

ANALES DE EDAFOLOGIA Y FISILOGIA VEGETAL

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

Anal. Edaf. Tomo XVIII. Números 9-10. Págs. 597-676

Madrid, Septiembre-Octubre 1959

ANALES DE EDAFOLOGIA Y FISILOGIA VEGETAL

Publicados por el INSTITUTO DE EDAFOLOGIA Y FISILOGIA VEGETAL del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, con la colaboración de:

Estación Experimental de Aula Dei. Zaragoza.	Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo, del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.
Instituto de Aclimatación. Almería.	Misión Biológica de Galicia. Pontevedra.
Instituto de Biología del Tabaco. Sevilla.	Sociedad Española de Ciencia del Suelo.
Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas.	Sociedad Española de Mecánica del Suelo y Cimentaciones.

Ejemplar.....	20 pesetas
Suscripción anual (doce números)..	160 »

Toda la correspondencia a

ANALES DE EDAFOLOGIA Y FISILOGIA VEGETAL
Serrano, 113. Madrid (España).

Tomo XVIII

NÚMEROS 9 y 10

SUMARIO

	PÁGS.
Estudio comparativo de la fertilización potásica y nítrica en los cultivos de remolacha y maíz, por <i>V. Hernando, A. Guerra y L. Jimeno</i>	597
Cambio isotópico de fósforo en suelos calizos: justificación y cálculo, por <i>Pablo de Arámbarri</i>	613
Estudio fito-ecológico del Valle de Alcudia (Ciudad Real), por <i>Manuel Ocaña</i>	629
INFORMACION	
NOTAS.—Comisión Internacional de Riegos y Drenajes	671
Curso sobre Cartografía de Suelos	671
BIBLIOGRAFIA	
<i>M. Aguado Marín y M. Martínez Vázquez</i> : Estudio morfológico y anatómico de los centenos españoles	675
<i>Bramson, E. B. y Tarr, W. A.</i> : Elementos de Geología	675
<i>M. S. Kamel</i> : A physiological study of shading and density effects on the growth and the efficiency of solar energy conversion in some field crops.	676

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA FERTILIZACION POTASICA Y NITRICA EN LOS CULTIVOS DE REMOLACHA Y MAIZ

por

V. HERNANDO, A. GUERRA y L. JIMENO

INTRODUCCIÓN

El fenómeno de la interacción K/Na, ha sido estudiado por diversos investigadores, sin que se llegue siempre a resultados comparables, lo que es explicable por las diferentes condiciones en que se ha trabajado, suelo, clima, cultivo, datos experimentales procedentes de experiencias de campo en unos casos, de experiencias en tiestos en otros, etcétera, han contribuido a esta disparidad en las conclusiones que señalamos.

Para contribuir con nuevos datos a esta línea de trabajo, se plantearon unas experiencias de campo en las que, durante dos años consecutivos, se han estudiado en cultivos de remolacha y maíz alternativamente en suelos de Alcalá de Henares (Madrid), de contenido en potasio asimilable muy bajo (6 mg. $K_2O/100$ gr. de suelo), y de Puente la Reina (Navarra), de contenido alto en potasio (30 mg. $K_2O/100$ gr. de suelo), el efecto comparativo del nitrato cálcico frente al nitrato sódico en presencia de dosis creciente de abono potásico por una parte, y de dos niveles de aplicación de abono nitrogenado con una dosis uniforme de abono potásico, por otra.

Planteamiento experimental.

El planteamiento experimental comprendía en el caso del suelo de Alcalá de Henares, ocho tratamientos en cuatro repeticiones en el que se estudiaban tres niveles de abonado potásico (0, 400 y 800 Kg/ Ha de

ClK), para una dosis análoga de nitrato de sodio y calcio (800 Kg/Ha), más otros dos tratamientos en los que se comparaba para el nivel de 400 Kg/Ha de ClK, dosis de 1.200 Kg/Ha de nitrato sódico y cálcico, respectivamente.

En el suelo de Pamplona, de contenido medio en potasio, se estudiaron seis tratamientos con cuatro repeticiones que correspondían a los seis primeros del planteamiento de Alcalá de Henares, conservando las mismas dosis de nitratos sódico y cálcico (800 Kg/Ha) y disminuyendo algo los niveles de K_2O (0, 320 y 640 Kg/Ha) y utilizando sulfato potásico.

Durante el curso 1957 se realizó la experiencia de remolacha en Alcalá de Henares y la de maíz en Puente la Reina, invirtiéndose los cultivos durante 1958, conservando cada parcela el mismo tratamiento que había soportado durante el año anterior.

Experiencias con remolacha.

En ambas experiencias con remolacha, los tratamientos nitrogenados se han repartido en tres épocas. Una primera a la siembra, aplicando la mitad de la dosis señalada; otra al aclareo, aplicando la cuarta parte, y el resto a mediados de julio.

Los resultados más importantes de ambas experiencias con remolacha, se señalan en los cuadros siguientes:

CUADRO I

Tratamiento	Alcalá de Henares (Madrid)		
	Rendimiento remolacha Tm/Ha	% azúcar	Rendimiento azúcar Tm/Ha
<i>Nitrato sódico</i> (800 kg.)			
sin ClK	46,6	13,86	6,45
400 Kg/Ha de ClK	44,0	15,33	6,75
800 Kg/Ha de ClK	44,1	17,20	7,59
<i>Nitrato cálcico</i> (800 kg.)			
sin ClK	40,9	15,89	6,50
400 Kg/Ha de ClK	44,0	15,46	6,80
800 Kg/Ha de ClK	42,0	15,28	6,42

CUADRO II

Tratamiento	Puente la Reina (Navarra)		
	Rendimiento remolacha Tm/Ha	% azúcar	Rendimiento azúcar Tm/Ha
<i>Nitrato sódico</i> (800 Kg.)			
sin SO_4K_2	27,1	19,5	5,28
320 Kg/Ha de SO_4K_2 ...	24,4	18,0	4,49
640 Kg/Ha de SO_4K_2 ...	22,5	18,0	4,05
<i>Nitrato cálcico</i> (800 Kg.)			
sin SO_4K_2	25,7	18,0	4,63
320 Kg/Ha de SO_4K_2 ...	24,4	18,3	4,46
640 Kg/Ha de SO_4K_2 ...	25,5	16,2	4,08

CUADRO III

Efecto del nitrógeno

Tratamiento	Alcalá de Henares (Madrid)		
	Rendimiento remolacha Tm/Ha	% azúcar	Rendimiento azúcar Tm/Ha
<i>Cloruro potásico</i> (400 Kg)			
800 Kg/Ha nitrato sódico.	44,0	13,86	6,45
1.200 Kg/Ha » »	45,3	14,01	6,35
800 Kg/Ha nitrato cálcico.	44,0	15,46	6,80
1.200 Kg/Ha » »	44,4	15,58	6,47

Interesa observar en primer lugar la diferencia de rendimiento en ambos suelos, tanto en remolacha limpia, como en riqueza de la remolacha en azúcar, así como en producción de ésta. Los resultados, tanto en remolacha limpia, como en azúcar por Ha, lo que en cierto

modo es una consecuencia de la gran diferencia de producción de raíces, es señaladamente mayor en Alcalá de Henares que en Puente la Reina, mientras que la riqueza en azúcar expresada en tanto por ciento es mayor en Puente la Reina que en Alcalá de Henares. La explicación puede hallarse en el hecho de que en la primera localidad, se sembró el cuadro de 70 por 70 centímetros, según la costumbre local, lo que resulta de una densidad excesivamente pequeña y ello puede haber contribuido, tanto al menor rendimiento en raíces, como a la mayor riqueza de éstas en azúcar.

Hemos de señalar que el estudio estadístico de los resultados experimentales indica que las diferencias debidas a los tratamientos son muy significativas en la experiencia de Alcalá y moderadamente significativas en la de Puente la Reina.

Efecto de la dosis de nitrógeno.

Los resultados de la experiencia en Alcalá de Henares señalan que las pequeñas diferencias halladas en el rendimiento para la dosis normal de N (800 Kg/Ha) y la dosis alta (1.200 Kg/Ha), y una dosis media de abono potásico, no llegan a ser significativas, con lo que se confirman otras experiencias que señalaban ya que la primera dosis resulta suficiente para una mayor rentabilidad económica en el cultivo.

Este pequeño incremento en rendimiento de raíces queda sobradamente compensado por la disminución que en la riqueza en azúcar se experimenta con la dosis alta de nitrógeno, que hace que el rendimiento en azúcar por Ha sea menor que para la dosis normal.

Efecto de la clase de abono nitrogenado.

Los rendimientos obtenidos con los tratamientos a base de nitrato sódico son más elevados que los correspondientes al nitrato cálcico. Esto se pone especialmente de manifiesto en la experiencia de Alcalá y aunque con menos nitidez, se confirma en la de Puente la Reina.

En efecto, en ambas experiencias los rendimientos máximos de raíces se obtienen con nitrato sódico para el nivel nulo de cloruro potásico y guarda una estrecha relación con la interacción Na/K que discutiremos posteriormente. Esto se refleja igualmente en el rendimiento global de azúcar.

Efecto del potasio.

En relación con el efecto del potasio pueden observarse algunas diferencias, según se trate de un suelo pobre en dicho elemento (Alcalá) o de contenido medio en él (Puente la Reina). En ambos casos y para adición de nitrato sódico, el efecto de dosis crecientes de CIK se refleja en una disminución del rendimiento de remolacha, rendimiento que en ambos suelos alcanzan su máximo valor (46,66 Tm/Ha y 27,1 Tm/Ha) cuando no se añade abono potásico.

Por otra parte, la riqueza en azúcar de las raíces experimenta un aumento muy significativo, al incrementarse la dosis de abono potásico en el suelo pobre en K_2O (Alcalá), lo que se traduce en definitiva, pese a la depresión en rendimiento de remolacha, en un aumento en el rendimiento global de azúcar, llegando a un valor de 7,59 Tm/Ha para la dosis elevada de CIK.

En cambio, en el suelo de contenido medio en potasio, la riqueza en azúcar no presenta el mismo tipo de variación con el abonado potásico, siendo mayor para un abonado nulo y disminuyendo luego para las dosis media y alta, lo que unido al efecto depresivo sobre la producción de raíces hace que la curva de rendimiento en azúcar sea justamente de signo contrario a la observada en Alcalá, es decir, es paralela a la de rendimiento en raíces.

Si examinamos los datos en el caso de adición de nitrato cálcico, observaremos que la producción de raíces en el suelo de Alcalá presenta su máximo para la dosis media de CIK, mientras que en el suelo de contenido medio en potasio, para dicho nivel de CIK se presenta precisamente su mínimo, aunque en este caso, los valores de producción de remolacha correspondientes a los dos niveles restantes de abono potásico están muy próximos; no siendo significativas las diferencias.

En cuanto a la riqueza en azúcar de las raíces se observa en ambos suelos una muy ligera disminución al aumentar el nivel del abonado potásico, disminución que es más brusca para el suelo de Puente la Reina al pasar del nivel medio al alto. Esto se refleja en la producción global de azúcar en una tendencia a disminuir al aumentar la dosis de CIK.

Interacción potasio/sodio.

En el primero de los cuadros, se observa un rendimiento más alto en remolacha en el tratamiento con nitrato sódico que en el de nitrato

cálcico para el caso que no se apliquen sales potásicas. La explicación está en que la deficiencia de potasio en el terreno, se suple por el sodio en el primero de los casos.

El contenido de azúcar, por el contrario, es más bajo, lo que parece indicar que la relación K/Na está estrechamente relacionada con el contenido de azúcar de la raíz.

Según se deduce de la experimentación, la relación K/Na más adecuada, es una en la que el contenido de potasio es superior a la del sodio. Por esto, la dosis más alta de sales potásicas da el mayor rendimiento en azúcar.

En el caso de los tratamientos con nitrato cálcico, el rendimiento en azúcar es intermedio, ya que la relación K/Na es siempre alta, pues la cantidad de sodio presente en el suelo, puede ser grande. Así se observa que el rendimiento más alto en azúcar se obtiene para la dosis media de potasio, pues en el caso de la dosis alta, la relación K/Na es demasiado alta ya.

Respecto al efecto del mayor exceso de sodio presente en el suelo en el caso de la dosis alta de nitrato sódico (cuadro III), se observa que el rendimiento de azúcar es menor que con la dosis baja, lo que confirma que la relación óptima K/Na requiere un contenido más alto de potasio, que en este caso serían indudablemente más de 800 Kg/Ha de cloruro potásico.

El cuadro II, que se refiere a la experiencia de Puente la Reina, nos muestra palpablemente la consideración que hemos hecho antes sobre la relación K/Na.

Al tratarse de un suelo de contenido más alto en potasio, el tratamiento sin sales potásicas, da los rendimientos mejores, porque en este caso el potasio presente en el suelo nos da la relación óptima o aproximada por defecto a ella. Lo que está de acuerdo con los resultados del análisis del K_2O presente en el suelo después de recogida la cosecha, como se puede ver en el cuadro IV. El nivel nulo de Puente la Reina, donde no se aplicaron sales potásicas, es ligeramente más alto que el más alto de Alcalá de Henares, correspondiente a la dosis de 800 Kg/Ha de cloruro potásico.

Al incrementar el potasio con los abonados, la relación se hace excesivamente alta y disminuyen los rendimientos, tanto en raíces como en azúcar.

Como es lógico, el efecto se observa lo mismo en el tratamiento con nitrato cálcico, aunque en este caso, al no aplicarse sodio en el abono, la relación favorable probablemente sería de un contenido más bajo de potasa del que existe en el suelo. Por esto, el rendimiento en azúcar es bastante inferior al obtenido con el nitrato sódico.

Hay que tener en cuenta que el suelo de esta experiencia tiene un nivel de potasio mucho más alto que la otra.

Discusión de los resultados.

Diversos investigadores han demostrado que el sodio del nitrato sódico juega un papel importante en determinados cultivos, entre otros, la remolacha azucarera, al sustituir parcialmente el potasio al hallarse éste en condiciones de deficiencia. Incluso en condiciones normales de este elemento, lleva a obtener rendimientos máximos, por lo que se ha pensado en una acción específica sobre el desarrollo de la planta, además de sustituir al potasio.

Parecería lógico que al aumentar la cantidad de abono potásico aplicado, se obtuviera mayor rendimiento en raíces, pero en las experiencias objeto del presente estudio se ha hallado que, tanto para el suelo pobre en potasio, como para otro de contenido medio, el rendimiento máximo se obtiene precisamente cuando no se aplica abono potásico. Harmer realiza un estudio con suelos ricos en materia orgánica, con bajo contenido en materia mineral y pobres en potasio. Aplicó sodio sin añadir potasio y observó que el rendimiento disminuía al aplicar dosis elevadas de sodio, aumentando al añadir potasio en cantidades adecuadas.

Por otra parte, Hiroux y Lefebre en una experiencia de planteamiento similar a las nuestras, llegan a los mismos resultados que nosotros, es decir, el abonado potásico en presencia de nitrato sódico hace disminuir el rendimiento de las raíces.

Al considerar la interacción K/Na hemos puesto de manifiesto que las modificaciones de dicha relación son las que explican los resultados obtenidos perfectamente.

Existe, en consecuencia, una relación K/Na óptima que conduce al máximo rendimiento en azúcar, que es mayor que la unidad. Al aumentar el potasio, disminuyen raíces y azúcar. Al incrementar el sodio disminuyen el azúcar, pero no el peso de raíces, teniendo el máximo para éstas una relación K/Na, que es inferior a la unidad.

En consecuencia, el sodio aumenta la cosecha de raíces y el potasio la del azúcar.

El óptimo K/Na da los mejores resultados, tanto para los agricultores, como para las fábricas de azúcar.

Los resultados obtenidos están perfectamente de acuerdo con los conseguidos por Lehr, en Wageningen, en una experiencia de tiestos, y como en aquel caso, por ser cultivos en arena, se sabía el nivel de

potasio presente, podemos ahora decir, por los resultados obtenidos que el contenido de potasio en el suelo no llega a ser normal, pero que está próximo, de acuerdo con los resultados de los análisis efectuados. Ahora bien, la dosis de 320 Kg/Ha de sulfato potásico alcanza dicho valor, y la de 640 K/Ha da un valor de potasio alto al suelo.

En consecuencia, se deduce que conviene que el suelo esté ligeramente deficiente en potasio, y entonces con el sodio del Nitrato de Chile se compensa la deficiencia, consiguiendo la máxima producción. Esto indica que, al menos en este cultivo, el sodio realiza una misión que no puede llevar a cabo el potasio, aunque aparentemente no se observen deficiencias.

Por tanto, es necesaria la utilización del sodio para lograr los mayores rendimientos.

Análisis del suelo.

Como complemento del estudio realizado, se analizó el suelo de cada una de las parcelas experimentales. Como era de esperar, solamente se encontraron variaciones de interés en el contenido de potasio.

En el cuadro siguiente presentamos los datos correspondientes al contenido en K_2O de los suelos de Alcalá y Puente la Reina, correspondientes a los tres niveles de aplicación del ClK, expresadas las cifras analíticas en mg. de K_2O por cien gramos de suelo.

CUADRO IV

Abono nitrogenado	Nivel abonado potásico	Suelo Alcalá de Henares	Suelo de Puente la Reina
Nitrato sódico.....	nulo.....	9,7	23
» »	medio.....	11,2	25
» »	alto.....	18,0	32
Nitrato cálcico.....	nulo.....	13,7	21
» »	medio.....	15,7	26
» »	alto.....	20,0	28

Puede observarse que al aumentar la dosis aplicada de cloruro potásico, el contenido en potasio va aumentando paulatinamente, tanto para las parcelas tratadas con nitrato sódico, como con cálcico.

No obstante, cabe señalar que el suelo pobre en potasio, a igualdad de tratamiento potásico, el contenido del suelo en este elemento es mayor para las parcelas tratadas con nitrato cálcico que las que llevan nitrato sódico. Por el contrario, en el suelo de contenido medio en potasio ocurre todo lo contrario, es decir, arrojan valores mayores las parcelas tratadas con nitrato sódico.

La explicación está en la interacción Ca/K. El suelo de Alcalá de Henares es mucho más pobre en calcio (1,2 %) que el de Puente la Reina (2 %). Al aumentar el calcio en el suelo por la aplicación del nitrato cálcico, disminuye la absorción del potasio, cosa que ya hemos observado en otro trabajo anterior. Por esto el suelo queda con un nivel más alto en este elemento después de la cosecha, que en el caso de nitrato sódico, con el que no existe esta interacción.

En Puente la Reina ocurre al revés, y la razón es que allí ya el suelo de por sí tiene un valor tan alto en calcio, que la adición del calcio con el nitrato de calcio no modifica apreciablemente la interacción Ca/K, y, por tanto, no disminuye apreciablemente la absorción de K; sin embargo, los valores son más bajos que con el nitrato sódico, porque la presencia de este elemento disminuye las necesidades del K de la remolacha, pues o bien le sustituye, o bien cuando el sodio falta, su necesidad se suple con potasio, con lo que recalamos, que la remolacha necesita específicamente sodio, lo que ya han demostrado otros autores.

EXPERIENCIAS DE MAÍZ

El planteamiento para el maíz fue análogo al de las experiencias de remolacha, con las lógicas diferencias en las dosis de abonos empleadas.

Durante el año 1959 se desarrolló la experiencia de maíz en Puente la Reina en bloques al azar, de 6 tratamientos y 4 repeticiones. Los 6 tratamientos correspondían a los 3 niveles de aplicación de ClK (0, 400 y 800 Kg/Ha), respectivamente, con 200 Kg/Ha de nitrato sódico por una parte, y con 200 Kg/Ha de amonitro, por otra.

Durante el año 1958, la experiencia de maíz se verificó en el suelo de Alcalá de Henares en bloques al azar de 8 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos correspondían a los 3 niveles verificados de ClK, en 125 Kg/Ha de nitrato sódico, por una parte, y 200 Kg/Ha de amonitro, por otra. Además de otros 2 tratamientos en que para el nivel medio de aplicación de ClK se empleaban dosis mayores de nitrato sódico y amonitro (250 y 400 Kg/Ha respectivamente).

Resultados experimentales.

En el cuadro siguiente presentamos, resumidos por tratamientos, los resultados relativos a la producción en grano, expresada en Kg/Ha en ambas experiencias de maíz.

CUADRO V

Tratamiento	Puente la Reina	Alcalá de Henares
<i>Nitrato de Chile (dosis media)</i>		
Sin ClK	5.330	5.224
400 Kg/Ha de ClK.....	5.253	5.331
800 Kg/Ha de ClK.....	5.421	6.168
<i>Amonitro (dosis media)</i>		
Sin ClK	5.535	6.009
400 Kg/Ha de ClK.....	5.486	5.681
800 Kg/Ha de ClK.....	5.304	5.994
Nitrato de Chile (dosis alta).....		5.613
Amonitro (dosis alta)		6.124

El análisis estadístico de los resultados indica que las diferencias entre tratamientos no eran significativas en Puente la Reina y moderadamente significativas en Alcalá.

Sin embargo, resulta curioso constatar que la tendencia de los resultados es exactamente la misma en ambas experiencias.

Los valores del cuadro V corresponden al rendimiento de grano en Kg/Ha, con un 15 por 100 por término medio de pérdida de humedad por desecación.

Estadísticamente, las escasas diferencias que ofrecen los distintos tratamientos en Puente la Reina, no presentan significación alguna, por lo que pueden atribuirse a las variaciones del error experimental, tanto en lo que se refiere a la comparación del amonitro con el nitrato de Chile, como en las distintas dosis aplicadas de cloruro potásico.

La ausencia de diferencias significativas entre los tratamientos viene a indicarnos que el contenido medio del suelo, en K_2O , era para el maíz lo suficientemente alto como para no necesitar la aportación de abono potásico, y, en consecuencia, ni éste ni el sodio del nitrato de Chile han tenido efecto alguno sobre la cosecha.

En un examen general de los resultados obtenidos en Alcalá de Henares, puede apreciarse que la máxima producción corresponde al nitrato sódico con la dosis más elevada de abono potásico, señalándose algunas anomalías que discutiremos posteriormente. La tendencia general de estos resultados, muestra un patrón análogo al del pasado año en Puen-te la Reina, aunque hay que enjuiciarlos con algunas reservas por las circunstancias que han ocurrido en esta experiencia, y que ya hemos señalado.

Efecto del nitrógeno.

La comparación de los resultados de los tratamientos con dosis media de cloruro potásico y dosis creciente de nitrato sódico, con dosis creciente de amonitro y también con dosis media de cloruro potásico, muestran la eficacia de la dosis alta de abono nitrogenado, con tendencia a producir nuevos y mejores resultados el amonitro que el nitrato de Chile, en ambos niveles de aplicación.

La exigencia del maíz en nitrógeno queda así puesta de manifiesto. Desde un punto de vista económico, el aumento de rendimiento no resulta interesante, porque el exceso de producción obtenido queda equilibrado por el exceso de gasto por el suplemento de nitrógeno utilizado.

Efecto de la forma de potasio.

El efecto fundamental de la aplicación de dosis crecientes de cloruro potásico, se ha puesto antes de manifiesto. Una disminución de rendimiento con la dosis media en relación con la ausencia de abono potásico, para aumentar rápidamente el rendimiento en grano al agregar la dosis alta de cloruro potásico. Esto en presencia del nitrato sódico. Un fenómeno análogo se observa en presencia del amonitro, aunque la elevación con la dosis alta de abono potásico no es tan fuerte, llevando además a valores de rendimiento en grano análogos a los correspondientes a no aplicar abono potásico.

Efecto de la forma de nitrógeno.

Al igual que se observa para la remolacha, también con el maíz el rendimiento obtenido por la aplicación de los dos abonos nitrogenados empleados, ha dependido del nivel de abono potásico. Esta dependencia

es más marcada para el nitrato de Chile que para el amonitro. En las condiciones óptimas para el nitrato de Chile (dosis alta de cloruro potásico), la producción es mayor que con el amonitro. Por otra parte, resulta curioso observar la repetición del fenómeno observado ya en la experiencia del año anterior en Puente la Reina, consistente en el mínimo que se presenta para la dosis media de abono potásico, depresión que aunque menos acentuada, se repite igualmente para el amonitro.

Discusión de los resultados.

Así como el año pasado en Puente la Reina, no se observaban diferencias con las dosis crecientes de abono potásico en un suelo, que como se ha podido comprobar prácticamente después con la remolacha tiene un contenido casi normal para este cultivo, ahora con un suelo más pobre en potasio (Alcalá de Henares), debía observarse el efecto del abono más intenso con una mayor producción. Esto está claro si comparamos las aplicaciones crecientes de cloruro potásico, pero al no aplicar cloruro potásico, el rendimiento debía ser menor, y por el contrario es el más alto, con los dos nitratos. No existe otra explicación que el efecto depresivo del ión cloruro, que en el maíz es fuerte, y por el contrario en la remolacha no aparece, pues es una planta que aguanta la salinidad.

Esto hace pensar que en este cultivo, y sobre este suelo con gran capacidad de retención, sería más interesante utilizar sulfato potásico.

Sería interesante conocer la respuesta a la dosis alta de potasa con la alta de nitrato, para ver si la producción sigue aumentando como parece probable.

En todo caso, para este cultivo, parece que los resultados obtenidos son aparentemente mejores utilizando amonitro que nitrato de Chile en el suelo con bajo contenido en potasio, y resultados semejantes en el contenido medio, en contraposición a lo que podía esperarse, lo que indica que el óptimo de la relación K/Na para este cultivo es mucho más elevado que para la remolacha, aunque quizás sea también el efecto del abono amoniacal, pues por su acción acidificante en suelos calizos, favorece el mejor desarrollo del maíz.

Análisis de suelo.

Al igual que para las experiencias de remolacha, se analizaron los suelos de cada una de las parcelas experimentales, de cuyos resultados

presentamos como más interesantes los relativos al contenido en K_2O , expresado en mg. por 100 gramos de suelo y reunidos por tratamientos correspondientes a los tres niveles de aplicación del CIK.

CUADRO VI

Abono nitrogenado	Nivel abonado potásico	Suelo Alcalá de Henares	Suelo de Puente la Reina
Nitrato sódico	nulo	9,0	27
» »	medio	17,8	35
» »	alto	20,8	42
Amonitro	nulo	9,2	28
»	medio	12,0	36
»	alto	15,8	38

Vuelve a repetirse lo ya observado en las experiencias de remolacha, es decir, el contenido en potasio aumenta con la dosis de abono potásico, tanto con nitrato sódico como con amonitro.

Resulta notable observar que en el suelo pobre en potasio de Alcalá, la elevación del contenido en K_2O es mucho más acentuada para el nitrato sódico que para el amonitro, mientras que en el suelo rico en Puente la Reina, aunque parece señalarse una tendencia análoga, puede decirse que en realidad no hay diferencia entre ambos grupos de valores.

Esto parece indicar un cierto grado de sustitución del potasio por parte del sodio del nitrato de Chile, al ser mayores las cifras analíticas del potasio, lo que es interesante, pues no se cita en la bibliografía ningún dato de esta clase para este cultivo. El contenido del suelo, aun cuando es bajo, no ofrece para el maíz un acusado grado de deficiencia, desde el momento en que se produce esta acumulación de potasio en el suelo, indica que no era necesario para la cosecha.

Se ve palpablemente que el suelo de Puente la Reina es rico en K_2O para el maíz y por eso se produce acumulación en el suelo, y en él no se observa ningún efecto de sustitución; quizás porque la relación K/Na es ya muy alta.

CONCLUSIONES

Destaca claramente que el sodio es esencial en el desarrollo de la remolacha, y que hay una relación K/Na óptima.

Por otra parte, no parece que el sodio sea fundamental en el des-

arrollo del maíz, aunque puede sustituir al potasio cuando se encuentra en deficiencia en el suelo.

Desde el punto de vista de producción de azúcar, interesa una dosis fuerte de abono potásico en los suelos pobres. Ahora bien, la producción más alta en peso se obtiene en ausencia de este fertilizante, utilizando nitrato de Chile como abono nitrogenado.

La dosis de nitrógeno de 1.200 Kg/Ha de nitrato, resulta excesiva, pues no incrementa la producción con relación a la dosis de 800 Kg/Ha.

Para una relación K/Na alta en el suelo aumenta el contenido de azúcar. Por el contrario, cuando es baja dicha relación, aumenta el peso de las raíces.

En consecuencia, los suelos pobres en potasio son los que pueden dar rendimientos más altos en raíces al aplicarles nitrato sódico o cloruro sódico con otro fertilizante nitrogenado o sódico.

El empleo de sales potásicas en dosis crecientes produce un incremento de azúcar y por tanto del rendimiento en ésta, hasta llegar a un cierto valor correspondiente al óptimo de K/Na en el suelo, por encima del cual el rendimiento disminuye, como puede observarse en los resultados de Puente la Reina.

Existe una marcada diferencia en los rendimientos cuando se emplea nitrato de Chile, frente al nitrato cálcico. Con el primero se obtienen los valores más altos, tanto en producción de raíces, como en azúcar, cuando la dosis de sales potásicas es adecuada.

Esto pone de manifiesto que el sodio es esencial para la producción óptima de remolacha.

El análisis del suelo, posterior a la cosecha, puso de manifiesto el aumento de potasio en las parcelas fertilizadas con este elemento, observándose palpablemente en los resultados el efecto de la interacción Ca/K.

En las experiencias con maíz, puede observarse el efecto depresivo del ión cloruro.

En Puente la Reina, con un suelo de contenido bueno en potasio para este cultivo no hay diferencias significativas como era de esperar, aunque se observa una tendencia.

En Alcalá de Henares, con suelo francamente pobre en potasio, se observa el incremento de producción con las dosis más altas de cloruro potásico.

Parece que, en general, los resultados señalan que el amonitro da mejores resultados en el maíz en suelos con contenido bajo en potasio, y resultados similares cuando el contenido en potasio es alto.

El análisis del suelo, posterior a la cosecha de maíz, puso de manifiesto un incremento de potasio en función con el abonado que es

mucho mayor en Puente la Reina, lógicamente, porque el suelo era más rico, demostrando que no es preciso un abonado tan fuerte en ese suelo.

Los resultados comparados de los dos fertilizantes nitrogenados, parecen señalar claramente que existe también para el maíz una sustitución del potasio por el sodio en la planta, cuando el suelo es deficiente en el primero.

RECONOCIMIENTO

Agradecemos a la Sociedad Nitrato de Chile, la ayuda económica concedida para la realización de las experiencias, así como el facilitarnos los abonos nitrogenados especialmente, para los que encontramos ciertas dificultades.

También queremos hacer constar nuestro agradecimiento al señor Aguirre, del Servicio Agrícola de Nitrato de Chile, de Londres, por su gestión decidida que permitió la realización del trabajo, así como sus comentarios críticos, y al doctor Lehr de Wageningen, por sus sugerencias sobre los resultados del primer año de experimentación.

Vaya finalmente nuestro agradecimiento al señor Ontañón, del Servicio Agrícola de Nitrato de Chile, de Madrid, por su atención y gestiones que simplificaron el desarrollo práctico del trabajo, así como al señor Zubizarreta, director de Nitrato de Chile en España, por las facilidades de todo orden y su interés en la realización del trabajo.

INSTITUTO DE EDAFOLOGÍA Y FISIOLÓGIA VEGETAL
Departamento de Fertilidad de Suelos.—Madrid.

R E S U M E N

Sobre dos suelos, uno de contenido bajo y otro alto en potasio, se realizó una experimentación con remolacha y maíz con niveles distintos de fertilizante potásico.

Existe un óptimo K/Na en suelo, para la producción de remolacha que está por encima de la unidad. Este cultivo necesita nitrato de Chile, o al menos ión sódico, para dar el máximo rendimiento en raíces y azúcar.

El maíz presenta menor necesidad de potasio que la remolacha, y las mejores producciones se obtienen empleando amoníaco como abono nitrogenado.

De los resultados, se deduce que parece que también el sodio sustituye al potasio en la planta de maíz, cuando el suelo es deficiente en este último elemento.

COMPARATIVE STUDY OF POTASSIC AND NITRIC FERTILIZATION IN BEEROOT AND MAIZE CULTURES

SUMMARY

On two soils, one with low contents in potassium and the other with high contents in this element, two experiments have been carried out with different levels of potassium fertilizers on sugarbeet and maize.

There exists an optimum K/Na in the soil for sugarbeet production which lies above the unit. This culture needs Chile nitrate, or at least sodic ion, to get maximum yields in roots and sugar.

Maize shows less need of potassium than sugarbeet and the best outputs are obtained with the use of ammonitro as a nitrogenous manure.

From the results it seems that sodium can also substitute potassium in the maize plan when the soil shows deficiency in this element.

VERGLEICHENDES STUDIUM ÜBER DÜNGUNG MIT KALK UND STICKSTOFF IM ZUCKERRÜBEN-UND MAISBAU

ZUSAMMENFASSUNG

Auf zwei Böden, der eine mit niedrigem und der andere mit hohem Kaligehalt, würde ein Versuch mit Zuckerrübe und Mais, bei verschiedenen Höhen von Kalidüngung, angesetzt.

Es gibt ein optimales K/Na Verhältnis im Boden für die Zuckerrübe, das über der Einheit liegt. Diese Kultur braucht Chilesalpeter oder wenigstens Natrium-Ion, um das günstigste Ergebnis in Wurzeln und Zucker zu erreichen.

Mais zeigt weniger Bedürfnis an Kali als die Zuckerrübe, und den besten Erfolg erreicht man bei Gebrauch von Ammonitro als stickstoffhaltiges Düngungsmittel.

Aus den Ergebnissen geht hervor, dass anscheinend auch Natrium in der Maispflanze Kali ersetzt, wenn der Boden an diesem Element arm ist.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) HAMER, PAUL M.: Professor of Soil Science, Michigan State College. *Sodium requirements in muck land fertilization. Sodium in Agriculture*, Articles reprinted from Farm for Victory Farm Forum. 1943-50, págs. 15-15.
- (2) HIROUX, C. y LEFEVRE, G.: *Type de fumure azotée et fumure potassique de la Betterave sucrière*, «Ann. Agr.», pág. 1.035, ser. A, 1955.
- (3) LEHR, J. J.: *Function of the sodium in nitrate of soda and significance of the accompanying ions. Sodium in Agriculture*, «Chilean Nitrate Educational Bureau Inc.» New York, págs. 7-8, 1946.
— — *The importance of Sodium for Plant Nutrition. III. The equilibrium of Cations in the Beet*. Lanbouwoogeschool, Holland, «Soil Science», junio, 1942, páginas 399-441.
- (4) ALBAREDA, J. M., HERNÁNDO, V. y SÁNCHEZ CONDE, M.^a DEL PILAR: *Interacción Ca/K en la absorción de estos elementos por la planta de trigo*. (III). «Anal. Edaf. Fis. Veg.», t. XVII núm. 6, págs. 503 a 563. Madrid, 1958.
— — *Interacción Ca/K en la absorción de estos elementos por la planta de trigo* (III), «Anal. Edaf. Fis. Veg.», t. XVIII, núm. 12, pág. 893 a 934. Madrid, 1958.

CAMBIO ISOTOPICO DE FOSFORO EN SUELOS CALIZOS: JUSTIFICACION Y CALCULO

por

PABLO DE ARAMBARRI (*)

INTRODUCCIÓN

Sabido es que los suelos son uno de los compuestos naturales más complejos. Su análisis químico nos da noticia de los elementos que lo integran, y en el mejor de los casos, de ciertos agregados fundamentales en los que estos elementos están unidos. Estos agregados, en la mayoría de los casos, no son estequiométricos, y muy pocas, si alguna, simples.

El fósforo es uno de los elementos que se encuentra en los suelos que más atención y trabajo han acaparado desde que se estableció por Lawes y Gilbert, hacia 1855, su indispensable necesidad para el desarrollo normal de las plantas. Pero, sobre todo, desde 1925 es cuando se han acumulado más datos concernientes: a) con las condiciones del suelo que afectan la absorción de fósforo por las plantas, y b) con el establecimiento de un medio de análisis que nos prediga cuánto fósforo dejará un determinado suelo a disposición de la siguiente cosecha y cuánto fósforo habrá que añadirle para que la cosecha sea óptima.

Llamamos suelo calizo a aquel que contiene carbonato cálcico. En estos suelos el fósforo se encuentra íntimamente relacionado al calcio. Según Hibbard (1931) el fósforo inorgánico nativo de estos suelos se presenta principalmente en forma de compuestos relacionados estrechamente con hidroxilo, cloro o fluorapatitos, 2 $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}, \text{Cl}, \text{F}]$, wagnerita, 16 $[\text{Mg}_2\text{PO}_4\text{F}]$ con reemplazamiento de Ca por P con déficit de F y wavellita 2 $[\text{Al}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_6 \cdot 9\text{H}_2\text{O}]$. Es verdad que otra

(*) Dirección permanente: Centro de Edafología y Fisiología Vegetal. Cortijo «El Cuarto». C. S. I. C. Sevilla.

clase de fosfatos pueden existir en estos suelos. McGeorge y Breazeale (1932) estiman que hierro y aluminio también juegan su parte reteniendo fósforo en suelos calizos, y Fuller y Mc George (1951) y Greb (1952) estiman, respectivamente, que el 31 y 23 por 100 del fósforo total, de dos series de suelos estudiados por ellos, pertenecían a formas orgánicas.

Estimamos con Balks (1956) que en suelos calizos arcillosos o limosos como los tratados por nosotros, a pH superiores a 6.8, se forman con preferencia fosfatos calizos por no presentar estos suelos apreciable cantidad de hierro y aluminio en condiciones activas respecto al fósforo. Por otra parte, existe evidencia de que fósforo radioactivo añadido en forma de ortofosfato, como el por nosotros utilizado, sólo reemplaza isotópicamente a fósforos ligados a sustancias orgánicas muy especiales, como ácido glicerofosfórico Chargaff (1942), caseína y lecitina, Aten (1939), cambios ambos que requieren mucho tiempo y temperaturas del orden de 100° C, y ácido timonucleico, el único que parece cambiar a temperatura ambiente, Hahn y Hevesy, (1940), por lo que tampoco esta clase de fósforo en suelos entrará en consideración en el presente trabajo.

El magnesio también retiene fósforo. Por ser un catión en todo similar al calcio, lo sustituye isomórficamente en multitud de ocasiones. En la generalidad de los casos, su abundancia no es tan grande como la del calcio en suelos calizos, aunque a veces en calizas dolomíticas y wagnerita puede presentarse en por cien elevados. En cualquier caso no haremos diferencia entre el fósforo que provenga de calcio o magnesio en suelos calizos

Refiriéndonos, pues, sólo al fósforo relacionado al calcio en estos suelos, la cuestión no es simple de todas formas. Este fósforo parece ser el único capaz de pasar a las plantas. Sin embargo, no está claro aún qué clase de compuestos se originan entre calcio y fosfato, y proponer relaciones definidas a la forma en que estos dos elementos se encuentran en el suelo parece, a la luz de los conocimientos actuales, bastante inadecuado. Así, ya Basset (1917) encontró que todos los fosfatos cálcicos sufrían hidrólisis salvo cuando el cociente $P_2O_5:CaO$ poseía un valor de 0,76, aquel correspondiente al hidroxiapatito. Asociados con mayor proporción de P_2O_5 , en contacto con agua fijarán CaO , mientras que aquellos más ricos en CaO incorporarán P_2O_5 . Otra complicación al respecto se deduce de los trabajos de Bjerrum (1936), quien demuestra la existencia de dos valores para el producto de solubilidad del hidroxiapatito, según éste se alcance desde soluciones sobre o insaturadas. Además la superficie específica de un determinado fosfato cálcico puede variar entre márgenes tan amplios como

desde 4 a 150 m² por gramo. Quizá por esto Govaerts (1954) obtiene diferentes valores de fósforo y calcio cambiabile isotópicamente en condiciones idénticas salvo la muestra de fosfato cálcico a tratar, aunque todas las distintas muestras usadas se obtuvieron siguiendo el mismo método. Una técnica que ha venido a resolver tantos problemas como es la de aplicación de rayos X, no da demasiada luz sobre la estructura de los diferentes fosfatos del suelo. Compuestos preparados en el laboratorio más simples que los naturales, que se sabía tienen diferente proporción de P₂O₅ y CaO que el hidroxiapatito, muestran sin embargo su espectro de difracción claramente. Al respecto, Eisemberger et al. (1940) concluyen que la red de los apatitos es tolerante no sólo a muy diferentes proporciones del sistema ternario P₂O₅-CaO-H₂O, sino para inclusiones de otras sustancias aun en apreciable cantidad.

Lo anterior tiende a demostrar cómo asociaciones simples y bajo el control de laboratorio de calcio y fósforo presentan grandes dificultades en cuanto a la determinación de su estequiometría, estructura y solubilidad. El fósforo nativo en el suelo y el añadido hace suficiente tiempo, tres años para Russell (1956), habrán alcanzado un equilibrio característico del suelo y condiciones en que éste se desarrolló en cada caso, pero en la actualidad raro es el suelo de cultivo que no ha recibido fósforo como fertilizante en la cosecha anterior, y este fósforo habrá cambiado el equilibrio inicial. Así, tenemos en el suelo sistemas calcio-fósforo más complejos que aquellos a que hicimos referencia anteriormente, con el agravante de ser sistemas en plena evolución y dinamismo. Estudios realizados sobre la relación existente entre arcillas calizas y carbonato cálcico con fosfatos han suministrado una serie de datos y han conducido al enunciado de hipótesis que tratan de explicar mecanismos. Dos hechos parecen ser universalmente admitidos:

1.º Trabajos de Boischot et al. (1950) muestran cómo soluciones diluidas de fosfato no reaccionan con CaCO₃, originando una precipitación de fosfato cálcico, sino que se adsorben directamente sobre la superficie del carbonato y que la proporción de fósforo adsorbido es función del tamaño de partícula del CaCO₃. Una vez adsorbidos los primeros núcleos de fosfato, se observa un incremento en la solución de la concentración de CO₃" y Ca". Seguidamente la capa de fosfatos adsorbidos crece en grosor, se forman núcleos de cristalización de fosfato cálcico y el proceso termina con una precipitación, gobernada por la ley de acción de masas de fosfato cálcico sobre la superficie de los carbonatos.

2.º Una serie de investigadores, Allison (1943), Pratt y Thorne (1948) y Wey (1955) entre otros, muestran que arcillas saturadas de

calcio adsorben fósforo. Se llega asimismo a la conclusión general de que a pH superior a 6,5, caso de los suelos que nos ocupan, se origina una precipitación de fosfato cálcico como una fase separada en la vecindad de las arcillas cálcicas. Probablemente éste precipitado se verá enriquecido posteriormente con más calcio. Cuando arcillas saturadas de calcio se tratan con soluciones diluidas de fosfato, éste parece ser puede retenerse y originar una especie de doble capa eléctrica, posteriormente, sobre la superficie de las arcillas. Sin embargo, si el producto de solubilidad de un fosfato cálcico se supera en tales circunstancias no parece posible que un precipitado tal tenga lugar en la superficie de las arcillas, sobre todo teniendo en cuenta la gran diferencia de energía de los enlaces fosfato-arcilla de la primera capa y la de los fosfatos cálcicos que luego se forman. Russell (1956) sugiere que cuando ocurra una precipitación entre fosfatos y calcio procedentes o en la vecindad de arcillas, los cristales formados podrían adsorberse sobre la superficie de éstas, pero que esta adsorción de ocurrir debe ser subsecuente a la precipitación inicial ocurrida en la solución intermicelar.

De todo lo anterior se puede sacar la conclusión de que el fósforo en suelos calizos no formará parte de compuestos sencillos. Además el fósforo entrará a formar parte en compuestos de más de una clase. Cada suelo en cuestión es un individuo con una serie de propiedades características. Respecto a la clase de fosfatos que contiene, esta afirmación es especialmente cierta. Si un suelo calizo es pobre en fósforo, será más fácil que la relación $P_2O_5:CaO$ sea similar a la característica de los hidroxiaostitos y este suelo posea aglomeraciones cristalinas muy insolubles de este tipo. Si el suelo posee un alto porcentaje de calcio, esto puede ser cierto también. Suelos con mayor proporción de fósforo posiblemente presenten ortofosfatos como fase aislada.

Por ser carbonato cálcico y arcilla las principales fuentes de calcio en los suelos, la mayor parte de sus fosfatos estarán en relación con unos u otras. Según los fosfatos crezcan adsorbidos en el sistema ternario $PO_4-Ca-CO_3$ o en las inmediaciones de las arcillas, así tendremos otros dos tipos fundamentales de fosfatos cálcicos en los suelos. La solubilidad de estos tres tipos de combinaciones, a saber: formas similares o apatitos o que evolucionan hacia ellos, sistemas fosfato cálcico-carbonato y sistemas fosfato cálcico en relación con arcillas, deben ser diferentes. La clase de arcillas o de carbonato cálcico que los suelos posean será un factor condicionante de gran importancia.

En todo caso, se sabe que una vez formados los fosfatos en los suelos calizos, estos compuestos no permanecerán inalterados, ya que

el balance calcio-fosfato de los suelos se encuentra en continua evolución y que todos los fosfatos cálcicos en un medio de pH 7,1 general en suelos calizos, desorben con más o menos intensidad aniones HPO_4^{2-} y H_2PO_4^- en proporción respectiva del 50 por 100 que pasarán en nuestro caso a la solución del suelo. Esta desorción depende de varios factores:

1.º Un factor de capacidad (posiblemente el fósforo total en el suelo y su relación con el contenido en calcio del mismo).

2.º Un factor de intensidad (condicionado por la diferencia de potencial entre el suelo y sus coloides y la solución del suelo y potencial del fósforo en la misma). Schofield (1955).

3.º Una velocidad a la cual el potencial de fósforo en los suelos puede ser mantenida.

La cuantización de estos factores no es sencilla y quizá imposible.

Actualmente se admite con creciente generalidad que las plantas derivan sus nutrientes inorgánicos, y entre ellos el fósforo, directamente de la solución del suelo, como ya apuntaron Hoagland et al. (1920). Jenny y Overstreet (1939) defienden el punto de vista de que las raíces toman fósforo del suelo por contacto directo, pero parece increíble excluir toda humedad de este «contacto directo».

Como la cantidad de fósforo en condiciones de pasar a las plantas del suelo no es suficiente para soportar vida en la cantidad que exigen los rendimientos de cosecha indispensables en la actualidad, se ha llegado a la precisión de añadir fósforo al suelo. Desgraciadamente sólo un por cien muy bajo de este fósforo queda en disposición de ser asimilado, lo cual exige un conocimiento previo del estado en fósforo del suelo en cuestión y de su respuesta al fertilizante, para deducir de ello, cuánto fósforo habrá que añadir en cada caso para conseguir el mejor resultado económico. Los procedimientos por los cuales se puede hacer una predicción de la cantidad de fertilizante fosfatado que necesita un terreno, son en líneas generales de dos tipos: unos, biológicos, y otros, químicos. Los primeros son largos, aunque seguros, y necesitan años de experiencias; los segundos son cortos, pero continúan en discusión. Entre estos métodos químicos se han establecido dos categorías. Unos son procedimientos de extracción del fósforo del suelo alterando el sistema del mismo. Los extractores usados son soluciones de diferente grado de acidez, que se supone ejercen una acción similar a la de los ácidos secretados por las raíces de las plantas. El otro grupo, de procedimientos químicos, se basa en la afirmación de que los ácidos secretados por las raíces de las plantas no poseen acción disolvente alguna y de que éstas toman el fósforo enteramente del que tiende a pasar o se encuentra en la solución del suelo. A esta

categoría pertenecen extractantes compuestos por soluciones de suelo, agua y técnicas que usan radioisótopos.

En la primera categoría, al someter un suelo a extracción cierta cantidad de fósforo pasará a la solución extractante. Esta cantidad dependerá no tanto de la cantidad de fósforo fácilmente soluble que posea el suelo, como de la acidez del extractante y del tiempo de contacto de ambos. Métodos más o menos arbitrarios de este tipo existen en cantidad; algunos son capaces de predecir con bastante seguridad para ciertos tipos de suelos la cantidad de fósforo asimilable que poseen y cuánto fertilizante habrá que añadirles.

Entre la otra categoría de ensayos por vía química, los que emplean soluciones de suelo y agua dan respuestas en la mayoría de los casos inadecuadas, quizá por la influencia del pH del suelo sobre el escaso poder tampón de estos extractantes.

Los métodos que envuelven procesos de cambio isotópico, si bien tienen con los anteriores la propiedad común de no alterar el sistema del suelo, poseen una teoría absolutamente diferente. En el caso del fósforo este método es fácilmente aplicable por las extraordinarias características que posee el isótopo empleado. ^{32}P Efectivamente, el ^{32}P tiene una vida media lo suficientemente larga como para poderse emplear incluso en experimentos relativamente largos de campo: emite partículas β negativas con energía suficiente para ser detectadas con gran eficiencia con sencillos tubos Geiger-Müller y no presenta ninguna diferencia química, debido a efecto de masa isotópica, con la forma normal del fósforo, ^{31}P .

Cálculo.

Se entiende por cambio isotópico una reacción química en la cual átomos de diferente masa de un mismo elemento intercambian entre dos o más compuestos químicos de este elemento. El balance calorífico de una tal reacción es nulo. Termodinámicamente un proceso de tal clase se ve justificado, sin embargo, si tenemos en cuenta que cuando los isótopos del elemento envuelto en el cambio estén uniformemente distribuidos entre todos los reactantes, la entropía del sistema será mayor que la entropía del sistema original en que los isótopos no estaban uniformemente repartidos. La energía libre del sistema final será así mínima, puesto que

$$\Delta F = -T \cdot \Delta S. \quad [1]$$

Una reacción simple de cambio isotópico será aquella en la cual átomos químicamente equivalentes de una especie molecular cambian con isótopos del mismo elemento de una segunda especie molecular cuyos átomos cambiables son también químicamente equivalentes. Wahl y Bonner (1951).

Cuando una reacción de cambio isotópico simple tiene lugar en un sistema homogéneo estable, la velocidad con que aparecen átomos radioactivos en el reactante inicialmente inactivo sigue una ley exponencial simple. Mc Kay (1938) fué el primero en enunciar esta ley para compuestos con un solo átomo intercambiable por molécula, y estableció además que esta ley se cumplía independientemente del orden de la reacción que tuviera lugar.

Ahora bien, el cambio isotópico de fósforo en suelos se realiza en un sistema heterogéneo no estable, y los átomos cambiables del sistema inicialmente inactivo, el suelo, no son todos equivalentes químicamente, pues pertenecen al menos a tres sistemas mayores molecularmente distintos. Por ello varias consideraciones han de ser tenidas en cuenta si queremos obtener un aumento de radioactividad en el suelo que siga una ley exponencial.

1.º El cambio isotópico se realiza en una suspensión. Un cierto número de muestras de 0,5 gr. de suelo se ponen a agitar en frascos de reacción con 100 ml. de KCl 0,02 M. a temperatura constante en un margen de $\pm 0,5^\circ$ C. Con esta relación suelo-solución 1:200 se consigue mediante un agitador de vibración una suspensión homogénea con gran facilidad y además el cambio isotópico alcanza el equilibrio en un tiempo razonablemente corto: aproximadamente doscientas horas de agitación. La solución extractora ha de ser una que no altere el sistema suelo. Mc Auliffe et al. (1948) preconizan el uso de un electrolito neutro diluido como el por nosotros empleado. Este medio lleva con facilidad todo el fósforo que el suelo tiene o es capaz de proporcionar a la solución del suelo, al total del volumen de reacción, donde se mezcla estadísticamente con el ^{32}P añadido. El cambio isotópico se realiza ahora por reemplazamiento por choque de grupos fosfatos en la solución con grupos fosfato en la superficie del suelo, reacción unimolecular que sigue una marcha exponencial.

2.º El sistema suelo-solución extractora no es estable a través del cambio isotópico. La concentración de fósforo en la solución varía con el tiempo. Hemos encontrado que esta variación es muy rápida dentro de las primeras veinticuatro horas de agitación, y luego tiende a un valor asintótico. Si mantenemos el suelo en agitación un mínimo de veinticuatro horas antes de añadir al conjunto ^{32}P , se puede considerar que el cambio isotópico se efectúa en un medio estable respecto al

fósforo. Una mayor exactitud se consigue de la forma siguiente: en sistemas estables se define por fracción de cambio F el cociente entre la actividad específica s_t de una de las formas cambiables en un momento dado y la actividad específica s_∞ , de la misma forma cambiable cuando el equilibrio se haya alcanzado

$$F = \frac{s_t}{s_\infty} \quad [2]$$

en donde la actividad específica s en cualquier momento es

$$s = \frac{\text{concentración de } X^* \text{ en uno de los componentes}}{\text{concentración de } X^* + X \text{ en uno de los componentes}} \quad [3]$$

siendo X^* el elemento cambiable activo y X el elemento cambiable inactivo.

Dada la variación de fósforo, elemento cambiable, en solución durante el cambio isotópico (a pesar de haberse iniciado éste después de veinticuatro horas de agitación previa), nos veremos obligados a corregir la concentración de ^{31}P (X) que toma parte en la actividad específica. Si introducimos al mismo tiempo la corrección correspondiente a la disminución de radioactividad debida a destintegraciones de ^{32}P durante el cambio isotópico, definiremos una nueva magnitud, razón de la actividad específica r_s , en la siguiente forma:

$$r_s = \frac{{}^{32}\text{P}_t \cdot \text{P}_o}{{}^{32}\text{P}_o \cdot \text{P}_t} \quad [4]$$

donde los subíndices indican tiempo, ^{32}P es la concentración del elemento cambiable activo en solución y P la concentración total del elemento cambiable (activo + inactivo) en solución

La cantidad total cambiable de un elemento X se define en sistemas estables en la forma

$$X_{\text{total}} = \frac{X \text{ en solución}}{(\text{actividad específica})_\infty} \quad [5]$$

En nuestro caso, por el mismo motivo.

$$P_{\text{total cambiable isotópicamente}} = \frac{(P_{\text{en solución}})_o}{(r_s)_\infty} \quad [6]$$

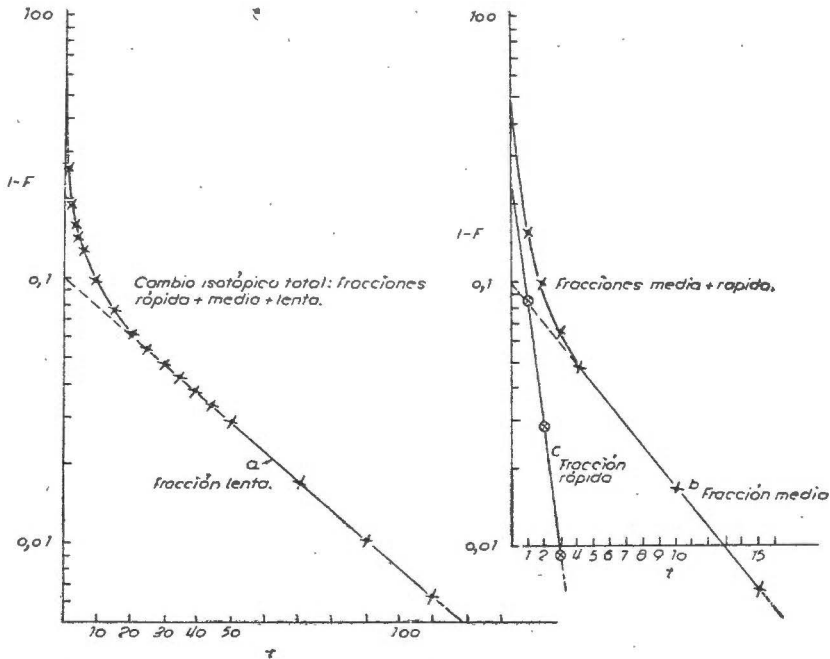
3.º Cuando un sistema homogéneo estable se somete a una reacción de cambio isotópico simple y se representan los valores de $(1 - F)$

en escala logarítmica respecto al tiempo en escala natural, según lo enunciado por Mc Kay (1938) se obtiene una línea recta. Si representamos los valores de $(1 - F)$, en que

$$F = \frac{(r_s)_t}{(r_s)_\infty},$$

obtenidos en el cambio isotópico de un suelo en forma semilogarítmica, obtendremos, en lugar de una línea recta, una línea compuesta,

FIGURA N° 7.



como la indicada en la figura 1. Esto se debe al hecho de que en el suelo sufren cambio isotópico átomos que se encuentran ligados a compuestos de diferente clase. Cada compuesto diferente cambiará fósforo a distinta velocidad y en distinta proporción, dependiendo esto sobremanera de las condiciones particulares de cada suelo. Mediante un simple análisis gráfico, la línea de la figura 1 se descompone en tres rectas, las α , β y γ , que corresponden a tres clases de fosfatos que sufren cambio, uno muy rápido, otro intermedio y otro más lento, respectivamente. Estas tres fracciones distintas, observadas por nosotros en más de 30 suelos diferentes, han sido mencionadas por Seatz

(1954), aunque no parece existir gran evidencia en la literatura de que se haya realizado su separación. Sistemáticamente observamos también que las fracciones rápidas y más lentas, en todos los suelos estudiados envuelven más cantidad de fósforo cambiante isotópicamente que las fracciones intermedias.

Cada uno de estas fracciones así separadas presenta una variación exponencial de su fracción de cambio respecto al tiempo, en la forma

$$R \cdot t = \frac{P_x \cdot P_o}{P_x + P_o} \ln(1 - F) \quad [7]$$

en que R es la velocidad en mgr. P/100 gr. suelo/hora a que se realiza el cambio de cada fracción, y P_x la cantidad de fósforo en mgr. P/100 gr. suelo puesta en juego cada vez.

Si llamamos $t_{\frac{1}{2}}$ al tiempo que necesita la fracción de cambio para valer la mitad en cada fracción del cambio isotópico total y hallamos este valor $t_{\frac{1}{2}}$ en cada caso de la gráfica correspondiente, sustituyendo en [7] F por 0,5 y t por $t_{\frac{1}{2}}$, obtendremos:

$$R = \frac{0,693}{t_{\frac{1}{2}}} \cdot \frac{P_x \cdot P_o}{P_x + P_o} \quad [8]$$

por medio de la cual será posible determinar la velocidad a que cambia cada fracción.

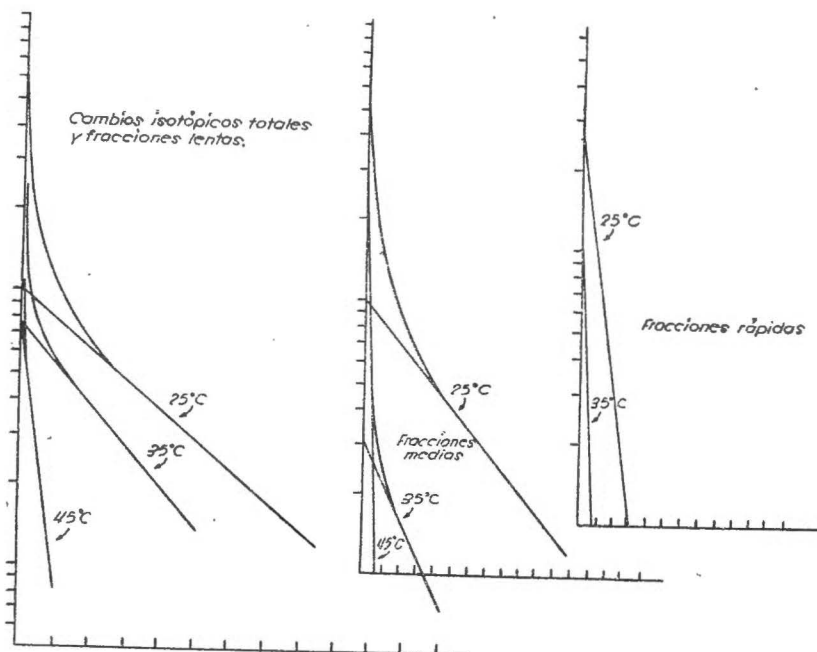
De esta forma se realiza un estudio cinético de las diferentes fracciones, rápida, media y lenta, en que puede descomponerse el fósforo total cambiante isotópicamente de los suelos.

Muchos han sido los trabajos encaminados a comprobar que el fósforo total cambiante isotópicamente representa al fósforo disponible en los suelos para su asimilación por las plantas

Clásicos son ya al respecto los trabajos de Fried y Dean (1952). El camino tomado por estos investigadores es uno tal que agrupa métodos biológicos, experiencias sobre cultivos, con métodos de cambio isotópico. Según Larsen (1952), los valores «A» obtenidos por el método de Fried y Dean representan concretamente el fósforo cambiante isotópicamente por los suelos, sin más requisito a cumplirse que el fósforo del suelo y el añadido como fertilizante sean igualmente accesibles físicamente por las plantas. Gunnarsson y Fredriksson (1951) encuentran concordancia entera entre valores de fósforo cambiante isotópicamente hallados en laboratorio y experimentos llevados a cabo en ma-

cetas y en campo. Russell, Russell y Marais (1957) no encuentran una tan marcada coincidencia. Esto puede ser debido a una alteración de la posición de equilibrio del proceso por las diferentes condiciones impuestas en el laboratorio y en el campo. Nethsinghe (1958) vuelve a encontrar que la actividad específica del fósforo absorbido por las plantas y el extraído de suelos con una solución 10^{-2} M de CaCl_2 , habiéndose equilibrado previamente los suelos con ^{32}P , es la misma.

FIGURA N° 2



Nethsinghe (1958), asimismo, realiza extracciones de los suelos equilibrados con ^{32}P a que aludimos anteriormente, con extractantes ácidos (Dyer, 1 por 100 de ácido cítrico, y Truog, N/500 H_2SO_4 , por ejemplo). La actividad específica de los extractos así obtenidos es menor que la encontrada usando 10^{-2} M. CaCl_2 u otros electrolitos neutros de similar concentración. La única explicación posible de este hecho es que los extractantes ácidos empleados extrajeron más fósforo del suelo que el que éste posee en calidad de disponible y una reprecipitación tuvo lugar en el mismo frasco de reacción. Por otra parte, el hecho de una refijación de algo del fósforo llevado a solución por extractantes ácidos ha sido revisado y compilado ampliamente por Wild (1950), y

Cooke (1951) señala una serie de reactivos que previenen estas fijaciones.

El fósforo cambiante isotópicamente no está sujeto a fenómenos de refijación durante el proceso de la extracción, pues el extractante no realiza otro papel que el de medio al cual se difunde el fósforo capaz por sí mismo de pasar a la solución del suelo.

Se pueden elegir, sin embargo, una serie de agentes exteriores que condicionan la cantidad de fósforo cambiante isotópicamente o fósforo disponible de un suelo. Así, incrementos de temperatura a la que se realiza el cambio isotópico originan incrementos del fósforo total cambiante de los suelos. Una relación directa liga estas dos variables en cuatro suelos de muy distinta naturaleza. Arambarri y Talibudeen (1959 a). En la figura 2 se muestran las tres fracciones en que se dividió uno de los suelos estudiados, y en la tabla I damos los datos co-

TABLA I

TEMPERATURA	25° C	35° C	45° C
Total fósforo disponible (P en solución + P disponible en el suelo)...	3,16	10,04	15,72
P en solución.....	0,15	0,44	0,55
P disponible en el suelo.....	3,01	9,60	15,17
Fracción rápida.....	0,81	3,17	4,34
Fracción media.....	0,10	0,12	0,33
Fracción lenta.....	2,10	6,31	10,50
t $\frac{1}{2}$ rápida.....	0,92	0,92	Muy corto
t $\frac{1}{2}$ media.....	3,90	1,24	0,16
t $\frac{1}{2}$ lenta.....	27,35	19,85	3,11
R rápida.....	0,09	2,98	Muy rápida
R media.....	0,01	0,05	0,89
R lenta.....	0,004	0,01	0.12

respondientes a las cantidades de fósforo que conciernen a cada fracción, el tiempo medio que requiere cada fracción para cambiar y la velocidad a que se efectúan estos cambios. Las tres fracciones sufren un aumento en la cantidad de fósforo cambiante de tres a cinco veces su valor para un incremento de temperatura de 20° C, mientras el tiempo requerido para que las diferentes fracciones de cambio se reduzcan a la mitad, disminuye entre un medio y un décimo.

Cuando la solución extractora presenta concentraciones de aniones orgánicos (citrato amónico y dietilbarbiturato monosódico) del orden

de 0,001 M, se observa un decrecimiento en el fósforo disponible de dos suelos que se sometieron a estudio, relacionado con la fracción lenta de los mismos. El fósforo disponible sigue en ambos suelos el orden decreciente, tabla II,

$$\text{KCl} > \text{citrato} \geq \text{barbiturato}$$

Dos razones nos llevaron a escoger estos aniones orgánicos, Arambarri y Talibudeen 199, b): a) su diámetro es aproximadamente el mismo, 8 Å, y b) su poder complejante es muy diferente. Ambos aniones impiden el cambio isotópico de los fosfatos que se encuentren en microporos del suelo, diámetro medio 4,5 Å, los cuales bloquean con su gran tamaño. El citrato, por su gran poder complejante, (quelación), disminuye sólo en 10-30 por 100 el fósforo asimilable del suelo, mientras el anión dietilbarbiturato, que no es complejante, lo reduce en 40 por 100.

TABLA II

SUELO	Solución extractora	P disponible en el suelo			SUMA
		Fracciones			
		Rápida	Media	Lenta	
Suelo A < 0,1 % CaCO ₃	0,02 M KCl	1,94	0,42	8,16	10,52
	0,02 M KCl + 0,001 M Citrato	4,09	1,69	3,86	9,64
	0,02 M KCl + 0,001 M Barbiturato	1,37	0,77	4,68	6,88
Suelo B 1,5 % CaCO ₂	0,02 M KCl	1,69	0,43	7,74	9,86
	0,02 M KCl + 0,001 M Citrato	1,46	0,32	4,01	5,79
	0,02 M KCl + 0,001 M Barbiturato	1,87	0,58	3,64	6,09

En otros experimentos, siete suelos neutros se saturaron con sodio y con calcio (Arambarri y Talidudeen (1959, c). El fósforo total asimilable de estos suelos, en las dos diferentes saturaciones, no sufrió va-

riaciones significantes, de acuerdo con observaciones anteriores de Klechkowskii y Zherdetskaya (1951), mientras el fósforo en solución disminuía consistentemente desde los suelos saturados de sodio a los mismos suelos, pero hechos cálcicos. Sin embargo, al fraccionar el fósforo total asimilable de estos suelos se observa que la fracción rápida es insensible al catión saturante, mientras las fracciones media y lenta dependen de él en gran manera. Los datos en la tabla III refieren a la cantidad de fósforo que corresponde a cada fracción y a la velocidad con que cambian en un mismo suelo saturado con sodio y con calcio y en cambios isotópicos realizados a 25 y 35° C. En ellos se observa: a) En el sistema sódico un aumento de temperatura de 10° C dobla la velocidad a que se realiza el cambio en las fracciones media y lenta, no afectándose grandemente la velocidad de la fracción rápida, mientras que en el sistema cálcico ninguna de las tres fracciones se altera notablemente con el cambio de temperatura. b) Mientras en el suelo sódico como en el cálcico la velocidad de cambio de la fracción rápida permanece prácticamente constante, las fracciones media y lenta cambian entre cuatro y diez veces más rápidamente en el sistema sódico que en el cálcico. Ambas observaciones sugieren una gran relación entre el calcio cambiante en los suelos, con los fosfatos de los mismos que son asimilables en forma no muy rápida

TABLA III

TEMPERATURA	Suelo saturado con sodio				Suelo saturado con calcio			
	25° C	35° C	25° C	35° C	25° C	35° C	25° C	35° C
	Cantidad		Velocidad		Cantidad		Velocidad	
Fracción rápida.....	2,16	2,08	2,05	2,12	2,85	4,25	2,73	2,12
Fracción media.....	1,42	1,48	0,22	0,38	0,27	0,30	0,05	0,05
Fracción lenta.....	6,59	10,38	0,04	0,08	7,36	12,62	0,01	0,008

*Departamento de Química,
Rothamsted Experimental Station,
Harpenden*

RESUMEN

En este trabajo se sugiere una relación de los fosfatos en suelos calizos con los distintos aglomerados de suelo ricos en calcio. Los trabajos realizados parecen indicar que las diferentes fracciones en que es posible dividir el fósforo total asimilable en

los suelos, hallado por cambio isotópico, son entidades independientes, clases distintas de fosfatos que presentan propiedades cinéticas distintas en distintos tipos de suelos, pero que responden de igual forma a la misma acción externa.

ISOTOPICAL CHANGE OF PHOSPHORUS IN LIME SOILS: JUSTIFICATION AND CALCULATION

SUMMARY

This paper suggests a relation in the phosphates of lime soils to the different lime rich agglomerates of the soil. The studies carried out seem to show that the different fractions in which can be divided the total assimilable phosphorus found in the soils by isotopical change, are independent units, different types of phosphates showing different properties in the different soil types but responding in the same way to the same external reaction.

REFERENCIAS

- ALLISON, L. E. 1943. The trend of phosphate adsorption by inorganic colloids from certain Indiana Soils. *Soil Sci.*, 55, 333-342.
- ARAMBARRI P. y TALIBUDEEN, O. 1959 a. Factors influencing the isotopically exchangeable phosphate in soils. Part. II. The effect of temperature in some calcareous soils. (En prensa.)
- ARAMBARRI, P. y TALIBUDEEN, O. 1959 b. Factors influencing the isotopically exchangeable phosphate in soils. Part. I. The effect of very small concentrations of organic anions in solution. (En prensa.)
- ARAMBARRI, P. y TALIBUDEEN, O. 1959 c. Factors influencing the isotopically exchangeable phosphate in soils. Part. III. The effect of base saturation with sodium and calcium ions in neutral ir slightly acid soils. (En prensa.)
- ATEN, A. 1939. Dissertation. Utrecht. Referido por G. Hevesy, 1948. Radioactive indicators. Their applications in Biochemistry, Animal Physiology and Pathology. Interscience Publishers, New York.
- BALKS, R. 1956. The behaviour of phosphorus in soils. *Landw. Wochenbl. Westf. u. Lippe* 113 A.
- BASSET, H. 1917. The phosphates of calcium. Part. IV. The basic phosphates. *J. Chem. Soc.*, 111, 620-642.
- BJERRUM, N. 1936. Investigation on the solubility of calcium phosphates. Selected papers. Edited by friends and coworkers on the occasion of the 70 th birthday day the 11th March 1948. Copenhagen.
- BOISCHOT, P., COPPENET, M. y HERBERT, J. 1950. The fixation of phosphoric acid on calcium carbonate soils. *Plant and Soils*, 2, 311-322.
- COOKE, G. W. 1951. Fixation of phosphate during the acid extraction of soils. *J. Soil Sci.*, 2, 254-256.
- CHARGAFF, E. 1942. Note of the mechanism of conversion of β -Glycerophosphoric acid into the α -form. *J. Biol. Chem.*, 144, 455.
- EISEMBERGER, S., LEHRMAN, A. y TURNER, W. D. 1940. The basic calcium phosphates and related systems. Some theoretical and practical aspects. *Chem. Revs.*, 26, 257-296.

- FRIED, M. y DEAN, L. A. 1952. A concept concerning the measurement of available soil nutrients. *Soil Sci.*, 73, 263-271.
- FULLER, W. H. y MC. GEORGE, W. T. 1951. Phosphate in calcareous Arizona soils. II. Organic phosphorus content. *Soil Sci.*, 71, 50-54.
- GOVAERTS, J. 1954. Echanges isotopiques et structure du phosphate tricalcique. *Congres International de Chimique Industrielle*. Bruxelles.
- GREB, B. W. 1952. Organic phosphorus in calcareous Colorado soils. Master's Thesis. Colorado Agricultural and Mechanical College. Fort Collins, Colorado.
- GUNNARSSON, O. y FREDRIKSSON, L. 1951. A method for determining the amount of «plant available» phosphorus in soils by means of ^{32}P . *Proc. Isotope Tech. Conf. Oxford*, 1, 427-431.
- HAHN, L. y HEVESY, G. 1940. Turnover rate of nucleic acid. *Nature*, 145, 549.
- HIBBARD, P. L. 1931. Chemical methods for estimating the availability of soil phosphate. *Soil Sci.*, 31, 437-466.
- HOAGLAND, D. R. 1920. Relation of the soil solution to the soil extract. *J. Agric. Res.*, 20, 330-395.
- JENNY, H. y OVERSTREET, R. 1939. Surface migration of ions and contact exchange. *J. Phys. Chem.*, 43, 1185-1196.
- KLECHKOWSKII, V. M. y ZHERDETSKAYA, G. N. 1951. Role of metabolic calcium in the binding of phosphate ions by soils. *Doklady Akad. Nauk URSS.*, 79, 843-846.
- LARSEN, S. 1952. The use of ^{32}P in studying the uptake of phosphorus by plants. *Plant and Soil.*, 4, 1-10.
- MCAULIFFE, C. D., HALL, N. S., DEAN, L. A. y HENDRICKS, S. B. 1947. Exchange reactions between phosphate and soils. Hydroxylic surfaces of soil minerals. *Proc. Soil. Sci. Soc. Amer.*, 12, 119.
- MCGEORGE, W. T. y BREAZEALE, J. F. 1932. Studies of iron, aluminium and organic phosphate fixation in calcareous soils. *Arizona Agri. Expt. Sta. Tech. Bull.*, 40
- MCKAY. 1938. Kinetics of exchange reactions. *Nature*, 142, 997.
- NETHSINGHE, D. A. 1958. Chemical potential of exchangeable phosphate in soils. Tesis doctoral. Oxford. Comunicación personal.
- PRATT, P. F. y THORNE, D. W. 1948. Solubility and physiological availability of phosphate in sodium and calcium systems. *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.*, 13, 213-217.
- RUSSELL, E. J. 1956. Soil condition and plant growth. Longmans, Green & Co. London, New York, Toronto.
- SCOTT, RUSSELL, R., RUSSELL, E. W. y MARAIS, P. G. 1937. Factors affecting the ability of plants to absorb phosphate from soils. I. The relationships between labile phosphate and absorption. *J. Soil. Sci.*, 8, 248-267.
- SCHOFIELD, R. K. 1955. Can a precise meaning be given to «available» soil phosphorus? Soil and fertilizers, vol. XVIII, 373-375.
- SEATZ, L. F. 1954. Phosphate activity measurement in soils. *Soil Sci.*, 77, 43-51.
- WAHL, A. C. y BONNER, N. A. 1951. Radioactivity applied to Chemistry. Chapman and Hall Ltd. London.
- WEY, R. 1955. Etude de la retention des anions phosphoriques par les argiles: montmorillonite et kaolinite. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. Strasbourg.
- WILD, A. 1950. The retention of phosphate by soils. *J. Soil Sci.*, 1, 221-238

ESTUDIO FITO-ECOLOGICO DEL VALLE DE ALCUDIA (CIUDAD REAL) (1)

por

MANUEL OCAÑA

II.—EL «MEDIO» Y LA VEGETACION (2)

1. CARACTERES AMBIENTALES Y ECOLOGÍA

Características generales.

Situado en el extremo suroccidental de la provincia de Ciudad Real, prácticamente en los límites con las de Córdoba, Badajoz y Jaén, el Valle de Alcudia forma uno de los accidentes orográficos más interesantes de Sierra Morena, que se extiende en unos cien kilómetros de longitud por 12-15 de anchura, bordeado en toda su extensión por las sierras denominadas Norte y Sur de Alcudia.

La impresión que produce al entrar por uno de los numerosos puertos que franquean las dos sierras limitantes, es la de una llanura formada por ligeras ondulaciones de terreno que van a encontrarse con las abruptas elevaciones de estas sierras de ásperas cimas y de color oscuro, debido a la cerrada vegetación arbustiva que las cubre.

Sin embargo, al descender al valle y recorrerlo, puede comprobarse lo engañoso de esta imagen que nos mostraba la perspectiva. Lo que aparecía como suaves ondulaciones, son cerros y lomas separadas entre sí por barrancos y vallecitos profundos, producto de la intensa erosión de las aguas.

En tal sentido, podemos considerar dividido el Valle en dos partes

(1) Subvencionado por la Fundación «Juan March».

(2) La primera parte de este trabajo fué publicado en ANAL. EDAF. (1959), XVIII, 3.

de, aproximadamente, la misma extensión, y que vienen a coincidir con las dos cuencas hidrográficas a que pertenecen los cursos de agua que las recorren (98 a.). La zona oriental, de la cuenca del Guadalquivir, a pesar de encontrarse tan sólo a veinte kilómetros del río Guadiana, está recorrida por los ríos Tablillas, Montoro y Fresnedas, en la más abrupta de las dos, presentando frecuentes y continuas elevaciones de acentuada pendiente. Por el contrario, la región occidental está formada por una monótona topografía de lomas más suaves, recorrida por la red del río Alcudia, perteneciente a la cuenca del Guadiana, de amplios cauces y en la que destaca el cerro de la Bienvenida, de naturaleza eruptiva, magnífico mirador de toda la zona, con 720 metros de altitud absoluta y 100 sobre el llano circundante.

Las sierras Norte y Sur de Alcudia alcanzan, en general, alturas similares, oscilantes entre los 900 y 1.150 metros, llegando en el Morrón de la Atalaya a 1.174 metros sobre el nivel del mar. Sin embargo, la sierra de la Umbría, produce la impresión de mayor altitud por encontrarse recortada en su base por el cauce encajado y profundo del río Montoro. El nivel medio de las elevaciones que constituyen el valle propiamente tal, suele alcanzar altitudes de 500 a 600 metros sobre el nivel del mar en la zona occidental, y alrededor de los 700 en la oriental.

Los núcleos de población del valle no son ni muy frecuentes ni muy importantes, debido a la dedicación fundamental de toda la región, la cría del ganado ovino. En la parte occidental se encuentra Alamillo, con 2.500 habitantes y el pequeño núcleo de la Bienvenida, que si bien en otras épocas fué centro de la trashumancia del ganado ovino de esta zona del valle, en la actualidad está reducido a una docena de casas, junto a una iglesia que ya existía en 1.590. En sus proximidades se encuentran restos interesantes de un poblado romano (Seasapo).

En la zona oriental están Cabezarrubias del Puerto (2.000 habitantes), Hinojosas de Calatrava (2.600 habitantes) y Mestanza (3.500 habitantes).

Como fin de este breve bosquejo general del Valle, señalamos sus principales vías de comunicación. Fuera del Valle, pero bordeando su sierra Norte, pasa el ferrocarril Madrid-Badajoz-Lisboa, aunque se introduce en él en un pequeño tramo en la parte occidental, donde se encuentra la estación de Alamillo, unida al pueblo por una carretera de cinco kilómetros en buen estado.

El ferrocarril de vía estrecha Puertollano-Peñarroya atraviesa el valle de Norte a Sur, y es él que más posibilidades ofrece al que quiera visitarlo sin medios de locomoción propios, ya que tiene dos estaciones,

la de Cabezarrubias y Brazatortas-Alcudia, emplazadas en la parte más interesante y más típica.

De Brazatortas, en la sierra Norte a Puerto Niefla en la Sur, atraviesa el valle, en su zona central, la carretera de Córdoba a Tarragona, en mal estado de conservación actual, pero que en un futuro próximo podría convertirse en la mejor vía de acceso entre Andalucía y la Meseta.

Aparte de la carretera de Brazatortas a Alamillo, pasando por la Bienvenida, actualmente en construcción y de fundamental interés para el desenvolvimiento económico y cultural del occidente del valle, y de las que ponen en comunicación a Puertollano con Hinojosas y Mestanza, sólo las abundantes cañadas y pasos de ganado son dignas de mención.

Explotación económica.

Por lo ya dicho, queda patentizado el carácter ganadero de la economía general del Valle. Las producciones agrícolas se reducen al trigo y la cebada; en menor proporción y rara vez el centeno; leguminosas de secano y olivos, todas ellas de escasos rendimientos; se consideran muy buenos los de 6-7 en el trigo y 9-10 en la cebada, aunque lo normal es de 4-5 en el primer cereal. Se alterna el cultivo con el barbecho y el majadeo, en años sucesivos. Cambiando los rediles cada pocos días, e incluso diariamente.

Indirectamente podemos sacar algunas consideraciones interesantes sobre las notas más salientes de la economía de esta región a partir de las siguientes *estimaciones* realizadas con los datos publicados en la Memoria de la *Junta Provincial de Ordenación Económico-Social*, Ciudad Real, 1949.

El Valle de Alcudia está ocupado por los términos municipales de Alamillo, Almodóvar del Campo, Brazatortas, Cabezarrubias del Puerto, Hinojosas de Calatrava, Mestanza y Solana del Pino. San Lorenzo de Calatrava contribuye con una pequeña porción a formar el ángulo extremo oriental, de escaso interés. En total, consideramos una superficie de 128.000 hectáreas, distribuidas entre 2.027 propietarios, de la cual sólo el 9,5 por 100 está dedicada a los precarios cultivos anteriormente mencionados y el resto (90,5 por 100) a pasto y monte.

La superficie está repartida como sigue:

El 90 por 100 pertenece a 187 propietarios, con una media de 620 hectáreas cada uno.

El 3,7 por 100 entre otros 187, con 22 hectáreas de media.

El 2,9 por 100 entre 507, con 7,5 hectáreas de media.

El 3 por 100 entre 1.151, con 3,5 hectáreas de media.

Presentado de otra forma:

El 9,2 por 100 de los propietarios posee predios de 620 hectáreas por término medio.

El 9,2 por 100 de 22 hectáreas.

El 25 por 100 de 7,5 hectáreas.

El 56 por 100 de 3,5 hectáreas.

En resumen, el hecho de que el 90 por 100 de la superficie del Valle pertenezca a 187 propietarios y el restante 10 por 100 a 1.845, nos denota dos categorías perfectamente diferenciadas. La agricultura está en manos de estos numerosos pequeños propietarios, mientras que la ganadería ha de mantenerse necesariamente sobre los predios de mayor extensión. Las reducidas áreas de las grandes propiedades que se dedican al cultivo, suelen hacerlo mediante el sistema de aparcería. Con frecuencia se sigue el ciclo siguiente: la mayor extensión de la finca se dedica a pasto; una parte de la zona de monte se cultiva en aparcería, lo que exige el desmonte previo por parte de los carboneros y del propio aparcero, consiguiéndose algunas cosechas, de las cuales suele ser la mejor la correspondiente al segundo año de explotación; agotado y erosionado el suelo, hasta el punto de hacer antieconómica la explotación incluso en las condiciones de escasa rentabilidad en que se desenvuelve, se pasa a otra zona de monte; de esta forma se va aumentando la zona de pastos, que es la más rentable, a expensas de la de monte.

Por otra parte, los pastos suelen ser arrendados a los propietarios del ganado («serranos»), el cual permanece en el valle de octubre a mayo. Durante el verano transhuman a la montaña, Segovia, Soria, y en Alcuía sólo quedan pocas ovejas para *resistir* hasta el siguiente otoño, con los restos de un vegetación rala y seca.

La principal riqueza de todo el valle es la ganadería, contando el censo ovino con unas 240.000 cabezas, muy superior al de todas las demás especies, que tan sólo llegan a 4.055 individualidades en el ganado vacuno, 8.932 en el cabrío, 3.086 en el de cerda y 1.300 animales de trabajo.

Clima.

Dentro del Valle de Alcuía sólo existen Estaciones pluviométricas, y aun los datos sobre la lluvia tienen algunas lagunas y en todas ellas

el período en que han sido tomadas las observaciones de forma continuada es corto. Además de esto, la inexistencia de Estaciones termoplumiométricas en el valle nos obliga a completar nuestras apreciaciones basándonos en los datos de las Estaciones próximas de Puertollano, Almadén y Fuencaliente. No creemos que las diferencias entre los datos provenientes de una de estas estaciones, comparados con los de una estación situada en el propio Valle de Alcudia, sean mayores que las que nos proporcionarían dos puntos del valle suficientemente alejados.

Los datos de base van especificados en los Caudros núms. 1, 2, y 3 (3).

Teniendo en cuenta todos estos datos, podemos enumerar las características bioclimáticas que definen la zona en estudio:

— El Valle de Alcudia pertenece climáticamente a la región mediterránea.

— Dentro de ella, al piso semiárido, próximo al subhúmedo.

— Existen cuatro meses secos, en los cuales la evaporación es superior a las precipitaciones (incluidas los rocíos, humedad atmosférica, etc.), y, por tanto, las plantas tan sólo disponen de la humedad edáfica.

— La estación más lluviosa es la primavera, seguida por el invierno. La más seca, el verano.

(3) Para que las observaciones meteorológicas sean útiles para el fin que a nosotros importa, es necesario tener en cuenta el conjunto de factores que actúan sobre las plantas en cada momento, los factores limitantes de la vida vegetal en sus extremos y el ritmo de tales factores limitantes. Con este fin y para la comparación del clima del Valle de Alcudia con otros homólogos o *bioequivalentes* hemos tenido en cuenta:

1. El cociente pluviométrico de Emberger

$$Q = \frac{P}{(M + m)(M - m)} \times 1000$$

En el cual: P = pluviosidad anual; M = media de las temperaturas máximas del mes más caluroso; m = media de las temperaturas mínimas del mes más frío, calculadas a partir de -27° .

2. La estación seca (Gausson), entendiéndose como tal el conjunto de meses secos consecutivos. Un mes seco es el que presenta un total mensual de precipitaciones (en milímetros) igual o menor al doble de la temperatura media mensual (en grados centígrados): $P \geq 2T$.

3. El índice xerotérmico (Gausson), que es igual al número de días biológicamente secos.

4. Los diagramas ombrotérmicos (Gausson), fig. 1.

5. La altitud de las estaciones.

CUADRO 1

Pluviosidad anual y días de lluvia de las Estaciones del Valle de Alcudia

	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	Media
Almadén	680 87	808 114	677 90	559 78	494 60	283 38	537 88	792 91	640 94	519 82	503 88	771 120	685 91	306 66	330 65	851 94	479 70	583 83
Alamillo		501 63	534 49	441 53	408 49	253 26	600 66	644 61	491 56	528 52	415 52	639 53	617 49	255 37	179 27	752 70	443 44	483 50
Fuencaliente	666 77	780 89	556 68	611 77	460 62	304 53	527 82	867 97	609 56	437 57	329 37	762 75	778 53	406 40	449 42	885 93	493 54	581 65
Puertollano								632	631	476 60	418 44	772 87	732 62	293 41	304 46	460 65		524 58
Veredas							424 57	604 80	517 61	442 52	271 39	705 77	476 53	228 40	226 34	679 58	561 62	467 55
Cabezarrubias...								604 80	495 68	474 50	351 49	487 60	603 64	289 40	359 60	557 73	312 49	443 59
Brazatortas						255 49	400 71	624 78	728 71	500 83	389 77	904 85	777 71					572 73
Hinojosas						260 55	458 94	612 85	492 82	392 79	301 76	631 106	631 85	322 73	278 73	626 115	344 82	445 83

CUADRO 2

Pluviosidad mensual media y temperatura mensual media, de las Estaciones del Valle de Alcudia

	ALTITUD (m. s. m.)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Almadén	589	73 6,3	64 7,7	84 10,9	62 14,1	55 16,9	20 22,9	9 26,1	8 25,8	35 22,3	49 16,9	60 11,2	61 7,2
Alamillo	444	50	52	65	58	52	19	2	6	25	44	52	58
Fuencaliente	692	72	60	94	74	54	22	5	8	23	46	60	63
Puertollano	700	46 4,6	57 6,7	77 9,4	58 12,8	77 15,4	32 21,1	5 24,4	10 23,9	12 20,8	41 14,7	43 9,7	66 6,5
Veredas	820	52	53	71	51	52	18	3	8	24	39	50	46
Cabezarrubias	733	49	50	64	54	56	19	6	8	17	38	29	51
Brazatortas	729	74	62	77	56	68	27	4	10	25	37	58	69
Hinojosas	763	48	46	64	56	48	18	5	8	22	40	39	50

CUADRO 3

Indices climáticos de las Estaciones termoplumiométricas

	M_A	m_A	M	m	Q	Ix	N°M	NM	P_s	T	H
Almadén	40,4	-4,5	34,8	0,3	58,3	96	4	6 á 9	72	15,7	55
Puertollano	37,7	-6,8	33,—	-1,7	52,3	102	4	6 á 9	59	14,—	50

M_A = Media de las temperaturas máximas absolutas de cada año (°C).

m_A = Media de las temperaturas mínimas absolutas de cada año (°C).

M = Media de las temperaturas máximas del mes más caluroso.

m = Media de las temperaturas mínimas del mes más frío.

Q = Coeficiente pluviotérmico.

Ix = Índice xerotérmico.

N°M = Número de meses secos.

NM = Nombre de los meses secos.

P_s = Pluviosidad total de los meses secos (en mm.).

T = Temperatura media anual.

H = Estado higrométrico medio durante los meses secos (estimado).

— En los cuatro meses secos (junio, julio, agosto y septiembre), cae tan sólo el 11 por 100 de la lluvia anual. El porcentaje de lluvia mensual aproximado, es como sigue (por ciento):

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
11,5	11	15	11,5	11,4	4,2	1	1,4	4,4	8,4	9,8	11,5

— La nieve es muy infrecuente, y no tiene importancia como factor bioclimático.

— Las temperaturas más bajas (4), se presentan en los meses de enero y febrero, en que son frecuentes las escarchas.

— Las máximas, en el mes de julio (5).

— Los vientos de lluvia son los de S. y SW. («ábreo»). Los del Este («solano») y N. («norteño»), son fríos o tormentosos.

Con los datos que hemos podido utilizar, consideramos el clima del Valle de Alcudia *bioequivalencia* a los que a continuación reseñamos. Esto nos pone en condiciones de interpolar los estudios, investigaciones, etcétera, realizados en estas zonas, en caso de existir también suelos análogos, y después de sopesar detenidamente las demás circunstancias.

Marruecos.—El Hadieb, Kenifra, Sefrou, Azrou, Azilal, Méknes, Amismiz.

Argelia.—Aumale, Coligny, Constantina, El Nouadeur, La Meskina, Sedrata, Berruaghia, Vialar.

Túnez.—Maktar.

Portugal.—Beja.

California.—Sacramento.

Australia del SW.—Cooma, Waga Waga, Dubbo, Deniliquin, Bendigo, Castlemaine.

Geología.

En esta visión de conjunto sobre las características generales del Valle de Alcudia, nos limitaremos a dar unas ligeras ideas sobre su constitución geológica en lo que pueda tener relación con el estudio de la vegetación, que es el objeto fundamental a que tiende nuestro trabajo.

(4) Mínima absoluta registrada (periodo 1940-56): —10,2° C.

(5) Máxima absoluta registrada: 43° C.

Nos atenemos por tanto a las ideas expuestas por F. Hernández Pacheco en diversas publicaciones, especialmente en la titulada «El Valle de Alcudia» (Congreso de Lisboa, Tom. V, Secc. IV, *Ciencias Naturales*, Madrid, 1931).

El Valle de Alcudia, de gran uniformidad y monotonía desde el punto de vista geológico, está constituido por un amplio sinclinal ocupado por pizarras silúricas y limitado, al Norte y Sur, por pliegues anticlinales de cuarcitas ordovícicas. Las pizarras presentan tres tipos diferentes, constituidos por pizarras silíceas inferiores, pizarras arcillosas algo más superiores, y pizarras satinadas, fácilmente exfoliables y que se denominan de *librillo*.

Como materiales diferentes a los mencionados, existen dos pequeñas manchas de calizas silurianas, de color oscuro, situadas una en las proximidades de la carretera de Hinojosas a Cabezarrubias, y la otra en la Hoz de Valdoro, en la sierra Sur del Valle.

La ausencia de material fosilífero en las formaciones geológicas mencionadas, hace muy difícil la perfecta delimitación del cámbrico y del silúrico en el Valle, y las superficies adscritas a cada uno de ellos han ido cambiando según los puntos de vista de los distintos investigadores que de este problema se han ocupado. Así, en el antiguo mapa geológico, editado por el Instituto Geológico y Minero en 1919, a escala 1/1.500.000, figura el cámbrico con gran extensión, ocupando la región centro-oriental del Valle. Sin embargo, Hernández Pacheco (E.), considera todo el Valle como silúrico en su publicación. *La Sierra Morena y la llanura bética*, 1926, pág. 65. De nuevo la Comisión del Mapa Geológico Nacional en su edición de 1929, mantiene la mancha cambriana, aunque con menor extensión que en el mapa antiguo. En la redacción de la Memoria correspondiente a esta Hoja (núm. 836, Mestanza), intervino Hernández Pacheco (F.), que disintió de esta solución, como lo demuestra en la publicación anteriormente citada y en su *Estudio de la región volcánica central de España*, 1932, págs. 44 y 38), en que habla de esta región como si todo fuera siluriano.

Por último, B. Meléndez Meléndez, en *Los terrenos cámbricos de la Península Hispánica*, C. S. I. C., 1943, pág. 79, acepta la presencia de cámbrico exactamente a como hace el Mapa Geológico.

El suelo.

Correspondiendo con la uniformidad geológica a que ya nos hemos referido, el suelo presenta en todo el Valle una marcada igualdad, cuyas diferencias más notables están condicionadas directamente por

CUADRO 4

	NIVEL		TEXTURA					ESTRUCTURA	COLOR		pH	N	C	Relación C/N	Materia orgánica	K ₂ O	P ₂ O ₅	Ca	Mg	Al	Sulfat.	Mn	Fe	Capacidad de cambio
		Cm.	20-2	2-0,2	0,2-0,02	002-0002	<0002		seco	húmedo														
I	A ₀	0-2	50	26,46	40,52	10,28	12,31	Esponjosa	10 YR 3/2	5 YR 2/1	5,93	0,305	4,77	15	8,22	49	0,75	1800	100	10	0	5	—	51,48
	A ₁	2-15	65	32,21	39,14	11,14	7,50	Esponjosa	10 YR 4/2	10 YR 2/2	5,66	0,136	1,69	13	2,91	4	2	500	20	50	0	5	1	23,16
	A ₂	15-30	62	33,98	39,05	11,30	7,71	Granular	7.5 YR 6/6	5 YR 4/4	5,42	0,052	0,55	10	0,94	9	1,25	ind.	20	125	0	5	2	16,73
	(B)	30-180	35	23,91	28,32	15,65	26,48	Grumosa	7.5 YR 6/6	7.5 YR 5/6	5	0,042	0,28	6,6	0,48	—	2,5	ind.	0	250	0	1	1	16,73
	(B/c)	180	25	21,25	29,09	14,90	29,50	—	7.5 YR 6/6	7.5 YR 5/6	4,85	0,042	0,089	2	0,15	6	1	ind.	0	375	0	2,5	—	16,73
II	A ₀	0-5		21,47	41,68	16,38	9,96	Esponjosa			5,96	0,48	12	25	20,75									26,69
	A ₁	5-20		23,60	47,62	18,35	7,76	Grumosa			5,75	0,15	2,76	18	4,75									17,79
	(B)	20-150		26,08	42,61	17,51	13,86	—			4,56	0,06	0,66	11	1,15									14,45
III		0-10	50	26,87	40,08	10,55	12,03		10 YR 3/4	5 YR 3/2	6,60	0,221	2,85	13	4,91	7	3	1800	50	0	0	0,5	—	25,74
		10-30	62	27,5	41,7	14,9	12,83		5 YR 5/3	5 YR 4/3	6,15	0,052	0,39	7,8	0,67	3	1,5	250	40	20	0	5	1	11,58
IV		0-10	29	36,8	19,07	24,8	17,01		10 YR 5/3	10 YR 3/4	6,64	0,284	1,75	6,3	3,01	47	4,7	1600	40	0	0	5	1	24,4
		10-30	23	32,5	52,5	19,5	20,8		10 YR 5/3	10 YR 3/4	6,18	0,158	0,91	6	1,56	31	2,5	900	40	0	0	5	—	20,5
		0-20	31	37,1	19,9	20,4	19,7		10 YR 5/3	10 YR 3/4	6,21	0,203	1,0	7,3	3,27	34	7	1200	20	ind.	0	5	—	23,16
		0-30	43	23,7	33,1	19,6	17,9		10 YR 4/3	5 YR 3/3	6,16	0,326	2,8	8,7	4,82	9	1,75	1200	25	25	0	5	—	25,7
V	A ₁	0-2	24	31,9	19,99	22	18		10 YR 4/2	10 YR 3/4	6,52	0,410	3,51	8,5	6,05	20	2,5	1800	40	0	0	5	1	34,7
	A/c	2-10	42	33,5	21,3	24	17		10 YR 5/3	10 YR 4/3	6,40	0,147	0,91	6,5	1,56	5	1	1700	50	0	0	5	—	21,8
VI		0-30	37	42,7	21,3	17,4	14,7		2.5 Y 5/2	10 YR 3/2	6,63	0,136	1,13	8,7	1,94	5	2,5	500	12	ind.	ind.	5	4	18,02
VII		0-30		35,60	33,22	16,43	13,37				6,65	0,160	1,42	8,8	2,45									13,34
VIII				20,44	33,58	16,18	16,26				4,15	1,04	14,69	14	25,27									33,36

NOTAS.—1. Las divisiones del apartado TEXTURA, corresponden sucesivamente a las denominaciones: grava, arena gruesa, arena fina, limo y arcilla. Los porcentajes de grava son independientes de los restantes componentes de la textura.

2. El color ha sido hallado usando el «Munsell Color Chart».

3. El N y C se dan en %; el K₂O y el P₂O₅, en mgs. por 100 grs. de suelo; los restantes componentes, en partes por millón.

4. La capacidad de cambio se indica en miliequivalentes por 100 grs.

Pa
V?
N?

to
pe
cli
fe
al
qu.

ña
pr
la

m
de
há
ti
ge
es
la
cd
S
de
ch
E
M
lu
E
er

P-
ca
s

E_{it}

re
ct

el tipo de vegetación que cada zona soporte, o por el término evolutivo en que se encuentre. En términos generales, son suelos de naturaleza silíceo ácida, que pueden ser encuadrados en la serie genética de los Ranker. En los casos de óptimos de vegetación, que por su estabilidad se acerquen a la «climax», se encuentran perfiles del tipo de las tierras pardas meridionales, que pueden variar por el mayor o menor contenido en materia húmica y restos vegetales de los horizontes A. Sin embargo, como consecuencia de la intensa acción antropozógena, el desbosque, el incendio y el pastoreo, y el subsiguiente efecto transportador de la erosión hídrica, lo ordinario es encontrar perfiles alterados, que suelen llegar en los frecuentes casos extremos a presentar tan sólo superficiales acúmulos de tierra fina soportada entre las lajas de la exfoliable roca silúrica subestante.

Tomando como base las agrupaciones vegetales, hemos diferenciado un número de tipos (6) de suelos con ellos correspondientes. La evolución de ambos elementos es paralela. La composición y caracteres de tales grupos vegetales —que en este apartado dedicado al suelo sólo serán denominados—, pueden verse en el capítulo correspondiente al estudio de la cubierta vegetal, al cual nos referimos continuamente.

1. *Tierra parda meridional (tendencia a centroeuropea).*

Es posible que cuando la vegetación se encontrase en su estado natural, estuvieran más extendidos los suelos con las características del que describimos. Ahora, sólo en rarísimas estaciones privilegiadas, orientadas al N., con una apretada cubierta vegetal, y en condiciones topográficas que le permitan acumular la humedad de las aguas de escurrimento de la zona circundante, es posible encontrarlos. Y por tanto en minúsculas superficies.

El perfil que mostramos como ejemplo, señalado con I en el Cuadro núm. 4, se tomó el 22-XII-1957, en la estación cuyas circunstancias se especifican.

Localización: Sierra de la Umbría. Puerto Niefla.

Exposición: N.

Altitud: 950 m.

Inclinación: 15°.

Altura de la vegetación: 1,60-2,50 m.

Recubrimiento de la vegetación: 95 %.

Area inventariada: 100 m².

(6) En ningún caso empleamos estos términos en sentido de jerarquización taxonómica.

3.3 <i>Quercus pyrenaica</i> .	1.1 <i>Lonicera etrusca</i> .
3.3 <i>Cistus populifolius</i> .	+ <i>Retama sphaerocarpa</i> .
3.3 <i>Arbutus unedo</i> .	+2 <i>Festuca spadicea</i> .
2.3 <i>Erica australis</i> .	+ <i>Anarrhinum bellidifolium</i> .
2.3 <i>Phyllirea angustifolia</i> .	3.3 <i>Cladonia rangiformis</i> .
1.2 <i>Teucrium fruticans</i> .	2.3 <i>Musci</i> sp.
2.2 <i>Cistus ladaniferus</i> .	(+) <i>Quercus lusitanica</i> .
1.1 <i>Quercus ilex</i> .	(+) <i>Rosmarinus officinalis</i> .

Paisaje circundante: landas de *Cistion ladaniferi* («jarales»).

Forma de utilización: carboneo y pastoreo con cabras.

Tendencia evolutiva: progresiva hacia la «climax».

Naturaleza geológica: cuarcitas ordovícicas.

Condiciones hídricas: bastante húmedo por la exposición y la topografía.

Reacción al HCl: nula en las rocas y en todo el perfil.

Cortada la vegetación del área estudiada a 5 cm. del nivel del suelo, queda la superficie dividida porcentualmente en los siguientes elementos:

Zona denudada: 2-5 %.

Cascotes y rocas: 25 %.

Restos vegetales y líquenes: 45 %.

Vegetación (incluidos los musgos): 25 %.

Erosión: prácticamente nula.

2. Tierra parda meridional.

Forma las grandes extensiones de suelos ocupados por el «jaral» cerrado, especialmente en la umbria (ver estudio del *Cistion ladaniferi*, página 647). La característica más común es el color pardo oscuro y la uniformidad de todo el perfil. La profundidad, variable, suele llegar a los 2-2,5 metros, con abundante cascajo y fragmentos de roca; restos vegetales no muy abundantes (2 cm.) y una intensa actividad biológica en los 15 cm. superficiales.

Sirva de ejemplo representativo este perfil, tomado el 24-II-1958, en la Sierra sur de Alamillo y que corresponde al II del cuadro núm. 4.

Exposición: N.

Altitud: 750 m.

Inclinación: 35°.

Altura de la vegetación: 2,5-3 m.

Recubrimiento: 90 %.

Area inventariada: 100 m.

4.4 <i>Cistus ladaniferus</i> .	1.1 <i>Cistus ladaniferus</i> (plántulas).
2.2 <i>Phyllirea angustifolia</i> .	+1 <i>Phyllirea latifolia</i> .
3.3 <i>Arbutus unedo</i> .	+1 <i>Quercus ilex</i> .
1.1 <i>Cistus populifolius</i> .	+ <i>Cistus albidus</i> .
1.1 <i>Quercus coccifera</i> .	(+) <i>Quercus suber</i> .
1.1 <i>Erica australis</i> .	(1.1) <i>Lavandula stoechas</i> .

Relieve: uniforme, con afloramientos de grandes rocas.
 Paisaje circundante: «jaral» de la misma composición.
 Forma de utilización: pastoreo de cabras, carboneo, desmonte.
 Tendencia evolutiva: progresiva.
 Naturaleza geológica: cuarcitas.
 Reacción al HCl: nula en las rocas y en todo el perfil.

Elementos:

Zona denudada: 5 %.
 Cascotes y rocas: 40 %.
 Restos vegetales: 45 %.
 Vegetación: 10 %.

Erosión: prácticamente nula.

3. Tierra parda degradada.

En todas las sierras de la solana, una acción antrópica más acentuada sobre la cubierta vegetal, ha dado lugar a un exagerado esclarecimiento de la vegetación, que a su vez ha permitido actuar en todo su rigor al contraste estacional del clima, a las elevadas temperaturas, a la sequedad de la exposición S. y a la erosión, degradándose subsecuentemente por rubefacción, las primitivas tierras pardas. Precisamente el color de estos extendidos suelos, la enorme cantidad de cascotes y fragmentos de roca y la escasa proporción de humus y restos vegetales, son sus caracteres más particulares. La vegetación que los cubre pertenece también al *Cistiön ladaniferi*, pero con caracteres muy particulares (ver pág. 648):

El perfil que presentamos fué tomado en la solana, por encima de la estación del ferrocarril de Cabezarrubias, el 22-XII-1957, y sus datos analíticos van expuestos en el apartado III del cuadro núm. 4.

Exposición: S.
 Altitud: 930 m. s. m.
 Inclinación: 20°.
 Altura de la vegetación: 80 cm.
 Recubrimiento: 60 %.
 Area inventariada: 200 m².

- | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| 2.3 <i>Quercus ilex</i> (frútices). | 1.1 <i>Halimium ocymoides</i> . |
| 3.3 <i>Rosmarinus officinalis</i> . | 1.1 <i>Lavandula stoechas</i> . |
| 2.3 <i>Phyllirea angustifolia</i> . | 1.3 <i>Pistacia lentiscus</i> . |
| 2.2 <i>Cistus ladaniferus</i> . | + <i>Cistus albidus</i> . |
| 2.2 <i>Genista hirsuta</i> . | + <i>Orobanche</i> sp. |
| +1 <i>Astragalus lusitanicus</i> . | (1.1) <i>Quercus coccifera</i> . |
| 1.1 <i>Cistus monspelliensis</i> . | (+) <i>Vasbascum thapsus</i> . |

Relieve: muy irregular, con afloramientos abundantes.
 Paisaje circundante: landas abiertas iguales a la descrita.
 Forma de utilización: pastoreo.
 Tendencia evolutiva: francamente regresiva.
 Naturaleza geológica: cuarcitas.
 Reacción al HCl: nula.

Elementos:

Afloramientos roca madre: 15 %.
 Zona denudada: 15 %.
 Cascotes: 35 %.
 Restos vegetales: 20 %.
 Vegetación: 5 %.

Erosión: acentuada.

Como apéndice podemos considerar las tierras pardas decapitadas que se originan como consecuencia de desmonte brutal en las laderas de acentuada pendiente, con el objeto de dejar superficies libres para el cultivo. Sus caracteres son similares a los del perfil originario, con la diferencia de que los horizontes superiores han sido transportados y sus características más interesantes quedarán expuestas al ocuparnos de los suelos de cultivo.

4. *Tierras pardas incipientes.*

Constituyen toda una gama de transición, de origen generalmente regresivo, entre las tierras pardas ya descritas y los Ranker. Ocupan en la actualidad casi todo lo que es valle propiamente dicho y por tanto viene a coincidir con las zonas pizarrosas, fácilmente alterables. La profundidad del perfil oscila entre diez centímetros y un metro y aún más, y puede distinguirse perfectamente el horizonte húmifero del de desagregación de la roca madre.

Sobre estos suelos se instalan los pastos, y precisamente el pastoreo persistente, al impedir que la vegetación evolucione, coarta la instalación de las condiciones microclimáticas precisas para la evolución del suelo a perfiles más completos.

Presentamos tres perfiles representativos, el primero tomado el 16-XI-57 en la finca «El Hinojo» (Mestanza), en una zona cubierta por vegetación correspondiente a *Agrostidetalia* y los otros dos en la asociación de *Trifolium subterraneum et Poa bulbosa*, el primero de ellos en la finca anterior y el otro en el «Hato blanco», en el centro del Valle, el 22-XII-1957. Ver el apartado IV del cuadro número 4.

5. Ranker.

Los suelos de este tipo, en el Valle de Alcudia, están formados por Ranker no climáticos, sino de erosión, de perfil $A_1 C$, de escasísima profundidad, de tal forma que con frecuencia están compuestos por las pizarras, entre cuyas lajas en permanente comienzo de alteración, se encuentra acumulada una pequeña porción de tierra fina. De color pardo-grisáceo, con gran cantidad de cascotes, pobres en humus y con imposibilidad casi absoluta de acumular humedad, la evolución de estos suelos está detenida por la erosión. La cubierta vegetal siempre escasa y pobre, está compuesta fundamentalmente por comunidades de *Theorbrachypodieta*, y ocupan fragmentarias pero numerosas extensiones en todas las laderas del Valle.

El ejemplo que presentamos fué tomado en Mestanza el 16-XI-57, y los datos analíticos van en el cuadro número 4, apartado V.

6. Paternia.

Son suelos de aluvión, con capa freática oscilante, que ocupan pequeñas extensiones en el Valle y, por tanto, carecen de importancia práctica. Por la circunstancia señalada es muy conveniente para su delimitación saber que van ligados a comunidades de *Holoschoenetalia*. El perfil VI del cuadro número 4, fué tomado junto al pozo de la finca «El Hinojo», ya mencionado.

7. Cultivos.

Debido a que las condiciones generales del Valle son muy uniformes, los suelos labreados presentan características sensiblemente iguales entre sí y a las de los suelos originarios. Insistimos de nuevo en las precarias condiciones que presentan los suelos del Valle de Alcudia para ser sometidos a cultivo, que pueden ser deducidas de la simple inspección del Cuadro de Análisis (núm. 4).

Son suelos de textura arenosa o arenolimosa, francamente ácidos (de pH en el mejor de los casos inferior a 6,5, de malos resultados en la práctica cerealícola), inconveniente que se acentúa por la exagerada pobreza en fósforo. Como consecuencia del pastoreo continuado o de la persistencia de la vegetación natural, pueden apreciarse cantidades

relativamente elevadas de nitrógeno, materia orgánica y potasio. Sin embargo, estos elementos fertilizantes desaparecerán poco después si se insiste en el cultivo, que, naturalmente, es incompatible con las circunstancias que hicieron acumularse estos nutrientes. Corregir las deficiencias que para el cultivo presentan estos suelos, costaría continuados esfuerzos; sería imprescindible mantener una rotación entre pastoreo y cultivo, puesto que de cualquier manera, es necesario tengan gran cantidad de materia orgánica, para crear o preservar la estructura, pieza fundamental de su fertilidad. Además se impondría el abonado con superfosfatos y escorias, que habría que asociar a encalados (realizados a pequeñas dosis), para evitar la fijación del fósforo y su inactivación por efecto de la acidez del suelo. Con la misma intención se podrían usar abonos de carácter básico.

Por último, considerando el caso improbable de que la puesta en práctica de estas normas en el Valle de Alcudia fuera rentable económicamente, sólo se podrían llevar a cabo en las superficies que no estuviesen afectadas por tres inconvenientes, que son prácticamente insuperables: la escasa profundidad, la pedregosidad y la pendiente. Estos factores hacen difíciles y costosas las labores culturales y, por otro lado, acentúan la parquedad de rendimientos obtenidos en estos suelos. Las reservas de agua que pueden acumular son mínimas, la erosión manifiesta, y en casos extremos podríamos decir —utilizando palabras de Duchaufous—, que parece como si los vegetales ejercieran su nutrición mineral directamente, a expensas de los minerales en curso de alteración.

En las zonas cultivadas se instala una pobre vegetación natural de «malas hierbas», perteneciente a la clase *Secalimetea* (ver pág. 652).

8. Otros.

Los acúmulos de tierra detenidos en las grietas de los enormes bloques de cuarcitas que forman las crestas de las sierras limitantes, si bien no tienen interés económico, sí lo presentan por ser el soporte de una curiosa vegetación fisurícola, perteneciente al *Cheilanthion hispanicae* (ver pág. 659).

Los datos analíticos del cuadro correspondiente nos muestran las características tan particulares de esta tierra, enormemente influida por las propias plantas que la utilizan, la gran cantidad de materia orgánica depositada y su extrema acidez.

2. LA VEGETACIÓN

Generalidades.

Del estudio del conjunto y del estado actual de la vegetación en el Valle de Alcudía y en las zonas montañosas colindantes, podemos establecer un esquema muy interesante de lo que sería la cubierta vegetal antes de que la intensa acción del hombre y de los animales se hubiera dejado sentir. Los fundamentos básicos de la Fitosociología nos permiten llegar a estos resultados, difíciles de obtener con otra metodología, trasponiendo debidamente las conclusiones de trabajos realizados en áreas similares. En este sentido nos son de extraordinaria utilidad las investigaciones llevadas a cabo en la vegetación de Sierra Morena por Rivas Goday (ver Bibliografía).

En términos generales toda la región pertenece al cingulo de vegetación *Quercus lusitanica-Acer monspessulanus*. Al inicio de la acción antrópica, todo el valle en sus partes bajas debía estar ocupado en formación cerada por la asociación de *Quercus ilex* y *Quercus lusitanica faginea*, hoy prácticamente desaparecida como tal. A estas especies características acompañaría, al menos gran parte del cortejo típico de esta asociación: *Quercus suber*, *Juniperus oxicedrus*, *Phillyrea media*, *Ph. angustifolia*, *Rhamnus alaternus*, *Prunus spinosa*, *Crataegus monogyna*, *Celtis australis*, *Arbutus unedo*, *Ericae*, *Cisti*, *Halimium ocyroides*, *H. umbellatum*, etc.

Por el contrario, en las montañas estaría establecida la alianza *Querción robori-sessiliflorae* (Malcuit, 1929) Br.-Bl., 1931, representada por la asociación del *Quercus pyrenaica*, unida a *Luzula forsteri*, *Vincetoxicum officinale*, *Origanum virens*, *Festuca ampla*, *Paeonia broteri*, *Galium mollugo*, etc. Esta formación se enrarecería notablemente en las cumbres de las montañas más elevadas, dando entrada al *brezal*, de tendencia xérica, en la que abundarían las ericas, los cistus y los *Halimia*.

Las restantes zonas estarían ocupadas por las mismas asociaciones que existen en la actualidad, pero establecidas en áreas muy reducidas, en los claros del bosque, en los roquedos y en los bordes de las corrientes de agua, que correlativamente a estas condiciones tendrían más continuidad que la que ahora podemos contemplar, ya que ahora es difícil encontrar agua en el mes de agosto, aun en los ríos que en la época de las lluvias y por la amplitud de su cauce pueden considerarse como caudalosos. Con toda seguridad, en sus riberas existieron en otro

tiempo asociaciones pertenecientes al *Populion albae*, como parece indicar también nombres como el de Alamillo, alusivos a la especie más típica de esta asociación.

De esta aseveración es necesario excluir las comunidades de los pastos, que estando condicionada a la acción directa y persistente del hombre y el ganado, estarían limitadas a lo sumo a dispersos fragmentos de asociación, en los lugares donde la acción de circunstancias accidentales o de los animales salvajes, reprodujeran las condiciones actuales.

Para el estudio del estado de la vegetación del Valle de Alcudia en nuestros días, la dividiremos en los correspondientes apartados, atendiendo a las grandes agrupaciones sociológicas que se corresponden, naturalmente, con netas características ecológicas o evolutivas.

a) Agrupaciones degradadas de la «vegetación climácica»

1. Restos de la vegetación «climácica».

Es extremadamente difícil el encontrar muestras de vegetación arbórea en las sierras colindantes, ya que la tala sistemática impide la progresión evolutiva hacia la «climax», la cual de ordinario queda representada por un reducido número de especies características del *Quercion fagineae*, en el seno de las enormes landas de *Cistus* a que nos referimos seguidamente.

Presentamos un inventario que nos muestra este casi desaparecido tipo de vegetación, perteneciente a la comunidad *Quercus lusitanica faginea-Acer monspessulanus*, tomado el 8-VI-57, por encima de la carretera del Puerto de Mestanza a Hinojosas, a 980 metros de altitud, exp. SE., inclinación 10°, 25 m², vegetación de 1,5-2 metros de altura y con un grado de recubrimiento del 100 por 100.

Características de comunidad:

- 3.3 *Quercus lusitanica faginea*.
- 2.2 *Acer monspessulanus*.
- + *Geranium purpureum*.

Características de alianza y orden:

- 2.2 *Jasminum fruticans*.
- 1.2 *Daphne gnidium*.
- + *Smilax aspera*.
- + *Rubia peregrina*.
- 1.1 *Phillyrea media*.
- 1.1 *Asparagus albus*.

Compañeras:

- 1.2 *Rosa poucari*.
- + *Avena bulbosa*.
- + *Hedera helix*.
- + *Lonicera implexa*.
- + *Umbilicus pendulinus*.
- + *Dactylis glomerata*.
- 1.3 *Rumex intermedius*.
- + *Scabiosa maritima*.
- + *Tillaea muscosa*.

2. *Cistion ladaniferi* Br.-Bl., 1931.

Pertenece a la clase *Cisto-lavanduletea* Br.-Bl., 1940, y al orden *Lavanduletalia stoechidis* Br.-Bl. (1931), 1940. Tanto la clase como el orden son típicamente mediterráneas, en cuyos países ocupan extensiones enormes de vegetación arbustiva, landas de jaras, ericas y lavandulas, instaladas sobre suelos ácidos, como consecuencia de la degradación por talado del *Quercion ilicis* y del *Oleo-Ceratonion*. Precisamente la Mariánica puede ser considerada como el centro de irradiación de gran número de *Cistus silicicolus*, que alcanzan hasta el Asia Menor.

En las sierras que bordean el Valle que estudiamos, se encuentran estos típicos jarales, en formación cerrada, que a veces hacen totalmente imposible el paso a su través, especialmente en las umbrias, cubriendo sus laderas de un acentuado color verde sombra. Su utilidad es escasa, pues sólo tienen explotación adecuada mediante el carboneo o en el mantenimiento de cabras, de míseros rendimientos económicos. Sin embargo, los primeros horizontes del suelo que los soporta, es suficientemente rico en materia orgánica, el pH es más cercano a la neutralidad que el del material originario y, asimismo, es mayor la proporción en elementos fertilizantes, según puede apreciarse en los análisis presentados en el cuadro 4.º Esta es la razón por la que después de aprovechada la vegetación para la obtención de carbón, suelen sembrarse durante un período de cuatro a cinco años, con cereales, olvidando que este tipo de explotación, como ya indicábamos en el primer capítulo de este trabajo, deja la tierra laborable expuesta a los desastrosos efectos de la erosión, que deja muy mermada o casi nula la productividad de las zonas a ella dedicada.

Como representación demostrativa de este tipo de vegetación, que como hemos anunciado corresponde por su área de emplazamiento al óptimo de la subalianza *ibero-manuritanicum* Br.-Bl., 1940 del *Cistion ladaniferi* mencionado, damos la serie de inventarios reunidos en el cuadro número 2.

Los inventarios han sido realizados en las siguientes localizaciones:

1. Puerto de la Estación de Caracollega.
2. Por encima de la estación de Cabezarrubias.
3. Puerto de Mestanza (carretera de Mestanza a Puertollano).
4. Cercano a la estación de Cabezarrubias.
5. Junto a la laguna de la Alberquilla.
6. Mina de la Gitana (Mestanza).
7. De Mestanza a la laguna de la Alberquilla.
8. Hinojosas. Junto a la carretera a Solana de la Dehesa.

9. Puerto de Niefla. Junto a la carretera.
10. Puerto Niefla.
11. Carretera Brazatortas-Fuencaliente. Sierra Sur.
12. Puerto Niefla.
13. Sierra del Rey.
14. Junto a la vía férrea. Sierra del Rey.
15. Sierra Sur del Valle. Sobre el oleoducto
16. Sierra del Pajonal (Sur de Alamillo).

Los ocho primeros inventarios del cuadro pertenecen a la asociación a *Genista hirsuta* et *Cistus ladaniferus* subas. *Phillyrea angustifolia* Riv. God. 1955, propia de toda la Mariánica. Los ocho últimos están adscritos a la asociación a *Cistus populifolius* et *Erica australis* Riv. God. «in lit». Puede apreciarse fácilmente en nuestro cuadro la exposición N. de la segunda asociación y la S. como más preferida de la primera. Esta representa un más acentuado grado de degradación, debida, en igualdad de circunstancias, al mayor índice de sequedad, lo que da como consecuencia menor altura de la vegetación y menor grado de cobertura, que es típico de los «coscojares» de toda la región. Obsérvese en ella la preponderancia del *Quercus coccifera*, *Q. ilex*, *Cistus albidus*, *C. monspeliensis* y *Lavandula pedunculata*. Por el contrario, en la asociación de las umbrías, la vegetación es más elevada debido al mayor grado de humedad, y en ella abundan, aparte de las características, *Erica australis*, *Cistus populifolius*, *Arbutus unedo*, *Quercus lusitanica* y *Q. pyrenaica* como representantes de una mayor aproximación a la «climax».

Como consecuencia de estas circunstancias, el peligro de la erosión está francamente acentuado en las solanas, y muy difícil su evolución progresiva, y como consecuencia el suelo se encuentra generalmente decapitado, pedregoso y disminuida en gran medida su capacidad productora. Hechos todos a los que habrá de atender todo intento de explotación.

3. *Helianthemetea annua* Br.-Bl.

Esta clase se encuentra en las mismas áreas de las landas de *Cisto-Lavanduletea*, ocupando los claros del matorral, o mezcladas a sus típicas especies arbustivas. Como consecuencia de la degradación, en nuestro caso, del *Cistion ladaniferi*, principalmente a causa de incendio, se extienden rápidamente las agrupaciones de *Helianthemetea*, sobre los sustratos silíceos, ácidos, del Valle y de sus sierras colindantes.

Fitosociológicamente, las formaciones de este tipo, presentes en nuestra zona, pertenecen a la alianza *Helianthemion guttati* Br.-Bl.



1931 y al orden *Helianthemetalia guttati* Br.-Bl. 1940, que se caracterizan por estar formadas en casi su totalidad por terófitas, que dan lugar a comunidades pobres, de ciclo fenológico corto, último estadio de la degradación, del tipo de vegetación mencionado.

Del mismo modo a lo que nos sucede en las restantes agrupaciones, nos limitaremos en este trabajo a presentar comunidades que después de un estudio más detallado podrán ser, posiblemente, elevadas a asociaciones. Los inventarios 1, 2, 3 y 4 corresponden a la comunidad a *Aira uniaristata et Silene portensis*; los 5, 6, 7 y 8 a la comunidad a *Tolpis barbata et Erodium botris* y los 9, 10, 11 y 12 a la comunidad a *Evax carpetana et Vulpia delicatula*.

Anotamos a continuación la localización de cada inventario:

1. Claros del jaral, junto a la carretera de Brazatortas. Pedregoso, 27-IV-58.
2. Claros del jaral (junto a la carretera de Brazatortas). Puerto de Caracollera, 10-V-58.
3. Cerca de la laguna de la Alberquilla. Claros de *Cistion ladaniferi*, 6-VI-57.
4. Puerto de Brazatortas. Entre jaras, 27-IV-58.
5. Bajada de Brazatortas. Coscojal degradado, 27-IV-58.
6. Bajada Puerto de Brazatortas, 27-IV-58.
7. Bajada Puerto de Brazatortas. Coscojal degradado, 27-IV-58.
8. Bajada Puerto de Brazatortas. Coscojal degradado, 27-IV-58.
9. S. de la Bienvenida, 11-V-58.
10. Bajada Puerto Caracollera. Encinar adhesionado, 12-V-58.
11. Hinojosas, 16-XI-57.
12. Cerca de Hinojosas, 15-XI-57.

4. *Thero-Brachypodietea*.

Aunque esta clase sociológica ha sido descrita como característica de suelos de garriga calizos en las zonas acentuadamente xéricas de toda la región mediterránea, en los suelos silíceos, cuando por los efectos subsecuentes al pastoreo, el pH tiende hacia la neutralidad, se instalan agrupaciones herbáceas, de escaso recubrimiento, formando pastos magros de terófitas, que, florísticamente, es necesario incluir en *Thero-Brachypodietea*.

En el Valle de Alcudia ocupan ya extensiones de consideración, aunque no es fácil encontrar agrupaciones puras, sino que, por el contrario, sus especies características suelen estar en mayor o menor proporción mezcladas a las de otras clases, según el momento en que se encuentre su evolución, dependiente de los factores que hemos mencionado como condicionadores de su aparición.

En el cuadro número 4, presentamos la comunidad a *Evax pygmaea et Poa bulbosa*, con tres subcomunidades, denominadas por sus especies

características, respectivamente, a *Plantago acantophylla* (Inv. 1), a *Ranunculus bullatus* (Inv. 2, 3 y 4) y, por último, la subcomunidad a *Paronychia argentea et Onobrychis eryophora* (Inv. 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11), que es la que se instala en las condiciones edáficas extremas, donde aflora la pizarra silúrica y una débil capa de tierra recubre sus hojas fácilmente deleznales.

Localización y fecha de los inventarios:

1. Junto a la carretera de Brazatortas-Fuencaliente, 17-XI-57.
2. El Hinojo (Mestanza), 16-XI-57.
3. El Hinojo, 16-XI-57.
4. El Hinojo, 16-XI-57.
5. Sur de la Bienvenida. Pizarras al borde del arroyo, 11-V-58.
6. Sur de la Bienvenida. Cauce encajado del arroyo. Pizarras, 11-V-58.
7. Camino de Caracollera a la Bienvenida. Entre rocas salientes, 12-V-58.
8. Centro del Valle, 27-IV-58.
9. Cerca de la mina La Gitana. Suelo de poco fondo sobre pizarras, 6-VI-57.
10. Bajada Puerto de Caracollera. Zona muy seca. Poco fondo. Aflorando pizarras. Encinar adhesado, 10-V-58.
11. Bajada Puerto Caracollera. Encinar. Pedregoso, poco fondo, 12-V-58.

5. *Agrostidetalia annua* Riv. God. 1957.

Corresponde a los típicos «vallicares», formaciones herbáceas de la Clase *Helianthemetca*, en los que abundan las gramíneas, que al secarse durante el verano, comunican a las vaguadas húmedas su característico color amarillento, fácilmente reconocible a distancia. Está representada en el Valle por la Alianza *Agrostidion salmanticae* Riv. God. 1957, a la cual corresponde el cuadro de comunidades que presentamos (cuadro núm. 5). La extensión ocupada por el *Agrostidion*, muy reducida, aunque sus comunidades se mezclan fragmentariamente con las restantes de pastos cuando lo permiten las condiciones de humedad a que van condicionadas.

Los inventarios que componen el cuadro están ordenados por comunidades, atendiendo a sus especies características y, paralelamente, de mayor a menor índice de humedad.

Los inventarios 1 y 2 forman la comunidad más higrófila, a *Trifolium subterraneum et Alopecurus castellanus* con la presencia de *Gaudinia fragilis* como denotación de una subcomunidad, condicionada por un mayor contenido en humedad freática y mayor profundidad del suelo, y que desaparece cuando estas condiciones del habitat se hacen menos ostensibles, como queda representado por los inventarios 3 y 4, pertenecientes a la misma comunidad.

C U A D R O 6

Núm.....	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Recubrimiento (0/0).....	20	30	90	10	20	70	40	50	60	90	50	40
Altura veget. (cm.).....	20	10	25	10	5	5	10	5	15	5	10	8
Superficie (m²).....	2	2	5	5	1	2	1	22	2	25	2	2

Características de comunidad:

<i>Aira uniaristata</i>	+ .2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Silene portensis</i>	1.1	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tolpis barbata</i>	+ .2	+	+	1.1	1.1	1.1	+ .1	+ .1	.	.	+	2.2
<i>Erodium botris</i>.....	.	.	.	.	1.1	2.2	2.2	1.1	.	.	.	1.1
<i>Vulpia sciurooides</i>	+	.	1.1	+ .1	2.2	2.2	.	2.2	.	.	.	.
<i>Evax carpetana</i> ?.....	.	.	.	.	.	.	.	1.1	+ .1	2.2	1.1	2.2
<i>Vulpia delicatula</i>.....	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	1.1	.	2.2
<i>Psilurus nardoides</i>.....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.

Compañera diferencial:

<i>Brachypodium distachyum</i>	1.1	2.2	2.2	2.2	1.1
--------------------------------------	---	---	-----	---	---	---	---	---	-----	-----	-----	-----

Características de la Alianza:

<i>Ieodalia lepidium</i>.....	.	+	.	1.1	1.1	.	.	+	.	.	.	.
<i>Filago arvensis</i>	+ .1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sedum chespositum</i>.....	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Coronilla dura</i>.....	.	+ .1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium glomeratum</i>.....	.	.	2.2	.	.	.	.	.	2.2	.	.	.
<i>Lathyrus angulatus</i>.....	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Paronychia echinata</i>	+ .1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plantago belardi</i>.....	.	.	.	.	+ .1	1.1	1.2	.	.	.	2.2	.
<i>Helianthemum egyptiacum</i>.....	.	.	.	.	.	+	+ .1	.	+	.	.	.
<i>Galium dioarivatum</i>.....	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.

Características del Orden y Clase:

<i>Helianthemum guttatum</i>	1.1	1.1	1.2	1.1	1.1	+	.	3.3	1.1	2.2	1.1	2.2
<i>Rumex bucephalophorus</i>.....	.	.	1.2	.	.	2.2	3.3	2.3	1.1	.	.	.
<i>Hipochaeris glabra</i>.....	.	.	.	.	+	.	.	1.1	.	.	.	.
<i>Ornithopus compressus</i>.....	.	.	1.1	.	2.2	2.2	+	1.1	.	.	+ .1	.
<i>Rumex acetosella</i>	1.2	.	.	1.2	.	.	+	1.1	.	.	+	1.1
<i>Lupinus angustifolius</i>.....	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Briza maxima</i>.....	.	+ .1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Linum gallicum</i>.....	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium cherleri</i>.....	.	.	1.1	.	3.3	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anthyllis lotoides</i>.....	.	.	+	.	1.1	.	.	.	.	1.1	.	.
<i>Anthemis fuscata</i>.....	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Herniaria cinerea</i>.....	.	.	.	.	.	+ .1	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium campestre</i>.....	.	2.2	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Vulpia myuros</i>.....	.	1.1	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.
<i>Periballia minuta</i>.....	.	.	.	.	+	.	+	.	.	1.1	.	.
<i>Thrincia hispida</i>.....	.	.	.	+ .1	.	2.1	.	.	.	1.1	.	.
<i>Anthoxanthum aristatum</i>	+ .1	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nardurus lachenali</i>	+ .2	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Astrocarpus clusii</i>.....	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Periballia laevis</i>.....	.	.	.	.	.	.	.	2.2	.	.	.	.
<i>Trifolium angustifolium</i>.....	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.
<i>Trifolium arvense</i>.....	.	+	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium striatum</i>.....	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	+ .1	.	.
<i>Aira caryophylla</i>.....	.	+ .1	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Aphanes cornucopioides</i>.....	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Ranunculus dimorphorrhizus</i>.....	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Cynosurus echinatus</i>.....	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hispidella hispanica</i>.....	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Linaria spartea</i>.....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lotus conimbricensis</i>.....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.

Compañeras:

<i>Poa bulbosa</i>.....	.	.	.	.	.	.	.	+ .2	.	2.2	.	.
<i>Hedypnois cretica</i>.....	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.
<i>Carlina racemosa</i>.....	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	1.1	.
<i>Eryngium campestre</i>.....	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	+
<i>Narcissus pallidulus</i>.....	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	+ .1
<i>Plantago coronopus</i>.....	.	.	.	.	.	.	.	+ .1	.	.	.	2.2
<i>Dactylis glomerata</i>.....	.	.	+	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.
<i>Filago spathulata</i>.....	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.

Como compañeras o accidentales de escaso índice de presencia están:

* *Valerianella coronata*, *Élinus caput-medusae*, *Lolium rigidum*, *Filago gallica*, *Euphorbia rubra*, *Cerastium pumilum*, *Plantago lagopus*, *Anthemis arvensis*, *Erodium cicutarium*, *Poterium spachianum*, *Burgaea humilis*, *Galactues tomentosa*, *Ornithogalum umbellatum*, *Bromus mollis*, *Narcissus triandros*, *Festuca spadicosa*, *Thapsia villosa*, *Bromus rubens*, *Trifolium stellatum*, *Campanula loeflingii*, *Tunica prolifera*, *Alyssum campestre*, *Mibora verna*.

característica
Ranunculus
Paronychia c
 y 11), que e
 donde aflora
 hojas fáci:me

Localizaci

1. Junto a
2. El Hino:
3. El Hinoj
4. El Hinoj
5. Sur de l
6. Sur de l
7. Camino
8. Centro d
9. Cerca de
10. Bajada
- rrás. Encinar a
11. Bajada

5. *Agrostide*

Correspon
 Clase *Helian*
 carse durante
 rístico color
 presentada en
 God. 1957, a
 sentamos (cu
 muy reducida
 con las resta:
 medad a que

Los inven
 munitades, a
 te, de mayor

Los inven
ium subterra
dinia fragilis
 un mayor cc
 suelo, y que
 menos ostens
 pertenecientes

característi
Ranunculu
Paronychia
 y 11), que
 donde aflo
 hojas fáci!

Localiz:

1. Junto
2. El Hi
3. El Hi
4. El Hi
5. Sur de
6. Sur de
7. Camin
8. Centro
9. Cerca
10. Bajad
- rras. Encinar
11. Baja

5. *Agrost*

Corresp
 Clase *Heli*
 carse durat
 rístico col
 presentada
 God. 1957,
 sentamos (
 muy reduc
 con las res
 medad a q

Los inv
 munidades,
 te, de may

Los inv
ium subtes
dinia fragii
 un mayor
 suelo, y q
 menos oste
 pertenecien

CUADRO 8

Núm.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Recubrimiento (%)	100	100	100	—	100	75	95	60	100	95
Altura veget. (cm.)	25	60	25	—	25	25	10	30	15	20
Superficie (m ²)	25	2	25	—	2	50	10	2	25	25

Características de comunidad:

<i>Trifolium subterraneum</i>	3.3	2.2	4.4	1.1	1.1	.	.	.	2.2	.
<i>Alopecurus castellanus</i>	3.3	2.2	2.2	1.1	.	.	.	.	.	.
<i>Antinoria agrostidea</i>	2.2	2.2	2.2	.	1.1	+ .1	1.1	.	.	.
<i>Cyperus badius</i> ... ..	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Peribalia laevis</i> ... ..	.	.	.	.	.	1.1	1.1	1.1	.	.
<i>Vulpia delicatula</i> ... ..	.	.	.	.	.	1.1	2.2	1.1	.	.
<i>Trifolium tomentosum</i> ... ..	.	.	.	.	.	.	.	.	2.2	+ .1
<i>Lolium rigidum</i> ... ..	.	.	.	.	.	1.1	.	.	1.1	2.2
<i>Asphodelus microcarpus</i> ... ..	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	2.3
<i>Dactylis glomerata</i> ... ..	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+ .1
<i>Biserrula pelecinus</i> ... ..	.	.	.	.	.	.	.	.	2.1	.

Características de alianza y orden:

<i>Agrostis salmantica</i>	2.2	2.2	2.2	2.3	+	4.4	+	1.1	2.2	1.1
<i>Gaudinia fragilis</i>	2.2	3.3	.	2.2	3.3	1.1	.	.	1.1	1.1
<i>Carlina racemosa</i> ... ..	.	.	.	.	.	.	2.2	1.1	.	.
<i>Lotus hispidus</i> ... ..	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.
<i>Lotus parviflorus</i> ... ..	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1
<i>Trifolium campestre</i> ... ..	.	2.2	.	.	.	1.2	1.1	.	2.2	2.2
<i>Agrostis castellana</i> ... ..	.	.	.	.	.	.	.	2.2	2.2	.
<i>Anthemis nobilis</i> ... ..	.	.	.	.	.	.	.	2.2	.	.
<i>Lotus conimbricensis</i> ... ..	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	+
<i>Ornithopus perpusillus</i> ... ..	.	.	.	.	.	.	1.1	.	+	.
<i>Erodium botris</i> ... ..	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.
<i>Holcus setiglumis</i> ... ..	.	.	.	.	3.3	.	.	.	.	.
<i>Burgaea humilis</i> ... ..	.	.	.	.	.	.	1.3	.	.	1.2

Características de clase y trasgresivas:

<i>Anthoxanthum aristatum</i>	2.3	.	.	.	.	.	+	.	.	2.2
<i>Tolpis umbellata</i> ... ..	.	.	.	.	.	+	2.2	.	.	1.1
<i>Trifolium glomeratum</i> ... ..	.	.	.	.	.	2.3	1.1	.	.	1.1
<i>Thrinacia hispida</i> ... ..	.	.	.	.	.	+	.	1.1	.	.
<i>Anthemis mixta</i> ... ..	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium cherleri</i> ... ..	.	.	.	.	.	+ .1	.	.	.	+
<i>Silene gallica</i> ... ..	.	.	.	+	.	.	.	.	1.1	.
<i>Ornithopus compressus</i> ... ..	.	.	.	.	.	.	1.1	.	1.1	.
<i>Spergularia rubra</i> ... ..	.	.	+ .1	.	.	.	.	.	+ .1	.
<i>Poterium spachianum</i> ... ..	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.
<i>Helianthemum guttatum</i> ... ..	.	.	.	.	.	.	+ .1	+ .1	.	.
<i>Filago gallica</i> ... ..	.	.	.	.	.	.	+	+ .1	.	.
<i>Brisa maxima</i> ... ..	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.
<i>Cynosurus echinatus</i> ... ..	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.
<i>Filago minima</i> ... ..	.	.	.	.	.	.	.	.	2.2	.
<i>Astrocarpus clusii</i> ... ..	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.
<i>Helianthemum egyptiacum</i> ... ..	.	.	.	.	.	.	+ .1	.	.	.
<i>Trifolium arvense</i> ... ..	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1
<i>Rumex bucephalophorus</i> ... ..	.	2.2	.	.	.	1.1	.	.	.	.

Compañeras:

<i>Bromus mollis</i>	2.2	2.2	3.3	.	2.2	1.1	1.1	.	.	1.1
<i>Anthemis arvensis</i>	+	2.2	1.1	1.1	.	.	2.2	.	3.3	2.2
<i>Plantago lagopus</i> ... ..	.	2.2	.	.	+	1.2	2.2	.	1.1	+
<i>Medicago hispida</i> ... ..	.	2.2	.	.	+	1.3	.	.	2.2	+
<i>Poa bulbosa</i> ... ..	.	.	.	.	.	.	2.3	1.1	2.2	.
<i>Bromus rubens</i> ... ..	.	.	.	+	.	1.1	.	.	2.2	.
<i>Cerastium glomeratum</i> ... ..	.	.	1.1	.	+	1.1	.	.	1.1	.
<i>Carex chaetophylla</i>	2.3	.	.	.	+	.	.	.	.	2.2
<i>Rumex pulcher</i> ... ..	.	+	.	+	.	.	.	.	.	1.1
<i>Plantago lanceolata</i> ... ..	.	.	+ .1	.	.	.	+	.	.	.
<i>Scirpus holoschoenus</i> ... ..	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Galium parisiense</i> ... ..	.	.	.	.	+	.	+ .1	.	.	+
<i>Plantago coronopus</i> ... ..	.	.	1.1	1.2	.	.	.	.	.	.
<i>Linum tenuifolium</i> ... ..	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+ .1
<i>Carlina corymbosa</i> ... ..	.	.	.	.	.	.	.	1.1	1.1	.
<i>Vulpia ciliata</i> ... ..	.	.	.	.	.	2.2	.	.	2.2	.
<i>Valerianella coronata</i> ... ..	.	.	.	.	.	+ .2	1.1	.	.	.
<i>Scorpiurus vermiculata</i> ... ..	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	+
<i>Trisetum panicum</i> ... ..	.	.	.	.	.	+	.	.	+ .1	.
<i>Ranunculus flavellatus</i> ... ..	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+
<i>Medicago orbicularis</i> ... ..	.	.	.	.	+	.	.	.	3.3	.
<i>Crepis taraxacifolia</i> ... ..	.	.	.	.	+	.	.	.	1.1	.

Accidentales: *Medicago arabica*, *Brachypodium distachium*, *Euphorbia exigua*, *Galactites tomentosa*, *Bellis perennis*, *Salvia verbenaca*, *Alyssum calycinum*, *Calendula arvensis*, *Trifolium stellatum*, *Evax astericifolia*.

característ
Ranunculi
Paronychi
 y 11), qu
 donde afl
 hojas fáci

Localiz

1. Junto
2. El H
3. El H
4. El H
5. Sur c
6. Sur c
7. Cami
8. Centr
9. Cerca
10. Baja
- rras. Encina
11. Baj

5. Agros

Corres:
 Clase *Hei*
 carse dura
 rístico co:
 presentada
 God. 1957
 sentamos
 muy redu
 con las re
 medad a

Los in
 munidades
 te, de maj

Los in
lium subte
dinia frag.
 un mayor
 suelo, y q
 menos ost
 perteneciel

Cuando el factor ecológico que estamos comentando acentúa más su característica de sequedad, bien por superficialidad del suelo o por las condiciones topográficas, se instala la comunidad a *Periballia laevis et Vulpia delicatula* (Inv. 6, 7 y 8) y en los casos extremos para los límites en el que puede persistir la *Agrostidetalia*, aparece la comunidad a *Trifolium tomentosum et Lolium rigidum* (Inv. 9 y 10).

Los inventarios fueron levantados en las siguientes localizaciones:

1. La Bienvenida. Vaguada húmeda, 12-V-58.
2. S. de la Bienvenida. Cauce de arroyo seco, 11-V-58.
3. La Bienvenida. Vaguada amplia y húmeda, 12-V-58.
4. Centro del Valle, 27-IV-58.
5. Hondonada al S. de la Bienvenida, 11-V-58.
6. Concavidad. Suelo profundo. Limoso de arrastre. S. Bienvenida, 11-V-58.
7. Cerca de la Bienvenida, 10-V-58.
8. Junto a la carretera Brazatortas-Fuencaliente, 17-XI-57.
9. Encinar adhesado. S. de la Bienvenida, 11-V-58.
10. Zona baja húmeda. Bajada del Puerto de Caracollera, 10-V-58.

6. Pastos.—Comunidad a *Trifolium subterraneum et Poa bulbosa*.

La intensa y continuada acción del ganado sobre las agrupaciones herbáceas anteriormente descritas, ha dado lugar a la aparición de un nuevo tipo de vegetación, que constituye precisamente los renombrados pastos del Valle de Alcudia, formados por una mezcla de especies procedentes de *Helianthemetea* y *Therobrachypodietae*, fundamentalmente. El efecto del aporte nitrogenado, el pisoteo y la acción selectiva de la oveja sobre las especies apetecibles, condiciona la existencia de la comunidad a *Trifolium subterraneum et Poa bulbosa*, en la cual abundan otras especies de características bromatológicas interesantes. En el Valle de Alcudia ocupa la mayor parte de su superficie, proporción que aumenta sucesivamente a su favor, puesto que, en las actuales condiciones de explotación ganadera del Valle, la comunidad que comentamos es el estadio final de la evolución de la vegetación.

Dependientes del grado de humedad, distinguimos cuatro subcomunidades representadas en el cuadro núm. 6. La primera, la más seca, a *Evax pygmaea* (Inv. 1), la segunda, a *Plantago coronopus*, comprende los inventarios 2 y 5. La tercera, a *Psylurus nardoides* (Inv. 4), y, por último la cuarta, subcomunidad a *Erodium botris*, que es la que corresponde al mayor grado de humedad, dentro, naturalmente, de las condiciones xéricas en que suelen desenvolverse estas formaciones de terófitas, debido tanto a las condiciones climatoógicas que hemos estu-

diado anteriormente, como a la escasa humedad que es posible almacenar a estos suelos de escasisimo fondo.

Los inventarios que componen el cuadro de esta comunidad fueron levantados en las localizaciones que indicamos:

1. Bajada del Puerto Brazatortas, 24-III-57.
2. La Bienvenida, 11-V-58.
3. Cerca al Río Tablillas, 27-IV-58.
4. Encinar adhesionado. Centro del Valle, 27-IV-58.
5. Junto a la carretera de Brazatortas, 27-IV-58.
6. Bajada Puerto de Brazatortas. Zonas húmedas, 27-IV-58.
7. *Ibid.*, 27-VI-58.
8. Coscojal degradado. Puerto Brazatortas. Muy pastoreado, 27-IV-58.
9. Centro del Valle, 27-IV-58.
10. Centro del Valle. Zona algo húmeda, 27-IV-58.

Estas agrupaciones herbáceas son objeto de un estudio más detenido en la III parte de este trabajo, para definir su valor en la alimentación del ganado. Pero, lógicamente, este valor bromatológico depende directamente de la composición florística y de la abundancia, extremos consignados en los cuadros respectivos.

b) Otras agrupaciones

7. *Agrupaciones nitrófilas.*

Para dejar completo este capítulo sobre el estudio sociológico de la vegetación, haremos mención sucinta de las clases *Secalimetea* y *Stellarietea*, de muy escaso interés, por la poca superficie que ocupan y por lo enrarecidas que se encuentran en especies características.

La primera está formada por las especies denominadas «malas hierbas», que se instalan en los cultivos de cereales, especies anuales o geófitas, que son las únicas que pueden persistir en el sistema típico de estos cultivos. En el Valle de Alcudia, los cultivos de cereales no son muy importantes y las hojas de cultivo suelen variar de lugar de implantación cada período de tiempo. Esto, unido a las condiciones extremas del suelo en materiales nutrientes, hace que no se desarrollen las asociaciones o comunidades de *Secalimetea* más que de forma fragmentaria. El inventario que sigue, es una muestra de este tipo de vegetación y fué tomado en el centro del Valle de Alcudia, el 27 de abril de 1958, en un campo de trigo, sobre una superficie de 100 metros cuadrados.

diado a
nar a e
Los
levantar

1. B₂
2. L₂
3. Ce
4. Er
5. Ju
6. Ba
7. Ibi
8. Cc
9. Ce
10. Ce

Esta
nido en
mentaci
depende
extremc

7. Agr

Para
la vege
Stellarie
y por lo

La p
bas», q
geófitas,
de estos
son muy
implanta
extrema
las asoci
mentaria
getación
de 1958,
cuadrado

3.3 <i>Lithospermum arvensis</i> .	1.1 <i>Papaver Rhoeas</i> .
2.2 <i>Anthemis arvensis fuscata</i> .	+ <i>Raphanus raphanistrum</i> .
1.1 <i>Camelina silvestris</i> .	1.1 <i>Senecio vulgaris</i> .
1.1 <i>Papaver hybridum</i> .	+1.1 <i>Vicia atropurpurea</i> .
1.1 <i>Spergularia rubra</i> .	+ <i>Filago spatulata</i> .
1.1 <i>Scandix pecten-veneris</i> .	+ <i>Vicia sativa</i> .
2.2 <i>Ranunculus arvensis</i> .	+ <i>Valerianella coronata</i> .

La Clase *Stellarietea* está, por el contrario, condicionada a un abundante aporte nitrogenado y por esta razón se instala en los lugares rurales, puntos de reposo del ganado, proximidades de habitaciones humanas, etc. En el Valle de Alcudia tampoco se encuentra bien desarrollada, debido al continuo deambular del ganado, así como al cambio frecuente de los majadales, que impide la adecuada concentración del suelo en productos amoniacales solubles. Por otra parte, está favorecido este hecho por la frecuente inclinación que presenta la superficie del suelo, su textura arenosa y su escasa profundidad, factores todos que contribuyen a un mayor y más rápido lavado.

El siguiente inventario, que puede servir de muestra, fué realizado debajo de una encina que servía de lugar de reposo al ganado en las horas calurosas del día 27 de abril de 1958, 95 por 100, 10 cm., 4 m².

+1.1 <i>Stellaria media</i> .	1.1 <i>Sisymbrium columnae</i> .
+1.1 <i>Geranium molle</i> .	+1.1 <i>Carduus tenuiflorus</i> .
1.1 <i>Poa bulbosa</i> .	3.3 <i>Poa annua</i> .
1.1 <i>Cerastium glomeratum</i> .	3.3 <i>Hordeum murinum</i> .
1.2 <i>Capsella bursa-pastoris</i> .	1.1 <i>Silybum marianum</i> .
1.2 <i>Cirsium arvense</i> .	+ <i>Taraxacum dens-leonis</i> .
1.1 <i>Sisymbrium officinale</i> .	+ <i>Vulpia geniculata</i> .
1.2 <i>Anthriscus vulgaris</i> .	+ <i>Erodium cicutarium</i> .

8. Agrupaciones higrófilas

Las estaciones higrófilas del Valle de Alcudia pueden ser divididas en varios grupos, ateniéndonos al mayor o menor grado de humedad y a su persistencia en el transcurso del año, desde aquellas que poseen agua corriente en todo tiempo (que son escasísimas), a las que sólo disponen de humedad estacional, en la época de lluvias y se secan totalmente a la entrada del verano, pasando por aquellas otras que conservan humedad edáfica en todo tiempo, debido a alguna ventajosa circunstancia topográfica y a la profundidad e impermeabilidad del subsuelo. En todas ellas, sin embargo, la vegetación está enormemente alterada por la tantas veces citada influencia antropozoógena, que la mantiene de modo permanente en los primeros estadios de

evolución o bien enrarece de forma notable el número de especies características.

Por esta razón, difícilmente podrán encontrarse individuos de asociación completos y tan sólo fragmentos degradados, y en consecuencia no podremos presentar cuadros de asociación, sino solamente inventarios, que de cualquier forma no mostrarán de modo evidente el estado actual de la vegetación.

Populion albae Br.-Bl. 1931.

Esta alianza está formada por formaciones arborescentes, de hojas caducas, instaladas fundamentalmente a lo largo de los cursos de agua. En nuestro territorio las formaciones de *Securinega buxifolia* (tamujares), son los únicos representantes actuales que consideramos provisoriamente (Rivas Goday), incluidas en el *Populion*.

En los cursos de los ríos de toda la región centromeridional, cuando las condiciones climáticas lo permiten, se asocia al tamujo el *Neaerium oleander*, añadiéndose *Fraxinus angustifolia*, *Alnus glutinosa*, *Salix*, *Populus alba*, etc. Esta es la razón de que la incluyamos en el *Populion albae*, como comunidad empobrecida por la altitud y la falta en la constancia de agua.

De los dos inventarios que damos, el primero, es francamente más húmedo, como lo demuestra la presencia de *Bellis perennis*, *Calepina corvini*, *Lepidium campestre*, *Narcissus jonquilla*, propios de los juncales. Tal vez sea la *Aristolochia longa* la que caracterice más a la formación. La *Thapsia transtagana* Brot. dada por Rivas Goday como característica y constante para los tamujares de Despeñaperros y Extremadura, no la hemos encontrado. Por tanto, la estimamos en el Valle de Alcudia (en el nacimiento de las aguas), una asociación atípica y fragmentaria.

Inv. 1. Tomado el 27-IV-58 orilla del río Tablillas en el centro del Valle, 4 m², 70 % 1,20 m. altura de la vegetación, A 680 m. altitud.

4.4 <i>Securinega buxifolia</i> .	+1 <i>Narcissus jonquilla</i> .
1.1 <i>Lepidium campestre</i> .	1.2 <i>Ranunculus bullatus</i> .
1.1 <i>Calepina corvini</i> .	1.1 <i>Plantago lanceolata</i> .
1.2 <i>Bellis perennis</i> .	+ <i>Anagallis arvensis</i> .
+1 <i>Aristolochia longa</i> .	

Inv. 2. Arroyo del Colmenarejo, en su desembocadura al Pantano de Calvo Sotelo, 7-VI-57. W. 5º, 1,50 m. 100 %. A 530 m. de altitud.

4.4 <i>Securinega buxifolia</i> .	1.1 <i>Verbena supina</i> .
1.2 <i>Rumex pulcher</i> .	1.1 <i>Campanula loeflingii</i> .
1.1 <i>Galium parisiense</i> .	2.2 <i>Holcus setiglumis</i> .
1.1 <i>Bromus rubens</i> .	1.1 <i>Melica ciliata</i> .
2.2 <i>Geranium molle</i> .	+ <i>Euphorbia peplus</i> .
1.1 <i>Anagallis arvensis</i> .	+1 <i>Avena</i> sp.

Holoschoenetalia Br.-Bl. 1947.

Vegetación propia de los lugares con un elevado grado de humedad estacional, pero que soportan perfectamente la sequedad del estío. En nuestro territorio se encuentra también muy desdibujada, ocupando áreas reducidas, y está representada por formaciones de *Scirpus holoschoenus*, que llevan como especie de carácter el *Juncus inflexus*. De los dos inventarios dados, uno de ellos, más húmedo, lleva como diferencial el *Cyperus badius* procedente de *Phragmitetea*, que forma la vegetación de los bordes de los estanques y la desembocadura de los ríos de amplio caudal.

Inv. 1. Cerca de Hinojosas. Vaguada seca en la actualidad, 15-XI-57, 1 m², 15-20 cm. 90 %.

3.3 <i>Scirpus holoschoenus</i> var. <i>romanus</i> .	1.1 <i>Pulicaria uliginosa</i> .
2.2 <i>Asphodelus microcarpus</i> .	1.1 <i>Crepis virens</i> .
2.2 <i>Piptatherum miliaceum</i> .	

Inv. 2. El Hinojo. Junto a un pozo. Vaguada, 16-XI-57. E. 20 m², 5.º 50-100 cm 100 %.

2.2 <i>Scirpus holoschoenus</i> .	+1 <i>Bellis perennis</i> .
4.5 <i>Juncus inflexus</i> .	1.1 <i>Holcus lanatus</i> .
4.5 <i>Piptatherum miliaceum</i> .	1.1 <i>Asphodelus microcarpus</i> .
2.2 <i>Cyperus badius</i> var. <i>longus</i> .	

Molinetalia Kock 1926.

Prácticamente no presenta interés en el Valle de Alcudia, ya que aunque lleva algunas plantas forrajeras, ocupa áreas insignificantes, y por otro lado está muy empobrecida. La mencionamos tan sólo para poder establecer de manera precisa las posibilidades y el sentido de la evolución del tapiz vegetal. El inventario que presentamos muestra una comunidad mixta con *Lotus uliginosus* y *Mentha pulegium* de tránsito del *Preslion cervini* hacia la *Molinietalia* propiamente dicha, acompañadas de otras especies de carácter como *Trifolium resupinatum* y *Alopecurus castellanus*.

Inv. 1. Laguna de la Alberquilla, seca. Extremo oriental del Valle, 6-VI-57, 4 m² 15-20 cm. 80 %. A 850 m. alt.

3.3 <i>Mentha pulegium</i> .	1.1 <i>Anthemis arvensis</i> .
2.3 <i>Agrostis salmantica</i> .	+1.1 <i>Spergularia rubra</i> .
2.2 <i>Trifolium resupinatum</i> .	1.1 <i>Erodium botris</i> .
2.2 <i>Lotus uliginosus</i> .	+ <i>Bromus rubens</i> .
1.1 <i>Alopecurus castellanus</i> .	+ <i>Vulpia sciuroides</i> .
2.2 <i>Typha?</i>	+ <i>Silene gallica</i> .
1.2 <i>Plantago coronopus</i> .	

Glycerieto-Sparganion Br.-Bl. et Siss. 1942.

Característica en los cursos de agua limpia y suficientemente profunda, pertenece a la Clase *Phragmitetea* Tx. et Preissing 1942. Es quizás, de todas las agrupaciones higrófilas, la que aparece en el Valle de Alcudia con más caracteres de fijeza. Sin embargo, la estacionalidad del agua circulante hace que aparezca en la mayoría de los casos como fragmentaria.

Damos el siguiente cuadro, formado por comunidades pertenecientes a la alianza que estamos comentando. La localización de los inventarios y sus características generales, son las siguientes:

1. Cerca de la carretera de Brazatortas a Fuencaliente, 27-IV-58 Nacimiento de agua corriente. pH 6.
2. Río Tablillas, junto a la estación del ferrocarril Brazatortas-Alcudia. Agua corriente, 6-IV-58.
3. Centro del Valle de Alcudia. Agua profunda, 27-IV-58.
4. Río Tablillas. Agua corriente, 27-IV-58.

Núm.	1	2	3	4
Altura de la vege. (cm.)	15 - 20	25	15 - 20	30
Cobertura (%)	40	30	45	60
Superficie (m ²)	1	1	1	1

Características de alianza, orden y clase:

<i>Glyceria spicata</i>	+	1.1	2.2	2.3
<i>Nasturtium asperum</i>		1.1	.	.
<i>Heleocharis palustris</i>	1.1	.	2.2	3.3
<i>Juncus heterophyllus</i> ... ..	.	.	2.3	.
<i>Ranunculus ophyoglossifolius</i> ... ..	.	.	.	2.3
<i>Cyperus badius</i> var. <i>longus</i> ... ..	.	.	.	+
<i>Nasturtium officinale</i>	1.1	.	.	.

Compañera de carácter:

<i>Mentha pulegium</i>	1.1	1.2	1.1	+1.1
-------------------------------	-----	-----	-----	------

Compañeras:

<i>Montia minor</i>	2.2	1.2	1.1	+ .1
<i>Calitriche stagnalis</i>	3.3	.	2.3	+
<i>Ranunculus trychophyllus</i> (<i>Potametea</i>) ... ..	.	2.2	.	.
<i>Ranunculus peltatus</i> (<i>id.</i>)	2.2	.	3.3	2.3
<i>Bellis annua</i> ... ..	.	1.1	.	.
<i>Poa annua</i> ... ..	.	2.2	.	.
<i>Juncus bufonius</i> ... ..	.	+	.	.
<i>Isoetes istrix</i> ... ..	.	+	.	.
<i>Ranunculus repens</i> ... ..	.	.	.	1.1
<i>Pulicaria uliginosa</i>	+	.	1.2	.
<i>Rizoclonium</i>	2.3	.	.	.

Perteneciente también a esta alianza, pero mostrando tendencia hacia *Littoretea* y *Molinietalia*, es el siguiente inventario, tomado en el centro del Valle, en suelo rezumante de humedad, el 27 de abril de 1958, en medio metro cuadrado, 25-30 centímetros y 70 por 100 de recubrimiento.

3.3 *Juncus acutifolius*.
 2.2 *Alopecurus castellanus*.
 1.1 *Carum verticillatum*.

1.1 *Nioetes caespitosa*.
 +.1 *Narcissus jonquilla*.

Por último, citaremos la asociación a *Glyceria spicata* (*fluitans*) et *Antinoria agrostidea* Riv. God. 1955, que se presenta bastante bien definida en el Valle, como demuestra este inventario. Junto a la carretera de Brazatortas-Fuencaliente (kilómetro 132), un metro cuadrado, 70 por 100, 5-10 centímetros.

2.2 *Pulicaria uliginosa*.
 2.2 *Isoetes setacea*.
 1.1 *Ranunculus flavellatus*.

2.2 *Agrostis salmantica*.
 1.1 *Antinoria agrostidea*.
 1.1 *Glyceria fluitans*.

El *Isoetes setacea* que en la descripción original de la asociación (Rivas Goday, An. Inst. Bot. A. J. Cav. XIV, 1955, págs. 508), es dada con interrogante como posible característica de asociación, creemos puede considerarse como tal, dada su constancia en el cortejo florístico de esta agrupación.

Como comunidad desviante, aunque no se pueda incluir dentro de la alianza que estamos comentando, presentamos los dos inventarios siguientes, como representantes del tipo de vegetación que ocupa los bordes de las corrientes de agua persistentes con alguna regularidad. Los dos inventarios están realizados en el río Tablillas, en el mes de abril, y pertenecen al registro de inventarios R/58.

Comunidad de *Oenanthe crocata*:

Area m ²	6	8
------------------------------	---	---

Características de comunidad:

<i>Oenanthe crocata</i>	3.3	2.2
<i>Ranunculus ophioglossifolius</i>	2.2	1.1
<i>Nasturtium asperum</i>	1.1	2.2
<i>Alopecurus castellanus</i>	1.1	1.2

De *Phragmitetalia*:

<i>Cyperus badius</i>	2.2	2.2
<i>Eleocharis palustris</i>	1.2	.
<i>Veronica Beccabunga</i>	1.1	.
<i>Nasturtium officinale</i> ... .. .	.	1.1
<i>Glyceria spicata</i>	+1.1	.

Compañeras:

<i>Rumex conglomeratus</i> ... .. .	.	2.2
<i>Mentha pulegium</i>	2.2	2.3
<i>Pulicaria uliginosa</i> ... .. .	.	1.1
<i>Callitriche</i> sp.	+2	+1
<i>Agrostis salmantica</i> ... .. .	.	1.2
<i>Poa annua</i> ... .. .	.	1.2

Isoetion Br.-Bl. 1951 (1)

Representa los tapices efímeros de suelos encharcados durante el invierno y que quedan endurecidos por la sequedad estival, se encuentra abundantemente diseminada en el Valle, ocupando este tipo de estación, pero siempre en áreas muy reducidas que raramente alcanzan los cuatro metros cuadrados. También se encuentra muy alterada principalmente por el pastoreo y el pisoteo de los animales.

(1) En *An. del Inst. Bot.* «A. J. Cavan.» XVI (1958): 527-531, dimos cuenta en colaboración con S. Rivas-Goday, de una subasociación nueva a *Ranunculo xantholeuco*, de la asociación *Myosuro-Bulliardetum vaillantii*, Br.-Bl. 1935, encontrada en el Valle de Alcudia. Compuesta por las especies: *Myosurus minimus*, ssp. *sesilis*, *Bulliarda vaillantii*, *Ranunculus xantholeucus*, *Pulicaria uliginosa*, *Ranunculus trichophyllus*, *Lythrum thymifolia*, *Juncus bufonius*, *Peplis erecta*, *Isoetes setacea*, *Eleocharis palustris*, *Callitriche* sp., *Rumex pulcher*, *Poa annua* y *Herniaria glabra*.

Dos inventarios tomados ambos en el centro del Valle el 27-IV-58, en estación ya sin agua pero muy húmeda.

Inv. 1.

1/2 m² 60 % 8-10 cm.

- 2.2 *Peplis portula*.
 +.1 *Lithrum thymifolia*.
 2.3 *Juncus bufonius*.
 2.2 *Isoetes istrix*.
 1.1 *Narcissus bulbocodium*.

Inv. 2.

1/2 m² 80 % 10-15 cm.

- 3.3 *Juncus bufonius*.
 2.2 *Isoetes istrix*.
 1.1 *Lithrum thymifolia*.
 1.1 *Narcissus bulbocodium*.

9. Vegetación de los roquedos.

Las fisuras de los enormes bloques de cuarcita que afloran en todas las sierras colindantes al Valle, formando a veces paredones de respetable altura, están ocupadas con gran constancia y regularidad por la asociación a *Jasione mariana et Dianthus lusitanicus* Riv. God. 1955. Esta asociación común en toda la Sierra Morena, presenta con frecuencia el endemismo *Digitalis mariana* Boiss., formando una variante descrita por Rivas Goday (157), que creemos conveniente elevar a subasociación, dada la frecuencia de esta especie.

Sociológicamente está incluida en la alianza *Cheilathion hispanicae* Riv. God. 1955, compuesta de comunidades rupícolas de las rocas silúricas de la Oretana y Mariánica, al Orden *Androsacetalia Vandellii* Br.-Bl. (1931), 1934, y a la Clase *Asplenietea rupestris* (Meier) Br.-Bl. 1934, que se extiende por las fisuras recosas de todo el hemisferio boreal.

Sirvan de ejemplo de la constitución de esta asociación, los inventarios siguientes, tomado el primero en la sierra Sur de Alamillo, el 24 de febrero de 1958, y el segundo en las rocas de la Sierra del Rey, el 17 de noviembre de 1957.

Núm.	1	2
Altitud (m. s. m.)	820	1020
Exposición	N	N
Inclinación (°)	90	85
Altura vegetación (cm.)	5 - 10	10 - 15
Cobertura (%)	80	50
Superficie (m ²)	1/4	1/2

Características de asociación:

<i>Jasione mariana</i>	+ .2	2 .2
<i>Dianthus lusitanicus</i>	3 .3	2 .2

Diferencial de subasociación:		
<i>Digitalis mariana</i>	1.2	1.2
Características de alianza:		
<i>Cheilanthes hispanica</i>	2.2	1.1
<i>Conopodium ramosum</i> (tgr. caract. comarcal de alianza) ... ..	.	+
Características de orden:		
<i>Sedum hirsutum</i>	1.1	1.2
<i>Sedum brevifolium</i>	1.1	2.2
Características de clase:		
<i>Umbilicus pendulinus</i>	2.3	2.2
<i>Asplenium trichomanes</i>	+ .2	.
<i>Ceterach officinarum</i>	+ .2.	.
<i>Sedum dasyphyllum</i> ... ..	.	+
Compañeras:		
<i>Asplenium lanceolatum</i> ... ..	.	+
<i>Festuca ampla</i> ... ..	.	+

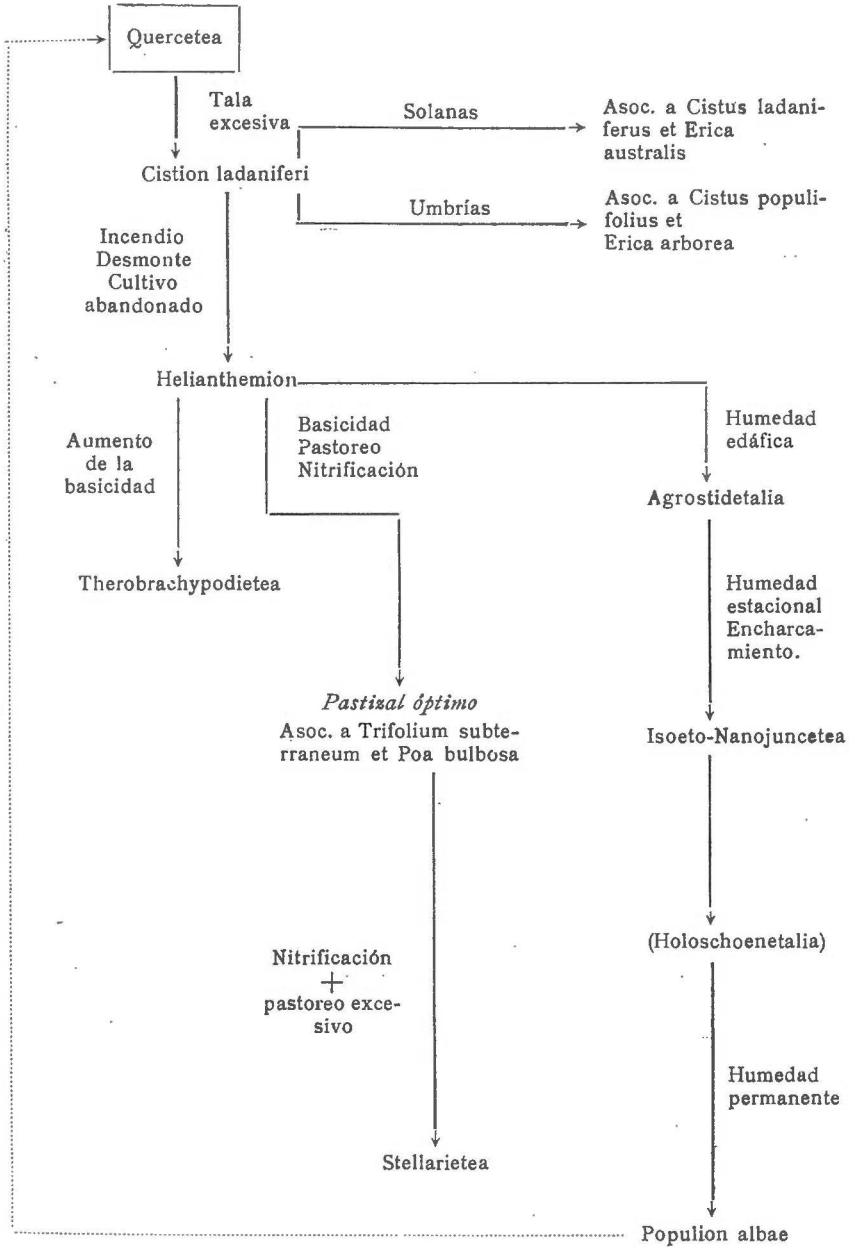
Esta asociación se instala sobre la parca cantidad de tierra fina que queda detenida entre las grietas de la roca, y necesita un grado permanente de humedad y esciafilia. Por esta razón se muestra grandemente empobrecida en las solanas, como puede apreciarse en el siguiente inventario, donde aparece también la influencia de la *Thlaspetea* (asociaciones de los derrumbaderos rocosos), representada en el *Dianthus crassipes*. Tomado el 22 de diciembre de 1957 por encima de la estación de Cabezarrubias, a 985 metros, exposición S., 80° de inclinación, 1/2 metro cuadrado.

1.1 <i>Cheilanthes hispanica</i> .	1.1 <i>Asplenium trichomanes</i> .
1.1 <i>Sedum brevifolium</i> .	+ <i>Sedum dasyphyllum</i> .
1.1 <i>Dianthus crassipes</i> .	+ <i>Filago gallica</i> .
2.2 <i>Umbilicus pendulinus</i> .	

3. DINÁMICA DE LA VEGETACIÓN EN EL VALLE DE ALCUDIA

Una vez descritos de forma sistemática todos los tipos de vegetación en el Valle de Alcudia, estamos en situación de hacer el estudio

CUADRO 10



de su dinámica, estableciendo el curso degradatorio desde la «climax» y los factores que en el mismo intervienen, y del mismo modo la evolución progresiva de la vegetación natural, desde cualquier estadio en que se encuentre, hasta el de equilibrio con las condiciones climáticas generales de la región.

Al hablar de cada agrupación vegetal, hemos hecho referencia a sus factores condicionantes, así como a sus relaciones con las restantes agrupaciones. Nos limitaremos, pues, a presentar un esquema completo de la vegetación en cuanto a su dinámica. Mediante él podremos conocer la tendencia de cada área, establecido que sea su estado actual, así como los factores que había que poner en juego para modificarla en un sentido determinado.

INSTITUTO DE EDAFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA VEGETAL
Sección de Bromatología y Nutrición Animal
INSTITUTO BOTÁNICO «A. J. CAVANILLES»

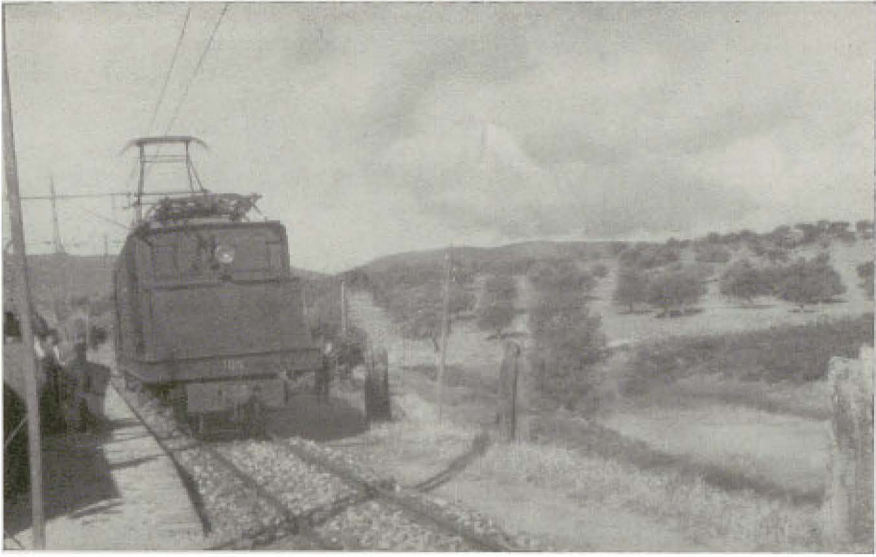


FIG. 1

Ferrocarril de vía estrecha, electrificado, que va de Peñarroya a Puertollano, conocidos centros mineros e industriales. Junto a la carretera Córdoba-Tarragona, antigua «Vía» romana, atraviesa el Valle de Alcudía en su centro, ofreciendo ambos grandes posibilidades, por poderse transformar fácilmente en uno de los mejores accesos de Andalucía a la Meseta y atravesar Sierra Morena por una parte de magnífica aspereza, llena de interés económico, turístico y cinegético



FIG. 2

Construcción típica en el Valle de Alcudía.

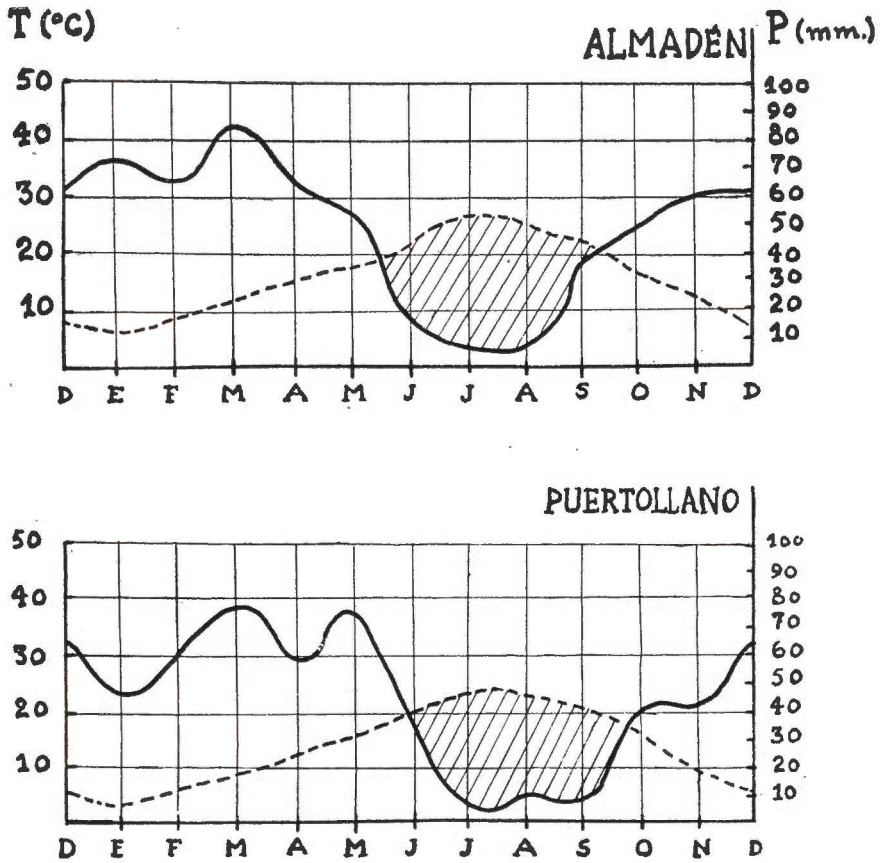


FIG. 3

Diagramas ombrotérmicos. La línea llena representa la pluviosidad, y la interrumpida las temperaturas. El espacio rayado corresponde a la «estación seca», durante la cual la suma de precipitaciones, bajo cualquier concepto que ellas se verifiquen, es menor a la evaporación. Durante ella, por tanto, las plantas sólo podrán tomar la humedad imprescindible para sus funciones vitales, a partir de la acumulada en el suelo.

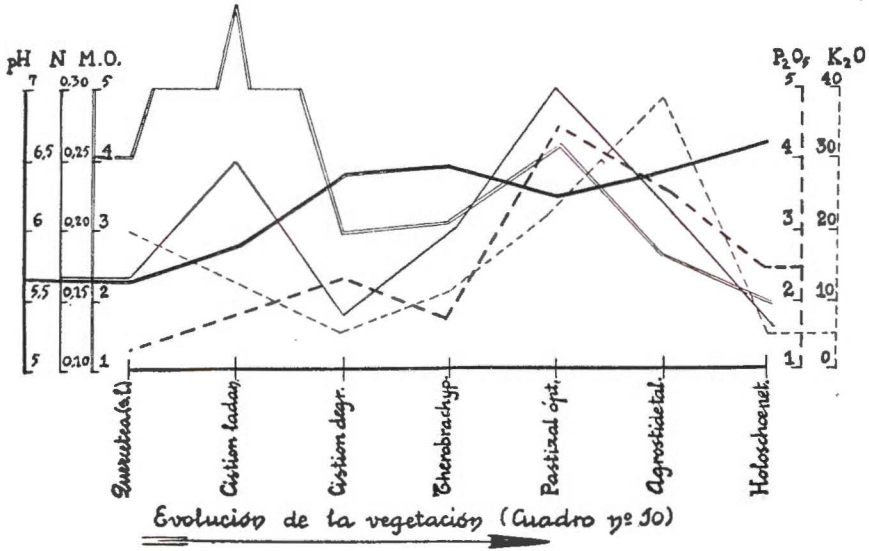


FIG. 4

Van representados en este gráfico los elementos que caracterizan fundamentalmente la fertilidad de un suelo, tomando como base los datos medios, correspondientes aproximadamente a los primeros 30 cm. de profundidad. Como puede observarse, los suelos que corresponden al *pastizal óptimo* son los que conjuntan las mejores características.

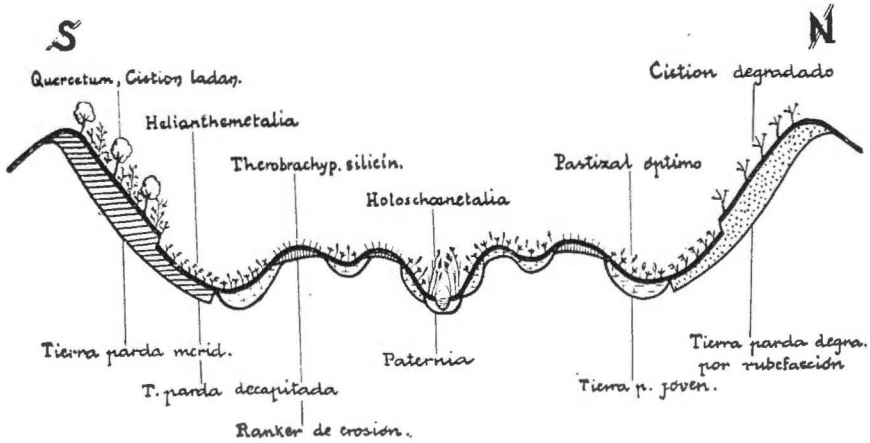


FIG. 5

Esquema de la correlación existente entre el suelo y la vegetación en el Valle de Alcudia (ver texto, apartados correspondientes al suelo y la vegetación).



FIG. 6

Vista transversal del Valle de Alcudia desde Puerto Niefla. En primer plano el *Cistion ladaniferi*, seguido del pastizal y la engañosa imagen del terreno llano. Al fondo la sierra Norte, la «solana».



FIG. 7

Otra vista del Valle, tomada también desde la «Umbría», donde puede apreciarse el inmenso mar verde que forman las landas del *Cistion*.



FIG. 8

Zonas donde la vegetación se conserva con características parecidas a la «climática»; sólo es posible encontrarlas en puntos aislados, siempre alejados de los núcleos de población.



FIG. 9

La cabra, tal y como se explota en estas zonas, transforma su magnífica rusticidad y su capacidad de alimentarse con un tipo de vegetación inútil para cualquier otra especie animal, en un peligro para la reposición del arbolado. Sin embargo, su importancia se empequeñece hasta casi desaparecer, si se la compara con la acción nefasta y contundente del hacha o del fuego.



FIG. 10

La vegetación en las «solanas» es mucho más abierta y degradada que en las «umbrias». Esta fotografía muestra el máximo de recubrimiento que puede encontrarse en la asociación *Cistus ladaniferus et Erica australis* (Puerto le Mestanza).



FIG. 11

El suelo, desnudo tras el pertinaz proceso de desvegetación, queda inerte ante la crudeza de los factores climáticos, los cuales marcan con un sello de aridez todas las manifestaciones de vida que aparecen en el Valle («El Hinojo»),



FIG. 12

Enormes bloques de cuarcitas marcan las crestas de las sierras colindantes. En sus fisuras se alberga la interesante asociación *Jasione mariana et Dianthus lusitanicus*

NOTAS

COMISION INTERNACIONAL DE RIEGOS Y DRENAJES

CUARTO CONGRESO. MADRID, JUNIO 1960

La Comisión Internacional de Riegos y Drenajes, creada para estimular y fomentar el desarrollo y la aplicación de la ciencia y la técnica del riego, el drenaje, la defensa contra las inundaciones y el encauzamiento de ríos, en sus aspectos de ingeniería, económicos y sociales, organiza para junio de 1960 el Cuarto Congreso que tendrá lugar en Madrid.

Los temas que se discutirán en el citado 4.º Congreso son los siguientes:

- Tema 11. *Puesta en cultivo de terrenos anegados y pantanosos.*—Contenido del tema: Procedimientos, resultados, control de procedencia y nivel de agua (excluyendo el tratamiento específico de terrenos salinos y alcalinos).
- Tema 12. *Riego por aspersión y comparación con otros sistemas de riego.*—Contenido del tema: Proyecto y material, instalación, funcionamiento y conservación; empleos especiales del riego por aspersión; estudios comparativos con otros sistemas de riego refiriéndose particularmente al coste, uso económico del agua, rendimiento de cosechas, etc.
- Tema 13. *Tolerancia de las plantas respecto a las sales contenidas en disolución por el agua de riego y en el suelo.*—Contenido del tema: Factores que afectan a la cantidad de sal tolerada por los cultivos de regadío; efectos de la sal y sodio de cambio en dichas cosechas; influencia del subsuelo salino en la absorción de los alimentos por las plantas y en el consumo de agua cuando el cultivo se realiza en condiciones de salinidad.
- Tema 14. *Empleo de espigones longitudinales o diques como medida de protección de riadas.*—Contenido del tema: Ventajas e inconvenientes; su efecto en el régimen de un río; condiciones bajo las cuales deben o no ser empleados.

Cada país participante o Comité Nacional puede presentar una o más ponencias sobre los temas citados. Además, y con independencia, pueden presentarse comunicaciones, acerca de cualquiera de los diez temas siguientes:

- Tema 1. Revista nacional del desarrollo y la práctica del riego.
- Tema 2. Problemas actuales de riegos y drenajes.
- Tema 3. El problema del resguardo en canales de riego (acequías secundarias, distribuidores y corrientes de agua) canales de drenaje, diques, terraplenes y pantanos, en sus aspectos teórico y económico.
- Tema 4. Acción de la capa de agua del subsuelo en un sistema de riego o drenaje.
- Tema 5. La conservación de canales de riego y drenajes con referencia especial al control de algas.

- Tema 6. Agua-suelo. Su aprovechamiento para el riego, rendimiento seguro de una zona o cuenca unitaria; recargo del suministro y aprovechamiento planeado de depósitos subterráneos.
- Tema 7. Revestimiento de canales. Importancia y aspectos prácticos particulares en lo que se refiere a los materiales, desde el punto de vista técnico y económico, conservación y problemas que se relacionan con ella.
- Tema 8. Relación agua-suelo en los riegos. Movimiento de la humedad en los suelos regados, métodos especiales para la conservación de la estructura del suelo y la preservación de su fertilidad y efectos de la fertilidad del suelo, las necesidades de agua de riego. Utilización económica del agua de riego.
- Tema 9. Las obras hidráulicas en los sistemas de riegos y drenajes, particularmente lo relativo a la regulación y seguridad, distribución y medida del agua, protección contra el atarquinado con exclusión de canales, conductos y obras de ríos.
- Tema 10. Relación entre los riegos y el drenaje.

Además de las sesiones técnicas se organizarán visitas de estudio a las varias redes de riegos y drenajes, presas y obras de defensa contra inundaciones en España, lo cual permitirá apreciar los problemas de nuestro país y los esfuerzos que se realizan para resolverlos.

El Comité Español de la Comisión Internacional de riegos y drenajes radica en el Ministerio de Obras Públicas.

CURSO SOBRE CARTOGRAFIA DE SUELOS

En la última decena del pasado mes de agosto, se desarrolló en la Universidad Menéndez y Pelayo, y dentro del Colegio de Ciencias Naturales, un curso sobre Cartografía de Suelos, que inició la actividad de este Colegio. El curso estuvo a cargo del Investigador y jefe de la Sección de Cartografía del Instituto de Edafología, Dr. D. Antonio Guerra Delgado, y consistió en una serie de lecciones, para explicar los fundamentos en que se apoya la Clasificación y Cartografía de los suelos y en una serie de excursiones por toda la provincia de Santander, con objeto de reconocer los distintos tipos de suelos sobre el terreno.

La primera parte del curso trató de iniciar a los asistentes en los temas más fundamentales en que se apoya la moderna Cartografía de suelos. La primera conferencia versó sobre el tema *Formación del suelo*; en ella tras una introducción histórica sobre la iniciación de los estudios del suelo en los principales países y la consideración de la Edafología como Ciencia, se hizo una exposición de los distintos factores que intervienen en la formación del suelo, estudiando los procesos del «weathering» de las rocas como primer paso en la génesis de un suelo. Seguidamente se clasificó y se describió cada uno de los factores genéticos, material originario, topografía, tiempo, clima y seres vivos. Especial atención mereció la consideración de los factores climáticos y geológicos, estudiándose el predominio de unos y otros en la formación de algunos suelos. Por último, tras considerar la acción de los seres vivos, plantas, fauna del suelo y microorganismos se estudió la acción del hombre considerándole como agente formador, controlador y destructor del suelo según los casos.

La segunda conferencia versó sobre la *Descripción y estudio de un perfil en el campo*. En ella se señaló la importancia que tiene la descripción de los perfiles de suelos en el campo. Tras explicar cómo debe hacerse un perfil en el campo, se describió cada una de las operaciones a realizar para su total reconocimiento, empezando por el reconocimiento de los distintos horizontes, sus clases, límites entre lo geológico y lo edafológico, y el estudio de cada una de las distintas propiedades

morfológicas de los horizontes. Se hizo una exposición de cómo debe reconocerse cada una de estas propiedades, como son: color, textura, estructura, consistencia, reacción, material originario, concreciones, efflorescencias, permeabilidad, cantidad, naturaleza y distribución de la materia orgánica, etc.

Un tema de extraordinaria importancia fué el de las *Modernas clasificaciones de suelos: su estudio crítico*. Brevemente se expuso la necesidad de la clasificación como ordenación de los conocimientos humanos y la sucesión de distintas clasificaciones de suelos, según el desarrollo de los avances en la investigación de los suelos en el transcurso de los años y del progreso. Se hizo resaltar cómo siendo la Edafología ciencia joven ha evolucionado rápidamente, y así hoy día las modernas clasificaciones deben ser abiertas para que puedan recoger continuamente los continuos conocimientos científicos en el campo de la investigación agrícola. Las modernas clasificaciones de suelos deben hacerse, basarse en el estudio de las propias características de los mismos, considerando el suelo como un cuerpo natural en íntima relación con los factores de su formación. Del estudio de estas características dependientes de los factores genéticos, nace la moderna clasificación, que no considera propiedades o factores aislados, sino que trata de relacionar unos y otras para la mejor comprensión en el conocimiento de los procesos edafológicos y aplicaciones agrícolas. El estudio crítico de las modernas clasificaciones, entre las que destaca la rusa, americana, francesa, australiana, inglesa, alemana y la de Kubierna, se realizó considerando los tipos de construcción de cada una de ellas y los niveles característicos más desarrollados. Por último, se hizo una especial atención a las clasificaciones americana y de Kubierna, que son las que más influyen en los trabajos de los edafólogos españoles, señalándose que la clasificación de Kubierna llena con un rigor científico más acentuado que ninguna el desglosamiento de los tipos de suelos en subtipos y variedades y formas locales.

Tras estas primeras lecciones preparatorias, se expusieron en otra lección los sistemas y métodos de trabajo que se siguen en Cartografía de suelos. La definición de unidad taxonómica de clasificación fué la base para explicar qué son los mapas de suelos, cuáles pueden considerarse como tales y cuáles no, cómo los de fertilidad, textura de la capa arable, etc. Las distintas clases de mapas de suelos se estudiaron sobre la base de las distintas escalas y niveles taxonómicos, enumerando y describiendo los mapas de detalle, de reconocimiento, de detalle y reconocimiento, mapas de generalización y mapas esquemáticos.

Se expusieron también las distintas normas a que se ajustaba el trabajo de campo en cada uno de los distintos mapas enumerados, detallando las técnicas de cartografía, los medios cartográficos necesarios, mapas base, fotografías aéreas, su empleo y el programa general a seguir en todo levantamiento de mapas de suelos.

Por último, se expuso la realización de la memoria o texto explicativo del mapa de suelos, su objeto y carácter y todos los capítulos que debe llevar.

Como lección preparatoria para las excursiones se desarrolló el tema de los suelos de la provincia de Santander, que por su variedad litológica y carácter climático muestra una variedad de tipos de suelos de gran interés científico y pedagógico. Con la ayuda de diapositivas en color se explicó la evolución de los distintos tipos de suelos en las series caliza y silícea, señalando la importancia que para la agricultura y silvicultura tienen los distintos suelos.

Esta lección se continuó sobre el terreno en días sucesivos, mediante una serie de excursiones que, tomando como base Santander, sirvió para estudiar los distintos suelos y los problemas agrícolas y de erosión que actualmente tienen planteados.

BIBLIOGRAFIA

M. AGUADO MARÍN y M. MARTÍNEZ VÁZQUEZ.—Estudio morfológico y anatómico de los centenos españoles.—1959.—Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas.

Se describe en este volumen, con gran profusión de fotografías, las diversas partes del desarrollo del centeno. Las raíces, el tallo, la inflorescencia y el grano son descritos morfológica y anatómicamente en sus diversos constituyentes de manera concisa, así como se da una somera composición química del grano de centeno.

Con un total de 227 páginas, de las que 113 son láminas (181 fotografías), la mayor parte de éstas, referentes a cortes con microtomo, son excelentes; sin embargo, no aparece entre ellas el corte perfecto de un óvulo, con lo que no se puede juzgar si verdaderamente el centeno los posee anátropos, como dicen las autoras, o átropos o ligeramente campilótropos, como ocurre en las gramíneas. Las fotografías de la mitosis, así como las de la profase meiótica, son medianas, apareciendo alguna de ellas completamente aglutinada. En la descripción no indican los distintos tipos de cromosomas somáticos del centeno, atendiéndose únicamente a dar el número de ellos.

En esta obra, galardonada con el Premio Nacional de Investigación Agraria 1959, esperábamos encontrar, de acuerdo con su título, una diferenciación morfológico-anatómica de las diversas variedades, no habiendo hallado, prácticamente, más que un estudio general del centeno en esas dos facetas.—G. GIMÉNEZ MARTÍN

BRAMSON, E. B.; TARR, W. A.—Elementos de Geología.—Traducción por Federico Botella. Ed. Aguilar. Madrid, 1959.

El conjunto general de la obra nos parece bastante apropiado como obra de consulta o de texto para la preparación de algunos temas de Geología General, que se dan en los primeros cursos universitarios y de las carreras técnicas.

El plan de la obra comprende dos partes esenciales: la primera dedicada a Geología Física, y la segunda a la Geología Histórica. Esta segunda es, desde luego, de mayor especialización.

El plan de la obra, que a primera vista, parece algo desordenado, tiene un valor especial si lo consideramos bajo el punto de vista didáctico. Este aspecto es el más atendido por parte de los autores. Aparecen, sin embargo, mezcladas —en distintos capítulos— parte de geoquímica con otras de geodinámica interna y de dinámica externa. Pero es cierto que el encadenamiento de los conocimientos que se van exponiendo a lo largo de la lectura, conducen al fin propuesto por todo profesor de geología, sin necesidad, por parte del alumno, de tener que retroceder o adelantar páginas para afianzar las ideas y conocimientos; el lector, como si asistiese en clase, va introduciéndose paulatinamente en el mundo de la Geología. Resumiendo, los autores, más que sistematizar, se han propuesto enseñar.

La segunda parte resulta más especializada, no obstante resulta de lectura sencilla y amena; es uno de los pocos textos escritos sobre este tema publicados en nuestro idioma. Sorprende, sobre todo, para un lector europeo, que se haya incluido un capítulo sobre la geología del petróleo, en esta segunda parte.

Toda la obra está profusamente ilustrada con mapas y esquemas explicativos y de gran claridad, y con fotografías, algunas de ellas extraordinarias, como documentos, de gran valor didáctico. La edición española se ha enriquecido con otras fotos de nuestro territorio, realizadas por especialistas en geología. Las fotos aéreas, siempre tan expresivas, se han utilizado bastante en la ilustración de la obra.

Diremos, finalmente, que la versión castellana, hecha con lenguaje claro y sencillo, ameniza la lectura. Algunas cuestiones de terminología de la traducción, a nuestro juicio, debieran revisarse.—O. RIBA ARDERÍU.

M. S. KAMEL.—A physiological study of shading and density effects on the growth and the efficiency of solar energy conversion in some field crops.—1959. Wageningen.—101 págs., 50 figuras, 15 tablas, 5 fotografías.

Este trabajo, presentado por el autor en la Universidad de Wageningen para obtener el título de Doctor en Ciencias Agrícolas, aborda el problema de la productividad de las plantas; en este estudio se refiere fundamentalmente a la cebada, no desde el punto de vista de la acción de los diversos abonos y cantidad de los mismos sobre el desarrollo del vegetal, sino de la influencia de la energía solar que recibe la planta para la formación de las distintas partes del vegetal a expensas de las sustancias absorbidas del suelo, fijándose, sobre todo, en el rendimiento de aquellas partes que son directamente aprovechadas por el hombre.

De gran interés es el capítulo II, en que el autor resume, de forma concisa y clara, con profusión de citas bibliográficas, los resultados obtenidos por diversos investigadores sobre la eficacia de la energía solar en la transformación de las sustancias absorbidas por las plantas, así como la relación entre el crecimiento vegetal y la sombra y, por último, la influencia de la densidad de la siembra en el desarrollo de la planta.

La tercera parte está dedicada a la explicación de la parte experimental; queda reseñada la forma en que se han seguido las experiencias y plantas utilizadas, intensidad de la luz a que se ven sometidas, densidad de la siembra, tiempo del experimento y fecha en que se efectúa, forma en que se hacen las tomas de muestra, así como la manera en que se han determinado las medidas de longitud y áreas de las diversas partes de la planta en estudio. Todas las determinaciones quedan minuciosamente detalladas.

En el capítulo IV se exponen los resultados experimentales obtenidos en las dosis. Los datos vienen reseñados a lo largo del ciclo vegetal de la planta en estudio. Los datos vienen reseñados en gran número de cuadros y gráficas, que aclaran las explicaciones del texto.

Las fotografías que acompañan al trabajo dan idea del montaje seguido para la realización del estudio.

Las conclusiones a que llega el autor a lo largo de su trabajo, son sin duda de interés para todas aquellas personas que dedican sus actividades en este campo de la ciencia.—P. SÁNCHEZ CONDE

OTRAS REVISTAS DEL PATRONATO «ALONSO DE HERRERA»

Anales de la Estación Experimental de «Aula Dei».—Revista dedicada a la publicación de trabajos originales sobre investigación agrícola y problemas biológicos relacionados con la misma. Publicada por la Estación Experimental de «Aula Dei», Zaragoza.

Cada volumen, excepto vol. 1, contiene unas 300 páginas, distribuidas en cuatro números, que se publican a intervalos irregulares.

Ejemplar, 40 pesetas. Suscripción, 120 pesetas.

Anales del Instituto Botánico «A. J. Cavanilles».—Publicación del Instituto «Antonio J. Cavanilles».

Publica trabajos y notas científicas que abarcan todos los campos de la Botánica. Ejemplar, 110 pesetas. Suscripción, 100 pesetas.

Archivos de Zootecnia.—Recoge los trabajos de investigación del Departamento de Zootecnia, dedicado a la industria ganadera.

Trimestral. Ejemplar, 30 pesetas. Suscripción, 100 pesetas.

Collectánea Botánica.—Publicación del Instituto Botánico de Barcelona.

Dedicada a la Botánica en general, viene a ser un órgano exterior de la actividad del Instituto Botánico de Barcelona, elemento de enlace con los demás centros de investigación.

Publica trabajos sobre las distintas disciplinas de la Botánica: sistemática, florística, fitosociología, fisiología, micología, briología, algología, etc.

Dedica una parte a reseñas bibliográficas y a la información.

Semestral. Ejemplar, 45 pesetas. Suscripción, 90 pesetas.

Farmacognosia.—Publicación del Instituto «José Celestino Mutis».

Esta revista está dedicada al estudio de los problemas de Farmacognosia, siendo sus finalidades, una, propiamente científica, que trata de botánica, análisis químico, experimentación fisiológica y clínica, y otra de orden práctico, relativa al cultivo y recolección de materias primas idóneas, no sólo para la Medicina, sino para la Dietética y la Industria.

Trimestral. Ejemplar, 25 pesetas. Suscripción, 80 pesetas.

Genética Ibérica.—Publicación del Laboratorio de Citogenética del Instituto «José Celestino Mutis».

Publica trabajos sobre Citología, Citogenética y Genética de los diversos materiales que constituyen el tema específico de investigación en los distintos Centros colaboradores de la revista, en España y Portugal, y los relacionados con la mejora de las especies vegetales que interesan en la Farmacognosia.

Trimestral. Ejemplar, 20 pesetas. Suscripción, 70 pesetas.

Microbiología Española.

En esta revista aparecen originales microbiológicos españoles y extranjeros, siendo el órgano de publicación de los trabajos leídos en las reuniones de la Sociedad de Microbiólogos Españoles y de los efectuados en el Instituto «Jaime Ferrán» de Microbiología.

Trimestral. Ejemplar, 30 pesetas. Suscripción, 110 pesetas.

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
ANALES DE EDAFOLOGÍA Y FISIOLÓGIA VEGETAL

ANALLES DE BDAFOLOGIA Y FISIOLOGIA VEGETAL Septiembre.-Octubre 1959