



Manejo del riego y nutrientes para huertos jóvenes



Lista de colaboradores

- **Abdelmoneim Z. Mohamed** – Asesor de riego y suelos, Extensión Cooperativa de la Universidad de California para los condados de Stanislaus, San Joaquín y Merced
- **Mae Culumber** – Asesor agrícola para cultivos de nueces, Extensión Cooperativa de la Universidad de California para el condado de Fresno
- **Cameron AT Zuber** – asesor agrícola para cultivos de huertos, Extensión Cooperativa de la Universidad de California, para los condados de Merced y Madera
- **Tobias Oker** – Asesor de suelos y riego, Extensión Cooperativa de la Universidad de California para el condado de Kern
- **Giulia Marino** – asistente especialista del Departamento de Ciencias de las Plantas de Extensión Cooperativa de la Universidad de California en Davis
- **Charles Hillyer & Shawn Ashkan** – del Centro de Tecnología de Riego de la Universidad del Estado de California en Fresno

Contenido

Abstracto:.....	2
Capítulo 1: Principios para el manejo del riego en los huertos	3
Capítulo 2: principios para el manejo de nutrientes en los huertos.....	8
Capítulo 3: manejo de agua y nutrientes en nogales en fase no productiva	12
Capítulo 4. Riego y fertilización para almendros jóvenes	18
Capítulo 5: manejo del riego para pistachos jóvenes	23
Capítulo 6: manejo del agua y nutrientes para huertos de olivos	25
Capitulo 7. Manejo de riego y nutrientes para huertos de cítricos jóvenes	30
Referencias:.....	35

Abstracto:

En el manual Manejo del riego y nutrientes para huertos jóvenes, ahondamos en las estrategias para el manejo del riego y nutrientes diseñadas específicamente para huertos jóvenes explorando importantes consideraciones, mejores prácticas y la importancia del manejo proactivo en la obtención de resultados óptimos.

Esta guía se enfoca en las mejores prácticas para el manejo del riego y nutrientes para huertos jóvenes en el Valle de San Joaquín. A medida en que la superficie ocupada por huertos jóvenes se ha ido expandiendo debido a plantaciones recién establecidas y el reemplazo de los viejos e improductivos árboles, es crucial abordar su sensibilidad ante las limitaciones hídricas. Los productores utilizan con frecuencia la evapotranspiración calculada de los cultivos para determinar la cantidad de riego, pero los coeficientes de cultivo están diseñados para huertos maduros de dosel completo. El consumo de agua por parte de los árboles jóvenes cambia rápidamente tanto de un año a otro, como en una misma temporada. Entender las necesidades hídricas únicas de los árboles jóvenes e implementar estrategias avanzadas de riego garantiza el desarrollo saludable del huerto, el uso óptimo del agua y una productividad a largo plazo.

Los huertos jóvenes tienen necesidades de nutrientes diferentes comparados con los huertos maduros. Durante las fases de crecimiento iniciales, los árboles asignan una cantidad significativa de energía al crecimiento de las raíces y el establecimiento del dosel. Nutrientes esenciales como el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) son vitales para promover el crecimiento vigoroso de la raíz, la expansión foliar y la vitalidad en general del árbol. Adicionalmente, los micronutrientes como el hierro (Fe), zinc (Zn), manganeso (Mn) y boro (B) son fundamentales para la activación de enzimas, fotosíntesis y procesos metabólicos en general.

La implementación de mejores prácticas para el manejo del riego y nutrientes para huertos jóvenes es esencial para hacer frente a las recurrentes sequías y cumplir con el *Irrigated Lands Regulatory Program* (Programa de Regulación de las Tierras de Regadio) o ILRP, por sus siglas en inglés y las normas de la *Sustainable Groundwater Management Act* (Ley para el Manejo Sustentable de Aguas Subterráneas) o SGMA, por sus siglas en inglés. Este manual ofrece las ideas necesarias y orientación práctica para ayudar a los agricultores a lograr estos objetivos y mejorar la productividad y sustentabilidad de sus huertos jóvenes.

Capítulo 1: Principios para el manejo del riego en los huertos

Abdelmoneim Mohamed, asesor de riego y suelos de UCCE

Un manejo apropiado del riego durante las primeras fases del desarrollo de un huerto es vital para la salud, crecimiento y productividad de los árboles a largo plazo. Un riego apropiado garantiza que los árboles cuenten con un suministro adecuado de agua, lo cual es crucial para la fotosíntesis, absorción de nutrientes y vigor en general. Un riego insuficiente puede resultar en el retraso del crecimiento, raíces superficiales, retrasos en la producción y una creciente susceptibilidad a las plagas y enfermedades. Por otra parte, un riego excesivo puede causar asfixia radicular, lixiviación de nutrientes y encharcamiento, los cuales también pueden tener efectos adversos en la salud y productividad del árbol.

El uso de agua en los cultivos cambia drásticamente en los primeros años y durante la temporada. Un riego eficiente incluye la adecuación de las aplicaciones de agua a las necesidades hídricas de los cultivos.

Existen métodos principales para programar el riego de los árboles en los huertos: programación basada en mediciones del suelo, plantas y clima.

Método basado en el clima:

Muchos agricultores utilizan los reportes de Evapotranspiración (ET_c) calculada disponibles a través de las oficinas de Extensión Cooperativa de la Universidad de California ubicadas en diferentes condados. Este método se basa en reemplazar la cantidad de agua utilizada por el cultivo desde el último riego. ET_c representa la pérdida en la tierra (evaporación) y dosel (transpiración) (Ilustración 1) y se calcula multiplicando la referencia ET_o por el coeficiente el cultivo (K) [$ET_c = ET_o \times K_c$]. Existen estudios que han revelado que el ET está vinculado a la cantidad de suelo o dosel que cubren. Por ejemplo, los cultivos con una cobertura completa del dosel, como los campos de alfalfa, cuentan con las tasas más grandes de ET, un poco menos a que si fuera agua a la intemperie. Los científicos han usado esta información para crear un sistema de medición meteorológica. Cuando este sistema es instalado en un área de pasto que recibe un buen riego, puede calcular con exactitud la cantidad máxima de ET diaria. Las estaciones meteorológicas reportan este cálculo llamado ET_o , diariamente. K_c es el coeficiente específico del cultivo para una determinada fase de crecimiento. Existe la posibilidad de regar en exceso si se usa este método, ya que los valores K_c son obsoletos y se usan para diferentes prácticas de manejo y diferentes portainjertos a los que tenemos actualmente. Esto se puede evitar si se usan algunos sensores disponibles actualmente en el mercado para medir el ET real en su huerto. Vamos a hablar sobre cómo ajustar los reportes de ET para los árboles jóvenes. Después de eso, usted puede usar las siguientes ecuaciones para calcular las tasas de aplicación, los horarios de riego y el agua que se debe aplicar:

Text for the illustration

Transpiración

Evaporación

Percolación profunda

Precipitación

Riego

Escurrimiento

Almacenamiento

Aumento capilar

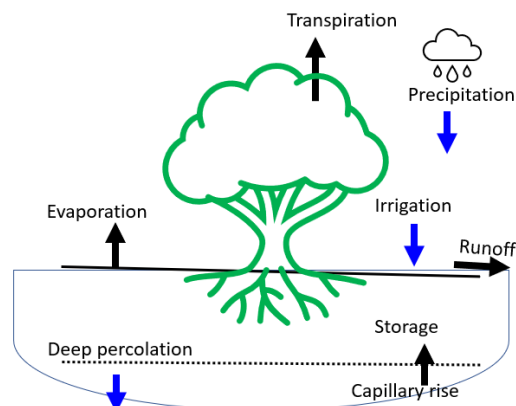


Ilustración 1: Proceso de evapotranspiración y el equilibrio del agua en la tierra

$$\begin{aligned} & \text{Tasa de aplicación de un sistema de microaspersores (pulg/hr)} \\ &= \frac{\text{Flujo promedio para un árbol (gph)}}{\text{Espacio entre árboles (ft}^2\text{)}} \times 1.6 \end{aligned}$$

$$\text{Tiempo programado para riego(h)} = \frac{\text{Uso de agua en el cultivo (pulgadas/día)}}{\text{Tasa de aplicación (pulgadas/hora)}}$$

$$\text{Agua aplicada (pulgadas)} = \frac{\text{Flujo de la bomba (gpm)} \times \text{tiempo de riego programado (min)}}{\text{Área del huerto irrigada (acre)} \times 27,152}$$

Estos cálculos necesitan ser ajustados para el área que cubre su sistema de riego (Gráfica 1).

Gráfica 1: Porcentaje de la superficie regada por diferentes sistemas de riego

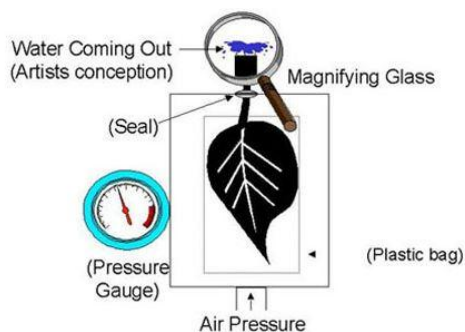
Sistema de riego	% de superficie regada
Goteo de una línea	20 – 30%
Goteo de doble línea	20 – 50%
Micro aspersor	30 – 60%

Método basado en la planta:

Las plantas tienen diferentes maneras de regular el equilibrio entre su absorción de agua y la que necesitan. Consecuentemente, los métodos para programación de riego basados en la planta dependen de la evaluación de uno o varios de esos mecanismos. Además de revisar las hojas usted mismo para ver si están enrolladas o marchitadas, existen muchos sensores disponibles para detectar si la planta sufre de estrés por falta de agua o estrés hídrico, como los dendrómetros, radiómetros infrarrojos, medidores de flujo de savia, porómetros de conductancia estomática, sondas de turgencia foliar y herramientas basadas en teledetección. Entre más pronto puedan estos sensores detectar el estrés hídrico, mejor será la toma de decisiones en la programación del riego. De los muchos detectores que se basan en las plantas para la programación de riego, la cámara de presurización (Ilustración 2), la cual mide la tensión del agua entre las plantas, ha demostrado ser confiable como indicador fisiológico del estrés por falta de agua en los árboles y viñas. Este método nos dice cuándo debemos regar y verifica los otros métodos (clima y tierra). Los métodos para la programación de riego basados en la tierra y el clima indican la cantidad de riego necesario, pero usted tiene que calcular la profundidad de la zona de raíces. Por lo tanto, los métodos basados en la planta pueden determinar si esos cálculos son precisos. Las cámaras de presurización miden la fuerza que una planta requiere para absorber el agua desde la tierra y transportarla hasta las hojas. Esto puede hacerse cubriendo la hoja muestra con una bolsa con laminado de aluminio durante por lo menos diez minutos, para reducir el error de medición a 0.5 barras, antes de ser retirada del árbol. Esta medida se registra al mediodía porque el potencial hídrico se mantiene constante en su déficit más alto del día. Por lo que, cuando la hoja se encuentra en la bolsa de aluminio dentro de la cámara, la presión requerida para expulsar el agua fuera del tallo es igual al potencial hídrico y está mostrando sus unidades métricas de presión (barras). Entre más seca se encuentra la tierra, mayor es la tensión en la planta, por lo tanto, esto requiere más presión para expulsar el agua fuera del tallo. La elección de un árbol fuerte y que represente a los demás para realizar las mediciones es la clave para monitorear de manera precisa el estrés hídrico. Seleccione de tres a cuatro hileras contiguas de árboles que crecen uniformemente en un área representativa, luego elija de tres a cuatro árboles para las medidas SWP usando un horario racional (mida SWP en una hilera diferente cada vez que lo haga).



Ilustración 2: cámara de presión



Método basado en la tierra:

El método de observar y sentir la tierra era el método más común en los cultivos para revisar la humedad de la tierra, pero, para aprender este método, se toma tiempo y experiencia y es subjetivo, especialmente cuando la tierra está seca o mojada. Existen muchos sensores de humedad en la tierra disponibles en el mercado, sensores que pueden indicarle cuándo debe regar (como tensiómetros, sensores de matriz granular). Estos sensores miden la fuerza con la que el agua es retenida por las partículas de la tierra: entre más seca está la tierra, mayor la tensión y más difícil es para la planta extraer el agua. La lectura que estos sensores proporcionan es en cb o kPa. Por otro lado, algunos sensores le indican cuánto y cuándo regar. (*Neutron Probe*, *Resistance*, *Capacitance*, *Time Domain Reflectometry TDR*). El *Neutron Probe* (Sonda Newtron) le ofrece la respuesta más correcta mientras que los otros le indican una tendencia que puede usarse para programar el riego.

Cuando hablamos sobre la cantidad de agua que la tierra puede retener para las plantas, usamos tres términos. El primer término es "*Field Capacity*" (capacidad del campo, o FC, por sus siglas en inglés). FC es el agua que permanece en la tierra después de que la mayoría ha sido drenada, usualmente tres o cuatro días después del riego. El segundo término es "*Permanent Wilting Point*" (punto de marchitamiento permanente o PWP, por sus siglas en inglés). PWP representa la cantidad de agua que permanece en la tierra, la cual es tan poca que las plantas ya no pueden absorberla. Y el tercer término, "*Total Available Water*" (Total de agua disponible o TAW, por sus siglas en inglés), es la diferencia entre la capacidad del campo y el punto de marchitamiento permanente, (Ilustración 3). TAW es el espacio que se requiere para manejar la reducción del agua en la tierra. A determinar cuál es el grado de sequedad de la tierra con el que se siente cómodo antes de volver a regar, se le conoce como gestión de agotamiento permitido (MAD, por sus siglas en inglés) y por lo general se le programa alrededor de un 50 por ciento (Gráfica 2). Reducir el agua en la tierra más allá de este punto impactaría negativamente el crecimiento y producción de las plantas.

Gráfica 2: Porcentaje de agotamiento de agua permitido para diferentes cultivos de árboles

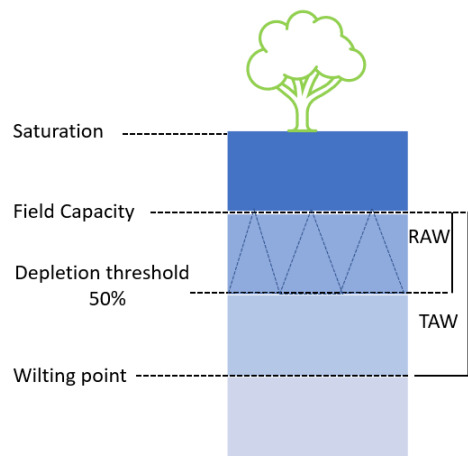


Ilustración 3: Horario de riego basado en la tierra

Text for the graphic

- Saturación
- Capacidad del campo
- Umbral de reducción 50%
- Punto de marchitamiento

Cultivo	% de agotamiento permitido sin causar estrés
Cítricos	50
Manzanas, cerezas, peras	50
Chabacanos, duraznos y frutas de hueso	50
Aguacate	70
Kiwi	35
Olivo	65
Nogal	50
Almendra	40
Pistacho	40
Uvas	65

El tipo de tierra en su cultivo afecta la cantidad de agua que puede retener (Gráfica 3).

Gráfica 3: Total de agua disponible para las diferentes texturas de suelo

Textura del suelo	Contenido de agua en el suelo			TAW Pulg/pies
	SAT	FC	PWP	
	Vol%	Vol%	Vol%	
Arenosa	36	13	6	0.84
Arenosa limosa	38	16	8	0.96
Limo arenoso	41	22	10	1.44
Limosa	46	31	15	1.92
Franco limosa	46	33	13	2.4
Limosa	43	33	9	2.88
Franco arcillosa	47	32	20	1.44
Franco arcillosa	50	39	23	1.92
Franco arcillosa limosa	52	44	23	2.52
Arcillosa arenosa	50	39	27	1.44
Arcillosa limosa	54	50	32	2.16
Arcillosa	55	54	39	1.8

Ejemplo: Si tiene un segundo nogal de hojas de segunda ronda en suelo arcilloso, entonces el agua disponible en de un 50% = $1.8/2 = 0.9$ pulgadas/pie. Para una zona de raíces de dos pies = $0.9 \times 2 = 1.8$ pulgadas de riego (requeridas). Entonces, lo debe tener en cuenta para la eficiencia del sistema de riego. Requerimientos para un riego bruto = requerimientos para un riego neto/eficacia de la aplicación del riego.

Ningún método para la programación de riego es perfecto. Usar un solo método para ello sigue siendo efectivo, pero si usa dos es aún mejor. Sin embargo, se recomienda combinar los tres métodos, pues le da más confianza para tomar decisiones informadas y efectivas para el manejo del agua.

Capítulo 2: principios para el manejo de nutrientes en los huertos

Mae Culumber, asesor agrícola de UCCE para cultivos de nueces

Existen 17 nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Todos son necesarios en diferentes cantidades: si alguno es deficiente, el desarrollo y producción de la planta se verán perjudicados. Nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) son considerados los principales nutrientes para las plantas, ya que se les necesita en mayor cantidad y son comúnmente los más deficientes. Para los cultivos de árboles, el N es el nutriente de fundamental importancia ya que las células de todas las plantas vivas lo necesitan para sintetizar los aminoácidos en proteínas y otros componentes como la clorofila, la cual es vital para el crecimiento y producción de las plantas. Las deficiencias de nitrógeno producen menos flores y por lo tanto una menor cosecha, pero el exceso de N puede también tener efectos perjudiciales, incluyendo síntomas de toxicidad o de un mayor crecimiento vegetativo en detrimento de la producción de frutos. Al ser el catión más abundante en las células de las plantas, el K es casi igual de importante que el N. Niveles adecuados de K son críticos para mantener la conductividad estomática para la transportación de agua, la activación y regulación de enzimas, síntesis de proteínas y el índice de fotosíntesis en las plantas. Las deficiencias han sido asociadas con una creciente sensibilidad al estrés hídrico, a la susceptibilidad al daño causado por las heladas y la vulnerabilidad a las enfermedades. Los macros y micro nutrientes son aportados por el suelo (o por la aplicación foliar) y todos tienen un papel fundamental en el metabolismo de la planta. Los micronutrientes necesarios en cantidades mucho menores (Zn, Cu, Fe, Mn y B) son críticos en muchos aspectos de la floración, incluyendo la formación y ferulización, entre otras funciones.

Muchos factores influyen en la disponibilidad de nutrientes en la tierra para los cultivos de huertos incluyendo la textura del suelo, el contenido de la materia orgánica, el pH, la salinidad, el manejo del riego, así como el tipo de fertilizante, forma y método de aplicación. Estos aspectos deben tomarse en consideración cuando se está creando un programa para el manejo de nutrientes para huertos. Un programa efectivo para el manejo de nutrientes también toma en cuenta los requerimientos de nutrientes del cultivo y los patrones de absorción y habilidad de ajustar los planes basándose en la información obtenida del análisis nutritivo de la tierra y tejido. Los requerimientos de nutrientes para cultivos individuales dependen de las necesidades del cultivo en desarrollo y la demanda de crecimiento. La mayoría de los planes para el manejo de N en California se basan en la eliminación de nutrientes por el mismo cultivo. Las dos y el calendario de otros macros y micronutrientes toman en consideración las características de la tierra, el historial del cultivo, el análisis del tejido y las observaciones del campo. La información actualizada sobre los requerimientos de N para el desarrollo del cultivo se encuentra en [Nitrogen concentrations in harvested plant parts](#) (Concentraciones de nitrógeno en partes de plantas cosechadas) – actualizado en febrero del 2024.

Nutrición de las hojas

El análisis de los tejidos son una herramienta útil para diagnosticar problemas nutricionales o monitorear el programa de fertilización. Las concentraciones de nutrientes cambian durante la temporada de crecimiento y dentro de diferentes partes de la planta. Es esencial seguir las directrices sobre las muestras de plantas para el cultivo de un huerto específico. Estas directrices se encuentran en el documento *‘Plant Tissue and Sampling in Orchards and Vineyard’* (Tejido y muestras vegetales en huertos y viñedos) localizado en la página web de *CDFA Frep Fertilization Guidelines: Orchard_Tissue_Sampling.pdf*

Gráfica 4 las muestras de hojas de mediados de verano y cáscaras frutales son valores fundamentales para los almendros

	N %	P%	K %	BORO (HULL) PPM	ZN PPM
ADECUADO	2.2 – 2.7	0.10 – 0.3	>1.4	80 – 150	>15
EXCESIVO	>2.7		>1.6 – 1.8	>200	

Los análisis del tejido de mediados de verano son importantes para hacer decisiones sobre el manejo de la fertilidad al final de la temporada y el plan para el manejo de nutrientes de la próxima temporada. Las pruebas también pueden ayudar a determinar si las aplicaciones foliares son necesarias para corregir rápidamente cualquier deficiencia.

Tasas de fertilidad y horario anuales con N, P, K, and Zn: *ejemplos de tasas para almendros maduros en fase productiva asumiendo un cultivo de 2,500 libras en suelos franco-arenosos y una*

eficacia del 85%. Los valores en lb/ac para N, K y B son para las libras actuales de nutrientes y no para el fertilizante. Las cantidades para aplicar varían dependiendo de la fuente del nutriente.

Gráfica 5: Tasas y horarios anuales de N, P, K y Zn para almendros en fase productiva

Estación		Nitrógeno	Potasio	Boro	Zinc
Primavera (principios de marzo hasta mediados de mayo)	% del presupuesto anual	50%	20%		0-50%
	lb./ac	~100 lb. N	~37 lb. K	*Es muy deficiente un 0.2 -0.4 lb. actual B /acre foliar en capullo rosa	Foliar 5 lb. sulfato de zinc en 100 galones /acre
Verano (mediados de mayo a principios de junio)	% del presupuesto anual	30%	30%		
	lb. /acre nutriente	~60 lb. N	~56 lb. K KNO ₃ (puede aplicarse como foliar), K ₂ CO ₃ , KTS		
Postcosecha/inactividad	% del presupuesto anual	20%	50%	100%	50-100%
	lb. /acre	~40 lb. si se realiza un análisis de tejido en julio < 2.5%	94 lb. /ac a 4-5 pies de los troncos de los árboles, fuentes: potasio sulfato (54% K ₂ O) o cloruro de potasio (63% K ₂ O), compostaje	Foliar 0.2 -0.4 lb. B /acre en 100 galones *Si está muy deficiente combine la aplicación foliar con una aplicación en tierra: 2-4 lb. actual B/ac, o hasta 1.5 lb. /acre actual B mediante la fertiirrigación	Foliar 5 lb. de sulfato de zinc en 100 galones/acre octubre

Notas sobre el nitrógeno

- El horario para la primera aplicación depende de la tierra (para suelos arenosos hay que esperar a que broten las hojas; para los suelos arcillosos y limosos se puede aplicar antes)
- 80 por ciento debe aplicarse antes de la separación del casco, el 20 por ciento en la postcosecha – la mayoría antes del llenado del grano
- Las aplicaciones pequeñas frecuentes son mejores
- Ajuste basado en el tejido de la hoja – si las concentraciones de N en abril excedieron el 3.5 por ciento, es probable que se pueda omitir la fertilización de junio.

- Es posible que las concentraciones por arriba de los niveles adecuados no incrementen la producción, pero si el costo del fertilizante y la pudrición de la cascarilla

Notas sobre el potasio.

- El potasio es importante para la activación de enzimas, fotosíntesis, movimiento de azúcares, síntesis de las proteínas y almidones y conductividad estomática en los árboles.
- 72 libras de potasio elemental (K) para cada 1,000 libras de granos equivalen a 92 libras de óxido de potasio (K_2O)
- Los suelos con capacidad para un menor intercambio necesitan de aplicaciones más pequeñas durante todo el año.
- De ser necesario, a los suelos más pesados se les puede aplicar grandes “slugs” de cloruro de potasio o sulfato de potasio en el periodo inactivo y dosis más pequeñas durante la estación.
- Existen beneficios y riesgos con las aplicaciones durante la temporada. El nitrato de potasio tiene un 13 por ciento de N y puede ser aplicado como aerosol foliar o fertirrigación. El carbonato de potasio puede usarse para ayudar a amortiguar los suelos ácidos. El tiosulfato de potasio acidifica el suelo, pero comúnmente causa fitotoxicidad cuando se le aplica en exceso.

Notas sobre el boro y zinc

- Tanto el Zn y el B pueden ser absorbidos a través de las hojas, almacenados durante el invierno y transportados a los capullos para ser usados en la floración del almendro.
- Para corregir un huerto con alta deficiencia de B, podría necesitarse una combinación de fertilizante con B de manera foliar y en la tierra.
- **Mezclas de Zn y B en tanque:** acidifique la solución en aerosol a un pH 5 antes de agregar zinc usando material orgánico a base de ácido (por ejemplo, Mixwell™ o Tri-Fol®) y no un *buffer* de fosfato (se precipita con zinc). Luego agregue B.

Capítulo 3: manejo de agua y nutrientes en nogales en fase no productiva

Abdelmoneim Z. Mohamed, asesor de riego y suelos de UCCE

El nogal (nuez de castilla) se cultiva actualmente en una superficie de más de 400 mil acres en California en donde la mayoría de la producción se concentra en el norte del Valle de San Joaquín (NSJV, por siglas en ingles). Las sequías y cambios climáticos recurrentes en California muy probablemente incrementarán la incertidumbre sobre el suministro de agua para las nogaleras y otros cultivos de especialidad. Un buen manejo del riego y nutrientes para los árboles más jóvenes les garantiza un crecimiento más saludable, una mejor utilización de recursos y huertos más resilientes ante los cambios climáticos. Los nogales jóvenes usan menos agua que los maduros. Los árboles jóvenes tienen índices de ET más bajos y crecen rápidamente durante la temporada y de un año a otro. Entre los métodos para programar el riego mencionado previamente, el estado de los árboles con respecto al agua y la humedad de la tierra son más útiles que los reportes ET en los primeros dos meses después de haber sido plantados. Después de eso, los reportes ET necesitan ser ajustados en base al tamaño del dosel (mencionado previamente). Las líneas de referencia del potencial hídrico del tallo son apropiadas para árboles jóvenes y maduros. Usted puede utilizar una cámara de presión para seguir y mantener el nivel del potencial del agua del tallo entre -4 a -8 barras desde mayo a agosto y luego permitir un poquito más de estrés por falta de agua (-10 a -11 barras) para reducir el crecimiento de los brotes a finales de la temporada. Esto ayuda al tejido de los brotes verdes a madurar y convertirse en tejido leñoso, el cual puede soportar mejor las frías temperaturas durante el otoño e invierno (Fulton, A. 2013).

Se sugiere iniciar el riego de los árboles de primera ronda de hojas usando el método por goteo con dos goteros, cada uno con un flujo de un galón por hora (gph), para cada árbol. Esto proporciona suficiente capacidad para irrigar los árboles recién plantados de manera adecuada y precisa. Esto es económico cuando se cuenta con una asignación de agua limitada y la competencia de las malezas. Es preferible usar emisores de goteo de botón que le permitan conectar los botones cuando los árboles produzcan su tercera ronda de hojas. Puede pensar en agregar de dos a cuatro emisores de 1-gph a mediados del verano con la primera ronda de hojas o justo antes de la segunda. En la segunda ronda de hojas, convierta su sistema de riego a micro aspersores. Otra opción es crear un sistema de mini aspersores a la medida colocando los aspersores cerca del árbol, a pocos pies de distancia y usar tapones para controlar el área de rocío de agua durante los primeros dos años. Conforme crecen los árboles y desarrollan sus sistemas de raíces, puede retirar los tapones y reubicar los aspersores más lejos.

A la hora de utilizar los reportes ET para los nogales jóvenes, usted puede usar el históricamente desarrollado ET_c , o el % ET_c conforme a la edad de árbol o al % de la sombra del dosel a mediodía.

1) ET_c Histórico

Los valores ET_c fueron desarrollados a partir de una investigación conducida por el condado de Tehama para ser usada como guía (Gráfica 6). Es necesario tomar en consideración las condiciones específicas del sitio (clima, cultivares y portainjertos,

diseño del sistema de riego y vegetación en el suelo del huerto). Puede notar lo rápido que cambia el uso del agua en la misma temporada y de un año a otro.

Gráfica 6: valores del ET histórico para nogales jóvenes

	1o.		2o.		3o.	
	in/mes	in/día	in/mes	in/día	in/mes	in/día
Abril	0.4	0.01	0.9	0.03	1.6	0.05
Mayo	1.5	0.05	2.4	0.08	4.9	0.16
Junio	2.3	0.08	3.5	0.12	6.6	0.22
Julio	3.9	0.13	5.6	0.18	9.7	0.31
Agosto	3.4	0.11	4.6	0.15	7.6	0.25
Septiembre	2.1	0.07	2.9	0.10	5.2	0.17
Octubre	1	0.03	1.4	0.05	2.9	0.09
Total	14.6		21.3		38.5	

1) Ajuste del ET según la edad del árbol en función del ET del árbol maduro

Considere la edad de los árboles cuando decida la cantidad de agua que necesitan, porque el uso del agua se incrementa rápidamente en los primeros años de haberlo plantado. La Gráfica 7 ofrece un cálculo quincenal del % ET basado en la edad del árbol en función de los árboles maduros. La Gráfica 8 proporciona el porcentaje de ET_c que necesita ser ajustado para los árboles jóvenes en función del ET_c de los árboles maduros. Por ejemplo, si cuenta con un ET_c semanal en un huerto de nogales maduros de 1.7 pulgadas durante la primera semana de junio, entonces la segunda ronda de hojas requeriría de un $1.7 \times 0.5 = 0.85$ "

Fecha	1ª hoja	2ª hoja	3ª hoja	4ª hoja
Abril 1-15	15	35	70	100
Abril 16-30	20	40	75	100
Mayo 1-15	25	45	85	100

Mayo 16-31	30	45	90	100
Junio 1-15	30	50	95	100
Junio 16-30	35	50	95	100
Julio 1-15	40	55	100	100
Julio 16-31	40	60	100	100
Agosto 1-15	45	60	100	100
Agosto 16-31	45	60	100	100
Septiembre 1-15	40	55	100	100
Septiembre 16-30	40	55	100	100
Octubre 1-15	35	50	100	100
Octubre 16-31	30	45	100	100

Gráfica 7: porcentaje quincenal ET basado en la edad del árbol en función de los árboles maduros

Gráfica 8: ajuste del ET basado en la edad del árbol

Edad del árbol	Porcentaje del ET _c o K _c para árboles maduros
1ª hoja	30
2ª hoja	50
3ª hoja	85
4ª hoja	100

2) Ajuste del ET basado en la fracción (%) del área sombreada del dosel a mediodía

Después de trasplantar, el PAR promedio (medición de la interceptación de la radiación fotosintéticamente activa del dosel en huertos al mediodía) es del 1 por ciento. La Gráfica 9 sugiere que el ET_c cambia en un 2% (41/20) cuando hay una reducción del 1 por ciento en el área sombreada del dosel en árboles más pequeños a un 20 por ciento del área sombreada del dosel. Un dosel promedio del 1 por ciento sugiere un ajuste del K_c del 2 por ciento. Esto significa que el reporte semanal del ET para el cultivo es de un 2 por ciento.

Gráfica 9: fracción del área sombreada del dosel como un porcentaje de ET_c para huertos

Fracción del área sombreada del dosel al mediodía	% de ET _c para huertos maduros
20	41
30	54
40	67
50	79
60	92
70	100

Ejemplo: Si el ET_c semanal es de 2.2 pulgadas después de considerar la eficiencia de sistema, entonces el ET ajustado es igual a $2.2 \times 0.02 = 0.044$ ".

Varias semanas después de haber plantado, el PAR promedio es del 5 por ciento. La Gráfica 9 sugiere cambios en el ET_c en un 2.05 por ciento (41/20) por una reducción de uno por ciento en áreas sombreadas por el dosel para árboles más pequeños que el 20 por ciento del área sombreada del mediodía. Un dosel promedio estimado en un 5 por ciento sugiere un ajuste del K_c del 10 por ciento. Esto significa reducir el reporte semanal del ET del cultivo a un 2 por ciento.

Ejemplo: si el ET_c semanal es 1.7" después de considerar un sistema eficiente, entonces el ET ajustado es $= 1.7 \times 0.1 = 0.17$ ". Galones por semana $= [(0.17 \times 27,154) / \text{árboles por acre de terreno (90)}] = 51 \text{ gal/semana} = 7 \text{ gal/día}$. Si cuenta con un sistema de riego por goteo de 3gph (galones por hora), entonces riegue en dos sets de nueve horas cada tres o cuatro días.

Gráfica 10: requerimiento de nitrógeno para nogales jóvenes

Eda del árbol (temporada)	Tasa de aplicación de N		
	(lbs/acre)	(lbs/tree)	(oz/tree)
Primera	10-20	0.2-0.3	2-5
Segunda	25-50	0.4-0.8	6-12
Tercera	50-100	0.8-1.5	12-25
Cuarta	63-125	1-1.9	16-31
Quinta	75-150	1.2-2.3	18-37

Manejo de nutrientes en los nogales jóvenes

El abastecimiento de fertilizante debe coincidir con la demanda del árbol y la absorción de las raíces. Las aplicaciones de fertilizante deben basarse en las recomendaciones hechas por pruebas conducidas en el suelo y los requisitos de nutrientes del árbol, tomando en cuenta factores como el tipo de suelo, prácticas de riego y condiciones medioambientales. Las aplicaciones divididas de fertilizante durante la temporada de crecimiento pueden ayudar a mantener la disponibilidad constante de nutrientes y minimizar el riesgo de lixiviación de nutrientes.

Nitrógeno (N)

Durante el primer año, el nitrógeno es el único nutriente que los árboles podrían necesitar. La fertilización con N puede reducirse u omitirse en las primeras dos temporadas en suelos fértiles.

- **Cuándo:** a mediados de la primavera y principios del verano
- **Qué tipo:** en la primera ronda de hojas: se recomienda usar fertilizante granulado, ya que el fertilizante líquido puede quemar las raíces como resultado de una alta concentración de fertilizante en la zona de las raíces. Segunda ronda de hojas: fertilizante líquido (UN-32 o CAN-17)
- **Método:** forma seca o mediante fertirrigación

- **Qué cantidad:** Gráfica 10

Cuando los árboles maduren, puede usar la [hoja de trabajo para un presupuesto con nitrógeno](#)

Fósforo (P_2O_5)

- **Cuándo:** durante el periodo de inactividad en el otoño e invierno
- **Tipo:** triple superfosfato
- **Método:** es más efectivo aplicar fertilizante con P en zanjas de 6 pulgadas de profundidad que una aplicación de difusión (las zanjas deben ubicarse a dos o más pies del tronco del árbol, dependiendo del tamaño del árbol y dentro de la zona húmeda del riego) FREP.
- **Qué cantidad:** para suelos fijadores de P, aplicar 25 libras de triple superfosfato por árbol (11 libras de P_2O_5) puede aliviar la deficiencia de fósforo en árboles de dos a 10 años durante un mínimo de cinco años.

Potasio (K_2O)

- **Cuándo:** durante el otoño para permitir que las lluvias de invierno transporten el K a la zona de las raíces.
- **Tipo:** cloruro de potasio (KCl) o sulfato de potasio (K_2SO_4)
- **Método:** una banda anual de fertilizante con potasio en cualquiera de los lados del árbol o mediante la fertiirrigación.
- **Cuánto:** en la mayoría de los suelos de California, el N es único fertilizante requerido para árboles recién plantados. Podría requerirse de potasio para suelos con muy bajos niveles de K (muy arenosos o fijadores de K). Los árboles con una deficiencia de K requieren de una mayor tasa de aplicación (se han recomendado aplicaciones en banda de 240 lb K_2O /acre para árboles con deficiencia de K que crecen en suelos arenosos. En suelos más pesados, podrían requerirse hasta 900 lb K_2O /acre) [FREP](#).

Capítulo 4. Riego y fertilización para almendros jóvenes

Cameron AT Zuber, asesor agrícola para cultivos de huertos

Un manejo apropiado del riego empieza por determinar el momento para iniciar el riego al comenzar la temporada. Una vez que se tome una decisión se necesita determinar la cantidad y una vez aplicada esa cantidad, revisar y repetir hasta que los almendros entren en inactividad.

Determine cuándo empezar

Los almendros se encuentran inactivos durante el otoño e invierno y no requieren de agua. Una vez que las hojas brotan en la primavera, el árbol empieza a transpirar agua de la tierra. Sin embargo, el riego no tiene necesariamente que iniciarse en este momento ya que las lluvias de la temporada han dejado el suelo mojado y esto puede normalmente satisfacer la demanda de agua de los árboles durante un periodo de tiempo

La duración de este periodo puede ser diferente cada año, así que lo mejor es determinar cuándo empezar usando técnicas de monitoreo basadas en la planta o la tierra.

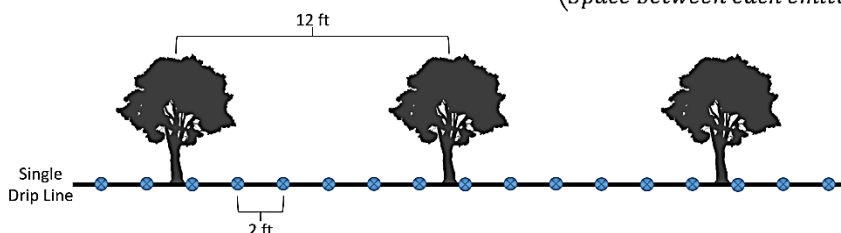
Para determinar la cantidad de riego

Para determinar por cuánto tiempo es necesario regar hay que calcular el flujo de un emisor (galones por hora) y el uso de agua (en galones) del árbol usando una ecuación:

Para determinar cuál debe ser el flujo del emisor por árbol puede ser fácil, ya que puede asumirse que el flujo de un micro aspersor es para un árbol, o más difícil, como en el caso del riego por goteo en línea o el riego por conjuntos sólidos.

$$\text{Horas de riego} = \frac{\text{Galones por árbol}}{\text{Flujo del emisor por árbol}}$$

Debido a que aquí no se pueden discutir los detalles específicos para determinarlo, le ofrecemos un ejemplo en la Ilustración 4.

$$\text{Emitter output per tree} = (\text{One emitter's output}) \left(\frac{\text{Tree spacing}}{\text{Space between each emitter}} \right)$$


The diagram shows a horizontal line representing a drip line with several blue dots representing emitters. Three trees are shown above the line. A bracket above the first two trees indicates a spacing of 12 ft. A bracket below the first two emitters indicates a spacing of 2 ft. The text 'Single Drip Line' is on the left.

$$6 \text{ gallons/hour} = (1 \text{ gallon/hour}) \left(\frac{12 \text{ feet}}{2 \text{ feet}} \right)$$

Ilustración 4. Ecuación (arriba) e imagen de muestra (en medio) y el cálculo (abajo) para calcular el flujo del emisor para un árbol con un sistema de riego de una sola línea de goteo.

Text for the graphic

Flujo del emisor por árbol = (flujo de un emisor) (Espacio entre los árboles / Espacio entre cada emisor)

6 galones/hora = (1 galón/hora) (12 pies/2 pies)

Para determinar el consumo de agua para cada árbol, puede usar el siguiente cálculo si usa pies por hilera y el espacio entre los árboles. Si no usa pies, entonces necesita determinar un valor diferente a 0.623:

Galones por árbol

$$= (ET_C \times \text{porción basada en la edad del árbol}) \times \text{el espacio entre hileras} \\ \times \text{espacio entre árboles} \times 0.623$$

ET_C es la evapotranspiración para un cultivo maduro. Este se puede calcular usando la observación de la evapotranspiración (ET_o) usando los recursos de una estación CIMIS cercana y multiplicándolo por un coeficiente de cultivo apropiado. Alternativamente, varias oficinas de Extensión Cooperativa de UC ofrecen reportes semanales de ET_C .

Los huertos de almendros jóvenes consumen menos agua que los maduros. Ya que el ET_C es para almendros maduros, es necesario incluir la porción basada en árboles jóvenes. Las aproximaciones generales de la porción para el almendro joven del ET_C en función del almendro maduro se encuentran en la Gráfica 11.

Estos cálculos son para empezar ya que más adelante se pueden refinar incluyendo cosas como uniformidad en la distribución, capacidad de la tierra para retener el agua alrededor de la zona de las raíces, interceptación luminosa medida de la cubierta o una disminución admisible de la humedad del suelo.

Gráfica 11: porción de la evapotranspiración de un almendro maduro basada en la edad de un huerto de almendros jóvenes.

Edad del almendro (años)	Porción del ET _c de almendros maduros
1	0.40
2	0.55
3	0.75
4	0.90

Cálculo de la cantidad de riego

Después de llevar a cabo los cálculos, riegue esa cantidad. Sin embargo, es importante saber que cualquier método para determinar la cantidad de riego tiene sus salvedades y debe comprobarse con algún tipo de monitoreo sobre el terreno.

Verifique que la cantidad fue la apropiada

Existen muchas herramientas y métodos disponibles para monitorear el estrés por falta de agua o la humedad de la tierra. Cualquiera que elija normalmente proporciona líneas en una gráfica o un subconjunto de números en un día determinado. Puede representar un reto saber cómo usar esta información.

Una forma de usar esta información es determinando el rango en el que desea permanecer. Un extremo fuera del rango sería demasiado húmedo y el otro demasiado seco. El valor para estos extremos se basa en el tipo de herramienta usada para monitorear el riego, ya sea el suelo de un huerto, el cultivo, el periodo en una temporada de crecimiento y el propio nivel de confort.

Para los almendros jóvenes, existe una transición entre las fases no productiva y productiva, típicamente de tres años. Durante la cosecha de almendras el rango para el estrés por falta de agua o humedad de la tierra puede ser un poco más de estrés o sequedad, respectivamente, el cual conduce a la cosecha como un periodo “seco” necesario para que la separación de las cáscaras sea homogénea, lo que puede dar lugar a una cosecha más uniforme.

Los nutrientes son necesarios en los almendros jóvenes para apoyar el crecimiento de la vegetación (madera y hojas). Una vez que el árbol entra en el periodo de producción, los nutrientes son necesarios para suministrar el crecimiento vegetal de base, así como el cultivo cosechable.

Mientras que muchos nutrientes y micronutrientes son necesarios para obtener árboles saludables, el nitrógeno es el principal de ellos en el que la agricultura se debe enfocar. Para el nitrógeno, tomar en consideración el tipo, cantidad, frecuencia y colocación tiene una importancia variable para los almendros jóvenes.

Tipo de nitrógeno

Para una planta en la tierra, nitrógeno es nitrógeno ya que las formas no disponibles como la urea o amonio son transformadas a formas disponibles como el nitrato. Sin embargo, el tiempo que esto toma puede ser diferente. La disponibilidad también puede verse afectada si ciertos materiales son incluidos en un producto fertilizante que retrasa la liberación de nutrientes a la tierra, como sucede con los fertilizantes de liberación lenta.

El tipo de fertilizante es más importante cuando se toma en cuenta la forma en la que se mueven en la tierra y algunos se mueven más rápido o lixivian más allá de la zona de raíces, que otras formas. Adicionalmente, algunos fertilizantes pueden afectar el pH de la tierra con el tiempo. El pH de la tierra puede impactar la solubilidad o disponibilidad de otros nutrientes de la tierra. Por supuesto, también está el costo, porque mientras que el nitrógeno es nitrógeno para las plantas, no lo es necesariamente para el bolsillo.

Cantidad de nitrógeno

La guía para la cantidad de nitrógeno a usarse se encuentra en la Gráfica 12. La base de referencia es la cantidad que se necesita para obtener el crecimiento vegetativo esperado. Si los almendros están en periodo de producción, entonces se debe incluir una cantidad adicional de 68 libras de nitrógeno por cada mil libras de semillas de almendras que se anticipa cosechar por acre.

Gráfica 12. Cantidad de nitrógeno recomendado basado en la edad del huerto de almendros. Fuente: Nitrogen Best Management Practices.

Año	Nitrógeno por acre (lb.)	
	Referencia	Adicional
1	30	0
2	55	0*
3	65	68 por 1000 libras de nueces
4	55	68 por 1000 libras de nueces

* Algunos almendros de dos años no pueden tener una cosecha substancial. Si es así, siga las recomendaciones para los años 3 y 4.

Estas cantidades pueden refinarse en base a los nutrientes de las hojas del año previo, la cantidad de nitrógeno en la tierra y en el agua de riego. Si el nitrógeno está presente en el agua de riego, una constante de 0.23 puede ser multiplicada por el nitrógeno de nitrato ($\text{NO}_3\text{-N}$) si está en ppm. La conversión calcula las libras de nitrógeno por cada pulgada acre de agua la cual puede restarse de la cantidad total.

Adicionalmente, estas cantidades no toman en cuenta otras prácticas de manejo que pueden afectar la disponibilidad de nitrógeno en la tierra como el reciclado del huerto

completo, el cual puede afectar la disponibilidad debido al alto contenido de carbono en la tierra.

Con qué frecuencia

Son preferibles muchas aplicaciones pequeñas de nitrógeno que aplicar grandes cantidades con menos frecuencia. Esto evita el crecimiento desgarrado el cual puede crear una estructura débil del dosel o “quemar” el árbol lo cual reduce las funciones de la planta.

Muchas aplicaciones más pequeñas son conocidas como “alimentación con cuchara” y para los almendros jóvenes es mejor aplicar no más de una onza de nitrógeno por árbol durante cualquier aplicación incluyendo la que se incluye en el agua de riego. Empiece por aplicar nitrógeno cuando hay un crecimiento visible de nuevos brotes y hojas.

Colocación

“El lugar correcto” es un principio para el manejo de nutrientes pues el árbol solo puede usar los nutrientes si se encuentran dentro de la zona de las raíces. Aunque las raíces pueden “buscar” los nutrientes en la tierra, en la normalidad agrícola lo mejor es aplicarlos donde se encuentran las raíces.

Los almendros jóvenes tienen raíces más pequeñas que los almendros adultos; sin embargo, la mayoría de los sistemas de riego son diseñados y los emisores colocados para estos últimos. Esto puede resultar en que el área húmeda de la tierra solo se encuentre marginalmente dentro de la zona de raíces de los árboles jóvenes (Ilustración 5). Aplicar fertilizante líquido a través del riego puede impactar la cantidad disponible para el árbol pues el nitrógeno va solo a donde el agua va.

Esto puede mitigarse mediante aplicaciones granulares (sin embargo, el costo de la mano de obra es alto), ajustes en la colocación de los emisores de riego o los horarios de aplicación. Independientemente de cómo, la colocación debe tener en cuenta a los árboles jóvenes

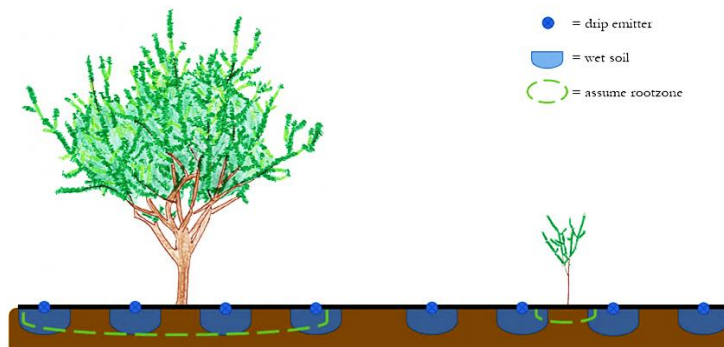


Ilustración 5. Imágenes conceptuales de la zona de la raíz (polígono de trazos verdes) de almendros más maduros (izquierda) y jóvenes (derecha) relativo a la tierra húmeda (polígono azul) de los emisores de goteo en línea (círculos azules). Imágenes originales del árbol de FREP.

Capítulo 5: manejo del riego para pistachos jóvenes

Tobias Oker, asesor de suelos y riego

La superficie de cultivo de pistachos en California ha registrado un crecimiento constante en recientes años, un reporte reciente del Comité Administrativo para los Pistachos reporta la superficie productiva de pistachos en California en 461,000 acres y la no productiva en 144,000 acres. Generalmente los pistachos jóvenes son los que se encuentran en fase no productiva.

En California, los pistachos son normalmente plantados en hileras con un espacio entre sí de 20 a 22 pies y con un espacio entre los árboles de 15 a 20 pies. En circunstancias ideales, el árbol crece para cubrir la mayor parte de este espacio al momento de alcanzar la madurez. El tamaño del espacio en los huertos que la sombra de los doseles de los árboles cubre es un componente fundamental que forma parte del cálculo sobre cuánta agua necesitan los árboles conforme maduran. Para pistachos maduros, el cálculo intermitente del agua que requiere el cultivo (evapotranspiración) es relativamente más fácil de determinar gracias a la disponibilidad de curvas de uso de agua desarrolladas por la investigación (coeficientes de cultivo) para pistachos. La Gráfica 13 muestra los coeficientes de cultivo para árboles maduros en California. En el sur del Valle de San Joaquín, un pistacho maduro requiere de alrededor de 46 pulgadas de agua por temporada, con una demanda pico diaria de alrededor de 0.34 pulgadas durante los días más calientes del verano. Los estudios muestran que la evapotranspiración en los cultivos de árboles generalmente tiende a alcanzar su máximo nivel para cuando la superficie sombreada por los doseles de los árboles es de entre 50 y 60 por ciento.

Gráfica 12 Coeficientes de cultivo para pistachos maduros

Fecha	Goldhamer (2005)	Zaccaria (2016 - 2019)	
		Coalinga	Hanford
15-Abril	0.07	0.52	0.36
30-Abril	0.43	0.86	0.59
15-Mayo	0.68	0.94	0.8
31-Mayo	0.93	0.91	0.82
15-Junio	1.09	0.94	0.89
30-Junio	1.17	1.05	0.88
15-Julio	1.19	1.04	0.91
31-Julio	1.19	1.03	0.85
15-Agosto	1.19	0.97	0.89
31-Agosto	1.12	0.96	0.87
15-Septiembre	0.99	0.92	0.82
30-Septiembre	0.87	0.81	0.79
15-October	0.67	0.78	0.65
31-October	0.5	0.58	0.58
15-Noviembre	0.35	0.41	0.48

No existen coeficientes de cultivo para pistachos jóvenes. En su lugar, la evapotranspiración de los pistachos jóvenes se calcula multiplicando la del árbol maduro por un factor de ajuste. Por ejemplo, la demanda de agua de un pistacho en su primera ronda de hojas, en la evapotranspiración pico de un día de verano es de aproximadamente 0.034 pulgadas por día (un pistacho maduro de 0.34 in. /día multiplicado por un factor de ajuste de 0.1). Los factores de ajuste para el riego por goteo de un pistacho en el sur de San Joaquín se encuentran en las Gráficas 14 y 15 de abajo.

Gráfica 13: factores de ajuste del riego por goteo para pistachos

Edad	1ª hoja	2ª hoja	3ª hoja	4ª hoja	5ª hoja	6ª hoja	7ª hoja	8ª hoja	9ª hoja
Factor de ajuste	0.1	0.2	0.3	0.4	0.52	0.65	0.78	0.9	1.0

Gráfica 14: factores de ajuste para riego con fanjet (micro aspersores) para pistachos

Edad	1ª hoja	3ª hoja	5ª hoja	7ª hoja	8ª hoja	9ª hoja
Factor de ajuste	0.4	0.52	0.65	0.78	0.9	1.0

Un pistacho joven gasta la mayor parte de su energía en crecimiento vegetativo. Su dosel es muy pequeño y solo cubre una pequeña fracción del área asignada al árbol, lo que implica que tiene una superficie evaporativa relativamente pequeña. Para poder regar eficientemente un pistacho joven, es importante asegurarse que el agua es aplicada directamente al área cercana a la base del árbol y se concentra en la zona de las raíces. Este método mitiga la pérdida de agua y nutrientes a través de una percolación y/o evaporación profunda. Para los pistachos jóvenes, se recomiendan los goteros de botón (o aparatos que puedan concentrar la aplicación del agua cerca del árbol) instalados cerca del árbol. Los goteros de botón por lo general tienen un flujo que varía de 0.5 a 2gph. Para instalar un gotero de botón, se hace un orificio en la parte lateral donde se coloca el emisor. Para árboles recién plantados, el gotero debe ubicarse con la intención de aplicar agua directamente al cepellón durante aproximadamente 30 días. Después de que las raíces han crecido, se pueden colocar goteros adicionales en la tierra que las rodea. Conforme el árbol crece se agregan botones adicionales cada año en la parte lateral. Para promover el crecimiento de la raíz en los árboles jóvenes que se han establecido, se recomienda que no se les riegue frecuentemente, pues la imposición de un estrés hídrico moderado estimula el crecimiento de las raíces que van en busca de agua y nutrientes. Es importante saber qué tipo de suelo existe en el huerto cuando se determina el horario de riego. Para apoyar el manejo del riego, se recomienda que los productores utilicen pruebas para determinar la humedad de la tierra y aparatos para monitorear el potencial de agua en

los tallos. Se recomienda que los valores para el agua en los tallos se mantengan con frecuencia entre las -9 a -10 barras.

El rendimiento de un sistema de riego puede verse limitado por el estado general de la “salud” del suelo de un huerto. Por ejemplo, los suelos que son altamente compactos y/o sódicos limitan significativamente la infiltración del agua en la tierra, resultando en la pérdida de esta. Por lo tanto, cuando se establecen nuevos huertos en “suelos difíciles”, puede ser de beneficio aplicar alguna práctica para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Esto puede incluir acciones como arar para romper la costra del suelo, aplicar enmiendas para reducir la salinidad o sodicidad y añadir materia orgánica.

Capítulo 6: manejo del agua y nutrientes para huertos de olivos

Giulia Marino, especialista en sistemas de huertos de Extensión Cooperativa de UC Davis

Evapotranspiración (ET) en huertos de olivos jóvenes

Calcular la evapotranspiración (ET_c) en los cultivos de olivos jóvenes es muy retador. El procedimiento común es usar la referencia de evapotranspiración (ET_o) de una estación climática pública (o privada), un coeficiente de cultivo (K_c) que se refiera a huertos maduras y aplicar un coeficiente de corrección (K_r):

$$ET_c = ET_o \times K_c \times k_r$$

El K_r se aplica a cualquier cultivo que cuente con una cubierta de dosel (el porcentaje del suelo sombreado por árbol) por debajo del 60 por ciento. Seleccionar el K_c y el K_r produce mucha incertidumbre en el cálculo de los requerimientos de agua en un huerto. Esto es por lo que siempre es una buena práctica usar un ET_c calculado como guía para obtener la cuantificación del agua necesaria, pero agregue algunas herramientas para el monitoreo de campo, como la humedad de la tierra y/o monitoreo preciso del nivel hídrico del árbol. En California se sugiere un K_c de 0.65 para huertos de olivos en seto y 0.75 para huertos de aceitunas de mesa para toda la temporada. Los ensayos en curso de nuestro grupo de investigación indican que los valores de K_c en la primavera pueden ser inferiores a los sugeridos históricamente.

Gráfica 15: evapotranspiración del cultivo (ET_c) para un huerto de olivos maduros en setos (sombreado de un 60 por ciento al mediodía) en el Valle de Sacramento (con espacios de 12x6 pies)

Mes	ET_o (in)	K_c	ET_c (in)	ET_c (in/día)	Gal/árbol/día
Abril	5.1	0.5	2.6	0.11	3.8
Mayo	6.8	0.5	3.4	0.14	5.1
Junio	7.8	0.5	3.9	0.17	5.8
Julio	8.7	0.6	5.2	0.18	7.8
Agosto	7.8	0.6	4.7	0.16	7.0
Septiembre	5.7	0.6	3.4	0.12	5.1
Octubre	4.0	0.6	2.4	0.08	3.6
Noviembre	2.1	0.6	1.3	0.05	1.9
Total			26.8		

ET_o (Referencia de Evapotranspiración) tiene en cuenta las diferencias climáticas y puede descargarse en [CIMIS](#)

K_r (coeficiente de reducción): toma en cuenta árboles más pequeños con doseles con sombras de menos del 60 por ciento:

$$K_r = 2 \times fc$$

F_c (fracción de cubierta) La fracción del suelo sombreado por olivos al mediodía.

Para doseles en forma redondeada

$$fc = (\pi \times D^2 \times N) \div 174,240$$

D (ft) = diámetro promedio del dosel

N = número de árboles por acre

Para sistemas de setos:

$$fc = (N \times d \times r) \div 43,560$$

N = número de árboles por acre

D (ft) = anchura media del dosel

r (ft) es la distancia entre árboles



Medición del potencial hídrico en los olivos

El método para medir el potencial hídrico en el tallo con la cámara de presión es similar en los olivos y otros cultivos. Una diferencia principal es que el peciolo de la hoja de un olivo es muy corto, haciendo de la lectura un reto. En lugar de la hoja, se puede medir un brote con uno o tres pares de hojas maduras: el agua puede provenir del brote y la lectura será más fácil de realizar.

La línea de base del potencial hídrico del tallo: la línea de base proporciona los valores del potencial hídrico del tallo (SWP, por sus siglas en inglés) al mediodía que tendría un olivo sin estrés hídrico (un árbol sin limitantes de agua en la tierra). La línea de base cambia cada día pues depende de qué tan caliente y seco está el medioambiente. Un olivo sin estrés por falta de agua tendría un SWP al mediodía de -11 barras en un día fresco de primavera con una temperatura de 75 °F y 35 por ciento de humedad relativa. En un día muy caliente y seco de agosto (100 °F y 25 por ciento de humedad relativa), un árbol sin estrés por falta de agua mostraría un SWP de -15 barras (Gráfica 17).

Gráfica 16: línea de base (barra) para un olivo. Adaptado de Milliron et al. 2019.

		Humedad relativa (%)								
Temperatura (F)		25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%
	70°	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-10	-10
	75°	-12	-12	-12	-12	-11	-11	-11	-11	-10
	80°	-13	-13	-12	-12	-12	-11	-11	-11	-11
	85°	-13	-13	-13	-12	-12	-12	-12	-11	-11
	90°	-14	-14	-14	-13	-13	-12	-12	-12	-11
	95°	-15	-15	-15	-14	-14	-13	-13	-12	-12
	100°	-16	-16	-15	-15	-14	-14	-13	-13	-12
	105°	-18	-17	-16	-16	-15	-15	-14	-14	-13

Umbrales de estrés hídrico

Los olivos pueden soportar un potencial hídrico en el tallo mucho más bajo que muchas otras especies que se cultivan en California. Si está familiarizado con las medidas de SWP en los nogales y almendros, necesitará cambiar su mentalidad sobre los olivos. En general, un estrés leve ocurre cuando el SWP se reduce a menos de -15 barras y moderado entre -20 y -25 barras. Otros cultivos se verían muy estresados en estos últimos niveles y cerrarían sus estomas completamente.

Fertilización para los olivos jóvenes

Después de plantados, la fertilización y riego deben ser muy frecuentes durante el primer año, ya que los árboles tienen un sistema de raíces muy pequeño. Lo deseable es fertilizar semanal o quincenalmente y regar más veces por semana dependiendo del tipo de suelo y medioambiente. El objetivo es promover un crecimiento rápido: debe evitarse una deficiencia nutricional y estrés hídrico, así como un riego y fertilización con nitrógeno excesivos.

El primer año: 4-8 dosis de 4-8 gramos de urea por planta o 10g de nitrato de amonio, alternando con 10g de potasio (o 10 de nitrato de calcio) por planta semanalmente (o 15 días).

Zinc foliar, Fe (alcaliniza la tierra) y nitrógeno en base al análisis de las hojas (1 kg de sulfato de zinc, 1 kg mn sulfato, 5 kg urea en 1000 litros de agua).

Dosis recomendadas para un huerto maduro intenso:

Critical leaf levels

Nutrient		Deficiency	Sufficiency	Over-fertilization toxicity
N	%	< 1.4	1.5-2.0	> 1.9
			> 1.2-1.3 1.4-1.8	
P	%	0.05	0.1-0.3 < 0.13	
K	%	0.4	> 0.8 > 0.9	
Ca	%	0.30	> 1.0	
Mg	%	0.08	> 0.1	
Na				> 0.2
Fe	mg kg ⁻¹		none	
Mn	mg kg ⁻¹		> 20	
Zn	mg kg ⁻¹		> 10 > 8	
B	mg kg ⁻¹	14	19-150	185
Cu	mg kg ⁻¹		> 4	
Cl	%			> 0.5



July sampling

Dag et al., 2023. Nutrition and Fertilization. In: The Olive Botany and Production. pp 374-414.

- Nitrógeno: 150 kg/ha/año
- Fósforo: 35 kg/ha/año
- Potasio: 200 kg/ha/año

Text for the graphic

Niveles críticos para las hojas

Nutriente

Deficiencia

Suficiencia

Toxicidad por fertilización excesiva

Muestra de julio

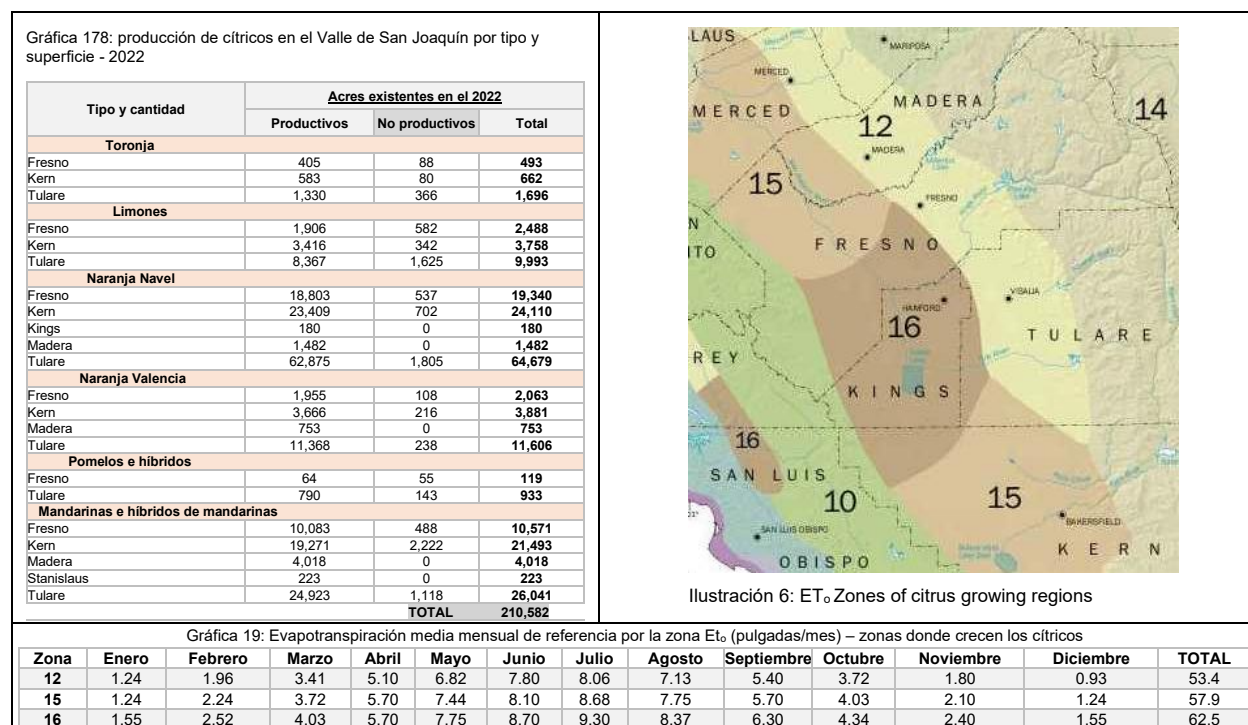
None= ninguna

Capítulo 7. Manejo de riego y nutrientes para huertos de cítricos jóvenes

Charles Hillyer & Shawn Ashkan del Centro de Tecnología de Riego de la Universidad del Estado de California en Fresno

Manejo del riego

Los cítricos son un importante cultivo en California. En el 2022, California produjo un 62 por ciento del total de cítricos en Estados Unidos y contribuyó un 78 por ciento del valor total del cultivo de cítricos en todo el país. El Valle de San Joaquín, la principal región productora de cítricos en California, contaba con más de 210 mil acres de superficie dedicados a la producción de cítricos, como se muestra en siguiente gráfica de los diferentes condados (Gráfica 18).



La región productiva de cítricos del Valle se localiza principalmente en el cinturón de cítricos en las colinas y terrazas de la sierra en los condados de Tulare, Kern, Fresno y Madera. En cuanto a los índices de evapotranspiración de referencia (ETo) o demandas evaporativas que determinan principalmente los requerimientos de agua de riego, esta región se localiza principalmente en las zonas ETo 12, 15 y 16, como la caracteriza el Departamento de Recursos Hídricos de California y se muestra en la Ilustración 6 y la Gráfica 19. Históricamente, la región tiene demandas evaporativas altas durante el verano.

La evapotranspiración de un cultivo es calculada comúnmente multiplicando el ETo por el coeficiente del cultivo (Kc). El Kc de los cítricos maduros es aproximadamente de entre 0.65 a 0.70, mientras que el Kc de los árboles jóvenes es una fracción de los árboles maduros, dependiendo de la edad y cubierta del dosel, como se muestra en la Ilustración 7.

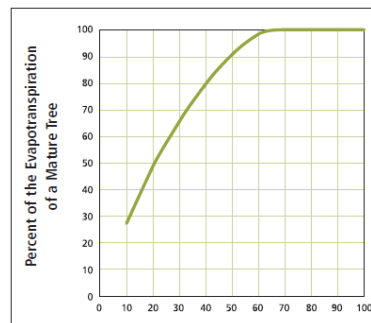


Ilustración 7- Porcentaje de ETC de árboles jóvenes

Los valores ETo diarios se pueden obtener de las estaciones meteorológicas CIMIS locales y el ETc diario para cultivos jóvenes se puede calcular usando los valores Kc apropiados. El ETc diario puede usarse para calcular el déficit de agua la tierra para programar el riego usando la siguiente ecuación:

$$SWDi = SWDi - 1 + ETci + DPi - li - (P - RO)i$$

Dónde

$SWDi$ = *Soil Water Deficit on the current day* (Déficit de agua en la tierra en el día en curso)

$SWDi-1$ = *Soil Water Deficit on the previous day* (Déficit de agua en la tierra en el día anterior)

$ETci$ = *Crop evapotranspiration on the current day* (Evapotranspiración durante el día en curso)

DPi = *Deep percolation on the current day* (Percolación profunda durante el día en curso)

li = Riego neto durante el día en curso

$(P - RO)i$ = *Precipitation less runoff on the current day* (Precipitación menos escurrimiento en el día en curso)

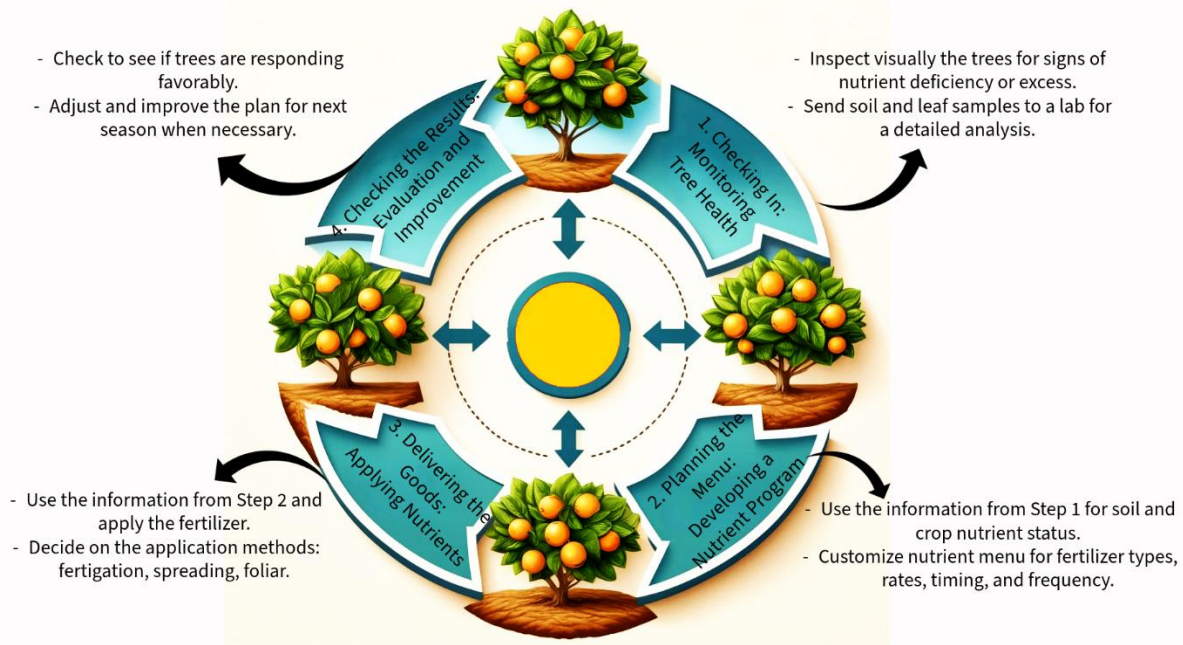
Para verificar y hacer ajustes, se deben usar sensores de humedad en la tierra que miden el déficit hídrico en la tierra (SWD, por sus siglas en inglés).

Manejo de nutrientes

Un riego eficiente debe complementarse con un manejo óptimo de nutrientes, el cual incluye un análisis regular del suelo y las plantas para determinar los requerimientos de nutrientes. Los árboles de cítricos necesitan un nivel balanceado de macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio) y micronutrientes (zinc, boro, hierro). Las aplicaciones de fertilizantes deben programarse en base a las condiciones de la tierra y plantas, usando métodos como fertirrigación, aplicación en tierra o rocío foliar. Al garantizar que estos árboles reciban la cantidad correcta de agua y nutrientes, podemos establecer una cimientos sólidos para su futura productividad y salud.

El plan de manejo de nutrientes comienza con un monitoreo, incluyendo evaluaciones cuantitativas y de calidad. Las evaluaciones cuantitativas incluyen observaciones visuales del rendimiento del árbol, en busca de señales de deficiencia o exceso de nutrientes. Una evaluación cuantitativa requiere de enviar muestras de tierra y tejido a un laboratorio para un análisis detallado.

Keeping Young Citrus Trees Healthy: A Four-Step Approach



Text for the graphic

Mantenga los árboles de cítricos jóvenes saludables: un enfoque en cuatro pasos

-Verifique que los árboles están respondiendo favorablemente. (top left)

-Ajuste y mejore el plan para la siguiente temporada cuando sea necesario.

-Use la información del paso 2 y aplique el fertilizante. (Bottom left)

-Decida sobre los métodos de aplicación: fertirrigación, directa en la tierra o foliar.

-Inspeccione visualmente los árboles en busca de señales de deficiencia o exceso de nutrientes. (Top right)

-Envíe las muestras de tierra y tejidos a un laboratorio para un análisis detallado.

-Use la información del paso 1 para determinar el nivel de nutrientes del cultivo. (Bottom right)

-Adapte el menú de nutrientes para los tipos, índices, horarios y frecuencia de aplicación de fertilizantes

La Gráfica 20 muestra los índices de fertilizantes recomendados para las plantas cítricas jóvenes. Las tasas de aplicación de nitrógeno varían dependiendo de la capacidad de suministro de nitrógeno de la tierra. El análisis de las hojas se recomienda para evaluar si las tasas de aplicación de nitrógenos son suficientes. La Universidad de California (UC, por sus siglas en inglés) no ofrece guías específicas para la fertilización con fósforo y potasio para los huertos de cítricos. Los análisis iniciales de la tierra deben guiar las aplicaciones de fósforo y potasio para árboles jóvenes.

Gráfica 20: Tasas para la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio recomendadas.

Edad del árbol (en años)	Tasa de aplicación (lb. N/edad del árbol en años)	Tasa de aplicación (lb. P ₂ O ₅ /Edad del árbol en años)				Disponibilidad muy baja de K (lb. K ₂ O/edad del árbol)
		Prueba de la tierra P				
		Muy baja	Baja	Mediana	Alta/muy alta	
1	0.13 – 0.25	0.15 – 0.30	0.11 – 0.23	0.08 – 0.15	0	0.15 – 0.30
2	0.25 – 0.50	0.30 – 0.60	0.23 – 0.45	0.15 – 0.30	0	0.30 – 0.60
3	0.50 – 0.75	0.45 – 0.90	0.34 – 0.68	0.23 – 0.45	0	0.45 – 0.90

Fuente: <https://www.cdfa.ca.gov/is/ffldrs/frep/FertilizationGuidelines/Citrus.html>

Nuestros asesores y personal de UCCE ofrecen asistencia técnica individualizada y capacitación en el manejo del riego y nutrientes en el Valle de San Joaquín. Esta capacitación es gratuita y está disponible en inglés y español.

Si está interesado en saber más al respecto, por favor de contactar a:

- **Moneim Mohamed** – UCCE para los condados de Stanislaus, San Joaquín y Merced: amohamed@ucanr.edu
- **Mae Culumber** – UCCE para el condado de Fresno: cmculumber@ucanr.edu
- **Cameron Zuber** – UCCE para los condados de Merced y Madera: cazuber@ucanr.edu
- **Tobias Oker** – UCCE para el condado de Kern: teoker@ucanr.edu
- **Giulia Marino** – UC Davis: giumarino@ucanr.edu

Investigador asociado: **Alfonso Mota** – UCCE para el condado de Stanislaus: amota@ucanr.edu

Si desean más información sobre técnicas avanzadas de riego y recursos, a los agricultores se les insta a acudir a Extensión Cooperativa de UC y participar en los talleres que se enfocan en el manejo de riego y nutrientes para huertos jóvenes.

Referencias:

California Crop Fertilization Guidelines <http://apps.cdffa.ca.gov/frep/docs/guidelines.html>

CIMIS stations: <https://cimis.water.ca.gov/stations.aspx>

Dag, A., Erel, R., Zipori, I., and Yermiyahu, U. (2023). Nutrition and fertilization. In: The olive botany and production pp 374-414.

ET_c reports: San Joaquin and Stanislaus counties:

https://cestanislaus.ucanr.edu/news_102/Weekly_Crop_Water_Use_Report/ Merced, Madera, and

Fresno counties: https://ucanr.edu/sites/Nut_Crops/Weekly_ET_Reports/

Fulton, A. (2013). Evaluating Water Requirements of Developing Walnut Orchards in the Sacramento Valley. Walnut Research Reports, California Walnut Board.

Goldhamer, D. A. (n.d.). Tree Water Requirements and Regulated Deficit Irrigation. Retrieved March 20, 2024, from <https://ucanr.edu/sites/fruitandnut/files/73693.pdf>

Milliron, L., Fulton, A., Krueger, W., & Rosecrance, R. (2019, June). Midday stem water potential baseline for California Manzanillo table olive orchards. In IX International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops 1335 (pp. 189-196).

Nitrogen Budget for Walnuts Worksheet Instructions <https://ucanr.edu/datastoreFiles/391-755.pdf>

Nutrient Best Management Practices: <https://www.almonds.com/almond-industry/orchard-management/soil-quality-and-nutrients/nutrient-management>

Sibbett, G.S., Coates, W.W., Edstrom, J., (1998). Orchard planning, design, and planting. In: Ramos, D.E. (Ed.) Walnut Production Manual. University of California Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 3373. pp. 90-98.

Zaccaria D. Water Use and Water Productivity of Pistachio grown on Non-Saline and Salt-affected Soils; Nitrogen & Irrigation Management Workshop February 21, 2024 –UC Cooperative Extension Kern County

*El contenido de este documento es responsabilidad única de los autores y no necesariamente representa los puntos de vista oficiales de UC ANR o CDFA.