

EVOLUCION DE LA FERTILIDAD DEL SUELO Y RESPUESTA DE LOS CULTIVOS

En la Información Técnica **8/94**, se daba a conocer los resultados de los ensayos plurianuales sobre maíz realizados durante cuatro campañas en Alagón, Urrea de Gaén y Valsalada, con distintas combinaciones de nitrógeno, fósforo y potasa, y en la **57/98** se estudiaba la respuesta de las habas sobre estos suelos que habían recibido distintas dosis de los mismos fertilizantes.

En esta Información pretendemos resumir los resultados obtenidos en **Alagón** (Zaragoza) en cada una de las **9 cosechas** habidas desde que se inició el ensayo, así como las **7 cosechas** que hubo en **Urrea de Gaén** (Teruel). El planteamiento siempre fue el diseño experimental en bloques al azar con tres repeticiones, sobre parcelas de 90 metros cuadrados (15 x 6) y repitiendo el mismo abonado en cada una de las parcelas año tras año.

Al mismo tiempo se estudia los resultados de las dos cosechas de trigo que hubo en cada una de las localidades a lo largo de la duración del ensayo, así como la evolución del suelo con las diferentes dosis de fertilizantes.

El cultivo del girasol en Alagón, cultivado por temor a escasez de agua ese año, no recibió abonado alguno. En el cultivo de las habas, no se echó abonado de cobertera, y cuando se sembró trigo no se hizo ningún aporte en sementera. En cobertera, todas las variantes se abonaron con la misma dosis (100 kg/ha de nitrógeno).

Para mejor comprensión de esta información indicamos el siguiente índice:

Cuadro nº 1	Abonado de las distintas variantes en el maíz y las habas.	p. 2
Cuadros nº 2, 3, 4 y 5	Distribución anual de los cultivos, rendimientos y efectos productivos individuales en maíz	pp. 2 y 3
Cuadros nº 6, 7 y 8	Resultados económicos de la rotación (valor de las cosechas menos valor de los fertilizantes).	pp. 4 a 7
Cuadro nº 9 al 13	Respuestas de la fertilidad en el trigo.	pp. 7 a 9
Cuadro nº 14	Evolución del suelo.	pp. 9 a 12



Mazorcas de maíz con dosis de abonado 1-1-1

En los cuadros n° 2 y 4, se relaciona la producción en kg/ha, obtenida cada uno de los años. En el caso del maíz son producciones grano a 14 grados de humedad, y en el del girasol a 9°. El año 1992, en Alagón el maíz sufrió los daños de un fuerte pedrisco, por lo que ese año no se tiene en cuenta a efecto de las medias.

Cuadro n° 1. Dosis de nitrógeno (N), fósforo (P₂O₅) y potasio (K₂O) aportados en cada una de las combinaciones ensayadas, en Unidades Fertilizantes (kg/ha de cada elemento)

Dosis	MAIZ							HABAS		
	Siembra			Cobert	Total			Siembra		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0-0-0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0-1-1	0	125	150	0	0	125	150	0	50	100
0-2-2	0	250	300	0	0	250	300	0	100	200
1-0-1	83	0	150	167	250	0	150	30	0	100
1-1-0	83	125	0	167	250	125	0	30	50	0
1-1-1	83	125	150	167	250	125	150	30	50	100
1-1-2	83	125	300	167	250	125	300	30	50	200
1-2-1	83	250	150	167	250	250	150	30	100	100
1-2-2	83	250	300	167	250	250	300	30	100	200
2-0-2	166	0	300	334	500	0	300	60	0	200
2-1-1	166	125	150	334	500	125	150	60	50	100
2-1-2	166	125	300	334	500	125	300	60	50	200
2-2-0	166	250	0	334	500	250	0	60	100	0
2-2-1	166	250	150	334	500	250	150	60	100	100
2-2-2	166	250	300	334	500	250	300	60	100	200

Cuadro n° 2. Alagón. Producción de las combinaciones ensayadas (kg/ha)

Años y dosis	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Indices medios	
	Maíz	Girasol	Maíz	Maíz	Trigo	Habas	Maíz	Maíz	Trigo	Maíz*	Trigo*
0-0-0	5.622	3.170	5.198	3.280	5.948	5.110	7.485	7.277	5.303	100	100
0-1-1	3.318	3.123	4.694	3.291	6.155	4.889	8.054	7.485	5.384	92	103
0-2-2	4.832	3.257	4.707	3.239	6.348	5.111	7.844	7.467	5.316	97	104
1-0-1	11.146	2.897	11.096	5.878	6.192	5.229	10.907	15.032	5.695	188	106
1-1-0	11.806	2.946	11.738	5.844	6.362	5.185	10.668	15.038	6.106	193	111
1-1-1	12.190	3.035	11.210	5.864	6.340	6.000	11.436	14.901	5.974	194	109
1-1-2	9.915	3.114	10.826	5.481	6.207	5.926	11.259	14.833	5.772	186	106
1-2-1	11.513	2.922	10.992	6.390	6.200	5.926	10.443	15.036	6.138	187	110
1-2-2	11.218	3.036	11.093	5.816	6.400	5.259	11.265	13.911	6.033	185	111
2-0-2	11.305	2.721	11.557	5.876	6.637	5.555	10.652	14.218	5.776	186	110
2-1-1	11.164	3.324	11.852	5.602	6.103	4.833	11.306	15.002	5.987	193	107
2-1-2	11.615	2.924	11.510	6.111	6.614	6.000	10.567	15.174	6.067	191	113
2-2-0	11.628	3.247	11.801	6.106	6.555	5.629	11.014	14.613	6.133	192	113
2-2-1	11.510	3.206	11.309	5.259	6.681	5.852	11.345	14.324	6.154	189	114
2-2-2	11.844	2.642	11.791	5.898	6.407	5.481	10.756	14.966	6.057	193	111
Media	10.041	3.038	10.092	5.329	6.343	5.466	10.333	13.285	5.860		
Coef. var.	-	13,11	4,89	8,47	4,57	8,95	7,05	4,42	3,16		
Mín.d.s.	-	666	822	751	334	814	1.212	978	213		
Plantas/ha	-	62.900	-	67.000	-	-	57.500	62.500	-		
Coef.var.	-	5,87	-	4,65	-	-	7,27	5,75	-		

* En el caso del maíz. Valor 100 = 6.396. En el caso del trigo. Valor 100 = 5.625

Cuadro nº 3. Efectos productivos individuales en MAIZ. Alagón. kg/ha.

Elemento	Dosis	Cosecha 1989		Cosecha 1991		Cosecha 1995		Cosecha 1996		Media	
		kg/ha	Test índice	kg/ha	Indice						
Nitrógeno	0	4.591	100	4.867	100	7.795	100	7.409	100	6.165	100
	250	11.298	246	11.159	229	10.997	141	14.792	200	12.062	196
	500	11.511	251	11.637	239	10.040	129	14.717	199	12.201	198
Fósforo	0	9.358	100	9.284	100	9.682	100	12.175	100	10.125	100
	125	10.001	107	10.284	111	10.549	109	13.739	113	11.149	110
	250	10.424	111	10.305	111	10.445	108	13.386	110	11.134	110
Potasio	0	9.685	100	9.579	100	9.723	100	12.309	100	10.324	100
	150	10.140	105	10.193	106	10.582	109	13.630	111	11.136	108
	300	10.122	105	10.248	107	10.391	107	13.428	109	11.047	107

Cuadro nº 4. Urrea de Gaén. Producción de las combinaciones ensayadas (kg/ha).

Años y dosis	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	Indices medios	
	Maíz	Maíz	Maíz	Maíz	Trigo	Habas	Trigo	Maíz*	Trigo*
0-0-0	6.138	5.937	5.550	4.571	3.933	2.516	2.920	100	100
0-1-1	6.200	6.041	5.817	5.456	5.659	3.821	3.301	106	131
0-2-2	7.769	8.897	7.360	6.430	6.066	5.432	3.682	137	142
1-0-1	9.744	9.828	6.465	7.085	4.037	2.471	3.238	149	106
1-1-0	9.505	10.027	7.771	8.612	5.496	3.310	3.460	162	131
1-1-1	10.069	9.880	7.454	8.681	5.592	4.593	3.666	163	135
1-1-2	9.810	10.454	8.466	8.912	5.325	4.517	3.690	170	131
1-2-1	10.272	10.567	8.040	8.994	6.392	5.618	3.690	171	147
1-2-2	9.837	10.298	7.950	8.987	6.481	4.919	3.595	167	147
2-0-2	9.364	8.545	6.541	7.228	4.348	3.140	3.095	143	109
2-1-1	9.026	9.593	6.930	8.159	5.696	3.721	3.420	152	133
2-1-2	10.527	10.306	7.711	8.052	6.014	4.814	3.460	165	138
2-2-0	9.614	10.087	7.724	8.334	6.481	5.017	3.531	161	146
2-2-1	9.596	10.121	7.368	8.244	6.355	4.783	3.555	159	145
2-2-2	10.169	10.689	8.211	9.214	6.503	5.082	3.547	172	147
Media	9.176	9.418	7.291	7.798	5.625	4.250	3.457		

* En el caso del maíz Valor 100 = 5.549. En el caso del trigo Valor 100 = 3.426

Cuadro nº 5. Efectos productivos individuales en MAIZ. Urrea de Gaén

Elemento	Dosis	Cosecha 1989		Cosecha 1990		Cosecha 1991		Cosecha 1992		Media	
		kg/ha	Test índice	kg/ha	Test índice	kg/ha	Test índice	kg/ha	Test índice	kg/ha	Indice
Nitrógeno	0	6.703	100	6.959	100	6.243	100	5.486	100	6.343	100
	250	9.848	147	10.193	146	7.700	123	8.546	156	9.064	143
	500	9.747	145	9.890	142	7.421	119	8.206	150	8.824	139
Fósforo	0	8.416	100	8.104	100	6.185	100	6.295	100	7.250	100
	125	9.190	109	9.384	116	7.358	119	7.979	127	8.478	117
	250	9.543	113	10.110	125	7.776	126	8.367	133	8.949	123
Potasio	0	8.419	100	8.684	100	7.015	100	7.173	100	7.823	100
	150	9.151	109	9.339	108	7.012	100	7.770	108	8.318	106
	300	9.580	114	9.865	114	7.707	110	8.138	113	8.822	113

Cuadro nº 6. Alagón. Resultados económicos en la rotación completa. Rendimiento bruto debido al fertilizante (pts) (1989-1997).
Valor de la cosecha - coste del abonado.

Dosis	Maíz						Trigo		Girasol	Habas	Rendto.	Rendto.	Indice (b)
	Importe abonos	1989	1991	1995	1996	Indice (a)	1993	1997	1990	1994	bruto total	bruto anual	
0-0-0	-	140.550	129.950	187.125	181.925	100 (a)	142.752	127.272	95.000	357.700	1.362.274	170.284	100
0-1-1	21.462	61.488	95.888	179.888	165.663	79	147.720	129.216	93.690	331.685	1.205.238	150.654	88
0-2-2	42.925	77.875	74.750	153.175	143.750	70	152.352	127.584	97.710	336.680	1.163.876	145.484	85
1-0-1	28.096	250.554	249.304	244.576	347.770	171	148.608	136.680	86.910	358.932	1.823.334	227.916	134
1-1-0	34.859	260.291	258.591	231.841	341.091	171	152.688	146.544	88.380	355.107	1.834.533	229.316	135
1-1-1	42.209	262.541	238.041	243.691	330.316	168	152.160	143.376	91.050	407.257	1.868.432	233.554	137
1-1-2	49.559	213.616	221.091	231.916	321.266	154	148.968	138.528	93.420	397.177	1.765.982	220.747	130
1-2-1	30.919	256.906	243.881	230.156	344.981	134	148.800	147.312	87.660	396.432	1.856.128	232.016	136
1-2-2	63.671	227.997	213.654	217.954	284.104	148	153.600	144.792	91.080	344.842	1.678.023	209.752	123
2-0-2	56.193	226.432	232.732	210.107	299.257	151	159.288	138.624	81.630	374.654	1.722.724	215.340	126
2-1-1	62.955	216.145	233.345	219.695	312.095	153	146.472	143.688	99.720	323.369	1.694.529	211.816	124
2-1-2	70.305	220.070	217.445	193.870	309.045	147	158.736	145.608	87.720	400.159	1.732.653	216.581	127
2-2-0	69.718	220.982	225.307	205.632	295.607	148	157.320	147.192	97.410	378.344	1.727.794	215.974	127
2-2-1	77.068	210.682	205.657	206.557	281.032	141	160.344	147.696	96.180	389.054	1.697.202	212.150	125
2-2-2	84.418	211.682	210.357	184.482	289.732	140	153.768	145.368	79.260	358.184	1.421.151	177.643	124

(a) Valor 100 maíz = 159.888 pts. (b) Valor 100 rendimiento bruto medio anual = 170.284 pts.

* Los años de trigo y girasol no hay abonado de fondo, se está evaluando el efecto residual de los abonados anteriores. Eso hace subir las dosis de mayor rentabilidad.

*Cuadro n° 7.- Urrea de Gaén. Resultados económicos de la rotación completa. Rendimiento bruto debido al fertilizante (pts). (1989-1995).
Valor de la cosecha - coste del abonado.*

Dosis	MAIZ						HABAS	TRIGO		Rendto. bruto total	Rendto. bruto anual	Indice (b)
	Importe abonos	1989	1990	1991	1992	Indice (a)		1994	1993			
0-0-0	-	153.450	148.425	138.750	114.275	100	138.380	94.392	70.080	763.360	127.226	100
0-1-1	21.462	133.538	129.563	123.963	114.938	90	199.610	135.816	79.224	780.836	130.139	102
0-2-2	42.925	151.300	179.500	141.075	117.825	88	277.670	145.184	88.368	955.738	159.290	125
1-0-1	28.096	215.504	217.604	133.529	149.029	129	128.807	96.888	77.712	922.185	153.697	121
1-1-0	34.859	202.766	215.816	159.416	180.441	137	174.207	131.904	83.040	1.015.686	169.281	133
1-1-1	42.209	209.516	204.791	144.141	174.816	132	239.872	134.208	87.984	1.061.120	176.853	139
1-1-2	49.559	195.691	211.791	162.091	173.241	134	230.792	127.800	88.560	1.062.166	177.028	139
1-2-1	30.919	225.881	233.256	170.081	193.931	148	290.602	153.408	88.560	1.202.311	200.385	158
1-2-2	63.671	182.254	193.779	135.079	161.004	121	247.257	155.544	86.280	1.005.653	167.609	132
2-0-2	56.193	177.907	157.432	107.332	124.507	102	158.504	104.342	74.280	799.962	133.327	105
2-1-1	62.955	162.695	176.620	110.295	141.020	106	189.714	136.704	82.080	862.424	143.737	113
2-1-2	70.305	192.870	187.345	122.470	130.995	114	244.929	144.336	83.040	961.649	160.275	126
2-2-0	69.718	170.632	182.457	123.382	138.632	111	260.249	155.544	84.744	960.096	160.016	126
2-2-1	77.068	162.832	175.957	107.132	129.032	104	242.479	152.520	85.320	902.752	150.459	118
2-2-2	84.418	169.807	182.807	120.857	145.932	112	254.024	156.072	85.128	958.555	159.759	126

(a) Valor 100 maíz = 138.725 pts. (b) Valor 100 rendimiento bruto medio anual = 127.226 pts.

* Los años de trigo no hay abonado de fondo, se está evaluando el efecto residual de los abonados anteriores. Eso hace subir la dosis de mayor rentabilidad.

Indices económicos. En las cosechas de maíz y de habas, como quiera que el abonado supone un coste variable en cada una de las variantes, se ha calculado y se ha descontado del valor de la cosecha para obtener los rendimientos brutos debidos al fertilizante (**cuadros 6, 7 y 8**). A efectos de los cálculos se han tomado los siguientes precios, que estaban en vigor en marzo de 1997.

Precio de compra de los abonos			Precio de venta de las cosechas	
Tipo abono	pts/kg	Precio U.F.	Cultivo	pts/kg
Urea 46%	33.70	73,26 pts	Maíz	25
Super 18%	20.33	112,90 pts	Trigo	24
Potasa 60%	29.42	49,00 pts	Habas grano	70
N.A. 33.5%	29.42	87,82 pts	Habas congelado	55
			Girasol	30

Observaciones al cultivo del maíz.

Alagón: Del **cuadro n° 2** se deduce que el primer año de ensayo (1989) la dosis 0-0-0 produce el 56% de la media del ensayo y en 1996 (8° año sin abonar) sigue siendo el 55% de la producción media. Este porcentaje sube al 72% en 1995, al año siguiente de las habas. En las parcelas con 0-0-0 la producción está limitada fundamentalmente por el nitrógeno, y esto hace que se manifieste el nitrógeno residual dejado por las habas. El resto de los años el único nitrógeno es el procedente de la materia orgánica del suelo y de los residuos de la cosecha.

La **máxima producción media** se consigue con la dosis **1-1-1 (índice 194)**, cuadro n° 2, y la **máxima rentabilidad** con la dosis **1-0-1 y 1-1-0 (índice 171)**, cuadro n° 6.

Urrea de Gaén: Del **cuadro n° 4** se deduce que mientras en la dosis 0-0-0 en 1989 (primer año de ensayo) la producción es del 67% de la producción media, en 1992 (4° año) baja al 59%. Este descenso, que fue progresivo, de la producción en las parcelas con tratamiento 0-0-0 está relacionado con la disminución en el suelo de nitrógeno y fósforo.

La **máxima producción media** se obtiene con la dosis **2-2-2 (índice 172)** del cuadro n° 4, sin embargo la **óptima económica** se da con la dosis **1-2-1 (índice 148)** cuadro n° 7.

Cuadro n° 8. Resultados económicos del cultivo de las habas. Rendimiento bruto debido al fertilizante (pts) Valor de la cosecha - coste del abonado.

Dosis	ALAGON				URREA DE GAEN			
	Importe abonos	kg/ha cosecha	Rendto. bruto	Indice relativo	Importe abonos	kg/ha cosecha	Rendto. bruto	Indice relativo
0-0-0	-	5.110	357.700	100	-	2.516	138.380	100
0-1-1	10.545	4.889	331.685	93	10.545	3.821	199.610	144
0-2-2	21.090	5.111	336.680	94	21.090	5.432	277.670	201
1-0-1	7.098	5.229	358.932	100	7.098	2.471	128.807	93
1-1-0	7.843	5.185	355.107	99	7.843	3.310	174.207	126
1-1-1	12.743	6.000	407.257	114	12.743	4.593	239.872	173
1-1-2	17.643	5.926	397.177	111	17.643	4.517	230.792	167
1-2-1	18.388	5.926	396.432	111	18.388	5.618	290.602	210
1-2-2	23.288	5.259	344.842	96	23.288	4.919	247.257	179
2-0-2	14.196	5.555	374.654	105	14.196	3.140	158.504	115
2-1-1	14.941	4.833	323.369	90	14.941	3.721	189.714	137
2-1-2	19.841	6.000	400.159	112	19.841	4.814	244.929	177
2-2-0	15.686	5.629	378.344	106	15.686	5.017	260.249	188
2-2-1	20.586	5.852	389.054	109	20.586	4.783	242.475	175
2-2-2	25.486	5.481	358.184	100	25.486	5.082	254.024	184

Observaciones al cultivo de las habas.

Alagón. La máxima producción se obtiene con las dosis 1-1-1 y 2-1-1, siendo la combinación más rentable la dosis 1-1-1 (índice 114), al igual que sucede con el maíz.

Urrea de Gaén. La máxima producción se obtiene con la combinación 1-2-1 y la combinación más rentable sigue siendo esta misma, al igual que sucede con el maíz. Como puede verse, en este suelo el fósforo es determinante.

Respuestas a la fertilidad del suelo en el trigo.

La recolección se hizo con cosechadora de microensayos, con dos pasadas por parcela elemental, por lo que cada variante contaba con seis datos.

Cuadro nº 9. Producción en kg/ha de las combinaciones estudiadas.

Datos	Alagón				Urrea de Gaén			
	Cosecha 1993		Cosecha 1997		Cosecha 1993		Cosecha 1995	
Indíces	Kg.	Test	Kg.	Test	Kg.	Test	Kg.	Test
0-0-0	5.948	a	5.303	a	3.933	a	2.920	a
0-1-1	6.155	a b	5.384	a	5.659	b c	3.301	a b c d
0-2-2	6.348	a b c d	5.316	a	6.066	b c d	3.682	b c d e
1-0-1	6.192	a b c	5.695	b	4.037	a	3.238	a b c
1-1-0	6.362	a b c d	6.106	d	5.496	b	3.460	b c d e
1-1-1	6.340	a b c d	5.974	c d	5.952	b	3.666	d e
1-1-2	6.207	a b c	5.772	b c	5.325	b	3.690	d e
1-2-1	6.200	a b c	6.138	d	6.392	c d	3.690	d e
1-2-2	6.400	a b c d	6.033	d	6.481	d	3.720	c
2-0-2	6.637	c d	5.776	b c	4.384	a	3.095	a b
2-1-1	6.103	a b	5.987	c d	5.696	b c	3.420	b c d e
2-1-2	6.614	c d	6.067	d	6.014	b c d	3.460	b c d e
2-2-0	6.555	b c	6.133	d	6.481	d	3.531	c d e
2-2-1	6.681	d	6.154	d	6.355	c d	3.555	c d e
2-2-2	6.407	a b c d	6.057	d	6.503	d	3.547	c d e
Media	6.343		5.860		5.625		3.457	

Cuadro nº 10. Efectos productivos. Producción en kg/ha.

Elementos	U.F.	Alagón				Urrea de Gaén			
		Cosecha 1993		Cosecha 1997		Cosecha 1993		Cosecha 1995	
		kg/ha	Indice	kg/ha	Test e Indice	kg/ha	Indice	kg/ha	Test e Indice
Nitrógeno	0	6.153	100	5.335	100	5.220	100	3.301	100
	250	6.284	102	5.953	112	5.554	106	3.557	108
	500	6.500	106	6.030	113	5.900	113	3.434	104
Fósforo	0	6.261	100	5.592	100	4.106	100	3.085	100
	125	6.298	101	5.882	105	5.631	137	3.500	113
	250	6.432	103	5.973	107	6.380	155	3.599	117
Potasio	0	6.291	100	5.848	100	5.304	100	3.304	100
	150	6.278	100	5.889	101	5.622	106	3.479	105
	300	6.436	102	5.838	100	5.790	109	3.511	106

Cuadro nº 11. Efectos productivos. Peso específico.

Elementos	U.F.	Alagón				Urrea de Gaén	
		Cosecha 1993		Cosecha 1997		Cosecha 1993	
		kg/ha	Test e Índice	kg/ha	Test e Índice	kg/ha	Test e Índice
Nitrógeno	0	71,6	100	69,4	100	74,8	100
	250	71,7	100	73,2	105	74,8	100
	500	71,2	99	67,6	97	75,0	100
Fósforo	0	72,2	100	70,4	100	75,0	100
	125	71,1	98	70,2	100	74,6	99
	250	71,5	99	70,1	100	75,1	100
Potasio	0	72,2	100	71,4	100	74,3	100
	150	71,4	99	70,0	98	75,7	102
	300	71,2	99	71,0	99	75,1	100

Cuadro nº 12. Efectos de las combinaciones ensayadas sobre el contenido de proteína (%).

Datos	Alagón		Urrea de Gaén	
	Cosecha 1993		Cosecha 1993	
Indíces	% proteína	Test	% proteína	Test
0-0-0	9,08	a	9,52	a b
0-1-1	9,42	a b	10,18	a b c
0-1-2	9,46	a b c	8,53	a
1-0-1	10,05	a b c d e	11,34	b c
1-1-0	10,26	b c d e	11,02	b c d
1-1-1	10,37	b c d e	11,13	b c
1-1-2	9,82	a b c d e	10,62	b c
1-2-1	9,71	a b c d	10,47	b c
1-2-2	9,90	a b c d e	10,32	a b c
2-0-2	10,83	d e	11,15	b c
2-1-1	10,41	d e	11,29	b c
2-1-2	10,89	e	10,51	b c
2-2-0	10,93	e	10,93	b c
2-2-1	10,91	e	11,44	c
2-2-2	10,60	c d e	10,72	b c
Media	10,17		10,61	
C. V.	7,27		9,34	

Cuadro nº 13. Efectos individuales sobre la proteína del grano.

Elementos	U.F.	Alagón		Urrea de Gaén	
		Cosecha 1993		Cosecha 1993	
		% N	Test e Índice	% N	Test e Índice
Nitrógeno	0	9,32	100	9,41	100
	250	10,02	108	10,82	115
	500	10,76	115	11,00	117
Fósforo	0	9,99	100	10,67	100
	125	10,20	102	10,79	101
	250	10,25	103	10,40	97
Potasio	0	10,09	100	10,49	100
	150	10,15	101	10,98	105
	300	10,25	102	10,31	98

Observaciones:

Alagón: En cuanto a **producción** de las **combinaciones estudiadas** (cuadro nº 9), el trigo en 1993 la dosis 0-0-0 obtiene el 94% de la media del ensayo y en 1997 el 90% de esta media. Esto es debido a la fertilidad inicial del suelo y al aporte de nitrógeno de cobertera (que fue en todas las parcelas de 100 kg/ha). La **máxima producción** se consigue en las parcelas que habían recibido la **dosis 2-2-1** los años anteriores. Esto es debido al efecto residual, tanto del nitrógeno como del fósforo.

Al analizar la influencia de los distintos elementos fertilizantes por separado, se obtiene que:

Respecto a la producción: Los efectos del nitrógeno y del fósforo resultan significativos. Los aportes más elevados de estos elementos los años precedentes repercuten en producciones de trigo superiores.

Respecto al peso específico: No hay efectos significativos del nivel de fertilidad precedente.

Del estudio de la proteína de un año: Se desprende un efecto significativo del nitrógeno. La dosis más elevada de nitrógeno los años precedentes origina el más alto nivel de proteína.

Urrea de Gaén: En cuanto a **producción** de las **combinaciones estudiadas** (cuadro nº 9), mientras en 1993 la dosis 0-0-0 presentó una producción del 70% de la media del ensayo en 1995. Este mismo tratamiento otorga el 84% de la producción media, siendo este aumento achacable al residuo dejado por las habas.

La **máxima producción** se consigue con las dosis **1-2-1**, **1-2-2** y **2-2-2**, lo que indica hasta qué punto el fósforo es determinante en este suelo.

Al analizar la influencia de los distintos elementos fertilizantes por separado, se obtiene que:

Respecto a la producción: Hay efectos significativos del nitrógeno y del fósforo aportados a los cultivos precedentes. Especialmente el fósforo eleva la producción tanto el año 93 como el 96. No hay efectos de la fertilidad en potasio.

Respecto al peso específico: No hay efecto significativo de ningún elemento aportado previamente.

Del estudio de la proteína de un año: Se desprenden incrementos significativos del contenido de proteína por aportes de nitrógeno medios o altos a las parcelas que en los años anteriores no recibieron aportes.



Toma de muestras del suelo.

Evolución del suelo.

En varios momentos durante los ensayos se procedió a extraer muestras de suelo, con el fin de efectuar un seguimiento de la fertilidad. Especial interés tiene conocer la evolución del contenido de fósforo y potasio asimilables tras años de aportaciones nulas (0-0-0), ajustadas a las necesidades (1-1-1), o claramente superiores a estas necesidades (2-2-2); y también del magnesio, que aunque no fue aportado, sí se consumió del suelo en forma diferente según la producción de cada parcela.

Los resultados de los controles de suelo completos efectuados se recoge en el cuadro nº 14.

Los análisis de 1989 corresponden a muestras tomadas antes de iniciarse la experiencia, y sobre suelo sin abonar todavía. Las muestras fueron tomadas a una profundidad de 0 a 30 centímetros (zona superficial) y de 30 a 60 cm (zona subsuperficial).

Cuadro nº 14. Evolución del suelo

ALAGON							
Año	Profund. (metros)	Fósforo P (mg/kg)		Potasio K (mg/kg)		Magnesio (meq/100 g)	
		0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60
1989	0-0-0	25,0	14,3	231	157	4,6	5,0
	1-1-1	20,5	13,2	228	203	4,1	5,1
	2-2-2	18,1	13,3	241	194	4,5	4,8
	Media	21,2	13,6	231	185	4,4	4,9
1992	0-0-0	18,6		216		4,5	
	1-1-1	16,5		278		4,8	
	2-2-2	17,3		271		4,6	
	Media	17,5		255		4,7	
1993	0-0-0	15,5	11,0	286	284	4,8	5,6
	1-1-1	15,3	10,0	333	292	4,6	5,6
	2-2-2	20,4	13,4	356	322	4,2	5,3
	Media	17,1	11,5	325	299	4,5	5,5
1997	0-0-0	13,8	11,1	253	240	5,3	5,2
	1-1-1	15,1	11,8	280	273	5,4	5,7
	2-2-2	16,0	11,2	273	260	4,9	5,3
	Media	15,0	11,4	269	258	5,2	5,4

URREA DE GAEN							
Año	Profund. (metros)	Fósforo P (mg/kg)		Potasio K (mg/kg)		Magnesio (meq/100 g)	
		0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60
1989	0-0-0	6,2	6,8	253	160	5,8	7,4
	1-1-1	7,7	8,0	223	168	5,2	7,7
	2-2-2	6,1	6,8	251	173	4,8	6,5
	Media	6,6	7,1	241	166	5,4	7,2
1992	0-0-0	5,8		239		4,4	
	1-1-1	8,7		272		4,6	
	2-2-2	11,8		279		4,2	
	Media	8,8		263		4,4	
1993	0-0-0	4,9	2,1	248	273	6,1	7,2
	1-1-1	8,7	2,6	244	268	6,6	7,6
	2-2-2	12,6	3,4	285	297	5,2	6,3
	Media	8,7	2,4	259	279	6,0	7,1

Observaciones.

Alagón: En Alagón se han detectado pocos efectos claros del abonado sobre la fertilidad del suelo. A menudo son mayores las diferencias naturales entre diferentes puntos del suelo que las originadas por el abonado. Globalmente se detecta un ligero descenso del contenido medio de fósforo a lo largo de los años.

Analizando separadamente cada elemento, vemos que el **fósforo** muestra en la zona superficial una tendencia a aumentar en las parcelas con dosis 2 (2-2-2) frente a las parcelas con dosis 0 ó 1, alguno de los años (1993) llega incluso a ser significativamente superior el contenido de fósforo en las parcelas con dosis 2, cuando inicialmente (1989) las parcelas con dosis 0 eran

las de contenidos más altos. Sí parece clara una rápida disminución del contenido de fósforo en las parcelas con 0 durante los 8 años. En la muestra subsuperficial (30-60) no hay ningún efecto.

Respecto al **potasio** se detecta un incremento relativo del contenido de las parcelas con dosis 1 ó 2 frente a las que tienen aporte 0; la diferencia es significativa los años 92 y 93, pero deja de serlo en el muestreo final (1997), aunque mantiene la misma tendencia.

En la muestra subsuperficial (30-60 cm), aunque hay cierta tendencia al aumento con aportes 1 ó 2, nunca es significativo.

Por último, la evolución del **magnesio** se ha visto también ligeramente afectada. Aunque el contenido medio se mantiene a lo largo del tiempo parece existir una disminución relativa de magnesio en el suelo en las parcelas con fertilización más intensa, y en ocasiones también con fertilización nula, respecto a la media (o respecto a la parcela con tratamiento 1). Esto puede explicarse por un mayor consumo de magnesio cuando las producciones son más altas o por un mayor consumo de magnesio cuando hay menos potasio.

En el **resto de propiedades analizadas** (materia orgánica, textura, salinidad y microelementos), no se han detectado cambios apreciables (los contenidos iniciales aparecen en la información técnica 8/94).

Como **resumen** cabe decir que en un suelo de textura arcillo-limosa (con gran capacidad de retención) se ha partido de contenidos altos a muy altos de fósforo que han descendido ligeramente hasta contenidos altos en las parcelas no abonadas, y en potasio, partiendo de contenidos medios se ha mantenido o aumentado hasta niveles considerados altos en las parcelas con dosis alta de potasio.

Urrea de Gaén: En Urrea de Gaén, en un suelo profundo de textura franco-limosa, y con presencia de yeso, se parte de contenidos bajos de fósforo y altos de potasio en la muestra superficial (0-30 cm). En estas condiciones la evolución del suelo ha sido mucho más clara que en Alagón.

Globalmente el contenido medio de fósforo asciende ligeramente entre el año 89 y el 93, mientras que el potasio se mantiene como media, sin apenas variaciones.

Analizando las diferencias originadas por el abonado destaca la rápida evolución del **fósforo**. En el muestreo de 1992 la dosis 2 de fósforo ha originado un incremento significativo del contenido en el suelo frente a la dosis 0. En el muestreo final (1993) todas las dosis han originado contenidos en el suelo estadísticamente diferentes, la dosis 0 ha producido un descenso del fósforo en el suelo hasta el nivel de contenido “muy bajo”, la dosis 1 ha mantenido el nivel “bajo” y la dosis 2 ha incrementado el contenido del suelo hasta casi alcanzar un nivel “medio”. Esta situación del suelo concuerda perfectamente con el claro efecto del fósforo sobre las producciones de cualquiera de los cultivos, y también con los efectos residuales observados en el trigo.

Respecto al **potasio**, el contenido en el suelo se ha mantenido en niveles “medios”, alcanzando un contenido “alto” sólo las parcelas con dosis 2 el último año de control (1993). Aunque el contenido crece en los suelos con aplicación de la dosis 2, sólo en el último muestreo la diferencia resulta estadísticamente significativa.

El **magnesio** contenido en el suelo se ha visto afectado por diferencias de consumo, siempre dentro de contenidos “altos”. Las parcelas con fertilización más intensa registran un descenso del contenido de magnesio que es significativo el año 93. Este descenso, que incluso afecta a la muestra subsuperficial, puede achacarse al mayor consumo efectuado por el cultivo en estas condiciones.

El **resto de propiedades** del suelo analizadas no han presentado una evolución significativa (ver contenidos iniciales en la información técnica 8/94).

Conclusión y recomendaciones.

La situación de fertilidad del suelo tiene una repercusión directa sobre el cultivo y las dosis de abonado correctas mantienen unos contenidos de nutrientes en el suelo que no sólo son aprovechados por el cultivo en curso, sino que tendrán un efecto residual sobre los siguientes a través del suelo.

Del mismo modo que el suelo extiende los efectos de la fertilización a más de un año, amortigua los efectos de las dosis bajas de abonado. La evolución de la fertilidad del suelo, tanto al alza como a la baja, es más lenta cuanto mayor contenido de partida tengamos en el suelo y mayor capacidad de retención tenga éste.

Las normas de abonado para maíz que se recomendaron en la **publicación 8/94** demuestran ser correctas, tanto para el conjunto de una rotación de cultivos como desde el punto de vista del mantenimiento de la fertilidad del suelo.

Nuestro agradecimiento:

A los agricultores colaboradores D. Jesús Callén Bazán (Alagón) y D. Antonio Casorrán Giral (Urrea de Gaén) por su perfecta colaboración y entrega.

Al personal laboral: Mariano Canales López, Enrique Gaudó Gaudó y Alejandro Ardevines Pérez, por sus trabajos en el replanteo, toma de muestras del suelo y preparación y distribución del abono.

Al personal de las unidades de suelos y aguas de riego y de foliares y fertilizantes del Laboratorio Agroambiental por la realización de los análisis, y a Angel Cortés Pla por la ayuda en la preparación de este documento.

Fueron responsables de los ensayos: En Urrea de Gaén D. Luis Navarro Félez y D. Antonio Albalat Borrás, y en Alagón D. Tomás Andrés Beneyto y D. Alberto Cadarso Cordon.

Información elaborada por:

Jesús Betrán Aso

Asesor Técnico. Laboratorio Agroambiental.

Manuel Pérez Berges

Jefe Unidad Técnica de Cultivos Herbáceos. Centro de Técnicas Agrarias.

Se autoriza la reproducción íntegra de esta publicación, mencionando su origen:
Informaciones Técnicas del Departamento de Agricultura de la D.G.A.

Para más información, puede consultar al CENTRO DE TÉCNICAS AGRARIAS:
Apartado de Correos 727 • 50080 Zaragoza • Teléfono 976 71 63 41