

**Esaú Martínez Burgos**

**IRIAF - Instituto Reg. de Investigación Agroalimentaria y Forestal**

# **FERTILIZACIÓN DEL PISTACHO**

**Cursos de formación agraria del Chaparrillo. Ciudad Real 12, 13 y 14 de junio de 2019.**





A watercolor illustration of a flowering plant with vibrant pink and red buds and green leaves. The background is a soft, yellowish-green wash. The text is overlaid on the left side of the image.

## **1. GENERALIDADES**

## **2. MACRO Y MICRONUTRIENTES**

## **3. PREVIO A LA PLANTACIÓN**

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

## **4. PLANTACIÓN YA ESTABLECIDA**

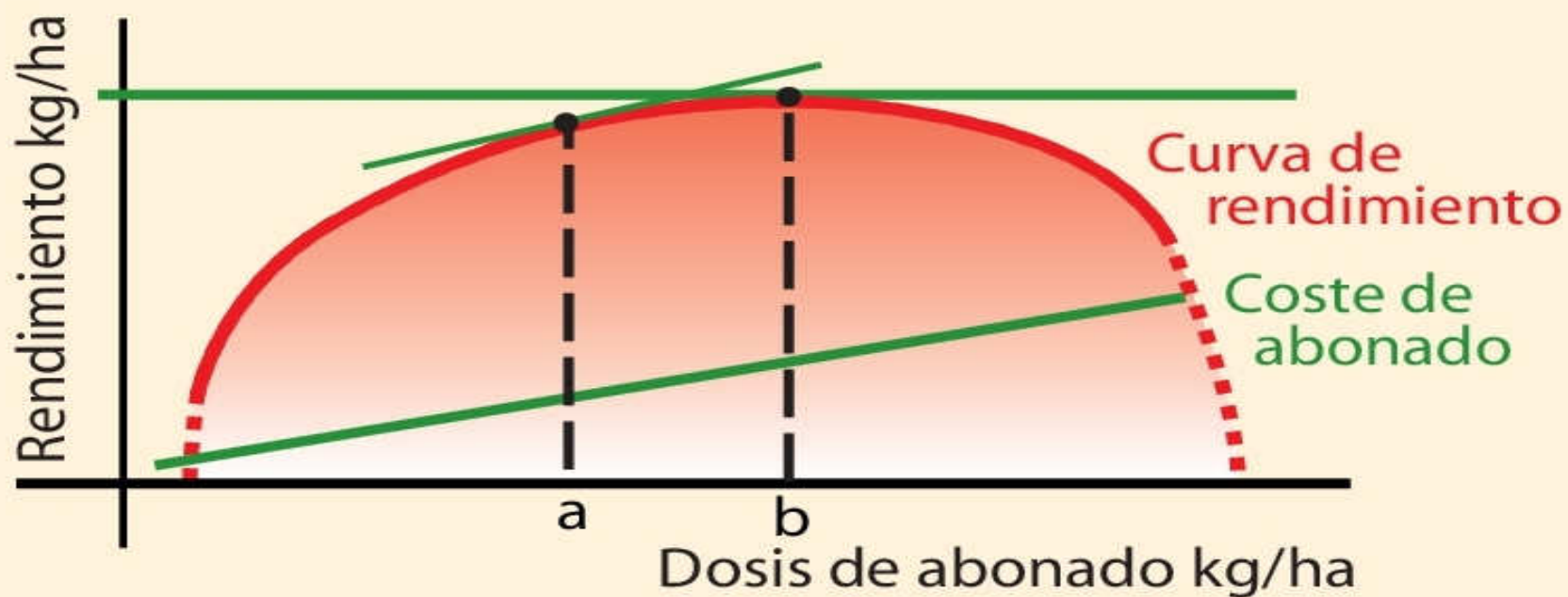
- Análisis foliares
- Planes de abonado

## **5. OTROS ASPECTOS DE LA FERTILIZACIÓN**

## **6. CONCLUSIONES**

# LEY DE LOS RENDIMIENTOS DECRECIENTES

## REPRESENTACIÓN GRÁFICA



a: Dosis óptima (óptimo económico)

b: Dosis máxima (óptimo técnico)

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



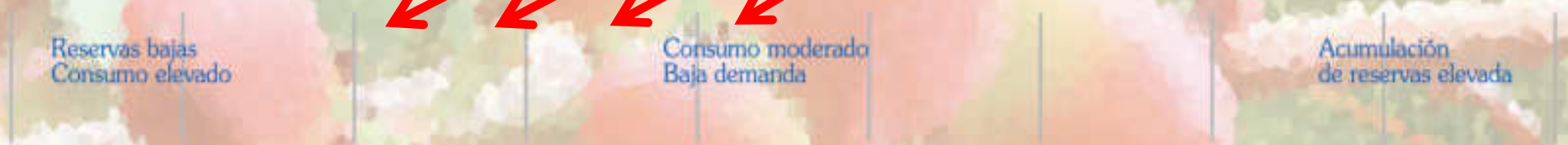
# Demanda y consumo de nutrientes a lo largo del año en el pistachero



## Consumo y estado de reservas en años ON



## Consumo y estado de reservas en años OFF







# 1. 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.



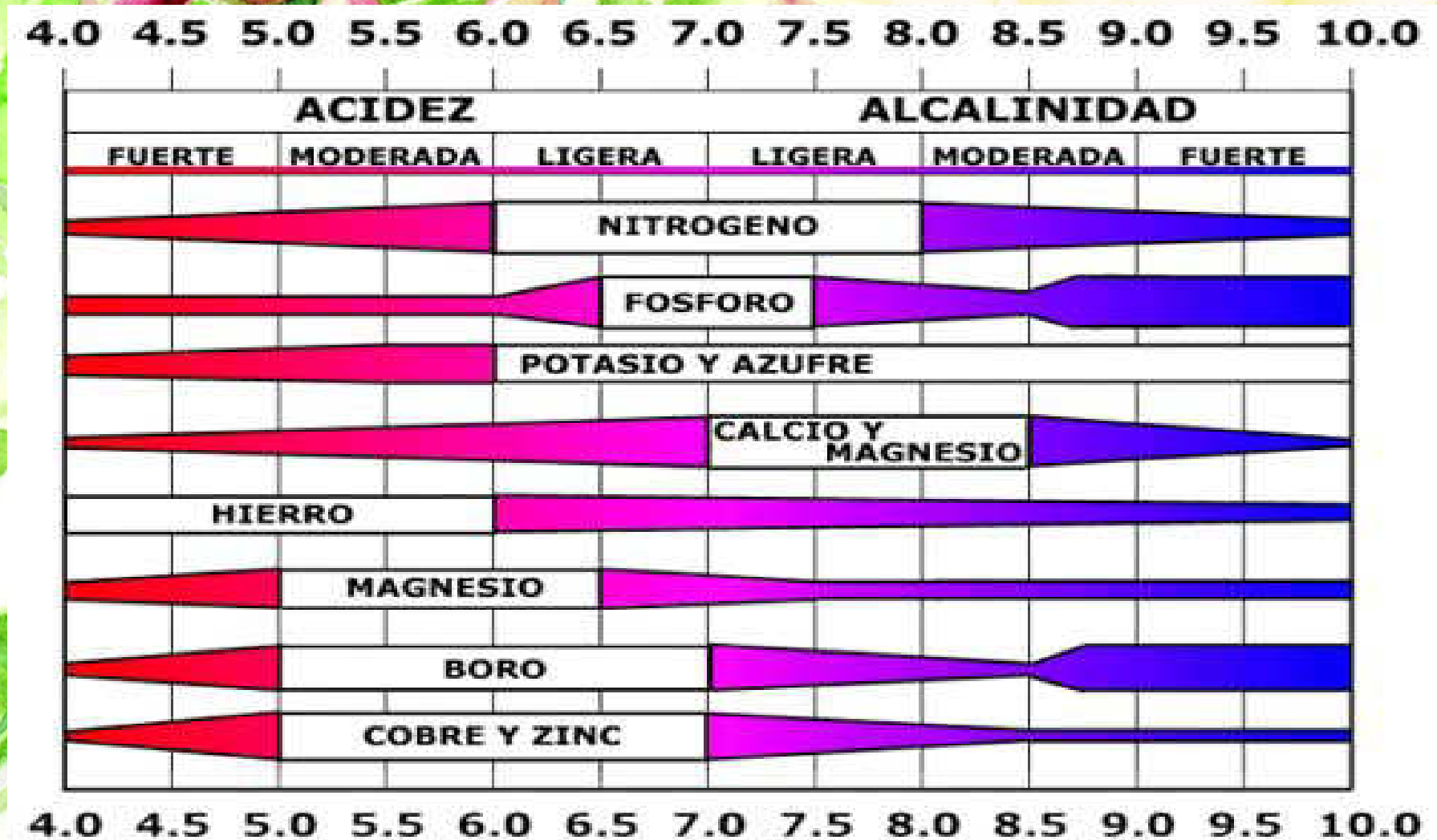
# REQUISITOS DE SUELO

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





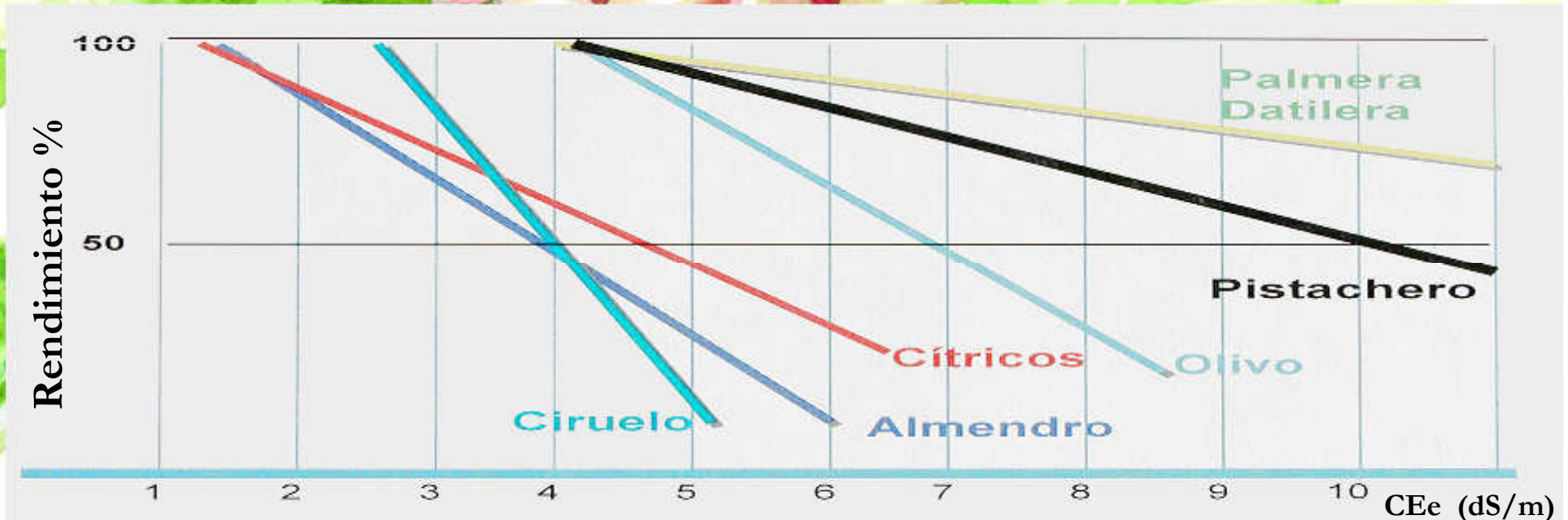
# EL pH DEL SUELO: disponibilidad de nutrientes





# LA SALINIDAD

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











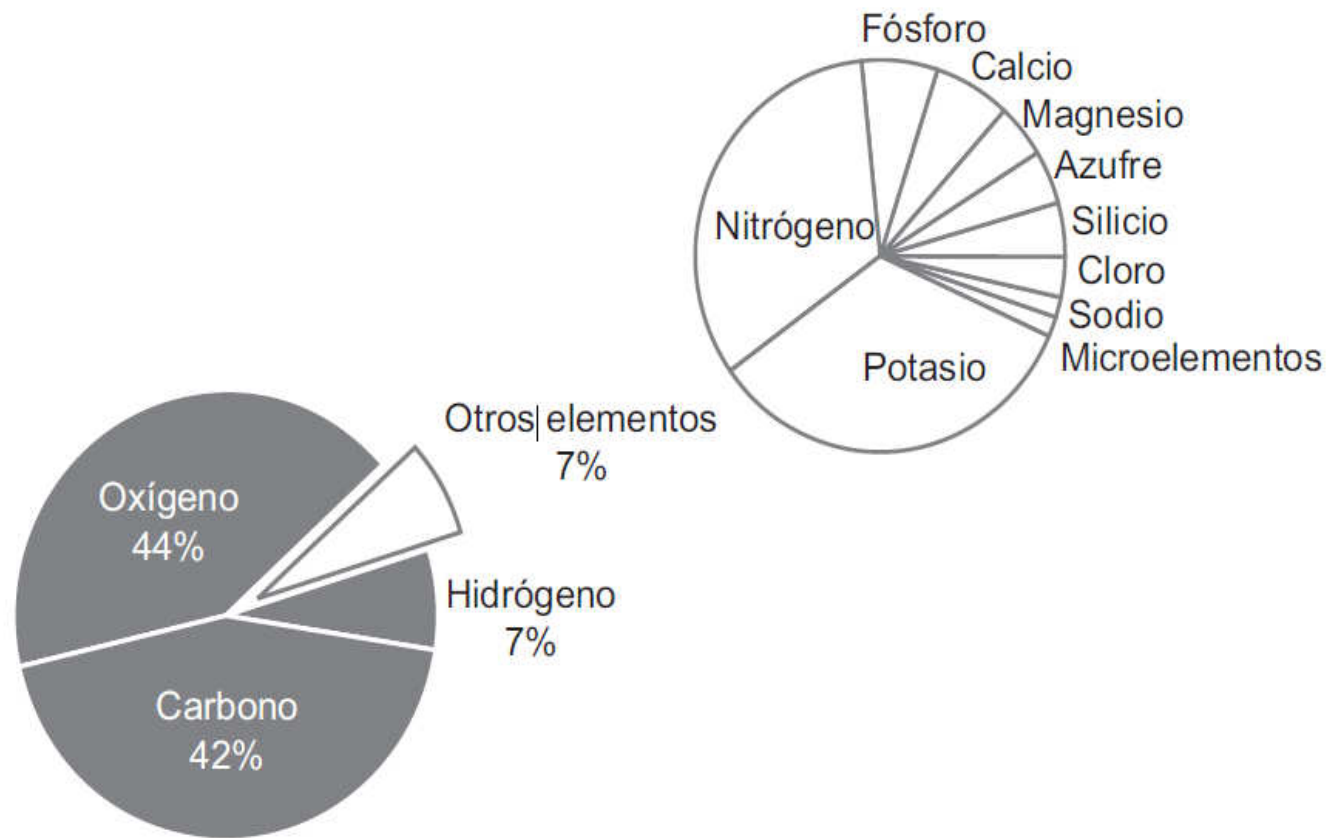






## 2. MACRO Y MICRONUTRIENTES

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





# 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 ( $\text{NO}_3^-$ ) o amonio ( $\text{NH}_4^+$ ).
- 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.



# DEFICIENCIA EN NITRÓGENO





# 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.





# DEFICIENCIA EN POTASIO





# 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.





## NUTRIENTES SECUNDARIOS:

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

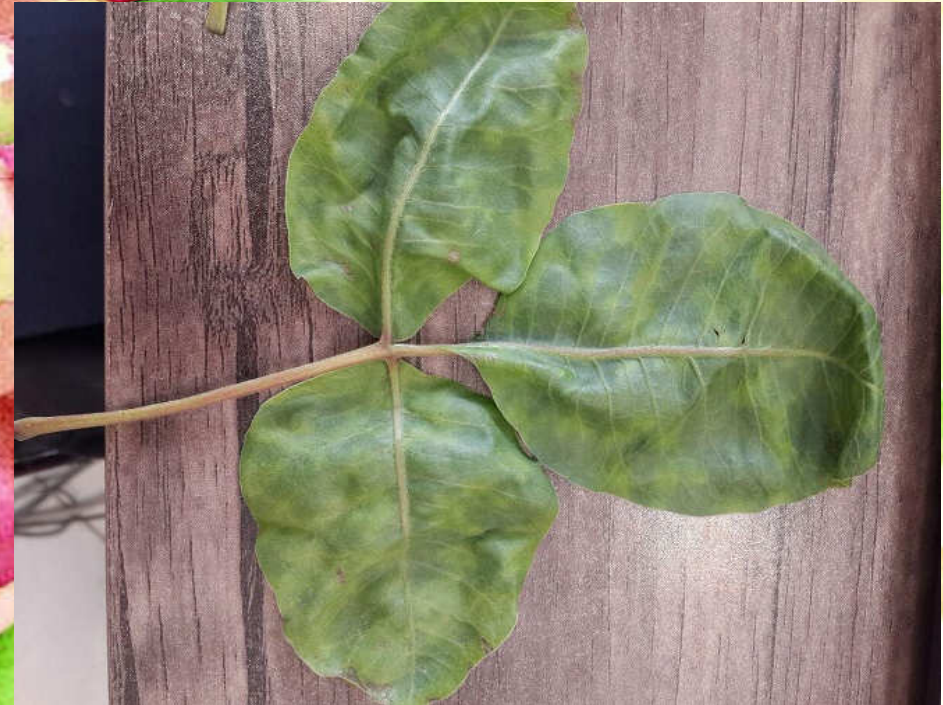
No suelen presentar deficiencia salvo ciertos casos (suelos ácidos, arenosos, lavados).





# 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.







# MICRONUTRIENTES: EQUILIBRIO.

## ■ BORO

Inmóviles en el suelo y poco móviles en la planta.

Influyen en floración, cuajado y en % de abiertos.

Borax en otoño / Solubor en marzo. Toxicidad.

Deficiencia: entrenudos cortos y hojas irregulares.

## ■ ZINC Y COBRE

Deficiencias en suelos alcalinos (P, Fe, Mn).

Sobre todo en árboles jóvenes.

Quelatos o sulfatos, o acidificar el suelo.







A watercolor illustration of a flowering plant with green leaves and clusters of pink and yellow buds. The background is a soft, light yellow wash.

### 3. 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 al método de muestreo.



# 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.



TIRAS INDICADORAS: para la determinación del contenido de nitratos y potasio en una solución acuosa.





# HONGOS DEL SUELO





# ANÁLISIS DE AGUAS

- Importante conocer:
  - Conductividad eléctrica,  
con 2 dS/m → 10% menos de almendra
  - Relación de absorción de sodio < 15 meq/l.
  - Nitratos y otros nutrientes disueltos.
  - Para prevenir obturación de goteros:
    - ° de dureza del agua → ácidos.
    - Fe disuelto → oxigenación previa,  $H_2SO_4$







# ABONADO DE FONDO

- Estiércol y/o abono mineral, mezclado con el mayor volumen de suelo posible. Llegar al 2% de M.O.
- 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 <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	K (K <sub>2</sub> O)
Arenoso y calizo	10-15	Cada 4-6 años	45	15	60
Franco	15-20	Cada 5-7 años	60	20	80
Arcilloso	20-25	Cada 5-7 años	75	25	100

Fuente: J.F. Couceiro, 2018.

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











## 4. PLANTACIÓN YA ESTABLECIDA

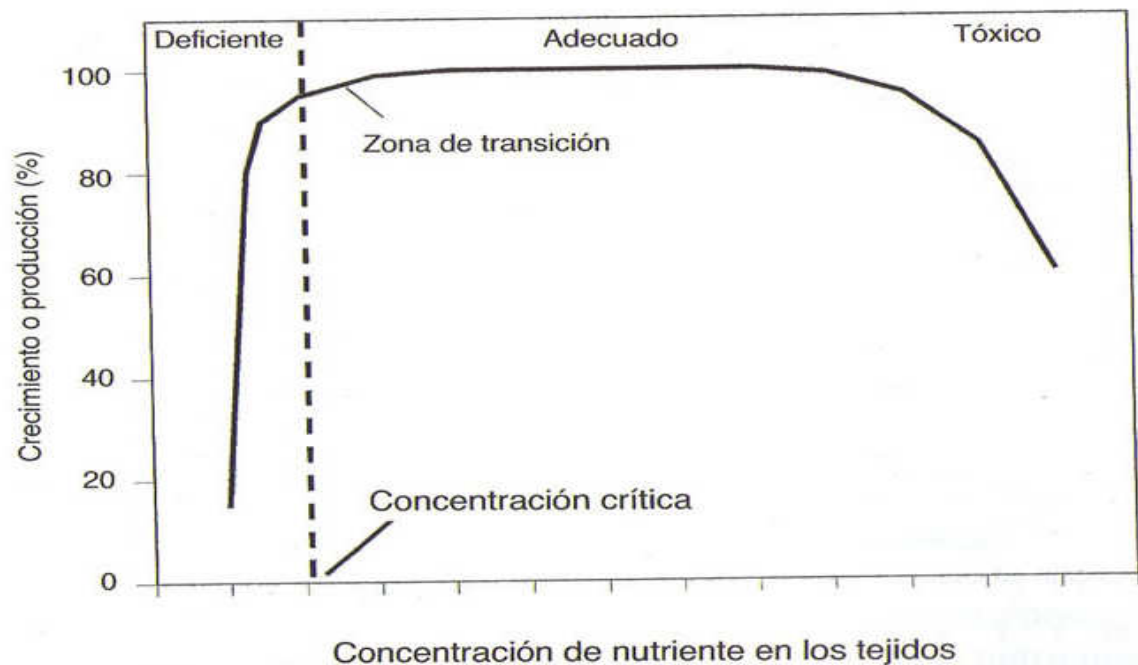
### **ANÁLISIS FOLIARES**

- Detecta desórdenes nutricionales, deficiencias/excesos antes de ver los síntomas.
- Seguir el protocolo de muestreo:
  - 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.
  - De ½ de julio a ½ de agosto
- Repetir cada 4-5 años y mantener una buena base de datos.



# ANÁLISIS FOLIARES

- Excelente para determinar deficiencias de N, Mg, Mn, P, K, B y excesos de Na, Cl y B.
- Regular para ver niveles de Cu, Zn, Ca y Fe, por su mala movilidad en planta (ver deficiencias visualmente).





# Tabla de interpretación de análisis de hojas (julio).

Elemento	Valores estándar pistacho (*)	Valor crítico pistacho
Nitrogeno (%)	2,2 – 2,5	< 1,8
Fósforo (%)	0,14 – 0,17	< 0,14
Potasio (%)	1,8 – 2,2	< 1,6
Calcio (%)	1,3 – 4	< 1,3
Magnesio (%)	0,6 – 12	< 0,6
Cloro (%)		> 0,1
Manganeso (ppm)	30-80	< 30
Cobre (ppm)	6 – 10	< 4
Zinc	10 – 15	< 7
Boro	150 -250	< 90

(\*) Couceiro,2018, extraído de varios autores.



# TABLA ORIENTATIVA DE ABONADO

**Cantidades de macronutrientes por árbol (g) a aplicar en función de los análisis foliares (% de materia seca) desde el décimo año.**

<b>N en hoja</b>	<b>N</b>	<b>P en hoja</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K en hoja</b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>
<b>&lt; 1,8</b>	500	< 0,06	500	< 0,4	<b>750</b>
<b>1,8-2,2</b>	400	0,06-0,1	400	0,4-0,8	<b>500</b>
<b>2,2-2,5</b>	300	0,1-0,13	300	> 0,8	<b>NC</b>
<b>&gt; 2,5</b>	NC	> 0,13	NC		

NC: Necesidades Cubiertas.

FUENTE: C. Genc, Atatuerk Horticultural Research Institute, Yalova-Istanbul, Turkey.



# PROGRAMA DE ABONADO

## NITRÓGENO

- Necesidades primeros años:
  - 20 a 60 kg N/ha, según crecimiento.
  - En forma de nitratos, en primavera.
- Necesidades de árboles adultos:
  - Suplir extracciones: necesidades de frutos y resto del árbol. 50 kg N/ha + 30 Kg N/t de fruto.
  - Aportaciones del agua y suelo: mineralización de nitrógeno orgánico depende del tipo de residuos y de la textura del suelo.



## PROGRAMA DE ABONADO - NITRÓGENO

- Años ON: el consumo de N aumenta 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 riego:

60-90 U.F. de Nitrogeno.

En suelos poco profundos de secano:

40- 60 U.F. de Nitrógeno.



# PROGRAMA DE ABONADO – Fósforo

- Los primeros años es suficiente con el abonado de fondo.
- Enterrar a 20-40 cm de profundidad. Finales de marzo.
- % Soluble en agua y % soluble en citratos.

Necesidades de una plantación media:

6 - 15 U.F. de P/t de fruto al año.

En suelos poco profundos de secano,

4 -10 U.F. de P/al año.

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



# PROGRAMA DE ABONADO – Potasio

- En fertirrigación: varias veces en mayo, junio y julio.
- Demanda muy elevada durante el llenado del fruto.

Necesidades de una plantación media:  
30 kg (año OFF) - 75 kg de U.F.K. (año ON).  
En suelos poco profundos de secano:  
20-30 kg de U.F.K al año.

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



# PROGRAMA DE ABONADO

## Micronutrientes

- Deficiencia en Zinc, Cu es posible en suelos arenosos y pobres en m. o.
- Boro, poco disponible en condiciones de sequía y suelos calizos. Hacer seguimiento.
- Aplicar vía foliar en brotación y/o postcosecha.
- Deficiencias en Mg cuando hay exceso de potasio.
- Carencia de Fe esperar a ver síntomas visuales.



# 5. OTROS ASPECTOS

## FERTILIZACIÓN FOLIAR

- Efectos positivos, pero los procesos de absorción por la hoja son aún poco conocidos.
- **Factores que interactúan:**
  - Anatomía del cultivo.
  - 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.



# 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 o en los sustratos orgánicos, debido a su capacidad tampón, las variaciones de pH se produce a largo plazo.



# FERTIRRIGACIÓN

**CUADRO I.**

<b>Fertilizantes sólidos</b>	<b>Riqueza</b>	<b>pH</b>	<b>CE (mmho/cm) 1%</b>	<b>Solubilidad (g/l)</b>
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 <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4.9	0.89	380
Nitrato potásico	13%N 46%K <sub>2</sub> O	7.02	1.36	320
Cloruro potásico	60% K <sub>2</sub> O	7.01	1.88	340
NPK cristalino	varios	-	-	-
<b>Fertilizantes líquidos</b>	<b>Riqueza</b>	<b>pH</b>	<b>CE (mmho/cm) 1 g/l</b>	<b>Solubilidad (g/l)</b>
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 <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	<1	1.5	-
Solución potásica	varios	-	-	-
Solución NPK	varios	-	-	-

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



# 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.



## 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.



# 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.



# GRACIAS POR SU ATENCIÓN



**¡COMED MÁS PISTACHOS!!**

Comunidad de pistacheros: <http://pistacho.chil.me/>  
[esaum@jccm.es](mailto:esaum@jccm.es)



Castilla-La Mancha