



Región de Murcia
Consejería de Agricultura
y Agua

LA FERTIRRIGACIÓN DEL LIMONERO



Unión Europea
Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural



LA FERTIRRIGACIÓN DEL LIMONERO



Alfredo Soria Alfonso

Oficina Comarcal Agraria "Huerta de Murcia"



Región de Murcia
Consejería de Agricultura
y Agua

Edita: Comunidad Autónoma de la Región de Murcia
Consejería de Agricultura y Agua
© Copyright / Derechos reservados

Coordina y distribuye: Dirección General de Modernización de Explotaciones y Capacitación Agraria
Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica
Plaza Juan XXIII, s/n. - 30071 Murcia

Elaboración: CompoRapid

Impresión: Libecrom

Depósito Legal: MU-1.004-2008

Se autoriza la reproducción total o parcial citando la fuente

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
1. EL MANEJO DEL AGUA Y LOS FERTILIZANTES	5
1.1. Ejemplos de cómo calcular las necesidades de agua de manera ajustada.....	6
2. NECESIDADES ORIENTATIVAS DE AGUA.....	11
3. PROGRAMA DE RIEGO DEFICITARIO	12
4. NECESIDADES DE FERTILIZACIÓN.....	13
4.1. Procedimiento para realizar la toma de muestra foliar.....	14
5. PROGRAMA ORIENTATIVO DE FERTILIZACIÓN	15
6. MEZCLA DE FERTILIZANTES	18
7. SOLUBILIDAD DE LOS FERTILIZANTES.....	19
8. FERTIRRIGACIÓN PARA ÁRBOLES JÓVENES	19
9. MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE LA INSTALACIÓN DE RIEGO POR GOTEO	23
9.1. Embalse.....	23
9.2. Cabezal	24
9.3. Tuberías principales, secundarias y portagoteros	25



INTRODUCCIÓN

La fertirrigación es la técnica que permite la distribución de los fertilizantes conjuntamente disueltos con el agua de riego. Esta técnica, que puede utilizarse con los distintos sistemas de riego, está totalmente extendida en el caso del riego por goteo. Las ventajas más inmediatas de la fertirrigación son las que se derivan de:

- 1º. El reparto uniforme del agua y los fertilizantes en el lugar donde se encuentran localizadas las raíces del árbol.
- 2º. Disposición del agua y los fertilizantes “a la carta”, es decir, poder localizar, en función del ciclo vegetativo, el agua y los fertilizantes que demanda el cultivo.
- 3º. Menor mano de obra para distribuir y aplicar los fertilizantes.
- 4º. La corrección de carencias de cualquier elemento nutritivo, en un breve plazo de tiempo.
- 5º. La posibilidad de utilización de aguas de baja calidad, siempre que se maneje bien el riego.
- 6º. Un uso más racional del agua y los fertilizantes, para conseguir mayores y mejores cosechas, con el menor impacto ambiental posible.

1. EL MANEJO DEL AGUA Y LOS FERTILIZANTES

La fertirrigación mediante riego por goteo permite que los limoneros tengan producciones altas y regulares. Además podemos, dentro de unos límites y en mayor medida que con el riego tradicional, adelantar o retrasar la cosecha de acuerdo con las exigencias del mercado.

Los cuadros con las cantidades de agua y de fertilizantes que se detallan más adelante son generales y orientativos, valen para la mayoría de las situaciones, están comprobados en campo y están consensuados por los técnicos en esta materia. No obstante, pueden ser corregidos en cualquier sentido con ayuda de personal técnico, en función de las distintas situaciones cambiantes que se puedan presentar.

También conviene indicar en el caso de los fertilizantes dos cuestiones:



La fertirrigación mediante riego por goteo en el limonero, garantiza producciones altas y constantes.

- Las cantidades máximas de fertilizantes nitrogenados a utilizar están limitadas por la normativa del Código de Buenas Prácticas Agrarias (Orden de 03/12/2003, BORM de 12/12/2003), respecto de la Directiva de Nitratos, para evitar la contaminación de las aguas por los mismos. Conviene recordar que en la actualidad existen declaradas en la Región de Murcia 2 zonas vulnerables a nitratos:
 1. Acuíferos cuaternario y plioceno de la zona regable oriental del trasvase Tajo-Segura y litoral del Mar Menor en el Campo de Cartagena (Orden de 20/12/2001, BORM 31/12/2001).
 2. Acuíferos de las Vegas Alta y Media de la cuenca del Río Segura (Orden 22/12/2003, BORM de 05/01/2004).
- Ante la numerosa cantidad de fertilizantes existente en el mercado, según firmas comerciales, nos inclinamos por recomendar los que son de uso más generalizado. Aquellos agricultores que quieran usar otros fertilizantes deberán ajustar los mismos a las unidades que se recomiendan, repartidas con el mismo criterio que utilizamos para los fertilizantes recomendados, a lo largo del ciclo vegetativo del árbol.

1.1. Ejemplos de cómo calcular las necesidades de agua de manera ajustada

Para el cálculo de las necesidades de agua del limonero se utilizan métodos empíricos, basados en los datos recogidos a lo largo de varios años, en las distintas estaciones agrometeorológicas que la Consejería de Agricultura y Agua tiene ubicadas estratégicamente por toda la región, y que gestiona el IMIDA (Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario) a través del SIAM (Sistema de Información Agraria de Murcia).



Detalle de una estación agrometeorológica. Los datos obtenidos de la misma sirven para calcular las necesidades de agua de los cultivos.

Para realizar el cálculo lo más ajustado posible debemos de entrar en la siguiente dirección de Internet: **www.imida.es**

Una vez dentro de esta página habrá que seleccionar el icono SIAM, y posteriormente nos solicitará el nombre del usuario (DEMO), y la contraseña (SIAM). Una vez dentro, podremos seleccionar varios apartados, entre ellos el de Riegos, que es el que nos ocupa en este momento, en él se podrá elegir la opción “informe de necesidades hídricas adaptadas a

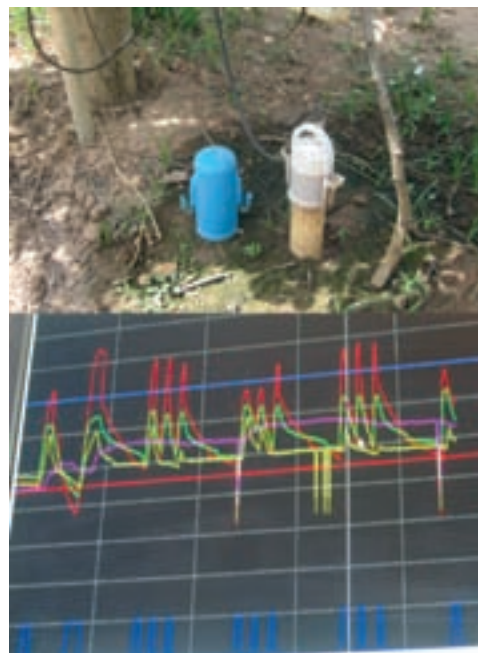
su finca” y dentro de la misma “informes personalizados anuales, mensuales, semanales o diarios”, según se desee. Por último nos irá solicitando datos de la parcela en función de su ubicación, (la más cercana a la estación agrometeorológica existente en cada comarca, de la correspondiente Oficina Comarcal Agraria), material vegetal y textura del suelo, así como marco de plantación, diámetro del árbol, número de goteros por árbol, caudal de los goteros y conductividad del agua de riego. Con respecto a este último punto, el análisis de agua deberá hacerse siempre en verano y como mínimo cada 2 años. En los casos en los que las aguas suelen mezclarse con frecuencia, conviene hacerlo anualmente.

Una vez introducidos estos datos y elegido método de cálculo de necesidades hídricas (viene predeterminado Penman-Montheith), nos dará el tiempo de riego diario a aplicar en la parcela en cuestión.

Las necesidades teóricas de agua, obtenidas con la aplicación de cualquiera de los métodos empíricos, se pueden apoyar también con la comprobación del contenido de humedad del suelo a distintas profundidades. Para ello pueden utilizarse desde aparatos sencillos denominados “tensiómetros”, hasta sensores de humedad continua, como pueden ser las “sondas FDR”, (Reflectometría en el Dominio de la Frecuencia). Los datos obtenidos por estos aparatos de medida nos orientarán en el mantenimiento del bulbo húmedo en torno a la capacidad de campo del suelo. Las lecturas más superficiales dan información respecto del contenido de agua hasta la profundidad en la que se encuentran la mayor parte de raíces del limonero bajo riego por goteo, y los más profundos acerca de la percolación a las capas inferiores y como consecuencia la pérdida de agua y lavado de sales.

Por otro lado, la extracción de la solución del suelo en el bulbo húmedo mediante la colocación de “sondas de succión” nos suministrará datos muy valiosos acerca de los nutrientes y de la variación de conductividad de dicha solución en un mismo punto del bulbo húmedo, y por tanto, si la cantidad de agua teóricamente calculada nos garantiza la lixiviación de las sales acumuladas.

A continuación se detallan tres ejemplos del resultado final de la página web anteriormente mencionada, para una plantación de limoneros adultos, en plena producción, con las siguientes características:



Sondas FDR que hacen la lectura de humedad en el suelo. Los datos recogidos a distintas profundidades se reflejan con varias gráficas en la pantalla del ordenador, desde donde se programa el riego.

Limónero Fino/macrophylla (Ejemplo 1)

- Variedad y patrón: Limón fino/ C. macrophylla
- Localización: Bajo Guadalentín (Librilla)
- Textura: Franco-arcillosa
- Agua: del trasvase, 1 dS/m de conductividad
- Marco de plantación: 7 x 6 m.
- Diseño: 5 goteros por árbol de 4 l/h
- Diámetro medio de la copa de los árboles: 5 m.
- Método de cálculo: Penman–Monteith

Informe Anual Recomendaciones de Riego

Estación	Municipio	Cultivo	Variedad	Método Cálculo ETo
AL51	Librilla	Limónero	Fino sobre Citrus macrophylla	Penman Monteith

Marco	Plantas/Ha	Emisores Planta	Caudal Emisor (l/h)	Textura suelo	C.E. Agua	C. Uniformidad
7 x 6	238	5	4	Franco-arcillosa	1	90

Fecha	NECESIDADES TOTALES			TIEMPO DE RIEGO (día)	
	mm/día	l/planta día	m³/Ha mes	Horas	Minutos
Enero	0,19	7,98	58,88	0 h.	20 ‘
Febrero	0,28	11,76	81,17	0 h.	40 ‘
Marzo	0,93	39,06	288,18	2 h.	0 ‘
Abril	1,37	57,54	410,84	2 h.	50 ‘
Mayo	1,97	82,74	610,46	4 h.	10 ‘
Junio	2,45	102,9	734,71	5 h.	10 ‘
Julio	3,74	157,08	1.158,94	7 h.	50 ‘
Agosto	3,16	132,72	979,21	6 h.	40 ‘
Septiembre	2,48	104,16	743,7	5 h.	10 ‘
Octubre	1,48	62,16	458,62	3 h.	10 ‘
Noviembre	0,49	20,58	146,94	1 h.	0 ‘
Diciembre	0,16	6,72	49,58	0 h.	20 ‘
TOTAL (informe hecho con 12 meses)			5.721		

Limonero Fino/amargo (Ejemplo 2)

- Variedad y patrón: Limón fino/naranja amargo
- Localización: Bajo Guadalentín (Librilla)
- Textura: Franco-arcillosa
- Agua: del Trasvase, 1dS/m de conductividad
- Marco de plantación: 6 x 5 m.
- Diseño: 4 goteros por árbol de 4 l/h
- Diámetro medio de la copa de los árboles: 4,30 m.
- Método de cálculo: Penman–Monteith

Informe Anual Recomendaciones de Riego

Estación	Municipio	Cultivo	Variedad	Método Cálculo ETo
AL51	Librilla	Limonero	Fino sobre naranja amargo	Penman Monteith

Marco	Plantas/Ha	Emisores Planta	Caudal Emisor (l/h)	Textura suelo	C.E. Agua	C. Uniformidad
6 x 5	333	4	4	Franco-arcillosa	1	90

Fecha	NECESIDADES TOTALES			TIEMPO DE RIEGO (día)	
	mm/día	l/planta día	m ³ /Ha mes	Horas	Minutos
Enero	0,26	7,8	80,52	0 h.	30 ‘
Febrero	0,48	14,4	278,12	0 h.	50 ‘
Marzo	0,95	28,5	294,21	1 h.	50 ‘
Abril	1,4	42	419,58	2 h.	40 ‘
Mayo	2	60	619,38	3 h.	50 ‘
Junio	2,49	74,7	746,25	4 h.	40 ‘
Julio	3,79	113,7	1.173,73	7 h.	10 ‘
Agosto	3,21	96,3	994,1	6 h.	0 ‘
Septiembre	2,52	75,6	755,24	4 h.	40 ‘
Octubre	1,38	41,4	427,37	2 h.	40 ‘
Noviembre	0,71	21,3	212,79	1 h.	20 ‘
Diciembre	0,27	8,1	83,62	0 h.	30 ‘
TOTAL (informe hecho con 12 meses)			6.085		

Limonero Verna (Ejemplo 3)

- Variedad y patrón: Limon verna/amargo con madera intermedia de naranjo
- Localización: Santomera (Campo de la Matanza)
- Textura: Franco-arcillosa
- Agua: del trasvase, de 1 dS/m de conductividad
- Marco de plantación: 6,5 x 5,5
- Diseño: 5 goteros/árbol de 4 l/h
- Diámetro medio de la copa: 4,70 m.

Informe Anual Recomendaciones de Riego

Estación	Municipio	Cultivo	Variedad	Método Cálculo ETo
MO41	Abanilla	Limonero	Verna	Penman Monteith

Marco	Plantas /Ha	Emisores Planta	Caudal Emisor (l/h)	Textura suelo	C.E. Agua	C. Uniformidad
6,5 x 5,5	280	5	4	Franco-arcillosa	1	90

Fecha	NECESIDADES TOTALES			TIEMPO DE RIEGO (día)	
	mm/día	l/planta día	m³/Ha mes	Horas	Minutos
Enero	0,26	9,3	80,68	0 h.	30 ‘
Febrero	0,5	17,88	145,15	0 h.	50 ‘
Marzo	1,21	43,26	375,48	2 h.	10 ‘
Abril	1,8	64,35	540,54	3 h.	10 ‘
Mayo	2,36	84,37	732,33	4 h.	10 ‘
Junio	2,93	104,75	879,88	5 h.	10 ‘
Julio	3,27	116,9	1.014,71	5 h.	50 ‘
Agosto	2,37	84,73	735,43	4 h.	10 ‘
Septiembre	1,48	52,91	444,44	2 h.	40 ‘
Octubre	0,91	32,53	282,38	1 h.	40 ‘
Noviembre	0,42	15,02	126,13	0 h.	50 ‘
Diciembre	0,22	7,87	68,27	0 h.	20 ‘
TOTAL (informe hecho con 12 meses)			5.425		

Como se ve, durante los meses de noviembre a febrero hay que regar muy poco diariamente. Así pues, en este período se debe agrupar el tiempo de riego, de tal forma que reguemos 1 ó 2 días a la semana, según el mes de que se trate, al menos 2 horas/día. Cuando la duración del riego sea de más de 6 horas sería conveniente dividirla en dos períodos, de esta manera, y teniendo en cuenta la textura y la salinidad de nuestros suelos, se aprovecha mejor el agua y los fertilizantes, y los bulbos húmedos en el suelo adquieren mayores dimensiones. En cuanto a la planificación diaria del riego conviene saber que las horas centrales del día son las más apropiadas para regar, dado que a esas horas los cítricos tienen los estomas más abiertos y transpiran con más intensidad. Si por el contrario, en los momentos de más calor no hay suficiente agua a disposición de las raíces de las plantas, estas cierran sus estomas y no transpiran, y en consecuencia el crecimiento del árbol y de los frutos se detiene y es más irregular.



Obsérvese la pared salina que se forma en el límite de la mancha húmeda, sobre todo cuando se riega con aguas de mala calidad.

Cuando llueve, el agua disuelve e introduce dentro del bulbo húmedo las sales concentradas en las paredes del mismo. En este caso es conveniente seguir regando para diluir y desplazar de nuevo las sales a la pared del bulbo, donde estaban previamente localizadas, lejos del sistema radicular de los árboles. En el caso de no hacerlo así y sobre todo cuando el agua de riego es de mala calidad, se producirá una inversión de la concentración salina del bulbo húmedo, que dará lugar con toda seguridad a una caída de hojas y a la paralización del crecimiento del árbol, debido a la alta conductividad de la solución del suelo.

2. NECESIDADES ORIENTATIVAS DE AGUA

Lo ideal es calcular las necesidades de agua ajustadas a las características de los árboles, el suelo, el clima y diseño agronómico del riego en cada finca, por el procedimiento visto anteriormente mediante el programa informático que la Consejería de Agricultura y Agua, a través del S.I.A.M., pone en internet a disposición de técnicos y agricultores. Los agricultores que no tengan acceso a este servicio pueden solicitarlo gratuitamente en la Oficina Comarcal Agraria más cercana.

Para aquellos agricultores que por unas circunstancias u otras no puedan disponer de este servicio, a continuación se expresan, como orientación, las cantidades de agua a aportar en limoneros adultos. Las cantidades menores de agua deberán emplearse cuando esta sea de buena calidad, tipo trasvase (1-1,2 dS/m de conductividad eléctrica), y donde la evapotranspiración sea menor. Las cantidades máximas se deberán emplear con aguas salinas y en áreas geográficas de mayor evapotranspiración. A las situaciones intermedias deberán aplicarse cantidades medias.

MESES	LIMON FINO Marco (7 x 6) (238 arb/Ha) (litros/árbol)	LIMON VERNA Marco (6 x 6) (278 arb/Ha) (litros/árbol)	Nº riegos /mes	INTERVALO
Enero	290 – 310	260 - 395	8	2 riegos / semana
Febrero	380 – 500	465 - 675	12	3 riegos / semana
Marzo	1.050 – 1.590	1.270 - 1.660	20	8 riegos 1ª quincena y 12 la 2ª quincena
Abril	1.690 – 2.480	1.930 - 2.450	30	Regar todos los días
Mayo	2.380 – 3.450	2.560 - 3.260	31	Regar todos los días
Junio	2.980 – 4.000	3.000 - 4.250	30	Regar todos los días
Julio	4.550 – 6.200	3.490 - 4.825	31	Regar todos los días
Agosto	4.050 – 5.580	2.590 - 3.490	31	Regar todos los días
Septiembre	3.200 – 4.100	1.600 - 2.270	30	Regar todos los días
Octubre	2.050 – 2.570	995 - 1.440	20	12 riegos 1ª quincena y 8 la 2ª quincena
Noviembre	690 – 890	370 - 670	14	8 riegos 1ª quincena y 6 la 2ª quincena
Diciembre	220 - 270	175 - 335	8	2 riegos/semana
TOTAL AÑO				
Litros/árbol	23.530 - 31.940	18.705 - 25.720		
m³/Ha	5.600 - 7.600	5.200 - 7.150		



Una adecuada fertirrigación garantiza el cuaje de los frutos y el crecimiento de los mismos.

Estas cantidades son orientativas y deben adaptarse a cada situación. Por ejemplo, los años que por circunstancias comerciales del mercado convenga adelantar el tamaño de los limones, deberán intensificarse los riegos y la fertilización, concentrándolos más en la fase inmediatamente posterior al cuajado del fruto y hasta la parada de verano, período durante el cual el fruto sufre un crecimiento más rápido de forma natural. Se deberá seguir concentrando el riego y el abonado en una segunda fase después de esta parada veraniega y hasta mediados de octubre. Por el contrario, cuando se quiera retrasar el tamaño del limón deberá actuarse en las mismas fases anteriores, pero en este caso restringiendo el uso del agua y los fertilizantes. Conviene saber que, en general, los limoneros que se recolectan muy tarde son los que más disminución de cosecha sufren al año siguiente.

3. PROGRAMA DE RIEGO DEFICITARIO

Las cantidades de agua calculadas anteriormente para cada una de las situaciones son las adecuadas para el desarrollo y la producción normal de una plantación de limoneros adultos. Cuando no se dispone de las mismas la producción baja y el desarrollo

del árbol se resiente. Sin embargo son muchas las explotaciones que en épocas de escasez de agua sólo pueden disponer de 3.000 a 4.000 m³/Ha como máximo, y con esta dotación pretenden sacar la producción adelante con el menor impacto posible. Estas explotaciones nos solicitan orientación en la distribución de la poca agua de que disponen, y por ello, con todas las reservas, se detalla un programa de riego deficitario orientativo:

MESES	LIMON FINO Marco (7 x 6) (238 arb/Ha) (litros/árbol)	LIMON VERNA Marco (6 x 6) (278 arb/Ha) (litros/árbol)	Nº riegos /mes	INTERVALO
Enero	160	135	4	1 riego/semana
Febrero	240	205	4	1 riego/semana
Marzo	480	410	12	3 riegos/semana
Abril	820	705	20	5 riegos/semana
Mayo	1680	1440	31	Todos los días
Junio	2100	2010	30	Todos los días
Julio	3180	2725	31	Todos los días
Agosto	2650	2170	31	Todos los días
Septiembre	1990	1600	24	6 riegos/semana
Octubre	960	810	12	3 riegos/semana
Noviembre	320	275	8	2 riegos/semana
Diciembre	160	135	4	1 riego/semana
TOTAL				
Litros/árbol	14.740	12.620		
m³/Ha	3.520	3.508		

4. NECESIDADES DE FERTILIZACIÓN

Los fertilizantes usados para la fertirrigación deben cumplir unos requisitos que no siempre los cumplen los que se utilizan en el riego tradicional. Deben ser muy solubles en el agua, deben tener una elevada pureza, también un índice de salinidad bajo, y por último deben utilizarse aquellos que sean compatibles entre sí.

La fertilización más ajustada se consigue a través de un análisis de suelo cada 3 años y de análisis foliares anuales. La toma de muestras de hojas deberá realizarse entre los meses de octubre a diciembre, de esta manera podemos saber cuales son las reservas de los árboles para el año siguiente. Los resultados deberemos compararlos con los niveles nutritivos estándar que a continuación se relacionan y que están publicados en las normas de producción integrada para el cultivo de cítricos (Orden de 24 de abril, BORM nº 106 de 09-05-2002):

Niveles nutritivos estándar para Limonero (materia seca en hojas)

Nutrientes	Valores Normales
N (%)	2,30 – 2,80
P (‰)	1,20 – 1,60
K (%)	1,20 – 1,60

Valores nutritivos estándar para Cítricos (materia seca en hojas)

Nutrientes	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Ca (%)	< 1,60	1,60 – 2,99	3 – 5	5,10 – 6,50	> 6,50
Mg (%)	< 0,15	0,15 – 0,24	0,25 – 0,45	0,46 – 0,90	> 0,90
S (%)	< 0,14	0,14 – 0,19	0,20 – 0,30	0,31 – 0,50	> 0,50

Niveles nutritivos estándar para Cítricos (p.p.m. en hojas)

Nutrientes	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Fe	< 35	35 – 60	61 – 100	101 – 200	> 200
Zn	< 14	14 – 25	26 – 70	71 – 300	> 300
Mn	< 12	12 – 25	26 – 60	61 – 250	> 250
B	< 21	21 – 30	31 – 100	101 – 260	> 260
Cu	< 3	3 – 5	6 – 14	15 – 25	> 25
Mo	< 0,06	0,06 – 0,09	0,1 – 3,0	3,10 – 10	> 10

4.1. Procedimiento para realizar la toma de muestras foliar

- Deberán elegirse parcelas que sean homogéneas.
- Dentro de cada parcela deberán tomarse muestras de árboles con una determinada disposición regular, y repartidos por toda la parcela, pero que no tengan anomalías (plagas, enfermedades, virosis, etc).
- El número de árboles a muestrear seguirá la siguiente pauta:
 - 1 de cada 3 árboles en parcelas inferiores a 150 árboles
 - 1 de cada 5 árboles en parcelas de 150 a 250 árboles
 - 1 de cada 9 árboles en parcelas de 250 a 450 árboles
 - 1 de cada 15 árboles en parcelas de 450 a 750 árboles
 - 1 de cada 30 árboles en parcelas superiores a 750 árboles
- Las hojas deberán cogerse entre los meses de octubre a diciembre y serán de la brotación vegetativa de primavera (7 a 9 meses), es decir, que serán las ramas que soportarán la producción del año siguiente.
- El muestreo se hará alrededor de todo el árbol y en hojas que estén a la mitad de la altura del mismo y a ser posible que no estén mojadas, en cuyo caso convendrá secarlas antes de meterlas en la bolsa.

- El total de hojas a muestrear será entre 100 y 200 por parcela, a razón de 4 hojas por árbol en un total de 25 a 50 árboles como máximo, siguiendo la pauta anteriormente descrita.
- El transporte de las hojas conviene hacerlo en papel poroso o en plástico perforado y nunca en un recipiente hermético. Esto último acumularía humedad y provocaría la podredumbre de las mismas.
- Entre la toma de muestras y su análisis debe mediar el menor tiempo posible. Si las hojas tienen que estar guardadas un tiempo antes de ser llevadas al laboratorio, se pueden mantener en un frigorífico a una temperatura entre 1 y 4 °C.



Un muestreo foliar anual y un análisis del contenido de nutrientes en las hojas, son la base de una equilibrada fertilización.

5. PROGRAMA ORIENTATIVO DE FERTILIZACIÓN

No obstante y de acuerdo con los resultados obtenidos durante varios años de experimentación en diversas explotaciones, y teniendo en cuenta el potencial productivo de un limonero adulto, nos atrevemos a aconsejar las siguientes unidades fertilizantes (UF) repartidas a lo largo del año, según se trate de limonero fino o verna. Estas cantidades pueden ser modificadas en función de los resultados del análisis foliar. Las UF de N que vienen reflejadas en los siguientes cuadros están en torno a las 200. Estas cantidades están dentro de los límites permitidos por los Programas de Actuación para evitar la contaminación de las aguas por Nitratos, que fija niveles entre 200 y 240 UF de N/Ha como máximo para el riego localizado, para un rendimiento esperado entre 30 y 50 Tm /Ha. Ahora bien, conviene recordar que del total de UF habría que detraer, por un lado, las que ya hay en el suelo al principio de la campaña y que proceden de la campaña anterior, las procedentes de la fertilización orgánica y también de la mineralización del humus del suelo, así como las que aporta el agua de riego.

Limonero Fino

Cultivo	Variedad	Zona	Producción Media	Marco	Número Plantas/Ha
Limonero	Fino	Toda la Región	45.000	7 x 6	238
			Kg/Ha	6 x 5	333

Necesidades de Nutrientes por Año (UF)

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
190	64	137	17	10

Programa Mensual Orientativo de Fertirrigación

MES	FERTILIZANTE	gr/Arbol o cc/Arbol	Kg/Ha o l/Ha
ENERO	Acido Fosfórico 72% pureza	50	12
FEBRERO	Acido Fosfórico 72% pureza	100	24
MARZO	Nitrato Amónico	180	43
	Nitrato Potásico	125	30
ABRIL	Nitrato Amónico	400	95
	Nitrato Potásico	185	44
MAYO	Nitrato Amónico	300	71
	Nitrato Cálcico N:15.5 CaO:27	135	32
	Nitrato Magnésico N:11 MgO:16	125	30
	Nitrato Potásico	185	44
JUNIO	Nitrato Amónico	330	79
	Nitrato Potásico	125	30
JULIO	Acido Fosfórico 72% pureza	75	18
	Nitrato Amónico	85	20
	Nitrato Potásico	125	30
AGOSTO	Nitrato Amónico	80	19
	Nitrato Potásico	185	44
SEPTIEMBRE	Nitrato Amónico	300	71
	Nitrato Cálcico N:15.5 CaO:27	135	32
	Nitrato Magnésico N:11 MgO:16	125	30
	Nitrato Potásico	185	44
OCTUBRE	Nitrato Amónico	10	2
	Nitrato Potásico	125	30
NOVIEMBRE	Acido Fosfórico 72% pureza	75	18

FERTILIZANTE	TOTAL (Kg/Ha x Año)
Acido Fosfórico 72% pureza	72
Nitrato Amónico	400
Nitrato Cálcico N:15.5 CaO:27	64
Nitrato Magnésico N:11 MgO:16	60
Nitrato Potásico	296

Notas Generales:

- Estas recomendaciones orientativas de abonado se adaptan a las Normas Técnicas de Producción Integrada de la Región de Murcia, y al Código de Buenas Prácticas Agrarias respecto de la Directiva de Nitratos.
- Procurar no combinar en el mismo riego Nitrato Cálcico con otro fertilizante.
- Aunque no suele presentar problemas, procurar no combinar en el mismo riego Nitrato Amónico con Acido Fosfórico.
- Procurar no mezclar en el mismo riego Quelato de Hierro con Acido Fosfórico.

- Tener en cuenta la baja solubilidad del Nitrato Potásico (10-15 % según temperatura del agua) para las disoluciones en los tanques.
- En los suelos calizos, los niveles foliares de hierro no deben quedar por debajo del estándar normal. En ese caso los meses de Marzo y Agosto serían los más recomendables para corregir las carencias de hierro con quelatos.
- Las aplicaciones foliares de cinc y manganeso sólo deberán hacerse en las plantaciones que acusen deficiencias en estos elementos.

Limónero Verna

Cultivo	Variedad	Zona	Producción Media	Marco	Número Plantas/Ha
Limónero	Verna	Toda la Región	35.000 Kg/Ha	6 x 6	278

Necesidades de Nutrientes por Año (UF)

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
208	67	136	20	11

Programa Mensual Orientativo de Fertirrigación

MES	FERTILIZANTE	gr/Arbol o cc/Arbol	Kg/Ha o l/Ha
ENERO	Acido Fosfórico 72% pureza	50	14
FEBRERO	Acido Fosfórico 72% pureza	100	28
MARZO	Nitrato Amónico	170	47
	Nitrato Potásico	105	29
ABRIL	Nitrato Amónico	385	107
	Nitrato Potásico	160	44
MAYO	Nitrato Amónico	280	78
	Nitrato Cálcico N:15.5 CaO:27	135	38
	Nitrato Magnésico N:11 MgO:16	125	35
	Nitrato Potásico	160	44
JUNIO	Nitrato Amónico	315	88
	Nitrato Potásico	105	29
JULIO	Acido Fosfórico 72% pureza	75	21
	Nitrato Amónico	100	28
	Nitrato Potásico	105	29
AGOSTO	Nitrato Amónico	105	29
	Nitrato Potásico	160	44
SEPTIEMBRE	Nitrato Amónico	260	72
	Nitrato Cálcico N:15.5 CaO:27	135	38
	Nitrato Magnésico N:11 MgO:16	125	35
	Nitrato Potásico	160	44
OCTUBRE	Nitrato Amónico	15	4
	Nitrato Potásico	105	29
NOVIEMBRE	Acido Fosfórico 72% pureza	75	21

FERTILIZANTE	TOTAL (Kg/Ha x Año)
Acido Fosfórico 72% pureza	84
Nitrato Amónico	453
Nitrato Cálcico N:15.5 CaO:27	76
Nitrato Magnésico N:11 MgO:16	70
Nitrato Potásico	292

Notas Generales:

- Estas recomendaciones orientativas de abonado se adaptan a las Normas Técnicas de Producción Integrada de la Región de Murcia y al Código de Buenas Prácticas Agrarias, respecto de la Directiva de Nitratos.
- Procurar no combinar en el mismo riego Nitrato Cálcico con otro fertilizante.
- Aunque no suele presentar problemas, procurar no combinar en el mismo riego Nitrato Amónico con Acido Fosfórico.
- Procurar no mezclar en el mismo riego Quelato de Hierro con Acido Fosfórico.
- Tener en cuenta la baja solubilidad del Nitrato Potásico (10-15 % según temperatura) para las disoluciones en los tanques.
- En los suelos calizos, los niveles foliares de hierro no deben quedar por debajo del estándar normal. En ese caso los meses de Marzo y Agosto serían los más recomendables para corregir las carencias de hierro con quelatos.
- Las aplicaciones foliares de cinc y manganeo sólo deberán hacerse en las plantaciones que acusen deficiencias en estos elementos.

En cada riego, la duración de la fertilización deberá ser siempre la mayor posible, es decir, que si una instalación deber estar regando durante 4 horas, el tiempo de fertilización deberá ser alrededor de 3 horas y media, dejando un cuarto de hora al principio y otro cuarto de hora al final del riego para que salga agua solamente. En cualquier caso hay que asegurarse de que al final del riego no queden fertilizantes en las tuberías.



Hojas de limonero con la típica clorosis férrica. Esta carencia debe corregirse en primavera, mediante quelatos de hierro.

6. MEZCLA DE FERTILIZANTES

En la tabla que se detalla a continuación se establecen los fertilizantes de uso más común para riego por goteo que se pueden mezclar, y aquellos que pueden presentar problemas con su mezcla y que suelen acarrear precipitados y obstrucciones en la red de riego.

	Nitrato amónico	Solución nitrogenada	Urea	Nitrato cálcico	Nitrato potásico	Fosfato monoamónico	Acido fosfórico
Nitrato amónico		X	X	0	X	X	X
Solución nitrogenada	X		X	X	X	X	X
Urea	X	X		X	X	X	X
Nitrato cálcico	0	X	X		X	0	0
Nitrato potásico	+	+	X	+		+	+
Fosfato monoamónico	X	X	X	0	+		+
Acido fosfórico	X	X	X	0	+	+	

+: Fertilizantes que se pueden mezclar

x: Fertilizantes que se pueden mezclar en el momento del empleo

0: Fertilizantes que no se pueden mezclar

7. SOLUBILIDAD DE LOS FERTILIZANTES

A continuación se detallan los fertilizantes más utilizados en riego por goteo, así como su facilidad de disolución en el agua a una temperatura de 20 °C, con objeto de prevenir problemas de solubilidad en los tanques de abonado. En invierno esta solubilidad bajará, debido a la menor temperatura del agua, y en cambio en verano subirá.

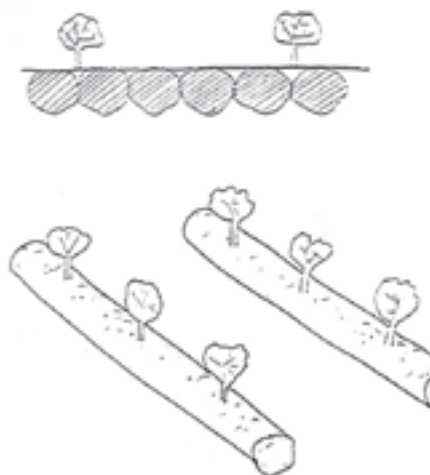
Fertilizante	gramos/litro de agua
Nitrato amónico	1.700
Nitrato cálcico	1.200
Nitrato potásico	150
Urea	500
Nitrato magnésico	700
Fosfato monoamónico	200
Fosfato monopotásico	200

8. FERTIRRIGACIÓN PARA ÁRBOLES JOVENES

Con los actuales patrones y variedades y bajo el sistema de riego por goteo consideramos que un árbol es adulto, en condiciones normales y siempre que se haya cultivado convenientemente, a partir de los 6 años. Por ello las cantidades de agua y



Al principio los goteros deberán colocarse a unos 25 cm del tronco e ir separándose del mismo, poco a poco y tirando de la tubería, hasta dejarlos aproximadamente a 1 m del tronco al final del primer año.



Cuando todos los goteros estén puestos, deben garantizar el solape de los bulbos húmedos y la existencia de una mancha continua de humedad a lo largo de la línea portagoteros.

fertilizantes a emplear durante los seis primeros años deberán ser menores que los que necesita un árbol adulto y deberán ir creciendo de acuerdo con el desarrollo de los árboles. Al séptimo año las cantidades de fertilizantes y de agua a aportar deberán ser las de un árbol adulto.

El número de goteros que deben tener los árboles jóvenes varía según su grado de desarrollo. Deben ir aumentando cada año hasta lograr que al cuarto o quinto año, como máximo, tengan todos los goteros que había previstos en el diseño agronómico.

co. La distancia entre los goteros será aquella que garantice el solape de los bulbos húmedos según la textura del suelo. En el momento de la plantación el gotero deberá ponerse a unos 25 cm del tronco, y cada 3 meses deberá ir separándose 25 cm más, tirando de la línea portagoteros, (no quitar goteros ni usar tapones), hasta que al final del primer año de plantación el gotero quede situado en torno a 1 m del tronco, de cuyo lugar ya no se moverá. El resto de goteros se deben ir poniendo gradualmente y de manera equidistante hasta completar el total de los mismos.

Necesidades orientativas de fertilización para el Limonero Fino durante los 6 primeros años

Meses	Fertilizante	1º Año gr/árbol	2º Año gr/árbol	3º Año gr/árbol	4º Año gr/árbol	5º Año gr/árbol	6º Año gr/árbol
Enero	A. Fosfórico	8	13	20	30	38	45
Febrero	A. Fosfórico	15	25	40	60	75	90
Marzo	N. Amónico	27	27	72	108	135	162
	N. Potásico	19	32	50	75	94	113
Abril	N. Amónico	60	100	160	240	300	360
	N. Potásico	28	46	74	111	139	165
Mayo	N. Amónico	45	75	120	180	225	270
	N. Cálculo	20	34	54	81	101	122
	N. Magnésico	19	32	50	75	94	113
	N. Potásico	28	46	74	111	139	165
Junio	N. Amónico	50	83	132	198	248	297
	N. Potásico	19	32	50	75	94	113



Julio	A. Fosfórico	12	19	30	45	56	68
	N. Amónico	13	22	34	51	64	77
	N. Potásico	19	32	50	75	94	113
Agosto	N. Amónico	12	20	32	48	60	72
	N. Potásico	28	46	74	111	139	165
Septiembre	N. Amónico	45	75	120	180	225	270
	N. Cálcico	20	34	54	81	101	122
	N. Magnésico	19	32	50	75	94	113
	N. Potásico	28	46	74	111	139	165
Octubre	N. Amónico	2	3	4	6	7,5	9
	N. Potásico	19	32	50	75	94	113
Noviembre	A. Fosfórico	12	19	30	45	56	68

Necesidades orientativas de agua para el Limonero Fino durante los 6 primeros años

	1º año l/árbol	2º año l/árbol	3º año l/árbol	4º año l/árbol	5º año l/árbol	6º año l/árbol	Intervalo de Riego
Enero	45	75	115	175	220	265	2 riegos/semana
Febrero	60	100	150	230	290	345	3 riegos/semana
Marzo	160	265	420	630	790	950	4 riegos/semana en 1ª quincena 5 riegos/semana en 2ª quincena
Abril	255	425	680	1015	1270	1525	Regar todos los días
Mayo	360	600	955	1430	1790	2145	Regar todos los días
Junio	450	750	1195	1790	2240	2685	Regar todos los días
Julio	680	1140	1820	2730	3415	4100	Regar todos los días
Agosto	605	1015	1620	2430	3040	3650	Regar todos los días
Septiembre	480	800	1280	1920	2400	2880	Regar todos los días
Octubre	307	515	820	1230	1540	1850	5 riegos/semana en 1ª quincena 4 riegos/semana en 2ª quincena
Noviembre	105	175	280	415	520	625	3 riegos/semana en 1ª quincena 2 riegos/semana en 2ª quincena
Diciembre	35	55	90	135	170	200	1 riego/semana
Total	3.542	5.195	9.425	14.130	17.685	21.220	



Necesidades orientativas de fertilización para el Limonero Verna durante los 6 primeros años

Meses	Fertilizante	1º Año gr/árbol	2º Año gr/árbol	3º Año gr/árbol	4º Año gr/árbol	5º Año gr/árbol	6º Año gr/árbol
Enero	A. Fosfórico	8	13	20	30	38	45
Febrero	A. Fosfórico	15	25	40	60	75	90
Marzo	N. Amónico	25	43	68	102	128	153
	N. Potásico	16	26	42	63	79	95
Abril	N. Amónico	58	96	154	231	289	347
	N. Potásico	24	40	64	96	120	144
Mayo	N. Amónico	42	70	112	168	210	252
	N. Cálcico	20	34	54	81	101	122
	N. Magnésico	19	31	50	75	94	113
	N. Potásico	24	40	64	96	120	144
Junio	N. Amónico	47	79	126	189	236	284
	N. Potásico	16	26	42	63	79	95
Julio	A. Fosfórico	11	19	30	45	56	68
	N. Amónico	15	25	40	60	75	90
	N. Potásico	16	26	42	63	79	95
Agosto	N. Amónico	16	26	42	63	79	95
	N. Potásico	24	40	64	96	120	144
Septiembre	N. Amónico	39	65	104	156	195	234
	N. Cálcico	20	34	5	81	101	122
	N. Magnésico	19	31	50	75	94	113
	N. Potásico	24	40	64	96	120	144
Octubre	N. Amónico	3	4	6	9	12	14
	N. Potásico	16	26	42	63	79	95
Noviembre	A. Fosfórico	11	19	30	45	56	68

Necesidades orientativas de agua para el Limonero Verna durante los 6 primeros años

	1º año l/árbol	2º año l/árbol	3º año l/árbol	4º año l/árbol	5º año l/árbol	6º año l/árbol	Intervalo de Riego
Enero	40	70	105	160	200	235	1-2 riegos/semana
Febrero	70	120	190	280	350	420	3 riegos/semana
Marzo	190	320	420	765	955	1150	4 riegos/semana en 1ª quincena 5 riegos/semana en 2ª quincena
Abril	290	485	775	1160	1450	1740	Regar todos los días
Mayo	385	640	1025	1540	1925	2310	Regar todos los días
Junio	450	750	1200	1800	2250	2700	Regar todos los días
Julio	525	875	1400	2100	2620	3150	Regar todos los días

Agosto	390	650	1040	1560	1945	2340	Regar todos los días
Septiembre	240	400	640	960	1200	1440	Regar todos los días
Octubre	150	250	400	600	750	900	5 riegos/semana en 1ª quincena 4 riegos/semana en 2ª quincena
Noviembre	55	95	150	225	280	335	3 riegos/semana en 1ª quincena 2 riegos/semana en 2ª quincena
Diciembre	30	45	75	105	135	160	1 riego/semana
Total	2.815	4.700	7.420	11.255	14.060	16.880	

9. MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE LA INSTALACIÓN DE RIEGO POR GOTEO

En las instalaciones de riego por goteo debe producirse con regularidad una revisión, mantenimiento y limpieza de las mismas. Aunque tengamos un filtrado adecuado a las características del agua y de los goteros, puede haber riesgo de obturación de origen físico y químico debido a precipitaciones y al desarrollo de colonias bacterianas.

Para que la instalación de riego conserve sus bondades es necesario establecer un plan de limpieza y revisión periódica del embalse, cabezal y red de riego. De no hacerse así, pueden aparecer problemas que después son más difíciles de solucionar. En este sentido es más fácil y económico prevenir, que curar.

9.1. Embalse

- Vigilar las posibles pérdidas de agua en el embalse (roturas y filtraciones), y entre este y el cabezal.
- Preservar de posibles obstrucciones la toma de agua del embalse, que deberá ser superficial y bajo un flotador.
- Controlar la proliferación de algas, que a su vez pueden ser alimento de bacterias, mediante el uso de alguicidas comerciales. En este sentido conviene que los



Cubrir los embalses minimiza las pérdidas de agua por evaporación y evita la proliferación de algas al obstaculizar el paso de la luz.

agricultores sepan que la cuando se cubre un embalse y se reduce la luz solar, además de evitar considerables pérdidas de agua por evaporación, se minimiza la aparición de algas. En caso de utilizar sulfato de cobre no debe pasarse de 5 gramos por metro cúbico de agua, y debe tenerse en cuenta que es tóxico para los peces.

- Limpiar anualmente de fangos la solera del embalse.

9.2. Cabezal

- Vigilar el correcto funcionamiento del motor de impulsión si lo hubiera.
- Garantizar un adecuado funcionamiento de los filtros de arena, malla o anillas mediante el uso de los manómetros correspondientes a la entrada y salida de los mismos. Vigilar posibles pérdidas de carga atendiendo a las recomendaciones del fabricante-instalador. Vigilar que en los filtros de arena, si los hubiera, no se produzcan canales deferentes ni grietas por apelmazamiento de la arena. Cuando esto sucede el filtro no cumple su función.
- Las pérdidas de carga son las pérdidas de presión debido al rozamiento del agua con las paredes de las tuberías, accesorios y mecanismos diversos intercalados en la red. La siguiente tabla muestra la estimación de las pérdidas de carga debidas a los elementos más comunes instalados en el cabezal:

	metros de columna de agua
Filtro de arena	2-4
Filtro de malla ó anillas	1-3
Tanque fertilizante	1-4
Inyector hidráulico	4-5
Inyector venturi	5-15
Regulador de presión	4-6
Válvula	1-3

- Limpiar periódicamente los distintos filtros (arena, malla o anillas) en función de la suciedad del agua y de la diferencia manométrica a la entrada y salida de cada filtro. Uso de filtros autolimpiantes en su caso.
- Vigilar el correcto funcionamiento del inyector de abono y de los electroagitadores de los tanques fertilizantes: limpieza de los filtros de abono.
- Controlar la presión a la entrada y salida del cabezal mediante los correspondientes manómetros. Vigilar la pérdida de carga de todo el cabezal para que esté dentro de los parámetros establecidos por el instalador.
- Revisar el agua gastada diariamente en el contador correspondiente, que deberá estar de acuerdo con el caudal total de los goteros y las horas de funcionamiento de la instalación o del sector.

- Vigilar el correcto funcionamiento del cuadro de mandos y/o los programadores de riego y abonado. Correcta apertura y cierre de electroválvulas.

9.3. Tuberías principales, secundarias y portagoteros

- Limpiar la instalación cada 2 meses (excepto en la época en la que se fertiliza el suelo con ácido fosfórico) con objeto de eliminar precipitados, microorganismos y sedimentos sólidos que atraviesan los filtros. El tratamiento consiste en mantener la instalación durante 1 hora con agua a pH próximo a 2 mediante la inyección de ácido nítrico a razón de 3 litros por cada m³ de agua que salga por los goteros en 1 hora. Para ello hay que saber cuantos m³ se gastan en una hora en toda la instalación o en el sector correspondiente. Una vez calculado los litros de ácido nítrico que le corresponden se mezclan con agua en el tanque fertilizante y se regula la bomba inyectora para que toda la mezcla salga exactamente en 1 hora. Transcurrido este tiempo se somete la instalación a la mayor presión posible y se abren los extremos de las tuberías portagoteros hasta que salga agua limpia. Cuando se utilizan diariamente fertilizantes cuya reacción resultante es ácida, pH entre 5 y 6, los precipitados son escasos y la limpieza puede demorarse más tiempo y hacerse 1 vez al año, al final de la campaña.
- Vigilar la sujeción al suelo de las tuberías portagoteros. Deberán estar siempre en la misma posición tanto tuberías como goteros. El movimiento de las mismas provoca la alteración de los bulbos húmedos, con el consiguiente perjuicio para las madejas radiculares que se encuentran bajo los goteros.
- Revisar la presión en las tuberías portagoteros mediante la medición de la presión al final de las mismas con el correspondiente manómetro manual. Comprobar el caudal de los goteros y la uniformidad del riego. Vigilar la variación de amplitud de las manchas húmedas bajo los goteros.
- Vigilar las posibles pérdidas de agua que puedan aparecer a lo largo de la red, especialmente en las tuberías portagoteros. Estas pérdidas pueden ser debidas a excesos de presión que hayan hecho saltar algunos goteros, roturas producidas por aperos u otros factores y también por la mordedura de roedores.



El mantenimiento del cabezal pasa, entre otras cosas, por controlar las presiones y vigilar los tanques fertilizantes y la bomba de inyección.



La limpieza periódica de la instalación debe garantizar el buen funcionamiento de la misma y los caudales de los goteros.

PUBLICACIONES DE LA SERIE FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

- Nº 1.- Manipulador de productos fitosanitarios. Nivel Básico (manual del profesor).
- Nº 2.- Poda y sistemas de formación en los frutales de hueso.
- Nº 3.- Recomendaciones de buen uso y seguridad en los equipos de tratamiento fitosanitario.
- Nº 4.- Manipulador de productos fitosanitarios. Nivel Básico (manual del alumno).
- Nº 5.- Manipulador de productos fitosanitarios. Nivel Cualificado (manual del profesor).
- Nº 6.- Manipulador de productos fitosanitarios. Nivel Cualificado (manual del alumno).
- Nº 7.- Prevención de Riesgos Laborales en el puesto de trabajo. Manejo seguro del tractor.
- Nº 8.- Manipulador de plaguicidas de uso ganadero. Nivel Básico (manual para el alumno).
- Nº 9.- Manipulador de plaguicidas de uso ganadero. Nivel Básico (manual para el profesor).
- Nº 10.- Normas básicas de la condicionalidad.
- Nº 11.- Plagas y enfermedades de limón y pomelo en la Región de Murcia.
- Nº 12.- Bienestar animal en el transporte.
- Nº 13.- Técnica de atomización según volumen vegetativo (T.R.V.).
- Nº 14.- La fertirrigación del limonero.





Región de Murcia
Consejería de Agricultura
y Agua



Unión Europea
Fondo Social Europeo