



COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA ALCACHOFA DE TUDELA A LO LARGO DE SU DESARROLLO

CAVERO, R. Y.*; MARCO, R.*; LÓPEZ, M. L.* y ECHEVERRÍA, A.**

*Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias, Universidad de Navarra, 31080 Pamplona, España.

**Servicio de Agricultura y Ganadería, Laboratorio Agrario, Gobierno de Navarra, Villava, España.

RESUMEN

CAVERO, R. Y.; MARCO, R.; LÓPEZ, M. L. y ECHEVERRÍA, A. (1997). Composición química de la Alcachofa de Tudela a lo largo de su desarrollo. *Publ. Bio. Univ. Navarra, Ser. Bot.*, 10: 67-77.

En el presente trabajo se ha estudiado la composición química -K, N, Ca, P, Mg, Fe, Mn, Zn y Cu- de la planta entera de alcachofa de Tudela, a lo largo de todas las fases de su ciclo vital, cultivada sobre suelo agrícola, en dos parcelas distintas. Así mismo, se han realizado dos análisis completos de los suelos de ambas parcelas. Con este estudio se pretende adquirir un conocimiento básico que pueda servir de comparación en otros estudios aplicados con vistas a la denominación de calidad. Se ha observado que cerca del 55% de variación de la diversidad del conjunto de los contenidos en elementos a lo largo del ciclo vital, queda explicada por N, P, Zn y Cu, y un 29% por Mn, Ca y K; el Mg y Fe tienen comportamiento diferente en las plantas de las distintas parcelas. Y además que, existe una gran similitud en las concentraciones de los 9 elementos en las distintas alcachofas.

Palabras clave: Elementos químicos, alcachofa de Tudela, estadios de desarrollo.



SUMMARY

CAVERO, R. Y.; MARCO, R.; LÓPEZ, M. L. y ECHEVERRÍA, A. (1997). Chemical Composition of Tudela Artichoke alongside its development. *Publ. Bio. Univ. Navarra, Ser. Bot.*, 10: 67-77.

The aim of this paper was to study the chemical composition -K, N, Ca, P, Mg, Fe, Mn, Zn y Cu- of the whole Tudela artichoke plant throughout its development; our artichoke were cultivated on agricultural soil on two different plots. One soil sample from each plot was also fully analysed. This basic study may aid in quality denomination comparative studies. 55% of total variation is due to N, P, Zn and Cu, and 29% to Mn, Ca and K; Mg and Fe have a different behaviour of plant from each plot. The artichokes have a similar behaviour of the elemental concentrations.

Key words: Chemical elements, Tudela artichoke, development states.

INTRODUCCIÓN

Desde muy antiguo los agricultores de algunas localidades de la Ribera de Navarra -Cabanillas, Cortes, Fontellas, Fustiñana y Tudela- cultivan y seleccionan una planta de alcachofa de características distintas al resto: planta de producción precoz y elevada productividad debido a la homogeneidad del material, de inflorescencia redondeada sin pinchos en las brácteas, con orificio circular en la parte superior y carente de pelos en su interior. La calidad del producto y la gran demanda exterior de plántones ha llevado a que en 1987 algunos agricultores de estas cinco localidades ribereñas solicitasen que fuera creada la Denominación de Calidad "Alcachofa de Tudela" para proteger, fomentar y controlar este producto. El Consejero de Agricultura, Ganadería y Montes considerando que la alcachofa de Tudela "es un producto tradicional de Navarra, de calidad reconocida, con demanda diferenciada, que se distingue del de otras procedencias tanto morfológica como organolépticamente, así como por la forma de presentación al comercio" crea la Denominación navarra de Calidad "Alcachofa de Tudela" y su Consejo Regulador Provisional (BON, nº 131, 1987). En 1988 la Denominación entra en vigor (BON, nº 34, 1988); dado que la Denominación de Calidad no ampara la producción de planta, objetivo primordial de los agricultores de la zona, éstos se constituyen en Asociación de Productores de Alcachofa y Planta de Alcachofa Blanca de Tudela; esta asociación actúa como ejecutora de las normas que dicta el Consejo de la Denominación de Calidad y confecciona sus propias normas en lo referente a la producción y comercialización de la planta (DENOMINACIÓN DE CALIDAD ALCACHOFA DE TUDELA, 1990).

Como parte de estas acciones el Instituto Técnico y de Gestión Agrícola -ITGA- emprende diversos estudios sobre la alcachofa (LIZAR, 1985 y 1987;

MACÚA *et al.*, 1991) encaminados a la selección de la planta, y a la orientación y ayuda a los agricultores sobre las prácticas agrícolas a emplear para este cultivo.

Por otra parte, debido al interés en el conocimiento del catastro de los elementos químicos en ecosistemas y siguiendo la línea de investigación de aplicación de estos análisis a productos hortícolas de interés para Navarra (CAVERO y LÓPEZ, 1993; CAVERO *et al.*, 1992, 1993a y 1993b) hemos realizado el estudio elemental de este producto desde el punto de vista biológico, es decir, en todas las fases de su ciclo vital, con objeto de contribuir a un mejor conocimiento de la alcachofa de Tudela que pueda ser útil para posteriores comparaciones en otros estudios aplicados con vistas a la denominación de calidad.

Pocos autores estudian la composición elemental de la alcachofa: algunos lo hacen con el fin de conocer las necesidades y efectos de la fertilización; otros, lo enfocan a desórdenes nutritivos; y por último, otros autores, la relacionan con temas de contaminación. En cuanto a los estudios de fertilización: MAGNIFICO & LATTANZIO (1967) estudian distintas concentraciones de Na, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn y Zn en planta entera de alcachofa, a partir de su brotación, para obtener datos sobre las necesidades del abonado a lo largo del ciclo de la planta.

GERAKIS & HONMA (1968) muestran interés por la respuesta de la alcachofa a varios niveles nutricionales y a la fertilización con N, P, K con el fin de obtener información preliminar de las concentraciones de N, P, K, Ca, Mg, Mn y Fe en las hojas de las plantas crecidas en distintos medios nutricionales en invernadero, probar distintas técnicas de muestreo de hojas e investigar la respuesta de la alcachofa cultivada en campo a la fertilización con N, P, K.

MOULINIER (1980) estudia las concentraciones de N, P₂O₅, K₂O, Ca y Mg en los distintos estadios de la planta entera cultivada en campo de cultivo y muestreada a lo largo de su desarrollo, para conocer el ritmo de la absorción de dichos elementos y determinar la cantidad y época del abonado.

Respecto a los estudios de la composición elemental enfocada a desórdenes nutritivos: FRANCOIS *et al.* (1991) estudian las concentraciones de Ca, Na, Mg y K en hojas de plantas de alcachofa sometidas a varios gradientes de salinidad, para conocer el efecto de la salinidad sobre la deficiencia en Ca.

En cuanto a temas de contaminación: TORIJA y MARTÍNEZ (1982) estudiaron el plomo y el cadmio como contaminantes en hortalizas frescas procedentes del mercado.

Nuestro objetivo es conocer la composición química de la planta entera de alcachofa de Tudela, analizada a lo largo de su ciclo vital, es decir, en siete etapas

significativas del mismo, desde zueca hasta nueva zueca para plantación, desarrollada en las condiciones ordinarias de cultivo, sobre suelo agrícola y al aire libre; así como la de las inflorescencias -cogotes- recolectadas en tres épocas distintas del ciclo. Pretendemos realizar el catastro de las concentraciones de los elementos químicos en la alcachofa y conocer la evolución de las concentraciones elementales a lo largo del ciclo vital. En este trabajo damos a conocer los resultados de nueve elementos químicos analizados por espectrofotometría, método Kjeldahl y absorción atómica en el Laboratorio Agrario del Gobierno de Navarra.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material estudiado ha sido plantas enteras de alcachofa de Tudela muestreadas a lo largo de siete etapas de su ciclo vital -Tabla 1-: 1, zuecas; 2, planta tomada, es decir, que ha iniciado el crecimiento tras el transplante; 3, planta en primera brotación; 4, planta en estadio de roseta; 5, planta en segunda brotación; 6, planta en plena producción; y 7, zuecas. La etapa 1 en Cadreita, las etapas 2 a 7 de dos parcelas distintas, una en Cadreita y otra en Tudela. Así como, "cogotes" de alcachofas -inflorescencias con unos 20 cm de pedúnculo- muestreados en tres momentos diferentes de la producción.

La recogida del material vegetal se ha realizado en las fechas y estadio fenológico indicado en la Tabla 1 -las letras de la derecha hacen referencia a las columnas en que aparecen los datos de concentración en la tabla de resultados-.

Tabla 1.- Protocolo de muestreo de las plantas e inflorescencias de alcachofa.

Estadio	Fecha	Número de muestras	Estadio fenológico	Muestra
1	06-07-199	3	Zuecas	A
2	30-08-199	3	Plantas tomadas	B
3	30-10-199	1	Planta en primera brotación	C
4	31-12-199	1	Planta en estadio de roseta	D
5	28-02-199	1	Planta en segunda brotación	E
6	02-05-199	12	Alcachofas primeras	H
		1	Planta en plena producción	F
7	14-06-199	12	Alcachofas de planta en plena producción	I
		12	Alcachofas de última producción	J
7	08-07-199	3	Zuecas	G

Así mismo se han recogido, en ambas parcelas, muestras de suelo antes del abonado.

En total, se han muestreado diecinueve muestras vegetales y dos muestras de suelo. En cada muestra vegetal se ha determinado la concentración de nueve

elementos: K, N, Ca, P, Mg, Fe, Mn, Zn y Cu; en cada suelo se ha realizado un análisis edafológico completo.


A lo largo del cultivo, las parcelas se han abonado y tratado fitosanitariamente siguiendo los criterios que el ITGA utiliza y aconseja a los agricultores -Tabla 2-.

Tabla 2: Abonados y tratamientos fitosanitarios por parcelas.

Fecha	Tratamientos y abonados	
	Cadreita	Tudela
11-07-90	Estiercol	
17-07-90	Abonado de fondo: NPK	
09-08-90	Hormona de enraizamiento (Trotis)	Abonado de fondo: NPK
16-08-90	Herbicida (Gesagard)	
22-09-90	Abonado de cobertera: nitrato	
03-10-90		Insecticida (Dursbán) y fungicida (Nimrod)
10-10-90	Fungicida (Topas), insecticida (Cronetón) y mojanete	
20-11-90	Fungicida (Bayfolam)	
16-02-91	Abonado de cobertera: nitrato, fungicida (Peltar) e insecticida (Zolone)	
04-03-91		Insecticida (Decís)
12-03-91	Insecticida (Decís) y fungicida (Topas)	
02-04-91	Insecticida (Decís) y fungicida (Topas)	Abonado de cobertera: nitrato e insecticida (Decís)
25-04-91	Abonado de cobertera: nitrato	
01-05-91		Abonado de cobertera: nitrato
08-06-91	Insecticida (Decís)	

Nota: incluimos entre paréntesis el nombre comercial del fitosanitario utilizado.

Las muestras vegetales han sido recogidas a mano cuidando de no romper el rizoma ni las raíces. Cada muestra se ha lavado y fragmentado también a mano; posteriormente se ha secado en una estufa a 85°C durante 48 horas. Los tallos gruesos han tenido que ser troceados utilizando una pequeña sierra metálica debido a las dificultades surgidas a la hora de introducir las muestras en el molino de aros de tungsteno para ser molturadas. El polvo obtenido se ha vuelto a secar a 85 °C hasta peso constante.



Para la mineralización de las muestras y determinación de las concentraciones elementales se ha seguido el protocolo utilizado en CAVERO *et al.*, 1992; así, la mineralización de las muestras vegetales se realizó por vía seca; las cenizas fueron atacadas con ClH; el P determinado espectrofotométricamente; el K por fotometría de llama; el N por método Kjeldahl; el Ca, Mg, Fe, Mn, Cu y Zn por absorción atómica.

Para los análisis completos de suelos se han seguido los métodos oficiales de análisis, así la determinación de P asimilable se ha realizado por el método Olsen, y analizado por fotolorimetría; el Ca, Mg, Na y K de cambio se han extraído en solución de acetato amónico y determinado por absorción atómica -Ca y Mg- y fotometría de llama -Na y K-, CAVERO *et al.*, 1992.

Los datos se han analizado mediante estadística descriptiva -media y CV- y análisis de componentes principales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis para las muestras de alcachofas correspondientes a la Tabla 1 se dan en la Tabla 3. En ella se observa que atendiendo a las medias del ciclo vital, la mayor concentración elemental corresponde al K, seguida de N, Ca, P y Mg; en cuanto a los microelementos, el de mayor concentración es el Fe, seguido de Mn, Zn y Cu; concentraciones algo superiores en Fe, Zn y Cu y menores en Mn a las dadas en LOUE (1988).

Por etapas, la concentración mínima de K, N, Ca, P, Mg y Mn -seis de nueve elementos- aparece en las zuecas -estadio A y G, Tabla 3-, y la máxima de K, N, Ca, P y Mg -cinco de nueve elementos- en planta en primera brotación -estadio C-.

Analizando las concentraciones elementales en las alcachofas -H, I, J, Tabla 3- observamos que la máxima concentración de K, N, Ca, P, Fe, Mn y Zn -siete de nueve elementos- aparece en las primeras alcachofas -H-; y la mínima concentración en K, N, Ca, P, Fe, Mn y Zn -siete de nueve elementos- en las últimas alcachofas -J-.



Tabla 3: Resultados obtenidos en las muestras vegetales analizadas.

			Datos															
			Ciclo vital								Inflorescencias							
Unid	Ele	Parcela	A	B	C	D	E	F	G	media	%CV	H	I	J	media	%CV		
%	K	Cadreita	1,43	1,42	4,62	2,95	2,95	3,00	1,10	2,50	46,48	3,93	3,37	2,74	3,35	14,52		
		Tudela	1,43	1,23	5,06	3,26	3,00	2,69	1,08	2,54	52,03	3,76	3,08	2,61	3,15	14,99		
		Media	1,43	1,33	4,84	3,11	2,98	2,85	1,09	2,52	49,14	3,85	3,23	2,68	3,25	14,71		
	N	Cadreita	1,20	1,70	2,86	2,67	2,49	2,07	1,28	2,04	32,73	3,80	3,11	2,06	2,99	29,30		
		Tudela	1,20	1,64	3,01	2,71	2,51	1,60	1,33	2,00	36,30	3,70	2,87	2,04	2,87	28,92		
		Media	1,20	1,67	2,93	2,69	2,50	1,84	1,31	2,02	34,54	3,75	2,99	2,05	2,93	29,11		
	Ca	Cadreita	1,00	1,57	1,89	1,71	1,59	1,42	0,65	1,40	28,53	0,60	0,43	0,21	0,41	38,63		
		Tudela	1,00	1,36	1,94	1,69	1,40	1,36	0,83	1,37	25,56	0,54	0,33	0,28	0,38	29,39		
		Media	1,00	1,47	1,92	1,70	1,50	1,39	0,74	1,39	26,75	0,57	0,38	0,25	0,48	20,00		
	P	Cadreita	0,19	0,21	0,32	0,28	0,24	0,22	0,21	0,24	17,84	0,64	0,52	0,33	0,50	25,70		
		Tudela	0,19	0,24	0,42	0,33	0,30	0,23	0,21	0,27	27,34	0,61	0,50	0,37	0,49	19,88		
		Media	0,19	0,23	0,37	0,31	0,27	0,23	0,21	0,26	22,83	0,63	0,51	0,35	0,50	22,78		
	Mg	Cadreita	0,15	0,24	0,30	0,23	0,21	0,21	0,12	0,21	26,31	0,24	0,27	0,23	0,25	6,89		
		Tudela	0,15	0,20	0,29	0,22	0,20	0,17	0,16	0,20	22,10	0,23	0,25	0,27	0,25	6,53		
		Media	0,15	0,22	0,30	0,23	0,21	0,19	0,14	0,20	23,62	0,24	0,26	0,25	0,25	4,14		
	ppm	Fe	Cadreita	529	606	448	710	515	258	711	539,57	27,24	45	37	27	36,33	20,27	
			Tudela	529	539	637	459	448	277	351	462,86	24,19	58	57	27	47,33	30,39	
			Media	529	573	543	585	482	268	531	501,29	20,01	52	47	27	42,00	25,72	
Mn		Cadreita	25	44	39	44	38	29	21	34,29	25,03	22	22	16	20,00	14,14		
		Tudela	25	36	51	43	35	23	21	33,43	30,83	22	20	16	19,33	12,90		
		Media	25	40	45	44	37	26	21	33,86	26,59	22	21	16	19,67	13,35		
Zn		Cadreita	24	28	25	30	32	19	24	26,00	15,52	48	39	34	40,33	14,36		
		Tudela	24	33	28	23	23	16	18	23,57	22,55	40	38	34	37,33	16,68		
		Media	24	31	27	21	28	18	21	24,79	16,28	44	39	34	38,83	10,53		
Cu		Cadreita	27	39	14	23	10	7	16	19,43	52,84	7	5	7	6,33	14,89		
		Tudela	27	28	15	11	13	7	11	16,00	47,60	3	5	3	3,67	25,71		
		Media	27	34	15	17	12	7	14	17,71	48,53	5	5	5	5,00	10,00		

Los datos de las nueve variables -concentraciones de K, N, Ca, P, Mg, Fe, Mn, Zn y Cu- en las diez etapas o productos del ciclo vital correspondientes a cada parcela -ciento ochenta resultados en total- se han sometido al análisis de Componentes Principales. La media de la variación en las concentraciones elementales a lo largo del ciclo de cultivo explicada por los dos primeros componentes es de 83,79%; el primer componente -Tabla 4- se apoya sobre el P, N, Zn y Cu; el segundo componente, de importancia una vez y media menor que el

primero, está dominado por los contenidos en Mn, Ca y K. El Mg y Fe tienen un comportamiento diferente en las plantas de las distintas parcelas. Respecto a los dos primeros componentes los diez estadios se distribuyen de la siguiente forma -Tabla 5-: en el primer cuadrante, planta tomada -estadio B-, planta en estadio de roseta -estadio D- y planta en segunda brotación -estadio E-; en el segundo cuadrante, planta en primera brotación -estadio C-; en el tercer cuadrante, alcachofas -H, I y J-; y en el cuarto y último cuadrante, zuecas -estadios A y G- y planta en plena producción -estadio F-.

Tabla 4: Pesos de los elementos en las dos primeras componentes.

	CADREITA		TUDELA	
	1	2	1	2
K	0,34	0,35	0,30	0,40
N	0,39	0,28	0,39	0,27
Ca	-0,22	0,52	-0,24	0,47
P	0,42	0,00	0,45	0,10
Mg	0,26	0,43	0,35	0,26
Fe	-0,39	0,16	-0,34	0,37
Mn	-0,20	0,54	-0,11	0,55
Zn	0,37	-0,03	0,36	-0,03
Cu	-0,34	0,14	-0,35	0,13
VAR	54,51	28,74	50,86	33,47
VARA	54,51	83,25	50,86	84,33

Tabla 5: Coordenadas de los distintos estadios en los dos primeros componentes

	CADREITA		TUDELA	
	1	2	1	2
A	-2,31	-1,48	-2,74	-0,94
B	-2,45	1,09	-1,96	0,29
C	0,49	2,60	0,63	3,79
D	-1,02	1,80	-0,37	1,73
E	-0,40	0,87	-0,64	0,83
F	-0,51	-0,02	-1,27	-0,75
G	-2,18	-2,34	-1,87	-1,79
H	3,91	-0,18	3,54	-0,35
I	2,97	-0,49	2,72	-1,05
J	1,49	-1,85	1,95	-1,76

Respecto a los suelos, el régimen hídrico del suelo de ambas parcelas es Arídico (IÑIGUEZ *et al.*, 1982 y 1987). El suelo de la parcela de Cadreita es Torrifluent xérico según IÑIGUEZ *et al.*, 1982; tiene una textura franco-limosa -Tabla 6- según el sistema U.S.D.A. El suelo de la parcela de Tudela es Camborthid (IÑIGUEZ *et al.*, 1987); tiene una textura franco-arenosa -Tabla 6- según el sistema U.S.D.A. y un ligero carácter salino. Ambos suelos son ricos en carbonatos.



Tabla 6: Resultados obtenidos en los análisis completos de suelo

ANALISIS FISICO	CADREITA	TUDELA
Humedad %:	0,83	0,99
Arena gruesa % (2-0,2 mm):	1,36	13,83
Arena fina % (0,2-0,05 mm):	25,62	39,40
Arena m/fina % (0,05-0,02 mm):	25,80	14,89
Limo % (0,02-0,002 mm):	33,62	15,94
Arcilla % (<0,002 mm):	13,60	15,94
ANALISIS QUIMICO		
Caliza total (%CO ₃ Ca):	34,90	20,80
Caliza activa (% CO ₃ Ca):	10,17	10,53
Mat, orgán,oxid, %:	1,41	1,62
Nitrogeno t, (% N):	1,04	1,15
Fósforo asim, (ppm P):	14,00	48,00
Potasio asim, (ppm K):	110,00	224,00
Relación C/N:	7,88	8,17
pH (en agua,1:2,5):	8,23	8,04
pH (en KCl 0,1 M,1:2,5):	7,71	7,63
Conduc,(1:1. mmhos/cm):	0,76	1,19
ANALISIS DEL EXTRACTO DE SATURACION		
Capac,de saturac,(ml/100gr.):	34,33	33,33
Sulfatos (meq/l de S04=):	9,72	20,77
Cloruros (meq/l de Cl-):	6,88	8,38
Carbonatos (meq/l de CO ₃ =):	0,00	0,00
Bicarbonatos (meq/l de CO ₃ H-):	4,70	5,10
Calcio (meq/l de Ca):	11,16	22,95
Magnesio (meq/l de Mg):	3,95	5,01
Sodio (meq/l de Na):	5,87	5,65
Potasio (meq/l de K):	0,32	0,64
R.A.S.:	2,14	1,51
pH:	8,25	8,10
Conductividad (mmhos/cm):	1,69	2,82
CAPACIDAD DE CAMBIO		
Total (meq/100gr):	9,60	11,53
Calcio camb. (meq/100gr):	9,71	11,65
Magnesio camb. (meq/100gr):	0,99	0,97
Sodio camb. (meq/100gr):	0,37	0,33
Potasio camb. (meq/100gr):	0,21	0,44

CONCLUSIONES

La variación de las concentraciones de los nueve elementos a lo largo de diez momentos significativos del ciclo vital de la alcachofa de Tudela, cultivada en dos


parcelas, queda explicada en un 55% por los contenidos en N, P, Zn y Cu, y en un 29% por los de Mn, Ca y K; el Mg y Fe tienen comportamiento diferente en las plantas de las distintas parcelas. Se observa una gran similitud en las concentraciones de los nueve elementos en las distintas alcachofas.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento al Instituto Técnico y de Gestión Agrícola -ITGA- que nos ha proporcionado las parcelas de huerta con los cuidados culturales adecuados, así como las muestras de planta y de suelo; a Rosa Val del Departamento de Edafología que nos ha asesorado en la interpretación de los datos de suelo.

BIBLIOGRAFÍA

- BOLETÍN OFICIAL DE NAVARRA (1987). Denominación navarra de Calidad "Alcachofa de Tudela" y su Consejo Provisional. *B.O.N.*, nº 131: 2.826.
- BOLETÍN OFICIAL DE NAVARRA (1988). Reglamento de la Denominación de Calidad "Alcachofa de Tudela". *B.O.N.*, nº 34: 828-830.
- CAVERO, R. Y. y LÓPEZ, M. L. (1993). Contenido y evolución de 68 elementos químicos en el sistema planta-suelo del cultivo del pimiento "Piquillo de Lodosa" en Navarra. *Publ. Bio. Univ. Navarra, Ser. Bot.*, 9: 1-252..
- CAVERO, R. Y.; ECHEVERRÍA, A.; IRIBARREN, F. y LÓPEZ, M. L. (1992). Contenido y evolución de 9 elementos químicos en pimiento del Piquillo a lo largo de su desarrollo. *Suelo y Planta*, 2: 231-242.
- CAVERO, R. Y.; BAUCCELLS, M.; LÓPEZ, M. L. y ROURA, M. (1993a). Contenido y evolución de 7 elementos químicos en el pimiento Piquillo de Lodosa a lo largo de su desarrollo y de 26 en el suelo de cultivo por FRX. *Príncipe de Viana, supl. Ciencias*, 13: 27-36.
- CAVERO, R. Y.; LÓPEZ, M. L. y MARCO, R. (1993b). Singularidad química de la fase multiplicadora-diseminadora de Espermafitas: pimiento Piquillo de Lodosa. *Actas de las Jornadas conmemorativas del Prof. Rosa España*. Burgos. 189-193.
- DENOMINACIÓN DE CALIDAD ALCACHOFA DE TUDELA (1990). El corazón de la huerta. *Navarra Agraria*, Nº52: 111-115.
- FRANCOIS, O.; DONOVAN, T. J. & MAAS, E. V. (1991). Calcium deficiency of Artichoke Buds in relation to Salinity. *HortScience* 26 (5): 549-553.

- 
- GERAKIS, P. A. & HONMA, S. (1968). Response of Globe artichoke (*Cynara scolymus* L.) to various nutritional environment in solution culture and to N, P and K fertilizer in organic soil. *Soil Science*, 4: 290-295.
- ÍÑIGUEZ, J.; SÁNCHEZ-CARPINTERO, I.; MUNILLA, C.; ROMERO, A. y VAL, R. (1982). *Mapa de suelos de Navarra*. E. 1: 50.000. Hoja 244-Alfaro. Príncipe de Viana, supl. Ciencias, 2:223-262.
- ÍÑIGUEZ, J.; VAL, R.; SÁNCHEZ-CARPINTERO, I.; VIDAL, M.; ARRIBITA, F. J.; GARJÓN, M. S. y VITORIA, G. (1987). *Mapa de suelos de Navarra*. E. 1: 50.000. Hoja 282-Tudela, Hoja 281-Cervera. Hoja 320-Tarazona. Departamento de Edafología. Universidad de Navarra. 59 pp.
- LIZAR, B. (1985). La producción de planta de alcachofa. *Navarra Agraria*, 5: 11-14.
- LIZAR, B. (1987). Alcachofa en Navarra. *Navarra Agraria*, 28: 25-51.
- LOUE, A. (1988). *Los microelementos en agricultura*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 354 pp.
- MACUA, J. I.; ARCE, P. y LÓPEZ, B. (1991). Multiplicación de la alcachofa en el Valle Medio del Ebro. *Navarra Agraria*, 5: 11-14.
- MAGNIFICO, V. & LATTANZIO, V. (1967). *Ritmo di asportazione di elementi nutritivi (Na, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn) nelle diverse fasi di ciclo culturale di una carciofaia*. Bari. Ed. Minerva medica.
- MOULINIER, H. (1980). Appreciation des besoins en engrais de l'artichaut. *Comptes rendus des Seances de l'Academie d'Agriculture de France*, 66(6): 527-531.
- TORIJA, M. E. y MARTÍNEZ, M. C. (1982). Plomo y Cadmio como contaminantes de hortalizas en fresco. *An. Bromatol.* 34 (1): 71-80.