

Estudio Nutricional y evaluación del sistema agua-suelo-planta en plantaciones de cerezo silvestre y nogal híbrido. 2009.



Departamento de Explotación de Bosques Naturales S.A.
AGQ Laboratorios. S.A.

ÍNDICE.

I. Introducción.....	2
1. El Nogal.....	2
1.1. Requerimientos de suelo.....	2
1.2. Referencias de fertilización.....	3
1.3. Contenido nutricional en hoja.....	3
2. El Cerezo.....	3
2.1. Requerimientos de suelo.....	3
2.2. Referencias de fertilización.....	4
2.3. Contenido nutricional en hoja.....	4
3. Criterios de fertirrigación.....	4
3.1. Disoluciones fertilizantes de referencia.....	4
3.2. Salinidad.....	4
3.3. pH.....	5
3.4. Fitotoxicidad específica.....	6
3.5. Interacciones iónicas.....	6
4. Sondas lisimétricas de succión.....	7
II. Materiales y métodos.....	8
5. Unidades de diagnóstico.....	8
6. Metodología de muestreo.....	9
7. Diseño y ubicación de parcelas experimentales.....	10
III. Resultados y discusión:	11
8. Asimilación de nutrientes y condiciones químicas de la solución del suelo.....	11
8.1. Nogal.....	11
8.1.1. Nitrógeno.....	11
8.1.2. Cloro.....	13
8.1.3. Azufre.....	16
8.1.4. Fósforo.....	18
8.1.5. Potasio.....	19
8.1.6. Calcio.....	22
8.1.7. Magnesio.....	24
8.1.8. Boro.....	25
8.1.9. Zinc.....	27
8.1.10. Hierro.....	28
8.2. Cerezo.....	30
8.2.1. Dinámica foliar y asimilación de nutrientes: Finca Galicia.....	30
8.2.2. Dinámica foliar y asimilación de nutrientes: Finca Toledo.....	31
9. Condiciones de salinidad a nivel radicular en la UGF Toledo.....	33
IV. Conclusiones.....	36
10. Nogal híbrido.....	36
10.1. Caracterización del suelo y la solución del suelo.....	36
10.2. Normas para los Contenidos foliares.....	37
10.3. Diseño de la solución fertilizante de riego.....	37
11. Cerezo.....	38
11.1. Caracterización del suelo y la solución del suelo.....	38
11.2. Normas para los Contenidos foliares.....	39
11.3. Diseño de la solución fertilizante de riego.....	39
12. Recomendaciones externas: AGQ laboratorios.....	40
V. Bibliografía.....	41

I. INTRODUCCIÓN.

1. EL NOGAL.

1.1. REQUERIMIENTOS DE SUELO.

El nogal común (*Juglans regia*) es una especie que parece en todas las provincias españolas debido a su gran plasticidad. Es indiferente a la naturaleza química del suelo, representando mayor importancia las características físicas de los mismos. Un suelo adecuado para esta especie no ha de presentar condiciones de encharcamiento pero ha de poseer suficiente capacidad de campo.

En general esta especie prospera sobre suelos de las siguientes características, según Luna 1990:

- Materia orgánica: 1.5 – 2%.
- Textura:
 - Arcilla: 18 al 25%, en todo caso <30%.
 - Limo: 30 – 50%.
- Suelos de tipo aluvial, silíceo-arcillosos, arcillo calizos, mesetas calizas, suelos silíceos.
- pH: entre 6.5 y 7.5. suelos ácidos pueden producir anomalías en frutos y muy básicos pueden producir clorosis férrica.

Relevancia de suelo y el relieve para el desarrollo de Nogal Negro (<i>Juglans nigra</i> L.)			
Suelos y características del terreno	Adecuado	Cuestionable	Inadecuado
Exposición	Norte y este		Sur u oeste
Posición en la pendiente	Media ladera o zonas bajas bien drenadas		En cimas o en zonas bajas de mal drenaje
Pendiente	0 a 15%	15 a 30%	> 30%
Profundidad hasta roca madre, zona de degradación o capa impermeable.	> 90cm.	60 a 90 cm.	< 90 cm.
Drenaje	Elevado a media capacidad	Moderado a bajo	Baja capacidad de drenaje
Periodos de inundación	< 4 días de inundación a principios de primavera		Periodosde inundación de más de > 4 días
Textura del Suelo	Franco, franco-limoso, franco-arcillo-limoso, limoso, franco-arcilloso, areno-arcilloso.	Arcillo-limoso	Arcilloso, arenoso, franco arenoso.

Ponder F. 2004. Soil and Nutrition Management for Black Walnut. Proceeding of the 6th Walnut Council Research Symposium. Nurcery Production and Plantation Establishment.

Tabla 1. Tipos de suelo para nogal negro.

1.2. REFERENCIAS DE FERTILIZACIÓN.

Los datos mostrados por Muncharaz M. hacen referencia a estudios realizados sobre terrenos de carácter básico o calizo, donde la presencia de calcio y magnesio no suponen un factor limitante para la plantación. En este sentido, se hace necesario considerar la posibilidad de aportes de magnesio para condiciones de suelos lavados, pobres en bases y de pH ácido. Lorente L. ya hace mención de la necesidad de aportar algunas cantidades de magnesio.

FERTILIZACIÓN EN FUNCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE NUEZ. 100 pies x Ha.					
Productividad en [kg/Ha]	Unidades Fertilizantes [Kg/Ha]				
	N	P2O5	K2O	CaO	MgO
1500 - 2500	80-100	50 - 60	80 - 100		
2500 - 3500	100 - 120	60 - 70	70 - 80		
3500 - 4500	120 - 140	70 - 80	120 - 140		

Ref. Muncharaz M. Pou, 2001.

Tabla 2. Fertilización para nogal europeo (*Juglans regia*).

1.3. CONTENIDO NUTRICIONAL EN HOJA.

Algunos cálculos y revisiones efectuadas para nogal en producción frutal son:

Ref. Hirzel, 2007 y Gil, 2000.													
N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	Cl(ppm)	Na(ppm)	B(ppm)	Fe(ppm)	Mn(ppm)	Cu(ppm)	Zn(ppm)	Mo(ppm)
2,5 - 3,2	0,1 - 0,2	1,2 - 1,8	1,0 - 2,0	0,3 - 0,6		<3000	<250	35 - 200	50 - 200	20 - 200	4,0 - 20	18 - 60	0,7 - 1,0
Ref. Beutel, Uriu, Lilland, 1983, citado por Muncharaz Pou, 2001 (fondo azul) y Jaynes, 1969 (fondo amarillo)													
2,5-3,25	0,12-0,3	1,2-3,0	>1	>0,3		<3000	<1000	35-300		30-350	4-20	20-200	

Tabla 3. Contenidos foliares de referencia en peso seco para nogal europeo (*Juglans regia*).

2. EL CERESO.

2.1. REQUERIMIENTOS DE SUELO.

El cerezo se considera un árbol de gran amplitud edáfica, aunque análisis realizados en bosquetes de Castilla y León (Cisneros, 2004) indican que prefiere:

- Materia orgánica: 1.9 – 2.5%.
- Nitrógeno: 0.2 – 0.5%.
- Relación C/N: de 7 a 12.
- pH: 4.5 a 7.5. No le afecta la caliza activa.
- Textura: limosa -arcillosa a limosa - arenosa.
- Profundidad: >60cm suelos estructurados y frescos.

2.2. REFERENCIAS DE FERTILIZACIÓN.

FERTILIZACIÓN CEREZO DE PRODUCCIÓN FRUTAL. >400 pies Ha.			
Nitrógeno	1º Año	2º Año	3º Año
		50	60
Fósforo	Suelos pobres		80-180
	Suelos medios:		60-140
Potasio	Suelos pobres		80-180
	Suelos medios:		60-140
Materia orgánica	Maximos de 40-60 Tn/Ha cada 3 años.		

B.O.C y L. - Nº216. Resolución de 24 de octubre de 2005, de la Dirección General de Producción Agropecuaria, por la que se aprueba el Reglamento técnico específico para la producción Integrada de Cerezo.

Tabla 4. Fertilización para cerezo silvestre (*Prunus avium*).

2.3. CONTENIDO NUTRICIONAL EN HOJA.

Algunos cálculos y revisiones efectuadas para *Prunus avium* en producción frutal son:

Righetti y Alkoshab (s.f); Álvarez et al. (1981) y Retamales (1991)												
N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	Cl (ppm)	Na (ppm)	B (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
2-3	>0,1	0,9-2,8	0,9-3	>0,25		<3000				>20	>4	>14
Ref. Hirzel, 2007 y Gil, 2000.												
2,2-2,6	0,1-0,3	1,0-1,8	1,4-2,4	0,3-0,4				20-60	60-200	20-200	0,4-20	20-50

Tabla 5. Contenidos foliares de referencia en peso seco para cerezo silvestre de fruta (*Prunus avium*).

3. CRITERIOS DE FERTIRRIGACIÓN.

3.1. DISOLUCIONES FERTILIZANTES DE REFERENCIA.

Con carácter general se extrae una serie de datos que se emplean como referencias de composición para las soluciones fertilizantes que se pueden emplear en algunas plantaciones de especies leñosas destinadas a frutal o de carácter ornamental durante sus primeros años:

DISOLUCIONES FERTILIZANTES PARA ALGUNOS CULTIVOS FRUTALES y ORNAMENTALES.														
Cultivo	Periodo	Aniones [mmolc/L.]					Cationes [mmolc/L.]					CE [mS/cm]	Referencia.	
		NO3-	H2PO4-	SO4=	HCO3-	Cl-	NH4+	K+	Ca2+	Mg2+	Na+			pH
Olivo	Mayo (floración)	2,75	1	2			2					5 a 6	<2,5	Carlos Cadahía 2005
Melocotonero	primavera	1,5	1,5				2,5	3	3,5	2				Soing y Mandrín, 1993
Cítricos	may - jun	5,5	0,5				0,5	1	4					Carlos Cadahía 2005
Cítricos	jul - oct	4,5	0,5					1,5	4					Carlos Cadahía 2005
Plantas neutrófilas	-	12	3,3	1,5		0,2	2	5,2	6,2	1,5	0,2			Lesairt y Coic, 1983

Tabla 6. Disoluciones fertilizantes de referencia.

3.2. SALINIDAD.

Del Manual de Riego y Fertirrigación del INIA de Chile, Boletín nº 126, se obtuvo la siguiente tabla que permite evaluar los niveles de salinidad que diversas especies pueden soportar en suelo y que se pueden correlacionar perfectamente con los valores de salinidad obtenidos por otros métodos como la extracción de solución de suelo por sondas de

succión según demuestra Carlos Cadahía en la tercera edición de su libro Fertirrigación del año 2005.

Valores de umbral de salinidad del suelo (extracto saturado)
(adaptado de Ayers y Westcot 1987).

Cultivo	CE (mmhos/cm)	Gramos por litro
Almendro	2.4	1.55
Ciruelo	2.5	1.60
Damasco	2.3	1.45
Duraznero	2.6	1.70
Granado	4.7	3.00
Higuera	4.7	3.00
Manzano	3.0	1.95
Naranja	3.0	1.95
Nogal	3.0	1.95
Olivo	4.7	3.00
Palto	2.2	1.40
Peral	3.0	1.95
Vid	3.3	2.10

Tabla 7. Valores umbrales de salinidad de extracto saturado en suelo en distintos cultivos arbóreos.

Los datos para cerezo muestra óptimos <1.2 mS/cm (Western Australian s.f.) y máximos de hasta 4mS/cm (Lemus G., 2005) para diversos cerezos de fruta.

Siguiendo los parámetros que indica el INIA de Chile para plantaciones de nogal de nuez (Ibacache A., 2008) se observan:

Restricciones de crecimiento en nogal por efectos de la salinidad			
Conductividad [dS/m]	Ninguno	En aumento	Severo
Zona raíces	<1,5	1,5-4,8	>4,8
Agua de Riego	<1,1	1,1-3,2	>3,2
Niveles de toxicidad en el medio radicular.			

Tabla 8. Restricciones de conductividad eléctrica para la solución de fertirrigación y la solución del suelo.

3.3. PH.

El pH del suelo influye sensiblemente en la especiación y la biodisponibilidad de muchos nutrientes y si bien la planta posee mecanismo activos de absorción, la optimización del pH del suelo debería de mejorar los rendimientos de un cultivo. Se entiende que por encima y por debajo de determinados rangos de pH ocurren reacciones de precipitación, formación de complejos de fuerte interacción (bloqueo), volatilización, aparición de especies tóxicas o no asimilables, etc.

Los rangos de pH óptimos varían según las gráficas entre 6.0 y 7.0 ó 7.5 en suelos orgánicos, sin embargo cada especie presenta distintos rangos óptimos como el olivo de 7 a 8.5, el manzano de 5.6 a

7.5 que pueden variar enormemente en función de las procedencias, variedades y diferencias genéticas entre individuos de una misma población semillera.

3.4. FITOTOXICIDAD ESPECÍFICA.

Siguiendo los parámetros que indica el INIA de Chile para plantaciones de nogal de nuez en (Ibacache A., 2008) se observan los siguientes parámetros:

Niveles de toxicidad en el medio radicular.			
Extracto saturado del suelo	Ninguno	En aumento	Severo
Sodio (RAS)	<5	5--15	>15
Cloruros [mmolc/L.]	<5	5--10	>10
Boro [mg/L.]	<0,5	0,5--3	>3

Tabla 9. Restricciones frente a condiciones químicas de fitotoxicidad en la solución del suelo.

3.5. INTERACCIONES IÓNICAS.

La interpretación de estos fenómenos de interacción entre los diversos elementos solubles en contacto con la raíz, se traduce en una serie de normas generales de equilibrio entre elementos en concentración (mmol_{carga}/L) que hay que intentar mantener en la disolución fertilizante a aplicar.

RELACIÓN	Carencia Mg	Normal	Carencia K
K/Mg	>0,5	0,2-0,3	<0,2
Ca/Mg	>10	5	
(Ca+Mg)/K		20 - 30	>36
K/(ca+Mg)			< 0,15
RELACIÓN		Normal	Toxicidad cloruros
NO ₃ ⁻ / Cl ⁻		>0,5	<0,5

Tabla 10. Equilibrios y relaciones iónicas en mmol_{carga}/L.

4. SONDAS LISIMÉTRICAS DE SUCCIÓN.

A partir de los años 60 se empezaron a utilizar instrumentos para muestreo de la solución intersticial del suelo basados en el establecimiento de una depresión controlada en el interior de un material poroso, consiguiéndose así el paso del agua desde el suelo al interior del aparato de toma de muestras (Wagner, 1962; Harris, 1975; Hansen, 1975; Chow, 1977; Hoyningen-Hühne y Bramm, 1978; Sánchez-Perez, 1994).

Unos de los extractores porosos mas utilizados son los lisímetros de vacío. Este tipo de aparatos están formados por un tubo de PVC, teflón o aluminio que lleva sellado en su extremo una sonda porosa. La composición del material poroso puede ser cerámico, politetrafluoretileno (teflón), poliacrilonitrilo, polisulfonas, polietileno, nailon, acetato de celulosa, vidrio poroso o acero inoxidable, aplicados en función de su capacidad de inalterar la composición de la solución extraída.

Las sondas lisimétricas se han utilizado para la caracterización de la composición química de la solución de la solución del suelo en relación a los iones y otros compuestos de interés (Khakurai y alva, 1996; Neilsen *et al.*, 1997; Dosskey y Bertsch, 1997; Lao *et al.*, 2003).

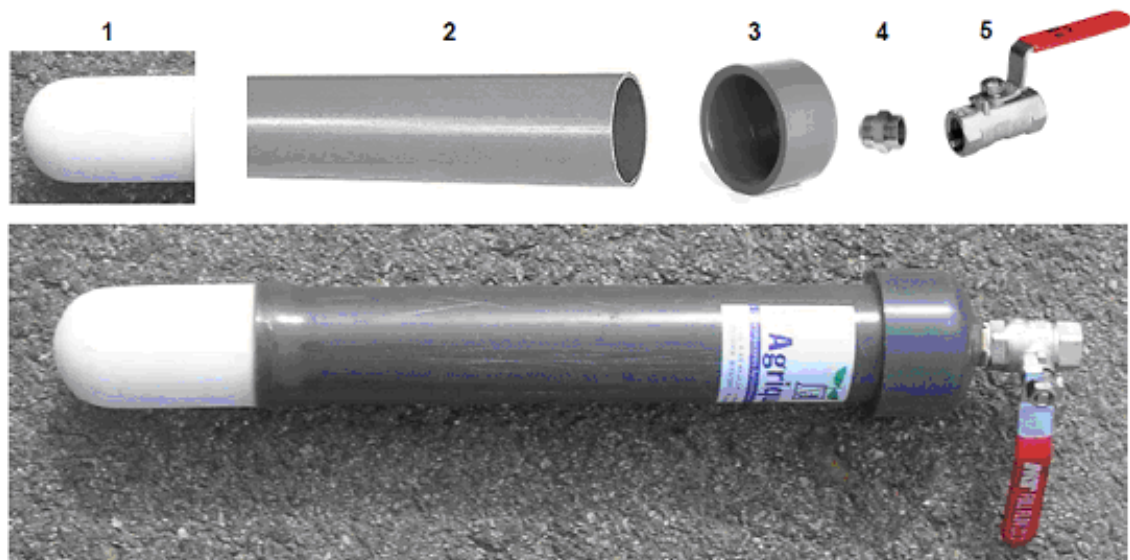


Figura 1. Despiece. (1) cápsula cerámica; (2) tubo rígido de PVC; (3) tapón de PVC; (4) machón de acero; (5) válvula de esfera y; prototipo de lisímetro de vacío fabricado.

II. MATERIALES Y MÉTODOS.

5. UNIDADES DE DIAGNÓSTICO.

El diseño de unidades diagnóstico consiste en la colocación de 3 sondas de succión, próximas y a distintas profundidades de la zona radicular de un mismo árbol.

Con este sistema se evalúa la composición de la solución del suelo retenida a una presión de entre 30 y 80 cbar, lo que permite muestrear una esfera de entre 30 a 50cm. alrededor de la cápsula porosa. El vacío aplicado es variable y depende de la textura del suelo, la conductividad hidráulica, las condiciones de presión osmótica del medio, etc. (Sánchez-Pérez, 1995)

La colocación de sondas a distintas profundidades permite evaluar la dinámica de la solución del suelo, la movilidad de los iones, así como posibles estimar posibles fenómenos de especiación, retención, asimilación o retención de algunos elementos.



Figura 2. Sondas de 30, 60 y 90cm. de largo.

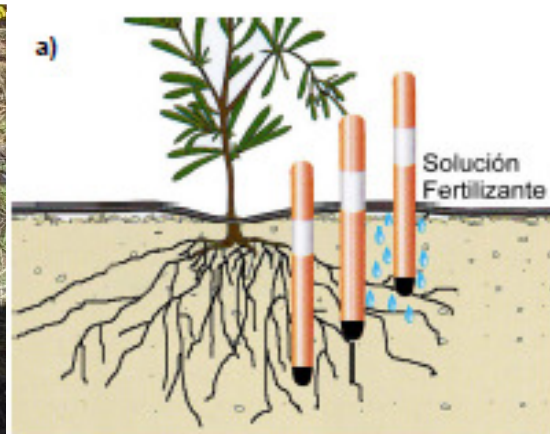


Figura 3. Unidad diagnóstico: Esquema.



Figura 4. Sonda de succión y bomba de vacío.



Figura 5. Unidad diagnóstica: tres sondas (30-60-90cm)

6. METODOLOGÍA DE MUESTREO.

Con objeto de poder realizar en cada momento un diagnóstico nutricional completo del sistema suelo - planta - agua, cada muestreo debe de constar de la siguiente toma de muestras para análisis:

- *Agua de riego (AR)*: Evaluación de la composición del agua de riego para posterior diseño de la solución fertilizante de riego.
- *Solución fertilizante de riego (SFR)*: Evaluar composición y propiedades químicas (pH, CE.) para estimar desvío sobre la SFR teórica (precipitación, mala inyección, etc.).
- *Solución de suelo (SS)*: Obtenidas de las sondas de succión a distintas profundidades. Evalúa las modificaciones de la composición química de la SS, producto de la interacción de la SFR, el suelo, la planta y dinámica del movimiento del agua en suelo diferentes horizontes.
- *Muestra foliar*. El diagnóstico foliar de la planta dará información del resultado del programa de fertilización sobre el estado nutricional de la planta. El protocolo de muestreo foliar dependerá de la especie y se realizará en fechas próximas a la toma del resto de muestras (SFR, SS y AR).

7. DISEÑO Y UBICACIÓN DE PARCELAS EXPERIMENTALES.

Planteado para realizar un control exhaustivo de las relaciones entre los niveles de nutritivos de planta y la composición y evolución de la solución del suelo a distintas profundidades, se plantea desde departamento técnico y junto a la empresa AGQ Agroalimentaria y Medioambiente la realización de las siguientes actividades:

- ❖ Instalación de 8 parcelas de control o unidades diagnóstico (tres en Cáceres, tres en Toledo dos en Galicia).
- ❖ Tres sondas de succión por parcela (30, 60 y 90cm de profundidad).
- ❖ Cinco muestreos: mayo, junio, agosto y septiembre.
- ❖ Analítica inicial de suelo a 2 profundidades por parcela.
- ❖ Análisis de soluciones de suelo, solución fertilizante, agua y foliar en los muestreos de mayo, junio y agosto (análisis completo).
- ❖ Análisis de solución fertilizante en julio y septiembre (análisis control).
- ❖ Cinco visitas a la explotación:
 - Instalación de sondas y cesión de material.
 - Tres visitas técnicas coincidiendo con análisis completos.
 - Visita final de campaña, recopilación de datos y planeamiento de la siguiente.
- ❖ Informes técnicos y visita e informe final de campaña.

La descripción de las parcelas de muestreo y su caracterización se muestra en el siguiente cuadro:

Unidad de Gestión forestal (UGF)	SUP. FINCA	PARCELA	NOMBRE	SECTOR	nº turno	MARCO PLANTACIÓN (m x m)		DENSIDAD (pl/ha)	Nº LINEAS	SEP. GOT.	Q. GOT	CONSUMO (m ³ /ha h)	ORIGEN AGUA	TIPO ABONO	BOMBA INY. (l/h)	AÑO PLANTAC.	VARIEDAD
EL SOTO	-	1	CEREZO 1	12		5	5	400	2	0,75	3,5	18,7	canal	liq.	115	2004	C1
	-	2	NOGAL 1	8	3	5	6	333	2	0,6	3,5	23,3	canal		200	2004	nat 7
DEHESA TORRALBA	Toma 2 baja	1	NOGAL 1	6	4	5	5	400	2	1	3,5	14	embalse		700	2003	<i>Junglans regia x mayor</i>
VVA. LA VERA	AT-II	1	CEREZO 1	1	1	5	5	400	2	0,75	1,6	8,5	arroyo	liq.	180	1999	<i>Prunus avium</i>
	AT-I	2	CEREZO 2	6	4	5	5	400	2	0,75	1,6	8,5	canal	liq.	180	1999	<i>Prunus avium</i>
	AT-I	3	NOGAL 1 "D15"	2	AT-II turno4	5	7	286	2	0,6	1,6	10,7	canal	liq.	180	1998	<i>Junglans regia x mayor</i>
ARZUA	La Mota	1	CEREZO 1	8		5	5	400	1					cobertera	150	2004	C1
		2	NOGAL 1	12		5	6	333	1					cobertera	150	2004	Nat 7

Tabla 11. Caracterización de parcelas de muestreo o unidades diagnóstico por fincas.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

8. ASIMILACIÓN DE NUTRIENTES Y CONDICIONES QUÍMICAS DE LA SOLUCIÓN DEL SUELO.

8.1. NOGAL.

8.1.1. NITRÓGENO.

El nitrógeno está biodisponible para la planta en su forma nítrica (NO_3^-) ó amoniacal (NH_4^+). En función de las fuentes de nitrógeno empleadas para la nutrición vegetal, la demanda energética para su absorción, transporte y posterior asimilación como proteínas puede variar sensiblemente (Lips et al. 1990); sin embargo, en consideración a los aportes de compuestos amónicos o ureicos es necesario tener siempre en consideración que el amonio (NH_4^+) aportado es rápidamente transformado a nitrato (NO_3^-) por efecto de la oxidación y nitrificación bacteriana (Arp et al., 2002; Fillery, 2007), situación que se confirma con los actuales datos, dada la cantidades mínimas de formas amónicas y ureicas de nitrógeno en la solución del suelo.

El pH de la zona radicular condiciona la asimilación de una forma u otra de nitrógeno. Así, a pH básicos se estimula la absorción de amonio frente a pH bajos se facilita la absorción de nitratos en simporte con los protones del medio. En todo caso es de considerar que en nogal negro (*Juglans nigra L.*) la aplicación combinada de las fuentes de nitrógeno (nitrato amónico (NH_4NO_3)) produce mayores efectos positivos frente al aporte combinado exclusivo de una sola forma química.

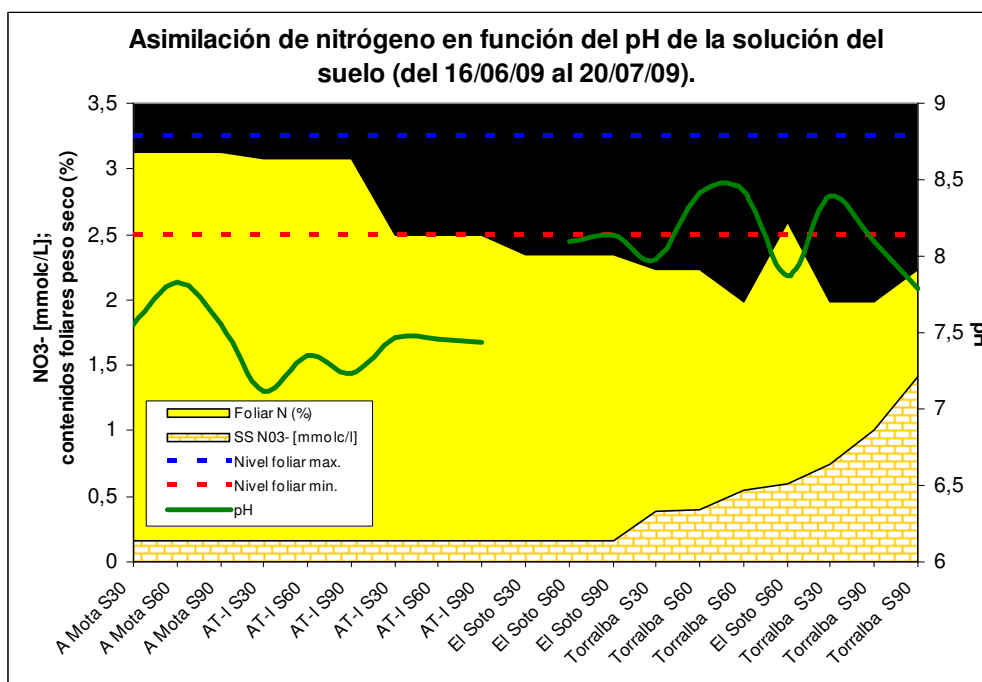


Figura 6. Condiciones químicas a nivel radicular para la asimilación de nitrógeno en primavera.

Durante el periodo primaveral se observan algunas tendencias que se resumen en:

- Los bajo niveles de nitratos en suelo observados en algunas fincas como Galicia y Cáceres, hacen referencia a la elevada actividad del sistema radicular y presencia de suelos con bajas relaciones C/N < 10 (entre 7 y 8).
- Se observan deficiencias de nitrógeno foliar en el nogal D15 de Cáceres. En este sentido el modelo presentado pretende explicar las condiciones en las que el nitrógeno es más fácilmente asimilable, pero no cuando es suficiente para planta.
- En las fincas de Torralba y El Soto, se observa que a $\text{pH} > 7.8$, se reduce la absorción radicular de anión nitrato, derivando en la acumulación de hasta 1.25 mmol/L en la solución del suelo.
- La asimilación de nitratos depende del pH de la solución del suelo (SS) o pH a nivel radicular:
 - Límite superior: $\text{pH} < 8$
 - Óptimos: pH de 7 a 7.7.

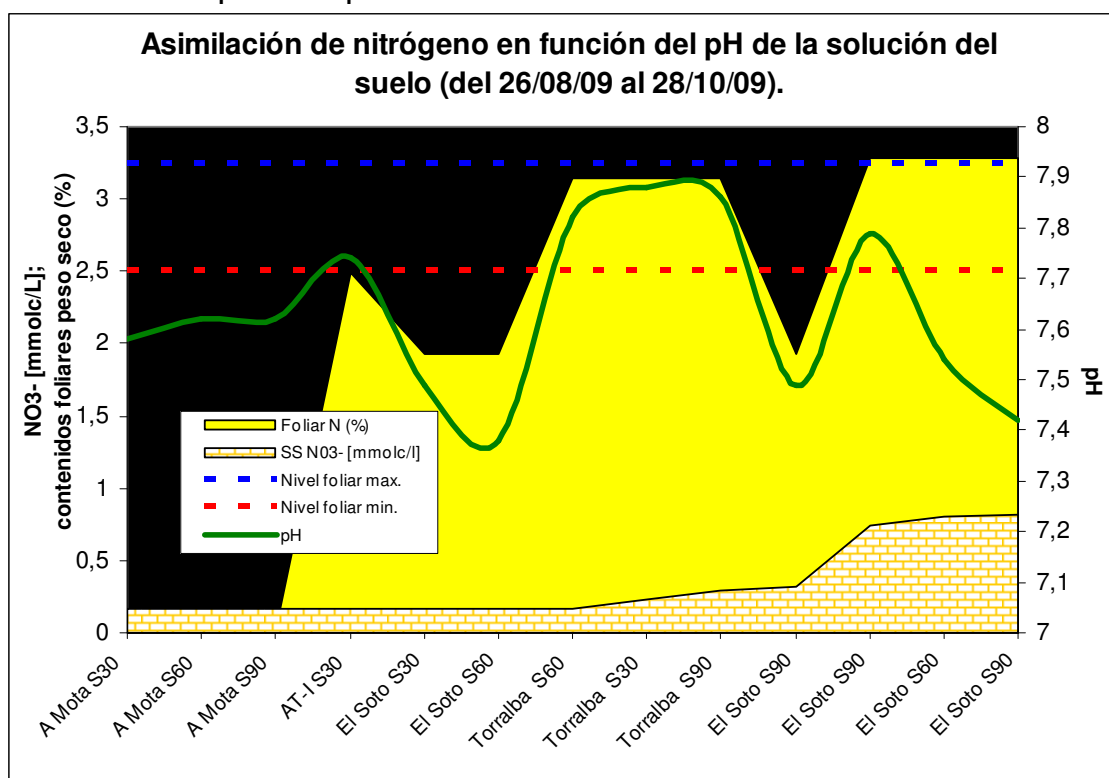


Figura 7. Condiciones químicas a nivel radicular para la asimilación de nitrógeno en verano.

La dinámica de los nitratos y la asimilación de los mismos se ven sensiblemente modificada durante los periodos de verano. Las tendencias observadas en este periodo se resumen en los siguientes puntos:

- La asimilación de nitratos ya no depende tanto del pH de la solución del suelo, más bien, de la presencia espontánea o aportes efectuados por fertilización.
- Cualquier aporte efectuado en este periodo suple rápidamente cualquier carencia, alcanzándose fácilmente niveles foliares óptimos.

- En los casos de las fincas de Torralba y El Soto, donde se aplicaron hasta 10 riegos con hasta 3mmolc/L de NO₃⁻ en la solución fertilizante, se produjo un incremento del contenido foliar hasta niveles de normalidad y hasta 0.75mmolc/L de nitratos en la solución de suelo sin asimilar.

8.1.2. CLORO.

El nogal es una especie sensible a la toxicidad por cloruros. Los límites de toxicidad se sitúan en concentraciones superiores a >7mmolc/L a nivel radicular o en solución del suelo (Ibacache A. 2008) y el control de su asimilación solo se puede regular mediante la aplicación de nitratos o el mantenimiento de una relación NO₃⁻/Cl⁻ >0.5 (Bernstein et al., 1974; Kafkafi et al., 1982; Feigin et al., 1987; Martinez and Cerda, 1989).

De modo natural la asimilación del cloro en hoja se incrementa hacia verano. Los valores estándar de normalidad establecidos para distintas variedades frutícolas de *Juglans regia* oscilan entre 1400 y 1900ppm de cloro en hoja en junio, finales de primavera (Reil W., Sibbett S., Ramos D., 1992).

En fincas sin problemas de fitotoxicidad por cloruros, se han recogido valores de contenidos foliares de cloruros en torno a los siguientes rangos:

- Cloro foliar primavera:
 - Cáceres: 800-1500ppm.
 - Galicia: 200-1500ppm.
- Cloro foliar verano:
 - Cáceres: 1900-2250ppm.
 - Galicia: 1700ppm.

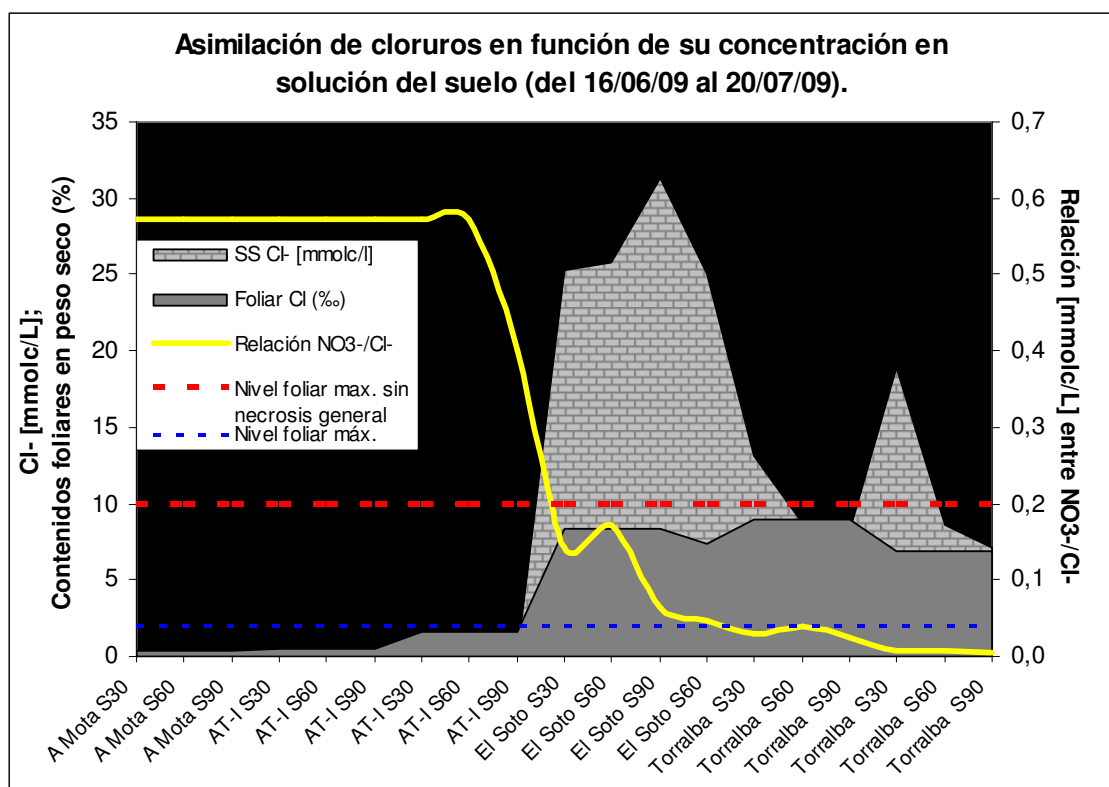


Figura 8. Condiciones químicas a nivel radicular para la asimilación de cloruros en primavera.

En primavera se asume que la deficiencia de nitratos y la avidez de la planta por esta sustancia, podría derivar en una excesiva asimilación de cloruros. En este sentido, en la figura 8 se observan las siguientes tendencias:

- En fincas como A Mota y AT-I, se observa una relación inversamente proporcional entre las relaciones $\text{NO}_3^-/\text{Cl}^-$ (entre 0,6 y 0,4) y el contenido de cloruros en hoja (350 a 1500ppm), sin superarse los niveles foliares máximos estipulados para nogal. Las concentraciones de cloruros en la solución del suelo no superan los 0,4mmolc/L de Cl^- .
- La finca El Soto, condicionada por la presencia de grandes concentraciones de cloruros en las aguas de riego (entre 6,5 y 7,5mmolc/L de Cl^-) y dificultades para la ejecución de riegos de lavado; presenta problemas de reconcentración de sales, disminuyendo las relaciones $\text{NO}_3^-/\text{Cl}^-$ (entre 0,17 y 0,05) y alcanzándose niveles foliares de cloruros, superiores a los 2000ppm (entre 7300 y 8400ppm).
- La finca de Torralba, condicionada por las altas concentraciones de cloruros en agua de riego (entre 7,6 y 8,7mmolc/L), no presenta problemas de lavado, dada la presencia de suelos de textura más franca. En consecuencia se observan contenidos foliares entre 6800 y 9000ppm, asociados a bajas relaciones $\text{NO}_3^-/\text{Cl}^-$ (<0,05) y similares a la finca El Soto. A diferencia de la finca El

Soto, no se observan excesivas reconcentraciones de cloruros, no superándose los 9mmolc/L en solución del suelo en profundidad.

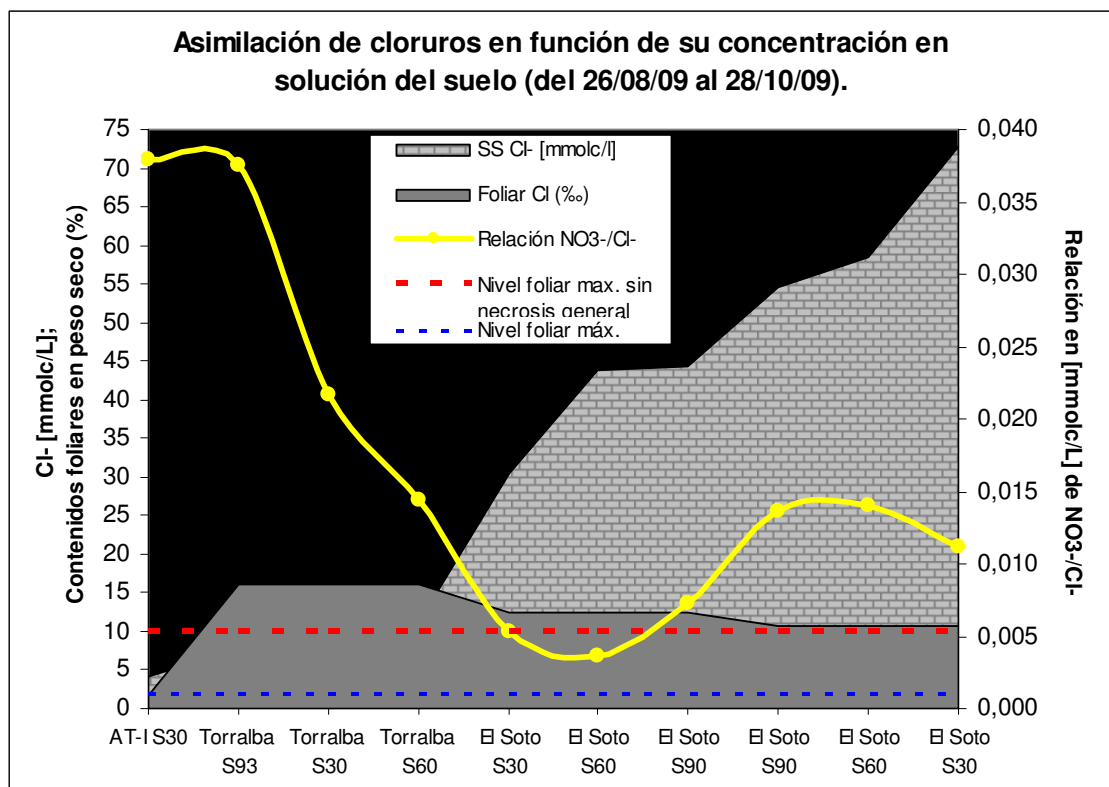


Figura 9. Condiciones químicas a nivel radicular para la asimilación de cloruros en verano.

Hacia verano - otoño, los niveles foliares de cloro en hoja, no deberían de superar los 2000ppm, sin embargo se alcanzan niveles superiores a los 10000ppm de cloruros en hoja, en las fincas de Torralba y El Soto, situación en la que se observa hasta un 50% de hojas necrosadas por la reconcentración de sales. En general se observa:

- En la finca de Torralba, se observa que con reconcentraciones de sales próximas de 10mmolc/L de cloruros y relaciones $NO_3^-/Cl^- > 0.015$, los niveles de cloruros superan los 15000ppm con niveles de necrosis superiores al 80% y que en algunos casos ha supuesto la defoliación y nueva brotación de los árboles en pleno verano. La excesiva reconcentración de cloruros en hoja hace suponer que exista una relación directa con el incremento de las condiciones térmicas en verano, frente al las producidas en la finca El Soto.
- La finca el Soto, presenta importantes problemas de reconcentración de cloruros en suelo, alcanzándose concentraciones de hasta 70mmolc/L y conductividades superiores a 11mS/cm. En este sentido se observa que con relaciones $NO_3^-/Cl^- < 0.0075$ se alcanzaron concentraciones foliares de >13000ppm de Cl^- , mientras que tras el aporte de

abonos nitrogenados de entre 2.5 - 3.5mmolc/L de NO₃⁻ se produjeron reducciones de cloruros en hojas hasta los 10000ppm.

8.1.3. AZUFRE.

Está descrito que la asimilación de nitratos se puede ver afectada por la excesiva disponibilidad de sulfatos en suelos, dado que presentan el mismo un mecanismo de absorción (simporte con H⁺).

Muncharaz Pou, 2001 establece que los contenidos de S en hoja están entre los 0.17 - 0.4‰, sin embargo todos los datos registrados en fincas con aparentes problemas nutricionales revelan valores:

- Rango: entre 0.8 y 2‰.
- Medias de primavera: 1.7‰.
- Medias de verano: 0.9‰.

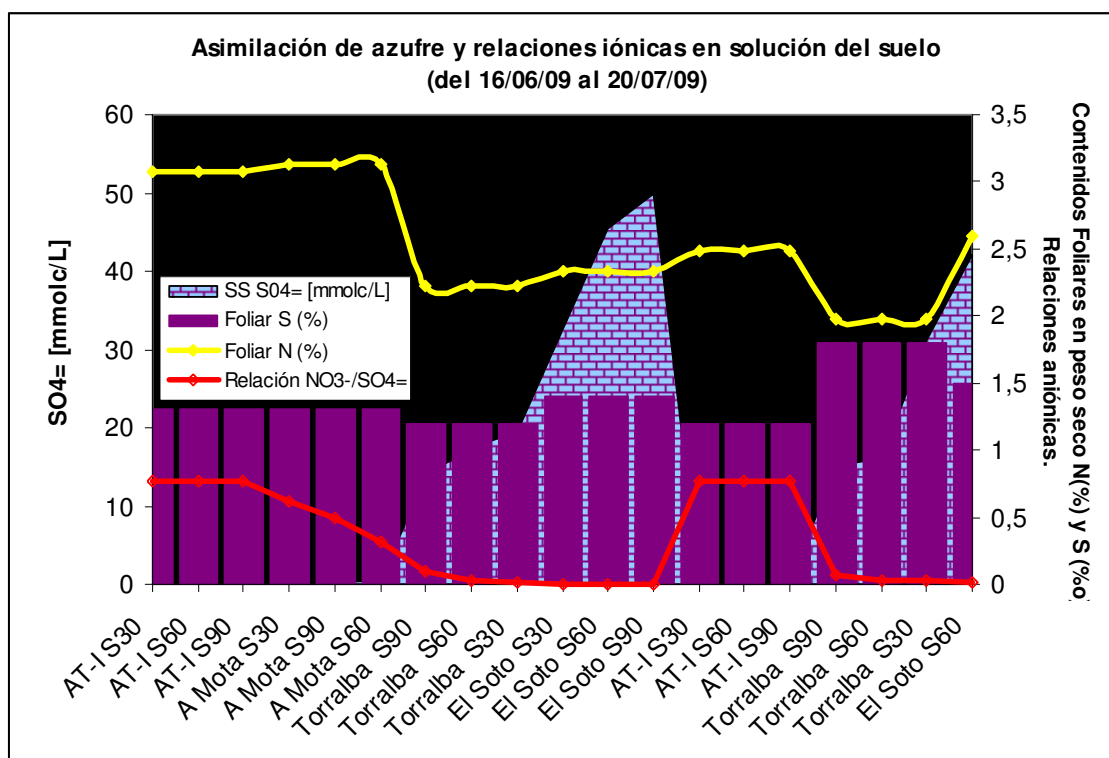


Figura 10. Condiciones químicas a nivel radicular para la asimilación de sulfatos en primavera.

Los datos mostrados en primavera muestran valores comprendidos dentro de los rangos de normalidad de otras fincas, con una media de 1.37‰ durante primavera. Las tendencias parecen evidenciar que existe cierto antagonismo entre la asimilación de nitratos y sulfatos.

- La finca de Torralba, que muestra contenidos deficitarios de nitrógeno en hoja (<2%) presenta los valores de azufre foliar más altos (1,8‰) hacia finales de julio, mas probablemente asociados a deficiencias en la nutrición nitrogenada y a condiciones de baja asimilación de nitratos (pH>8) que de disponibilidad y reconcentración de sulfatos en suelos.
- En fincas como AT-I (Cáceres) y A Mota (Galicia), las relaciones de NO₃⁻/SO₄⁼ entre 1.0 y 0.5 parecen ser las más favorables para la

asimilación de nitrógeno y mantener niveles foliares de azufre foliar en torno a 1.00 y 1.50‰.

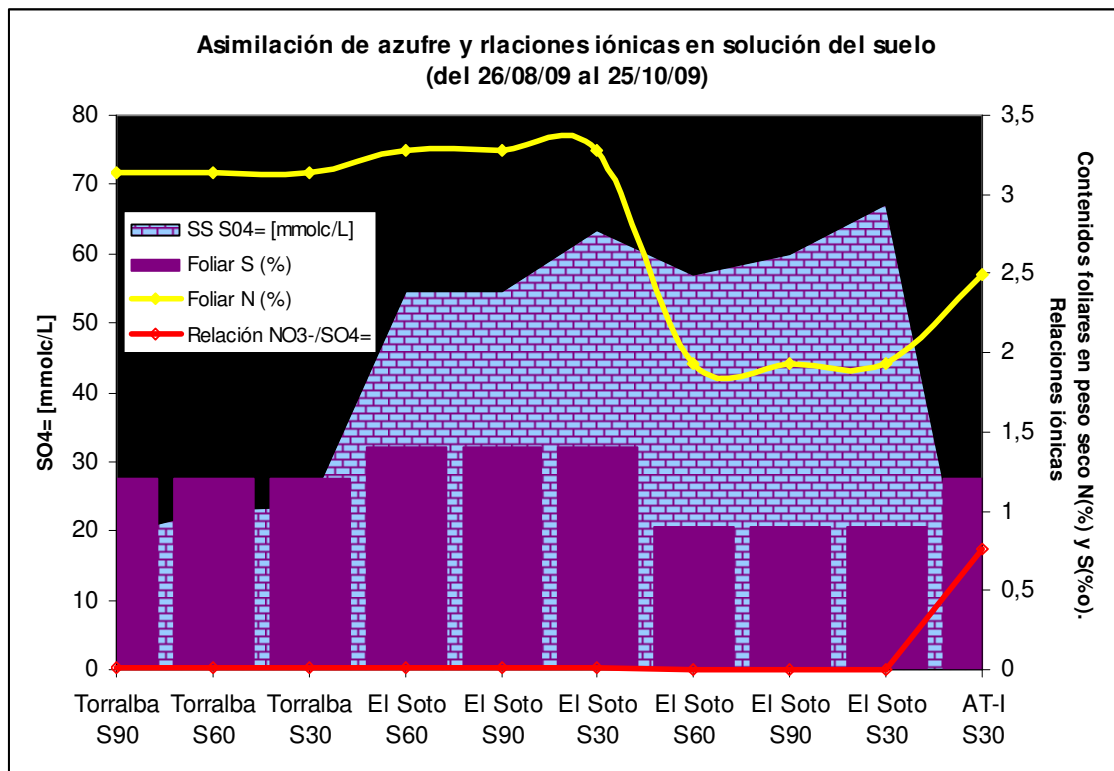


Figura 11. Condiciones químicas a nivel radicular para la asimilación de sulfatos en verano.

Los contenidos foliares de azufre en verano tienden a disminuir como norma general, mostrando medias en torno a 1.17‰, sin embargo la dinámica del azufre presenta algunos detalles:

- Los contenidos de azufre en hojas muestran valores en torno a 1.2 y 1.4‰ de azufre en hoja para las fincas de Torralba y El Soto respectivamente hacia mediados de agosto, que tienden a disminuir a 0.9‰ hacia finales de septiembre y ser similares a los valores medios obtenidos de otras fincas, en apariencia sin problemas nutricionales.

8.1.4. FÓSFORO.

En términos generales, la asimilación de fósforo se mantiene dentro de los rangos de normalidad para el nogal, siendo relativamente independiente del pH y contenido de calcio del medio.

La infección natural de las raíces de nogal con bacterias solubilizadoras de fosfatos, incrementa notablemente la asimilación de fósforo, volviéndose especialmente activas conforme incrementa el pH del medio. Así, existen a fecha de 2011 hasta 34 cepas aisladas e identificadas del género *Pseudomona*, *Stenotrophomonas*, *Bacillus*, *Cupravidus*, *Agrobacterium*, *Acinetobacter*, *Arthrobacter*, *Pantoea* y *Rhodococcus* (Xuan Yu, Xu Liu, Tian Hui Zhu, Ghang Hai liu, Cui Mao, 2010).

La finca donde los árboles muestran los contenidos foliares más bajos, no demostrando necesariamente síntomas de carencia, es la finca de A Mota - Galicia, que presenta suelos ácidos con valores medios de $pH < 5.4$ y contenido de fósforo bajos, $< 10ppm$.

Los datos revelan que la presencia de complejos de aluminio, hierro y zinc en suelos ácidos y calcio, en suelos básicos, favorece la formación de compuestos insolubles de fósforo (Vassilev y Vassileva 2003; Alam y Ladha 2004; Tao et al. 2008).

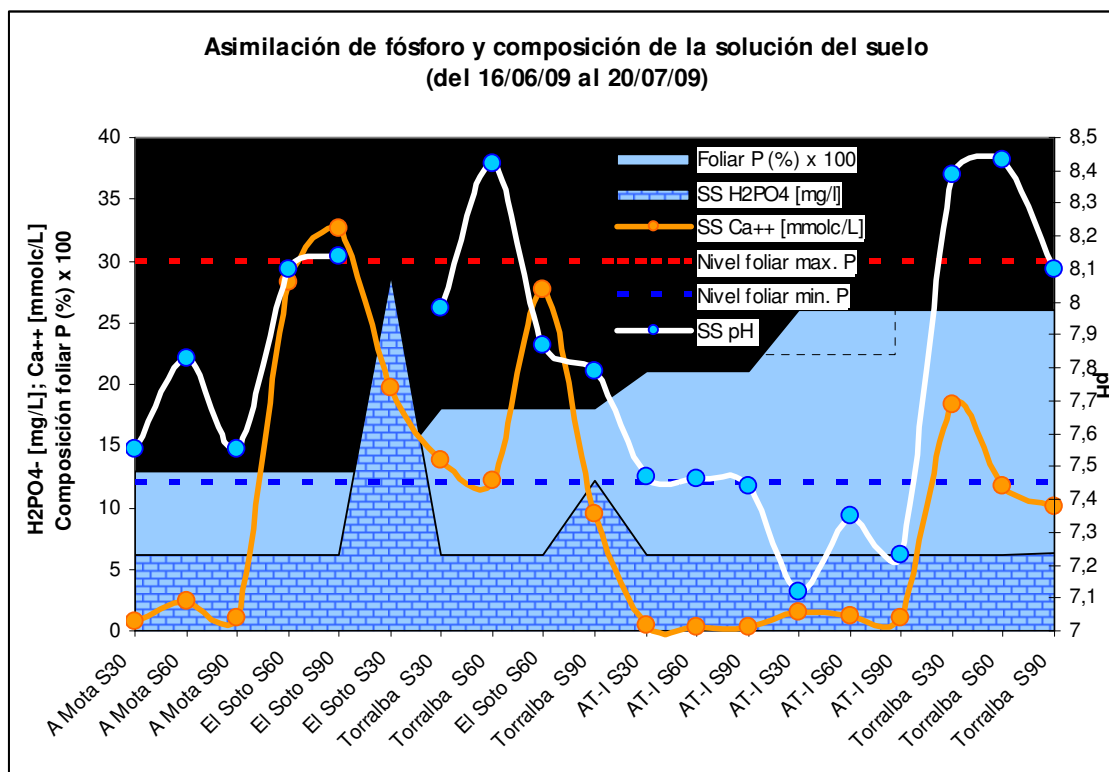


Figura 12. Condiciones químicas a nivel radicular para la asimilación de fosfatos en primavera.

En primavera los contenidos de fósforo en hoja muestran valores dentro de los rangos de normalidad y en general se observa:

- No hay una relación clara entre el pH y los contenidos de calcio en el medio, posiblemente asociada a la existencia de mecanismos simbióticos de disolución de fosfatos, naturales en nogal.

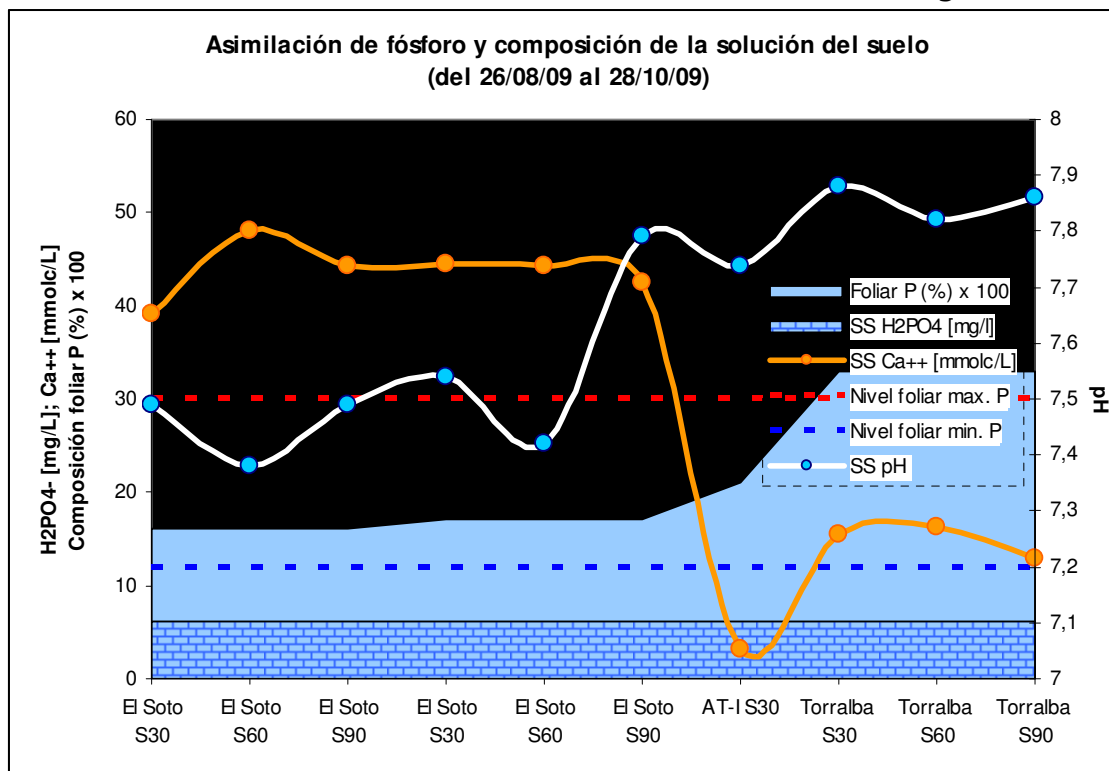


Figura 13. Condiciones químicas a nivel radicular para la asimilación de fosfatos en verano.

En verano, la asimilación de fósforo parece estar condicionada antes que por el pH, por la reconcentración de calcio en la solución del suelo:

- La finca El Soto (Toledo) presenta acumulaciones superiores a >40mmolc/L. de Ca²⁺ en la solución del suelo, asociadas el riego aguas duras y problemas de lavado.
- La finca Torralba (Toledo) que no presenta problemas de lavado y se riega igualmente con aguas duras (7 a 12 mmolc/L Ca²⁺). Se observa por tanto que con un pH>7.8 y una acumulación de calcio <15mmolc/L Ca²⁺ en la solución del suelo, la asimilación de fósforo se ve sensiblemente favorecida.

8.1.5. POTASIO.

Los principales problemas relacionados con la asimilación de potasio guardan estrecho vínculo con la presencia de otros cationes antagónicos como calcio, magnesio y sodio. La absorción de potasio a nivel de la membrana radicular es activa y rápida, a diferencia de calcio y magnesio que siguen procesos pasivos y lentos.

Los gráficas mostradas a continuación muestran valores de contenido foliar dentro de los rangos de normalidad (1.2 y 3%).

Las valores de contenido foliar de K, obtenidos de los datos históricos de la plantación hacia finales primeros de julio reflejan valores medios de 1.57 (min. 0,95 y max. 2,30), presentándose los valores más altos en la finca de Cáceres (2,09).

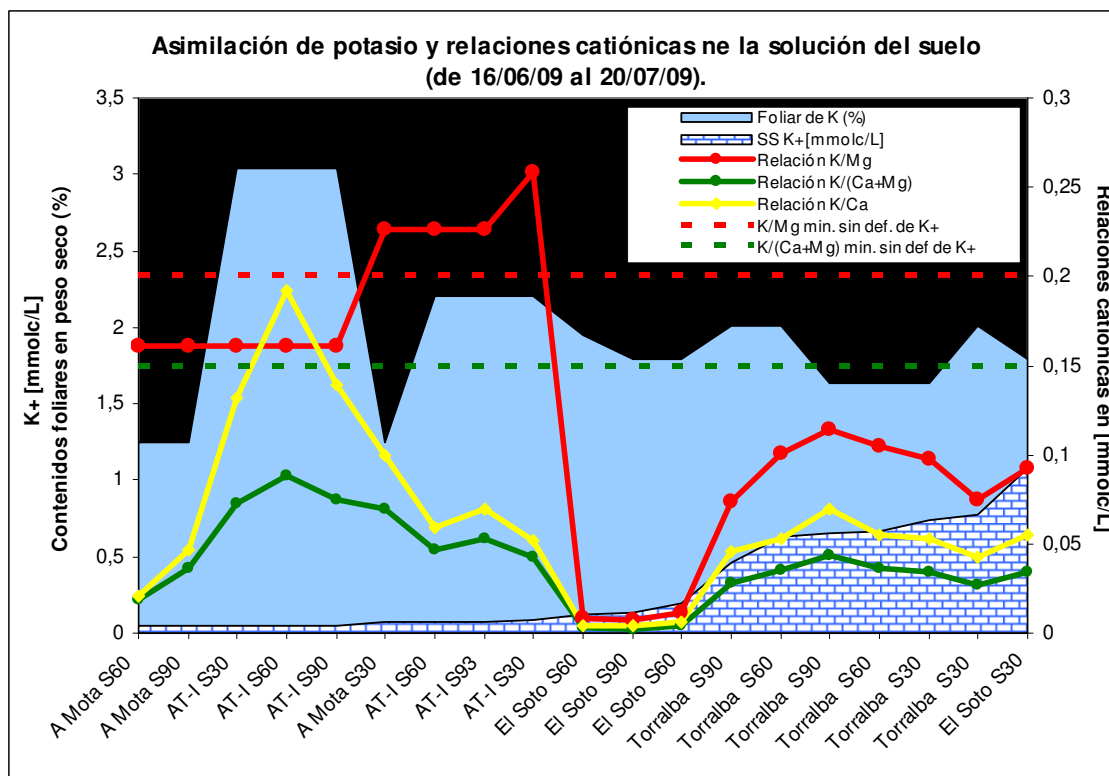


Figura 14. Condiciones químicas a nivel radicular para la asimilación de potasio en primavera.

Durante los meses de primavera la asimilación de potasio es suficiente para los cultivos como norma general, sin embargo se observan las siguientes tendencias:

- Las fincas de A Mota - Galicia, muestran contenidos foliares de potasio relativamente bajos (1.25%) que podrían estar asociados a la deficiencia de este elemento en suelo (<0.35mmol/100gr.suelo). Uno de las causas de esta deficiencia podría deberse a fenómenos de lavado de suelos.
- Las condiciones de la finca AT-I (Cáceres), son las que más favorecen la asimilación de potasio, en total contraste con las condiciones que aparecen en las fincas de Torralba y El Soto.
- Las relaciones catiónicas que se muestran en la solución del suelo en relación a la absorción de potasio son:
 - K/Mg: No absorción K+ <0.10; Absorción >0.16
 - K/Ca: No absorción K+ <0.07; Absorción >0.19
 - K(Ca+Mg): No absorción K+ <0.04; Absorción >0.08

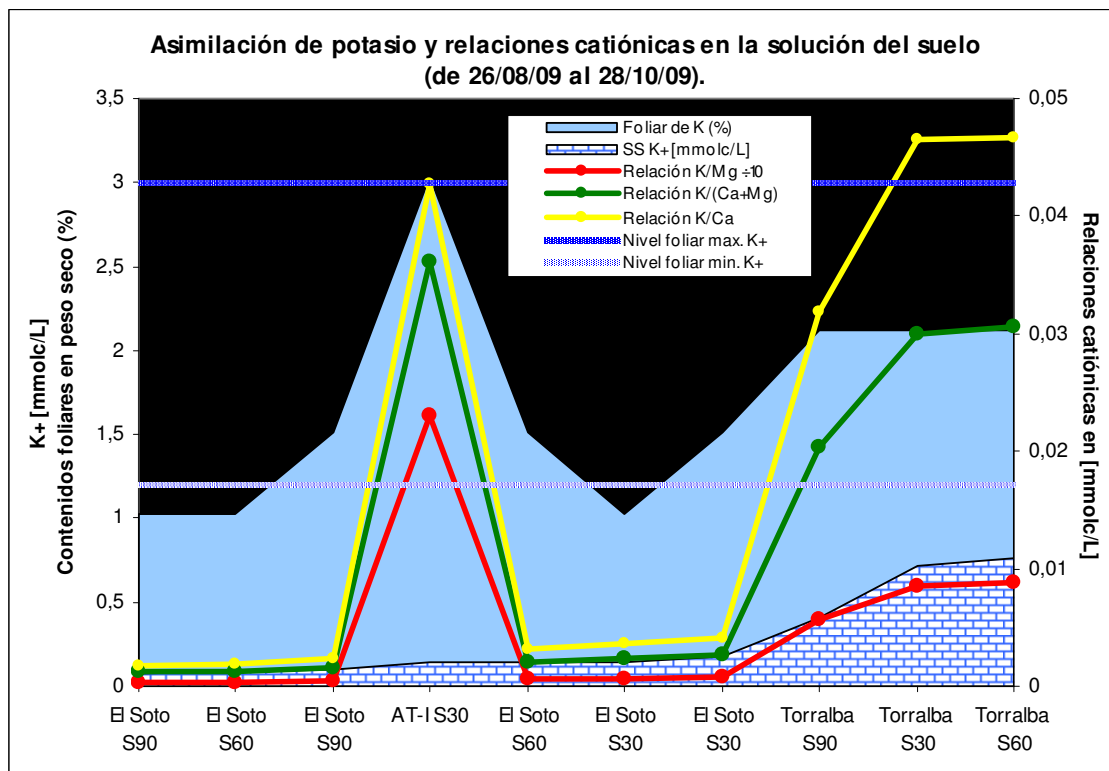


Figura 15. Condiciones químicas a nivel radicular para la asimilación de potasio en verano.

Durante los meses de verano (agosto septiembre), solo se presentan los datos de las fincas de El Soto y Torralba. En esta situación, las relaciones catiónicas en suelo muestran los siguientes valores de acuerdo a la absorción de K⁺:

- K/Mg : No absorción K⁺ <0.007; Absorción >0.230
- K/Ca : No absorción K⁺ <0.036; Absorción >0.042
- K/(Ca+Mg): No absorción K⁺ <0.023; Absorción >0.036

8.1.6. CÁLCIO.

La asimilación y absorción radicular de calcio está en estrecha relación con la presencia de otros iones osmóticos en la solución del suelo (K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Na^+), pH del suelo y la cantidad total de calcio disponible (Geraldson, 1957; Bernstein, 1975). La absorción de calcio es pasiva y depende del flujo xilemático o transpiración de la planta.

La presencia de calcio en las aguas de riego reduce el riesgo de sodificación de los suelos y supone un importante agente estabilizador de las paredes celulares (Rengel, 1992; Marschner, 1995) frente a la desnaturalización y desagregación de proteínas y macromoléculas que produce el sodio.

Los contenidos normales de calcio en hoja presentan rangos de 1.25 a 2.5% y según se observa, la tendencia general de las fincas supuso el mantenimiento de niveles normales de calcio a lo largo de todo el año.

Los contenidos de calcio foliar tienden a ser mayores en verano (2.37%) que en primavera (2.06%). Las parcelas que muestran contenidos más bajos han sido las fincas de suelos más ácidos como A Mota (Galicia con $>1.25\%$) y AT-I (Cáceres con $>1.25\%$) pese al encalado de 1Tn/Ha aplicado en el mismo año del ensayo (2009).

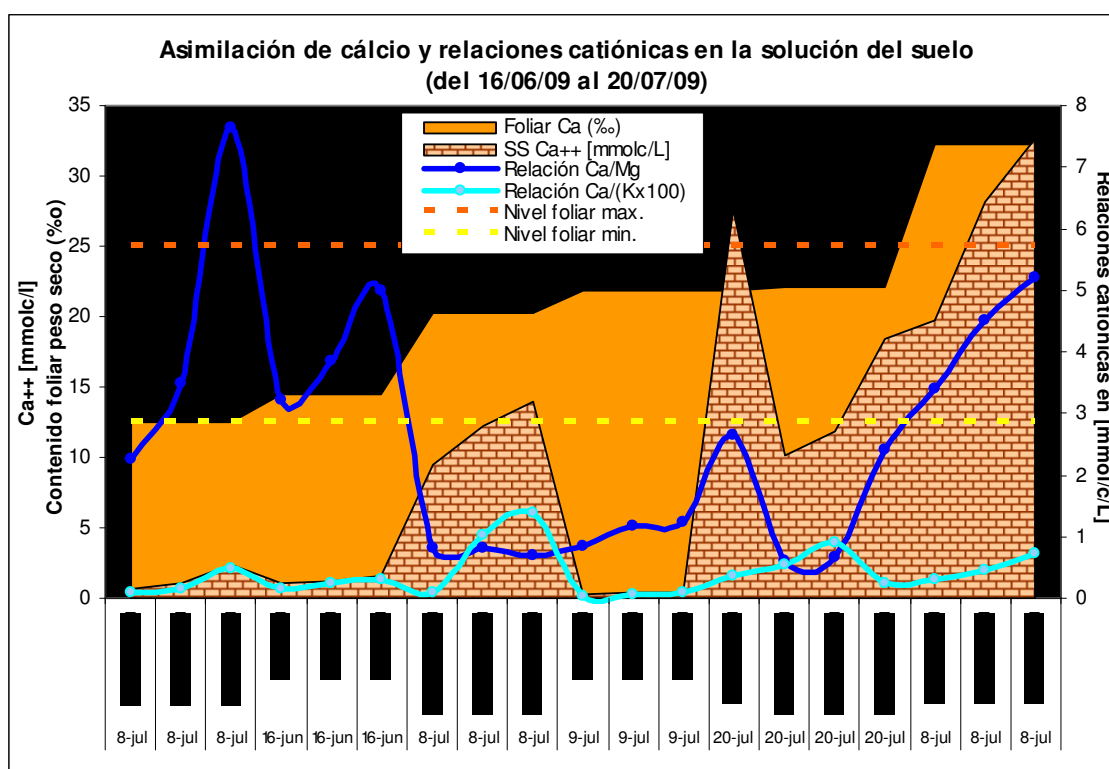


Figura 16. Condiciones químicas a nivel radicular para la asimilación de calcio en primavera.

Durante primavera la absorción radicular de calcio parece ser suficiente en todas las fincas, aunque se observan ciertas condiciones que favorecen sensiblemente su asimilación:

- Las condiciones más favorables para la asimilación de calcio parecen ser las de la finca AT-I (Cáceres) y Torralba (Toledo) hacia primeros de julio (a 2.5 meses del desborre), donde casi todo el calcio disponible ha sido absorbido por la planta, alcanzándose niveles foliares normales (2.0 a 2.2%). Este fenómeno supone que relaciones catiónicas que favorecieron las asimilación de calcio fueron:
 - $\text{Ca/Mg} > 0.70$
 - $\text{Ca/K} > 3.70$
 - Re concentraciones de $>10\text{mmolc/L}$ de Ca^{2+} en Torralba.
- Los valores bajos de contenido de calcio en hoja se producen en las fincas de A Mota (Galicia) y AT-I (Cáceres) en las hojas más jóvenes con edades de 2 meses desde el desborre (muestras de 16-jun y 08-jul respectivamente). Las condiciones favorables para la absorción radicular de Ca^{2+} hacen suponer que a 2 meses de brotación la composición foliar de calcio debería de estar en entre 1.25% y 1.45%.

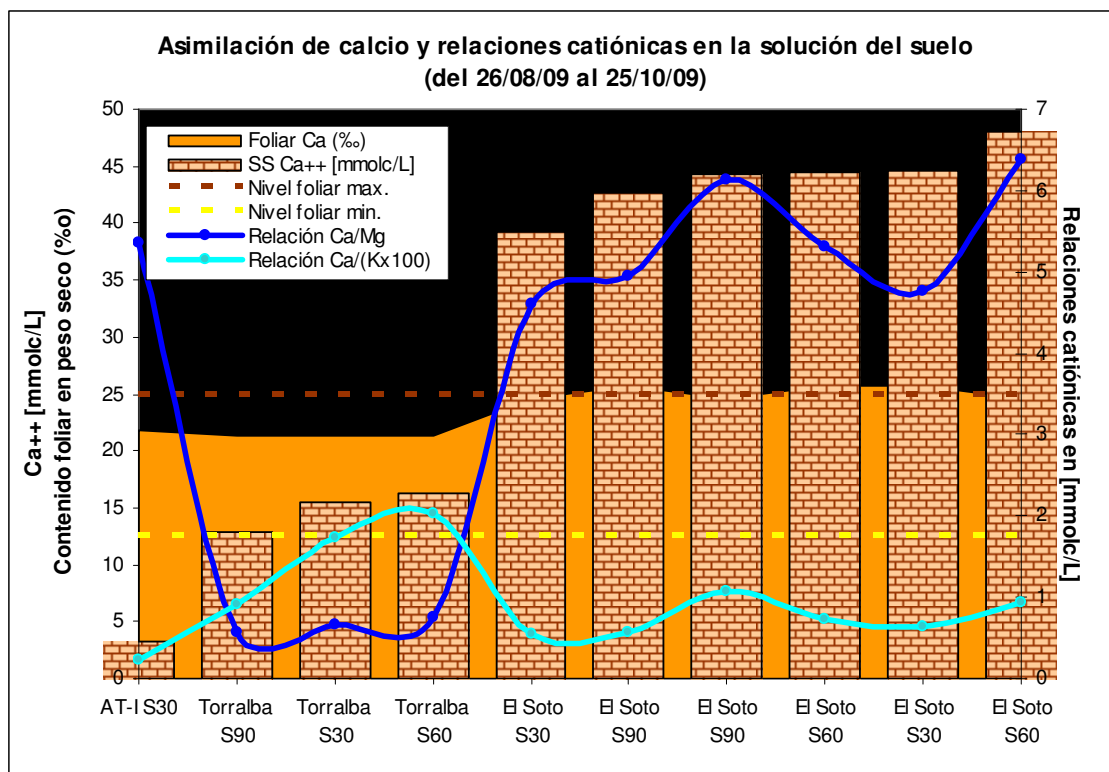


Figura 17. Condiciones químicas a nivel radicular para la asimilación de calcio en verano.

La asimilación de calcio en verano presenta un ligero incremento como norma general, sin embargo las condiciones del medio facilitan la asimilación de calcio y la aparición de posibles excesos:

- En la finca AT-I (Cáceres) y Torralba (Toledo), enclada y regada con aguas duras respectivamente, la asimilación de calcio en hojas presenta valores normales hacia verano, en torno al 2.1%. La absorción radicular de calcio se favoreció bajo las siguientes relaciones catiónicas:

- $\text{Ca/Mg} > 0.57$
- $\text{Ca/K} > 23$
- Reconcentraciones de Ca^{2+} de hasta $>12\text{mmolc/L}$.

8.1.7. MAGNESIO.

La asimilación de magnesio depende de la presencia de otros aniones antagonistas en la solución del suelo, fundamentalmente Ca^{2+} y K^+ . Los canales de membrana a nivel radicular presentan menor afinidad por compuestos de magnesio hidratado que de calcio (Marschner, 1995), por lo que de modo natural los incrementos en la absorción de calcio derivan en la reducción de los niveles de magnesio en hojas (Bernstein and Hayward, 1958).

La absorción radicular de Mg^{2+} es similar a la de K^+ , al producirse de manera activa y pasiva. Su asimilación es de especial importancia en primavera, durante el crecimiento activo de hojas, dado que es un importante constituyente de pigmentos de la clorofila.

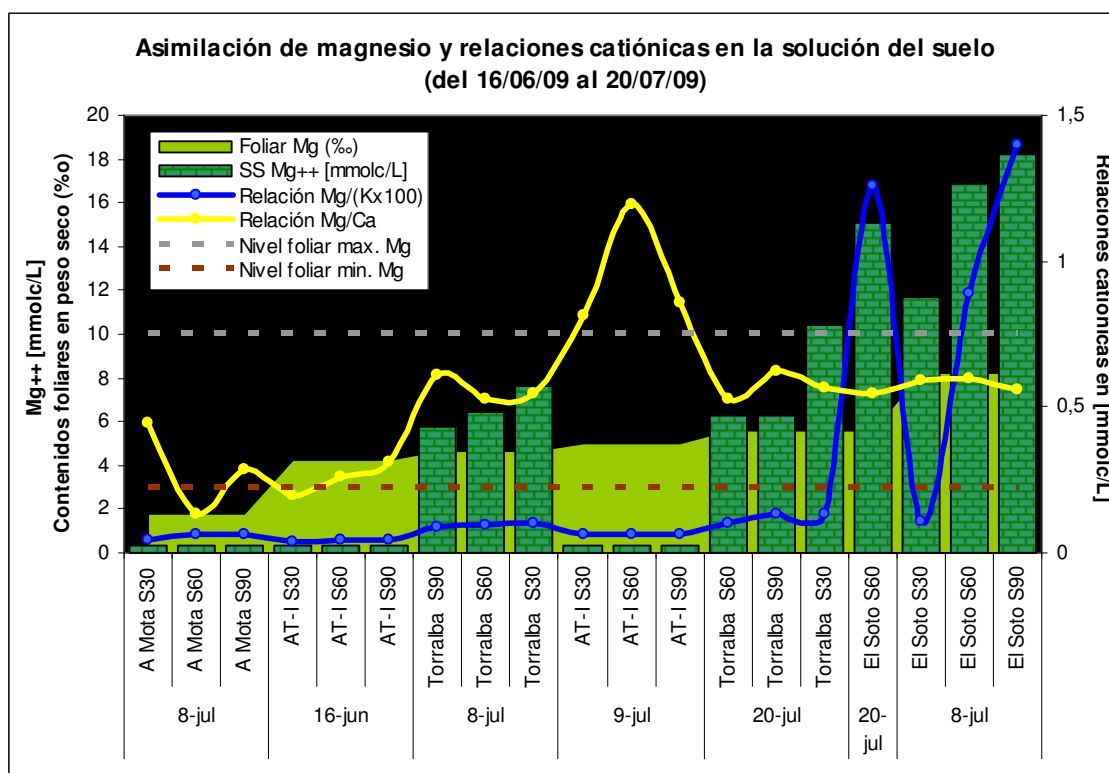


Figura 18. Condiciones químicas a nivel radicular para la asimilación de magnesio en primavera.

La dinámica del magnesio en primavera ve profundamente alterada, tanto por su cantidad en como por los efectos antagonistas de los cationes de Ca^{2+} y K^+ en la solución del suelo. En este sentido se puede observar:

- Relativa suficiencia en la asimilación de magnesio en todas las fincas, salvo la finca de A Mota (Galicia), donde la deficiencia de este elemento en suelo, propicia contenidos foliares por debajo del mínimo de normalidad (0.18% frente a un mínimo de 0.3%). En

este sentido Cooper, (1.973) afirma que los efectos de una aplicación temprana de Mg^{2+} por vía foliar repercute en un mejor asimilación que aplicaciones de Mg^{2+} vía suelo en plantaciones de vid.

- Las fincas de de AT-I (Cáceres), Torralba y El Soto (Toledo) presentan las situaciones químicas de la solución del suelo más favorables para la asimilación de Mg^{2+} :
 - Relación Mg^{2+}/K^+ > 6.00
 - Relación Mg^{2+}/Ca^{2+} > 0.35

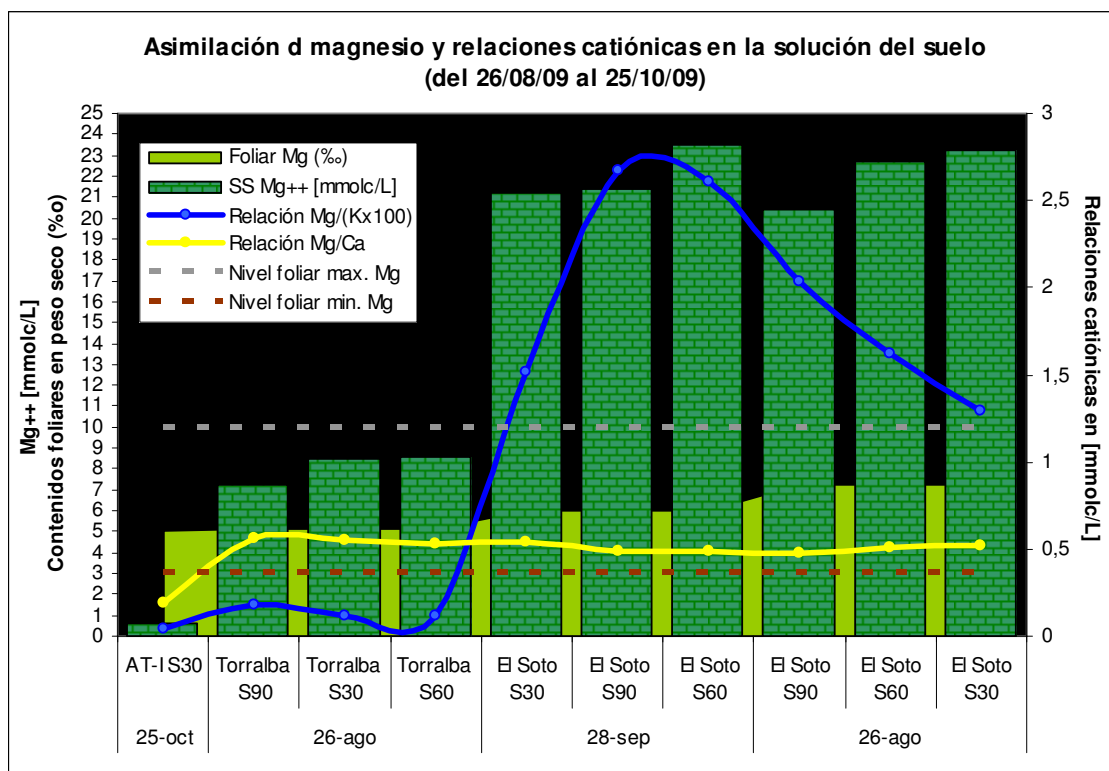


Figura 19. Condiciones químicas a nivel radicular para la asimilación de magnesio en verano.

La dinámica del magnesio en el sistema suelo planta tiende a estabilizarse hacia verano, observándose:

- Contenidos foliares en dentro de los rangos de normalidad (0.6%) en todas las fincas. No hay datos de A Mota (Galicia), aunque los históricos indican medias en verano/otoño muy deficitarias (0.14%).
- El aumento de las relaciones catiónicas por encima de $Mg/K > 1.29$ y la reconcentración de magnesio por encima de los 20mmolc/L, produjeron incrementos en los contenidos foliares que van del 0.5 a 0.72% (finca El Soto).

8.1.8. BORO.

El rango óptimo de concentración de boro en suelo para la mayoría de las especies es muy estrecho, por lo que es muy importante definir los niveles para cada especie, a fin de evitar posibles problemas de

toxicidad (Eaton, 1944; Gupta et al., 1985; Nable et al., 1997). El caso del nogal

Existen importantes antagonismos producidos por la presencia de sulfatos [SO₄⁻] (El-Motaium et al., 1994; Ferreyra et al., 1997;) y calcio [Ca²⁺] Gupta t al., 1985) frente absorción radicular de bóratos (H₂BO₃-) en solución del suelo. Como norma general se observa que la mayoría de las condiciones de salinidad disminuyen la absorción radicular de boro (Grattan et al., 1997; El- Mountaium et al., 1994; Yadav et al., 1989).

La norma estándar para nogal estipula que los óptimos de boro en solución son de <0.5mg/L (Ibacache A., 2008) en la solución del suelo.

Los contenidos foliares óptimos se estiman entre 35 y 300ppm para *Juglans regia* (Muncharaz P., 2001), aunque otros autores señalan máximos de 200ppm (Hirzel, 2007). Otros estudios revelan que incrementos de boro en hoja de 118ppm a 142ppm produjeron incrementos en el cuajado de frutos en nogal europeo de fruta (Patrick B., 1996).

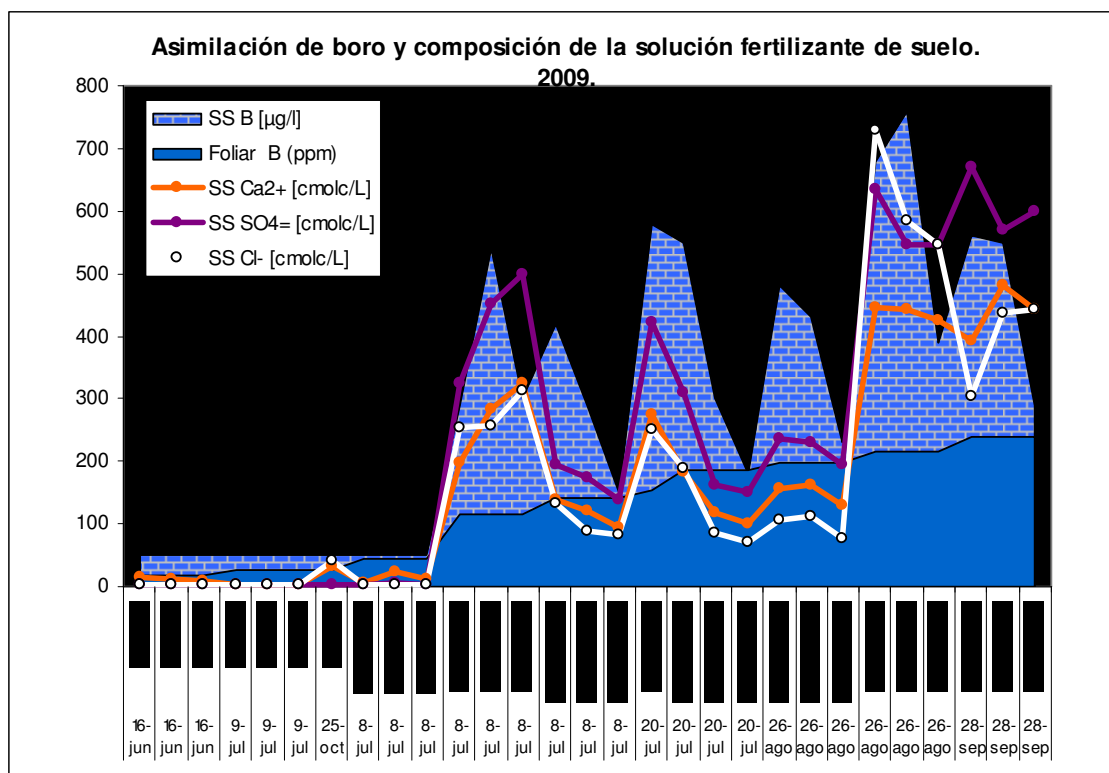


Figura 20. Condiciones químicas a nivel radicular para la asimilación de boro en primavera.

Los resultados demuestran que la absorción radicular y asimilación de boro presenta las siguientes características:

- Se observa un progresivo incremento del contenido de boro foliar hasta verano/otoño, alcanzando máximos de 26ppm en la finca AT-I (Cáceres) y 238ppm en la finca El Soto (Toledo)
- No se ve sensiblemente afectada por la presencia otros iones antagónicos (sulfatos, cloruros y calcio) en condiciones salinas.
- La asimilación de boro guarda relación directa con la concentración de boro en la solución del suelo:
 - Rangos foliares primavera:
 - 17 a 43ppm <0.05gr/L en SS. (deficiencia)
 - 114 a 141ppm media >0.31gr/L en SS.
 - Rango foliar verano:
 - 154 a 238ppm media >0.46 gr/L en SS.
- Incluso para concentraciones superiores a 0.76gr/l de boro en la solución del suelo, no se superaran los 300ppm de boro en hoja.

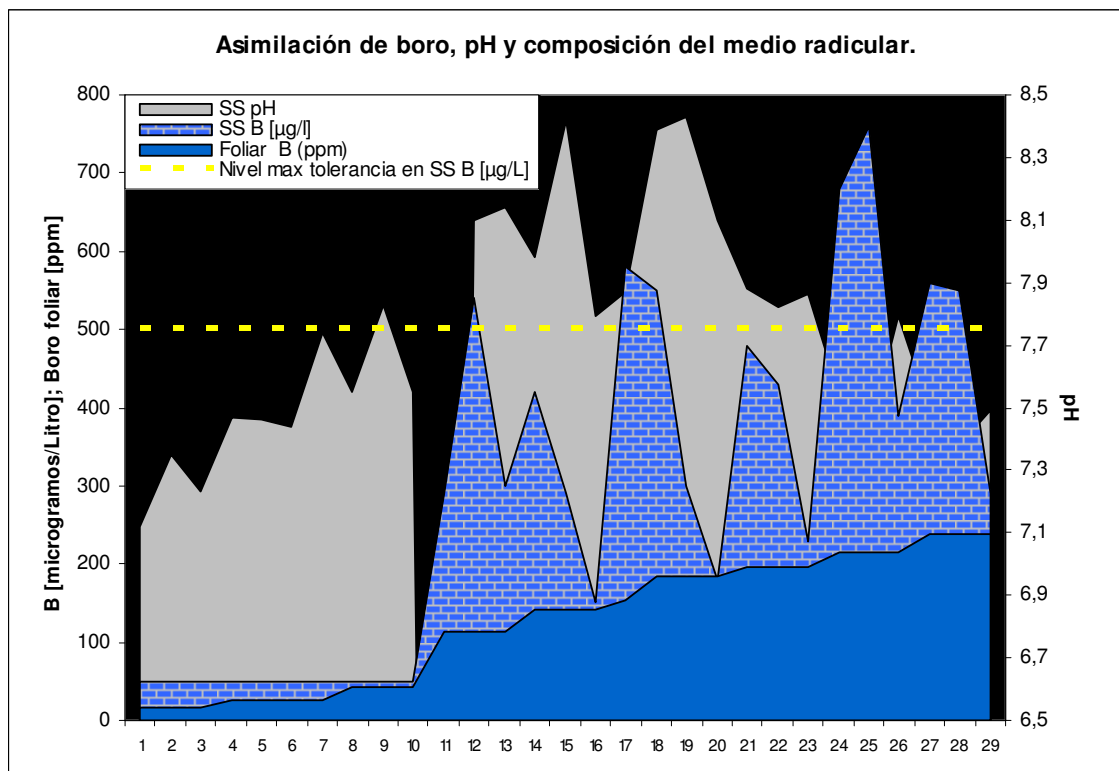


Figura 21. Condiciones químicas a nivel radicular para la asimilación de boro en verano.

La asimilación y absorción radicular de boro, parece no guardar una relación específica con el pH. Los rangos de pH donde la absorción radicular de boro es máxima oscilan entre 7.5 y 8.4.

8.1.9. ZINC.

Los niveles foliares de zinc en hoja oscilan entre 20 y 200ppm. Las únicas fincas que muestran contenidos superior al mínimo son las fincas

de A Mota (Galicia) y AT-I (Cáceres) con valores superiores a 25ppm en hoja en emplazamientos caracterizados por la presencia de suelos con texturas francas y altos contenidos de materia orgánica.

La presencia de medios salinos y sodio en suelo influye positivamente sobre disponibilidad de zinc en suelo al formar la sal cincazo sódico (Mehrotra et al., 1986; Shukla and Mukhi, 1985).

El zinc es un elemento esencial que está relacionado con la biosíntesis auxínica y el metabolismo nitrogenado. La deficiencia de zinc suele estar relacionada con la deficiencia de cobre, sin embargo, no se observan tales situaciones en las fincas.

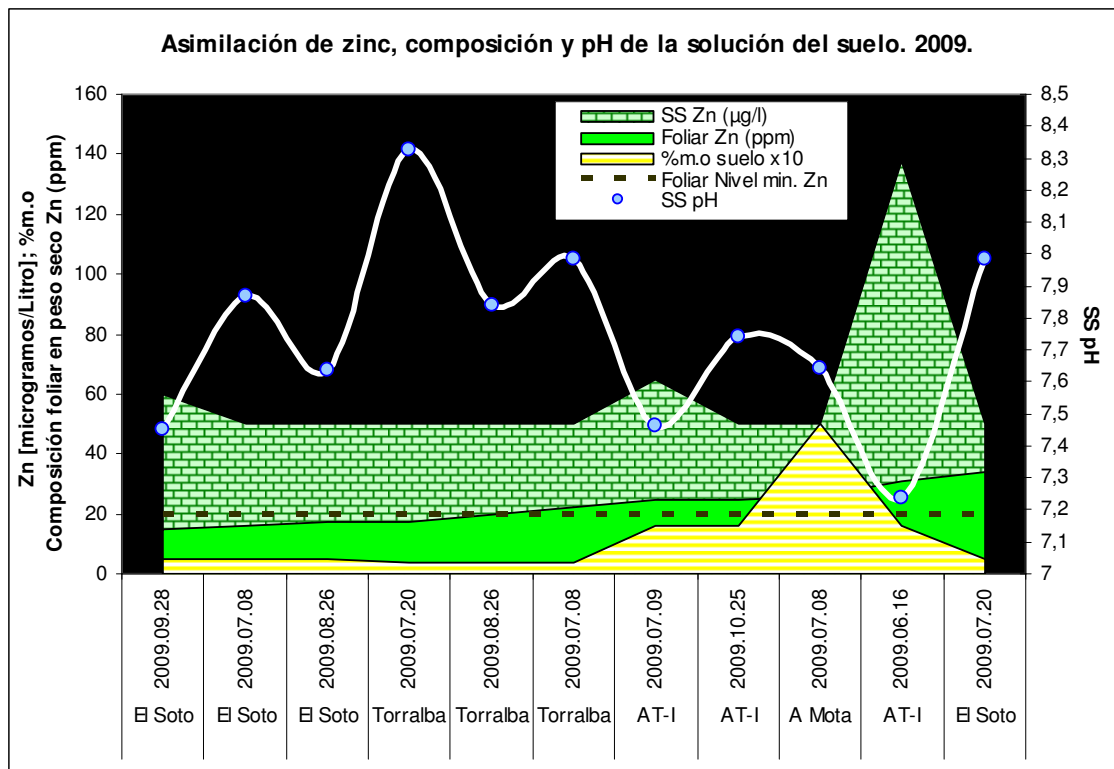


Figura 22. Condiciones químicas a nivel radicular para la asimilación de zinc.

La asimilación de zinc muestra de modo general problemas de deficiencia, pudiéndose extraer las siguientes conclusiones:

- La disponibilidad de zinc se incrementa sensiblemente bajo las siguientes condiciones:
 - pH <7.5
- La absorción radicular de zinc se incrementa en función del contenido de materia orgánica del suelo y presenta niveles de suficiencia para:
 - Materia orgánica > 1.6% (finca AT-I, Cáceres).

8.1.10. HIERRO.

El hierro es un elemento muy abundante en los minerales del suelo y cuya asimilación depende de la biodisponibilidad de Fe³⁺ en solución

que es posteriormente asimilado como Fe²⁺, una vez reducido por la planta. La biodisponibilidad de muchos micronutrientes depende del pH y el pE de la solución del suelo. La absorción de hierro se puede ver facilitada por la presencia de coloides en suelo, sustancias acomplejantes o quelantes de Fe³⁺ en solución.

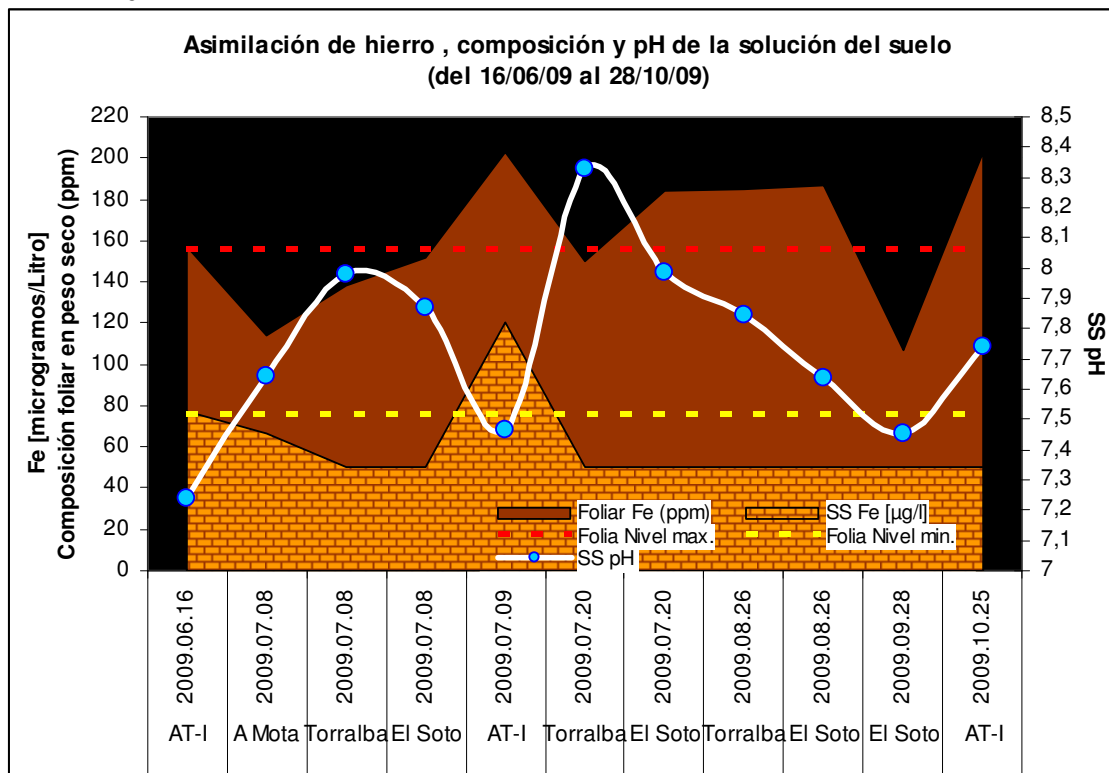


Figura 23. Condiciones químicas a nivel radicular para la asimilación de hierro.

Los datos observados revelan que la dinámica y asimilación de hierro por parte de la planta se ve favorecida en las siguientes condiciones:

- La disponibilidad de hierro en solución del suelo es mayor para valores de pH inferiores a 7.5. La presencia de bajas concentraciones de Fe³⁺ en solución del suelo en El Soto a pH > 7.5 hace suponer la presencia de condiciones reductoras puntuales (formación de FeO y Fe(OH)₂) que generan formas insolubles de Fe²⁺.
- Se incrementa la disponibilidad de Fe³⁺ en solución en suelos con presencia de altos contenidos de materia orgánica (2%), coloides y acomplejantes.
- La asimilación de hierro por parte de los híbridos de nogal de más de 5 años, parece no presentar problemas, inclusive para pH > 8.2 y baja concentraciones de materia orgánica (<1%).

8.2. CEREZO.

8.2.1. DINÁMICA FOLIAR Y ASIMILACIÓN DE NUTRIENTES: FINCA GALICIA.

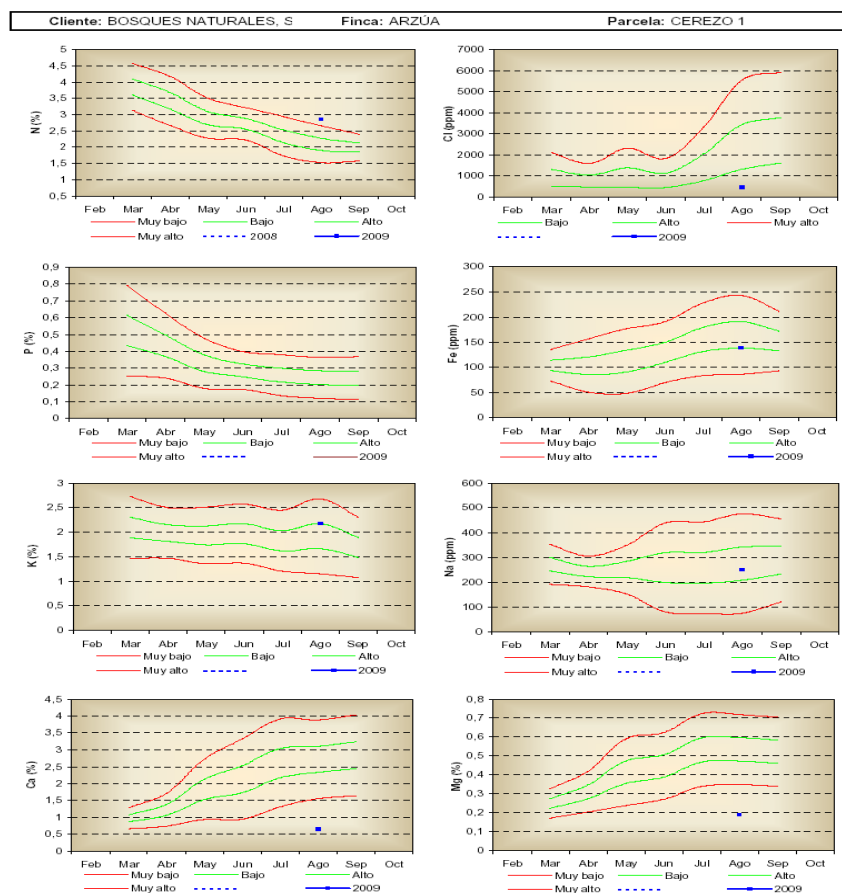


Figura 24. Dinámica foliar cerezos finca Arzúa, UGF Galicia.

La dinámica foliar del cerezo en la finca de Galicia, así como las de otras fincas como Cáceres muestran:

- Correcta asimilación de la mayoría de nutrientes.
- Carencias evidentes en la asimilación de calcio y magnesio.

FINCA: ARZUA

Parcela: CEREZO 1

08/07/2009	Ph	CE 25°C	H2PO4	Cl	S04=	N03-	NH4+	Urea	Ca++	Mg++	Na+	K+	B	Fe	Mn	Cu	Zn
Descripción	mS/cm	(mg/l)	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
SONDA 30 cm	7,53	1,06	<-6,14	2,32	<-0,21	4,17	<-0,28	<-0,67	5,71	1,43	0,61	0,29	<-0,05	<-0,05	0,05	<-0,05	<-0,05
SONDA 60 cm	7,74	0,56	<-6,14	0,68	0,21	0,79	<-0,28	<-0,67	2,86	0,41	0,38	0,22	<-0,05	<-0,05	<-0,005	<-0,05	<-0,05
SONDA 90 cm	7,62	0,38	<-6,14	<-0,28	0,25	0,23	<-0,28	<-0,67	1,62	<-0,31	0,22	0,09	<-0,05	<-0,05	0,23	<-0,05	<-0,05
28/10/2009	Ph	CE 25°C	H2PO4	Cl	S04=	N03-	NH4+	Urea	Ca++	Mg++	Na+	K+	B	Fe	Mn	Cu	Zn
Descripción	mS/cm	(mg/l)	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(meq/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
SONDA 30 cm	7,16	0,5	<-6,14	1,36	<-0,21	0,8	<-0,28	<-0,67	3,07	0,76	0,46	0,19	<-0,05	<-0,05	<-0,005	<-0,05	<-0,05
SONDA 60 cm	7,81	0,3	<-6,14	0,46	0,3	0,37	<-0,28	<-0,67	2,14	<-0,31	0,27	0,12	<-0,05	0,93	<-0,005	0,27	0,09
SONDA 90 cm	7,56	0,18	<-6,14	0,43	<-0,21	<-0,16	<-0,28	<-0,67	1,01	<-0,31	0,2	<-0,05	<-0,05	<-0,05	0,03	<-0,05	<-0,05

Figura 25. Condiciones químicas a nivel radicular. Finca Arzúa, UGF. Galicia.

Los datos observados en la solución del suelo demuestran que la aplicación por cobertera de abonos y enclado surtieron un desfase respecto de las necesidades reales de la finca, en este sentido se observa que:

- La aplicación de 33 + 15 + 54 UF de N, P2O5 y K2O supuso un importante aporte y suficiente aporte de estos macroelementos

hasta el 9 de julio o principios de verano, no existiendo importantes reservas de estos elementos en suelos por estas fechas.

- La asimilación de estos elementos así como de otros microelementos presentes en suelo ocurrió con éxito para un pH de la solución del suelo en torno a 7.5.
- La aplicación de calcio y magnesio en forma de dolomita (294 + 196 UF de CaO y MgO) a mediados de abril presentó un efecto retardado de incorporación al suelo, lo que añadido a otros problemas fitosanitarios que derivaron en importante defoliaciones, limitó su asimilación durante los meses de primavera, debido a que la asimilación de calcio y magnesio se produce de modo pasivo y semi-activo en asociación con la tasa de transpiración de los cultivos.
- La baja relación C/N (<10), supuso que la disponibilidad de nitrógeno se relativamente constante a lo largo del verano (<0.70mmolc/L NO₃-).
- Se aprecia cierta avidez por la asimilación de potasio (<0.19mmolc/L K⁺), calcio (<1.2mmolc/L Ca²⁺) y magnesio (>0.30mmolc/L Mg²⁺) por parte de la planta hacia finales de verano.

8.2.2. DINÁMICA FOLIAR Y ASIMILACIÓN DE NUTRIENTES: FINCA TOLEDO.

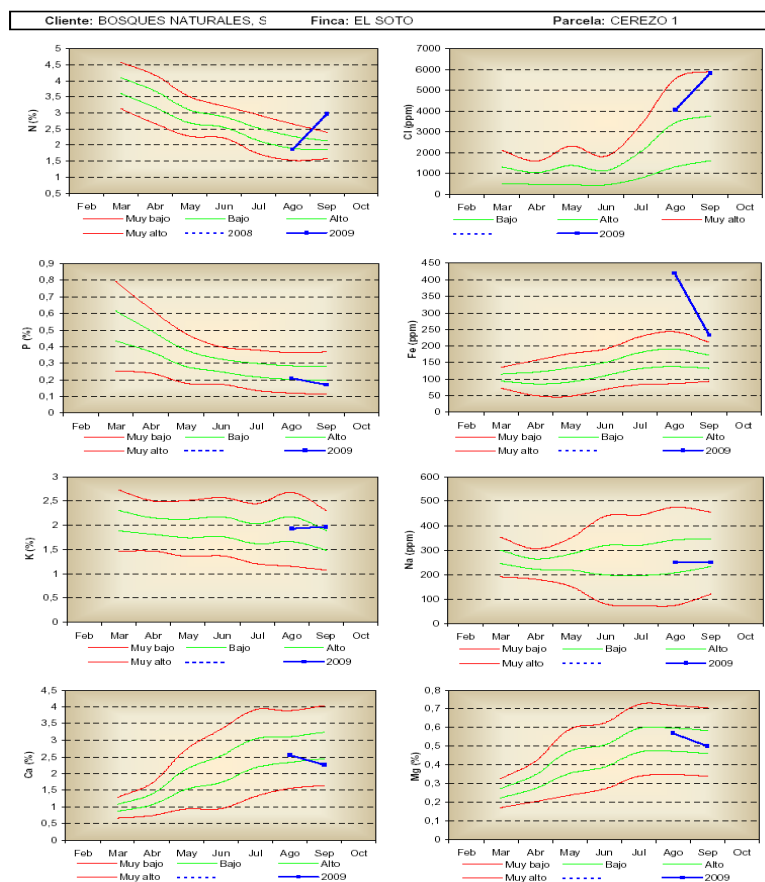


Figura 26. Dinámica foliar cerezos finca El Soto, UGF Toledo.

La dinámica foliar del cerezo de la finca El Soto, clon C1 presenta una serie de características que son:

- Correcta asimilación de fósforo, potasio, calcio y magnesio.
- Contenidos ligeramente elevados de nitrógeno y cloruros.
- Excesos de hierro en hoja, asociada a la aplicación de hasta 11 gr/pie de quelato de hierro 6% p/p 5,5% orto-orto.
- Excesos de cloruros en hoja hacia verano.

FINCA: EL SOTO
Parcela: CEREZO 1

08-jul-09 Ph		CE 25°C mS/cm	H2PO4 (mg/l)	Cl (meq/l)	S04= (meq/l)	N03- (meq/l)	NH4+ (meq/l)	Urea (meq/l)	Ca++ (meq/l)	Mg++ (meq/l)	Na+ (meq/l)	K+ (meq/l)	B (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	Cu (mg/l)	Zn (mg/l)
SFR	7,71	2,39	42,7	7,49	11,9	2,55	1,59	<0,67	8,44	4,9	9,19	1,55	0,12	<0,05	<0,005	<0,05	<0,05
SONDA 30 cm			<6,14	24,9	26	0,28	<0,28	<0,67	19,7	10,9	28	0,94	0,34	<0,05	0,05	<0,05	<0,05
SONDA 60 cm	8,5	3,42	<6,14	11,5	13,7	2,94	<0,28	<0,67	14,3	7,04	13,5	0,7	0,34	<0,05	<0,005	<0,05	<0,05
SONDA 90 cm	8,27	7,14	<6,14	26,1	44,8	2,52	<0,28	<0,67	24,7	15,3	37	1,22	0,67	<0,05	<0,005	<0,05	<0,05
		X1,5		X2,8		81%					X2,8	78%					
14-jul-09 Ph		CE 25°C mS/cm	H2PO4 (mg/l)	Cl (meq/l)	S04= (meq/l)	N03- (meq/l)	NH4+ (meq/l)	Urea (meq/l)	Ca++ (meq/l)	Mg++ (meq/l)	Na+ (meq/l)	K+ (meq/l)	B (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	Cu (mg/l)	Zn (mg/l)
SFR	7,58	2,64	24,1	7,94	14,5	1,82	0,7	<0,67	9,39	5,75	11	1,01	0,16	<0,05	<0,005	<0,05	<0,05
SONDA 30 cm	8,02	2,58	<6,14	8,79	14,3	0,26	<0,28	<0,67	9,08	5,93	10,5	0,32	0,15	<0,05	<0,005	<0,05	<0,05
SONDA 60 cm	8,03	10	<6,14	80,9	76,8	2,11	<0,28	<0,67	42,2	27,1	70,3	1,3	0,37	<0,05	<0,005	<0,05	<0,05
SONDA 90 cm	7,91	5,1	<6,14	23,2	31,8	2,35	<0,28	<0,67	24,7	12,7	20,5	0,87	0,37	<0,05	<0,005	<0,05	<0,05
	7,85	9,41	<6,14	52	64,4	4,09	<0,28	<0,67	32,9	22,4	59,7	1,4	0,89	<0,05	<0,005	<0,05	<0,05
		X3,2		X5,9		2%					X4,8	22%					
26-ago-09 Ph		CE 25°C mS/cm	H2PO4 (mg/l)	Cl (meq/l)	S04= (meq/l)	N03- (meq/l)	NH4+ (meq/l)	Urea (meq/l)	Ca++ (meq/l)	Mg++ (meq/l)	Na+ (meq/l)	K+ (meq/l)	B (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	Cu (mg/l)	Zn (mg/l)
SFR	7,96	2,2	<6,14	7,39	18,3	0,19	<0,28	<0,67	11,2	6,33	8,94	0,35	0,2	<0,05	<0,005	<0,05	<0,05
SONDA 30 cm	8,08	6,92	<6,14	27	60,1	<0,16	<0,28	<0,67	38,5	22,4	37,7	1,31	0,65	<0,05	<0,005	<0,05	<0,05
SONDA 60 cm	7,9	5,08	<6,14	20,5	41,7	0,32	<0,28	<0,67	27,4	12,3	28,1	0,91	0,39	<0,05	<0,005	<0,05	<0,05
SONDA 90 cm	7,84	11	<6,14	82,1	(84,4)	0,32	<0,28	<0,67	43,6	30,4	68,3	1,93	0,8	<0,05	<0,005	<0,05	<0,05
		X3,5		X5,8		80%					X5	21%					
28-sep-09 Ph		CE 25°C mS/cm	H2PO4 (mg/l)	Cl (meq/l)	S04= (meq/l)	N03- (meq/l)	NH4+ (meq/l)	Urea (meq/l)	Ca++ (meq/l)	Mg++ (meq/l)	Na+ (meq/l)	K+ (meq/l)	B (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	Cu (mg/l)	Zn (mg/l)
SONDA 30 cm	7,69	7,74	<6,14	40,7	74,8	<0,16	<0,28	<0,67	43,1	30,6	54,7	1,31	0,42	<0,05	<0,005	<0,05	<0,05
SONDA 60 cm	7,85	5,26	<6,14	22,1	50,2	<0,16	<0,28	<0,67	30,4	15,5	28,5	0,86	0,3	<0,05	<0,005	<0,05	<0,05
SONDA 90 cm	7,83	7,92	<6,14	33,4	(89,30)	<0,16	<0,28	<0,67	33,2	21,3	65	1,29	0,59	<0,05	<0,005	<0,05	<0,05

Figura 27. Condiciones químicas a nivel radicular. Finca El Soto, UGF. Toledo.

Los datos observados en la solución del suelo demuestran que la aplicación abonos por fertirrigación fue suficiente para suplir potenciales carencias de algunos elementos, sin embargo propició la existencia de otros factores contraproducentes:

- Los cerezos se desarrollan a pH de 7.7 a 8.5 y con conductividades superiores a 5.1 mS/cm dentro de los primeros 60cm. de profundidad del suelo, un límite superior al máximo estipulado para esta especie (4mS/cm).
- Nitrógeno en primavera: son necesarios aporte inferiores a < 2.5mmolc/L NO3 y < 1.6mmolc/L NH4+ para evitar excesos de nitrógeno en primavera. La asimilación de nitrógenos se produjo inclusive para pH entre 7.7 y 8.4.
- La plantación soportó en primavera una elevada acumulación de cloruros en suelo de:
 - En primavera: >20mmolc/L (hasta 4000ppm en hoja) sin observarse efectos de necrosis foliar.
 - En verano: >35mmolc/L(hasta 6000ppm en hoja) observándose hasta un 20% de necrosis foliar.
- Los aportes de calcio y magnesio fueron excesivos, sin embargo no se observaron interferencias entre la asimilación de estos elementos y la asimilación de potasio. Las relaciones catiónicas en solución del suelo fueron:

Fechas	K/Ca	K/Mg	Ca/Mg
08-jul	0,05	0,09	1,77
20-jul	0,04	0,06	1,60
26-ago	0,04	0,06	1,68
28-sep	0,03	0,05	1,58

Figura 28. Relaciones catiónicas en cerezo.

- Los contenidos de boro en hoja son relativamente elevados respecto de las normas foliares estipuladas para cerezo (20 a 60ppm de boro en hoja), alcanzándose en primavera hasta 79ppm en hoja. La condiciones de asimilación de boro han sido:
 - SFR: Primavera >0.12mg/L, verano >0.20mg/L.
 - SS: Primavera >0.32mg/L, verano >0.45mg/L.

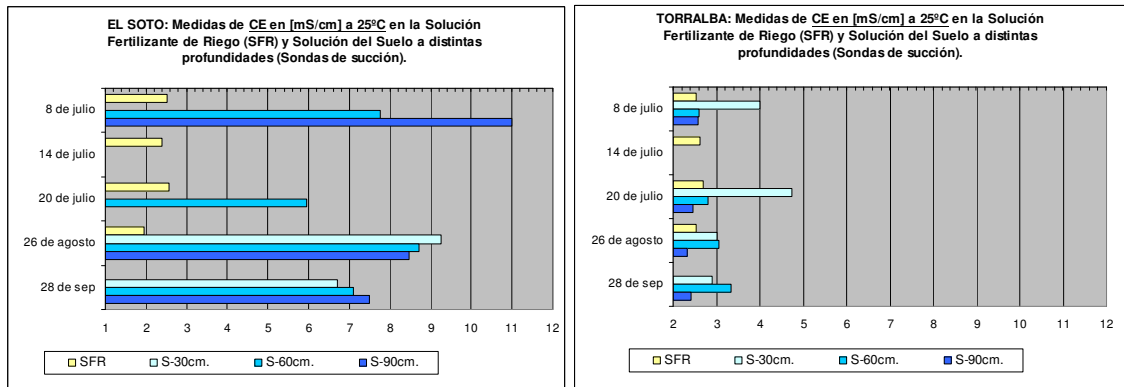
9. CONDICIONES DE SALINIDAD A NIVEL RADICULAR EN LA UGF TOLEDO.

El empleo de aguas salinas en la fertirrigación de plantaciones de nogal supone la existencia de potenciales riesgos de fitotoxicidad o de la disminución del rendimiento por excesos de salinidad a nivel radicular.

En estas condiciones la salinidad del extracto saturado o de la solución del suelo establece umbrales de 3 a 4.8 dS/cm (Ayers y Westcos, 1987; Ibacache A., 2008).

El estrés provocado por la salinidad puede deberse a dos componentes: Componente no específico o de estrés osmótico, asociado a excesos de elementos solubles, especialmente Na⁺, Cl⁻ Y SO₄⁼ y; componente de efecto iónico específico, que resulta en la excesiva concentración de iones fitotóxicos que la planta no es capaz de excluir o compartimentalizar en las vacuolas, acumulándose en los tejidos vegetales y generando desórdenes nutricionales y estructurales.

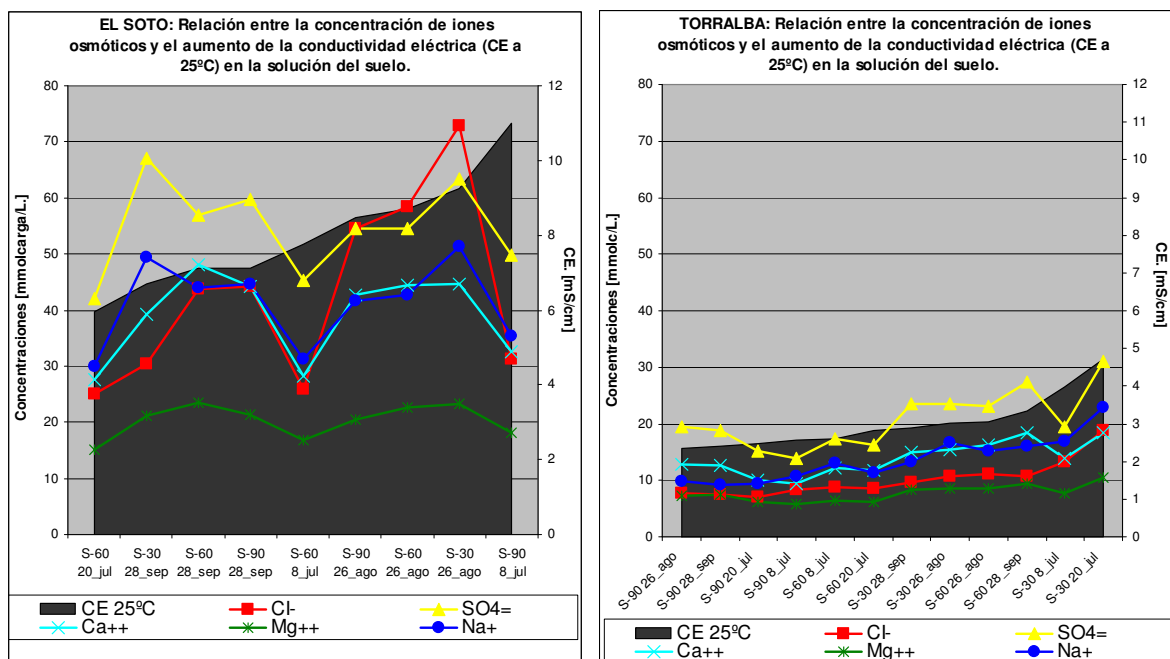
Uno de los principales efectos secundarios de la salinidad supone la presencia de fenómenos osmóticos que motivan la pérdida de turgencia celular. La respuesta de la planta en este sentido se basa en fenómenos de emisión de superóxidos y procesos de osmoregulación que implican un coste energético. La osmoregulación supone la acumulación de sales orgánicas e inorgánicas en el interior celular a fin de reducir su potencial osmótico y mantener correctos niveles de turgencia.



Figuras 27 y 28. Condiciones químicas a nivel radicular: efecto del empleo de aguas salinas en plantaciones de nogal híbrido.

Las situaciones observadas en finca revelan la necesidad de mejorar la gestión de riegos de lavado, a fin de evitar la acumulación o reconcentración de sales. En esta situación se observan dos casos distintos:

- Finca El Soto: Con mala gestión del riego y acumulación de sales de hasta 9 dS/cm en los primeros 60cm. del suelo. Es de recalcar que la presencia de suelos de textura franco-arcillosa de baja capacidad de drenaje.
- Finca Torralba. Los riegos son relativamente suficientes para lavar suelos hasta los 90cm. de profundidad. La presencia de suelos francos facilita esta tarea, sin embargo, la presencia de acumulaciones de sales por encima de los 4dS/cm en los primeros 30cm. de profundidad hace suponer la necesidad de riegos de mayor frecuencia.



Figuras 28 y 29. Reconcentración de iones a nivel radicular (solución del suelo). Nogal híbrido.

Las principales sales causantes de salinidad se muestran representadas en función de su concentración. En este sentido se observa:

- Relación directamente proporcional entre el aumento de la salinidad de la solución de suelo y acumulación de iones cloruros [Cl⁻] y sodio [Na⁺], por lo menos hasta niveles de conductividades inferiores a 4dS/cm.
- Por encima de 4dS/cm las relaciones entre conductividad y concentración de sales no presentan tendencias muy claras y por encima de 6dS/cm aparecen situaciones irregulares, lo que hace suponer que existen fenómenos de asimilación masiva de cloruros, sodio, calcio y sulfatos posiblemente asociados a fenómenos de desestructuración de los tejidos vegetales.

IV. CONCLUSIONES.

El análisis de los datos ha permitido acotar los rangos o valores de distintos parámetros dentro de tres categorías: deficitario o escaso, normal o adecuado y excesivo ó tóxico. Todos los parámetros han sido considerados para dos momentos fenológicos claramente opuestos y que responden a un periodo de primavera - verano (desde desborre hasta la completa madures de todas las hojas del árbol) y un segundo periodo que responde al verano - otoño (desde la formación de hojas adultas hasta antes de la senectud).

Las conclusiones se subdividen en tres apartados que hace referencia a diversos parámetros químicos y nutricionales a distintos niveles:

- Nivel radicular o en la solución del suelo (SS).
- Propiedades físico químicas del suelo.
- Asimilación de nutrientes y contenidos foliares.
- Composición de la solución fertilizante de riego (SFR).

10. NOGAL HÍBRIDO.

10.1. CARACTERIZACIÓN DEL SUELO Y LA SOLUCIÓN DEL SUELO.

PARAMETROS QUÍMICOS DEL SUELO Y LA SOLUCIÓN DEL SUELO (SS).							
MACROELEMENTOS		PRIMAVERA			VERANO		
NUTRIENTES	PARÁMETROS	DEFICIENCIA	NORMALIDAD	TOXICIDAD	DEFICIENCIA	NORMALIDAD	TOXICIDAD
Nitrógeno	SS NO ₃ -/NH ₄ ⁺		1			>1	
	SS pH		7,0 - 7,7			< 8	
	Suelo C/N		< 10			< 10	
Fósforo	SS Ca ²⁺ [mmolc/L]		<15				
	SS pH	<5,4	<7,8				
Potasio	SS K ⁺ /Ca ²⁺	< 0,07	> 0,19		< 0,036	> 0,042	
	SS K ⁺ /Mg ²⁺	< 0,10	> 0,16		< 0,007	< 0,24	
	SS K/(Ca+Mg)	< 0,04	> 0,08		< 0,023	> 0,036	
	Suelo K [mmolc/100gr]	< 0,35	> 0,4		< 0,35	> 0,4	
Calcio	SS Ca ²⁺ [mmolc/L]		< 10			< 3	
	SS Ca ²⁺ /K ⁺		3,7			23	
	SS Ca ²⁺ /Mg ²⁺		0,7			0,57	
	SS Ca ²⁺ /Na ⁺	<0,40	1			> 0,30	
	Suelo Ca ²⁺ [mmolc/100gr]	< 2	9	> 16			
Magnesio	SS Mg ²⁺ [mmolc/L]		> 0,5	> 6		> 0,6	
	SS Mg ²⁺ /K ⁺		> 6,00			> 1,3	
	SS Mg ²⁺ /Ca ²⁺		> 0,35				
	Suelo Mg ²⁺ [mmolc/100gr]		> 0,70				
Azúfre	SS NO ₃ -/SO ₄ ⁼		0,5 - 1,0				

Figura 30. Principales parámetros químicos y ambientales para la asimilación de macronutrientes.

PARÁMETROS QUÍMICOS DEL SUELO Y LA SOLUCIÓN DEL SUELO (SS).						
MICRO Y OLIGO ELEMENTOS		PRIMAVERA			VERANO	
NUTRIENTES	PARÁMETROS	DEFICIENCIA	NORMALIDAD	TOXICIDAD	DEFICIENCIA	TOXICIDAD
Cloro	SS NO ₃ -/Cl-		0,4 - 0,6		> 0,04	< 0,04
	SS Cl- [mmolc/L]		< 7		< 9	> 9
Boro	SS B [mg/L]	< 0,05	>0,31	> 3	< 0,5	> 0,8
	SS pH		7,5 - 8,4		7,5 - 8,4	
Zinc	SS Zn [mg/L]		>0,10			
	SS pH		< 7,5			
	Suelo m.o (%)		> 1,6			
Hierro	SS Fe [mg/L]					
	SS pH	> 8,2	< 7,5		< 7,5	
	Suelo m.o (%)	< 0,5%	> 2%		< 0,5%	> 2%

Figura 31. Principales parámetros químicos y ambientales para la asimilación de micronutrientes y oligoelementos.

10.2. NORMAS PARA LOS CONTENIDOS FOLIARES.

NIVELES FOLIARES PARA <i>Juglans mayor 209 x J. regia</i>						
MACROELEMENTOS		PRIMAVERA			VERANO	
NUTRIENTES	PARÁMETROS	DEFICIENCIA	NORMALIDAD	TOXICIDAD	DEFICIENCIA	TOXICIDAD
Foliar N (%)		<2,5	2,9 a 3,28 si menos 6 años	>3,25		
Foliar P (%)			0,12 - 0,3		<0,35	?
Foliar K (%)		< 1,2	1,60 (fincas)	> 3,0		> 3,0
Foliar Ca (%)		< 1,25	2,1 (a 2,5 meses desborre)	> 2,50	<1,25	2,4 >2,5
Foliar Mg (%)		< 0,3 (0,18)	0,3 - 1,0		< (0,14)	0,6
Foliar S [ppm]			800-2000 (1700)		900 - 1200	
MICRO Y OLIGO ELEMENTOS		PRIMAVERA			VERANO	
NUTRIENTES	PARÁMETROS	DEFICIENCIA	NORMALIDAD	TOXICIDAD	DEFICIENCIA	TOXICIDAD
Foliar Cl [ppm]		< 200	800 - 1600	> 2500	?	<3000 > 7000 (necrosis foliar >20%)
Foliar B [ppm]		< 35	114 - 130 fincas	> 300		150 - 240 > 300
Foliar Zn [ppm]		< 20	30	> 200		
Foliar Fe [ppm]		< 75	160 (fincas)	> 155	< 75	> 155

Figura 32. Niveles foliares para nogal híbrido *Juglans mayor 209 x J. regia*.

10.3. DISEÑO DE LA SOLUCIÓN FERTILIZANTE DE RIEGO.

pH y conductividad a nivel radicular o en la solución del suelo.				
PARÁMETROS	UNDS.	ÓPTIMO	ADECUADO	RIESGOS
pH		7 - 7,5	6,0-7,0 y de 7,5-8,2	>8,2 y <5,4
Conductividad eléctrica	[mS/cm]	<1,5	1,5 - 3	> 4 dS/cm

Figura 33. Diseño de la solución fertilizante de riego para *Juglans mayor 209 x J. regia*.

CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE LA SOLUCIÓN FERTILIZANTE DE RIEGO (SFR) EN PLANTACIONES DE NOGAL HÍBRIDO.							
PARÁMETROS	UNIDADES	PRIMAVERA			VERANO		
		DEFICIENCIA	NORMALIDAD	TOXICIDAD	DEFICIENCIA	NORMALIDAD	TOXICIDAD
pH			6,0-7,5			<7,8	
Conductividad eléctrica	[mS/cm]	<1,1	1,1 - 3,2	>3,2	<1,1	1,1 - 3,2	>3,2
Nitrógeno	SFR NO ₃ - [mmolc/L]		< 3			< 2	
Nitrógeno	SFR NH ₄ ⁺ [mmolc/L]		< 3			< 2	
Fósforo	SFR H ₂ PO ₄ ⁻ [mmolc/L]		<0,3			<0,3	
Potasio	SFR K ⁺ [mmolc/L]	<0,3	> 1		<0,3	> 1	
Calcio	SFR Ca ₂ ⁺ [mmolc/L]		0,3 - 2			< 9	
Magnesio	SFR Mg ₂ ⁺ [mmolc/L]		0,3 - 0,5				
Azufre	SFR SO ₄ ⁼ [mmolc/L]		< 12			< 12	
Boro	SFR B [mg/L]	<0,05	< 0,5		<0,05	< 0,5	

Figura 34. Diseño de la solución fertilizante de riego para *Juglans MJ209 x J. regia*.

11. CEREZO.

11.1. CARACTERIZACIÓN DEL SUELO Y LA SOLUCIÓN DEL SUELO.

PARÁMETROS QUÍMICOS DEL SUELO Y LA SOLUCIÓN DEL SUELO (SS).							
MACROELEMENTOS NUTRIENTES	PARÁMETROS	PRIMAVERA			VERANO		
		DEFICIENCIA	NORMALIDAD	TOXICIDAD	DEFICIENCIA	NORMALIDAD	TOXICIDAD
Nitrógeno	SS pH	< 6,0	7,5	> 8,4			
	Suelo C/N		< 10				
Fósforo	SS pH		< 7,5			< 7,5	
	SS K ⁺ /Ca ₂ ⁺		> 0,05			> 0,05	
Potasio	SS K ⁺ /Mg ₂ ⁺		> 0,09			> 0,05	
	Suelo K [mmolc/100gr]		> 0,4			>0,4	
	Calcio	SS Ca ₂ ⁺ [mmolc/L]		> 1,5			> 1
Calcio	SS Ca ₂ ⁺ /K ⁺		20			20	
	SS Ca ₂ ⁺ /Mg ₂ ⁺		> 1,7			> 1,6	
	Suelo Ca ₂ ⁺ [mmolc/100gr]		> 8			> 8	
	Magnesio	SS Mg ₂ ⁺ [mmolc/L]		> 1			> 0,8
Magnesio	SS Mg ₂ ⁺ /K ⁺		11			11	
	SS Mg ₂ ⁺ /Ca ₂ ⁺		0,5			0,5	
	Suelo Mg ₂ ⁺ [mmolc/100gr]		> 1,2			> 1,2	

Figura 35. Principales parámetros químicos y ambientales para la asimilación de macronutrientes.

PARAMETROS QUÍMICOS DEL SUELO Y LA SOLUCIÓN DEL SUELO (SS).							
MICRO Y OLIGO ELEMENTOS		PRIMAVERA			VERANO		
NUTRIENTES	PARÁMETROS	DEFICIENCIA	NORMALIDAD	TOXICIDAD	DEFICIENCIA	NORMALIDAD	TOXICIDAD
Cloro	SS NO ₃ -/Cl-		> 0,1			> 0,02	
	SS Cl- [mmolc/L]		< 20			<20	
Boro	SS B [mg/L]			> 0,30			> 0,40
	SS pH		7,5 - 8,4			7,5 - 8,4	
Zinc	SS Zn [mg/L]		> 0,1				
	SS pH		< 7,5				
	Suelo m.o (%)		> 1,6				
Hierro	SS Fe [mg/L]						
	SS pH		< 7,7			< 7,7	
	Suelo m.o (%)		> 1,6			> 1,6	

Figura 36. Principales parámetros químicos y ambientales para la asimilación de micronutrientes y oligoelementos.

11.2. NORMAS PARA LOS CONTENIDOS FOLIARES.

NIVELES FOLIARES PARA <i>Prunus avium</i> .							
MACROELEMENTOS		PRIMAVERA			VERANO		
NUTRIENTES	PARÁMETROS	DEFICIENCIA	NORMALIDAD	TOXICIDAD	DEFICIENCIA	NORMALIDAD	TOXICIDAD
Foliar N (%)		< 2,0	2,8	> 3,0	< 2,0		> 3,0
Foliar P (%)		< 0,1	0,25	> 0,3			
Foliar K (%)		< 1	2,2	> 2,8	< 1		> 2,8
Foliar Ca (%)		< 0,9	2,0	> 3,0	< 0,9	2,4	> 3,0
Foliar Mg (%)		< 0,25	0,32	>0,4	< 0,25	0,35 media fincas	>0,4
Foliar S [ppm]			0,1 - 0,12				
MICRO Y OLIGO ELEMENTOS		PRIMAVERA			VERANO		
NUTRIENTES	PARÁMETROS	DEFICIENCIA	NORMALIDAD	TOXICIDAD	DEFICIENCIA	NORMALIDAD	TOXICIDAD
Foliar Cl [ppm]		< 500	< 4000	> 4000	< 500	< 4800	> 5500
Foliar B [ppm]		< 20	60				> 60
Foliar Zn [ppm]		< 14	> 20	> 50	< 14		> 50
Foliar Fe [ppm]		< 60	> 120 (fincas)	> 200			

Figura 37. Niveles foliares para cerezo silvestre.

11.3. DISEÑO DE LA SOLUCIÓN FERTILIZANTE DE RIEGO.

pH y conductividad a nivel radicular o en la solución del suelo.			
PARÁMETROS	UNDS.	ÓPTIMO	ADECUADO
pH		6,0 - 7,5	< 8,0
Conductividad eléctrica	[mS/cm]	< 1,1	< 3
			RIESGOS
			> 8,2
			> 4

Figura 38. Diseño de la solución fertilizante de riego para *cerezo silvestre*.

CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE LA SOLUCIÓN FERTILIZANTE DE RIEGO (SFR) EN PLANTACIONES DE CEREZO SILVESTRE.							
PARÁMETROS	UNIDADES	PRIMAVERA			VERANO		
		DEFICIENCIA	NORMALIDAD	TOXICIDAD	DEFICIENCIA	NORMALIDAD	TOXICIDAD
pH			6 - 7,5				
Conductividad eléctrica	[mS/cm]		< 1,2	> 3,0			
Nitrógeno	SFR NO ₃ - [mmolc/L]		2,0	> 2,5		> 0,4	
Nitrógeno	SFR NH ₄ ⁺ [mmolc/L]		1,0	> 1,6		> 0,3	
Fósforo	SFR H ₂ PO ₄ ⁻ [mmolc/L]		0,3			< 0,3	
Potasio	SFR K ⁺ [mmolc/L]		> 1,3			> 0,3	
Calcio	SFR Ca ²⁺ [mmolc/L]		> 0,3			< 1,2	
Magnesio	SFR Mg ²⁺ [mmolc/L]		> 0,3			> 0,3	
Azufre	SFR SO ₄ ⁼ [mmolc/L]						
Boro	SFR B [mg/L]		< 0,3			< 0,4	

Figura 39. Diseño de la solución fertilizante de riego para *cerezo silvestre*.

12. RECOMENDACIONES EXTERNAS: AGQ LABORATORIOS.

	Elemento	meq/l	Peso Equ.	UF	gr/m3	Equilibrio	Eqil. Comerc.
La Vera	N	3	14	N	42	9	9
	P	0,2	71	P2O5	14	0,3	3
	k	1	45	K20	45	1	10
	Ca	0,3	28	CaO	10	0,2	2
	Mg	0,3	20	MgO	6	0,1	1
Arzua	N	6	14	N	84	0,9	9
	P	0,3	71	P2O5	21	0,2	2
	k	2	45	K20	90	1	10
	Ca	0,3	28	CaO	10	0,1	1
	Mg	0,3	20	MgO	6	0,1	1
Toledo	N	6	14	N	84	0,9	9
	P	0,3	71	P2O5	21	0,2	2
	k	2	45	K20	90	1	10

Figura 40. Recomendaciones de abonado de la empresa AGQ Laboratorios en 2009.

V. **BIBLIOGRAFÍA.**

Cadahía López, Carlos. Año 2005. Fertirrigación. Cultivos hortícolas, frutales, y ornamentales. Ediciones Mundi Prensa Madrid - Barcelona - México. Pg. 185-223, 211-229. 534-536, 603-610, 625-627, 675-680.

Gamaliel L., 2005. Manejo del Cerezo en Chile. INIA - CRI La Platina, Chile.

Gray D., Garrett H.E.G. Nitrogen fertilization and aspects of fruit yield in a Missouri black walnut alley cropping practice. *Agroforestry Systems* 44: 333-344, 1999.

Grattan S., Griev C., 1999. Salinity-mineral nutrients relation in horticultural crops. *Scientia Horticulturae* 78. California. Pg 127 - 157.

Ibacache A., 2008. Fisiología y Nutrición del Nogal. INIA - CRI Intihuasi, Chile.

Loewe V., Gonzáles M., 2001. Nogal Común (*Juglans regia*). Infor Instituto forestal. Chile. Pg 70 - 71.

Loewe V., Pineda G., Delard C., 2001. Cerezo Común (*Prunus avium*). Infor Instituto Forestal, Chile. Pg. 64.

Martínez E., 2010. Sondas disimétricas de succión como herramientas edáficas claves en métodos dinámicos de control y seguimiento del sistema suelo-planta-agua. Tesis doctoral - UAM. Madrid. Pg 13 -20.

Montero G., Cisneros O., Canellas I., 2003. Manual de Selvicultura para plantaciones de especies productoras de madera de calidad. INIA, Ediciones Mundi-Prensa y Junta de Castilla y León. Pg 167 y 218.

Navarro S., Navarro G., 2000. Química Agrícola. El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid - Barcelona - México.

Ponder F., 2006. Soils and Nutrition Management for Black Walnut. Proceeding of the 6th Council Research Symposium. Pg. 71 - 76.

Porta J., López M., Roquero C., 1994. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi Prensa. Madrid.

Ruíz R., 2005. Primera Parte Nutrición del Nogal: La Misión de los Principales elementos. *Revista Tierra Adentro* julio -agosto 2005, Chile. Pg 26 - 29.