

# IRROMETER®



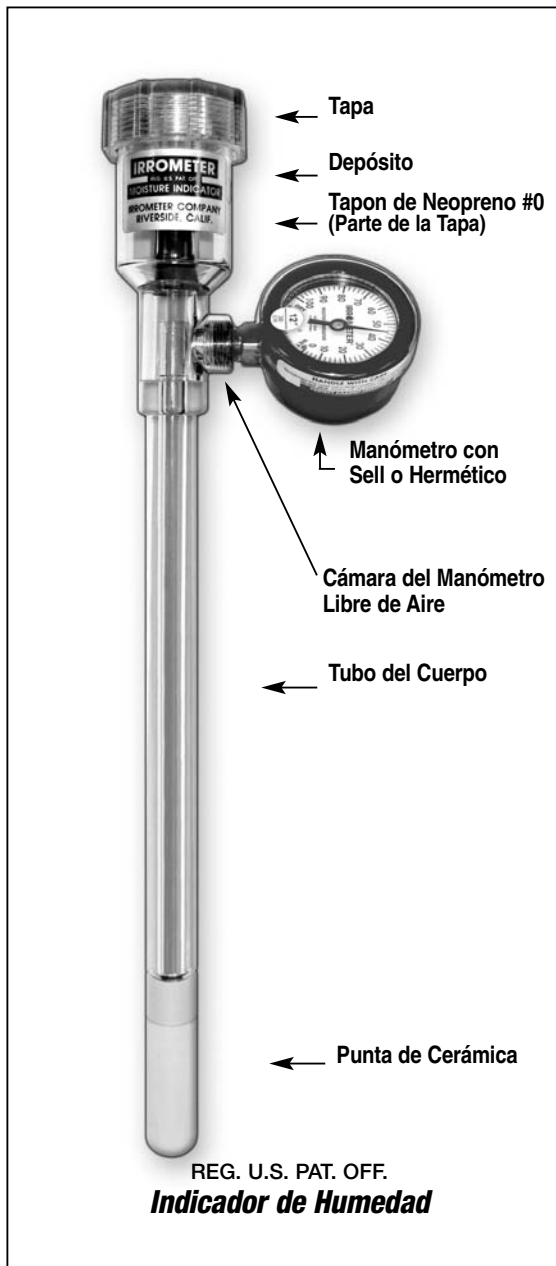
***Manual de Referencia Para el Indicador de Humedad***

# CONTENIDO

Revisando Su Envío .....	2
Preparación de los Tensiómetros IRROMETER para su Instalación .....	2
Eligiendo el Lugar Adecuado para la Instalación .....	4
Instalación .....	6
Las Gráficas de IRROMETER .....	7
Toma de Lecturas .....	8
Servicio en el Cultivo .....	8
Bomba Manual de Succión .....	9
Protección de los Tensiómetros IRROMETER .....	10
Comenzando la Irrigación .....	10
Precisión de los Tensiómetros IRROMETER .....	11
Interpretando Lecturas de los Tensiómetro IRROMETER .....	12
Irrigación usando Tensiómetros IRROMETER .....	12
Finalizando la Irrigación .....	13
Encharcamientos .....	13
Aumento en Ganancias .....	13
Ahorro de Agua y Energía .....	14
Preguntas Frecuentes .....	15
Almacenaje de los Tensiómetros IRROMETER – Cuando no se Emplean .....	16
El Cuidado de las Puntas de Cerámica .....	17
Manómetro .....	17
Servicio de Fábrica .....	18
Garantía .....	20
Tarjeta de Registro .....	ATRAS DEL LIBRO



**Con la compra de un tensiómetro IRROMETER®, usted ha hecho una inversión con la que obtendrá beneficios superiores a su costo. El objetivo de este manual es proporcionar la información necesaria para asegurarle el máximo beneficio a su inversión.**



Los tensiómetros **IRROMETERS®** se fabrican con materiales de la mejor calidad y por personal altamente especializado. Le recomendamos que siga las instrucciones que incluimos a continuación. Ya sea que este instrumento se use para trabajos de investigación o en trabajos prácticos en su propiedad, al seguir las siguientes recomendaciones se cerciora de mucho años de buen funcionamiento, precisión confiable y libre de problemas con sus instrumentos.

Si tiene preguntas o dudas, cuyas respuestas no encuentro en este manual, no dude en consultarnos.

**IRROMETER Co, Inc.1**

## Revisando Su Envío

Los envíos deben desempacarse cuidadosamente e inspeccionar tan pronto como se hayan recibido. No destituya el protector de plástico que cubre la punta de cerámica hasta la instalación del tensiómetro. Los instrumentos se envían secos y deben ser preparados para su instalación, siga las instrucciones a continuación.

## Preparación de los Tensiómetros IRROMETER para su Instalación

Al recibir los instrumentos; es necesario prepararlos para su instalación como se describe a continuación en los pasos del uno (1) al seis (6).

**1** Quite el plástico de la punta de cerámica y llene el tensiómetro IRROMETER con agua limpia. **¡No toque la punta de cerámica!** Deje el instrumento destapado y coloque la punta de cerámica en agua limpia durante la noche (use un frasco limpio de vidrio, recipiente de plástico o cubeta que no se oxiden). El agua en el tensiómetro se vaciara a través de la punta y hay que repetir esta misma operación cuantas veces el tiempo lo permita. Después de remojarla y estando listos para la instalación, proteja la punta de cerámica y no deje que el aire la seque. Manténgala húmeda con toallas o con una bolsa de plástico. Puede también sumergirla en una cubeta con arena mojada durante el transporte hacia el lugar de instalación.

**2** Prepare el liquido colorante (IRROMETER Field Solution) como se indica en la etiqueta de la botella – (una tapa de la botella llena por cada galón [3.785 L] de agua). Tiene que ser agua destilada, de lluvia o hervida. Use el agua a una temperatura ambiental.

**3** Quite el tapón y llene el instrumento hasta el depósito, use la solución IRROMETER ya preparada con la agua sin aire o destilada. Si el tubo no se llena completamente; puede ser que se deba a un “bloqueo de aire” que quizá se ha formado en el tubo en la parte inferior del depósito. Golpe ligeramente con la palma de la mano en la parte superior del depósito, rompiendo así el “bloqueo de aire” y facilitando su llenado. Observe la imagen. Si usa una botella de plástico le facilitara el trabajo, ya que se puede dirigir el flujo de agua por el tubo del instrumento. *Observe la imagen.*

**4** Aplique succión al tensiómetro IRROMETER con la bomba de mano. Sin el tapón del depósito y con la punta de cerámica sumergida en agua o en una cubeta con arena húmeda, coloque la copa de la bomba sobre el depósito y bombee hasta obtener una lectura de 80-85 cb (kPa) en el indicador. Generalmente entre cinco o seis tirones rápidos. *Consulte la página 9 “Bomba Manual de Succión”* En elevaciones más altas, la succión máxima será menor (es decir, 70-75 a 4000' [1219 m] pies de altura sobre el nivel del mar). Para evitar daños al manómetro



*Mojado de las Puntas*



*Llenado del Instrumento*



*Llenado del Instrumento*



*Rompiendo el “Bloqueo de Aire”*

suelte la succión lentamente usando la válvula que se encuentra en la parte superior de la copa, Repita el procedimiento anterior para eliminar el aire en el medidor, por lo general de dos a tres veces es suficiente. Vuelva a colocar la tapa del depósito apretando hasta que el tapón de goma haga contacto con la parte inferior del depósito, después gire la tapa un cuarto de vuelta. No la apriete demasiado, esto puede dañar el manómetro IRROMETER o el tapón de neopreno.

**5** Destituya el plástico que cubre la punta de cerámica o saque el instrumento del balde con arena, e instale el tensiómetro IRROMETER en el agujero ya preparado. Ver la sección "Instalación" pagina 6.

**6** Bombee el tensiómetro IRROMETER diariamente durante 3 a 6 días o hasta que dejen de aparecer burbujas de aire. Golpee suavemente el instrumento sin la tapa para facilitar la salida de aire que se encuentra dentro del instrumento. Vuelva a llenar el depósito si es necesario y enrosque la tapa. — Un instrumento al que se le ha extraído el aire apropiadamente tiene mayor sensibilidad y utiliza menos agua para proporcionar lecturas.

*NOTA: No debe preocuparse por pequeñas burbujas como de champaña que puedan aparecer en el tubo durante el proceso de eliminación de aire.*

Si es más conveniente efectuar la eliminación de aire antes de la instalación, coloque los instrumentos cubiertos de agua hasta la mitad en un recipiente grande de plástico y siga los pasos indicados anteriormente. Asegúrese de no dejar secar la punta de cerámica durante el transporte hacia el lugar de instalación. Ver Paso #1.

**¡PRECAUCION! para los Modelos LT & MLT** – con los Modelos "LT" y "MLT" se hace la succión cuidadosamente pompeando solo hasta que el manómetro indica 30 - 35 cb (kPa).

Esta clase de manómetros son muy sensibles, bombee suavemente al crear la succión y libere el aire lentamente para evitar daños. El MLT utiliza una bomba de succión estilo 'jeringa' – haga referencia a las instrucciones suplementarias. *Vea la imagen.*

## INSTRUCCIONES PARA EL LLENADO Y ELIMINACIÓN DE AIRE AL MODELO MLT.

- 1.** Quite la tapa del depósito, el protector de la punta cerámica o la bolsa plástica que cubre la punta. **2.** Coloque la punta en agua limpia y déjela sumergida toda la noche. No necesita llenar el instrumento con agua. El paso cinco a continuación completará el proceso de llenado.
- 3.** Prepare la solución IRROMETER añadiendo una gota de líquido IRROMETER a una taza de agua limpia. Llene la jeringa hasta la mitad con la solución preparada.
- 4.** Para llenar el instrumento, coloque la jeringa sobre el empaque del agujero del tubo y presiónela para hacer salir el líquido. No presione la jeringa contra el empaque durante este paso porque puede dañar el manómetro al forzar la aguja contra el tope (las unidades RSU no tienen manómetro con aguja).
- 5.** Para eliminar el aire, coloque la punta de la jeringa sobre el empaque del agujero del



**Eliminación del Aire en el Suelo**



**Eliminación del Aire del Instrumento**



**Llenado del MLT**



**Eliminación del Aire del MLT**

tubo y presiónelo para crear un sello. Sujete el instrumento en un ángulo de 45° (con el manómetro o RSU hacia abajo) y JALE SUAVEMENTE la jeringa para crear un vacío parcial en el manómetro o RSU (en modelos con manómetro, NO exceda la tensión máxima, o sea 40 cb (kPa). Después, libere el aire lentamente. Al efectuar varias veces el proceso de bombeo se eliminará la mayor parte del aire que se encuentra en el manómetro o RSU. **6.** Gire la jeringa lentamente mientras la jala para evitar una liberación rápida del vacío. Llene la abertura de la tapa con agua. **7.** Coloque la tapa. Enrosque hasta que la aguja del manómetro se mueva hacia el tope. **8.** La punta del instrumento (con el cuerpo) puede ser reemplazada jalándola hacia abajo. Desenrosque la tapa antes de quitar la punta (con el cuerpo) para evitar daños al manómetro. IRROMETER tiene disponibles puntas de reemplazo.

**¡PRECAUCION! con el Modelo RSU** — hay que usar la bomba de succión numero 1002 (que tiene manómetro incorporado). Este modelo de tensiómetro no tiene manómetro. Se acopla la copa de la bomba al tensiómetro y se crea la succión lentamente hasta que el manómetro indique 80 a 85 cb (kPa). Para los modelos con cerámica normal (blanca) de 30-35 cb (kPa). Modelos con cerámica “LT” de baja tensión (azul) y “MLT” (cerámica azul pequeña) de 10-12 cb (kPa). Tenga MUCHO cuidado y libere la succión lentamente. El diafragma del transductor es muy sensible y es posible dañarlo al liberar rápidamente el vacío o por hacer un vacío fuerte con la bomba.

## Eligiendo el Lugar Adecuado para la Instalación

Seleccionar el lugar clave para la instalación es de suma importancia, tanto para los tensiómetros IRROMETER o como para cualquier otro método para medir la humedad del suelo. No instale los instrumentos en una patrón cuadrícula – tal como existe en sistemas de riego por aspersión. Excepto donde haya un suelo y subsuelo iguales en nivel, características y distribución de riego.

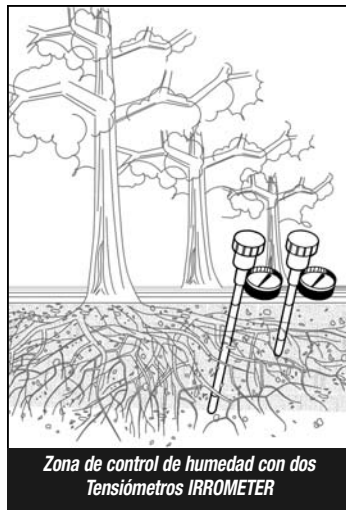
Invariablemente, factores como las diferencias en producción de áreas buenas y malas, topografía, el ritmo de filtración y la capacidad de retención de agua en los diferentes tipos de suelo y subsuelo; siempre determinarán la futura locación de las “estaciones”. Como norma general en el riego por surcos, se colocarán los tensiómetros IRROMETER cerca del final del mismo, pero si los surcos son muy largos, se colocará otra estación al principio o en algún punto intermedio.

Si después de uno o dos ciclos de riego el aspecto de los cultivos indica que existen áreas críticas, se puede decidir cambiar de lugar los tensiómetros IRROMETER ya instalados, o bien colocar nuevas estaciones en esas áreas.

En plantas o árboles vigorosos hay que instalar siempre los tensiómetros en la zona radicular. En plantaciones frondosas donde las plantas o árboles proveen bastante sombra sobre la superficie de riego, es conveniente colocar los tensiómetros IRROMETER en las parte más soleada; donde las pérdidas de humedad por evaporación en la superficie del suelo son mayores.

Cuando los cultivos tienen un sistema radicular con una profundidad mayor a 18" (45 cm), se debe colocar dos tensiómetros IRROMETER por estación a diferentes profundidades. Uno se colocará a 25% de la profundidad total de las raíces y el otro a 75% de la misma profundidad.

Al hacer la instalación inicial, agrupe los instrumentos que usted piense sean necesarios en un área relativamente pequeña. Más adelante, algunos se pueden mover a otras áreas si no son necesarios. También es aconsejable dejar los instrumentos en lugares permanentes durante toda la temporada de cultivo, y así habrá continuidad en las gráficas de humedad del suelo.



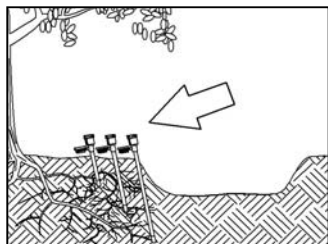
*Zona de control de humedad con dos  
Tensiómetros IRROMETER*

La mayoría de puntos gráficos de humedad se pierde al mover los instrumentos. Es mejor comenzar haciendo un trabajo completo en un área pequeña; que esparcir unos cuantos instrumentos sobre la superficie total.

*NOTA: Debido a la variedad de tipos de suelos que se encuentran en un cultivo, es mejor utilizar dos estaciones de tensiómetros en un solo bloque de riego. Después, se promedian las lecturas para obtener una mejor idea de la situación en esa sección.*

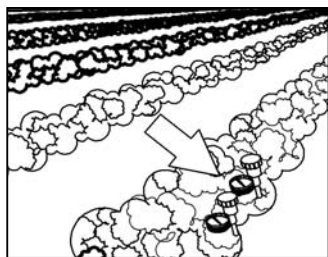
## **INSTALACIÓN DE IRROMETERS EN RIEGO POR SURCOS**

En este sistema de riego, se colocan los tensiómetros IRROMETER aproximadamente a 2/3 de la longitud total del surco, inclinados ligeramente hacia el mismo. En cultivos de árboles, los tensiómetros son instalados a un lado del árbol que recibe la luz del sol por la tarde. En cultivos por surco se colocan normalmente en el surco. Debido a que el movimiento lateral del agua varía considerablemente de un suelo a otro, entre más cerca se encuentre la punta del instrumento de la orilla del surco, más representativos serán los resultados.



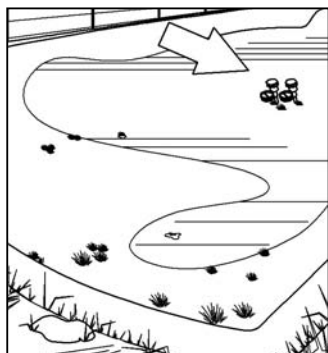
## **INSTALACIÓN DE IRROMETERS EN RIEGO POR INUNDACIÓN O MELGAS**

En el método de riego por inundación o melgas, Es conveniente colocar los tensiómetros IRROMETER en un punto situado a 2/3 de la longitud total del recorrido de agua. Se ha demostrado que éste es el punto más crítico para la penetración del agua en el suelo. Como regla general coloque los aparatos en la zona de goteo del árbol, en la hilera o según sea el cultivo. Es aconsejable que se utilicen tensiómetros IRROMETER de unos 6" (15 cm) más largos de lo necesario. Así serán más altos que el nivel del suelo y quedará el manómetro por encima del agua al inundar el terreno. En algunos casos se han obtenido buenos resultados colocando los tensiómetros IRROMETER en la melga, pero inclinados hacia las raíces.



## **INSTALACIÓN DE IRROMETERS EN RIEGO POR ASPERSIÓN**

En este sistema de riego, normalmente se colocan los tensiómetros a un lado del árbol donde dé el sol por las tardes. Nuevamente, se colocan en la zona o línea de goteo. En los cultivos por hilera se colocan en la misma línea de cultivo. Hay que tener cuidado y no poner las estaciones en lugares obstruidos por ramas o ramaje denso, o que el tensiómetro queden fuera del alcance del aspersor.



## **INSTALACIÓN DE IRROMETERS EN RIEGO POR GOTEO**

En el riego por goteo, los tensiómetros IRROMETER se colocan normalmente al lado del árbol donde da el sol, en la zona o línea de goteo. Debe asegurarse que los tensiómetros IRROMETER se instalen a una distancia entre 12-18" (30-45 cm) del emisor de goteo (entre 24-36" [60-90 cm] del micro-aspersor) para asegurar que se encuentran en el área de riego. En árboles recién plantados, el tensiómetro superficial se coloca dentro de la zona radicular, sin importar donde se encuentren los emisores. En cultivos por hilera, el tensiómetro IRROMETER debe colocarse en la línea del cultivo. Instrumentos adicionales pueden ser utilizados para medir el movimiento de agua en el suelo, en puntos alejados de los emisores. No obstante, los instrumentos de control deben estar en puntos representativos a una distancia de entre 12-18" (30-45 cm) del emisor y en el área radicular de las plantas.

## Instalación

Es imprescindible que haya buen contacto entre la parte enterrada del tensiómetro (especialmente la punta de cerámica) y el suelo para obtener lecturas precisas.

Si el orificio de instalación es de mayor diámetro que del tensiómetro, penetraría aire o agua por el espacio libre suministrando falsas lecturas. Estas lecturas son más altas si entra aire y más bajas si entra agua. A continuación le daremos indicaciones prácticas para evitarlo.

En un suelo suelto podemos colocar tensiómetros IRROMETER cortos, simplemente empujándolos con la mano sin presionarlos demasiado. Así, simplemente obtendrá un buen contacto con el suelo sin estropear las estructuras del suelo o del sistema radicular.

Sin embargo, en la mayor parte de los casos es necesario perforar un agujero antes de hacer la instalación. Aunque los tensiómetros IRROMETER se pueden instalar en cualquier momento, usualmente es más fácil preparar el agujero cuando el suelo esté húmedo.

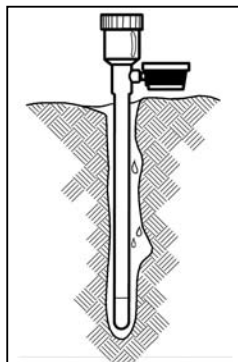
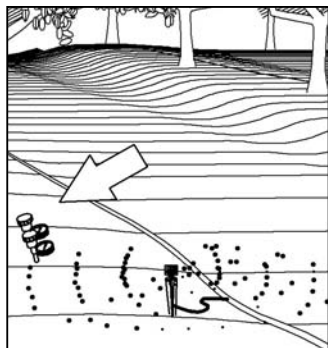
El diámetro del tubo es de 7/8" (22 mm). Una varilla de acero de 7/8" (22 mm) con punta o un pedazo de tubo galvanizado de 1/2" normalmente son las herramientas de instalación más convenientes. Estas hacen el agujero al tamaño exacto del tensiómetro IRROMETER y aseguran un excelente contacto con el suelo minimizando disturbios a las raíces o estructura del suelo. Haga el agujero a la profundidad exacta que se instalará la punta cerámica. Evite perforar el agujero a una profundidad mayor, porque esto permite que se acumule agua y aire debajo de la punta y afecta la precisión del instrumento.

Una variedad de herramientas para instalación están disponibles, las cuales hacen más fácil la instalación en suelos duros o rocosos y más profundos. Para suelos muy gruesos o de grava, un agujero mas grande como de (1 - 1.5" [25 - 32 mm]) puede ser necesaria para prevenir daños a la membrana del sensor. En este caso, haga un agujero a la profundidad deseada y forme una mezcla espesa con tierra suelta y un poco de agua, use la mezcla para rellenar el agujero y luego instale el sensor. Esto "comprimiera" el sensor para garantizar un ajuste perfecto.

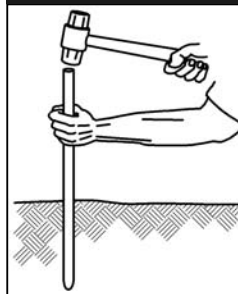
Después de instalar los instrumentos a la profundidad apropiada, la superficie del suelo o tierra suelta, se debe amontonar alrededor del tubo de plástico; Se amontona de 3 - 4" (7.5 - 10 cm). Esto asegura un buen contacto entre el suelo y el instrumento, esto también genera un sentido de drenaje llevando el agua superficial en la dirección contraria del tensiómetro IRROMETER.

*NOTA: En suelos muy ligeros (arenosos) el agujero de acceso se puede perforar a 2" (5 cm) menos que la profundidad de instalación. Solo derrame agua al agujero, introduzca el tensiómetro y presiónelo hacia abajo apoyándose en la tapa (NO DEL MANÓMETRO) para hacer que baje las 2" (5 cm) faltantes. Esto ayuda a establecer un contacto completo entre la punta y el suelo.*

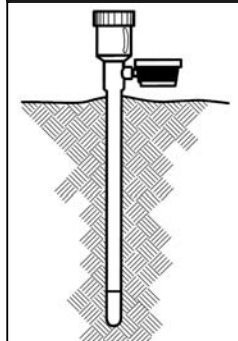
Maneje los instrumentos con cuidado al colocarlos o extraerlos del suelo. No ejerza presión sobre la conexión del manómetro y el tubo del tensiómetro. Al introducir los instrumentos en el agujero, conviene empujar sobre la parte superior del mismo sin provocar esfuerzos laterales. Al quitarlos de su lugar, debemos girarlos un poco para que pierdan su adherencia al suelo, luego tomarlos por el tubo y estirarlos hacia arriba lo más recto posible hasta que salgan. *NOTA: Si tiene tensiómetros con cerámica de rosca, siempre gírelos*



**Mala Instalación**



**Entierre a la Profundidad Exacta de la Punta**



**Instalación Correcta**





en dirección de las manecillas del reloj para evitar aflojar la punta. No es conveniente darle movimiento de vaivén ni de palanca para su desprendimiento, ya que esto puede provocar roturas en la unión de la punta de cerámica con el tubo.

Al pedir tensiómetros, especifique instrumentos de una longitud adecuada para el cultivo y sistema de riego. Debe haber un espacio mínimo de 1" (2.5 a 3 cm) entre la parte baja del manómetro y el suelo. Esto permite que el diafragma del manómetro se contraiga o expanda libremente de acuerdo con las fluctuaciones de temperatura. No deben quedar expuestos más de 6" (15 cm) del tubo principal para evitar daños.

En algunos casos es deseable instalar los tensiómetros en ángulo. Esto permite que la punta se coloque a una profundidad específica sin tener expuesta una mayor parte del tensiómetro. En huertos ayuda a que la parte expuesta del instrumento se mantenga debajo de la copa de los árboles, donde tendrá mayor protección. Los instrumentos pueden

inclinarse a ciertos ángulos para hacer más fácil su instalación – consulte a la fábrica para mayores detalles. Siempre instale el instrumento de modo que el manómetro quede hacia abajo.

Una vez colocados los aparatos en su sitio, hay que llenar el depósito con líquido IRROMETER y extraer todo el aire que se encuentra en el tubo y la punta del instrumento. Ver página 9, "Servicio en el Cultivo"

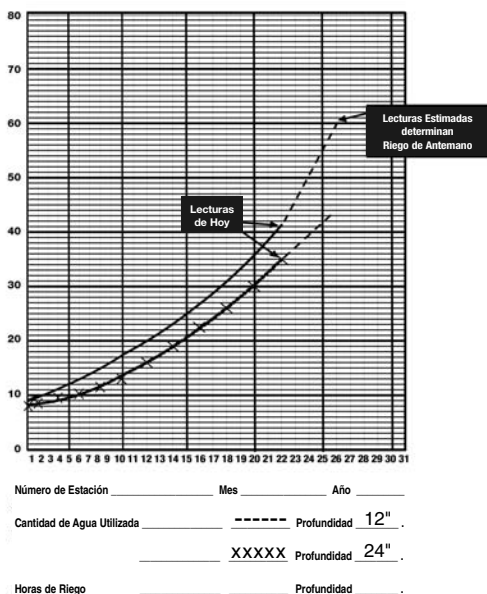
La instalación de los tensiómetros IRROMETER perturba hasta cierto punto la estructura del suelo y del sistema radicular. A pesar de esto, en la mayoría de los suelos los tensiómetros IRROMETER dan una medida precisa del contenido de humedad a las pocas horas de ser instalados. En suelos rocosos o cuando se ha hecho un agujero muy grande para su instalación; habrá que esperar a que después de un riego o dos se haya asentado el suelo alrededor del aparato, entonces obtendremos lecturas correctas. La completa eliminación del aire que se encuentra en los instrumentos durante los tres a seis primeros días después de la instalación, asegura la máxima sensibilidad y precisión del tensiómetro.

## Las Gráficas de IRROMETER

Igual que un termostato sirve de guía para el control de temperaturas en casas o en los motores de vehículos, los tensiómetros IRROMETER le proveen una guía para mantener la humedad adecuada del suelo en sus cultivos. Es necesario saber cuánto y cuándo regar, para mantener la humedad dentro de los niveles deseados. Esto requiere de una planificación previa, basada en los riegos efectuados en temporadas anteriores y los registros de lecturas con tensiómetros.

Las graficas de IRROMETER proveen el método más simple de como registrar lecturas para este propósito. Los formularios especiales de bolsillo están

incluidos con cada unidad de servicio IRROMETER. Puede apuntar lecturas directamente en el cultivo. Las curvas resultantes le proveen una imagen de las oscilaciones rápidas de humedad en el suelo a través de toda la zona de raíces. El "Ajuste de cambios" es en muchas ocasiones la mejor



indicación de **CUANDO** regar. Si las lecturas escalan de 10-15 cb (kPa) en unos pocos días, el suelo se está secando rápidamente. Por lo tanto, las gráficas proveen un archivo original con una cantidad mínima de trabajo; facilitándole al productor o gerente proyectar curvas de humedad en el suelo por temporada, área de riego, y planeamiento de irrigaciones con anticipación. Usando las gráficas anteriores como referencia, es posible mantener el contenido de humedad deseable año tras año y para cada área. Las gráficas son un factor muy importante en el control de riego IRROMETER, se recomienda mantenerlas al día.

**Las gráficas también son útiles para registrar la información de lluvia, aplicaciones de fertilizante y condiciones meteorológicas inusuales. Al anotarlos junto con las lecturas de humedad, tendrá un registro valioso para futuras referencias.**

**El uso de un registrador de datos (datalogger) hace que la toma y archivo de los mismos sea fácil y automática. Los tensiómetros IRROMETER están disponibles con salidas electrónicas para su uso con estos dispositivos.**

## **Toma de Lecturas**

La frecuencia para tomar lecturas depende de la rapidez que toma el suelo en secarse. En suelos arenosos y con climas cálidos, se deben tomar de dos o tres veces por semana. En contraste, en climas moderados, será suficiente una vez por semana o incluso; menos si el clima es algo húmedo. No obstante, la práctica después de algunos ciclos de riego es la que indica la frecuencia con que se deben realizar las lecturas. Es aconsejable hacer dos lecturas, una inmediatamente antes y otra inmediatamente después de regar. Con esto obtendremos los valores máximos y mínimos.

En zonas donde haya variaciones diarias de temperatura, la toma y archivo de lecturas se deben realizar temprano por la mañana. Especialmente cuando el consumo de agua es alto. Las lecturas suben durante el día y bajar durante la noche. Es por hecho, que lecturas tomadas temprano por la mañana son normalmente más precisas. De unos golpecitos muy suaves en la esfera del manómetro antes de tomar las lecturas, para que la aguja se mueva un poquito. Con el movimiento de la aguja sabremos si el suelo se está secando o absorbe humedad.

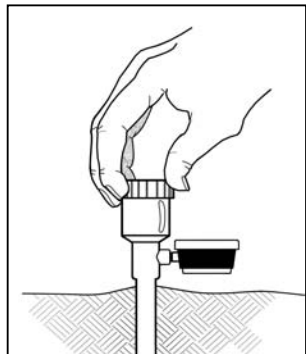
Normalmente el servicio del tensiómetro se efectúa al mismo tiempo que se toman lecturas. Siempre se deben tomar lecturas antes de hacer el servicio.

## **Servicio en el Cultivo**

Cuando el suelo pierde humedad, el líquido del tensiómetro tiende a salir de éste a través de la punta de cerámica, con lo cual desciende el nivel en el interior y se produce un vacío en el tensiómetro IRROMETER. Por el contrario, cuando la humedad del terreno aumenta, este vacío hace que entre agua en el tubo, a través de la misma punta, con lo cual se establece de nuevo el equilibrio. No obstante, cada vez que ocurre esto entra un poco de aire y se deposita en la parte superior del tubo. Esto provoca que la respuesta del aparato a las variaciones de humedad sea lenta y que su lectura sea más baja de lo normal.

El propósito de efectuar el 'servicio' a los tensiómetros, es eliminar el aire atrapado para mantener la exactitud óptima del instrumento. Este servicio es simple y consiste en solo desenroscar la tapa que permite que el aire escape. El aire está sustituido por parte del líquido que se encuentra en el depósito. Debe reemplazarse el líquido del depósito cada vez que sea necesario.

Para realizar el servicio, desenrosque la tapa, teniendo cuidado y haciendo un poco de presión hacia abajo, para que la descompresión en el aposento se realice lentamente y la aguja del manómetro no retroceda bruscamente, si es que está en posición avanzada. Tanto la tapa como el tapón de Neopreno



están diseñados de tal manera, que esta operación se realiza con suma facilidad. Una vez puestos en comunicación el depósito de reserva con el tubo del aparato, pasará el líquido de aquél a éste, eliminando el aire. Una vez conseguido esto vuelva a cerrar la tapa, para lo cual no es necesario apretar mucho la rosca. Basta con girar 1/4 de vuelta, una vez que el tapón de Neopreno haya tocado el asiento. Al no apretar mucho la tapa, se prolonga la elasticidad del tapón de caucho. Si el caucho llegara a endurecerse hay que sustituirlo por otro.

La frecuencia con que ha de realizarse el “servicio” depende del estado de humedad que se mantenga en el suelo. Si éste permanece constantemente húmedo entrará muy poco aire y la frecuencia de “servicio” será menor. En cambio, si el suelo llega a secarse mucho, la cantidad de aire que entrará será mucho mayor y tendremos que hacer el “servicio” con mayor frecuencia. Las lecturas máximas que el manómetro puede llegar a marcar son del orden de 85. A este nivel entra una gran cantidad de aire por lo que el “servicio” y rellenado del depósito de reserva debe hacerse aproximadamente una vez por semana. Si no se realiza el servicio, eventualmente toda el agua saldrá del instrumento y se perderá el vacío, dando una lectura “FALSA” de cero.

Para la mayor parte de aplicaciones en el campo, se precisa un rellenado del depósito menos frecuente y se obtienen resultados satisfactorios haciendo el “servicio” solo cuando se vea aire en la porción del instrumento que está por encima del suelo. El servicio se efectúa cuando las lecturas del manómetro hayan disminuido después de regar.

En trabajos de investigación se obtiene la máxima exactitud y sensibilidad si el mantenimiento de los instrumentos se lleva a cabo a intervalos de pocos días. También se recomienda este modo de actuar para su empleo en terrenos salinos, lo que asegura que casi todo el movimiento del fluido sea hacia afuera. De esta forma se reduce la cantidad de sales solubles que se introducen en el instrumento proveniente del terreno después de un riego.

Siempre que los tensiómetros IRROMETER se mantengan en posición vertical, la junta existente en el manómetro evita que el aire se introduzca en él, aún cuando se descuide el mantenimiento durante períodos de tiempo prolongados. Sin embargo, algo de aire puede acumularse en los poros de las puntas cerámicas o en las paredes de plástico, por lo que deberá emplearse la bomba manual de vacío, en el campo, cada 30 a 60 días. Particularmente en el caso de instrumentos instalados en un ángulo. Esto debe hacerse para asegurar que los instrumentos están totalmente libres de aire. El golpear ligeramente el depósito mientras el instrumento se mantiene bajo el vacío, es útil para hacer que se desprendan las burbujas de aire.

Al utilizar la bomba manual de vacío en el campo, hay que asegurarse que exista una considerable humedad en el terreno a la profundidad de la punta cerámica. Debe hacer el vacío solamente durante algunos segundos (Si aplica el vacío mientras el terreno está seco o estando húmedo se prolonga demasiado, se aspirará aire hacia el interior del instrumento).

El mantenimiento sistemático es esencial para mantener la exactitud y la respuesta rápida del instrumento al riego. Si esto se realiza justo después de tomar las lecturas, el tiempo extra que requiere será mínimo. Siempre tome las lecturas antes del servicio.

### **Bomba Manual de Succión**

La bomba posee una copa universal que se adapta a todos los modelos estándar de tensiómetros IRROMETER. Quite la tapa del tensiómetro IRROMETER y conecte la bomba manual de vacío. Cinco o seis bombeos rápidos darán una lectura del manómetro de 80 a 85, que es el vacío máximo. En estas condiciones la bomba quedará adherida al instrumento sin necesidad de sujetarla. Esto es



*Eliminación de Aire*

muy conveniente, ya que de esta forma queda libre una mano para hacer desprender las burbujas de aire, golpeando ligeramente el tubo principal. *Vea las "NOTAS" en la página tres en relación a los tensiómetros LT, MLT y RSU.*

Al romper el vacío, se procede siempre con lentitud para evitar choques o retrocesos bruscos de la aguja del manómetro. La bomba de vacío viene adaptada con una válvula de escape en la base de la copa, para permitir una liberación lenta de vacío. "Para utilizar la válvula, empuje la punta en cualquier dirección."

Para efectuar una limpieza periódica a la bomba, desármela y enjuague todas las partes con agua limpia. Después de secar todo, lubrique la válvula de bola con un lubricante de silicón en aerosol.

*NOTA: Vea la opción "Bomba de Prueba" en la página 18.*

## Protección de los Tensiómetros IRROMETER

Protegiendo los instrumentos se protege la inversión que ellos representan. Es conveniente tener presentes los siguientes puntos:

1. Evitar daños accidentales a los instrumentos como resultado de los trabajos de campo.
2. Facilitar la toma de lecturas manteniendo limpio el cristal del vacuómetro.
3. Evitar el crecimiento de algas al mantenerlos protegidos de la luz solar.
4. Proporcionar medidas de protección contra las heladas. En zonas donde las temperaturas descienden pocos grados, por debajo del punto de congelamiento durante cortos periodos, la protección de los instrumentos posibilita el mantenerlos en el campo durante todo del invierno. En este caso deberá ponerse alrededor del instrumento lana mineral, paja u otro material aislante.
5. Minimizar las fluctuaciones de la temperatura que tienen un ligero efecto sobre las lecturas del manómetro.

En plantaciones de árboles o en otras instalaciones permanentes en las que se emplea el riego por surcos o por inundación, se recomienda emplear trozos de tubo de acero, cemento, PVC, o cajas de madera. La cubierta puede ser un saco de fertilizante impermeable o una tapa de madera.

Para su empleo en pastizales o potreros, los tensiómetros IRROMETER deben protegerse con un tubo de acero o cemento y los instrumentos deben instalarse en ángulo de forma que las puntas vayan más allá de la cubierta de protección.

Siempre que se instalen tensiómetros IRROMETER, se aconseja señalarlos claramente con una bandera o estaca para disminuir el peligro de daños accidentales, y para localizarlos fácilmente al hacer lecturas.

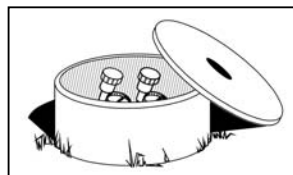
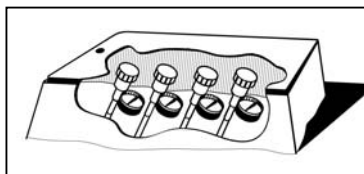
## Comenzando la Irrigación

Es imposible dar instrucciones específicas sobre cuando comenzar el riego para todos los cultivos, suelos, condiciones climatológicas y métodos de riego. Se puede conocer el mejor momento para comenzar a regar en un cultivo particular con condiciones locales específicas, siguiendo las indicaciones de las gráficas que se generen después de algunos ciclos de riego. Si no se ha empleado el control por medio de los tensiómetros IRROMETER, como punto de partida, se dan las siguientes sugerencias:

Para la mayoría de cultivos, generalmente se recomienda comenzar el riego a lecturas del



Válvula de Alivio



manómetro aproximadas a 50 cb (kPa) **(excepto en el caso de riego por goteo u otro sistema de riego de bajo volumen – ver abajo).**

Para hacerlo de una manera apropiada, probablemente necesitará permitir una reserva de humedad en el suelo como factor de seguridad, ya que pocos agricultores pueden esperar hasta el último minuto para regar. Los valores siguientes son típicos de ajustes de tratamiento de riego, hechos para cumplir condiciones individuales.

En climas calurosos y secos, el riego para la mayoría de cultivos comienza a las siguientes lecturas del manómetro:

10-35 en suelos arenosos, 30-50 en suelos medios o francos, 50-60 en suelos de textura fina (arcillosos).

En climas fríos o húmedos es aconsejable, en muchos casos, retrasar los riegos hasta que las lecturas sean de 10 a 15 unidades superiores en cada caso.

**El sistema de riego por goteo se basa fundamentalmente en aplicar al suelo volúmenes pequeños y frecuentes de agua, de modo que el agua se mantenga a un nivel constante a disposición de la planta. La forma para obtenerlo, la aguja del manómetro situado a 12-18" (30-45 cm) del emisor, deberá mantener una lectura de 3-20 cb (kPa), lo cual indica que el nivel del agua en el suelo se encuentra muy cerca del valor total de capacidad. Esto asegura el movimiento de agua en forma frontal y vertical.**

En el caso donde el emisor moja toda la zona de raíces, árboles, o plantas recientemente plantadas, es **IMPORTANTE** que el suelo no sea saturado (lecturas en el manómetro de [0-5 cb [kPa]] durante largos períodos de tiempo.

Es posible mantener algunos cultivos en suelos finos a lecturas más elevadas y obtener rendimientos. Sin embargo, no sabemos de ningún caso en que los rendimientos hayan aumentado a causa de empezar la irrigación con lecturas más elevadas durante el período de desarrollo vegetativo. Por otra parte, existe evidencia contundente de que esta práctica resulta en pérdidas substanciales, de rendimiento y retrasos fructíficos en la mayoría de los cultivos.

En todo caso, los ajustes ya descritos no deben ser confundidos con la "Calibración de Suelo" que es necesaria para otros métodos similares que miden la humedad del suelo. El propósito de estos ajustes es mantener disponible la humedad en el suelo a niveles adecuados, de acuerdo a las necesidades de cada cultivo y para permitir un factor de seguridad en caso se atrase el riego. Esto es indispensable para cualquier método de control de riegos. El uso de "Calibración de Suelos" solo agrega complicaciones.

*Nota: La directriz humectante del suelo y la norma de cambio de sus valores puede ser tan importante como las lecturas en sí al tomar decisiones de riego, tal como se discutió en la sección "Las Gráficas de IRROMETER."*

## **Precisión de los Tensiómetros IRROMETER**

Estudios exhaustivos realizados por científicos especialistas en suelos, han demostrado que los instrumentos tipo tensiómetro IRROMETER proporcionan el más exacto y más sensible método de medición de la humedad del suelo, en la escala de valores en que la mayoría de cosechas se cultivan. De hecho, se emplean ampliamente como instrumentos de referencia para analizar la exactitud de humedad del suelo determinadas por otros métodos. Las más ligeras variaciones en la humedad del suelo que resultan por el tipo de suelo o la densidad de raíces u otros factores, variaciones demasiado pequeñas para ser fácilmente medidas por otros métodos, son automáticamente evaluadas y registradas en el manómetro del tensiómetro IRROMETER. Estas características son muy valiosas en las investigaciones donde se demandan cálculos precisos en la humedad del suelo.

Sin embargo, la misma exactitud de control puede ser impráctica o innecesaria en algunas condiciones del cultivo. Por ejemplo, si la finalidad es de comenzar el riego a una lectura de 50 cb (kPa), es de esperar que existan variaciones de 10 a 15 cb (kPa) en ambas direcciones en lecturas

de los instrumentos en diferentes zonas, esto se debe a la gran sensibilidad del tensiómetro IRROMETER. La humedad del suelo todavía se mantendrá dentro de la escala de valores para un óptimo crecimiento del cultivo. Incluso pueden tenerse variaciones mayores durante cortos períodos sin pérdidas de rendimiento o calidad.

La exactitud del manómetro es de un +/-3% entre 10-25, 75-100 cb (kPa), y de un +/- 2% entre 25-75 cb (kPa) centibares.

## Interpretando Lecturas de los Tensiómetros IRROMETER

El tensiómetro IRROMETER mide directamente energía– esto es, el esfuerzo que las raíces deben realizar para extraer la humedad del suelo – mientras que otros métodos miden la cantidad total de humedad del mismo y la convierten a energía de las raíces, para cada tipo de suelo, mediante gráficas de calibración. No hay lugar a dudas que el tensiómetro IRROMETER necesita de una unidad de medida enteramente diferente para leer la humedad del suelo.

El indicador del tensiómetro IRROMETER está graduado de 0-100, donde cada unidad representa una centésima de atmósfera. Las unidades de medida son centibares o kilo pascales. Por ejemplo, una lectura del manómetro de 50 cb (kPa) representa aproximadamente 1/2 atmósfera o aproximadamente 7 libras de presión negativa (vacío). Esta lectura es una medida directa, mostrando la magnitud en que debe trabajar el sistema radicular para extraer agua del suelo. Si esto parece complicado, considere las lecturas del tensiómetro IRROMETER como las de un termostato y planifique los riegos en forma tal que se mantengan los estados de humedad del suelo dentro de la escala de valores deseada (la zona de desahogo de las plantas).



### Porcentaje Promedio de Humedad para Sistemas Radiculares Normales

1er Cuarto – 40%

2do Cuarto – 30%

3er Cuarto – 20%

4to Cuarto  
10%

*NOTA: Los tensiómetros IRROMETERS de baja tensión (LT y MLT) tienen un indicador de 0-40 cb (kPa). Esto provee una mejor resolución en el rango de mayor humedad en la gama de agua del suelo.*

## Irrigación usando Tensiómetros IRROMETER

Las gráficas facilitan la determinación de cuándo y cuanto hay que regar después de una lluvia. La mayoría de agricultores encuentran sorprendentes las diferencias de penetración en diferentes zonas de riego, el resultado a variaciones en la topografía y el tipo de suelo. Incluso en las mismas zonas, las velocidades de infiltración a menudo varían considerablemente, depende de que tan reciente se haya cultivado el terreno y de lo húmedo que se encontraba en el momento de caer la lluvia.

Lo primero en marchitarse son las raíces. En el momento en que las hojas indican estrés, el crecimiento de la planta se ha disminuido o detenido. A menos que el estrés sea severo, el crecimiento volverá a comenzar después de un riego, pero habrá pérdidas de retraso en producción y madures. Por esta razón, la mayoría de investigadores recomiendan comenzar los riegos mucho antes de que exista evidencia de estrés.

Hay que asegurar el mantenimiento de humedad adecuada del suelo, en la zona vital de las raíces absorbentes. Nótese que alrededor de un 70% de las necesidades de humedad de las plantas es absorbido por la zona de arriba de las raíces. Una adecuada humedad en la zona inferior de las raíces ayuda a superar periodos pasajeros de agotamiento pero no es suficiente para promover el máximo

crecimiento. Los tensiómetros IRROMETER instalados a dos o más profundidades, registran los estados de humedad del suelo en diferentes niveles de las raíces y proporcionan de esta forma un cuadro más exacto del perfil de humedad, que el que proporcionan muestras de suelo tomadas con un tubo o con un taladro.

Con cultivos por estación dedicados a la obtención de semillas o frutos, se aplica la misma recomendación anterior durante el período de crecimiento vegetativo. Por ejemplo, las investigaciones han demostrado que los rendimientos del maíz se reducen por períodos cortos de estrés, especialmente en el período desde la siembra hasta que el grano empieza a endurecer. Con algunos de estos cultivos, los trabajos de investigación indican que debería reducirse el riego durante el período de maduración. La cantidad en que se reduce el riego varía con el cultivo y las condiciones climatológicas.

Con cultivos por estación, se pueden esperar notables mejorías desde el primer año de control con el tensiómetro IRROMETER. Con cultivos perennes y de árbol que estén en condiciones pobres, las mejorías pueden tardar más. En cualquier caso, la conclusión es que el control con tensiómetros IRROMETER, elimina la variable más importante que afecta a la producción: el riego. Esto le permite concentrarse en mejorar otras prácticas de cultivo que pueden ser necesarias para mejorar la producción.

Finalmente, si los riegos se han realizado por métodos "aproximados" basados en el calendario, acres, cosecha, años, o por cualquier otro concepto anticuado existente, hay que estar preparados para realizar cambios radicales. El grado de cambio que experimente será en gran parte un índice al grado de mejoría. Usted puede depender de la veracidad de sus tensiómetros IRROMETER para hacer estos cambios.

## **Finalizando la Irrigación**

Tan pronto como el agua de riego se introduce en la punta cerámica, las lecturas del manómetro descienden. Hay que detener el riego cuando las lecturas en los instrumentos más cortos bajan de 0-15 cb (kPa) y las de los instrumentos de 36-48" (90-120 cm) descienden a valores de 10-15 cb (kPa). No es necesario regar hasta que las lecturas desciendan a 0 cb (kPa). En suelos con drenaje pobre, es aconsejable detener el riego a lecturas de aproximadas a los 30 cb (kPa), para evitar un posible encharcamiento del terreno.

Las lecturas del manómetro deben comenzar a aumentar tan pronto como el agua se haya filtrado al subsuelo y las raíces empiecen a absorber humedad. Lecturas continuas en la zona de 0-20 cb (kPa) indican un drenaje pobre y un suelo saturado. Deben detenerse o reducirse los riegos hasta corregir este estado.

## **Encharcamientos**

Cuando hay poco drenaje en los cultivos, se emplean tres tensiómetros IRROMETER por estación en las zonas críticas. El tercer instrumento es de mayor longitud y normalmente llega por debajo de la zona de raíces, proporcionando un control continuo de la capa freática y ayudando a evitar el exceso de riego y los suelos inundados.

## **Aumento en Ganancias**

Hay que investigar la posibilidad de cómo emplear el control con tensiómetros IRROMETER para aumentar la densidad de plantas por acre de su cultivo en particular. Varias estaciones experimentales agrícolas han demostrado que esto es posible con ciertos cultivos, siempre y cuando se aumenten asimismo la fertilización y riego. Por ejemplo, con el maíz al aumentar solo la fertilización no produciría beneficio alguno, pero en conjuntos con un incremento de control de riego al mismo tiempo, los rendimientos se doblarían al por mayor.

El control de riego es beneficioso, tanto para aumentar la calidad y asegurar madures temprana, como para incrementar rendimientos. Los tensiómetros IRROMETER se emplean extensamente en el Departamento

de Agricultura de Los Estados Unidos (USDA), en las estaciones experimentales estatales y por grandes agricultores comerciales de frutas, sobre todo cítricos, verduras, caña de azúcar, tabaco y otros cultivos. En un proyecto con maíz dulce, los rendimientos aumentaron y el cultivo estaba listo para mercadeo dos semanas más temprano; solo aumentando fertilización y manteniendo la humedad necesaria durante el periodo crítico de crecimiento.

Continuamente recopilamos datos relacionados al progreso en estos estudios. Esta información está disponible para el que la solicite.

## Ahorro de Agua y Energía

Se recomienda nunca reducir la humedad del suelo por debajo de las condiciones óptimas e indispensables para el crecimiento de la planta, con el solo fin de ahorrar agua. El uso apropiado de tensiómetros IRROMETER le permite eliminar conjeturas al momento de programar su riego y usualmente resulta en una reducción en el costo del mismo.

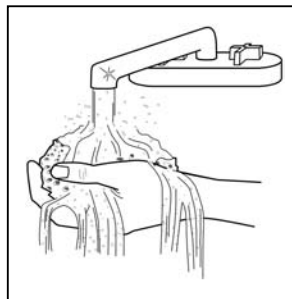
Humedecer el suelo, puede compararse a la absorción de agua en una esponja. La esponja solamente retiene una cantidad de agua determinada y absorberá el agua en pocos segundos. Colocándola bajo la llave del agua durante una hora no conseguirá que absorba más agua o que mantenga esta agua durante más tiempo. Los suelos tardan más en absorber el agua, pero funcionan bajo el mismo principio. Cualquier exceso de agua que se aplique, se desperdicia por percolación profunda o por escorrentía. El mayor desperdicio se debe por lo general a la percolación profunda, porque esta pérdida es invisible.

Probablemente el mayor ahorro en agua obtenido por el control con tensiómetros IRROMETER, proviene del ahorro de riegos innecesarios o excesivos. Muchos agricultores descubren que con anterioridad habían regado con exceso en cierta zona, mientras que en otras no habían regado lo suficiente. La corrección de estas situaciones – empleando el agua donde, cuando, y en la cantidad necesaria – a menudo da como resultado un ahorro de agua sorprendente. Sin embargo, no es raro descubrir que en algunas zonas, durante algunos períodos de tiempo, se necesita más agua.

En suelos que poseen una velocidad de infiltración muy baja, la llegada del agua al nivel de la punta cerámica en un instrumento “profundo,” puede tener lugar después de dos o tres días. Por consiguiente, la caída de las lecturas del manómetro puede retrasarse. Con estas condiciones, puede obtenerse un ahorro substancial de agua aplicando la mitad del agua empleada con anterioridad y esperando a ver si ésta cantidad hace bajar las lecturas del manómetro en los tensiómetros “profundos” hasta la capacidad de total del suelo, en lugar de seguir regando hasta el momento en que la penetración se registre en el manómetro. La experiencia obtenida en dos o tres ciclos de riego, indicará la cantidad de agua mínima necesaria para asegurar una penetración a la zona inferior radicular. También se ahorra agua en estas situaciones, cuando el suelo se comienza a regar y aun hay una cantidad de humedad considerable. El agua penetra más rápidamente en suelos húmedos que en suelos secos, por lo tanto se requiere menos agua para humedecer la parte inferior del sistema radicular.

Normalmente, se ve que las lecturas del manómetro “superficial” suben mucho más rápidamente que las del manómetro “profundo,” debido a que la planta emplea mayor cantidad de agua en la zona de raíces absorbentes y hay efecto de evaporación superficial. Si las lecturas del manómetro profundo indican que a este nivel existe una humedad adecuada; Se ahorra agua usando solamente la suficiente para hacer descender las lecturas en los instrumentos “superficiales”.

Bajo algunas condiciones, también se ahorra agua regando surcos alternos, por lo menos durante una parte de la temporada de riego.





En ejidos con mucha pendiente y ondulaciones, colocando unos tensiómetros IRROMETER en los lugares altos y bajos, frecuentemente indican fuentes insospechadas de corrientes subterráneas o drenaje del subsuelo. La reducción substancial o incluso la suspensión del riego en las partes inferiores durante algunos períodos de tiempo, a menudo da como resultado un considerable ahorro de agua y al mismo tiempo mantiene un mejor contenido de humedad en el suelo; adecuado para el crecimiento del cultivo.

En los suelos rocosos o con mucha grava, el muestreo frecuente del suelo es a menudo impráctico o de costo gigantesco. Sin embargo, estos suelos son los que más necesitan de un control de riego. Se secan rápidamente en tiempo cálido y para asegurar la humedad adecuada, normalmente se desperdicia mucha agua debido a la infiltración profunda o a causa del riego "por adivinanza." Trazando lecturas IRROMETER frecuentemente o incluso diario, a menudo resultan en ahorros materiales de agua y mejorías en las condiciones de humedad para el crecimiento óptimo de las plantas.

En muchos casos, el valor del control con tensiómetros IRROMETER va más allá del ahorro monetario en el costo del agua. Hace que se consiga más con menos agua y de esta forma ahorra en la inversión necesaria para el desarrollo de nuevas fuentes de suministro.

## **Preguntas Frecuentes**

Las siguientes respuestas contestan preguntas que a menudo se presentan cuando se utilizan por primera vez los tensiómetros IRROMETER.

### **LOS INSTRUMENTOS SIEMPRE MARCAN CERO**

El suelo está saturado debido al riego, lluvia o drenaje deficiente.

El instrumento no tiene agua o ha perdido succión debido al nivel bajo de agua en el tubo. Rellene el tensiómetro IRROMETER.

Compruebe la calibración del manómetro y llene el tensiómetro IRROMETER (la aguja del manómetro deberá dar una lectura de 80 – 85 para tensiómetros R y SR y menos para LT y MLT, después de aplicar el vacío con la bomba manual de succión).

### **LOS INSTRUMENTOS NO PARECEN MARCAR EL VERDADERO CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO**

Esta es la pregunta más frecuente. Casi invariablemente se debe a que la verdadera humedad del suelo es muy diferente a lo que se pensaba antes de instalar los tensiómetros. La toma de muestras de suelo con un barreno o pala a 6" (15 cm) de un tensiómetro IRROMETER y a la misma profundidad que la punta cerámica, usualmente demuestra que las lecturas del instrumento son precisas. *Vea las secciones acerca de "Manómetro" y "El Cuidado de las Puntas de Cerámica" en la página 17.*

### **LOS INSTRUMENTOS NECESITAN SERVICIO DE AGUA FRECUENTEMENTE**

Generalmente esto indica falta de riego, si las lecturas del tensiómetro permanecen en valores altos por un período de varios días. Otras causas ocasionales pueden ser:

Instalación incorrecta – El suelo no está adecuadamente apretado alrededor del instrumento.

Pérdidas por la junta de la cubierta. Si el tapón de caucho se ha endurecido, hay que reemplazarlo.

Fugas en el punto de conexión con manómetro.

### **LOS INSTRUMENTOS RESPONDEN LENTAMENTE A LOS RIEGOS**

Normalmente, esto se debe a una velocidad lenta de infiltración a según el tipo de suelo. Hay que asegurarse que los instrumentos estén llenos de líquido especial IRROMETER y libres de aire.

*Ver Sección "Servicio en el Cultivo" page 8.*

Las puntas cerámicas están parcialmente tapadas por la formación de sales. *Ver Pagina 17, "El Cuidado de las Puntas de Cerámica".*

El movimiento del manómetro es irregular debido a daños menores. Golpee ligeramente el manómetro antes de tomar lecturas. Si los tensiómetros IRROMETER tienen varios años de uso o si las puntas

se han secado al sacarlas frecuentemente del suelo, se recomienda un reacondicionamiento por la fábrica de Irrrometer Company. Por un bajo costo la punta del IRROMETER, la tapa y el tapón serán reemplazados. El tensiómetro IRROMETER se le regresará como nuevo.

## GRANDES VARIACIONES EN LA ESCALA DE CAMBIO DE LAS LECTURAS DE LOS INSTRUMENTOS

Esto es de esperar. Casi todos los nuevos usuarios descubren sorprendentes variaciones en el contenido de humedad del suelo en distintas zonas, debido a la topografía y a los distintos tipos de suelo. Esta es la razón por la que es necesario emplear un número adecuado de instrumentos para tener un control eficaz del riego. El intentar controlar el riego sobre la base de una información inadecuada puede causar confusión en vez de ayudar.

### **Almacenaje de los Tensiómetros IRROMETER – Cuando no se Emplean**

Cuando los tensiómetros IRROMETER se emplean de forma continua, como en los cultivos de árboles en climas moderados, funcionan durante años sin ninguna atención, excepto con el mantenimiento rutinario. Los pocos problemas de funcionamiento que se han experimentado, casi todos han tenido lugar con instrumentos que habían sido usados intermitentemente y habían sido almacenados incorrectamente. Por consiguiente, las recomendaciones siguientes son muy importantes.

1. Al finalizar la temporada de cultivo, quite inmediatamente los instrumentos del terreno. Esto evitará los depósitos de sales en la punta cerámica y que los indicadores se peguen.
2. Nunca deje la punta cerámica secarse parcialmente en el aire. Puntas cerámicas que se secan en el aire normalmente se obstruyen seriamente y requerirán remplazo por la fábrica. Al sacar del terreno un tensiómetro IRROMETER, prepare un recipiente con 4" (10 cm) de arena completamente saturada. Después de retirar un instrumento del terreno, inmediatamente desenrosque la tapa e inserte la punta cerámica en la arena para su transporte.
3. Vea las instrucciones de almacenamiento en seco (próxima página). Transporte los instrumentos al área de taller y comience por sacar todo el fluido que se encuentra en el tubo. Luego siga las instrucciones de limpieza enumeradas bajo la sección de almacenamiento en seco.

### **ALMACENAJE TEMPORAL**

Si hay que almacenar los instrumentos solo durante algunas semanas se recomienda el almacenaje "húmedo." Llene y tape los instrumentos.

Limpie el exterior de las puntas cerámicas con una toalla húmeda y sumerja en líquido especial IRROMETER en una cubeta de plástico o recipiente de vidrio.

No los almacene en vasijas oxidadas o grasosas. Hay que mantener el nivel en el cubo lo suficientemente alto como para mantener las puntas siempre completamente sumergidas. Si se evapora parte del líquido, se añadirá agua destilada. Así se mantendrá una concentración uniforme de la solución ya que los ingredientes activos en el líquido especial IRROMETER no son volátiles.

Este método de almacenaje mantiene los instrumentos en estado operativo y listo para su inmediata reinstalación.



## ALMACENAJE SECO (IMPORTANTE)

Cuando los instrumentos deban estar fuera de uso durante varios meses, es preferible el almacenaje "seco" que se describe a continuación.

1. Limpie cuidadosamente la superficie de la punta cerámica con un puñado de tierra húmeda o con un cepillo de cerdas duras. Lave todas las superficies de plástico con una solución jabonosa. Es aconsejable llenar el IRROMETER con agua limpia (no volver a colocarle la tapa) y dejar que ésta agua salga por gravedad a través de la punta cerámica, para limpiarla.
2. Volver a colocar la tapa sin apretar. Colgar y almacenar a temperatura ambiente en un lugar limpio, libre de polvo y que sea lo suficientemente caliente para evitar temperaturas al nivel de congelamiento.
3. Si no se dispone de un lugar al resguardo de heladas, lavar y escurrir los instrumentos como se ha dicho antes y a continuación extraer el agua de los manómetros empleando la bomba manual de vacío u otra fuente de vacío. Mantenga el instrumento en una posición vertical con el manómetro hacia arriba. El manómetro puede guardar aproximadamente una cucharadita de agua.
4. Para volver a instalar los instrumentos se prepararán en la misma forma en que se haría si fuesen nuevos. Las operaciones subsiguientes quedarán facilitadas si se deja transcurrir alrededor de una semana para que las puntas cerámicas queden adecuadamente saturadas.



*Limpieza de la Punta*

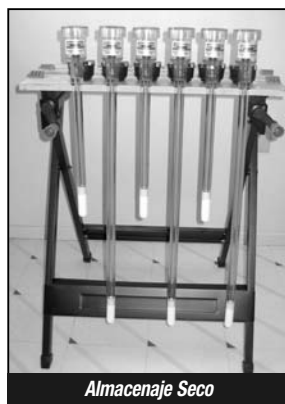
## El Cuidado de las Puntas de Cerámica

Al seguir las indicaciones anteriores, se pueden esperar muchos años de trabajo sin problemas de las puntas cerámicas. Si depósitos de sal o calcio se forman en el exterior de la superficie de las puntas, se retrasará la velocidad en la respuesta a los riegos, e incluso el instrumento puede dejar de funcionar. En este momento se recomienda que se envíe a la fábrica para su reacondicionamiento. Para comprobar la respuesta del instrumento, prepárelo como para instalación y seque la punta de cerámica con una toalla absorbente de papel. Compruebe visualmente la respuesta al secarla con la toalla de papel que llevo a 50 cb (kPa), después sumerja el instrumento en agua para que la aguja del manómetro regrese a cero. Esto debe tomar pocos minutos.

Una prueba adicional es la de llenar el instrumento completamente con agua limpia y dejarlo sin tapa para que se vacíe lo mas posible por 24 horas. Si un mínimo de 1" (3 cm) de agua se filtra a través de la punta de cerámica durante este periodo, la punta está en buenas condiciones. Al no filtrarse esta cantidad de agua mínima, las puntas deben ser reemplazadas.

## Manómetro

El manómetro del tensiómetro IRROMETER, con un cuidado razonable, dará servicio sin problemas durante muchos años. Esta sellado a prueba de suciedad y humedad. La tapa de llenado y la bomba manual de succión se han diseñado especialmente para evitar compresión o tensión dañina al movimiento del manómetro.



*Almacenaje Seco*



*Evacuación del Manómetro*

Pero recuerde que el manómetro tiene un mecanismo delicado semejante al de un reloj, se debe tenerse cuidado al manejarlo y evitar caídas o sacudidas.

Proteja el manómetro de las temperaturas frías con más cuidado que el radiador de un automóvil. Cuando comienzan las heladas, el líquido del instrumento puede estar a una temperatura ya baja, mientras que el agua del radiador de un automóvil puede mantenerse todavía caliente. Mantenga el manómetro protegido antes de una helada.

Si se sospecha que un manómetro se ha dañado, compruébelo de la siguiente forma:

Quitar la tapa del depósito. La lectura debe descender a 0 cb (kPa). Estando el instrumento "lleno," aplique succión con la bomba. Se debe obtener una lectura de 80 a 85 cb (kPa) (menos con los LT y MLT). Si el manómetro pasa estas pruebas, funciona correctamente. Si se prueba un manómetro a elevaciones más altas, la lectura máxima a la que puede llegar será menor (por ejemplo 75 cb [kPa] a 1,067 m.s.n.m.).

Si la lectura no cae completamente a 0 o si queda algo por debajo de 85, esto quiere decir que el manómetro ha quedado ligeramente fuera de calibrado. En este caso se puede escribir un factor de corrección con crayón de cera sobre el cristal del manómetro y hacer el ajuste respectivo al tomar lecturas futuras. Esto se aplica solo si es una corrección menor, y ahorrará el costo de una reparación.

Si la aguja del manómetro se queda pegada en un sitio o si está mucho muy fuera de calibración, esto indica que el manómetro se ha congelado o dañado. Debe ser devuelto a la fábrica para reparación o reemplazo, según sea el caso.

La presencia de condensación dentro del manómetro debajo de la cubierta plástica indica que el sello del manómetro se ha roto. Se recomienda que se reacondicione.

*NOTA: La opción de "Bomba de Prueba" ofrece la conveniencia de tener un manómetro montado en la bomba para compararlo con el del instrumento. Diferencias mayores de 4-5 cb (kPa) entre los dos; manómetros deben llevarnos a buscar reparación, asumiendo que el manómetro de la bomba está bien calibrado. El adaptador de la bomba puede comprarse para convertir una bomba estándar a una de prueba.*

## Servicio de Fábrica

Nuestra política es producir un instrumento que proporcione años de operación sin problemas, en vez de depender de la venta de repuestos y reparaciones como fuente de ingreso. Las reparaciones se harán a un bajo costo, menor que el costo de un instrumento nuevo.

En caso de daño accidental de un instrumento, empáquelo cuidadosamente y envíelo a la fábrica para reparación. Esto eliminará la posibilidad de dañar el manómetro en tránsito.

Si solamente se necesita el manómetro, nosotros proporcionamos una grasa especial con el manómetro de reemplazo (para sellado de la rosca). Tenga cuidado de no trasroscar el manómetro y utilice una llave de cola de 9/16" para desenroscar el manómetro dañado e instalar el reemplazo. Enrosque el manómetro de reemplazo hasta llegar a la penúltima rosca. NO LO FUERCE.

Su proveedor podrá fácilmente hacer arreglos para que la fábrica re-acondicione sus instrumentos. Este servicio tomará de 6 a 8 semanas y debe hacerse durante el invierno cuando los instrumentos no se usan tan intensamente.

*NOTA: Los manómetros de las bombas de prueba serán recalibradas a un descuento del costo regular de recalibración de un manómetro.*

