,61	80,56	89,51	
DIAMETRO TUBERIA		AREA SECCION (cm <sup>2</sup> )	HECTAREAJE A REGAR POR CONSUMO DE 30 m <sup>3</sup> /ha/día DE ACUERDO A LA VELOCIDAD (m/seg)						
PULGADAS	MILIMETROS		0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	
2,0	56,4	24,98	1,20	1,44	1,68	1,92	2,16	2,40	
2,5	69,4	37,83	1,82	2,18	2,54	2,91	3,27	3,63	
3,0	84,1	55,55	2,67	3,20	3,73	4,27	4,80	5,33	
4,0	108,4	92,29	4,43	5,32	6,20	7,09	7,97	8,86	
6,0	159,8	200,56	9,63	11,55	13,48	15,40	17,33	19,25	
8,0	208,4	341,10	16,37	19,65	22,92	26,20	29,47	32,75	
10,0	259,6	529,30	25,41	30,49	35,57	40,65	45,73	50,81	
12,0	307,2	741,19	35,58	42,69	49,81	56,92	64,04	71,15	
16,0	337,6	895,15	42,97	51,56	60,15	68,75	77,34	85,93	

Consumo promedio:(m<sup>3</sup>/ha/día)

30



### 8.3 Red de tuberías

#### a. Tubería de conducción o troncales

La tubería de conducción se diseña en forma telescópica, dependiendo del área a regar; por ejemplo, inicialmente con 6" de diámetro, luego con 4", seguidamente de 3" y finalmente de 2".

Para estos casos la mencionada tubería se enterrará en zanjas de 0,80m de profundidad de la superficie del terreno.

#### b. Tubería de distribución

Generalmente se diseña con tubería de 2" de diámetro y estarán enterradas a 0,50 m en los bordes de los caminos, de acuerdo a la disposición del terreno.

#### c. Laterales de riego

En la superficie se usarán cintas de goteo de 16 mm de diámetro para los cultivos transitorios y mangueras de polietileno de 16 mm para los frutales y cultivos forestales; los laterales se conectarán a la tubería de distribución enterrada, mediante una tubería de polietileno de 20 mm de diámetro y 90 cm de longitud.

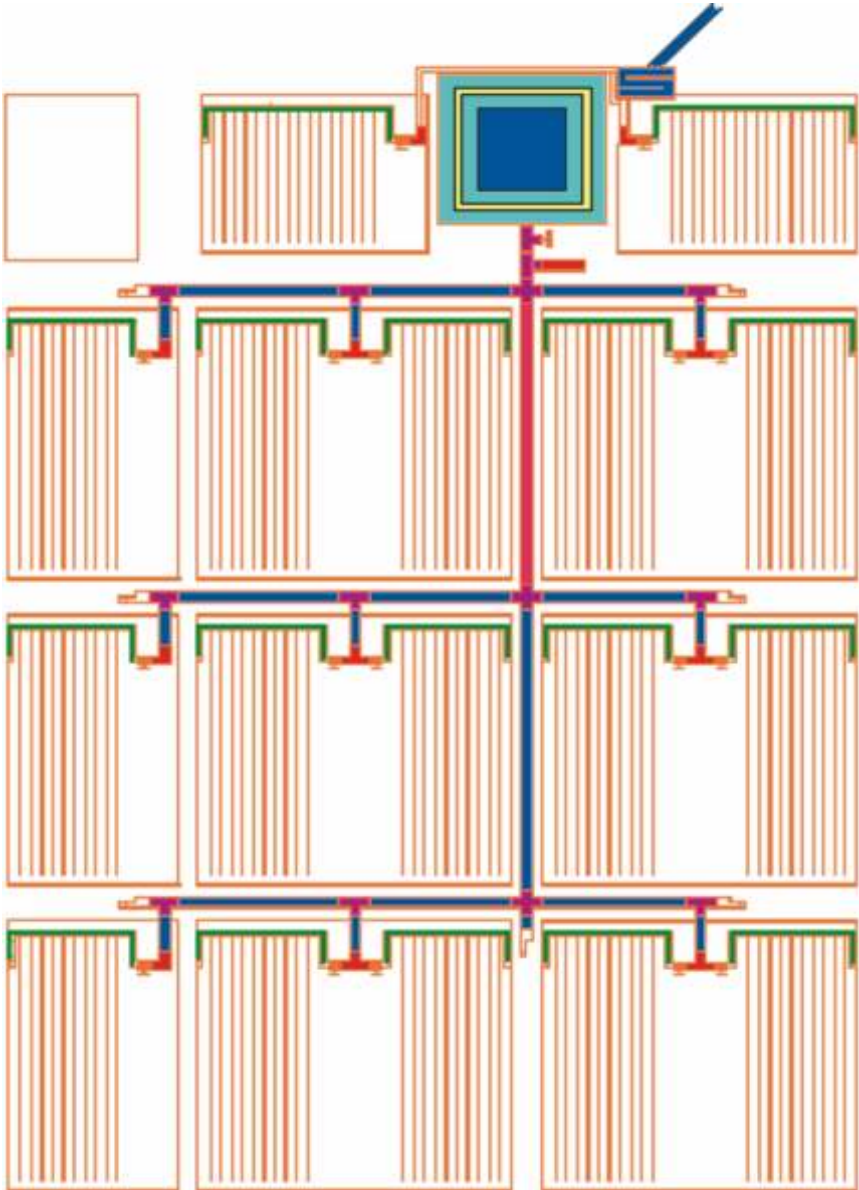


Gráfico 4: Red de tuberías del Sistema de Riego INIA.

## Longitudes de los laterales

La longitud de los laterales (mangueras y cintas de goteo) está condicionada entre otros factores, por la topografía del terreno.

En terrenos con pendientes muy elevada:

- Las tuberías terciarias siguen la pendiente, disponiendo de reguladores de presión (válvulas de paso) en aquellos lugares donde se requiera y los laterales siguen las curvas de nivel.
- Si la pendiente es muy irregular se puede utilizar emisores autocompensantes (cintas de goteo o goteros autocompensados) pudiéndose ampliar las longitudes máximas de los laterales de riego.
- Siempre que sea posible, se debe suministrar el agua a la tubería terciaria en el punto mas alto del terreno para compensar las perdidas de carga, con la pendiente.

## Presión recomendada en los emisores

La presión en los emisores del sistema de riego INIA esta encima de los tres metros de columna de agua (3 m.c.a.) y para determinar la presión necesaria al inicio de la instalación, hay necesidad de considerar las pérdidas de cargas producidas por:

- La diferencia de presión máxima admitida presentada en los filtros, antes de su limpieza (los filtros de mallas pierden una carga oscilante entre 1 m. c.a.).
- A efectos de cálculo hidráulico se deben considerar las pérdidas de carga de filtros en situación de colmatación.

Igualmente se debe considerar las pérdidas de los distintos accesorios de medida y control (válvulas, manómetros, etc), así como por el equipo de fertirrigación (tanque fertilizante, venturis, etc).

#### d) Sub unidad de riego

La sub unidad de riego considerada en el sistema, generalmente cubre aproximadamente media hectárea a no ser que se trate de terrenos con mucha pendiente y alta presión; en este caso cubriría un tercio de hectárea.

La presión al ingreso de cada sub unidad de riego (0,5 ha), debe ser tal que el emisor (gotero) que está situado en el punto menos favorable, reciba la presión suficiente, para suministrar el caudal requerido.

Para que la presión a la entrada de cada sub unidad de riego, sea similar y no varíe durante el riego, es preciso que al inicio de cada tubería terciaria se regule la presión con una válvula de paso que controla la media hectárea.

De manera general, en el sistema de riego INIA se considera que a mayor diámetro de la tubería, se reducen las pérdidas de carga, aún cuando pueden aumentar los costos en la instalación.

Cuanto mayor sea el caudal del emisor, menor será la longitud del lateral (manguera o cinta de goteo) y viceversa.

Cuanto más distanciados estén los emisores (goteros), la lateral podrá ser de mayor longitud.

La distancia entre emisores, el caudal de los emisores y la distancia entre los laterales, se determinan en función al tipo de suelo, forma del bulbo húmedo y marco de plantación (distanciamiento de siembra), los que no se deben modificar por criterios hidráulicos de ahorro de agua o de comodidad.

## 8.4 Determinación de los coeficientes de uniformidad y de variación

### a. Coeficiente de uniformidad

Un parámetro importante en el diseño hidráulico es determinar el caudal uniforme de los emisores en el sistema de riego, con la finalidad que cada planta reciba el mismo caudal o volumen de agua.

“Uniformidad de riego = Uniformidad de crecimiento” = “Incrementos de rendimiento”:

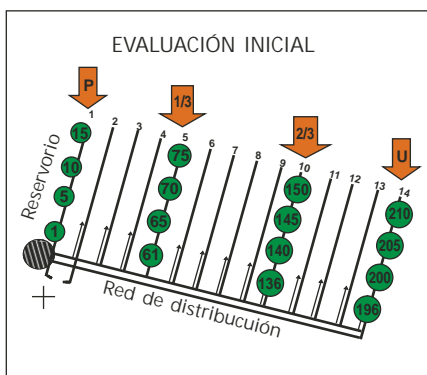
Secuencia para la uniformización del riego.

- Evaluación inicial.
- Toma de datos de presión.
- Cálculo de longitudes de los microtubos en función a la presión.
- Implementación.
- Evaluación final.

### Evaluación inicial

A nivel de la tubería porta laterales, se van identificando los laterales que van a ser evaluados, iniciándose con el primer lateral, luego con el primer tercio, después con el segundo tercio y finalmente con el último lateral.

A nivel de estos laterales, se identifican los emisores que se evaluarán, iniciándose con el N° 1, 5, 10, 15 en el primer lateral; luego con el N° 61, 65, 70, 75, en el quinto lateral; seguido con el N° 136, 140, 145, 150 y finalmente con el N° 196, 200, 205 y 210.



Cuadro 3. Datos para determinar los coeficientes de uniformidad y de variación.

Nº de planta	Caudal/planta (l/hora)	Presión/planta (m.c.a.)	Longitud de microtubo (m)
1	5,1	2,77	1,5
5	5,52	2,3	1,29
10	4,68	1,69	0,94
15	5,04	1,53	0,86
61	4,44	2,34	1,31
65	4,38	1,92	1,09
70	4,44	1,54	0,86
75	4,92	1,41	0,79
136	4,56	2,47	1,36
140	5,04	1,94	1,07
145	4,53	1,64	0,92
150	4,68	1,22	0,69
196	4,86	2,62	1,44
200	5,04	2	1,14
205	5,1	1,67	0,92
210	5,4	1,49	0,84

Total	77,73	30,55
Promedio	4,86	1,91
Desviación estándar	0,34	0,47

#### Coefficiente de uniformidad

Se identifican el 25% de los emisores de menor caudal (q25)  
 Se halla el caudal promedio de los 16 emisores en estudio (qa)

$$q_{25} = (4,44 + 4,39 + 4,44 + 4,56) / 4 = 17,83 / 4 = 4,46$$

$$q_a = 4,86$$

$$CU = q_{25} / q_a = 4,46 / 4,86 = 0,92$$

Esto quiere decir que la uniformidad de los emisores está por encima del límite correcto de 90 %.

#### b) Coeficiente de variación

$$\text{Desviación estándar} = 0,34$$

$$\text{Promedio} = 4,86$$

$$CV = \text{Desv. Estand.} / \text{Prom} = 0,34 / 4,86 = 0,07$$

Esto quiere decir que la variación respecto al promedio de los emisores es bastante baja, el límite es 0,10, es decir que está por debajo del límite de 10 %.

## 9. OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO INIA

Terminado de instalar el sistema de riego, es necesario preparar al usuario en los aspectos básicos de operación, mantenimiento y evaluación del sistema de riego

### 9.1 Operación

La preparación del usuario en la operación del sistema de riego comienza a partir de la realización de la prueba hidráulica. Se debe tener conocimiento como se comporta la relación consumo - carga del sistema por cada emisor en el modulo de riego de conducción principal y control general.

### 9.2 Mantenimiento

Se indica al usuario las partes del sistema que debe reemplazar cada cierto tiempo.

También debe realizar algunas actividades básicas como:

- ♦ Limpieza de emisores.
- ♦ Lavado de las cintas de goteo.
- ♦ Seguridad de las mangueras de polietileno.
- ♦ Seguridad de los microtubos en las mangueras de polietileno.
- ♦ Lavado del sistema de tubería de PVC.
- ♦ Lavado del sistema de filtración.

#### 9.2.1 Limpieza de filtros

El mantenimiento del equipo de filtrado es lo mas importante para el funcionamiento de las instalaciones.

El pase de sedimentos del reservorio a la línea de conducción, distribución y laterales, va a influir mucho en las pérdidas de carga que se dan a través de la tubería.

## 9.2.2 Instalación de purgadores

Al término de cada una de las tuberías; primarias, secundarias, terciarias y en las líneas de distribución es necesario que tengan un purgador de línea con el fin de facilitar la limpieza de las tuberías.



## 9.2.3 Limpieza de los laterales de riego

A lo largo de cada lateral se acumulan los sedimentos, procedentes de la fertilización, algas, los cuales van a obstruir a los emisores, por ello es necesario que antes de regar se abra el final de la cinta de goteo o de la manguera de polietileno para eliminar así estos sedimentos y evitar los problemas que causan la obstrucción de emisores.

El cloro es un compuesto económico y ampliamente utilizado en forma de hipoclorito de sodio al 10 o al 12%. Posee un efectivo control sobre algas y otros microorganismos. Se debe mantener una concentración de cloro entre 5 y 1 ppm en el agua sale desde el emisor más lejano, durante 45 minutos aproximadamente.



Para el control de algas en pozos y reservorios de agua se recomienda utilizar sulfato de cobre en dosis de 0,05 a 2 ppm (0,05 a 2 g/m<sup>3</sup>)

#### 9.2.4 Control de presiones en sub unidades de riego

Las parcelas o sub unidades de riego deben trabajar con presiones iguales por lo que se debe verificar que las válvulas de control deben estar abiertas perfectamente y sin ningún tipo de obstrucción.

#### 9.2.5 Tratamiento de precipitados

Los principales problemas de obturaciones que se presentan en el sistema de riego e impiden el paso del agua son causados por precipitados que se forman a partir de ciertas reacciones químicas y por sedimentación de las partículas sólidas que se encuentran en suspensión en el agua de riego. Uno de los tratamientos a realizar para eliminar estos precipitados son lavados a presión previamente abiertos los terminales (purgador).

#### 9.2.6 Protección de accesorios de PVC

Los accesorios de material de PVC por efecto de la radiación solar se tienden a degradar quedando expuestos a cualquier rotura y averías; en estas circunstancias es necesario protegerlas mediante cubierta de teja o eternit.

#### 9.2.7 Comprobación de caudales en emisores

Se comprueba dividiendo el caudal consumido en una hora por el número de emisores funcionando simultáneamente; a través de esta medida se sigue evaluando el caudal de los emisores y se comprueba que cada emisor emita el caudal estimado, de no ser así se comprueba que el emisor presenta problemas de obturación.

### 9.3 Evaluación

Las evaluaciones en el sistema de riego INIA se realizan con la finalidad de medir las presiones que se ejercen dentro del sistema con el objeto de calcular la uniformidad de emisión del sistema y para conocer como se distribuye el agua sobre la superficie beneficiada.



## 10. CONSIDERACIONES DE MANEJO

### 10.1 Situación de los laterales porta emisores

Los laterales deben colocarse de tal manera que el bulbo de humedecimiento que forme en la superficie durante el riego no alcance al tallo con el fin de evitar problemas de enfermedades fungosas. Generalmente deben ubicarse a la altura de la sombra de la copa de los árboles frutales y alejados del cuello de las plantas de cultivos transitorios.



### 10.2 Diámetro de humedecimiento del bulbo

Lo recomendable es que se moje el 50 % del área que proyecta la sombra de la copa del árbol en frutales y una banda de humedecimiento de 40 a 50 cm en el caso de cultivos transitorios.



### 10.3 Profundidad de humedecimiento del bulbo

La profundidad de humedecimiento de los bulbos debe ser suficiente para el desarrollo del sistema radicular, se recomienda 60 cm en árboles frutales y de 25 cm a 30 cm en cultivos transitorios, dependiendo del tipo de cultivo y edad de la planta.

El humedecimiento del bulbo depende del tipo de suelo. En suelo arenoso el humedecimiento es vertical y en los suelos pesados o arcillosos es en forma lateral permitiendo la siembra en surco mellizo.

### 10.4 Consumo de agua de los cultivos

Los requerimientos de agua de los cultivos varían dependiendo de la especie, de la variedad y de la etapa fenológica en que se encuentren. También influye la época del año.

El agricultor debe aplicar el agua en el volumen adecuado de acuerdo a la especie cultivada, el estado de desarrollo y las condiciones climáticas. El tiempo y la frecuencia de riego determinan el volumen de agua a aplicar de acuerdo a las características propias del sistema de riego. Puede ocurrir que dos sistemas de riego vecinos no apliquen la misma cantidad de agua en igual tiempo de operación. La cantidad de agua aplicada por unidad de tiempo, esta determinada por el caudal del emisor, la presión de trabajo, la separación de los emisores sobre el lateral y la separación entre laterales.

El consumo de agua de los cultivos se calcula con datos proporcionadas por la estación meteorológica mas cercana del Sistema Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI. Estos datos nos permiten calcular las pérdidas de humedad tanto del suelo como de las plantas. A esta pérdida se le conoce como evapotranspiración.

- ♦ Evapotranspiración potencial (Eto)

Es la demanda de agua por un cultivo en una localidad y en un momento determinado.

Para calcularla es necesario contar con datos meteorológicos relacionados a radiación solar, velocidad del viento, temperatura y humedad del aire.

Los métodos para calcular la evapotranspiración partiendo de datos meteorológicos requieren de varios parámetros climatológicos y físicos. Algunos de estos parámetros se miden directamente en estaciones meteorológicas. Otros parámetros se relacionan con los datos comúnmente medidos y se pueden derivar con la ayuda de relaciones directas o empíricas.

El cálculo de la evapotranspiración de referencia se puede realizar por medio del método FAO Penman-Monteith. (FAO - Riego y Drenaje, 1990).

$$E_{to} = \frac{0,408 (R_n - G) + \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{1 + 0,34 u_2}$$

Donde:

- E<sub>to</sub> : Evaporación de referencia (mm/día)
- R<sub>n</sub> : Radiación neta en la superficie del cultivo (MJ m<sup>2</sup>/día)
- R<sub>s</sub> : Radiación extraterrestre (mm/día)
- G : Flujo del calor del suelo (MJ m<sup>2</sup>/día)
- T : Temperatura media del aire a 2 m de altura (°C)
- U<sub>2</sub> : Velocidad del viento a 2 m de altura (m/s)
- e<sub>s</sub> : Presión de vapor de saturación (kPa)
- e<sub>a</sub> : Presión real de vapor (kPa)
- e<sub>s</sub>-e<sub>a</sub> : Déficit de presión de vapor (kPa)
- D : Pendiente de la curva de presión de vapor (kPa/°C)
- Y : Constante psicrométrica (kPa/°C)

Otra forma de calcular la Evapotranspiración es a través del método utilizando el programa Cropwat 4 for Windows version 4,3 FAO.

Cuadro 4 : Ubicación de la Estación Meteorológica de Chiclayo

Fuente: SENAMHI Lambayeque

Cuadro 5 : Evapotranspiración en Chiclayo

MESES	ETo/ día	Días de mes	ETo/ mes
Enero	5,36	31	166,16
Febrero	5,28	28	147,84
Marzo	5,38	31	166,78
Abril	5,01	30	150,30
Mayo	4,46	31	138,26
Junio	3,75	30	112,50
Julio	3,40	31	105,40
Agosto	3,63	31	112,40
Setiembre	3,61	30	108,30
Octubre	4,38	31	135,78
Noviembre	4,59	30	137,70
Diciembre	4,90	31	151,90

Fuente : SENAMHI - Lambayeque

Cuadro 6 : Precipitación efectiva en Chiclayo

MESES	Precip. total (mm/mes)	Precip. efectiva (mm/mes)
Enero	12,5	12,3
Febrero	17,1	16,6
Marzo	48,7	44,9
Abril	22,7	21,9
Mayo	9,7	9,5
Junio	1,8	1,8
Julio	0,1	0,1
Agosto	0,3	0,3
Setiembre	0,6	0,6
Octubre	1,5	1,5
Noviembre	1,3	1,3
Diciembre	1,2	1,2

Fuente : SENAMHI - Lambayeque

Cuadro 7 : Datos climáticos de la Estación Meteorológica de Chiclayo

MESES	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Humedad (%)	Velocidad del viento (km/d)	Horas de luz	Radiación solar (MJ/m <sup>2</sup> /d)	ETo (mm/d)
Enero	29,5	18,9	72	346	6.9	20,4	5,36
Febrero	29,8	20,0	74	311	7.3	21,3	5,28
Marzo	30,8	20,2	73	311	7.0	20,5	5,38
Abril	29,0	18,9	74	346	7.4	19,9	5,01
Mayo	27,4	17,8	74	346	7.2	18,1	4,46
Junio	25,3	16,4	75	311	6.4	15,9	3,75
Julio	24,1	15,4	79	311	5.8	15,6	3,40
Agosto	23,5	14,6	79	346	6.0	17,1	3,63
Setiembre	21,5	15,1	80	346	6.9	19,8	3,61
Octubre	24,5	15,3	76	380	6.6	20,0	4,38
Noviembre	25,2	15,7	75	346	7.4	21,1	4,59
Diciembre	27,2	17,1	75	380	7.0	20,3	4,90
PROMEDIO	26,5	17,1	75,5	340	6.8	19,2	5,36

Fuente : EEA Vista Florida - INIA

- ♦ La evapotranspiración, también se puede calcular haciendo uso del tanque “A”.

El tanque A, es un recipiente cilíndrico de 1,1284 m<sup>2</sup> de diámetro y 25 cm de profundidad que se llena con agua limpia, procurando mantener el nivel a una distancia de 5 a 7,5 cm del borde del tanque. Se coloca sobre una plataforma a 15 cm sobre la superficie del suelo

Las lecturas del tanque se realizan diariamente por la mañana a la misma hora que se mide la precipitación.

La estimación de la Eto en función de la evaporación de bandeja (Eb), se basa en la siguiente ecuación.

$$E_{To} = E_b \times K_p$$

En donde:

E<sub>To</sub> : Evapotranspiración potencial (mm/día)

E<sub>b</sub> : Evaporación de bandeja (mm/día)

K<sub>p</sub> : Coeficiente del estanque

El coeficiente del estanque (K<sub>p</sub>), no puede ser considerado constante para cualquier situación, sino que varía de acuerdo con el color del estanque como con su ubicación, la velocidad del viento y la humedad relativa.

Para tener en cuenta todos estos factores, se han preparado tablas en donde aparecen los valores de K<sub>p</sub> en función de la humedad del aire, condiciones de viento y ubicación del estanque. En general, para condiciones normales de verano (vientos moderados y humedad relativa entre 40% a 50%) K<sub>p</sub> variará entre 0,6 y 0,8.

Para medir la evaporación se marca un determinado nivel de agua dentro del estanque, el cual debe ser rellenado diaria-



mente en horas de la mañana (6:00 am), mediodía (12:00 m) y a las 6:00 pm. Estas mediciones se promedian y se obtiene la pérdida de agua o evapotranspiración diaria, considerando que un litro de agua es igual a un milímetro de evaporación en el estanque.

De acuerdo a los datos encontrados para Lambayeque se tiene que el mes de marzo presenta la máxima evapotranspiración; la misma que es igual a 5,38 mm/día.

- ♦ Evapotranspiración del cultivo (ETc)

Una vez definida la evapotranspiración potencial de una localidad en la época de máxima demanda, corresponde determinar los requerimientos del cultivo que interesa regar, es decir la evapotranspiración del cultivo (Etc).

Esta ETc corresponde a la tasa de evapotranspiración de un cultivo en condiciones óptimas de suelo, fertilidad y agua suficientes, y que dicho cultivo alcance su pleno potencial de producción en el medio vegetativo dado.

Como se señaló, para diseño interesa determinar los máximos requerimientos, por lo tanto en el caso de la Etc, se debe considerar el cultivo en su estado adulto en el caso de las plantaciones frutales, o bien, en su última etapa de desarrollo para el caso de los cultivos anuales. La presente fórmula es utilizada para determinar la ETc.

$$ETc = Eto \times Kc$$

En donde:

ETc : Evapotranspiración de cultivo (mm/día).

ETo : Evapotranspiración potencial (mm/día).

Kc : Coeficiente de cultivo.

Los coeficientes de cultivo, corresponden a la relación entre la evapotranspiración del cultivo ( $E_{tc}$ ) y la evapotranspiración potencial ( $E_{To}$ ), cuando ambas se dan en condiciones óptimas de crecimiento.

- ♦ Factores que determinan el coeficiente del cultivo ( $K_c$ )

El coeficiente del cultivo integra los efectos de las características que distinguen a un cultivo típico de campo del pasto de referencia. En consecuencia distintos cultivos poseen distintos valores de  $k_c$ .

Los cultivos que varían durante su crecimiento tienen un coeficiente  $K_c$  diferente para cada etapa: inicio, desarrollo del cultivo, mediados del cultivo, final del periodo, cosecha.

Los factores que afectan los valores de la evaporación del suelo, también afectan a los valores  $k_c$  del cultivo: tipo de cultivo, clima, evaporación del suelo y la transpiración del cultivo.

Cuadro 8 : Valores Kc de cultivos

FASES DE DESARROLLO DEL CULTIVO						
Cultivo	Inicial	Desarrollo del cultivo	Mediados del cultivo	Final del período	Cosecha	Periodo vegetativo Total
Poroto verde	0,30 - 0,40	0,65 - 0,75	0,95 - 1,05	0,90 - 0,95	0,85 - 0,95	0,85 - 0,90
Poroto seco	0,30 - 0,40	0,70 - 0,80	1,05 - 1,20	0,65 - 0,75	0,25 - 0,30	0,70 - 0,80
Repollo	0,40 - 0,50	0,70 - 0,80	0,95 - 1,10	0,90 - 1,00	0,80 - 0,95	0,70 - 0,80
Cebolla seca	0,40 - 0,60	0,70 - 0,80	0,95 - 1,10	0,85 - 0,90	0,75 - 0,85	0,80 - 0,90
Cebolla verde	0,40 - 0,60	0,60 - 0,75	0,95 - 1,05	0,95 - 1,05	0,95 - 1,05	0,65 - 0,80
Arveja fresca	0,40 - 0,50	0,70 - 0,85	1,05 - 1,20	1,00 - 1,05	0,95 - 1,10	0,80 - 0,95
Morón fresco	0,30 - 0,40	0,60 - 0,75	0,95 - 1,10	0,85 - 1,10	0,80 - 0,90	0,70 - 0,80
Tomate	0,40 - 0,50	0,70 - 0,80	1,05 - 1,25	0,80 - 0,95	0,60 - 0,65	0,75 - 0,90
Sandía	0,40 - 0,50	0,70 - 0,80	0,95 - 1,05	0,80 - 0,90	0,65 - 0,75	0,75 - 0,85
Maíz dulce	0,30 - 0,50	0,70 - 0,90	1,05 - 1,20	1,00 - 1,15	0,95 - 1,10	0,80 - 0,95
Maíz grano	0,30 - 0,50	0,70 - 0,85	1,05 - 1,20	0,80 - 0,95	0,55 - 0,60	0,75 - 0,90
Papa	0,40 - 0,50	0,70 - 0,80	1,05 - 1,20	1,00 - 1,15	0,70 - 0,75	0,75 - 0,90
Tabaco	0,30 - 0,40	0,70 - 0,90	1,00 - 1,20	0,90 - 1,00	0,75 - 0,85	0,85 - 0,95
Trigo	0,30 - 0,40	0,70 - 0,80	1,05 - 1,20	0,65 - 0,75	0,20 - 0,25	0,80 - 0,90
Alfalfa	0,30 - 0,40				1,05 - 1,20	0,85 - 1,05
Vid	0,35 - 0,55	0,60 - 0,80	0,70 - 0,90	0,60 - 0,80	0,55 - 0,70	0,55 - 0,75
Olivo						0,40 - 0,60
Palto						0,60-0,80
Duraznero	0,45	0,80	1,15	1,05	0,85	0,80
Almendro	0,45	0,80	1,15	1,05	0,85	0,80
Nogal	0,45	0,80	1,15	1,05	0,85	0,80
Cítricos con malezas						0,65 - 0,75
Cítricos sin malezas						0,85 - 0,90

Fuente : Manual FAO 33. Serie riego y drenaje

Para condiciones de la región Lambayeque, el coeficiente del cultivo (kc), de frutales como mango, palta, etc. en el estado de máxima necesidad de agua se estima en 0,75 y el páprika en 0,95.

- ♦ Cálculo de las necesidades totales del cultivo de mango y páprika en Lambayeque

Las necesidades totales del cultivo de mango en condiciones de región Lambayeque es igual a 5,38 mm/día. Para este cálculo se tuvo en cuenta la eficiencia del riego por goteo (0,9).

- ♦ Cálculo de la lámina de riego (Lr)

Se tiene en cuenta:

$$Cc = \text{Capacidad de campo} \quad : \quad 10\%$$

$$Pm = \text{Punto de marchitez} \quad : \quad 4\%$$

$$Dap = \text{Densidad aparente} \quad : \quad 1.4$$

$$FAP = \text{Fracción de agotamiento permisible} \quad : \quad 0,25$$

$$Pr = \text{Profundidad radicular en mm} \quad : \quad 800$$

$$Lr = \frac{(Cc - Pm) \times Dap \times FAP \times Pr}{100} \quad (\text{mm ó l/m}^2)$$

$$Lr = \frac{(10 - 4) \times 104 \times FAP \times Pr}{100} \quad (\text{mm ó l/m}^2)$$

$$Lr = 16,8 \text{ mm o l/m}^2$$

- ♦ Cálculo del área radicular sombreada (As)

Para calcular el área radicular sombreada se tiene en cuenta el radio de la superficie sombreada por la planta que para el cultivo del mango es de 1,15 m en promedio.

$$As = \pi \times r^2$$

$$As = 3.14 \times (1,15 \text{ m})^2$$

$$As = 4,2 \text{ m}^2$$

- ♦ Cálculo de la dosis de riego

$$D_{\text{neta}} = Lr \times As \text{ (l)}$$

$$D_{\text{neta}} = 16,8 \text{ l/m}^2 \times 4,2 \text{ m}^2$$

$$D_{\text{neta riego}} = 71 \text{ l}$$

$$D_{\text{total de riego}} = D_{\text{neta}} / \text{Efic. de riego}$$

$$D_{\text{total de riego}} = 71 \text{ l} / 0,9$$

$$D_{\text{total de riego}} = 79 \text{ l}$$

- ♦ Cálculo de la Frecuencia de Riego Máxima (Frm)

Para el cálculo de la frecuencia se procedió de la siguiente manera:

$$Frm = Lr / Nn \text{ (días)}$$

Donde:

Lr = Lámina de riego en mm/día

Nn = Necesidades netas en mm/día

Se tiene una evapotranspiración del cultivo igual a 5,38 mm/día

$$Fr \text{ máxima} = 16,8 / 5,38 \text{ mm/día}$$

$$Fr \text{ máxima} = 3,12 \text{ día}$$

- ♦ Tiempo de riego

Para el cálculo del tiempo de riego a aplicar necesitamos conocer el caudal del emisor utilizado y el número de emisores a usar.

El número de emisores (microtubos) para el caso del mango es de 2 por planta desde el inicio de la plantación hasta 3 años. Después se agregan dos microtubos por planta en producción.

$$\text{Caudal del emisor} = 6 \text{ l/hora}$$

$$\text{N}^\circ \text{ promedio de emisores por planta} = 3$$

$$\text{Caudal por planta} = \text{Caudal del emisor} \times \text{Número de emisores}$$

$$\text{Caudal por planta} = 18 \text{ l/hora}$$

Luego:

$$\text{Tiempo de riego} = \text{Dosis total de riego} / \text{caudal total}$$

$$\text{Tiempo de riego} = 79 \text{ l} / 18 \text{ l/h}$$

$$\text{Tiempo de riego} = 4 \text{ horas/día}$$

- ♦ Tiempo de riego para el cultivo de páprika

$$\text{Caudal del emisor} = 0,4 \text{ l/hora}$$

$$\text{N}^\circ \text{ promedio de emisores por planta} = 5 \text{ por metro}$$

$$\text{Caudal} = \text{Caudal del emisor} \times \text{Número de emisores}$$

$$\text{Caudal} = 0,4 \text{ l/hora} \times 22,500 \text{ emisores}$$

$$\text{Caudal} = 9,000 \text{ l/hora}$$

Luego:

$$\text{Tiempo de riego} = \text{Dosis total de riego} / \text{caudal total}$$

$$\text{Tiempo de riego} = 5000 \text{ l} / 9000 \text{ l}$$

$$\text{Tiempo de riego} = 0,5 \text{ hora/día.}$$

## Reservorio de tierra

Volumen	: 176,88 m
Dimensiones	:
Fondo	: 7,0 + 3,5 m
Superficie	: 13,7 + 10,1 m
Altura de cresta	: 2,6 m
Columna de agua	: 2,4 m

### Detalles de la pared del reservorio

Ancho de base	: 7,8 m
Ancho superior	: 1,0 m

### Cálculos realizados

#### Cálculo del volumen de agua

$$V = 1/3h (B + b + \sqrt{B \times b})$$

Para el cálculo del volumen usamos la fórmula de un tronco de pirámide ya que el interior del reservorio es semejante a dicho sólido pero invertido.

B : Base mayor formado por las dimensiones de la superficie

$$B = 13,7 \times 10,1 = 138,37 \text{ m}$$

b : Base menor formado por el fondo del reservorio

$$b = 7 \times 3,5 = 24,5 \text{ m}$$

h : Altura de la columna de agua

$$h = 2,4 \text{ m}$$

$$V = 1/3 (2,4) (138,37 + 24,5 + \sqrt{138,3 \times 24,5})$$

$$V = 176,88 \text{ m}$$

Cuadro 9: Módulo de Riego INIA para una hectárea de mango asociado con caupí

DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad
Accesorios de riego		
Tubería PVC 6" C-5	Unidad	2
Tubería PVC 4" C-5	Unidad	5
Tubería PVC 3" C-5	Unidad	2
Tubería PVC 2" desagüe	Unidad	20
TEE reductora de 4" a 2" PVC C-5	Unidad	6
Arcos de riego de 2" PVC HOP	Unidad	2
TEE 6" a 2" agua	Unidad	1
TEE 2" de PVC agua	Unidad	2
Adaptador de PVC a P.E.	Unidad	6
Conectores iniciales	Unidad	112
Unión de 16 mm	Unidad	112
Manguera de PE. de 16 mm	metro	1 666,66
Goterros	Unidad	3 800
Collarín de 4" a 2"	Unidad	1
Válvula de aire de 4"	Unidad	1
Válvula de aire ramal (lateral) de 16 mm	Unidad	100
Válvulas de 2" PVC sin rosca	Unidad	04
Pegamento de 1/4 gl OATEY	Unidad	1
Pliego de lija N° 80	Unidad	1
Hoja de sierra metálica	Unidad	1
Cinta teflón	Unidad	1
Semi codo de desagüe de 2"	Unidad	1
Tapón de 2"	Unidad	1
Malla anti afida de 120 mesch	metro	1
Seguros de manguera de 16 mm	Unidad	50
Reducción de 4" a 2"	Unidad	1
Cintas de goteo 16 mm (caupí)	metro	4 500

Fuente: INIA



## 11. COSTOS

### Modelo A

Módulo de 1000m<sup>2</sup>, con manguera de 16 mm : S/. 1653,00

Módulo de 1000m<sup>2</sup>, con cintas de goteo : S/. 1322,00

Módulo de 1000m<sup>2</sup>, con línea de riego constituidas : S/. 603,00  
por cintas de goteo con un distanciamiento  
de 1,50m entre líneas

### Modelo B

Para una hectárea a distanciamientos entre líneas de:

♦ 0,75 m : S/. 6613,00

♦ 1,50 m : S/ 3823,00

♦ 2,00 m : S/. 2997,00

### Modelo C

Para una hectárea a distanciamientos entre líneas de:

♦ 3,00 m : S/. 2881,00

♦ 5,00 m : S/. 1841,00

♦ 9,00 m : S/. 1363,00

Mantas de plástico

Pegada para reservorio tipo INIA por m<sup>2</sup> : S/. 3,40

## 12. VALIDACIÓN ECONÓMICA

Cuadro 10 : Producción actual y estimada de cultivos con riego por gravedad y riego por goteo INIA.

CULTIVO	RENDIMIENTO (kg/ha)		INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN (kg)	INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN (%)	PRECIO S/.
	RIEGO POR GOTEIO INIA	RIEGO POR GRAVEDAD			
CAUPÍ	2500	1600	900	56,25	1,8
MAÍZ	10000	7000	3000	42,86	0,84
ALGODÓN	3500	2500	1000	40	2,5
PÁPRIKA	4550	3500	1050	30	3
CAMOTE	25000	18000	7000	38,89	0,3
TARA	2550	1400	1150	82,14	1,65

Elaboración: EEA Vista Florida- INIA

En el cuadro 10, se observa que la producción de los cultivos se incrementa con el uso del sistema de riego por goteo INIA, en comparación con los rendimientos obtenidos con el riego tradicional o por gravedad.

Cuadro 11: Utilidad bruta y neta por hectárea (S/.) con goteo y gravedad.

CULTIVO	COSTO DE PRODUCCIÓN (soles/ha)		UTILIDAD BRUTA (soles/ha)		UTILIDAD NETA (soles/ha)	
	GOTEIO	GRAVEDAD	GOTEIO	GRAVEDAD	GOTEIO	GRAVEDAD
CAUPÍ	5423	1800	4500	2880	-923	1080
MAÍZ	7123	3500	8400	5880	1277	2380
ALGODÓN	7123	3500	8750	6250	1627	2750
ÁPRIKA	11623	8000	13650	10500	2027	2500
CAMOTE	6123	2500	12500	7500	6377	5000
TARA *	7835	4212	4207	2310	-3628	-1902

Elaboración: EEA Vista Florida- INIA

En el cuadro 11, se observa la utilidad bruta obtenida al multiplicar el rendimiento por hectárea obtenido con cada uno de los cultivos con riego por gravedad y con riego por goteo INIA por el precio de un kilogramo de producto. La diferencia de la utilidad bruta menos el costo de producción de una hectárea de cultivo, nos permite conocer la utilidad neta del cultivo por campaña.

La talla o tara, empieza a producir a partir del segundo año de la instalación.

La rentabilidad del sistema de riego INIA, frente al riego por gravedad se ha determinado considerando indicadores de rentabilidad como el Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), el ratio Beneficio-costo y realizando el análisis de sensibilidad.

Para el cálculo de estos indicadores, previamente se ha obtenido el valor actual neto de la producción con el riego por goteo INIA y el riego por gravedad. A partir de ellos se obtuvo el valor actual neto de la producción incremental, es decir se determinó cuanto se incrementa la producción con la implementación del sistema de riego INIA.

Así también se ha calculado los costos incrementales que se incurre con la instalación del riego por goteo INIA.

La diferencia de estos valores, VANP de la producción incremental menos el costo incremental nos da el flujo de ingresos por año que multiplicado por un factor de actualización igual a la tasa de descuento anual del 11%, nos permite obtener el valor actual neto de un cultivo de mango en asocio con caupí (2 campañas/año) en un horizonte de 10 años.

En el cuadro 12, se observa el valor actual neto de la producción neta (VANP) del cultivo de mango asociado con dos campañas/año de

caupí durante los cuatro primeros años, obtenido con el riego tradicional por gravedad; mientras el mango entra a la etapa de producción. El valor del VANP es igual a S/.55473,52

En el cuadro 13, se observa el valor actual neto de la producción neta con el sistema de riego INIA por goteo, en donde el incremento de los costos de producción en el primer año debido a la inversión realizada en la adquisición e instalación del sistema de riego por goteo INIA y la inversión realizada para el manejo tecnificado de los cultivos. En este caso el VANP obtenido es igual a S/.104736,34 muy superior al obtenido con el riego por gravedad.

En el cuadro también se observa que los rendimientos del caupí y el mango se incrementan por acción del riego por goteo INIA, frente a los rendimientos obtenidos con el riego por gravedad.

De acuerdo al valor actual neto de la producción neta obtenida, se observa que a partir del segundo año y en los años siguientes, estos valores son positivos y superiores a los obtenidos con el riego tradicional por gravedad.

Cuadro 12: Valor neto de la producción del cultivo de mango asociado con 2 campañas de caupi con riego por gravedad

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Valor Actual
Número de hectáreas											
Mango	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Caupi	0,68	0,68	0,68	0,68							
Costo de prod/ha (S./ha)											
Mango	3 627,85	1 564,40	1 564,40	2 429,73	2 429,73	2 429,73	2 429,73	2 429,73	2 429,73	2 429,73	
Caupi	3 200,00	3 200,00	3 200,00	3 200,00	0	0	0	0	0	0	Rendimiento
Rendimiento (kg/ha)											
Mango	0	0	10 000,00	13 000,00	17 000,00	17 000,00	17 000,00	17 000,00	17 000,00	17 000,00	
Caupi	3 000,00	3 000,00	3 000,00	3 000,00	0	0	0	0	0	0	
Precio de venta (S./ kg)											
Mango (exportación)	0	0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
Mango (nacional)	0	0	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	
Caupi	1,8	1,8	1,8	1,8	0	0	0	0	0	0	
Porcentaje destinado a mercado											
Mango (exportación)	0	0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
Mango (nacional)	0	0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
Caupi	0,8	0,8	0,8	0,8	0	0	0	0	0	0	
Valor bruto de la producción	2 937,60	2 937,60	15 917,60	19 811,60	22 066,00	22 066,00	22 066,00	22 066,00	22 066,00	22 066,00	
Mango (exportación)	0	0	1 200,00	1 560,00	2 040,00	2 040,00	2 040,00	2 040,00	2 040,00	2 040,00	
Mango (Nacional)	0	0	980	1 274	1 666	1 666	1 666	1 666	1 666	1 666	
Caupi	2 937,60	2 937,60	2 937,60	2 937,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Costo total S/.	5 803,85	3 740,40	3 740,40	4 605,73	2 429,73	2 429,73	2 429,73	2 429,73	2 429,73	2 429,73	
Mango	3 627,85	1 564,40	1 564,40	2 429,73	2 429,73	2 429,73	2 429,73	2 429,73	2 429,73	2 429,73	
Caupi	2 176,00	2 176,00	2 176,00	2 176,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Valor neto de la producción	-3 627,85	-1 564,40	14 302,64	13 937,31	12 170,27	13 370,27	13 370,27	13 370,27	13 370,27	13 370,27	
Mango			11 415,60	14 444,27	19 636,27	19 636,27	19 636,27	19 636,27	19 636,27	19 636,27	
Caupi	761,60	761,60	761,60	761,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Factor de actualización 11%	0,901	0,812	0,731	0,659	0,593	0,535	0,482	0,434	0,391	0,352	
Valor actual neto del VNP	-2 582,21	1 868,87	10 457,97	9 180,94	7 222,46	7 148,29	6 439,90	5 801,71	5 226,77	4 708,80	55 473,52

Fuente: EEA Vista Florida - INIA

Cuadro 13: Valor neto de la producción del cultivo de mango asociado con 2 campañas de caupi/año, con riego por goteo - INIA.

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Valor Actual
Numero de hectáreas											
Mango	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Caupi	0,68	0,68	0,68	0,68	0	0	0	0	0	0	
Costo de produ./ha (S./ /ha)											
Mango	7 240,85	1 864,40	1 864,40	3 429,73	3 429,73	3 429,73	3 429,73	3 429,73	3 429,73	3 429,73	
Caupi	6 000,00	4 000,00	4 000,00	4 000,00	0	0	0	0	0	0	
Rendimiento (kg/ha)											
Mango	0	0	13 000,00	18 000,00	24 000,00	2 000,00	25 000,00	25 000,00	25 000,00	25 000,00	
Caupi	6 000,00	6 000,00	6 000,00	6 000,00	0	0	0	0	0	0	
Precio de venta (S./ kg)											
Mango (exportación)	0	0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
Mango (nacional)	0	0	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	
Caupi	1,8	1,8	1,8	1,8	0	0	0	0	0	0	
Porcentaje destinado a mercado											
Mango (exportación)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
Mango (nacional)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
Caupi	0,8	0,8	0,8	0,8	0	0	0	0	0	0	
Valor bruto de la producción	5 875,20	5 875,20	22 749,20	29 239,20	31 152,00	32 450,00	32 450,00	32 450,00	32 450,00	32 450,00	
Mango (exportación)	0	0	15 600	21 600	28 800	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	
Mango (nacional)			1 274	1 764	2 352	2 450	2 450	2 450	2 450	2 450	
Caupi	5 875,20	5 875,20	5 875,20	5 875,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Costo total S/.	11 320,85	4 584,40	4 584,40	6 149,73	3 429,73	3 429,73	3 429,73	3 429,73	3 429,73	3 429,73	
Mango	7 240,85	1 864,40	1 864,40	3 429,73	3 429,73	3 429,73	3 429,73	3 429,73	3 429,73	3 429,73	
Caupi	4 080,00	2 720,00	2 720,00	2 720,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Valor neto de la producción	-5 445,65	1 290,80	18 164,80	23 089,47	27 722,27	29 020,27	29 020,27	29 020,27	29 020,27	29 020,27	
Mango	-7 240,85	-1 864,40	15 009,60	19 934,27	27 722,27	29 020,27	29 020,27	29 020,27	29 020,27	29 020,27	
Caupi	1 795,20	3 155,20	3 155,20	3 155,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Factor de actualización 11%	0,901	0,812	0,731	0,659	0,593	0,535	0,482	0,434	0,391	0,352	
Valor actual neto del VNP	-4 905,99	1047,64	13 281,95	15 209,75	16 451,82	15 515,42	13 977,86	12 592,66	11 344,74	10 220,49	104 736,34

Fuente: EEA Vista Florida - INIA

Cuadro 14: Valor neto de la producción agrícola incremental (en nuevos soles).

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Valor Actual
Valor bruto de la producción increm.											
Situación con riego por goteo	5 875,20	5 875,20	22 749,20	29 239,20	31 152,00	32 450,00	32 450,00	32 450,00	32 450,00	32 450,00	32 450,00
Situación con riego por gravedad (optimizada)	2 937,60	2 937,60	15 917,60	19 811,60	22 066,00	22 066,00	22 066,00	22 066,00	22 066,00	22 066,00	22 066,00
Total	8 812,80	8 812,80	38 666,80	49 050,80	53 218,00	54 516,00	54 516,00	54 516,00	54 516,00	54 516,00	431 141,20
Factor de actualización (11%)	0,901	0,812	0,731	0,659	0,593	0,535	0,482	0,434	0,391	0,352	
Valor actual del VNP incremental	7 939,46	7 152,67	28 272,83	32 311,28	31 582,29	29 146,48	26 258,09	23 655,94	21 311,65	19 199,69	226 830,38
Costo total incremental											
Situación con riego por goteo	11 320,85	4 584,40	4 584,40	6 149,73	3 429,73	3 429,73	3 429,73	3 429,73	3 429,73	3 429,73	
Situación con riego por gravedad (optimizada)	5 803,85	3 740,40	3 740,40	4 605,73	2 429,73	2 429,73	2 429,73	2 429,73	2 429,73	2 429,73	
Total	5 517,00	844,00	844,00	1 544,00	1 000,00	1 000,00	1 000,00	1 000,00	1 000,00	1 000,00	14 749,00
Factor de actualización (11%)	0,901	0,812	0,731	0,659	0,593	0,535	0,482	0,434	0,391	0,352	
Valor actual del costo incremental	4 970,27	685,01	617,13	1 017,08	593,45	534,64	481,66	433,93	390,92	352,18	10 076,27
Valor neto de la producción increm.											
Situación con riego por goteo	-5,445,65	1 290,80	18 164,80	23 089,47	27 722,27	29 020,27	29 020,27	29 020,27	29 020,27	29 020,27	209 923,04
Situación con riego por gravedad (optimizada)	-2 866,25	-802,80	12 177,20	15 205,87	19 636,27	19 636,27	19 636,27	19 636,27	19 636,27	19 636,27	141 531,64
Total	-2 579,40	2 093,60	5 987,60	7 883,60	8 086,00	9 384,00	9 384,00	9 384,00	9 384,00	9 384,00	68 391,40
Factor de actualización (11%)	0,901	0,812	0,731	0,659	0,593	0,535	0,482	0,434	0,391	0,352	
Valor actual neto del VNP increm.	-2 323,78	1 699,21	4 378,08	5 193,17	4 798,65	5 017,07	4 519,88	4 071,97	3 668,44	3 304,90	34 327,58

Fuente: EEA Vista Florida - INIA

En el cuadro 14, se observa el valor neto de la producción agrícola incremental obtenido de la diferencia entre el valor actual del valor bruto de la producción incremental menos el valor actual del costo incremental, considerando la situación con riego por goteo INIA y la situación del riego por gravedad. Este valor multiplicado por el factor de actualización (11%), obtenemos el valor actual neto de la producción incremental que es igual a S/. 34,327,58.

En el cuadro 15, se observa los costos incrementales obtenidos entre la situación con riego por goteo INIA menos los costos de la situación con riego por gravedad. Estos costos multiplicados por el factor de actualización (11%) nos da el valor actual neto de los costos incrementales que significa el costo de la instalación del sistema de Riego por goteo INIA y el manejo tecnificado de los cultivos que es igual a S/.12,067,56 durante los 10 años del estudio realizado..

En el cuadro 16, se observa el flujo neto de caja obtenido en cada uno de los diez años del estudio y es obtenido como producto de la diferencia del valor neto del incremento de la producción menos los costos incrementales del riego por goteo INIA. Se observa un VAN igual a S/.22 260,02. La Tasa Interna de Retorno (TIR) igual a 48 % y el ratio Beneficio/Costo igual a 2,84.

Los resultados obtenidos del VAN, TIR y el ratio Beneficio - Costo, nos indica la rentabilidad económica del riego por goteo INIA, pues el VAN es mayor que 1, la TIR es superior a la Tasa de descuento anual (11 %) y el ratio beneficio/costo es superior a uno.

Además el uso del riego por goteo INIA facilita el uso racional del agua y permite la ampliación de la frontera agrícola.



Cuadro 15: Costos incrementales (en nuevos soles)

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Monto Total
CON RIEGO POR GOTEO	13 240,85	5 864,40	5 864,40	7 429,73	3 429,73	3 429,73	3 429,73	3 429,73	3 429,73	3 429,73	
Mango	7 240,85	1 864,40	1 864,40	3 429,73	3 429,73	3 429,73	3 429,73	3 429,73	3 429,73	3 429,73	
Caupí	6 000,00	4 000,00	4 000,00	4 000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SIN RIEGO POR GOTEO	6 627,85	4 564,40	4 564,40	5 429,73	2 429,73	2 429,73	2 429,73	2 429,73	2 429,73	2 429,73	
Mango	3 627,85	1 564,40	1 564,40	2 429,73	2 429,73	2 429,73	2 429,73	2 429,73	2 429,73	2 429,73	
Caupí	3 000,00	3 000,00	3 000,00	3 000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
TOTAL COSTOS											
INCREMENTALES (C)-(E)	6 613,00	1 300,00	1 300,00	2 000,00	1 000,00	1 000,00	1 000,00	1 000,00	1 000,00	1 000,00	
Factor de actualización (11%)	0,901	0,812	0,731	0,659	0,593	0,535	0,482	0,434	0,391	0,352	
Valor actual de los costos incrementales	5 957,66	1 055,11	950,55	1 317,46	593,45	534,64	481,66	433,93	390,92	352,18	12 067,56

Fuente: EEA Vísia Florida - INIA

Cuadro 16 : Flujo de caja a precios privados (en nuevos soles)

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Valor actual
Incremento en el valor neto de la producción	(1)	2 093,60	5 987,60	7 883,60	8 086,00	9 384,00	9 384,00	9 384,00	9 384,00	9 384,00	68 391,40
Costos incrementales del riego por goteo	(2)	6 613,00	1 300,00	1 300,00	2 000,00	1 000,00	1 000,00	1 000,00	1 000,00	1 000,00	17 213,00
FLUJO NETO = ((1)-(2))	(3)	-9 192,40	793,60	4 687,60	5 883,60	7 086,00	8 384,00	8 384,00	8 384,00	8 384,00	51 178,40
FACTOR DE ACTUALIZACIÓN	(4)	0,901	0,812	0,731	0,659	0,593	0,482	0,434	0,391	0,352	
VALOR ACTUAL NETO ( 3 x 4)	(5)	-8 281,44	644,10	3 427,53	3 875,71	4 205,20	4 038,22	3 638,04	3 277,51	2 952,71	22 260,02
TASA INTERNA DE RETORNO	(6)	48%									
RELACIÓN BENEFICIO/COSTO	(7)	2,84									
Relación Beneficio /costo:											
B/C= 34327,58/12067,56= 2,84											
34 327,58	-2 323,78	1 699,21	4 378,08	5 193,17	4 798,65	5 017,07	4 519,88	4 071,97	3 668,44	3 304,90	Benefic. actualiz
12 067,56	5 957,66	1 055,11	950,55	1 317,46	593,45	534,64	481,66	433,93	390,92	352,18	Costos actualiz

Cuadro 17: Análisis de sensibilidad

Variación del precio de venta del mango de exportación	VAN	TIR(%)	RELACIÓN B/C
+ 10 % (S/. 1,65)	33 112,68	59	3,74
- 10 % (S/. 1,35)	11 407,36	33	1,95

Fuente: EEA Vista Florida - INIA

En el cuadro 17, se observa el análisis de sensibilidad de la implementación del Sistema de Riego INIA por goteo frente al sistema de riego tradicional por gravedad. El análisis se ha determinado aumentando y disminuyendo 10 % el precio de venta del mango de exportación, en ambos casos tanto el valor actual neto, la TIR y el ratio beneficio costo, continúan indicando rentabilidad del riego por goteo INIA, pues el VAN es superior a uno. La TIR es mayor a la tasa de descuento anual (11%) y la relación beneficio-costo es superior a uno.

## 13. GLOSARIO DE TERMINOS

### ♦ Capacidad de campo

Es la cantidad relativamente constante de agua que contiene un suelo saturado después de 48 horas de drenaje. El concepto de capacidad de campo se aplica únicamente a suelos bien estructurados donde el drenaje del exceso de agua es relativamente rápido.

### ♦ Capacidad disponible de agua

Es la cantidad de agua disponible para el crecimiento de las plantas y se encuentra entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente.

### ♦ Caudal

Es la cantidad de fluido que pasa por determinado elemento en la unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.

### ♦ Cinta de riego

Es el lateral de riego por donde fluye el agua del riego tecnificado hacia el o los cultivos. Puede estar sobre la superficie del terreno o enterrado.

### ♦ Conductividad eléctrica

La medida de la conductividad eléctrica (CE) del suelo y de las aguas de riego permite estimar en forma casi cuantitativa la cantidad de sales que contiene. El análisis de la CE en suelos se hace para establecer si las sales solubles se encuentran en cantidades suficientes como para afectar la germinación normal de las semillas, el crecimiento de las plantas o la absorción de agua por parte de las mismas.

♦ Densidad aparente

La densidad aparente de un cuerpo es la relación entre el volumen que se le presupone (incluyendo los poros que pueda contener, aparentes o no a simple vista) y su peso real.

♦ Eficiencia de riego

Es la relación o porcentaje entre el volumen de agua efectivamente utilizado por las plantas y el volumen de agua retirado en la bocatoma. El riego por goteo presenta una tasa de eficiencia del 95%, el riego por aspersión 70% y el riego por gravedad 40%.

♦ Emisor

Es el aditamento por donde fluye el agua del lateral de riego o cinta hacia el campo en el riego por goteo. Existen goteros de botón o de maceta, con salida cilíndrica o dentada.

♦ Estructura del suelo

Es la forma como están dispuestas y orientadas los diferentes tipos de partículas del suelo.

Una buena estructura permite una eficaz aireación y absorción del agua y nutrientes, lo que favorece el desarrollo de las raíces y evita la erosión por escurrimiento.

♦ Evaporación

El vapor de agua que contiene la atmósfera da lugar a la HUMEDAD ATMOSFERICA. Ese vapor de agua proviene de la evaporación que continuamente tiene lugar en los mares, océanos, ríos, plantas etc.

Gracias a la acción del sol, y al calor que éste proporciona es posible la evaporación.

- ♦ Frecuencia de riego

Es el tiempo entre un riego y otro. Esta frecuencia depende de diversos factores tales como la temperatura del ambiente, el clima, intensidad de la luz, el viento, el grado de humedad de la atmósfera y la cantidad de agua que la planta utilice para su crecimiento y desarrollo.

Por otro lado la calidad del suelo: la porosidad de su textura, y su contenido en arcillas arenas y limos van a ser factores determinantes de la permanencia del agua en la zona radicular de donde las plantas extraen el agua, y al mismo tiempo, su sustento. Otro factor a tener en cuenta es el desarrollo de la planta y su conformación

- ♦ Fertirrigación

La fertirrigación es una técnica agrícola que se caracteriza por la entrega dosificada de nutrientes y otros insumos a la planta a través del riego tecnificado.

- ♦ Gravedad

Es la fuerza teórica de atracción que experimentan entre sí los objetos con masa.

- ♦ Humedad disponible

Es la diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente, siendo diferente para cada suelo, porque depende básicamente de su textura. Es la cantidad de agua del suelo que teóricamente está disponible para las plantas.

- ♦ Infiltración

Es la velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo. La capacidad de infiltración depende de muchos factores. Un suelo desagregado y permeable tendrá una capacidad de infiltración mayor que un suelo arcilloso y compacto.

♦ Percolación

Es el proceso de filtración del agua a las capas profundas del terreno.

♦ Punto de marchitez permanente

Se refiere al contenido de agua de un suelo que ha perdido toda su agua a causa del cultivo y, por lo tanto, el agua que permanece en el suelo no está disponible para las plantas.

♦ pH

La concentración de iones hidrógeno es una propiedad importante cuando se estudia un suelo. La escala de pH se utiliza como un indicador de la concentración de los iones hidrógeno en el suelo. Cuando el suelo presenta una alta concentración de iones hidrógeno, se considera ácido y cuando presenta una baja concentración se considera básico. Un pH 7 se considera neutro. La escala de pH se encuentra en un rango de 1 a 14, siendo 1 extremadamente ácido y 14 extremadamente básico.

♦ Saturación

Se refiere al contenido de agua del suelo cuando prácticamente todos los espacios están llenos de agua. En los suelos bien drenados es un estado temporal ya que el exceso de agua drena de los poros grandes por influencia de la gravedad para ser reemplazada por aire.

♦ Textura

La textura del suelo es la proporción de arena, limo y arcilla. Por los porcentajes del peso de arena, limo y arcilla se puede conocer el tipo de textura, con la ayuda del Triángulo Textural.

En función de su textura, los suelos se dividen en tres tipos básicos: pesados (arcillosos), medios (francos) y ligeros (arenosos).

- ♦ Ratio costo/beneficio

Es un índice que señala si los flujos de caja cubren o no la inversión realizada, Un proyecto se considera rentable cuando el ratio beneficio/costo es mayor a 1.

- ♦ Utilidad bruta

Es el resultado de la resta de las ventas menos los costos de producción incurridos.

- ♦ Utilidad neta

Se entiende por utilidad neta, la utilidad resultante después de restar y sumar la utilidad operacional, los gastos e Ingresos no operacionales respectivamente, los impuestos y la Reserva legal. Es la utilidad que efectivamente se distribuye a los socios.

- ♦ Tasa Interna de Retorno (TIR)

La tasa interna de retorno puede definirse como el porcentaje de ganancia que obtienen los inversionistas por cada sol puesto en el negocio o que desea poner como inversión, por ejemplo si deseo invertir 1 000 soles y la TIR resultante es 20%, entonces esto indica que cada sol invertido gana 20 céntimos. Un proyecto es rentable cuando la TIR es mayor a la Tasa de Descuento Anual (TEA)

- ♦ Valor Actual Neto (VAN)

El VAN se concibe como la ganancia obtenida en soles a valor actual. El VAN es la cantidad de dinero que ganamos en términos netos, por ejemplo si el VAN de una inversión o proyecto cualquiera es de 5 000, esto quiere decir que en ese proyecto la ganancia obtenida es de 5 mil soles (ganancia implica que se ha cubierto todos los costos y la inversión). Un proyecto es rentable cuando el VAN es mayor a 1.



## 12. BIBLIOGRAFÍA

1. FERREYRA, R; SALLEN, G; PIMSTEIN, A. Diseño, Manejo y Mantenición de Equipos de Riego de Alta Frecuencia. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 53pp.
2. FIGUEROA, Jorge; GASTULO, M. Tesis para optar el título de Ing. Agrícola "Determinación del requerimiento hídrico y aplicación del riego localizado en el maíz amarillo duro considerando su fonología y utilizando el sistema de riego INIA". Campaña agrícola 2003-2004". 2004.
3. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA INEI.
4. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRARIA INIA. I Congreso de Riego por Goteo INIA.1998
5. NETFIRMS; Concepto de pH e importancia en fertirrigación.
6. ORGANIZACIÓN DE LA NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y ALIMENTACION (FAO). Evaporación del cultivo. Serie N° 56. Roma: Italia 2006.
7. ORDINOLA TAVARA, José; JUAREZ HURTADO, Yully. Tesis para optar grado de Magíster en Economía "Estudio de perfil para la instalación del sistema de riego INIA en los cultivos de mango (*Mangífera indica*) y Páprika (*Capsicum annum*.L) en Olmos y Motupe". Región Lambayeque. Piura 2007.
8. SÁNCHEZ, Javier. Fertirrigación: Principios, Factores y Aplicaciones.
9. TAPIA, Francisco; OSORIO, Alfonso. Conceptos sobre Diseño y Manejo de Riego Presurizado. Chile 1999.
10. ZAPLANA, Renato. Tesis para optar el título de Ing. Agrícola "Evaluación de los criterios de diseño del Sistema de riego a baja presión en el cultivo de caupi".2002.



SISTEMA DE RIEGO INIA  
Innovación tecnológica al  
servicio del pequeño y  
mediano agricultor del país.

ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA VISTA FLORIDA - CHICLAYO  
UNIDAD DE EXTENSION AGRARIA

KM 8 Carretera Chiclayo - Ferreñafe    Telefax: 074-237510    RPM \* 284507 - # 229769

E-mail : [vflorida@inia.gov.pe](mailto:vflorida@inia.gov.pe) / [vflorida\\_uea@inia.gov.pe](mailto:vflorida_uea@inia.gov.pe)



DIRECCIÓN DE EXTENSIÓN AGRARIA  
PROGRAMA NACIONAL DE MEDIOS Y  
COMUNICACIÓN TÉCNICA

Av. La Molina Nº 1981, Lima 12 - Casilla Nº 2791 - Lima 1

Telefax: 349-5631 / 349-2600 Anexo 248

<http://www.inia.gov.pe>    E-mail: [public@inia.gov.pe](mailto:public@inia.gov.pe)