

## **ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE FERTILIDAD DE SUELOS BAJO CLIMA MEDITERRÁNEO SEMIÁRIDO, (LA RIOJA).**

M. ANDRADES (\*), E. MARTÍNEZ (\*), A. ÁLVAREZ (\*\*), R.J. BALLESTA (\*\*), y P. CARRAL (\*\*)

(\*) Dpto. de Agricultura y Alimentación. Escuela Universitaria Politécnica. Universidad de La Rioja. 26004 Logroño (La Rioja).

(\*\*) Dpto. de Química Agrícola, Geología y Geoquímica. Universidad Autónoma de Madrid. 28049 Madrid.

**Abstract:** Fertility conditions of several superficial and subsuperficial soil samples located in La Rioja (Spain) were studied. Variability on fertility conditions and depletion of fertility in all localitations were evaluated. Results made advisable organic and mineral manure additions in order to improve the soil productivity.

For domestic economy it is proposed the use of vegetable refuses from agricultural processes and the return to more traditional culture technics.

**Key words:** Soils, Fertility, La Rioja (Spain).

**Resumen:** Se estudian las condiciones de fertilidad de un grupo de muestras superficiales y subsuperficiales de suelos localizados en la Comunidad Autónoma de La Rioja (España). Se evalúa la variabilidad de las condiciones de fertilidad de los suelos en los diferentes términos municipales estudiados y las razones del descenso en la productividad de aquellos. Los valores obtenidos hacen recomendable las prácticas de abonado orgánico y mineral con el fin de mejorar el rendimiento de los cultivos.

Las condiciones económicas aconsejan el empleo de residuos vegetales propios de la zona y el retorno a técnicas de cultivo más tradicionales.

**Palabras clave:** Suelos, fertilidad, La Rioja.

### **INTRODUCCION**

Se estudian las condiciones de fertilidad de un grupo de suelos localizados en la margen derecha del río Iregua (afluente del río Ebro), que baña parte de la Comunidad Autónoma de La Rioja. Esta región está ubicada en el tercio norte de la Península Ibérica, siendo eminentemente agrícola, y conocida por la calidad de

sus vinos acogidos a Denominación de Origen Calificada.

Los frutales constituyen un grupo de cultivo de gran importancia económica dentro de la producción agrícola de la región. En general, son cultivos con producciones medias relativamente bajas, con rendimientos del orden de 15 tm/ha para el manzano, 12 tm/ha para el peral, y menores para el melocotonero, albaricoque,

ciruelo o cerezo. El cultivo de frutales del Valle del Iregua, supone casi el 5% de la superficie cultivada en La Rioja, siendo, por tanto, un peso importante en la economía de este valle (Andrades et al., 1993).

El descenso en la producción frutícola que sistemáticamente se viene detectando y las causas que posiblemente lo originan, son los motivos que mueven a la realización de este trabajo. Para ello, se estudian algunas variables edáficas que condicionan la fertilidad de los suelos, evaluándose la distribución espacial de dichos parámetros.

Las técnicas modernas de fertilización se caracterizan por la abundancia de abonados orgánicos, la localización en profundidad de fertilizantes de P y K y el fraccionamiento de la fertilización nitrogenada, que influye decisivamente en un incremento de la productividad.

Estas prácticas conllevan al empleo sistemático del monocultivo, con la elección de variedades y especies de alto rendimiento, lo cual, además de suponer un empobrecimiento del patrimonio genético, favorece la aparición de plagas y el consiguiente abuso de fitosanitarios. Esto implica un alto coste energético y un deterioro en la calidad organoléptica de los frutos y del propio medio ambiente. Se plantea, pues, la posibilidad de retornar a otros sistemas agrícolas: cultivos alternativos, abonos naturales, etc., a lo que Labrador y Guibertau (1990) llaman «agricultura ecológica».

El Parlamento Europeo se pronunció a favor de la agricultura ecológica en una Resolución votada el 19 de febrero de 1986 (Directiva 68/86) según un Programa Europeo de Medidas y reglamentada en las Directivas de la Comisión números 2092/91 y 207/92. Dicho Programa persigue no maximizar la producción, sino frenar la degradación del suelo, mantener su fertilidad natural con niveles adecuados de materia orgánica y emplear técnicas de manejo del suelo que no supongan la utilización de productos agresivos y contaminantes, así como evitar las labores profundas que alteran el orden

natural de los horizontes del suelo.

Hoy día constituye una realidad, y diversos países europeos producen un importante volumen de cereales, hortalizas, frutas, etc., dedicándose cada año nuevas parcelas a este tipo de cultivo, con el consiguiente incremento de producción.

Este trabajo evalúa la posibilidad de recuperar la calidad natural de los suelos, aprovechando los recursos propios de la zona.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realiza sobre un conjunto de 153 muestras de suelos localizados en los términos municipales de Albelda de Iregua (53 muestras), Alberite (42 muestras), Nalda (24 muestras) y Villamediana de Iregua (34 muestras). Se analizan los componentes superficial (0-30 cm) y subsuperficial (30-60 cm) de cada uno de ellos. Se elige como unidad de muestreo media hectárea; el programa empleado a tal fin ha sido BW Basic Epistat, que asegura un nivel de error menor del 5% y un intervalo de confianza del 5% para el número de muestras tomadas.

El valle del río Iregua, en el tramo estudiado (Fig. 1), se encuentra localizado sobre materiales cuaternarios sin diferenciar. El fondo de valle está compuesto principalmente de arenas y gravas. El substrato sobre el que se asienta el río está constituido por una alternancia de areniscas y arcillas, con presencia de yesos y margas (Andrades et al., 1993), características texturales y mineralógicas que influyen en las propiedades de los suelos; suelos, cuyas características edáficas muestran la presencia de carbonatos y casos puntuales de salinidad. Los suelos presentan, por lo general, variable desarrollo genético, y se clasifican como: fluvisoles calcáricos, gleysoles cálcicos, regosoles calcáricos, leptosoles eútricos y mollicos, clacisoles háplicos, gypsisoles cálcicos, cambisoles calcáricos y luvisoles crómicos (F.A.O., 1990).

El clima de La Rioja es básicamente conti-

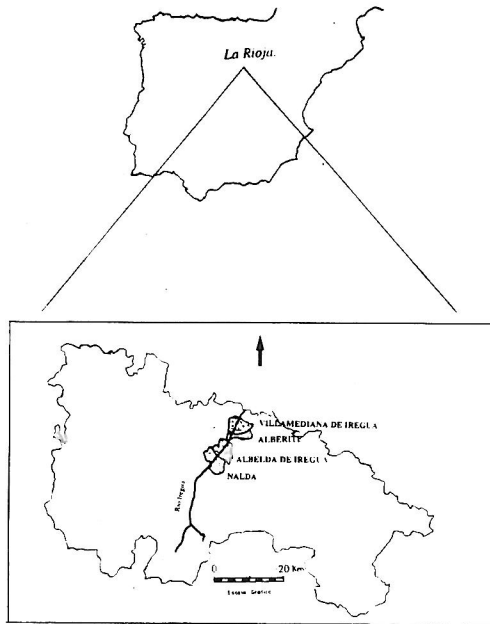


Fig. 1: Localización de la zona de estudio.

nenal, pero con acentuadas influencias atlántica y mediterránea; esta última se deja sentir en la zona de estudio, la cual presenta una pluviosidad media anual de 466,1 mm de precipitación y una temperatura media anual de 13,1°C. La temperatura mínima media alcanza un valor de 7,7°C y la máxima media de 18,9°C, (datos evaluados en el período 1971-1989, correspondientes a la estación de Logroño). Presenta un período libre de heladas que abarca de mayo a octubre. La insolación del área de estudio es alta, lo que permite alcanzar un gran potencial de producción vegetal siempre que el déficit de agua no se convierta en un factor limitante (Domínguez Vivancos, 1989). El período de déficit de agua coincide con los meses de julio-octubre; no se observa ningún período de exceso de agua, clasificándose el clima de la zona según Thornthwaite como seco (Andrades et al., 1993). Según la clasificación de Papadakis

corresponde a clima mediterráneo templado (Domínguez Vivancos, 1989).

Sobre las muestras de suelos se realizaron las determinaciones de pH en agua (relación 1:2,5), materia orgánica oxidable (Walkley & Black, 1934), conductividad eléctrica (relación 1:5), P asimilable (Olsen et al., 1954), K asimilable mediante acetato amónico 1N pH = 7 (Peech et al., 1947), capacidad de intercambio catiónico total y bases de cambio (acetato amónico 1N pH = 7), estimándose Ca + Mg de cambio por la suma de cationes monovalentes y su diferencia con la C.I.C.; contenidos de carbonatos totales por valoración (Richards, 1954) y porcentajes de caliza activa (Drouineau, 1952). La metodología seguida es la indicada por el Soil Conservation Service (1972) y la Comisión de Métodos Oficiales (1974).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se estudian por separado las condiciones de fertilidad correspondientes a horizontes superficiales y subsuperficiales de los cuatro términos municipales ya indicados.

Los valores medios y límites de las condiciones de fertilidad estudiadas para horizontes superficiales y subsuperficiales, así como los valores de capacidad total de cambio y bases de cambio, y los intervalos de valores y sus respectivas frecuencias para las diferentes determinaciones edáficas de cada término municipal, están detallados en las Tablas 1 a 3.

Del trabajo realizado por Andrades et al., (1993), se deduce que, los suelos de la zona son de textura franca o franco-arenosa, dado su origen a partir fundamentalmente de sedimentos arenosos, lo cual asegura unas condiciones de permeabilidad y aireación idóneas para el correcto desarrollo del sistema radicular.

Como se observa en la tabla de valores medios (Tabla 1), los suelos estudiados tienen pH básico, contenidos variables en carbonato y bajos en caliza activa, siendo los más elevados los correspondientes al término municipal de Villamediana, donde en ocasiones, podrían darse

problemas de clorosis férrica. Los contenidos en materia orgánica son bajos, en general, y siempre inferiores en los horizontes subsuperficiales. Los suelos de Nalda presentan los valores medios más elevados para este parámetro, pero aún así, los bajos contenidos hacen suponer estados deficitarios de N orgánico para la práctica totalidad de los suelos.

Los contenidos en P asimilable son altos en horizontes superficiales y subsuperficiales (Domínguez Vivancos, 1989; Gros y Domínguez Vivancos, 1992), a excepción de

las muestras correspondientes a Villamediana; en todos los términos municipales los valores más elevados se localizan, obviamente, en la superficie. Aunque en la planta no se conoce un consumo de lujo de P, su exceso en el suelo puede llevar a deficiencias de microelementos (B, Zn, Cu, Fe) que se corregirían con la aplicación de sales o con rociado foliar.

Los valores de K asimilable resultan igualmente altos en horizontes superficiales y subsuperficiales (Carlevaris et al., 1992; Gros y Domínguez Vivancos, 1992), con el consi-

TABLA 1.: Valores medios (x) y límites (M, máximo; m, mínimo) de las condiciones de fertilidad: pH, materia orgánica (M.O. %), conductividad eléctrica (C.E.dS/m), P asimilable (mg/kg), K asimilable (mg/kg), carbonatos totales (CaCO<sub>3</sub> %), caliza activa (Caac. %) y relación K/Mg (cmol/Kg) para horizontes superficiales (1) y subsuperficiales (2) de los términos municipales estudiados.

		ALBELDA		ALBERITE		NALDA		VILLAMEDIANA	
		1	2	1	2	1	2	1	2
pH	x	8	8,1	8,2	8,1	8,1	8,1	8,4	8,4
	M	8,5	8,6	8,5	8,6	8,5	8,4	8,6	8,8
	m	7,1	6,6	7,8	7,4	7,6	7,7	8	8,1
M.O.	x	1,23	1,03	1,50	1,20	1,58	1,33	1,17	0,84
	M	2,64	1,90	3,15	2,10	2,54	2,20	2,25	2,05
	m	0,51	0,42	0,24	0,13	0,45	0,60	0,35	0,24
C.E.	x	0,18	0,18	0,22	0,21	0,21	0,19	0,20	0,18
	M	0,35	0,36	0,71	0,63	0,40	0,38	0,38	0,30
	m	0,09	0,08	0,14	0,11	0,08	0,10	0,13	0,12
P	x	37,4	33,2	26,3	20,5	35,9	28,8	14,8	8,6
	M	86,1	79,9	110,9	84,3	125,6	85,1	47,6	38,2
	m	2,9	3,7	7,9	4,4	4,3	8,5	4,7	1,9
K	x	398	347	254	211	289	254	234	156
	M	842	874	464	394	667	655	698	566
	m	39	51	62	55	39	35	78	39
CaCO <sub>3</sub>	x	4,4	4,6	13,5	13,1	9,8	9,6	18,7	22,4
	M	13	16,6	36,3	35,5	25,2	24,9	37,7	41,9
	m	0	0	2,1	1,9	2,8	1,5	5,2	4,3
Ca ac	x	1,3	1,9	4,9	4,7	2,7	2,7	7,1	8,2
	M	5,2	18,5	13,2	13,7	6,6	6,5	11,3	15,4
	m	0	0	0,9	0,7	0,7	0,4	2,1	1,8
K/Mg	x	1,23	1,10	0,69	0,55	1,30	0,91	0,61	0,42
	M	2,60	2,99	1,66	1,48	8,74	2,23	2,16	1,74
	m	0,01	0,14	0,10	0,10	0,30	0,25	0,04	0,03

guiente riesgo de clorosis magnésica, ya detectada en la zona de estudio. Son mayores en superficie y algo más bajos, en general, en los suelos de Villamediana, donde al haber mayores contenidos en caliza activa, podrían darse antagonismos Ca-K.

La razón por la cual P y K asimilables resultan elevados, especialmente en superficie, se debe a los aportes de fertilizantes que sistemáticamente se añaden al suelo con objeto de elevar la productividad agrícola de los mismos. Dada la variabilidad que muestran los valores de P y K, especialmente el primero, menos móvil en suelos básicos, ésta se asimila al diferente manejo que se hace del suelo debido a la excesiva parcelación de las explotaciones, como se pone de manifiesto en el trabajo de Andrades et al., (1993).

Este supuesto empleo de fertilizantes no entraña riesgos de salinidad, ya que, salvo para casos puntuales, los valores de conductividad son bajos en muestras superficiales y subsuperficiales.

Los valores medios de la relación entre la fracción asimilable de K y Mg (Tabla 1) y de Ca y Mg (Tabla 2) (determinados con acetato amónico) son respectivamente superiores a 0.5 y 10 por lo que se aconseja adición de Mg (bajo forma de sulfato) para evitar efectos antagonísticos, detectados en el área de estudio, como se indicó anteriormente.

A excepción del P y K asimilables, que por

su dependencia antrópica muestran gran variabilidad, las propiedades determinadas presentan valores muy homogéneos dentro del suelo. Circunstancia que se mantiene cuando se evalúan los niveles de capacidad de intercambio catiónico y de bases de cambio (Tabla 2). Los suelos presentan en general baja capacidad de cambio y valores de cationes de cambio muy parecidos; las mayores contribuciones se deben a los cationes divalentes.

La tabla de distribución de frecuencias (Tabla 3) indica un ascenso de número de muestras con valores de pH más altos en el sentido Albelda-Alberite-Villamediana; se acompaña de frecuencias mayores para valores más altos de carbonatos y caliza activa, por lo que incrementan los riesgos de clorosis férrica. Los suelos de Nalda muestran una distribución similar de valores de pH y carbonatos a los de Alberite, sin embargo, los valores de caliza activa son considerablemente más bajos.

Los niveles de materia orgánica presentan una distribución tendente a valores bajos y muy bajos para todos los suelos, a excepción de algunos de los perteneciente a Nalda y Alberite que llegan a alcanzar valores considerablemente más altos.

Estos bajos niveles de materia orgánica, hacen aconsejable la adición de algún fertilizante orgánico que mejoraría las condiciones químicas y biológicas de los suelos, así como la eficacia de la nutrición mineral y las condicio-

TABLA 2.: Valores medios de Na, K, Ca + Mg de cambio y capacidad de intercambio catiónica (cmol/kg), relaciones Ca/Mg en horizontes superficiales (1) y subsuperficiales (2) de los términos municipales estudiados.

	ALBELDA		ALBERITE		NALDA		VILLAMEDIANA	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Na	0	0	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2
K	1	0,9	0,6	0,5	0,7	0,6	0,6	0,4
Ca + Mg	9,1	9,3	12,6	12,2	10,7	10,9	12,7	10,9
CIC	10,1	10,2	13,3	12,9	11,5	11,6	13,5	11,5
Ca / Mg	4,4	16,5	11,2	10,9	28,5	16,1	9,4	8,1

TABLA 3.: Intervalos de medida y distribución de frecuencias (%) de las condiciones de fertilidad en horizontes superficiales (1) y subsuperficiales (2) de los términos municipales estudiados.

		ALBELDA		ALBERITE		NALDA		VILLAMEDIANA	
		1	2	1	2	1	2	1	2
<b>pH</b>	< 6.5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	6.5 - 7.5	9,4	9,4	0,0	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0
	7.5 - 8.5	90,6	88,7	100,0	83,3	100,0	100,0	73,5	64,7
	> 8.5	0,0	1,9	0,0	9,5	0,0	0,0	26,5	35,3
<b>M.O.</b>	< 1.0	24,5	45,3	23,8	35,7	16,7	28,6	32,4	67,7
	1.0 - 1.5	52,8	49,1	38,1	38,1	33,3	42,9	47,1	23,5
	1.5 - 2.0	20,8	5,7	19,1	21,4	25	19,1	17,7	2,9
	2.0 - 2.5	0,0	0,0	7,1	4,8	20,8	9,5	2,9	5,9
<b>C.E</b>	< 0.35	98,1	98,1	92,9	90,5	91,7	90,5	97,1	100
	> 0.35	1,9	1,9	7,1	9,5	8,3	9,5	2,9	0,0
<b>P</b>	< 15	7,6	18,9	31	52,4	25	33,3	70,6	82,4
	15 - 25	9,4	13,2	35,7	26,2	29,2	28,6	11,8	8,3
	> 25	83	67,9	33,3	21,4	45,8	38,1	17,7	8,3
<b>K</b>	< 156	17	28,3	26,1	40,5	16,7	47,6	38,2	64,7
	156 - 300	30,2	18,9	47,6	35,7	54,2	42,9	44,1	20,6
	> 300	52,8	52,8	26,3	23,8	29,2	9,5	17,7	17,7
<b>CaCO<sub>3</sub></b>	< 5.0	60,4	58,5	14,3	11,9	20,8	28,6	0,0	2,9
	5.0 - 10.0	28,3	32,1	21,4	26,2	37,5	28,6	11,8	11,8
	10.0 - 20.0	11,3	9,4	50	50	37,5	38	47	23,6
	20.0 - 40.0	0,0	0,0	14,3	11,9	4,2	4,8	41,2	58,8
	> 40.0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9
<b>Ca ac.</b>	< 6.0	100	96,2	64,3	62,7	95,8	95,2	35,3	32,4
	6.0 - 9.0	0,0	1,9	23,8	23,3	4,2	4,8	38,2	23,5
	> 9.0	0,0	1,9	11,9	14	0,0	0,0	26,5	44,1
<b>K/Mg</b>	< 0.2	1,9	3,8	4,8	19,1	0,0	0,0	17,7	32,4
	0.2 - 0.5	11,3	22,6	31	33,1	12,5	14,3	38,2	38,2
	> 0.5	86,8	73,6	64,2	47,8	87,5	85,7	44,1	29,4

nes físicas (estructura) perdidas por el uso. Este fertilizante debe provocar un ligero descenso de pH (para facilitar la asimilabilidad de los elementos) e incrementar la capacidad de cambio de los suelos. Debido a que no es una zona ganadera, el costo de los abonos animales resulta elevado, lo que explica la escasa aportación, que unido a la exhaustiva producción hace que sean suelos deficitarios en materia orgánica. La solución a este problema está en la adición de residuos vegetales (excedentes de envasados)

previamente digeridos que, al encontrarse próximos a la zona de aplicación, supondrían un aporte adicional de materia orgánica rentable. Igualmente, siguiendo las indicaciones de Guiberteau y Labrador (1991) sería conveniente aplicar a la superficie del suelo una pequeña capa de restos vegetales (compostados o en verde) como sistema protector del escaso humus existente, para evitar su degradación con las altas temperaturas estivales.

El compostaje se favorece con la adición de

ciertas sustancias orgánicas de origen animal (Labrador et al., 1993). A este respecto, si la adición se basa en purines de cerdo o gallinaza, se debe manejar con cuidado, con el fin de evitar riesgos de salinización, más probables en algunas zonas puntuales de Alberite y Nalda.

La zona de estudio presenta sólo en algunos puntos niveles relativamente altos de conductividad ( $> 0.35$  dS/m) que se debe a la influencia geológica de los yesos y al riego con aguas de manantiales afectados de salinidad. Aunque no se trata de un numeroso grupo de localizaciones, el hecho merece tenerse en cuenta por lo frecuente que resulta en zonas de clima mediterráneo (Aragües, 1994), incluida la zona del río Ebro (Herrero y Aragües, 1988; Royo y Aragües, 1991) y por la problemática que supone la salinidad para los cultivos (Pasternak, 1987). Los frutales son especialmente sensibles, ya que pueden reducir su producción hasta en un 50% con incrementos de salinidad que podrían ser tolerados por otros cultivos (Maas, 1985; Ayers y Wescot, 1985). Por lo que respecta a estos suelos, la salinidad no constituye aún un factor limitante de producción, pero es un factor de riesgo a considerar.

La aportación de materia orgánica a los suelos, aparte de otros efectos beneficiosos ya indicados, incrementa el sistema de poros y facilita el lavado (Aragües, 1994), así como la aireación de la zona radicular impedida por la alta concentración de iones Cl y Na (Dreu y Dikumwin, 1985).

La distribución de P y K asimilables presenta ciertas variaciones en suelo y subsuelo explicables por la influencia antrópica. Se observan frecuencias menores para altos contenidos a medida que incrementan los valores de pH, carbonatos y caliza activa. En el caso de P, el descenso de asimilabilidad se debe a la fijación de los fertilizantes fosforados en sustratos calizos (Masaguer et al., 1991). Para los suelos de Nalda el incremento en materia orgánica y descenso en caliza activa facilita la asimilabilidad de P y K. La contrapartida es que a medida que incrementa la asimilabilidad del

K, se experimenta una creciente carencia de Mg en los suelos. No obstante es necesario mantener altos los niveles de K asimilable porque favorecen la absorción de N, elemento para el cual los frutales son muy exigentes.

### CONCLUSIONES

Los suelos estudiados presentan, por lo general, condiciones físicas aptas para un buen rendimiento. Presentan pH básicos y contenidos medios en carbonatos (a excepción de Villamediana), por el contrario, los contenidos en caliza activa y los valores de conductividad son en su mayoría, bajos.

Los contenidos en P y K asimilables, salvo excepciones, son altos, por lo que los suelos necesitarán solo dosis de mantenimiento o un aporte adicional (en los suelos de Villamediana) aplicado preferentemente en profundidad, donde son más deficitarios. Igualmente, se considera necesaria una adición de sal magnésica.

Los suelos presentan baja capacidad de intercambio catiónica, pero están totalmente saturados.

Los bajos contenidos en materia orgánica y, presumiblemente, en N orgánico, aconsejan una importante incorporación de fertilizante orgánico de reacción ácida que mejore la capacidad de intercambio, la asimilabilidad de elementos y evite riesgos de salinización tan frecuentes en clima semiárido.

Puesto que se trata de un área eminentemente agrícola se aconseja la adición de residuos vegetales muy abundantes en la zona. Dada su excesiva parcelación y con objeto de rentabilizar más los cultivos, debería retornarse al uso de técnicas agrícolas tradicionales, aprovechando los recursos propios que, en un corto plazo, redundaría en mejoras en la calidad de los frutos, medio ambiente y nivel de vida en las explotaciones.

### BIBLIOGRAFÍA

Andrades, M.; Ballesta, R.J.; Carral, P. y

- Martínez, E. Evaluación paramétrica de los suelos del valle del Iregua (La Rioja). Problemática Geoambiental y desarrollo. Tomo II. pp. 543-552. R. Ortiz Silla (Ed). Murcia (España). (1993).
- Aragües, R. Agricultura sostenible: manejo y conservación de suelos en sistemas agrícolas sostenibles. Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos. Difusión restringida. (1994).
- Allers, A.D. and Westcot, D.W. Water quality for agriculture. Irrigation and drainage. Paper nº 29. F.A.O. Rome. 97 pp. (1985).
- Carlevaris, J.J.; de la Hora, J.L.; Rodríguez, J., y Serrano, F. La fertilidad de los principales suelos agrícolas de la zona oriental de la provincia de Ciudad Real: La Mancha y Campo de Montiel. Centro Ciencias Medioambientales. C.S.I.C. Madrid. 294 pp. (1992).
- Domínguez Vivancos, A. Tratado de fertilización. Mundi-Prensa. Madrid. 601 pp. (1989).
- Drew, M.C. and Dikumwin, E. Sodium exclusion from the shoots by roots of Zea mays (cv. LG 11) and its breakdown with oxygen deficiency. Journal of Experimental Botany, 36:55-62. (1985).
- F.A.O., (1990). Mapa mundial de suelos. Leyenda revisada. Roma.
- Gros A. y Domínguez Vivancos, A. Abonos. Guía práctica de la fertilización. Mundi-Prensa. Madrid. 450 pp. (1992).
- Guiberteau Cabanillas, A. y Labrador Moreno, J. Técnicas de cultivo en agricultura ecológica. Hojas divulgadoras 8/91. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 44 pp. (1991).
- Herrero, J. y Aragües, R. Suelos afectados por salinidad en Aragón. Surcos de Aragón, 9:5-11. (1988).
- Labrador Moreno, J. y Guiberteau Cabanillas, A. La agricultura ecológica. Hojas divulgadoras 11/90. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 31 pp. (1990).
- Labrador Moreno, J.; Guiberteau Cabanillas, A.; López Benítez, L. y Reyes Pablos, J.L. La materia orgánica en los sistemas agrícolas. Manejo y utilización. Hojas divulgadoras 3/93. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 44 pp. (1993).
- Maas, E.W. Crop tolerance to saline sprinkling water. Plant and Soil, 89:273-284. (1985).
- Masaguer, A.; Cadahita, C.; Saa, A. y Sarro, M. J. Influencia de la dosis de fósforo en la disolución de riego sobre cultivo de tomate en enarenado y condiciones salinas. Suelo y Planta, 1:203-214. (1991).
- Ministerio de Agricultura. Métodos oficiales de análisis: suelos y aguas. 1974. Madrid.
- Pasternak, D. Salt tolerance and crop production a comprehensive approach. Annual Review Phitopathology, 25:271-291. (1987).
- Royo, A. y Aragües, R. Efectos de la salinidad sobre las plantas: tolerancia, manejo agronómico, genética y mejora. Departamento de Agricultura, Ganadería y Montes. Diputación General de Aragón. Zaragoza. 59 pp. (1991).
- Soil Conservation Service: Soil Survey Laboratory Methods and Procedures for Collecting Soil Samples. U.S.D.A., S.S.I.R.I., Washington. 72 pp. (1972).