Esaú Martínez Burgos
IRIAF - Instituto Reg. de Investigación Agroalimentaria y Forestal

FERTILIZACIÓN Y RIEGO DEL PISTACHO

CIAG - EL CHAPARRILLO

CIAG "El Chaparrillo" 5,6 y 12 de julio de 2023. Jornadas del cultivo del pistachero

1. LA FERTILIZACIÓN

1.2 ASPECTOS GENERALES

1.3 PREVIO A LA PLANTACIÓN

- Análisis de suelos
- Análisis de aguas
- Abonado de fondo

1.4 PLANTACIÓN YA ESTABLECIDA

- Análisis foliares
- Planes de abonado
- Otros aspectos

2. El RIEGO

CIAG - EL CHAPARRILLO

2. GENERALIDADES

- Antes de programar la fertilización, conocer bien los factores externos:
  - Del suelo: profundidad media, textura, pH, reservas de nutrientes y su proporción.
  - De la plantación: mantenimiento, marco, portainjerto, calidad/cantidad de los aportes hídricos, edad, producción.
  - Normativos: zonas vulnerables nitratos, AE.

CIAG EL CHAPARRILLO

LEY DE LOS RENDIMIENTOS DECRECIENTES

CIAG - EL CHAPARRILLO

Fuente: Fertiberia (2005)

LEY DEL MÍNIMO: el rendimiento está determinado por el nutriente que se halle en menor cantidad.

Los factores interactúan y un cultivo puede hacer mejor uso del factor que limita el crecimiento cuando los otros factores se acercan a su óptimo

CIAG - EL CHAPARRILLO

El rendimiento del cultivo no puede ser mayor que lo que permitan los nutrientes más limitantes del suelo

REQUISITOS DE SUELO

- Perfecto drenaje.
- Textura equilibrada.
- Sin apelmazamiento →
- pH neutro o básico:

CIAG - EL CHAPARRILLO

- Si pH: < 7, Abonos de reacción alcalina: Fosfatos naturales, nitrato de calcio, dolomita, carbonato cálcico.
- Si pH: > 8 Abonos de reacción ácida: Sulfato amónico, potásico o magnésico, nitrato o fosfato amónico, urea, etc.

EL pH DEL SUELO: disponibilidad de nutrientes

CIAG - EL CHAPARRILLO

LA SALINIDAD

- Los patrones de pistacho son muy tolerantes al exceso de sales.
- Reducción de la producción con:
  - Suelos salinos (CEe > 4,5 dS/m)
  - Aguas salobres (CE > 4 - 8 dS/m)
  - Suelos sódicos (PSI>15).

CIAG - EL CHAPARRILLO

CIAO - EL CHAPARRILLO

CIAG - EL CHAPARRILLO

CIAG - EL CHAPARRILLO

MACRO Y MICRONUTRIENTES

FIGURA 3. **Composición elemental promedia de las plantas**

CIAG - EL CHAPARRILLO

MACRONUTRIENTES:NITRÓGENO

- Motor de crecimiento de la planta, muy involucrado en el rendimiento de cosecha.
- Importante para optimizar la absorción de otros nutrientes.
- Se absorbe en forma de nitrato (NO^-_3) o amonio (NH^+_4).
- Se extraen 25 Kg por cada tonelada de cosecha en seco.
- Aplicar en primavera (1/2), y en fase de llenado del fruto (1/2). No a finales de verano.

CIAG - EL CHAPARRILLO

DEFICIENCIA EN NITRÓGENO

CIAG - EL CHAPARRILLO

MACRONUTRIENTES:POTASIO (K_2O)

- Formación de enzimas y apertura de estomas.
- Eleva la resistencia al frío, sequía y estrés.
- Mejora calidad del fruto y % de abiertos.
- Peligro de bloqueo con el calcio y el magnesio.
- 1º síntomas en hojas viejas, crecimiento lento y hojas pequeñas.

CIAG- EL CHAPARRILLO

DEFICIENCIA EN POTASIO

CIAG - EL CHAPARRILLO

MACRONUTRIENTES:FÓSFORO (P_2O_5)

- Papel clave en el transporte de energía, rendimiento, calidad y tamaño del fruto.
- La mayoría de los suelos agrícolas son deficientes o está en formas no asimilables.
- Hojas pequeñas y brotes cortos.

CIAG - EL CHAPARRILLO

NUTRIENTES SECUNDARIOS:

- CALCIO: Estimula crecimiento.
- MAGNESIO Y AZUFRE: forman la clorofila.

No suelen presentar deficiencia salvo ciertos casos (suelos ácidos, arenosos, lavados).

CIAG - EL CHAPARRILLO

MICRONUTRIENTES: EQUILIBRIO.

- HIERRO: Influye en el peso final de los frutos.

Deficiencias en suelos calcáreos. Clorosis Fe.

Quelatos o sulfato de hierro en marzo.

- MANGANESO: Clorosis internervial.

CIAG - EL CHAPARRILLO

MICRONUTRIENTES: EQUILIBRIO.

- <u>BORO</u>
  - Influye en floración, cuajado y en % de abiertos.
  - Borax en otoño / Solubor en marzo. Toxicidad.
  - Deficiencia: entrenudos cortos y hojas irregulares.
- <u>ZINC Y COBRE</u>
  - Deficiencias en suelos alcalinos (P, Fe, Mn).
  - Sobre todo en árboles jóvenes.
  - Quelatos o sulfatos, o acidificar el suelo.

Mejor aplicarlos vía foliar en primavera.

CIAG - EL CHAPARRILLO

DEFICIENCIAS SEVERAS EN BORO

CIAG - ELCHAPARRILLO

CIAG - EL CHAPARRILLO

2. FERTILIZACIÓN EN PREPLANTACIÓN

- **Análisis de suelo:**
  - Para determinar necesidades de abonado de fondo (P, K), materia orgánica o enmiendas.
  - Presentan limitaciones de uso para la planificación del abonado.
  - Conocer el método de análisis y los valores estándar.
  - Prestar atención en el muestreo.

CIAG - EL CHAPARRILLO

ANÁLISIS DE SUELOS

- **Importante conocer:**
- Textura y velocidad de infiltración.

  (>6-8 mm/hora en pistacho).
- pH, materia orgánica, C.E., C.I.C., macro y micronutrientes, carbonatos/caliza activa.
- Presencia de *Verticilium, Phytophthora* o nemátodos, cuando tengamos sospechas.
- Horizontes compactados, apelmazamiento, nivel freático.

CIAG- EL CHAPARRILLO

ANÁLISIS DE AGUAS

- Importante conocer:
- Conductividad eléctrica,

  Relación de absorción de sodio < 15 meq/l.
- Nitratos y otros nutrientes disueltos.
- Para prevenir obturación de goteros:

  º de dureza del agua ⟶ ácidos.

  Fe disuelto ⟶ oxigenación previa, H_2SO_4

CIAG - EL CHAPARRILLO

ABONADO DE FONDO

- Estiércol y/o abono mineral, mezclado con el mayor volumen de suelo posible.
- Humus de lombriz o compost en el hoyo de plantación o en zanja 5-10 kg/planta
- Dosis orientativas para secanos pobres:

TIPO DE SUELO	Dosis estiércol (t/ha)	Periodicidad	Abonado Mineral Fondo		
			N (*)	$P(P_2O_5)$	$K(K_2O)$
Arenoso y calizo	10-15	Cada 4-5 años	45	15	60
Franco	15-20	Cada 5-6 años	60	20	80
Arcilloso	20-25	Cada 5-6 años	75	25	100

Fuente: J.F. Couceiro, 2018.

(*) N de fertilizantes de baja mineralización, como sulfato amónico (21% N amoniacal)

CIAG - EL CHAPARRILLO

VALTRA
CIAG - EL CHAPARRILLO

CIAGRI EL CHAPARRILLO

Composición media de estiércoles de diferentes especies (%)

Sustancia o elemento	Vacuno	Porcino	Equino	Ovino
Agua	80 - 60	85 - 65	75 - 60	70 - 60
Materia seca	20 - 40	15 - 35	25 - 40	30 - 40
Nitrógeno total (N)	0,3 - 0,6	0,4 - 0,7	0,4 - 0,7	0,5 - 0,7
Fósforo (P_2O_5)	0,1 - 0,4	0,1 - 0,3	0,2 - 0,3	0,2 - 0,5
Potasio (K_2O)	0,4 - 1,0	0,6 - 1,6	0,5 - 0,8	0,5 - 1,5
Calcio (CaO)	0,2 - 0,3	0,08 - 0,1	0,2 - 0,3	0,1 - 0,3
Magnesio (MgO)	0,1 - 0,3	0,2 - 0,3	0,2 - 0,4	0,3 - 0,4

NOTA: Los intervalos de agua consignados corresponden a un grado de maduración bajo ("estiércol fresco" o poco hecho) y a un estiércol "maduro"
FUENTE: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, (2010). Guía Práctica de la Fertilización Racional de los Cultivos en España. ISBN: 978-84-491-0997-3. 119 pp.

CIAG - EL CHAPARRILLO

20.000 Kg/ha de estiércol de vacuno aportan al suelo aproximadamente:

90 Kg/ha de N

50 Kg de P2O5

140 Kg de K2O

4. PLANTACIÓN YA ESTABLECIDA

ANÁLISIS FOLIARES

- Mejor método de diagnóstico del estado nutricional. Detecta desórdenes nutricionales, deficiencias/excesos antes de ver los síntomas.
- Seguir el protocolo de muestreo.
- Localizar zonas no homogéneas.
- De ½ de julio a ½ de agosto en pistacho.

CIAG - EL CHAPARRILLO

ANÁLISIS FOLIARES

- Hojas extendidas del tercio medio del brote, por la mañana y sin contaminantes.
- Contrastar resultados lo largo del tiempo y entre zonas con distinta producción.
- Repetir al menos cada 4-5 años y mantener una buena base de datos.

CIAG - EL CHAPARRILLO

PROGRAMA DE ABONADO

NITRÓGENO

- Necesidades primeros años:
  - 20 a 35 kg N/ha,
  - Después 50 kg N/ha + 30 Kg N/t de fruto.
  - En forma de nitratos, en primavera y verano.
- Aportaciones del agua y suelo: mineralización de nitrógeno orgánico depende del tipo de residuos y de la textura del suelo.

CIAG - EL CHAPARRILLO

PROGRAMA DE ABONADO - NITRÓGENO

- Años ON: se incrementa el consumo de N entre 40-100% durante la fase de llenado del fruto.
- Años OFF: se almacena en los tejidos de reserva. Reducir en 1/3.
- Aplicar desde brotación hasta comienzo de llenado de fruto.

Necesidades de una plantación adulta media:

60-90 kg/t de fruto.

En suelos poco profundos de secano:

40- 50 kg/t de fruto.

CIAG - EL CHAPARRILLO

PROGRAMA DE ABONADO – Fósforo

- Los primeros años es suficiente con el abonado de fondo.
- Enterrar a 20 cm de profundidad.
- % Soluble en agua y % soluble en citratos.

CIAG - EL CHAPARRILLO

Necesidades de una plantación media:

6 -15 kg de P/t de fruto al año.

En suelos poco profundos de secano,

4 -10 kg de P/al año.

Para pasar de P a P_2O_5, multiplicar por 2,3

PROGRAMA DE ABONADO – Potasio

- Mejora la calidad y tamaño del fruto, resistencia al frío y enfermedades. Eleva el % de frutos abiertos.
- En fertirrigación: varias veces en mayo, junio y julio.
- Demanda muy elevada durante el llenado del fruto.

CIAG - EL CHAPARRILLO

Necesidades de una plantación media:

30 kg (año OFF) - 75 kg de K (año ON).

En suelos poco profundos de secano:

20-30 kg de K al año.

Para pasar de K a K_2O , multiplicar por 1,2

4. OTROS ASPECTOS

FERTILIZACIÓN FOLIAR

- Efectos positivos, pero los procesos de absorción por la hoja son aún poco conocidos.
- **Factores que interactuan:**
  - Fenología: floración, cuajado, llenado del grano.
  - Condiciones ambientales: Hr alta, Tª baja y luz.
  - Propiedades F/Q de las formulaciones: tamaño de molécula, tensión superficial, etc.
  - Coadyuvantes: tensioactivos, surfactantes.

CIAG - EL CHAPARRILLO

FERTIRRIGACIÓN

CUADRO I.

Fertilizantes sólidos	Riqueza	pH	CE (mmho/cm) 1%	Solubilidad (g/l)
Nitrato amónico	34,5% N	5.17	11.58	1.970
Nitrato cálcico	15,5%N 27%CaO	5.87	1.18	1.260
Nitrato magnésico	11%N 15,7% MgO	5.43	0.88	420
Sulfato magnésico	15% MgO	5.43	0.75	360
Fosfato monoamónico	12% N 61%P_2O_5	4.9	0.89	380
Nitrato potásico	13%N 46%K_2O	7.02	1.36	320
Cloruro potásico	60% K_2O	7.01	1.88	340
NPK cristalino	varios	-	-	-
Fertilizantes líquidos	**Riqueza**	**pH**	**CE (mmho/cm) 1 g/l**	**Solubilidad (g/l)**
Solución nitrogenada 32%	32%N	5.54	0.69	-
Solución nitrogenada 20%	20%N	6.37	0.87	-
Ácido nítrico	12,5%N	<1	<0.5	-
Solución N. cal	8%N 16%CaO	6.4	0.63	-
Solución N. magnésico	7%N 9,5% CaO	5.4	0.5	-
Ácido fosfórico	52%P_2O_5	<1	1.5	-
Solución potásica	varios	-	-	-
Solución NPK	varios	-	-	-

CIAG - EL CHAPARRILLO

Fuente: http://www.eumedia.es/user/articulo.php?id=1072

FERTIRRIGACIÓN

- Control del pH y la CE en la disolución nutritiva para una buena absorción de nutrientes.
- Evitar pH inferiores a 5 (a pH = 4 se dañaría la raíz de la mayoría de los cultivos) o superiores a 6,5 por la baja disponibilidad de micronutrientes.
- En los suelos, debido a su capacidad tampón, las variaciones de pH se produce a largo plazo.

CIAG - EL CHAPARRILLO

FERTIRRIGACIÓN

- No mezclar fertilizantes cálcicos (o con Mg) con sulfatos o fosfatos.

FERTILIZANTES	Urea	Nitrato de Amonio	Sulfato de amonio	Nitrato de Calcio	Nitrato de magnesio	Fosfato monoamónico	Fosfato monopotásico	Nitrato de potasio	Sulfato de potasio	Cloruro de potasio	Ácido fosfórico	Ácido nítrico	Ácido sulfúrico	Sulfatos Fe, Cu, Mn, Zn	Quelatos
Nitrato de Amonio	C														
Sulfato de amonio	I	C													
Nitrato de Calcio	C	C	I												
Nitrato de magnesio	C	C	C	C											
Fosfato monoamónico	C	C	C	I	I										
Fosfato monopotásico	C	C	C	I	I	C									
Nitrato de potasio	C	C	R	C	C	C	C								
Sulfato de potasio	C	C	R	I	I	C	C	C							
Cloruro de potasio	C	C	C	I	C	C	C	C	R						
Ácido fosfórico	C	C	C	I	I	C	C	C	C	C					
Ácido nítrico	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C				
Ácido sulfúrico	C	C	C	I	I	C	C	C	R	C	C	C			
Sulfatos Fe, Cu, Mn, Zn	C	C	C	I	I	I	C	C	R	C	C	C	C		
Quelatos	C	C	C	R	R	R	C	C	C	C	R	I	C	C	
Sulfato de Magnesio	C	C	C	I	I	I	C	C	R	C	C	C	C	C	C

C: Compatible, R: Se reduce la solubilidad, I : Incompatible.

CIAG- EL CHAPARRILLO

4. OTROS ASPECTOS

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA

- Cobra importancia por el precio de las cosechas.
- Mejora las condiciones físicas y biológicas.
- Amplia gama de productos:
  - Leonardita, ácidos húmicos, fúlvicos, aumentan la C.I.C., mejoran los suelos y facilitan la asimilación de nutrientes.
  - Bioestimulantes: aminoácidos y algas marinas, para dar vigor y rápida respuesta al estrés.
  - Micorrizas, trichodermas, etc.

CIAG - EL CHAPARRILLO

PLAN REAL DE ABONADO

Aplicación en el suelo:

- **Nov.-diciembre**.- 10.000 kg/ha de estiércol tradicional o 2.000 kg/ha de estiércol en pellets cada 3 años.
- **Nov.-diciembre**.- 1-3 kg/árbol de abono complejo 0-8-15.

Aplicación foliar/goteo:

- **Yemas recién brotadas**.- Algas marinas y boro.
- **Caída de pétalos de la flor**.- Algas marinas y microelementos (que tenga magnesio, zinc, manganeso, boro e hierro).
- **Fruto a medio tamaño**.- Aminoácidos y calcio.
- **Mediados de julio**.- Aminoácidos y potasio.
- **Mediados de agosto**.- Potasio.

CIAG - EL CHAPARRILLO

CONCLUSIONES

- Conoce tus árboles, tu suelo y el agua. Ataja los problemas antes de que aparezcan los daños con un buen Plan de Abonado.
  - Análisis foliares, de suelo y agua
  - Balance de extracciones y entradas
  - Observaciones visuales.
- Los análisis foliares son un buen reflejo del estado nutricional del árbol.
- Es importante vigilar el equilibrio de los nutrientes.
- La fertilización foliar es adecuada para complementar el abonado nitrogenado y para suplir microelementos de baja movilidad.
- Hay muchos factores que pueden estar limitando la productividad, no sólo la falta de nutrientes.

CIAG - EL CHAPARRILLO

EL RIEGO

- Mejora la calidad del fruto
- Aumenta las producciones hasta x3 ó x4.
- Disminuye el periodo improductivo.
- Favorece la presencia de hongos y m.h.
- Altos requerimientos hídricos: → R.D.C.

(realizar restricciones cuando el impacto en la producción es mínimo, acorde con el momento fenológico donde se encuentre la planta)

CIAG - EL CHAPARRILLO

RIEGO DEFICITARIO CONTROLADO

CIAG - EL CHAPARRILLO

III>>>I>> Post cosecha>> II

Fase I: Floración – Máx tamaño fruto

Fase II: Máx fruto – Crec grano

Fase III: Crec. grano – Recolección

ESTRATEGIAS EN RDC

- Con 100 mm.

  En plantaciones jóvenes riego los dos primeros meses.

  En adultos riego en fase III, crecimiento de grano

  No regar los machos
- Después de trasplante:
  - Sin injertar: 5 -15 litros / árbol
  - Injertada: 20-30 litros / árbol
- Cuando el suelo este seco en sus primeros 10-15 cm
- Aumentar número goteros (según desarrollo árbol)
- Frecuencia de riego en base a textura
- Labores culturales

CIAG - EL CHAPARRILLO

CONSUMO DE AGUA DE LA PLANTACIÓN

$$ET_c = ET_o * Kc * Kr$$

ET_c : Cantidad de agua que evapora el cultivo

ET_o : Se obtiene de la red de estaciones autonómicas http://crea.uclm.es/siar/datmeteo/

K_c :Varia a lo largo del año:

0 : Planta sin hojas

>1 : Máximo estado fenológico

Mes	Ciudad Real						
	ET_o	K_c	$K_{r\ (5*5)}$	$K_{r\ (8*4)}$	ET_c (Sin Kr)	ET_c (5*5)	ET_c (8*4)
Enero	29,45	0	0,77	0,60	0,0	0,0	0,0
Febrero	45,08	0	0,77	0,60	0,0	0,0	0,0
Marzo	82,46	0	0,77	0,60	0,0	0,0	0,0
Abril	108,6	0,25	0,77	0,60	27,2	20,9	16,3
Mayo	140,12	0,8	0,77	0,60	112,1	86,3	67,3
Junio	174,9	1,13	0,77	0,60	197,6	152,2	118,6
Julio	195,92	1,19	0,77	0,60	233,1	179,5	139,9
Agosto	173,29	1,16	0,77	0,60	201,0	154,8	120,6
Septiembre	123	0,93	0,77	0,60	114,4	88,1	68,6
Octubre	72,54	0,56	0,77	0,60	40,6	31,3	24,4
Noviembre	38,1	0,35	0,77	0,60	13,3	10,3	8,0
Diciembre	25,42	0	0,77	0,60	0,0	0,0	0,0
Tot. Estacional	1.209	-	-	-	**939**	**723,3**	**563,6**

CIAG - EL CHAPARRILLO

SIAR Servicio Integral de Asesoramiento al Regante de Castilla-La Mancha

SIAR | Recomendaciones de Riego | Datos Meteorológicos | Estaciones | Metodología | Publicaciones | Aplicaciones | Enlaces | Contacto

Consulta de datos meteorológicos

CIAG - EL CHAPARRILLO

Provincia

Ciudad Real

Estación meteorológica

✔ Seleccionar estación

Actualizada

Pendiente de actualización

Baja

CONCEPTOS GENERALES

- Las necesidades de riego de una plantación adulta media en el interior peninsular son de unos 3.000-4.000 m^3/ha y año.
- Lo ideal: riegos frecuentes y con poca dotación, superficie mojada amplia, prof.< 1m.
- Aplicar dotaciones extra para lavado de sales.
- Goteros autocompensantes e integrados, riegos subterráneos.

CIAG - EL CHAPARRILLO

DISEÑO HIDRÁULICO

- Velocidad máxima

  Principales y 2^{rias} como máximo de 3 m/s.

  En laterales y ramales de riego 2 m/s .
- Velocidad mínima > a 0,5 m/s para evitar sedimentación
- Pérdida de presión en tuberías generales es de 0,5%
- Diferencia máxima de caudal: 10% en la unidad de riego.

CIAG - EL CHAPARRILLO

LARGOS MÁXIMOS DE TUBERÍA EN SUELO LLANO

Presión al final del lateral: 5 m.c.a.

	Presión de entrada (bar)		Distancia entre goteros (m)							
			0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0
UNIRAM 16/120, 16/100 y 16/90	0,7 l/h	1,0	96	137	176	213	247	279	340	369
		2,0	139	200	257	311	361	410	500	543
		3,0	165	239	306	371	431	489	598	649
		4,0	185	268	344	417	485	550	673	731
	1,0 l/h	1,0	76	109	140	169	196	222	270	293
		2,0	110	158	204	246	286	325	397	431
		3,0	131	189	243	294	342	388	474	515
		4,0	147	212	272	330	384	436	534	580
	1,6 l/h	1,0	56	80	103	124	144	163	200	216
		2,0	81	116	150	181	211	239	293	318
		3,0	96	139	178	216	252	286	350	380
		4,0	108	155	200	243	283	321	393	428
	2,3 l/h	1,0	44	63	81	98	114	130	158	171
		2,0	64	92	118	143	167	189	231	251
		3,0	76	109	141	171	199	226	276	301
		4,0	85	122	158	192	223	253	311	338
	3,5 l/h	1,0	33	48	62	75	87	99	121	131
		2,0	48	70	90	109	127	144	176	192
		3,0	57	83	107	130	151	172	211	229
		4,0	64	93	120	146	170	193	237	258

CIAG - EL CHAPARRILLO

Integrado

Autocompensante
Turbulento

Manguera plana
Accesorios

Pinchado

Autocompensante
Turbulento

Accesorios

E 8222 BGP
CIAG - EL CHAPARRILLO

RIEGO SUBTERRÁNEO

CIAG - EL CHAPARRILLO

RIEGO SUBTERRÁNEO

- Evitar la intrusión de raíces, pendimetalina
- Limpieza de tuberías con ácidos u oxidantes (preventivo).
- Ventosas y válvulas de limpieza
- Sondas / mapas de humedad

CIAG - EL CHAPARRILLO

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

CIAG - EL CHAPARRILLO

¡COMED MÁS PISTACHOS!!

t.me/AgronomoEsau
esaum@jccm.es

Castilla-La Mancha