



CITRICOS

Consideraciones en torno al manejo de instalaciones de riego localizado en cítricos

P. Ferrer Talón

SERVICIO DE TECNOLOGÍA DEL RIEGO

En ocasiones se observa que, en instalaciones de riego localizado en cultivos permanentes que llevan unos años en servicio, se presentan problemas tales como aparición de carencias, decrecimiento vegetativo y descenso de la producción, etc. En muchos casos es debido a que las instalaciones “envejecen” y, por lo tanto, se modifican sus condiciones y parámetros de funcionamiento; pero en otros, es el manejo que se lleva a cabo lo que, sin duda, acaba por afectar al normal desarrollo del cultivo.

Este comportamiento de algunas instalaciones está relacionado con una característica de este tipo de riegos. A diferencia de lo que sucede con los métodos tradicionales de riego, en los que el agua y los abonos se aplican conjuntamente para el grupo de plantas que constituye la parcela, en los métodos de riego localizado las plantas se fertilizan y riegan de forma individualizada. Cada planta siempre recibe agua y abono a través solo de “sus emisores” –siempre los mismos– y, prácticamente, nada del resto.

Si se producen notorias diferencias de caudal entre los emisores, se producirán diferencias de tamaño y vigor entre las plantas, lo que abocará inevitablemente a un descenso de la producción, puesto que a las que les corresponden los emisores de menor caudal, siempre reciben menos agua y abono y viceversa. Conseguir pues que todas y cada una de las plantas reciban, aproximadamente, la misma cantidad de agua y fertilizante es fundamental para obtener buenos resultados productivos, cosa que se puede alcanzar si los emisores presentan caudales similares.

Pero no sólo la cantidad de agua y abono inciden sobre el desarrollo y la producción de las plantas, también el dónde, cómo y cuándo se aplican las cantidades.

INTRODUCCIÓN

Es pues conveniente conocer las peculiaridades de estos sistemas de riego y su tecnología, sobre todo si se desea alcanzar un adecuado nivel productivo y de calidad. Para ello, resaltar alguno de los mecanismos por los que se rige el funcionamiento, tanto de las plantas bajo estos métodos de riego como de la instalación, podrá ayudar a comprender el comportamiento de los sistemas y orientar en la mejor forma de utilizarlos.

El primero de ellos es el relativo a la cantidad de agua en el suelo. Por tratarse de riego de baja tensión de humedad, el agua debe de ser abundante en el entorno del sistema radicular, lo que implica a una adecuada frecuencia de riego para que se mantenga el nivel de humedad óptimo.

En segundo lugar se debe de tener presente cómo se distribuye el sistema radicular de las plantas bajo riego localizado, en los climas semiáridos y áridos (Fig. 1). Como las raíces de los vegetales se desarrollan y crecen con la presencia del agua y quedan latentes cuando ésta escasea, el desarrollo del sistema radicular, en este tipo de climas, queda limitado, casi exclusivamente, a las zonas de suelo que se mojan y en las que se alcanza una gran densidad radicular por la presencia constante de agua. Fuera de los bulbos apenas existe humedad y por lo tanto hay una escasa porción de sistema radicular, que solamente crece y posee alguna actividad después de los períodos de lluvia y mientras el suelo permanece mojado, con lo que apenas contribuye a la alimentación de la planta.



Para que la planta adquiera un adecuado desarrollo y nivel productivo es necesario que posea un determinado volumen radicular. En consecuencia se hace necesario que la zona mojada tenga, al menos, un tamaño mínimo (p. ej. en el caso de los cítricos se cifra en la mitad del área sombreada por la planta).

En tercer lugar, como consecuencia de la peculiar distribución del sistema radicular, el suelo pierde la función de almacén o depósito de regulación, con respecto al agua y a los elementos nutritivos, que posee en los métodos tradicionales de cultivo. Esto condiciona la forma de aplicación del agua y de los fertilizantes debiendo recurrirse, necesariamente, a la fertirrigación. Pero dada esa escasa capacidad de los bulbos, si no se actúa con sumo cuidado, eligiendo bien la dosis y el fraccionamiento, se corre el riesgo de perder abonos por lixiviación e incrementar la acumulación de sales en los bordes del bulbo.

Otro aspecto a destacar, que hace referencia a los elementos de la instalación, es lo concerniente a la distribución del agua a las plantas y sus consecuencias.

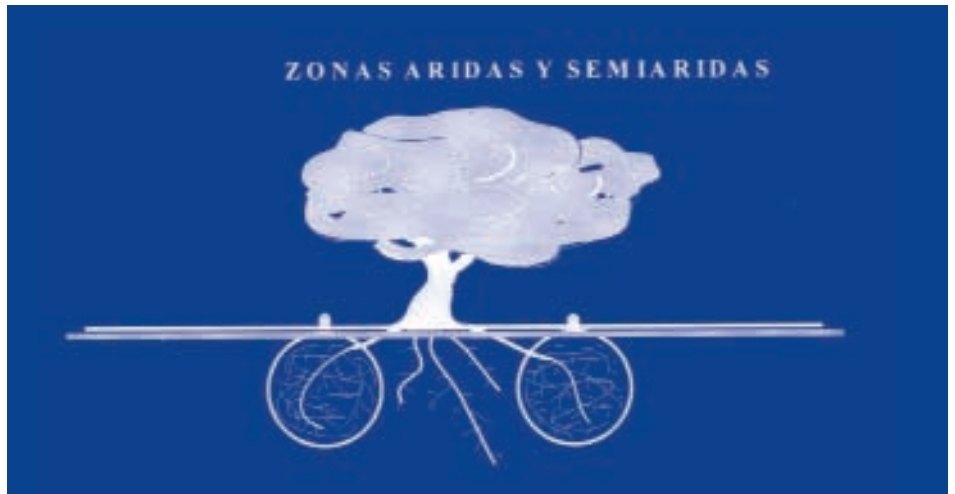


Figura 1. Distribución de las raíces en riego localizado, climas semiáridos.

DISTRIBUCION DEL AGUA EN INSTALACIONES DE RIEGO LOCALIZADO

Es uno de los aspectos del riego localizado que poseen una mayor importancia ya que, al regarse y abonarse individualmente las plantas, las diferencias en la distribución no se pueden compensar.

Un sistema de riego ideal debe de llevar a cabo una distribución uniforme del agua en toda la superficie regada, de manera que todas las plantas reciban la misma cantidad de agua. En una instalación de riego

es prácticamente imposible conseguirlo, lo que motiva que las diferentes plantas reciban volúmenes de agua distintos, por lo que la uniformidad de distribución del agua no será perfecta.

Ya se ha recordado que, agrónomicamente, el riego localizado impone un volumen radicular limitado y una baja tensión de humedad en el suelo, lo que hace a las plantas mucho más dependientes del aporte de agua y, como consecuencia de ello, es de suma importancia cubrir adecuadamente las necesidades de todas y cada una de ellas.

Aunque la instalación de riego localizado esté perfectamente diseñada y realizada existen una serie de causas, inevitables, que impiden una distribución uniforme del agua y entre las que cabe destacar:

- irregularidad propia de los emisores.
- envejecimiento y obturación de emisores.
- distribución de la presión.

La suma de estos efectos que, salvo las obturaciones, son inevitables, tiene como resultado la variabilidad de los caudales de los emisores y con ello diferencias en la cantidad de agua y fertilizantes que reciben las plantas.



Foto 1. La limpieza de la instalación debe comenzar por la balsa. Hay que evitar la formación de algas.



Foto 2. El filtrado es fundamental para el buen funcionamiento de la instalación.

Se puede pues asegurar que, incluso en las mejores instalaciones, una cierta «desuniformidad» es inevitable y, a consecuencia de ello, como los cálculos del tiempo de riego se suelen hacer mediante el caudal medio, existen plantas que reciben más agua de la prevista y otras menos (fig. 2). Esto puede significar, a la larga, grandes diferencias entre plantas, ya que las plantas que reciben los caudales menores «siempre» recibirán cantidades menores, debido a que los emisores correspondientes a cada planta son siempre los mismos.

Para minimizar los efectos de estas desigualdades, que es lo que a la larga produce las diferencias de vigor y producción, intentar que las diferencias estén dentro de unos márgenes tolerables y conseguir que, un año tras otro, los resultados productivos y económicos sean óptimos, es preciso disponer de una instalación que funcione con eficacia. Esto se puede conseguir mediante una buena puesta a punto y un adecuado programa de manejo y mantenimiento de la instalación; de modo que las plantas tengan perfectamente cubiertas sus

necesidades de agua y nutrientes, recibéndolas en el momento y forma oportunos y evitando, en la medida de lo posible, que se produzcan trastornos por excesos o deficiencias en períodos determinados.

MANTENIMIENTO

Cuando el instalador realiza la entrega de una instalación de riego localizado, no suele suministrar los valores reales de las prestaciones de la misma, ni las operaciones de mantenimiento que se deben realizar para

conservarla en buen estado. En general, pues, podemos decir que se desconocen los datos de partida.

Para realizar un adecuado mantenimiento de la instalación es necesario, en primer lugar, conocer los parámetros reales de funcionamiento. Para conseguirlos basta con realizar un control de la instalación, que permite determinar cuales son las prestaciones (presiones de funcionamiento, caudales, uniformidad, anchura y profundidad de los bulbos, etc.) que pueden llegar a diferir bastante de las teóricas previstas en el estudio o proyecto. Si los resultados no son los adecuados, será necesario plantearse las medidas correctoras necesarias.

Todo aquello que afecte al normal funcionamiento del emisor, también afectará a las prestaciones de la instalación y habrá que tratar de solucionarlo.

Existen una serie de operaciones que deben de llevarse a cabo para que el funcionamiento sea lo más correcto posible. Las más usuales son:

LIMPIEZA DE FILTROS

Dados los pequeños diámetros interiores de paso de los emisores y, por tanto, la posibilidad de obstruirse, es el equipo de filtrado uno de los puntos básicos para el buen funcionamiento de las instalaciones ya que, al actuar como barrera contra las partículas en suspensión, evita, si

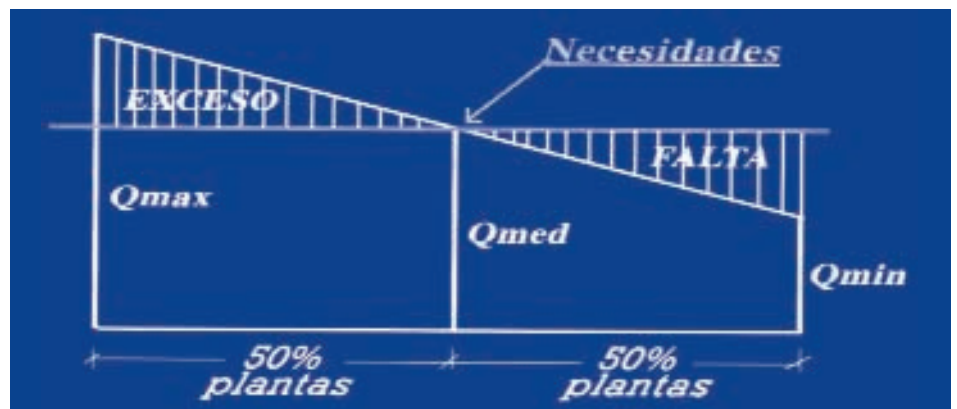


Figura 2. Efecto de la uniformidad en la aplicación de agua y abono.



Foto 3. Debe existir un adecuado programa de limpieza de filtros.

están bien seleccionados y dimensionados, una parte importante de las obturaciones.

Una especial atención debe ponerse en la limpieza de los filtros y en el momento de llevarla a cabo. Si se permite que se ensucien demasiado se producirán elevadas pérdidas de carga en ellos, cosa que supondrá un descenso en la presión de funcionamiento y, por tanto, en el caudal de los emisores. Valores de diferencia de presión entre la entrada y la salida del filtro de 3 a 5 m.c.a. (10 m.c.a. = 1 kg/cm²) son indicadores de la necesidad de proceder a su limpieza. Si esta operación es necesario efectuarla dos o más veces en cada riego, deberá pensarse en automatizarla.

LIMPIEZA DE TUBERÍAS Y LATERALES

Al final de todas y cada una de las tuberías, primaria, secundarias y terciarias, es conveniente que exista una llave o tapón con la finalidad de facilitar la limpieza de las tuberías tras una rotura, una sesión de desincrustación o limpieza. En caso contrario, la tierra introducida o las partículas arrancadas provocarán obstrucciones al ser arrastradas por el agua y dispo-

ner como única vía de salida los emisores. Abriendo las mencionadas llaves o tapones dirigiremos la corriente de agua, y por tanto las partículas, rápidamente hacia el exterior de las tuberías.

Los finales de laterales, donde suele acumularse suciedad procedente tanto de la fertilización como de la succión de partículas del charco que envuelve al emisor al parar la

instalación, conviene abrirlos, al menos un par de veces durante la campaña de riegos, hasta que por ellos salga el agua limpia.

REGULACIÓN Y CONTROL DE PRESIONES EN SUBUNIDADES

Especial hincapié hay que realizar sobre estas operaciones puesto que, en gran parte, son responsables de los descensos en la eficiencia de aplicación de las instalaciones.

Las distintas parcelas o subunidades *deben trabajar con presiones muy similares*. De no hacerlo así, y salvo que los emisores sean auto-compensantes, los caudales de los emisores de cada parcela serán distintos, por diferencias en su presión de funcionamiento. En consecuencia, la cantidad de agua y abono recibidas por las plantas de cada parcela o subunidad serán diferentes, cosa que motivará diferencias en el desarrollo del cultivo.

Deberá pues ejercerse, muy especialmente, un control sobre las presiones a la entrada de las subunidades y regularlas periódicamente. Los reguladores de presión realizan esta tarea de forma automática.

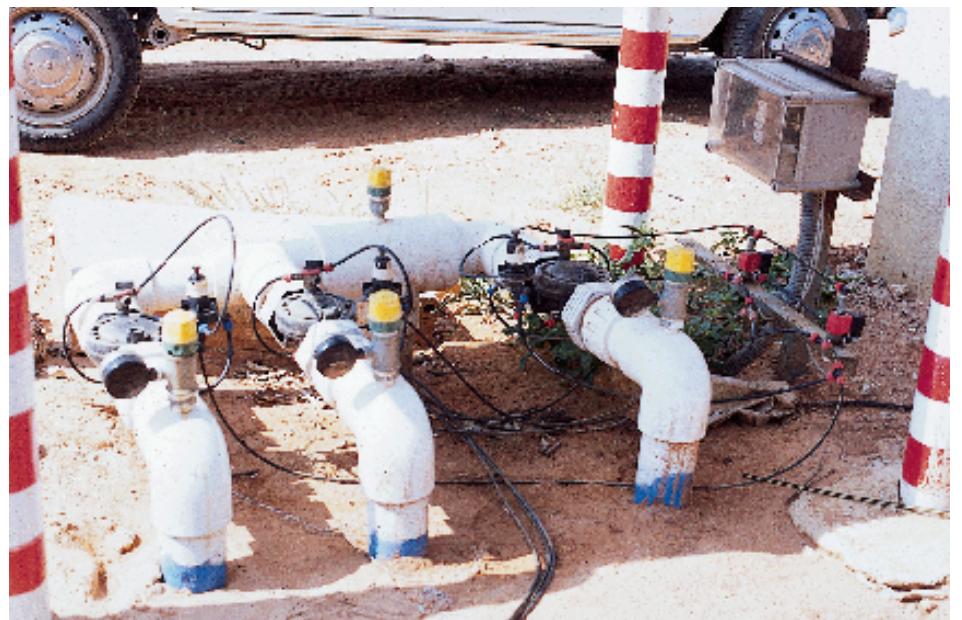


Foto 4. Protección de las piezas de PVC expuestas a la luz.



Foto 5. Limpieza de finales de tubería.

CONTROL Y TRATAMIENTO DE PRECIPITADOS

Uno de los principales problemas que puede presentarse en una instalación de riego localizado es el de las obturaciones por precipitados. Por regla general éstas no suelen ser totales, sino que van obstruyendo el paso del agua de forma progresiva, por lo que es muy difícil apreciar visual-

mente la disminución del caudal. Las plantas correspondientes a los emisores afectados van recibiendo progresivamente menos agua y solamente cuando el grado de afectación es grande puede apreciarse.

Controlar el caudal de los emisores y su grado de afectación por obturaciones es una función primordial para mantener la instalación en buen estado. Se puede realizar a través de los procedimientos de control de instalaciones.

La mejor forma de combatir las obturaciones es evitar que se produzcan. No obstante, si llegan a producirse en grado suficiente como para afectar notablemente a la uniformidad de distribución del agua, deberá procederse a realizar una limpieza con ácido para eliminarlas y a continuación una limpieza a presión de tuberías y laterales, para eliminar los restos.

Principalmente los precipitados son de carbonato cálcico. A través de los valores pH, bicarbonato, calcio y magnesio del análisis de agua se puede calcular el índice de saturación de Langelier, que nos indicará si existe riesgo de precipitación o no. En caso afirmativo el cálculo del pH en

equilibrio nos dará indicación del valor del pH al que hay que dejar el agua en las tuberías, entre dos riegos sucesivos, para que no se produzca este tipo de precipitados.

MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE FERTILIZACIÓN

La revisión periódica de las bombas de fertilización (comprobación del nivel de aceite en las eléctricas y engrase de las hidráulicas), la limpieza de los filtros de aspiración, el funcionamiento de los agitadores, la presencia de posos o precipitados en el fondo de los depósitos y la limpieza de los mismos, la revisión de las válvulas de apertura y cierre de los depósitos y el control de la capacidad de inyección serán las prácticas a realizar para verificar el correcto funcionamiento de la mecánica de la fertirrigación.

PROTECCIÓN DE LAS PIEZAS DE PVC

El PVC, por la acción de la radiación ultravioleta de la luz solar, se degrada y pierde sus características plásticas pudiéndose producir averías y roturas en la instalación. Para evitar esta circunstancia es necesario proteger, mediante cubierta o pintura, todas aquellas piezas de PVC que estén expuestas a la luz solar.

COMPROBACIÓN CON EL CONTADOR

El uso del contador es el procedimiento más exacto para controlar las cantidades de agua que va recibiendo el cultivo, pero además es uno de los mejores auxiliares con que se puede disponer en la instalación de riego localizado. Al dividir el caudal consumido en una hora por el número de emisores funcionando simultáneamente se puede conocer el caudal medio de los emisores. A través de medidas de este tipo se puede seguir la evolución del caudal de los emisores y la de los problemas de obturación o de funcionamiento.



Foto 6. Periódicamente se deben limpiar los finales de los laterales para eliminar la suciedad acumulada.



Foto 7. Correcta colocación de los emisores con relación al plantón.

MANEJO DE LA INSTALACIÓN

Del uso que de la instalación de riego se realice dependerán, en gran medida, los resultados productivos que se obtengan. Instalaciones deficientes con un manejo adecuado suelen producir resultados aceptables, mientras que existen otras que, aunque buenas en principio, obtienen resultados mediocres por un manejo deficiente. Consecuentemente, disponer de un adecuado plan de manejo es imprescindible para alcanzar resultados óptimos. De entre las prácticas recomendables cabe destacar las siguientes:

SITUACIÓN DE LOS LATERALES PORTAEMISORES

Los laterales deberán colocarse de forma que el charco que se forma en superficie durante el riego no alcance al tronco, con el fin de evitar problemas de hongos (*Phytophthora* especialmente). Generalmente es adecuado situarlos a la altura del borde de la copa. Hay que pensar que aunque el charco esté alejado del tronco, como el bulbo se ensancha

por debajo de la superficie del suelo, el agua queda también fácilmente al alcance de las raíces.

TAMAÑO DE LAS ZONAS MOJADAS

Como ya se expuso anteriormente, dada la característica distribución de las raíces bajo condiciones de riego localizado en climas áridos, es conveniente mojar un volumen mínimo de suelo con el fin de asegurar el correc-

to funcionamiento de la planta y que en los periodos de alta demanda de agua no se vea afectada por falta de reservas de la misma. En el caso de los cítricos la recomendación es de que se moje aproximadamente el 50% de la superficie de sombra que produce la copa del árbol (50% del área sombreada).

PLANTONES INTERCALADOS

Cuando se presentan plantones intercalados entre árboles adultos, es inevitable que reciban un tratamiento similar al de los adultos puesto que el riego y la fertilización deberán orientarse a éstos. Para reducir las cantidades que reciben, conviene actuar mediante la limitación del número de emisores. Partiendo de un emisor en el momento de la plantación, conforme aumente la edad, el tamaño o el desarrollo del plantón, deberá incrementarse el número hasta llegar a la cifra óptima de emisores cuando se alcance la plena producción.

AGUA. NECESIDADES Y DISTRIBUCIÓN

Las necesidades de agua evolucionan con el clima y con el tamaño del árbol, por tanto una previsión de la



Foto 8. Plantón "agua al cuello". Situación que debe evitarse.

demanda basada en datos meteorológicos de campañas anteriores debe de servir de base para elaborar un plan de riegos.

No debe de olvidarse que:

- se trata de un riego de baja tensión,
- se debe alcanzar un tamaño mínimo de bulbo,
- los excesos de agua provocan el lavado de los fertilizantes,

por lo que hay que resaltar la importancia de adoptar una combinación de frecuencia y tiempo de riego adecuados.

Las necesidades de agua de una plantación de cítricos, lógicamente, dependen del tamaño de los árboles y van aumentando conforme aquellos crecen. Una forma de representar el tamaño es mediante el Porcentaje de área sombreada (PAs), que es la relación porcentual entre la superficie sombreada por la planta y la superficie correspondiente al marco de plantación:

$$PAs = \frac{\text{Superficie sombreada planta (m}^2\text{)}}{\text{Marco de plantación (m}^2\text{)}} \times 100$$

Juan R. Castel, del Departamento de Recursos Naturales del I.V.I.A., a través de sus experiencias ha establecido una relación entre el coeficiente de cultivo medio anual de los cítricos y el tamaño de la planta, medido como porcentaje de área sombreada. La expresión es la siguiente:

Árboles jóvenes (PAs < 20%) Kc medio = 0.021 + (0.0174 x PAs)

Resto de árboles Kc medio = 0.274 + (0.005 x PAs)

teniendo en cuenta que para árboles adultos el Kc medio alcanza un valor de 0,68 (valor máximo).



Foto 9. Los patrones tolerantes son muy sensibles al exceso de agua. La dosificación debe estar bien calculada.

Como ejemplo las necesidades medias de agua para cítricos adultos, en plena producción, en la comarca de l'Horta vienen reflejadas en la tabla nº1. En ellas se ha estimado una Eficiencia de Aplicación del agua en la instalación del 85%. Los datos meteorológicos para el cálculo de la evapotranspiración de referencia ETo (método de Penman-Monteith) proceden de la estación de Moncada (Valencia).

Estos datos reflejan las necesidades de agua pero no las de riego; en ellos no se ha tenido en cuenta el agua aportada por la lluvia. Decidir qué fracción de la lluvia se puede considerar como efectiva es siempre un problema en riego, pero en riego localizado es todavía mayor porque no todo el suelo está colonizado por las raíces, ni con la misma densidad. En las épocas de demanda evaporati-

va o necesidades bajas (primavera y otoño), el sistema radicular puede aprovechar mejor el agua que hay fuera de los bulbos, mientras que en verano, la alta velocidad de absorción a que somete la planta al sistema radicular no parece que permita aprovechar mucha de aquélla.

FERTIRRIGACION

Al igual que con el manejo y el mantenimiento, toda instalación de riego localizado debe de contar con un plan de fertirrigación. Dosificación adecuada y fraccionamiento de las aportaciones, junto con adecuación del tipo de abono a las características del agua y del suelo son los primeros factores a controlar en el manejo de la fertirrigación.

NECESIDADES

Mantener la dosis de fertilizantes dentro de límites razonables es siempre conveniente, tanto para la economía como para la fisiología, al igual que tener en cuenta los aportes que, debido a su composición, el agua pueda realizar (p.e. nitrógeno en forma de nitrato, potasio, magnesio,

etc.), ya que el no hacerlo significará excesos en la fertilización, que inducen desequilibrios en el cultivo y mala calidad de la cosecha.

En las tablas nº 2, 3, 4 y 5 se reflejan las dosis de N, P₂O₅, K₂O y MgO recomendadas en función de la edad y del marco de plantación.

CORRECCIONES A LA DOSIFICACIÓN

Las dosis expresadas en el apartado anterior son generales, aplicables a cualquier explotación y deben de ser adaptadas a cada instalación en particular. Tendrán que realizarse una serie de correcciones teniendo en cuenta:

- Contenido de Nitrato, Magnesio y Potasio en el agua de riego (-)
- Eficiencia de Aplicación (EA) de la instalación (+)
- Corrección en función de los niveles foliares (+ ó -)
- Corrección por contenidos en el suelo (+ ó -)

Para calcular la aportación de elementos procedentes del agua de riego puede utilizarse la siguiente expresión:

$$UF \text{ elemento/Ha} = \frac{[Conc] \times V_r \times Ctr}{100.000} \times Ef$$

siendo

[Conc]: concentración del elemento en el agua de riego en mg/l o ppm.

V_r: volumen de riego en m³/Ha.

Ctr: coeficiente de transformación [Nitrato=22,6; Magnesio= 166,6; Potasio= 182]

Ef: factor de eficiencia, en función del método de riego
[NO₃=0,85
Mg=0,35
K=0,85]

Mediante los oportunos cálculos podemos llegar a la conclusión de que, si el agua de riego posee un con-

TABLA N°1. Necesidades de agua de los cítricos adultos (Kcmed.=0,68) en litros por árbol y día, según marco de plantación. Observatorio de Moncada (Valencia). Efic. de Aplicación = 85%.

MES	ETo mm/día	F.Corr Kc	ETc mm/día	MARCO DE PLANTACIÓN			
				2,5 x 4 l/arb/día	3 x 5 l/arb/día	4 x 6 l/arb/día	5 x 6 l/arb/día
Enro	1,4	0,971	0,92	11	16	25	32
Enero	1,8	0,956	1,17	14	21	33	42
Marzo	2,4	0,971	1,58	19	28	45	56
Abril	3,0	0,912	1,86	22	33	53	66
Mayo	3,5	0,809	1,93	22	34	54	67
Junio	4,1	0,912	2,54	30	44	71	89
Julio	4,4	1	2,99	35	53	85	106
Agosto	3,9	1,162	3,08	36	54	87	109
Septiembre	3,1	1,088	2,29	27	40	65	81
Octubre	2,2	1,235	1,85	22	33	52	66
Noviembre	1,5	1,074	1,10	13	19	30	38
Diciembre	1,1	0,926	0,7	9	13	20	26
TOTAL AÑO	986		681	8.008	12.011	19.218	24.023

Para árboles más pequeños reducir las cantidades en proporción a la relación entre el Kcmedio de la plantación y el de los adultos (Kcmed = 0,68).

TABLA N°2. Cítricos. Dosis de Nitrógeno (gramos/árbol) en fertirrigación

Edad/Marco	4x3	5x4	6x4	6x5
1	35	35	35	35
2	50	50	50	50
3	80	80	80	80
4	110	110	110	110
5	165	165	165	165
6	250	250	250	250
7	305	305	305	305
8	305	410	410	410
9	305	510	510	510
10	305	510	530	550
11	305	510	530	660
12	305	510	530	660

TABLA N°3. Cítricos. Dosis de P₂O₅ (gramos/árbol) en fertirrigación.

Edad/Marco	4x3	5x4	6x4	6x5
1	10	10	10	10
2	15	15	15	15
3	20	20	20	20
4	25	25	25	25
5	40	40	40	40
6	60	60	60	60
7	70	70	70	70
8	70	95	95	95
9	70	120	120	120
10	70	120	120	120
11	70	120	120	130
12	70	120	120	155

TABLA N°4. Cítricos. Dosis de K₂O (gramos/árbol) en fertirrigación.

Edad/Marco	4x3	5x4	6x4	6x5
1	17	17	17	17
2	26	26	26	26
3	43	43	43	43
4	55	55	55	55
5	85	85	85	85
6	128	128	128	128
7	153	153	153	153
8	153	204	204	204
9	153	255	255	255
10	153	255	265	272
11	153	255	265	332
12	153	255	265	332

TABLA N°5. Cítricos. Dosis de OMg (gramos/árbol) en fertirrigación.

Edad/Marco	4x3	5x4	6x4	6x5
1	0	0	0	0
2	2	2	2	2
3	5	5	5	5
4	10	10	10	10
5	15	15	15	15
6	20	20	20	20
7	25	25	25	25
8	25	30	30	30
9	25	38	38	38
10	25	38	42	45
11	25	38	42	52
12	25	38	42	52



Foto 10. Con riego localizado deben obtenerse plantaciones regulares con producciones también regulares.

tenido en nitrato (NO_3^-) de 200 mg/l en el caso de cítricos o de 70-100 mg/l para el resto de frutales, no es necesario abonar con fertilizante nitrogenado alguno, puesto que todas las necesidades de ese elemento se aportan con el agua de riego. En el caso del magnesio, contenidos de 45-50 mg/l hacen innecesaria la aplicación de fertilizantes magnésicos.

En toda instalación de riego localizado deberá realizarse siempre una corrección al alza de la dosis de abonado, motivada por la eficiencia de aplicación del agua. Sabido es que, en toda instalación de riego localizado, una cierta *desuniformidad* en el reparto de agua a las plantas es inevitable, y en bastantes la desuniformidad es elevada. Como los fertilizantes se distribuyen con el agua, la desuniformidad afecta también a la distribución del abono. Para compensar los efectos negativos sobre los árboles que recibirán menos abono, es preciso aumentar la dosis a aplicar en la cuantía del porcentaje de falta de eficiencia; de esta forma aseguraremos que la mayoría de las plantas recibirán como mínimo la dosis inicial o teórica. Si una instalación tiene, por ejemplo, una eficiencia del 80%, habrá que aumentar la dosis teórica de abonado en un 20%, al igual que la dosis de agua.

Para el control de la nutrición de los frutales en fertirrigación conviene recurrir al análisis foliar. La interpretación de los valores que allí se obtengan servirá para aumentar o disminuir la dosificación de cada uno de los elementos.

FRACCIONAMIENTO

Un fraccionamiento adecuado junto con una distribución en consonancia con la actividad de las raíces consiguen altas eficiencias del abonado y por tanto escasas pérdidas en el bulbo. Altas dosis y /o aplicaciones en épocas en que el suelo está frío y por tanto hay escasa actividad radicular, conducen a pérdidas por lavado y a incrementar la salinidad en el anillo que rodea al bulbo, con el peligro de que las sales puedan introducirse de golpe en el bulbo y afecten seriamente al cultivo. Las pautas de distribución de los diferentes elementos fertilizantes vienen reflejadas en las tablas nº 6 y 7.

TIPO DE ABONO

La elección del tipo de abono a emplear vendrá condicionada por el tipo de suelo sobre el que se asiente el cultivo e incluso por la época del año en la que se apliquen algunos fertilizantes.

En los suelos arenosos dado su escaso poder de retención las pérdidas por arrastre pueden ser elevadas, haciendo disminuir la eficiencia del abonado. En este tipo de suelos es pues conveniente que el fraccionamiento del abonado sea mucho mayor y que el abonado nitrogenado se realice con una combinación de nitrógeno nítrico y amoniacal. En los suelos arcillosos, las formas nítricas son las que suelen dar mejores resultados.

La aplicación de fósforo y potasio puede realizarse de forma frecuente (varias veces por semana), ya que se ha demostrado que, aún en suelos arcillosos y calizos, alcanzan una buena distribución en el bulbo.

MICROELEMENTOS

Tal y como corresponde a este grupo de nutrientes, las cantidades que de ellos necesitan los cítricos son muy pequeñas. Un navelino adulto, según trabajos de LEGAZ y col, contiene unos 8,5 gramos de hierro (Fe), de los cuales el 60% está localizado en la parte aérea, de cinc (Zn) 1,2 gr., de manganeso (Mn) y boro (B) 1 gr. y de cobre (Cu) 0,3 gr. y de ellos el 80% situado en tronco, copa y fruto.

Aunque las necesidades sean tan bajas, no es extraño el observar caren-

TABLA Nº 6. Fertirrigación de cítricos adultos. Distribución mensual.

Marzo	10%	10%	7%	10%	-
Abril	12%	20%	10%	12%	16%
Mayo	15%	15%	13%	15%	17%
Junio	18%	15%	15%	18%	-
Julio	20%	15%	25%	20%	33%
Agosto	15%	15%	20%	15%	-
Septiembre	10%	10%	10%	10%	34%

TABLA Nº 7. Fertirrigación. Distribución mensual para plantones.

Marzo	5%	5%	5%	5%	-
Abril	10%	10%	8%	10%	25%
Mayo	10%	15%	10%	12%	25%
Junio	15%	15%	10%	15%	-
Julio	20%	15%	18%	20%	25%
Agosto	20%	20%	25%	20%	25%
Septiembre	15%	10%	20%	10%	-
Octubre	5%	5%	4%	8%	-



Foto 11. Con un adecuado manejo se obtienen buenos resultados.

cias en las plantaciones, en muchos casos inducidas por un abonado desequilibrado; en otros porque, después de varios años de riego localizado, las raíces ya han esquilado todos los microelementos asimilables que existían en el bulbo. Para evitar los trastornos que en la cosecha puedan producir estas alteraciones, es conveniente aplicar de forma sistemática, como un elemento más de la fertirrigación, un complejo de microelementos de los que existen en el mercado. Las cantidades aportadas serán pequeñas, pero de esta forma se podrá evitar la aparición de carencias por falta de estos elementos en el bulbo.

QUIMIGACIÓN

Al igual que ha evolucionado el riego localizado en cítricos en nuestra Comunidad, pasando de ser un novedoso sistema de riego al inicio de los setenta a herramienta casi indispensable para alcanzar buenas producciones, con elevada calidad y mantenidas año tras otro a finales de los noventa, va a suceder con la aplicación de productos químicos, distintos de los fertilizantes y correctores de carencias, a través del riego locali-

zado, lo que se conoce como **quimi-gación**. En estos momentos nos encontramos en los inicios de esta técnica, que no deja de ser una técnica novedosa pero poco extendida, pero en los próximos diez años seguramente asistiremos a una expansión espectacular de este tipo de aplicaciones.

Actualmente en quimigación nos encontramos con dos líneas diferentes, una que comienza a consolidarse, la herbicación y la otra que engloba a los productos fitosanitarios (insecticidas, fungicidas, etc.).

* HERBICACIÓN

En una encuesta realizada en 1994 por D. Gómez de Barreda, del Dpto.

de Recursos Naturales del IVIA, entre usuarios de riego localizado en cítricos, se destacaba la todavía escasa implantación de esta técnica en nuestra Comunidad, puesto que solamente un 10% de los encuestados la utilizaba normalmente y un 4% lo había empleado en alguna ocasión, siendo la falta de información la principal causa de su no utilización.

Dada la peculiaridad del riego localizado de presentar zonas con el suelo humedecido y otras seco, la primera consideración que debe realizarse sobre la herbicación es que se trata de una técnica incompleta, ya que los herbicidas solamente alcanzan a las malas hierbas de las zonas mojadas por los emisores y, por tanto, ha de combinarse con otros procedimientos a fin de controlar las que se desarrollan en las zonas secas.

Los productos a emplear deberán ser de acción residual y tener una cierta movilidad, puesto que si la movilidad fuera escasa quedaría limitada su acción a una pequeña zona alrededor del punto de emisión; además deben poseer un cierto grado de resistencia a la degradación, puesto que ésta se ve favorecida por los ciclos de humectación- desecación a que están sometidos como consecuencia de la frecuencia de riego.

El cálculo de la cantidad de producto a aplicar no debe de realizarse en base a la superficie de cultivo,



sino teniendo en cuenta solamente la superficie mojada, puesto que es sobre esta última sobre la que se distribuirá el producto.

Solamente deberá practicarse la herbigración si la uniformidad de distribución del agua es elevada, puesto que si es baja significa que las cantidades de agua que reciben las plantas son muy dispares y como el herbicida se distribuye con el agua, en algunas plantas el efecto será escaso mientras que en otras puede llegar incluso a producir fitotoxicidades.

* PRODUCTOS FITOSANITARIOS

La aplicación de este tipo de productos a través del sistema de riego está todavía en los albores. Lo más usual ha sido la aplicación de nematocidas y se está iniciando la de insecticidas.

Para la extensión de la aplicación será necesario que los productos cumplan una serie de requisitos. Entre ellos hay que destacar que deberán ser productos fácilmente solubles, que puedan absorberse por vía radicular, fácilmente transportables por el xilema, con cierta movilidad y poder de penetración en el suelo, al tiempo que con cierta resistencia a la degradación y no fácilmente lixiviables.



CONCLUSIONES

Aunque los resultados en los primeros momentos de instalación del riego localizado sean satisfactorios, con el paso del tiempo el sistema se desajusta y varía sus prestaciones, dando lugar a la aparición de numerosos problemas. Por otro lado el cultivo que, en climas áridos, se hace totalmente dependiente del sistema de riego, tiene poca capacidad de respuesta frente a los errores en la distribución del agua y los fertilizantes. Todo ello hace que un control periódico de la instalación, una puesta a punto y unas pautas adecuadas de mantenimiento y manejo son absolutamente necesarias para obtener del sistema de riego localizado los buenos resultados productivos que puede alcanzar.

BIBLIOGRAFÍA

ARVIZA, J., DE PACO J., MONTALVO T., TORREGROSA J.- Evaluación de instalaciones de riego localizado en la Comunidad Valenciana. Dpto. de Ingeniería Agroforestal. Univ. Politécnica de Valencia.
CASTEL SANCHEZ J.R. 1985 Evaluación de instalaciones de riego localizado en cítricos de la Comunidad Valenciana. Rev. I.T.E.A. nº 59.
FERRER TALON P.J., 1994.- Problemas de manejo de riego localizado. Control de instalaciones. XV Jornadas sobre cítricos. Caja Rural de Torrent. Torrent (Valencia).
FERRER TALON P.J., 1991. Evaluación

y control de instalaciones de riego localizado. II Curso de riego localizado. E.U.I.T.A. Valencia.
FERRER TALON P.J., 1994. Fertirrigación. Rev. Levante Agrícola nº 326 1º trimestre 1994. Valencia.
FERRER TALON P.J., 1998. Necesidades de agua - Dotaciones. III Congrés Citrícola de l'Horta Nord. Ayuntamiento de Picassent (Valencia).
GOMEZ DE BARREDA, D. 1994. Sistemas de manejo del suelo en citricultura. Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Generalitat Valenciana. Serie Divulgación Técnica nº 26.
GOMEZ DE BARREDA, D., DEL BUSTO, A., CEBOLLA, V., FERRER P.

J., 1996. Herbigración through drip irrigation systems in citrus orchards in Spain. II International Weed Control Congress. Coopenhagen.
HERNANDEZ ABREU J.M., RODRIGO LOPEZ J., y otros, 1987. El Riego Localizado. I.N.I.A. - M.A.P.A. Monografías I.N.I.A. nº 62.
PRIMO MILLO E., LEGAZ PAREDES F 1983. Fertilización N-P-K en agrios. Levante Agrícola nº 245. Valencia.
TORRECILLAS A., SÁNCHEZ-BLANCO M. y col. 1991 Consideraciones sobre algunos aspectos relativos al uso combinado del agua y los fertilizantes. El agua y los fertilizantes. Consejería de Agricultura y Pesca - CajaMurcia. Murcia.