

## **RIEGOS Y DRENAJES**

### **USO DEL AGUA EN LA CAÑA DE AZUCAR**

El agua juega un papel de vital importancia en el crecimiento, desarrollo y producción de la caña de azúcar; ya que se ha demostrado que los rendimientos en caña de azúcar aumentan cuando se les suministra riegos eficientes y oportunos. Así, Clements encontró que el máximo crecimiento fue obtenido con el agua potencial máxima suministrada a la caña de azúcar, y que el crecimiento de los tallos se afectó por una disminución en la humedad del suelo (4).

Según algunos investigadores (3), el progresivo aumento obtenido en los rendimientos desde las más pequeñas láminas de riego está estrictamente relacionado con la longitud del tallo, aunque todos los tratamientos de irrigación tienden a producir cultivos con altas poblaciones de tallo y más diámetro que los cultivos sin riego. El contenido de sacarosa aumenta con la irrigación excepto cuando se practica una irrigación muy intensa.

### **EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA**

Por la gran importancia del agua en la producción de la caña de azúcar, ésta debe ser manejada tan eficazmente como sea posible para así obtener el máximo de ganancias económicas. Agua usada eficazmente significa una alta producción con una mínima cantidad de agua aplicada. Esta relación sistemática se puede lograr: aplicando la cantidad de agua requerida tan precisa como sea posible sobre el área del cultivo y aumentando los rendimientos con el mejor manejo posible de las prácticas de cultivo.

Como la eficiencia del uso del agua es la relación del rendimiento y la cantidad de agua aplicada, se puede examinar esta relación con referencia a las curvas de rendimiento. Los resultados de experimentos (3), muestran dos tipos de respuestas de los rendimientos con relación a la cantidad de agua aplicada: estas respuestas son la lineal y la curvilínea (Figura 45).

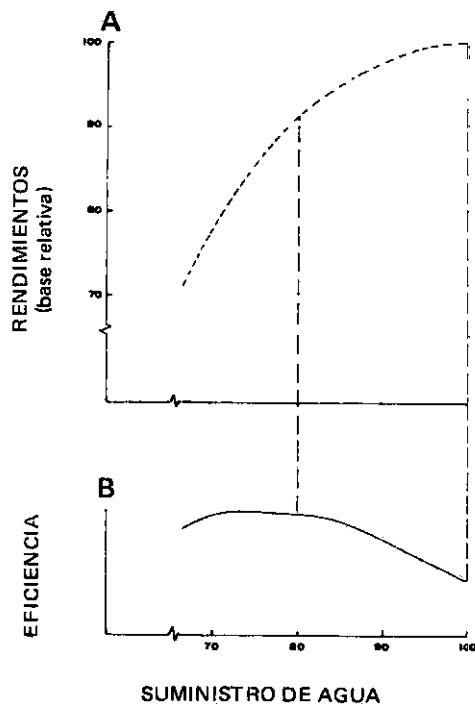


FIGURA 45. Relaciones rendimiento-agua.

A: Entre el rendimiento relativo y el o/o de suministro de agua.

B: Entre eficiencia del uso de agua y el o/o del suministro de agua.

La Figura 45A, muestra los rendimientos obtenidos en relación al suministro de agua. La curva indica una disminución proporcional del beneficio (utilidad) por cada incremento adicional del agua aplicada. De la relación rendimiento-suministro de agua, se genera una curva suministro de agua-eficiencia de uso que se muestra en la Figura 45B.

En la curva de rendimiento-suministro de agua (Figura 45A), se observa que el valor más alto de la relación suministro de agua-eficiencia de uso ocurre en un punto donde el rendimiento es menor que máximo, a medida que se avanza a la derecha de este punto, la eficiencia declina continuamente así como el rendimiento aumenta. Así, una eficiencia de uso de agua no es deseable puesto que está asociada con bajos rendimientos, y probablemente no con el nivel de producción donde las ganancias económicas por unidad de área son máximas.

La respuesta lineal puede ser explicada bajo la premisa de que es una representación de un segmento de la respuesta curvilínea. La respuesta lineal, resulta en una relación constante de suministro de agua-eficiencia de uso, de bajos a altos rendimientos. En este caso la alta eficiencia está asociada con altos rendimientos.

Si se incrementa el rendimiento sin un apreciable aumento en el uso del agua, una elevación total de la curva de agua-eficiencia de uso podría

resultar por una respuesta lineal o curvilínea. Este incremento es deseable. Uno de los medios para aumentar la relación agua-eficiencia de uso es por la fertilización. Así Viets demostró que bajo condiciones de riego los rendimientos aumentaron con la fertilización sin estar acompañados por un aumento en la evapotranspiración. (3).

### **CANTIDAD DE AGUA A APLICAR**

La cantidad de agua que es necesario aplicar al cultivo en cada riego, expresada como lámina o altura de agua de riego, depende de varios factores:

- La capacidad de almacenamiento de agua del suelo, controlada por la textura y la estructura especialmente.
- La profundidad radicular de la caña de azúcar, que varía con el período de crecimiento (desde la germinación hasta el desarrollo foliar completo), la presencia de capas endurecidas o sales en el subsuelo y el clima.
- El nivel de humedad en el suelo mínimo para obtener altos rendimientos.

La capacidad de almacenamiento de agua de los suelos en el Valle del Cauca, es un valor que es necesario determinar específicamente en cada serie de suelos. En algunos suelos cultivados con un contenido de arcilla del 90 o/o se ha calculado láminas de riego de 22 cm, para una profundidad radicular de 60 cm. Por otra parte, en suelos franco-arenosos o franco-limosos en las mismas condiciones se han establecido láminas de riego de 11,2 cm (1). Cuando en estos suelos se presente complejo estimar las láminas de riego, sólo puede hacerse con mucho criterio y experiencia. Por estas causas es necesario contar con estudios de suelos que permitan seleccionar los sitios para tomas de muestra, como también dónde deberán colocarse instrumentos de control de la humedad del suelo, que represente las condiciones del medio.

### **FRECUENCIA DE RIEGO**

El concepto de frecuencia de riegos puede interpretarse en dos formas:

#### *OPERACIONAL*

En qué momento es necesario aplicar el riego, como consecuencia del agotamiento de la humedad del suelo causada a su vez por factores climáticos. En este caso, la determinación de la frecuencia de riego deberá lograrse a través de métodos o instrumentos que permitan establecer una alta correlación entre los factores que afectan la evaporación y la transpiración (viento, radiación solar, presión de vapor de aire, etc.) y la pérdida de humedad del suelo, en un período corto de tiempo.

#### *PLANIFICACION DEL RIEGO A NIVEL DE PROYECTO*

Cuál es el intervalo de tiempo máximo que debe permitirse transcurrir entre dos riegos consecutivos, con el objeto de que el cultivo agote la lámina neta de riego.

Aquí la predicción está encaminada a asegurar que en el peor de los casos, el cultivo nunca sufrirá por falta de agua. La planificación tiene una base hidrológica y se justifica el uso de fórmulas que estimen el consumo de agua, previa calibración con medidas reales de evapotranspiración.

Existen varios sistemas para determinar la frecuencia de los riegos. Los más importantes y prácticos son los que miden indirectamente el contenido de humedad del suelo y los que integran los factores de clima que modifican el consumo de agua.

#### **MÉTODOS PARA DETERMINAR LA FRECUENCIA DE LOS RIEGOS**

Dentro de los métodos que miden indirectamente el contenido de humedad del suelo se tiene:

##### ***TENSIOMETROS (IRROMETROS)***

Son aparatos que miden la tensión (succión) con que el suelo retiene el agua. Básicamente constan de una cápsula de cerámica porosa conectada a un tubo de plástico o metal lleno de agua, y un manómetro graduado para indicar el valor del vacío creado en el tubo cuando el agua sale hacia el suelo a través de la cápsula porosa.

En nuestro medio se han hecho algunos intentos para utilizar tal equipo como indicador del momento de regar. Con ellos es posible determinar la tensión a la cual debe iniciarse el riego, sin necesidad de correlacionar sus lecturas con el contenido de humedad del suelo.

Su máxima tensión de operación es de 0,85 atmósferas y opera muy bien en suelos con bajas tensiones como son los suelos arenosos o francos (2). Como la caña de azúcar es un cultivo extensivo, se requeriría una gran cantidad de tensiómetros para cada tipo de suelo. Además, los suelos del Valle del Cauca en su mayoría son de texturas finas. Por esta razón no parece que los tensiómetros por sí solos representen una gran ayuda por el momento, salvo que los suelos sean muy uniformes y livianos.

##### ***BLOQUES DE YESO (BOUYOUCOS)***

El aparato consiste en un bloque de yeso cuyo contenido de humedad varía de acuerdo con la humedad del suelo, y una adaptación del puente de Wheatstone con el cual se mide la resistencia eléctrica del bloque. La resistencia eléctrica que presenta el bloque de yeso varía inversamente con su contenido de humedad, esto es, la resistencia eléctrica es menor a medida que aumenta el contenido de humedad del bloque de yeso. Por lo tanto la resistencia del bloque es un índice de la humedad del suelo.

Una de las principales ventajas de este sistema es que determina la tensión o contenido de humedad desde cerca del punto de saturación hasta el

punto de marchitez. Sin embargo, presenta desventajas tales como: los bloques de yeso tienden a ser afectados por las sales del suelo; los bloques tienden a disolverse en el agua del suelo y en general tienen una corta duración.

Aunque los bloques son el complemento del tensiómetro especialmente en suelos de textura fina, presentan los mismos problemas que los tensiómetros en lo referente a su número, localización y lectura. Además, su remplazo periódico es un factor en contra. Por todas estas razones tales métodos aunque conocidos no han sido empleados como práctica corriente en el cultivo de la caña (1).

### EVAPORIMETROS

Ultimamente y para resolver todos estos problemas se ha recurrido a un método basado en la integración de los factores climáticos que afectan la evaporación del agua: los evaporímetros de clase A. Puesto que la evaporación desde una superficie libre de agua y la evapotranspiración están afectados por los mismos factores de clima: radiación solar, temperatura, contenido de vapor del aire, etc., es de esperar que exista una estrecha relación entre ellos.

En Hawaii y con el fin de establecer el consumo de agua por períodos semanales se utilizan los valores de la evaporación medidos en el tanque clase A. Se usa un tanque por cada 500 hectáreas, el cual se encuentra montado en una plataforma de altura variable con el objeto de mantener el tanque siempre a la altura de las hojas.

En la mayor parte de los métodos ideados para estimar el uso consuntivo se usan dos factores: el factor climático y el factor de cosecha. El primero puede estar representado por la evaporación medida en evaporímetros o en atmómetros, y el segundo por un coeficiente que refleja el período de crecimiento del cultivo, o sea:

$$Et = K Ev \quad \text{ó} \quad Et/Ev = K$$

Donde:

Et = Evapotranspiración, real en milímetros.

Ev = Evaporación en el tanque A (mm)

K = Coeficiente del cultivo (comprendido entre 0 y 1, excepto en arroz).

Se han establecido los siguientes valores de K, los cuales se recomiendan tentativamente: (1).

Edad de la caña (Meses)	Coeficiente K
0,0 - 2,5	0,4
2,5 - 3,5	0,6
3,5 - 4,5	0,8
4,5 - 6,0	0,9
6,0 - 17,0	1,0

Ejemplo de uso: Calcular el consumo de agua en cañas de 10 meses, cuando la evaporación total y semanal es igual a 30 milímetros.  
 $Et = 30 \text{ mm} \times 1,0 = 30 \text{ mm}$ .

Este método ha dado muy buenos resultados para programar el riego, siendo posible saber en que momento el suelo ha llegado a la tensión o nivel de humedad predeterminados.

### **SISTEMA DE RIEGOS**

El sistema de riego usado en el cultivo de la caña de azúcar es el riego por surcos y últimamente se usa en una pequeña escala el riego por aspersión.

#### ***RIEGO POR SURCOS***

El riego por surcos se ha practicado comúnmente en caña. Para que el sistema funcione se hace necesaria una buena nivelación del terreno, hasta donde las condiciones del suelo locales y los costos lo permitan.

Sin embargo, muy pocas suertes se encuentran correctamente niveladas y en base a un plano topográfico se diseña la dirección del surcado de la caña. Los canales distribuidores (regueras) se utilizan al mismo tiempo para conducir los excesos de agua de lluvia y se trazan, a causa de la falta de nivelación, transversalmente o buscando una pendiente favorable para la conducción del agua de riego y drenaje o lluvia. La costumbre ha sido siempre trazarlas cada 40 u 80 metros.

Por medio de trinchos de guadua se represa el agua y se sube el nivel para que descargue en los surcos. En general, con este sistema se pueden regar unas 15 hectáreas en promedio, en cuatro o cinco días por dos hombres en ocho horas de riego diarias (1).

Las eficiencias de aplicación oscilan alrededor de un 30 o/o, para aumentarla se recomienda:

**MEJORAR LAS FACILIDADES PARA EL RIEGO EN EL ASPECTO FISICO** Esto significa que es necesario nivelar la superficie del suelo, con el fin de facilitar el riego. Deberá contarse con planos programados a largo plazo, para que en un período razonable de años se pueda conseguir la adecuación total.

**UTILIZACION DE HERRAMIENTAS** Es un punto crítico en los métodos actuales de la aplicación del agua.

Las tranças construídas con guaduas y tierra (trinchos), son las únicas herramientas para controlar dentro de las suertes el nivel del agua. Se ha tratado de usar planchas metálicas, pero se han desechado porque los regantes encuentran dificultades para adaptarlas a las secciones de los cañales y no permiten controlar automáticamente el nivel deseado del agua. Además, es difícil desarraigat los hábitos tradicionales adquiridos por quienes riegan.

El uso de tranças de lona o plástico portátiles provistas con sistema de vertedera, puede ser una buena solución.

La modalidad especial del cultivo de la caña de azúcar no permite rehacer los surcos después de cada corte. Especialmente cuando se subsola. Al cabo de dos o tres cortes los surcos iniciales desaparecen completamente y el riego se convierte en riego por inundación. Es posible, que el cambio de algunas prácticas culturales puedan mejorar la aplicación del agua. Dentro de tales prácticas se considera programar los dos cortes en tal forma que las áreas con suelos de textura fina sean cosechadas en épocas de verano; estudiar la posibilidad de usar discos aporcadores para pulverizar el suelo entre los surcos de caña, combinado esto con el uso de una surcadora que reconstruya los surcos. Otra solución podría ser no dañar los surcos evitando la entrada a los campos de máquinas pesadas, pero esto exigirá cambiar completamente los sistemas y modalidades actuales de siembra y operaciones culturales.

Otro punto crítico es aumentar la longitud actual de los surcos. Lo que se logrará cuando se resuelvan los problemas anteriores. En suelos de textura fina con buena nivelación es posible lograr surcos de 300 metros de largo, agilizándose el riego y aumentando las eficiencias. Además, es necesario determinar los caudales que es necesario aplicar en cada surco, lo que depende de su longitud, la infiltración del suelo y la pendiente del terreno. La aplicación del agua a los surcos se hace rompiendo el talud de la regadera en cada surco, método que hace que los caudales entregados sean muy diferentes de un surco a otro y el regador tiende a manejar algunos surcos con poca agua y otros con mucha, siendo que el agua entregada debe ser aproximadamente igual en todos los surcos. Presenta como inconveniente la rotura constante de las bordas lo que las destruye al cabo de dos o tres riegos.

#### *RIEGO POR ASPERSION*

Es la forma mecánica de aplicar el agua por medio de rociadores simulando la precipitación natural pero controlando su cantidad y uniformidad. Presenta las siguientes ventajas y desventajas:

##### **VENTAJAS**

- Adaptable a terrenos donde no es económica la nivelación para el riego por gravedad. En terrenos planos siempre se requiere algo de nivelación, especialmente para eliminar agua de drenaje o procedente de lluvias.
- Gran economía de agua.
- Adaptable a suelos con alta velocidad de infiltración, donde el riego por gravedad es poco práctico por las grandes pérdidas de agua.
- Controla la erosión.
- Elimina muchas regueras (zanjas) por lo que se utiliza mejor la tierra y se facilita la mecanización.
- Permite la aplicación de fertilizantes solubles en agua.

## **DESVENTAJAS**

- Altos costos iniciales y gran inversión de capital.
- El costo de la energía para el bombeo es continuo.
- El sistema carece de flexibilidad, ya que se diseña para una capacidad fija.

## **DRENAJES**

### *INTRODUCCION*

El drenaje se define como la remoción del exceso de agua tanto en la superficie del suelo (drenaje superficial) como dentro del suelo (drenaje Interno), con el objeto de crear condiciones favorables para el crecimiento de la planta.

Cuando la caña de azúcar se encuentra en germinación, un exceso de agua en el suelo hace que la germinación sea pobre o nula, especialmente cuando el agua procede de la lluvia o de un nivel freático excesivamente alto.

Por el contrario, cuando la caña se encuentra completamente desarrollada, la presencia de un nivel freático relativamente alto, sin penetrar a las zonas de raíces, no causa ningún efecto detrimental en la planta, sino que ésta aprovecha toda la humedad que sube por capilaridad a las capas superiores, trayendo como consecuencia un gran desarrollo vegetativo de la planta.

El drenaje activa la vida microbiana, aumenta el área de influencia del sistema radicular y da mayor aireación al suelo permitiendo un desarrollo vigoroso del sistema radicular y vida a la planta.

### *DRENAJE SUPERFICIAL*

En la mayoría de los cultivos de caña el drenaje superficial es bastante bueno a causa de la cantidad de canales internos de riego en las suertes, que sirven para evacuar excesos de agua lluvia.

Otras veces debido a características físicas desfavorables en el perfil del suelo como capas endurecidas o suelos muy pesados, el agua no infiltra o lo hace muy lentamente. Para resolver estos problemas se ha recurrido con mucho éxito al drenaje topo el cual se hace a tres metros de distancia y 60 cm de profundidad, en el sentido de la pendiente.

### *DRENAJE INTERNO*

Se emplea para la remoción del exceso de agua en la zona radicular de la caña, para ello es conveniente determinar el origen del agua, lo que a su vez controla la selección del método del drenaje. El drenaje interno se puede hacer por dos métodos:

Por intersección del flujo entrante. Procedente de infiltraciones laterales desde ríos, canales, embalses o zonas más altas. Se colocan perpendiculares a la dirección del flujo.

Por drenajes paralelos. Se emplean con el fin de eliminar los excesos de

agua en el subsuelo a causa de lluvia o riego excesivo (lavados por ejemplo), o agua sometida a presión artésiana. Se colocan paralelos a la dirección del flujo.

En ambos métodos de drenajes se emplean canales abiertos o cerrados.

#### *PROFUNDIDAD ADECUADA DEL DRENAJE*

En el caso específico de la caña de azúcar, hay varios factores que influyen sobre la profundidad. Los más importantes son los siguientes:

**LA PLANTA** Más allá de un cierto período, las raíces no deben estar en suelos saturados. La profundidad del drenaje comprueba la profundidad del nivel freático entre dos drenes paralelos, y la profundidad del nivel freático está controlada por la profundidad radicular de la caña, previendo además los aportes por capilaridad. Se estima que para la caña de azúcar en suelos pesados se debe mantener libre de agua los primeros 1,20 m si se riega por gravedad.

**ESTRATIFICACION DEL SUELO** Cuanto más permeable es la capa en la cual se instala el drenaje tanto mayor es el efecto del mismo.

**PRESION DE AGUA EN EL SUELO** En presencia de presiones artesianas, los drenajes deben ser más profundos que en caso de agua que fluye sin presión de abajo-arriba.

**FUENTE DE AGUA EN EL SUELO** Si existe una posibilidad de encontrar vetas o capas que transporten agua, es preciso tratar de drenarlas, independientemente de su profundidad. Esto puede requerir drenajes poco profundos en unos casos, y en otros, muy profundos.

**SALINIDAD DEL SUELO Y EL AGUA** Si el agua del suelo es salina, normalmente es necesario drenar a mayor profundidad.

Al hacer los drenajes no se puede recomendar una profundidad específica, sino que es necesario tener en cuenta todos estos factores en un caso determinado.

#### **BIBLIOGRAFIA**

- 1., CORREA, CH A. 1970. Curso sobre caña de azúcar. Riego y drenaje. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Fac. Nal. de Agronomía Palmira y Soc. de Agric. y Ganaderos. 29 p. (mimeografiado).
2. GUARDIOLA, M.J. 1970. Curso sobre caña de azúcar. Riegos y drenajes. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Fac. Nal. de Agronomía Palmira y Sociedad de Agric. y Ganaderos. 6 p. (mimeografiado).
3. ISOBE, M. 1968. Water utilization. II yield-water relationship. Int. Soc. Sugar cane Technol. Proc. 13: 49-54.
4. NICKELL, L.G. 1968. Water utilization. I. Basic plant water studies. Int. Soc. Sugar cane Technol. Proc. 13: 38-48.

