

**«CONTENIDO MINERAL Y VARIACIONES PRODUCIDAS
POR LA FERTILIZACION FOSFATADA EN PLANTAS
AISLADAS Y HENOS DE PRADOS PERMANENTES
DE LA COMARCA DEL PORMA (León)»**

Por Alfredo Calleja Suárez

INDICE

1. INTRODUCCION.-2. REVISION BIBLIOGRAFICA.-3. MATERIAL Y METODOS.-4. RESULTADOS Y DISCUSION.-4.1. Composición química de las prateuses estudiadas.-4.2. Influencia del abonado sobre la composición química de las plantas prateuses.-a) Abonado nitró-potásico (NK).-b) Abonado fosfatado.-b') Con superfosfatos.-b'') Con escorias Thomas.-4.3. Influencia del abonado fosfatado sobre la composición química de henos de prados naturales.-5. ANALISIS ESTADISTICOS.-6. CONCLUSIONES.-7. RESUMEN.-8. BIBLIOGRAFIA.

1. INTRODUCCION

La superficie no labrada dentro de la superficie total productiva, representa en nuestro país un 54,6 % y en datos de nuestra provincia este porcentaje aún es mayor ya que alcanza el 66 %. Esta superficie no labrada está representada especialmente por los prados y pastos, en sus más diversas formas, y dentro de ellos ocupan un lugar destacado por su importancia los prados permanentes.

La característica común de estas superficies, y sin duda la más importante, es su vocación y destino esencialmente ganaderos. Por otro lado son superficies agrícolas de baja productividad, al tiempo que enormemente heterogéneas, es decir, que hay una gran variabilidad en la productividad de los distintos tipos de estas superficies ocupadas por prados y pastos.

Entre nosotros son muy pocos los datos que se poseen sobre los rendimientos que de las mismas se obtienen pero siempre se consideran enormemente bajos y extraordinariamente diversos, no sólo por las diferencias que se dan en sus características y los diferentes ambientes en que se desarrollan, sino también, según todos los autores, por la gran facilidad con que cambian

bajo la acción de los más diversos factores. La producción media de estas superficies puede estimarse que oscila entre las 1.500 y las 2.000 U.A./Ha. Por otro lado es difícil hacer una valoración de la capacidad productiva de estas superficies especialmente cuando son aprovechadas mediante pastoreo.

La productividad es baja porque normalmente ocupan suelos marginales, de malas condiciones para el cultivo, y a ello se le une los pocos cuidados que se le confieren, junto con la inadecuada utilización que de los mismos se hace.

Las extensas superficies pratenses están pues subutilizadas y ello representa una falta de aprovechamiento económico sustancial en cuanto que la ciencia y la técnica han demostrado ya más que sobradamente que estas superficies pratenses, en diferente medida desde luego, según sus condiciones y características, son susceptibles de sufrir una espectacular evolución que se traduce en duplicar y aún triplicar las respectivas producciones iniciales.

La mejora de la productividad de las superficies pratenses puede de hecho ser realizada a través de múltiples acciones. En primer lugar, en muchas ocasiones debe incidir sobre su producción a través de una acción de mejora fundiaria al facilitar sus accesos, sus acequias, sus desagües o aumentar sus dimensiones que en bastantes ocasiones no son las más adecuadas a su racional explotación.

Pero sin duda en la mejora de las condiciones de la explotación es donde podemos encontrar realmente la clave de un aumento sustancial de la rentabilidad de estas superficies y entre las actuaciones a realizar destaca de una manera fundamental la fertilización que repercute de una forma rápida e importante sobre los rendimientos. Otros cuidados, como el encalado, lucha contra las malas hierbas, época adecuada de siega, recolección y conservación, pueden tener también efectos decisivos sobre la producción de las superficies pratenses. Puede pues asegurarse que los pastos en general, y la pradera permanente en particular, son recursos deficientemente utilizados, susceptibles de ser mejorados. Los pastos, tan poco atendidos en la moderna agricultura, y tan susceptibles de mejora, son sin embargo, la forma de cultivo más antigua y por ello también más tradicional de utilización del suelo.

Por otro lado, la masa vegetal por ellos producida tiene prácticamente como único destino la nutrición de los animales. Estos en general, y los rumiantes en particular, son la única y maravillosa máquina capaz de transformar la hierba en productos ganaderos, esenciales, y mucho más en la época presente, para el hombre y su nutrición.

En esta situación se da una enorme paradoja. La nutrición animal avanza y se desarrolla ampliando sus horizontes, al tiempo que la pratericultura continúa un lento desarrollo provocando un desequilibrio entre el estado en que se encuentra la obtención de los productos forrajeros y el desarrollo de la producción animal, lo que obliga al empleo constante de piensos compuestos y por tanto a crear una competencia del animal en el consumo de recursos no

estrictamente de uso forrajero en los que se encuentra en concurrencia con los que tienen como destino primordial la alimentación del hombre. Esto es grave ya que el animal es un mal transformador de materias primas en alimentos y al hacerlo provoca un gasto extraordinario de energía y por ello hay que evitar, en cuanto sea posible, dar al animal materias primas nutritivas que el hombre puede utilizar más o menos directamente. Especialmente los rumiantes deben ser alimentados con hierba y otros productos específicamente forrajeros, de ahí el interés de aprovechar al máximo las superficies pratenses.

La tierra está ocupada en gran parte por superficies pratenses pero explotadas, como ya hemos visto, en forma muy primitiva en su mayor parte, con una débil productividad, lo que tiene graves e importantes repercusiones económicas. Según numerosos estudios efectuados en zonas donde la producción ganadera constituye el principal recurso de la explotación, el aumento de la renta obtenida es tanto mayor cuanto más elevada es la cantidad de productos forrajeros producidos por Ha. y menor la cantidad de alimento concentrado utilizada en complementar las raciones animales. La mejora de la marcha económica de la explotación estaría pues en función, fundamentalmente, de la mejora de la productividad de las superficies pratenses, lo que equivale a decir obtener la producción animal con la mayor proporción posible de recursos forrajeros propios.

Esto nos lleva a la necesidad de promover, en cuanto sea posible, la intensificación de la producción forrajera pues en ella se ha de basar la explotación económica de los animales y la obtención de productos ganaderos a costes competitivos, al tiempo que contribuir a nivelar el déficit de productos forrajeros que se advierte en el mundo y el alto precio de los alimentos concentrados.

Sin embargo, el problema de la intensificación forrajera, sobre todo en las regiones dedicadas especialmente a la cría de ganado, no debe atender sólo al problema de la cantidad, con ser esta tan importante, sino que adquiere cada vez más relieve el problema de la calidad del forraje producido ya que, en conseguir obtener forrajes de alto valor nutritivo se encuentra verdaderamente la posibilidad potencial de conseguir productos animales en las mejores condiciones técnicas y económicas.

Dentro del problema que plantea la mejora de la calidad de los forrajes se pueden considerar distintos aspectos. Por una parte la presencia obligada de determinados nutrientes y el adecuado equilibrio entre ellos. Entre los distintos tipos de nutrientes ocupan un lugar destacado, tanto por su imprescindibilidad, como por la relación y equilibrio que debe existir entre ellos, los nutrientes minerales que junto con la proteína, algunas fracciones de las sustancias hidrocarbonadas, los aminoácidos y las vitaminas juegan un destacado papel en relación con la calidad nutritiva de los forrajes.

Los elementos minerales se clasifican, generalmente, en macroelementos

y microelementos, división que tiene como fundamento las cantidades que la planta y el animal necesitan para subsistir y crecer, sin que en modo alguno esta distinción haga referencia al papel que juegan, pues todos son indispensables, unos por tener un importante papel plástico (N, S, P), o bien intervenir destacadamente en el transporte y transferencia de energía, o en fin, en la síntesis de determinadas sustancias (K, Mg, Ca). La permeabilidad celular y distintas acciones catalizadoras, son otros tantos importantes papeles que cumplen y aún hay otras misiones o acciones que los minerales realizan cuyo fundamento o explicación nos es desconocida. Basta pensar, por ejemplo, en el maíz opaque 2 donde se encuentra una constitución y contenido proteicos diferente que en los granos de maíz corriente y estas distintas propiedades de sus proteínas aparecen ligadas a un contenido netamente superior de potasio en el primero. Todo este conjunto de funciones son realizadas por los minerales sin que todos ellos en conjunto, excepción hecha del nitrógeno, representen ni siquiera el 5 % del contenido de la materia seca.

La planta y el animal no tienen el mismo nivel de exigencia para los distintos minerales. Así las necesidades en potasio de la planta son netamente superiores a las que tiene el animal. Por el contrario, para el P, Ca, Mg, Co, Fe, Cu, las necesidades de los animales son relativamente importantes y hay otros casos en los cuales las plantas no tienen especiales necesidades en determinados elementos que sí existen en los animales y pueden servir como ejemplo el sodio, iodo y selenio. Es por ello importante tener en cuenta los contenidos minerales de las plantas y las necesidades de los animales y deducir de ahí las modificaciones que puedan ser precisas en la fertilización.

La facilidad con que un suelo puede cubrir las necesidades de nutrientes minerales de las plantas, depende, en principio, del contenido de cada uno de ellos en el suelo, y también de todo un conjunto de condiciones y circunstancias que modifican, o pueden modificar, el comportamiento de cada uno de los elementos en concreto.

Los factores que influyen en el contenido mineral de las plantas pueden resumirse en cuatro grupos, que son a su vez interdependientes entre sí, y son los siguientes:

- 1.-Condiciones climáticas y estacionales.
- 2.-Naturaleza del suelo.
- 3.-Tipo de planta (familia, género, especie o variedad).
- 4.-Fase del ciclo vegetativo.

El contenido de nutrientes minerales en las plantas depende muy estrechamente de las condiciones ecológicas y por ello los resultados obtenidos en una zona no pueden ser aplicados por extensión a otra región, por ello se requiere disponer de una investigación de carácter regional que nos proporcione un conocimiento adecuado del contenido en nutrientes tan importantes como son los minerales.

Los problemas que plantea la nutrición mineral a nivel del suelo son extraordinariamente complejos y por ello resultan normalmente inabarcables todas las circunstancias que en el mismo se pueden dar. En primer lugar es necesario partir de un hecho evidente, que el suelo es un medio heterogéneo desde el punto de vista fisicoquímico que condiciona la nutrición mineral, lo que da una enorme complejidad al estudio de la misma y que, sin embargo, en ocasiones no se tiene suficientemente en cuenta. En este sentido, una investigación sobre nutrición mineral ha de contemplar la respuesta de la nutrición mineral bajo distintos tipos de suelo. La presencia del complejo coloidal arcillo-húmico, con sus distintas capacidades de absorción y retención pueden, de hecho, enmascarar muchos fenómenos importantes en la nutrición mineral.

Frente a este hecho nos encontramos con otro competitivo con él, que es la absorción radicular que tiene dos características destacadas. Por una parte la absorción de los diferentes nutrientes por las raíces de las plantas es función, por un lado de la clase de planta y por otro, la facilidad de penetración de los distintos iones en la planta es claramente diferente, y mientras que algunos lo hacen con cierta facilidad otros no tanto. Es decir, la planta ejerce un cierto grado de *selectividad* en la absorción, circunstancia que tiene una perfecta explicación en el carácter activo y dinámico, que caracteriza la absorción de nutrientes por las raíces de las plantas. Selectividad en la que no dejan de intervenir factores tan importantes como la composición fisicoquímica del suelo, la temperatura, el pH, las proporciones relativas de otros nutrientes que dan lugar a los fenómenos de sinergismo y antagonismo tan decisivos en el proceso que estamos analizando.

En el cultivo de las plantas la manera más normal de asegurar una adecuada nutrición mineral, es sin duda, la fertilización. Las dosis crecientes de abonos se traducen, de ordinario, en una mejor provisión del suelo en nutrientes minerales y por ello, en un incremento de las cosechas. Es claro que antes del empleo, más o menos sistemático de fertilizantes, las cosechas eran evidentemente mucho menores y es preciso reconocer que, aún con las dificultades propias de interpretación, las producciones se hacen mayores, es decir, la nutrición mineral se hace mejor, al dotar a los suelos de nutrientes minerales, aún contando con toda la serie de factores que, positiva o negativamente intervienen en esta nutrición.

La determinación del contenido en nutrientes minerales en el suelo y vegetales, junto con el volumen de cosecha obtenida y su composición son los factores que nos permiten, o nos pueden guiar, en la interpretación de los fenómenos que plantea la nutrición mineral de las plantas. Estos datos tienen más significación en los cultivos anuales que en los permanentes, en razón de que al calcular las necesidades de fertilizantes, éstas, están también en parte, basadas en las cifras que salen del suelo exportadas por las cosechas. En el caso de los cultivos anuales el cálculo de las cantidades exportadas resulta

relativamente fácil de cuantificar, no así en los cultivos permanentes, donde éstas no dependen solamente de los rendimientos obtenidos, expresados en materia seca, sino que varían según que el aprovechamiento se haga por siega o pastoreo; en este último caso se produce un reciclaje de algunos minerales y por ello exige niveles de fertilización más bajos.

Es de un evidente interés conocer las dosis de fertilizantes minerales que aseguren una adecuada nutrición mineral y un contenido mineral idóneo y equilibrado en las plantas que será también el más adecuado para mantener un buen estado de nutrición y sanitario en el animal que lo consume, sin tener que recurrir a la complementación mineral del alimento obtenido.

En la línea del pensamiento que hemos seguido, nos planteamos en nuestro trabajo, el problema de contribuir, a través del conocimiento de la composición de los forrajes, en la problemática que plantea, la nutrición mineral de los animales y de un modo especial de los rumiantes que son las especies que por tener mayor vinculación al medio, estos problemas inciden más directamente sobre su nutrición y por tanto sobre su rentabilidad.

Por ello, en una zona de vocación profundamente ganadera y pastoral, planteamos nuestro trabajo para llegar, en primer lugar a conocer la composición mineral de un grupo de plantas de diferente importancia e interés pero que son siempre especies frecuentes en las comunidades pascícolas de la zona, estableciendo la investigación en dos puntos distintos de la comarca estudiada.

Por otro lado se considera, en una segunda parte, la influencia que la fertilización de base -nitrato-potásica-, puede tener sobre el contenido mineral de estas mismas plantas, y sobre todo la influencia que puede ejercer tres niveles diferentes de fertilización fosfatada, nutriente muy escaso en esta zona, y también las posibles diferencias de realizar la fertilización fosfatada a base de superfosfatos o bien de escorias Thomas.

Finalmente ver la influencia que el mismo programa de fertilización ensayado con las plantas pratenses estudiadas por separado tiene sobre el contenido mineral de los henos obtenidos en las mismas condiciones.

La investigación pretende esclarecer pues los niveles de contenido mineral en el grupo de las plantas pratenses y henos en la zona estudiada; su adecuación con las exigencias nutritivas de los animales, y el efecto de la fertilización fosfatada sobre estos mismos niveles en plantas aisladas y henos. Esto nos puede ayudar a conocer la composición mineral de pratenses y henos, así como a establecer cuáles pueden ser las dosis de abonos más convenientes a utilizar, cuáles son los nutrientes sobre los que es preciso hacer un esfuerzo especial y aquéllos que no resulta necesario aplicar, o que incluso su aplicación puede tener ciertos riesgos.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. MACROELEMENTOS

Calcio.—Se encuentra en la planta tanto en forma mineral soluble (sulfato cálcico), como insoluble (oxalatos, pectinatos, fosfatos y carbonatos). De todos ellos el oxalato es el más abundante; se suele encontrar generalmente, en las membranas celulares o alrededor de ellas, motivo por lo que se le atribuye al calcio un papel muy importante en la síntesis de las paredes celulares, que se advierte por la desorganización de estas últimas, y de los tejidos estructurales, en casos de carencias de este elemento (71, 79).

Contrariamente a la acción del potasio, el calcio reduce la permeabilidad de la célula, es por este motivo por lo que una permeabilidad excesiva y una gran absorción de agua por la planta a causa de un fuerte abonado potásico, puede ser corregida por medio de un encalado (8).

Según STOKIN y ONGUN (195), el 60 % del calcio total de una planta se encuentra en los cloroplastos, de aquí que en casos de deficiencias de este elemento se vean afectados (211), al igual que otros orgánulos membranosos como las mitocondrias (31, 71, 136).

La proporción en que este elemento se encuentra dentro de las plantas es mayor en las leguminosas que en las gramíneas y entre estas últimas, es el vallico el que presenta mayor cantidad de calcio, llegando según algunos autores, hasta 1 % (188). Los valores en las leguminosas son netamente superiores, alcanzando en el caso del trébol blanco hasta un 2,10 % (222).

Para UNDERWOOD (206), las cantidades de Ca requeridas en la dieta son del orden del 0,18 al 0,50 % de materia seca.

En cuanto a su relación con otros elementos, el calcio estimula la absorción del fósforo por las raíces de las plantas (69, 74, 110, 133, 175 y 199). Aunque hay que tener muy en cuenta la relación Ca/P, pues para valores superiores a 3,55 suele ocasionar una disminución en la fertilidad del ganado (103).

Fósforo.—Este elemento es fundamental en la materia viviente en particular bajo la forma de nucleótidos, pero el fósforo está también asociado con frecuencia a glúcidos, lípidos y enzimas. Juega un papel esencial en todas las categorías de sustancias bioquímicas en tanto que es elemento esencial en la transferencia de energía. Uno de los papeles más importantes del fósforo en la planta, es el de entrar como elemento indispensable en la biosíntesis del ATP, el cual es capaz de liberar una gran cantidad de energía que utiliza la planta en sus procesos metabólicos; de aquí que se pueda afirmar que el fósforo es indispensable en la elaboración de hidratos de carbono (almidón), de grasa (lecitinas) y de albuminas (nucleoproteínas) (68). El fósforo es necesario especialmente, para la formación de las semillas (almidón), este hecho se comprueba fácilmente pues en deficiencias de este elemento, la cosecha puede quedar reducida en un 50 % (8).

Hay una diferencia fundamental entre el fósforo del suelo y el de la planta. Frente a la enorme movilidad que tiene este elemento en la planta, el fósforo edáfico tiene una gran inmovilidad debido muchas veces a la acción del pH, pues se ha comprobado que la absorción del elemento en cuestión aumenta cuando la zona de pH se acerca a la neutralidad (52).

Son más ricas en fósforo las gramíneas que las leguminosas, entre las primeras el dactilo es el que presenta valores más elevados, 0,75 % (49), siendo la gramínea más pobre el holco con 0,24 % (130). Los valores de las leguminosas varían entre 0,22 % (94, 208) y 0,45 % (94, 99, 76). Las plantas han de tener entre 0,17-0,40 % de fósforo para cubrir las necesidades nutritivas (206).

Existe una interacción muy marcada con el zinc que ha sido estudiada por gran número de autores (23, 24, 25, 26, 33, 35, 37, 70, 81, 105, 131, 138, 139, 151, 152, 158, 177, 179, 184, 196, 202, 211, 220), los cuales comprobaron que al añadir fósforo al suelo disminuía la absorción de zinc por la planta.

Excesos de fósforo pueden provocar una clorosis férrica (34, 42, 43, 219), así como fomentar las deficiencias en cobre (20, 21, 22, 160).

Potasio.—Es un catión esencial para el crecimiento de las plantas, en algunas de ellas puede sustituir al sodio, debido a una apetencia mayor de las plantas por el potasio frente al sodio (71). Se necesita en cantidades muy grandes y es irremplazable. Se encuentra siempre en aquellos lugares donde la actividad bioquímica es más intensa, siendo su principal papel la síntesis y estructuración de las proteínas. Está estrechamente ligado con la migración de los aminoácidos desde el lugar donde se producen hasta donde son utilizados. Su principal papel es el de ser

activador de numerosas enzimas; EVANS y SORGER (73), han confeccionado una lista de 16 enzimas en animales, plantas y microorganismos, en los cuales el potasio es el catión de mayor actividad.

Las necesidades de potasio de las plantas guardan una cierta relación con el nitrógeno y la luminosidad (209), ya que cuando disminuye la iluminación las necesidades de nitrógeno de las plantas son menores, y se hacen mayores las de potasio, mientras que si se incrementa el nitrógeno la intensidad de la fotosíntesis también lo hace a condición de que haya un aumento simultáneo de potasio. Una relación N/K pequeña en un fuerte abonado nitrogenado y potásico, tiene como consecuencia un retraso de la maduración (156).

El potasio es uno de los elementos más móviles, tanto en el suelo como en la planta, desplazándose con gran facilidad desde los órganos de reserva a toda la planta (124), aunque esta movilidad y, por lo tanto, la absorción del potasio por la planta, puede aumentar con cambios en el pH, ya que se incrementa fuertemente cuando el pH del suelo pasa de ácido a neutro (52).

No hay mucha diferencia en la proporción en que se encuentra el potasio en las gramíneas y en las leguminosas, en las primeras los valores más altos se dan en el dactilo, seguido del vallico, festuca y holco, con unos valores comprendidos entre 0,91 % (57) y 4 % (87, 127). Los contenidos en potasio de las leguminosas se encuentran entre 0,31 % (39) y 1,27 % (127). Las plantas han de tener entre 0,25-0,50 % expresado en materia seca, para cubrir las necesidades de mantenimiento de los animales (206).

En las relaciones con otros elementos, cabe distinguir el gran antagonismo existente entre el sodio y el potasio, un suelo rico en este elemento, o enriquecido por un abonado potásico, provoca una disminución en el contenido de sodio en la planta y viceversa (104, 116).

Añadiendo potasio al suelo, bajo cualquier forma de presentación, se enriquece bastante a la planta en este elemento, aunque se reduce la absorción del manganeso, aluminio, fósforo y sobre todo el magnesio (1, 62, 222).

Magnesio.—Es un constituyente de la clorofila, y, al igual que el potasio activador de numerosas enzimas. El contenido de magnesio en los cloroplastos es alto (132, 195), y en caso de existir una deficiencia en magnesio, se producen anomalías en su estructura (201, 210) así como en las mitocondrias (115).

Es el catión más abundante en el suelo, después del calcio, ya que representa del 10 al 30 % de todos los cationes cambiables, no encontrándose generalmente deficiencias en las plantas cuando el contenido de magnesio en el suelo es del orden del 10-15 %, siendo el del potasio de un 5 % (8).

Los valores más altos de magnesio en las plantas se encuentran en las leguminosas donde oscilan entre 0,20 % (76, 94, 117, 130, 188, 222, 224) y 0,45 % (169), los de las gramíneas están comprendidos entre 0,80 % (130, 188) y 0,26 % (49, 200).

Las plantas han de tener 0,07 % de magnesio para satisfacer las necesidades nutritivas (206).

Sodio.—Este elemento se comporta como un «microelemento necesario», al menos para algunas plantas, ya que si sobrepasa la dosis óptima de 0,2-0,6 %, de materia seca, se convierte en tóxico (19).

La sustitución parcial del sodio por el potasio, obliga a la planta a transportar a este último, hacia las partes fisiológicamente activas, mientras que el sodio es conducido a las partes más inactivas (208).

El sodio es generalmente más abundante en las gramíneas que en las leguminosas (128) siendo entre las gramíneas el vallico el que da valores más altos, entre 0,13 % (106), y 0,74 % (127), seguido de dactilo, de 0,08 % (87, 106) a 0,44 % (121); el holco de 0,14 % (130) a 0,40 % (87) y la festuca de 0,080 % (130) a 0,26 % (28, 200). Las leguminosas oscilan entre 0,02 % (59) y 0,47 % (476, 82). De todas formas el contenido en sodio en las plantas es alto siempre que en el suelo no exista una gran cantidad de potasio (140).

Tiene un claro efecto sinérgico con el nitrógeno mientras que es fuertemente antagónico con el fósforo (170). La proporción en que tiene que encontrarse en la planta representa del 0,001 al 0,12 % de materia seca (206).

2.2. MICROELEMENTOS

Hierro.—Las discusiones acerca del papel del hierro en las plantas comienzan con la observación de GRIS (88) al señalar su importante papel en el mantenimiento de la clorofila. Más tarde se descubre que una gran porción del hierro total de las hojas se encuentra en los cloroplastos (165)

comprobandose igualmente que es necesaria y esencial para la síntesis de la clorofila (27), existiendo una clara relación entre el contenido del hierro y de clorofila en la planta, sobre todo en casos de deficiencia de hierro (115). Juega también un gran papel en el metabolismo de los ácidos nucleicos (80) lo que ha sido comprobado posteriormente (63) identificándose una cromoproteína de los ribosomas que contenía un 20 % de hierro (147).

El hierro interviene en los enzimas de la oxidación. Las sales de hierro tienen propiedades catalíticas y peroxidásicas de débil acción pero cuando el hierro se incorpora al grupo protidérmico aumentan considerablemente estas acciones.

PRICE (165) ha estudiado profundamente los efectos bioquímicos y fisiológicos de las deficiencias de hierro, según él se producen marcados cambios en la ultraestructura de los cloroplastos afectándose la fructificación de los vegetales lo que produce una reducción en el tamaño y número de las semillas (210).

En las plantas se comporta como un elemento poco móvil y aunque es raro que presenten deficiencias de hierro (174) éstas se notan principalmente en las hojas jóvenes. Su migración en la planta depende del contenido de fósforo en la misma así como del pH del suelo ya que aumenta el contenido de hierro en la planta cuando existe una deficiencia en fósforo y el pH del suelo es ácido (52).

Es más abundante en las leguminosas que en las gramíneas, en estas últimas suele fluctuar desde 27 ppm (77, 78) hasta 183 ppm (119) mientras que en las leguminosas los valores se encuentran entre 62 ppm (77) 448 ppm (140). Para UNDERWOOD (206) la dieta ha de contener 25-60 ppm para cubrir las necesidades aunque según el Agricultural Research Council (6) sólo serían necesarias 30 ppm.

Excesos de fósforo (31, 43, 218), manganeso (95, 157, 187), cobre (20, 34, 45, 155, 173, 189), zinc (45, 60, 137, 189) y molibdeno (157), pueden provocar una clorosis férrica. Una deficiencia en potasio (111), o en zinc (58, 227), pueden causar acumulación de hierro.

Cobre.—Es un elemento esencial que se encuentra en gran número de enzimas vegetales, jugando un papel muy importante en la respiración (8). Se encuentra también formando parte de gran cantidad de proteínas vegetales (207), e interviene en muchos procesos de oxidación (193), habiéndose reconocido su presencia en enzimas de oxidación como la polifenoloxidasa, tirosinasa, lactasa, ácido ascórbico, oxidasa, etc.

El cobre oxida el hierro de las plantas y lo hace inasimilable al estado férrico, es por esto que una carencia de cobre provoca la acumulación de hierro en los tejidos (8). Debido a este hecho ha de darse una relación óptima en el aporte Fe/Cu. Existen grandes discrepancias sobre el valor adecuado de esta relación, y así mientras que para algunos la mejor podría ser 8/1, según otros autores la óptima sería 25/1.

La concentración de cobre en la planta varía de unas especies a otras, generalmente las leguminosas son más ricas en este elemento con valores entre 7,4 (16, 94, 110, 188, 222) y 18 ppm (9); las gramíneas están comprendidas entre 1,8 ppm (78) y 14,1 ppm (121).

El umbral de toxicidad de este elemento se encuentra a partir de 20 ppm (119) aunque puede variar al estar influido grandemente por el molibdeno presente, así hay autores que opinan que, comienza la toxicidad con niveles superiores a 50-60 ppm; o bien cuando los valores del molibdeno son muy bajos (0,1-0,2 ppm), siendo normales los de cobre (17, 128, 171). Su carencia se presenta generalmente en suelos ácidos con humus reductores, apareciendo en suelos con falta de aireación y drenaje (10).

Una buena ración alimenticia ha de contener 7-8 ppm, teniendo en cuenta que el cobre de un heno es mejor utilizado por el animal que en la misma hierba en estado fresco (96).

Valores altos de fósforo (20, 72, 160), pueden fomentar una deficiencia en cobre, sin embargo, las interacciones con el fósforo pueden resultar de un prolongado uso de fertilizantes fosfatados (20, 189) ya que si completamos éstos con nitrógeno, se produce un claro sinérgismo, pudiendo aumentar el valor del cobre en la planta hasta un 50 % (171). Referente al nitrógeno no está muy claro su papel, se dice que fuertes abonados nitrogenados en suelos carentes de cobre, pueden disminuir los valores de éste en la hierba (75, 78, 142), llegando a provocar hipocupremias importantes (181), así como una disminución en la fertilidad de las vacas (190); aunque hay otros autores (102), que ponen de manifiesto el efecto beneficioso que tienen sobre el cobre los abonados nitrogenados. Excesos de zinc (83, 141, 151) y de hierro (34) pueden perturbar la absorción de cobre por la planta y acentuar su deficiencia.

y MICHEL (171) apuntan un efecto nulo mientras que otros autores afirman que se produce una deficiencia de zinc al incrementar los valores de nitrógeno (38, 41, 93, 125). OZANNE (159), que observó esto último, opina que al aumentar el nitrógeno, el zinc no sería absorbido por las raíces por formarse un complejo zinc-proteico. COPPENS y MORE (51), han obtenido resultados beneficiosos con este mismo tipo de abonado, y PERAUD (162) concuerda con ellos, aunque dice que el efecto beneficioso es más bien escaso y no siempre se presenta.

Finalmente y de una manera esquemática, en la anterior Tabla n.º 1, se han expuesto las acciones antagonicas y sinérgicas que tienen entre sí los elementos estudiados.

Se puede observar como a excepción del calcio con el fósforo y del calcio con el zinc, que presentan un efecto sinérgico, el resto de los elementos estudiados son claramente antagonicos, siendo el mayor representante de este factor el potasio, el cual es antagonico con todos los elementos que aquí se describen.

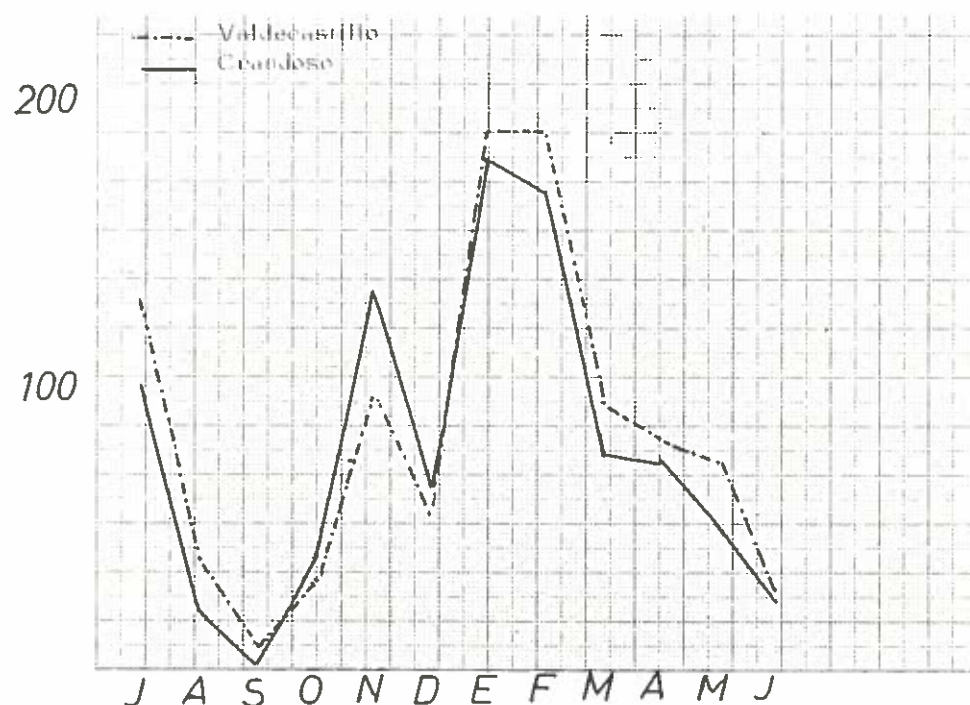
3. MATERIAL Y METODOS

3.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Los campos donde se realizaron los experimentos se encuentran situados en las localidades de Valdecastillo y Grandoso, ambos pertenecientes al muni-

FIGURA Nº 1

Distribución mensual de la lluvia en el año agrícola del experimento
en Valdecastillo y Grandoso
(expresado en mm.)



cipio de Boñar, dentro de la comarca del Porma, en la zona septentrional de la provincia de León.

La altitud de los campos es de 1.016 metros en Valdecastillo y 1.078 metros en Grandoso. La comarca tiene un clima frío y húmedo, con una precipitación anual que normalmente se eleva a los 1.000 mm (144); en el año agrícola en que tuvo lugar la experiencia, en Valdecastillo se contabilizaron 1.006,6 mm y en Grandoso 916,4 mm con la distribución mensual que se refleja en el gráfico n.º 1.

Antes de iniciar el experimento se tomaron muestras del suelo en cada uno de los campos, las cuales una vez analizadas dieron la composición que se indica en la Tabla n.º 2.

TABLA N.º 2
Composición del suelo

Geología	Valdecastillo	Grandoso
	Devoniano	Eocretácico
pH (en agua)	5,8	6,7
Materia orgánica %	6,4	13,7
Carbono %	3,7	7,9
Nitrógeno %	0,25	0,71
Relación C/N	14,5	11,2
P ₂ O ₅ mgr/100 grs de suelo	2,8	1,2
K ₂ O mgr/100 grs de suelo	13,1	10,8

3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

El campo de Valdecastillo tenía una extensión superficial de 1.920 m² dividido en 32 parcelas de 60 m² cada una; la superficie del campo de Grandoso era de 1.296 m², dividido en 24 parcelas de 54 m².

Para realizar el abonado se utilizó Amonitro (20,5 % de riqueza en N) como fuente de nitrógeno, Cloruro potásico del 50 % de K₂O, como abono potásico, y Superfosfato (17 % del P₂O₅) y Escorias Thomas (18 % de P₂O₅) como fertilizantes fosfatados.

El abonado fue realizado a mano. Las escorias y el cloruro potásico fueron añadidas en otoño mientras que el amonitro y los superfosfatos se aplicaron en primavera por ser éstas las épocas más apropiadas para hacerlo.

Todas las parcelas, a excepción de los testigos, recibieron un abonado de fondo a base de 60 unidades de nitrógeno y 80 unidades de potasio. La disposición del experimento, así como su nomenclatura, fue la siguiente:

T Testigo sin abono

NK Abonado de fondo (60 unidades de nitrógeno, 80 unidades de potasio)

P₁ Abonado de fondo más 100 unidades de P₂O₅ en forma de superfosfato

P₂ » » » 130 » » » »

P₃ » » » 160 » » » »

P₁ » » » 100 » » » Escorias

P₂ » » » 130 » » » »

P₃ » » » 160 » » » »

Los ocho tratamientos de que consta el experimento ocupaban las ocho parcelas que constituían cada uno de los bloques, donde se repartieron al azar para tener una distribución de este tipo, siendo el número de bloques en Valdecastillo de cuatro, es decir, cuatro repeticiones por cada uno de los tratamientos, y en el campo de Grandoso el mismo dispositivo experimental de bloques al azar pero con solamente tres repeticiones, lo que podía permitir el análisis estadístico de los resultados al menos cuando la cantidad de muestra disponible lo hiciera posible.

3.3. PLANTAS ESTUDIADAS

La determinación de la composición mineral de las plantas aisladas, fue realizada sobre cuatro especies de la familia de las gramíneas y dos de las leguminosas. Las plantas estudiadas entre las gramíneas fueron, vallico, dactilo, festuca y holco. El vallico (*Lolium perenne* L.) se le considera como una planta ideal para zonas húmedas, es muy importante para prados de pastoreo, ya que resiste bien el pisoteo del ganado. Tienen una producción estacional en primavera y otoño, arraiga bien y es fácil de instalar, soportando perfectamente el frío.

El dactilo aglomerado o apelonado (*Dactylis glomerata* L.) exige una fuerte fertilización, dando lugar a altos rendimientos, resiste perfectamente la sequía y el calor. Por su facilidad de rebrote es ideal para pastoreo, aunque con gran facilidad se vuelve basta y dura. Es capaz de formar grandes matas, por lo que es conveniente sembrarla con otras gramíneas. Se suele usar para praderas de más de tres años de duración.

La festuca de los prados (*Festuca pratense* L.) aunque resiste perfectamente el exceso de humedad es bastante delicada. Es muy apetecida por el ganado y sobre todo es muy adecuada en la alimentación del vacuno lechero. Da excelentes pastos y heno de buena calidad. Es ideal para prados de larga duración por su lento establecimiento.

El holco lanudo (*Holcus lanatus* L.) es una planta rústica que se acomoda perfectamente a cualquier tipo de suelo, preferentemente los ácidos y húmedos. Aunque es considerada muchas veces como una mala hierba, va tomando

cada vez mayor importancia por su vivacidad. Aumenta la apetencia para el ganado cuando el terreno donde se asienta recibe fertilización nitrogenada, ya que es una planta bastante nitrófila, aunque soporta mal el exceso de nitrógeno.

Entre las leguminosas las plantas estudiadas fueron el trébol violeta y el blanco. El trébol violeta (*Trifolium pratense* L.) es una planta muy productiva, aunque también muy exigente de agua; prefiere terrenos profundos y frescos y no da buenos rendimientos con un pH inferior a 5.6. Produce un pasto excelente aunque con frecuencia provoca meteorismo en los animales. Generalmente no suele durar más de tres o cuatro años.

El trébol blanco (*Trifolium repens* L.) es una planta muy vivaz, bastante exigente en luz, siendo muy sensible a la sequía, razón por la que prefiere los climas húmedos. Es muy apetecida por los animales, teniendo un excelente valor forrajero, aunque puede ser usada como heno y ensilado, es ideal para ser pastada directamente por su rápido rebrote.

Se trata pues de seis especies pratenses, muy clásicas como plantas forrajeras y que forman parte de la flora común de los pastos de la zona.

3.4. TOMA Y PREPARACION DE LAS MUESTRAS

De cada una de las parcelas de los dos campos se tomaron muestras coincidiendo con la preantesis-antesis, época normal de siega de los pastos para obtener heno.

El corte fue realizado con el mayor cuidado utilizando unas tijeras de acero inoxidable y a unos tres centímetros de altura sobre el nivel del suelo aproximadamente, procurando en todo momento que las muestras tomadas fuesen lo más representativo posible de cada parcela.

Una vez realizado el corte fueron introducidas en bolsas de plástico, previa extracción de todo el aire posible para evitar fermentaciones, y cerradas cuidadosamente para su traslado al laboratorio. Una vez en él se separó una muestra representativa del forraje obtenido en cada parcela. Las muestras así preparadas fueron lavadas y posteriormente colocadas en bandejas de papel para su desecación a temperatura ambiente.

Una vez secas se molieron en un molino de martillos, tipo Culatti, con luz de malla de 0.8 mm y posteriormente encerradas en frascos de polietileno para su conservación.

Las plantas aisladas obtenidas al no reunir una cantidad suficiente de muestra por parcela, fue necesario agrupar en una sola muestra las repeticiones de cada tratamiento y realizar los análisis sobre la muestra media así obtenida. Por el contrario en el caso de las muestras de henos, se disponía de suficiente cantidad por parcela por ello las determinaciones se realizaron sobre el mismo número de muestras que parcelas tenía el dispositivo experimental, permitiendo así realizar un análisis estadístico más completo.

3.5. OBTENCIÓN DE LAS SOLUCIONES PARA ANÁLISIS

Se estudiaron los procedimientos que normalmente se usan para el ataque de las muestras, es decir, por vía húmeda y seca, y como ambos tienen sus ventajas e inconvenientes, y no existe un criterio para definir cuál de ellos es el mejor, nosotros nos inclinamos por el último, ya que en nuestro caso, al tener las muestras mucho calcio y poca sílice, se consigue una incineración más perfecta (118).

Una vez elegida la vía de ataque a seguir, era igualmente necesario decidir, dentro de los diferentes métodos que se describen por los distintos autores, sobre la manera de realizar este ataque. Por ello, tras repetidas comprobaciones nos inclinamos por la técnica descrita por PIXY (163), aunque utilizando ácido clorhídrico para la insolubilización de la sílice, al 25 %, en vez del concentrado que él usa, ya que como el mismo apunta, cuando se utiliza este último suele haber pérdidas de hierro por volatilización. La técnica operatoria que seguimos fue la siguiente. Previa desecación de las muestras a 100°C durante 48 horas, se pesaron 1,5 gramos de la sustancia problema que se incineraron en una mufla durante 12 horas a 500°C, tiempo suficiente para que todas las muestras presentaran un color blanco ceniciento. Una vez frías se les añadía 2 ml de HCl al 25 % evaporándolas hasta sequedad sobre placa eléctrica con el fin de insolubilizar la sílice.

A continuación se añadieron 2 ml más de ácido y se separó por filtración el residuo formado, pasando el filtrado a un matraz aforado de 25 ml completando este volumen con agua desmineralizada. Para evitar una posible contaminación mineral con el vidrio se trasvasaron a frascos de polietileno donde se conservaron hasta el momento de su análisis.

Una vez decididos a utilizar este método, se hicieron diversas pruebas para comprobar su fiabilidad, para ello se realizaron paralelamente otros ataques por vía húmeda, coincidiendo perfectamente los resultados en todos los elementos minerales analizados. En el caso de las adiciones estándar, se llegó a una recuperación del 98-103 %.

3.6. DETERMINACIONES ANALÍTICAS

Los elementos analizados fueron: calcio, fósforo, potasio, magnesio y sodio dentro del grupo de los macroelementos; hierro, cobre, manganeso y zinc, como microelementos de más interés.

Las determinaciones de los distintos elementos fueron realizadas por los métodos siguientes: para el fósforo se siguió la técnica empleada por DUQUE MAYAS (65) utilizando un fotocolorímetro modelo Spectronic 20. El reactivo de nitromolibdovanadato fue preparado como indica BARTON (12) efectuándose la lectura a 430 nm.

El sodio y potasio fueron analizados por fotometría de llama en un fotómetro modelo Eppendorf, siguiendo los parámetros dados por DUMON (67).

Los demás elementos minerales se determinaron en un Espectrofotómetro de Absorción Atómica, modelo Perkin-Elmer 300 S, utilizando para cada uno de ellos los parámetros que recomienda la casa comercial en su «Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry».

Todos los patrones se hicieron según el C.I.L. (47) menos en la determinación del calcio que se utilizó estroncio en lugar de óxido de lantano, ya que ambos actúan igual frente a las interferencias del calcio.

En todos los momentos se trabajó con agua desmineralizada y con una resistividad no inferior a 5.000.000 de ohmios y los reactivos utilizados eran de pureza garantizada.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS PRATIENSES ESTUDIADAS

Los resultados de los análisis sobre las plantas cuyas parcelas no habían recibido ningún tratamiento, y que por lo tanto las consideramos como la composición química normal de éstas en la zona, se reflejan para los macroelementos, en la Tabla n.º 3 los datos de Valdecastillo y en la n.º 4 los de Grandoso.

TABLA N.º 3
Contenido en calcio, fósforo, potasio, magnesio y sodio, del vallico, dactilo, festuca, holco, trébol violeta y trébol blanco en el campo de Valdecastillo (% de materia seca)

	Calcio	Fósforo	Potasio	Magnesio	Sodio
Vallico	0,2170	0,1175	1,1519	0,1167	0,0095
Dactilo	0,2190	0,1650	2,2980	0,170	0,0110
Festuca	0,2160	0,2030	2,5666	0,2500	0,0110
Holco	0,2330	0,2060	2,5220	0,2301	0,0080
T. violeta	1,0510	0,1162	2,3031	0,2780	0,0130
T. blanco	1,6090	0,1683	2,4100	0,2850	0,0161

TABLA N.º 4
Contenido en calcio, fósforo, potasio, magnesio y sodio, del vallico, dactilo, festuca, holco, trébol violeta y trébol blanco en el campo de Grandoso (% de materia seca)

	Calcio	Fósforo	Potasio	Magnesio	Sodio
Vallico	0,3110	0,0852	1,5160	0,1010	0,0160
Dactilo	0,2535	0,1125	2,3500	1,1810	0,0190
Festuca	0,3100	0,1720	2,6015	0,1015	0,0180
Holco	0,3315	0,1005	2,6050	0,1850	0,0100
T. violeta	1,6060	0,1019	1,1215	0,3670	0,0220
T. blanco	1,7260	0,1073	1,7290	0,3265	0,0180

Se aprecia, en primer lugar, entre ambos campos, unos valores más altos en Grandoso que en Valdecastillo, lo que puede ser debido, posiblemente, al diferente valor del pH en uno y otro campo, ya que mientras que este valor en el primero es de 6,7, en el segundo es de 5,8 y como señala COPPINER (52), la absorción de estos elementos por la planta aumenta cuando se acerca a la zona de neutralidad. Únicamente el fósforo no se comporta lo mismo ya que los valores más altos se encuentran en Valdecastillo. La explicación puede estar en que los suelos de este campo son más ricos en fósforo, 2,81 mg de P_2O_5 /100 grs de suelo, frente a 1,2 mg/100 grs que contiene solamente el de Grandoso.

En relación con el calcio los valores encontrados son más altos en las leguminosas que en las gramíneas, y se puede observar cómo en éstas las cifras que aparecen en la bibliografía, son superiores a las encontradas por nosotros, sobre todo en el caso del vallico (49, 78, 91, 99, 121, 188, 200), y del dactilo (49, 57, 89, 119, 143, 169, 200); pues en el caso del holco (84, 130, 135, 139, 148) y la festuca (49, 89, 91, 99, 121, 130, 200), nuestros valores se encuentran dentro de los límites señalados por la mayoría de los autores. En las leguminosas las cifras obtenidas por nosotros coinciden con la mayor parte de los datos ofrecidos por la bibliografía, tanto en el caso del trébol violeta (39, 59, 76, 99, 121, 148, 208, 222), como en el trébol blanco (9, 59, 76, 82, 94, 99, 121, 130, 139, 188, 208, 214, 222, 224).

En el contenido en fósforo se nota una clara deficiencia de nuestras plantas en este elemento, ya que los valores son tres o cuatro veces inferiores a los dados por la mayoría de los autores. Esta deficiencia es general para todas las plantas analizadas, tanto en el vallico (49, 77, 78, 91, 99, 121, 130, 188, 200), como el holco (82, 84, 130), dactilo (49, 57, 89, 99, 119, 121, 143, 200) y la festuca (49, 78, 89, 91, 121, 130, 200); aunque realmente los valores encontrados en el vallico no entran dentro de la zona considerada como crítica (111). En las leguminosas se vuelve a presentar esta deficiencia, y solamente hemos encontrado en la bibliografía un valor cercano al nuestro, 0,047 % (39), siendo todos los restantes muy superiores tanto en el trébol violeta (76, 99, 121, 208, 222) como en el trébol blanco (59, 76, 82, 94, 99, 121, 130, 188, 208, 222, 234).

Los contenidos en potasio de las gramíneas analizadas, se encuentran en la zona media entre los datos que dan la mayoría de los autores, tanto para el dactilo (49, 57, 87, 89, 99, 119, 127, 143, 200), como para la festuca (49, 78, 86, 89, 99, 121, 130, 200) y el holco (49, 57, 87, 89, 119, 127, 143, 200), solamente el vallico presenta unos valores inferiores a los encontrados en la bibliografía (49, 78, 87, 99, 106, 121, 127, 188, 200). Hay que señalar el contenido de potasio dado por un autor para esta planta, fue de 9,27 % (106), cifra muy superior a la obtenida por los demás autores, que no sobrepasan el 4 %, por lo que es posible que el suelo donde fue recogida la planta fuese muy rico en

potasio, dando lugar entonces al clásico «consumo de lujos» que se suele dar en este elemento.

En las leguminosas las cifras más altas en potasio se encuentran en Valdecastillo debido a la mayor riqueza en K_2O del suelo en este campo que es de 13,1 mg/100 gr de suelo, frente a los 10,8 mg/100 gr de suelo de Grandoso, por lo que dada la apetencia que tienen las leguminosas por este elemento, es lógico que así sea. Se puede observar cómo las plantas que presentan mayor cantidad de potasio, son las que tienen unos valores más bajos en sodio, debido probablemente, a la interacción K/Na, a la que nos hemos referido anteriormente. De todas las maneras los datos encontrados por nosotros se hallan entre los valores considerados como normales, tanto en el trébol violeta (39, 76, 99, 106, 121, 208, 222, 229) como en el trébol blanco (4, 9, 32, 59, 76, 82, 94, 99, 106, 121, 127, 130, 188, 208, 223, 224).

En el magnesio, al igual que en el calcio, las leguminosas tienen valores más altos que las gramíneas, y dentro de éstas es el vallico el de contenido más bajo cuando se le compara con los datos que nos ofrece la bibliografía (28, 49, 78, 90, 91, 100, 121, 169, 188, 200, 217, 229), seguido de la festuca (28, 49, 78, 89, 90, 99, 100, 121, 130, 200, 229) y ya con unos valores más normales el dactilo (28, 49, 57, 89, 90, 99, 100, 119, 121, 169, 194, 200, 217, 229) y el holco (130). El contenido de magnesio de las leguminosas puede considerarse como normal, tanto en el trébol blanco (9, 28, 59, 82, 94, 99, 100, 121, 130, 169, 188, 222, 224, 229), como en el trébol violeta (39, 59, 76, 99, 117, 121, 222).

En el contenido en sodio al igual que el fósforo, nuestras cifras son francamente bajas, hasta con encontrar los valores que nosotros hemos encontrado para el vallico, entre 0,0095 y 0,016 % comparados con 0,74 (127) dado por algún autor. Es fácil comprobar la enorme diferencia existente entre ambos datos, lo mismo ocurre en esta planta con la mayoría de los autores (49, 78, 87, 106, 121, 127, 188); igual sucede con el dactilo (49, 57, 76, 87, 89, 106, 119, 121, 127, 143, 200) y el holco (87, 97, 130), siendo únicamente la festuca la que presenta valores más próximos a los normales (49, 78, 86, 89, 130, 200). Si los comparamos con los de la bibliografía conviene destacar un punto muy importante en este elemento, y es que la mayoría de los autores (86, 97, 130), cuando hacen una relación de las gramíneas más ricas en sodio, colocan en primer lugar el vallico seguido del dactilo. En nuestro caso ha ocurrido lo contrario, son más altos los valores en el dactilo. En las leguminosas solamente el valor del trébol violeta, con 0,22 %, se acerca a la cifra dada por un autor (59) siendo los restantes muy superiores (39, 76, 106, 121, 127, 222) y lo mismo ocurre con el trébol blanco (59, 76, 82, 94, 106, 121, 127, 130, 188).

Los resultados obtenidos para los microelementos se reflejan en la Tabla n.º 5 para Valdecastillo y en la Tabla n.º 6 para Grandoso.

TABLA N.º 5

Contenido en hierro, cobre, manganeso y zinc del vallico, dactilo, festuca, holco, trébol violeta y trébol blanco en el campo de Valdecastillo (en ppm)

	Hierro	Cobre	Manganeso	Zinc
Vallico	69,96	2,94	143,36	9,07
Dactilo	116,14	4,02	205,79	21,40
Festuca	79,66	4,07	59,74	22,63
Holco	122,39	3,39	197,98	15,74
T. violeta	185,85	6,96	42,04	16,00
T. blanco	242,64	7,11	83,99	16,33

TABLA N.º 6

Contenido en hierro, cobre, manganeso y zinc, del vallico, dactilo, festuca, holco, trébol violeta y trébol blanco en el campo de Grandoso (en ppm)

	Hierro	Cobre	Manganeso	Zinc
Vallico	100,34	3,27	46,10	17,17
Dactilo	174,92	3,24	125,32	22,95
Festuca	150,01	3,10	50,25	26,20
Holco	279,96	2,95	76,35	17,17
T. violeta	64,26	10,09	26,62	26,62
T. blanco	108,74	6,41	70,01	27,06

Conviene destacar en primer lugar, la diferencia tan grande que existe entre el contenido en manganeso en los dos campos; este hecho se debe sin duda, a la diferencia que se da en los valores del pH, ya que como apuntábamos al principio de este capítulo, el suelo de Grandoso tiene un valor de pH más alto que el de Valdecastillo, y según COPENET (52), en situaciones semejantes los contenidos de manganeso pueden disminuir hasta un 75 %, de aquí que los valores más bajos coincidan precisamente con el campo que tiene un pH más próximo a la neutralidad.

Hay sensibles diferencias entre los valores que se presentan en el hierro, es por esto que las cifras obtenidas incluyen la mayoría de las ofrecidas por la bibliografía, sobre todo en las leguminosas, tanto en el trébol violeta (40, 140, 197, 222), como en el blanco (16, 94, 140, 188, 197, 222). En las gramíneas a excepción de la festuca que presenta unos contenidos ligeramente superiores a los obtenidos por la mayoría de los autores (76, 77, 183), el resto se encuentra enmarcado dentro de la zona considerada como normal, tanto el vallico (76, 77, 78, 188), como el dactilo (57, 153, 183) y el holco (76).

En cuanto al cobre, el vallico (7, 49, 76, 77, 78, 30, 121, 146, 162, 188) y el trébol violeta (7, 40, 77, 66, 113, 140, 197, 222), presentan unos valores que concuerdan bastante con los encontrados en la mayoría de los trabajos consul-

tados. Por el contrario el trébol blanco (9, 76, 77, 82, 94, 140, 188, 222, 224), el dactilo (7, 16, 49, 57, 87, 119, 121, 146, 162, 200), la festuca (2, 13, 49, 77, 121, 146, 162, 200) y el holco (76, 77) los presentan inferiores al realizar la misma comparación.

En el caso del manganeso, en las gramíneas, hay un margen de variación bastante grande entre los resultados obtenidos, por lo que los contenidos experimentales representan, en cierto modo, el máximo y el mínimo de los valores encontrados en la bibliografía, este hecho se nota más en el vallico (30, 49, 76, 77, 78, 121, 146, 162), seguido del holco (76, 112) y dactilo (16, 49, 57, 77, 119, 121, 146, 200). Por el contrario la festuca presenta unos contenidos más homogéneos y un poco más altos que los encontrados por otros autores (49, 77, 86, 121, 146, 200). Los contenidos de manganeso en las leguminosas se pueden considerar como normales, tanto en trébol violeta (7, 40, 77, 121), como en el blanco (9, 77, 82, 94, 188, 197, 222, 224).

Resumiendo lo anteriormente expuesto, podemos decir que las leguminosas estudiadas, en cuanto a macroelementos, son más ricas que las gramíneas en: calcio, magnesio y sodio, siendo iguales o ligeramente inferiores en potasio y fósforo.

Referente a los microelementos, el cobre se encuentra en mayores proporciones en las leguminosas; el hierro y el zinc presenta una cierta similitud y los valores de las leguminosas son inferiores a las gramíneas en el caso del manganeso. Este último dato coincide totalmente con los resultados obtenidos por PERGAUD (161).

En los gráficos n.º 2 al 10 inclusive, se exponen esquemáticamente los valores encontrados por nosotros en las plantas analizadas, y se comparan con los datos obtenidos de la bibliografía. Se señalan los límites que marcan las necesidades en la alimentación del ganado, referidas únicamente a las necesidades de mantenimiento, sin tener en cuenta las producciones particulares de cada tipo de animal.

Relaciones

Finalmente conviene considerar alguna de las relaciones existentes entre ciertos elementos minerales, para poder conocer las posibles repercusiones, que el nivel mineral de las plantas estudiadas, puede tener en la alimentación animal.

Vamos a referirnos a tres únicamente; la relación Ca/P, la alcalinidad alcalino-terrosa, y la relación K/Na.

Los valores de la relación Ca/P, obtenidos con los datos resultantes de los análisis para cada uno de los campos y plantas, son los siguientes:

	Valdecastillo	Grandoso
Vallico	2,11	3,66
Dactilo	1,32	1,39
Festuca	1,21	1,82
Holco	1,13	3,31
T. violeta	7,19	15,92
T. blanco	9,59	16,10

En primer lugar podemos observar que los valores más altos, incluso pasando el óptimo que se cifra en 3,55 (108), se encuentran en las leguminosas. Esto es lógico ya que son estas plantas las que tienen una mayor cantidad de calcio, y por otro lado, por la marcada deficiencia en fósforo que hemos encontrado. Las gramíneas presentan unos valores dentro de la normalidad.

Los valores obtenidos en la relación K/Na se reflejan a continuación:

	Valdecastillo	Grandoso
Vallico	121,57	93,75
Dactilo	208,91	123,68
Festuca	233,33	141,53
Holco	315,25	260,50
T. violeta	177,16	50,98
T. blanco	149,69	96,06

Como se puede observar son valores claramente superiores a los normales que se cifran en torno a 50. Este hecho puede encontrar su explicación en el bajo contenido en sodio que tienen las plantas estudiadas lo que es posible que pueda incluso influir sobre la salud y producción de los animales.

La alcalescencia alcalino-terrosa, viene dada por la fórmula propuesta por MAREK y WEDMANN $(Ca + Mg) \cdot P$, donde los contenidos en estos elementos se expresan en mg/Kg de materia seca (39).

Los valores encontrados por nosotros quedan reflejados a continuación:

	Valdecastillo	Grandoso
Vallico	22,60	32,98
Dactilo	22,37	25,03
Festuca	15,37	21,01
Holco	18,11	35,42
T. violeta	118,37	187,26
T. blanco	172,77	194,60

Como en el caso de la relación anterior, los valores más elevados se dan en las leguminosas por los motivos anteriormente citados. Estos valores sobrepasan, con exceso, el máximo que se cifra en + 50, siendo el óptimo para un animal en vías de crecimiento de + 27, y para una vaca lechera + 20 (39).

FIGURA Nº 2

Comparación de los valores de calcio en las plantas estudiadas con los datos de la bibliografía y las necesidades nutritivas de los animales (en %)

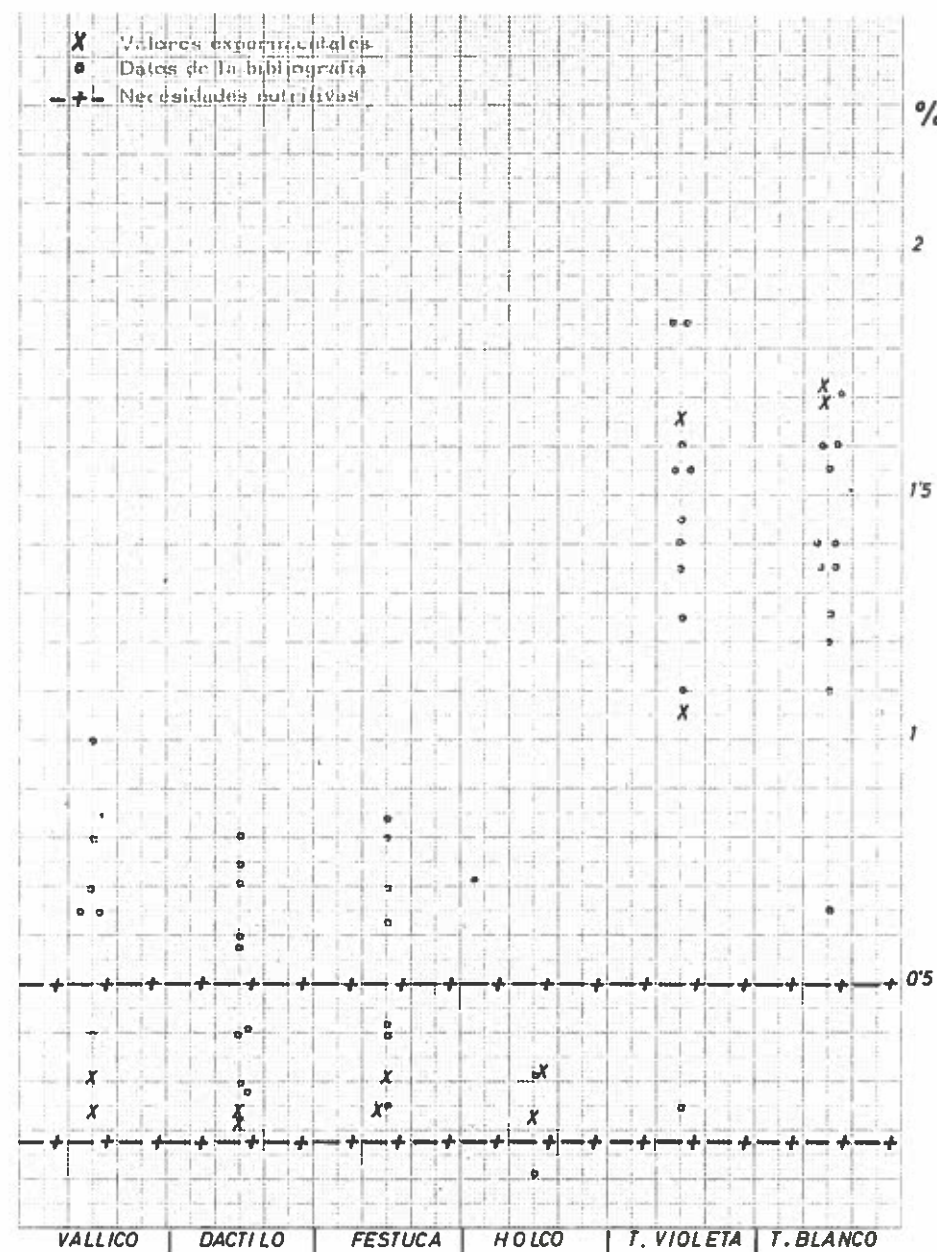


FIGURA Nº 3

Comparación de los valores de fósforo en las plantas estudiadas
con los datos de la bibliografía y las necesidades nutritivas de los animales
(en %)

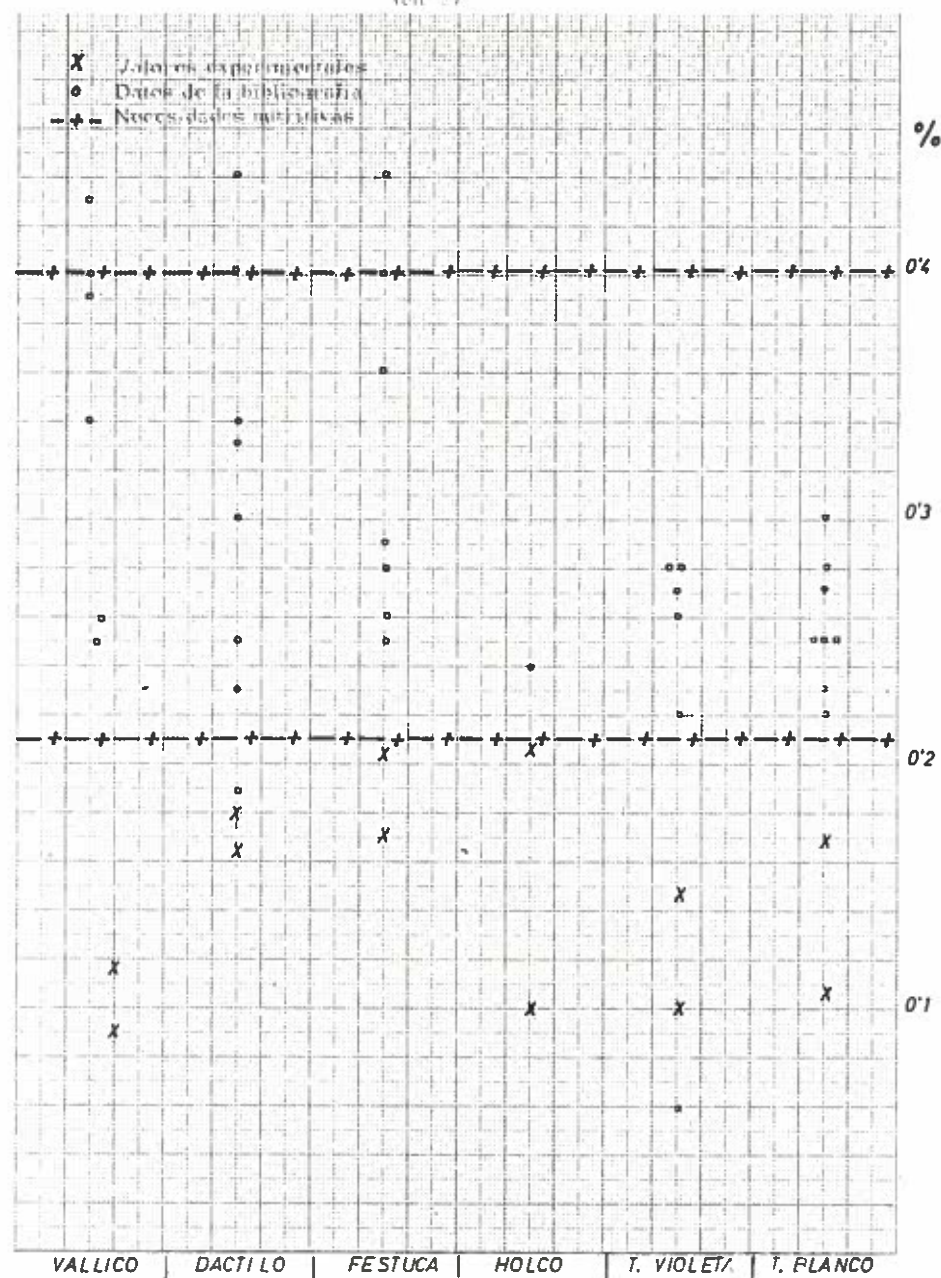


FIGURA Nº 4

Comparación de los valores de potasio en las plantas estudiadas
con los datos de la bibliografía y las necesidades nutritivas de los animales
(en %)

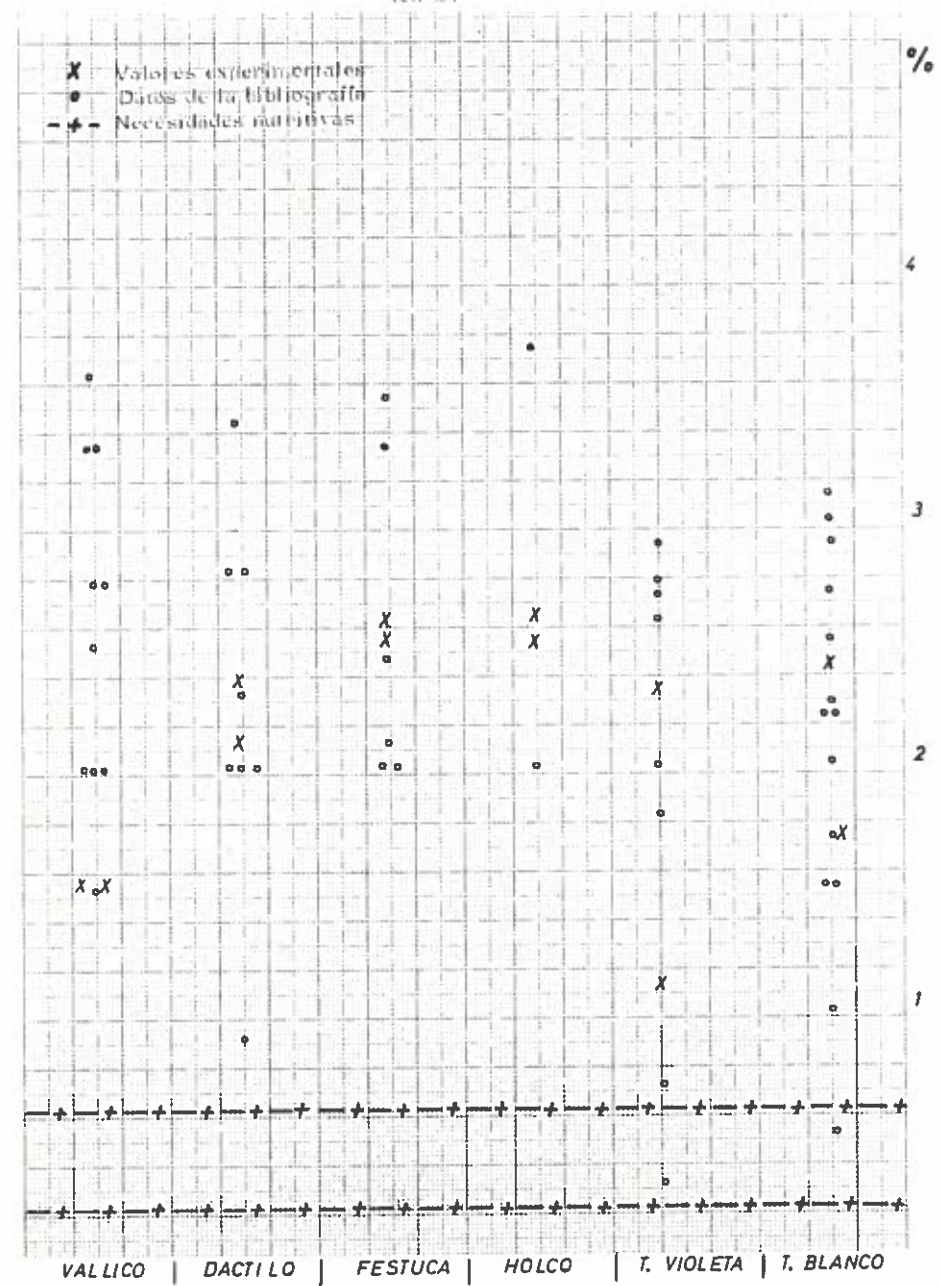


FIGURA Nº 5

Comparación de los valores de magnesio en las plantas estudiadas
con los datos de la bibliografía y las necesidades nutritivas de los animales
(en %)

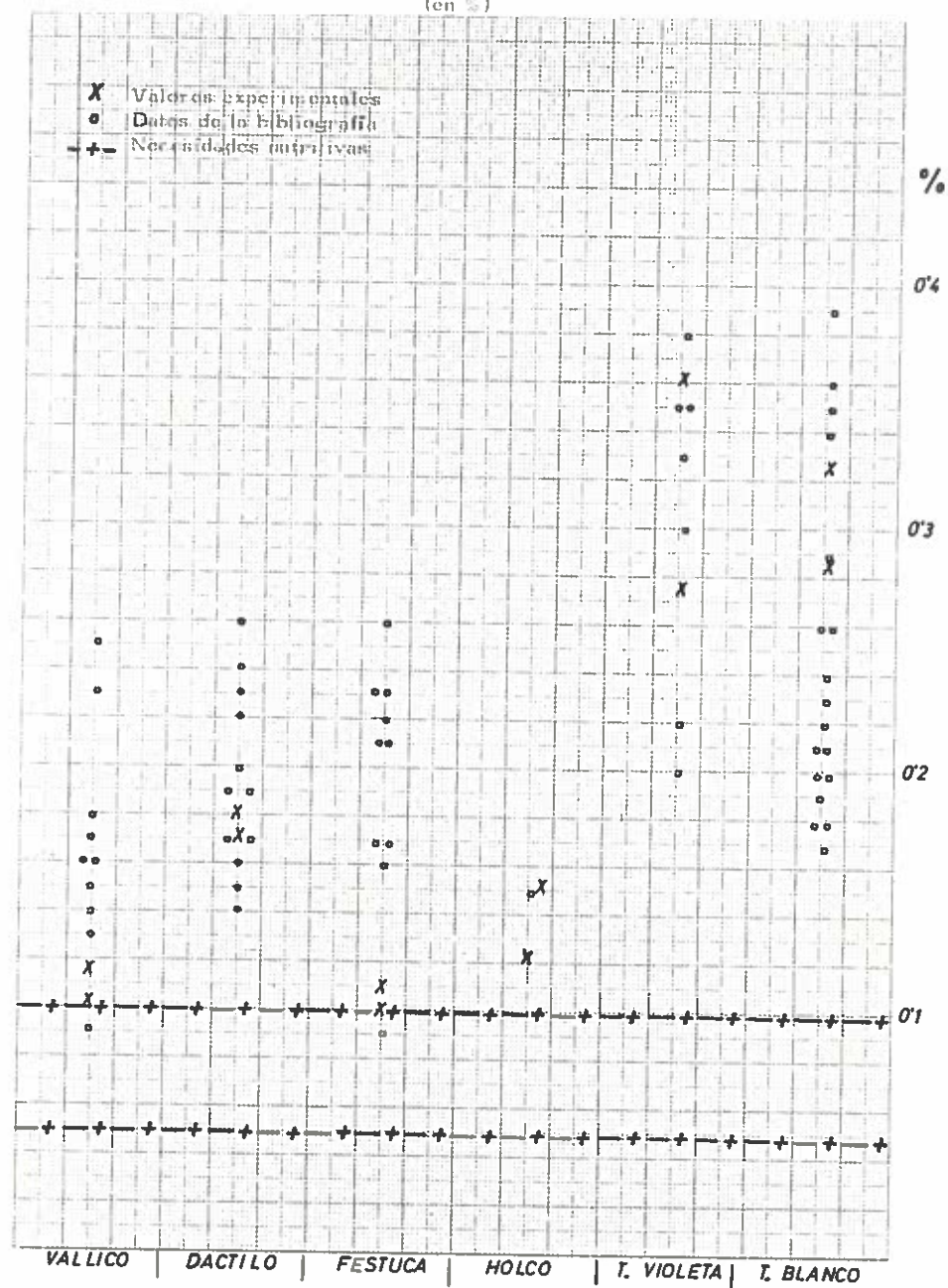


FIGURA Nº 6

Comparación de los valores de sodio en las plantas estudiadas
con los datos de la bibliografía y las necesidades nutritivas de los animales
(en %)

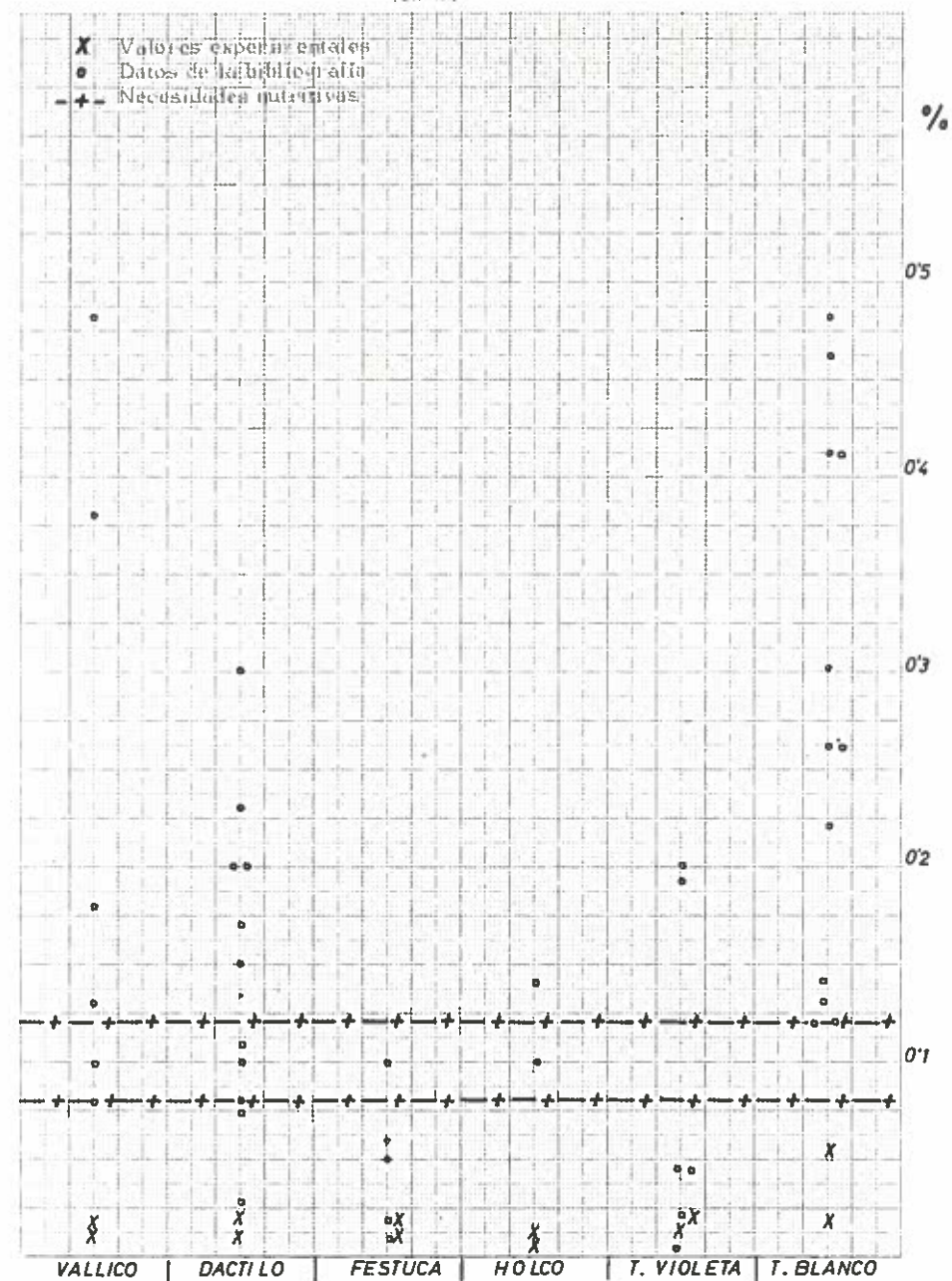


FIGURA Nº 7

Comparación de los valores de hierro en las plantas estudiadas
con los datos de la bibliografía y las necesidades nutritivas de los animales
(en ppm.)

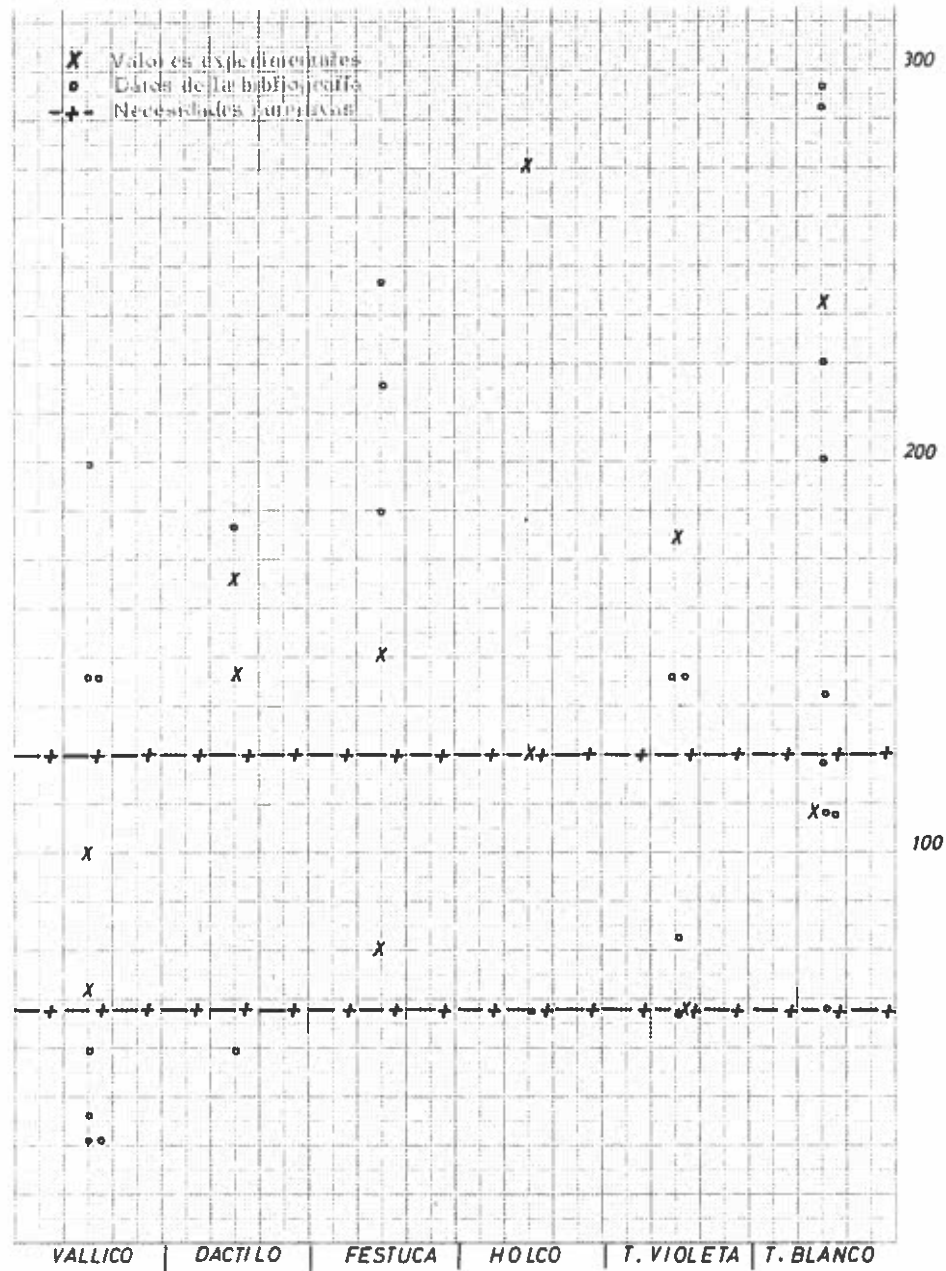


FIGURA Nº 8

Comparación de los valores de cobre en las plantas estudiadas
con los datos de la bibliografía y las necesidades nutritivas de los animales
(en ppm.)

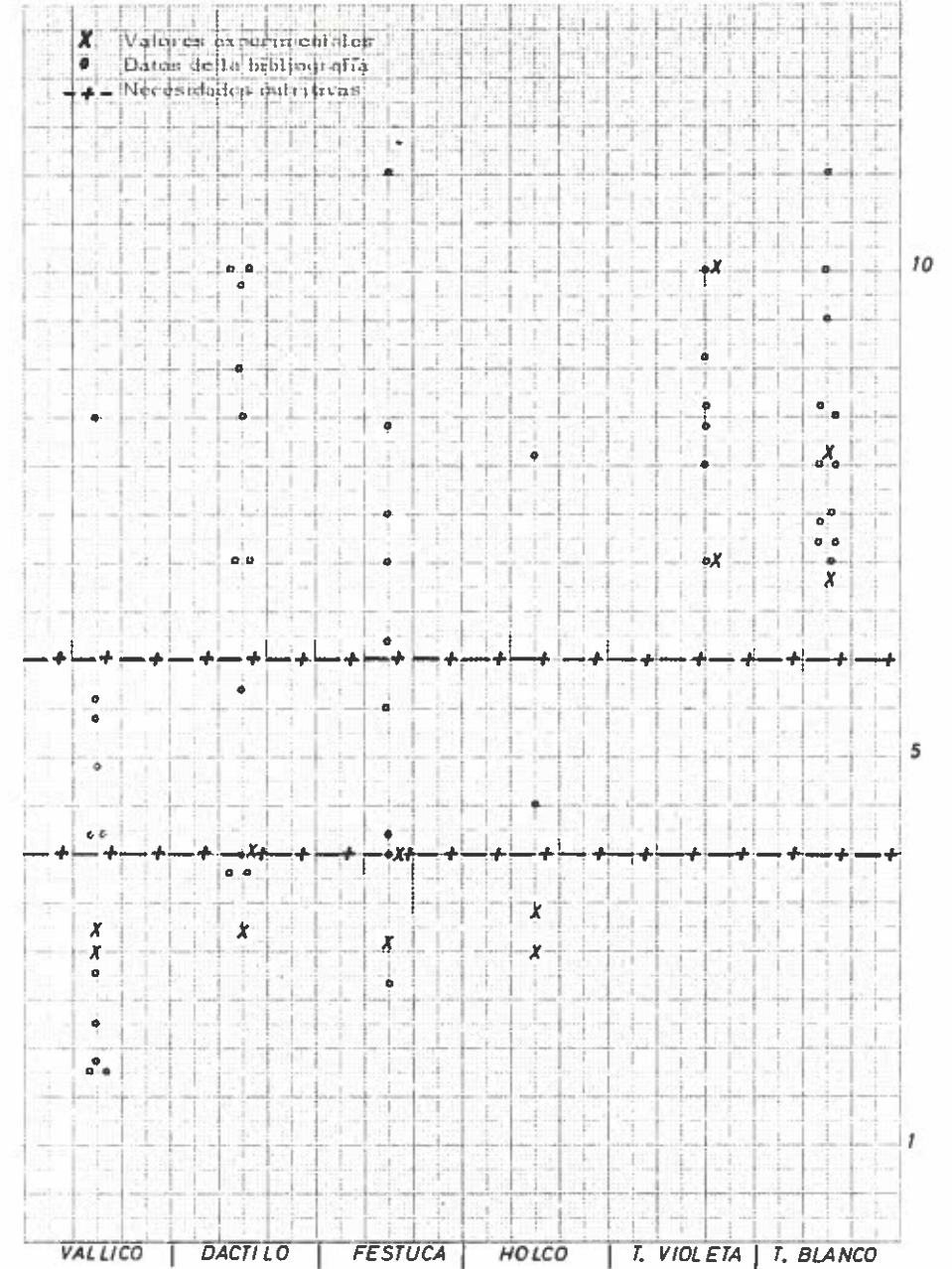


FIGURA Nº 9

Comparación de los valores de manganeso en las plantas estudiadas con los datos de la bibliografía y las necesidades nutritivas de los animales (en ppm.)

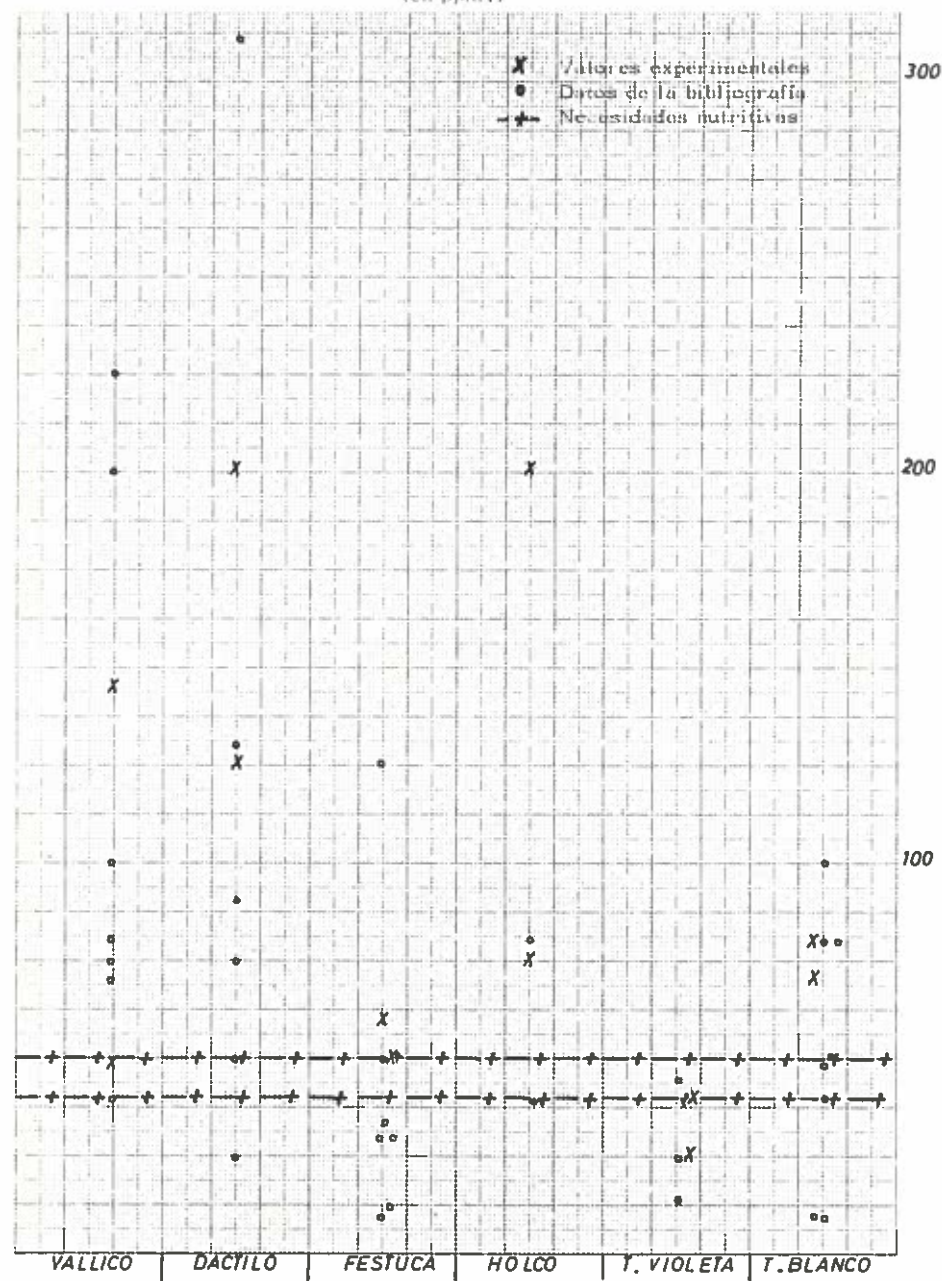
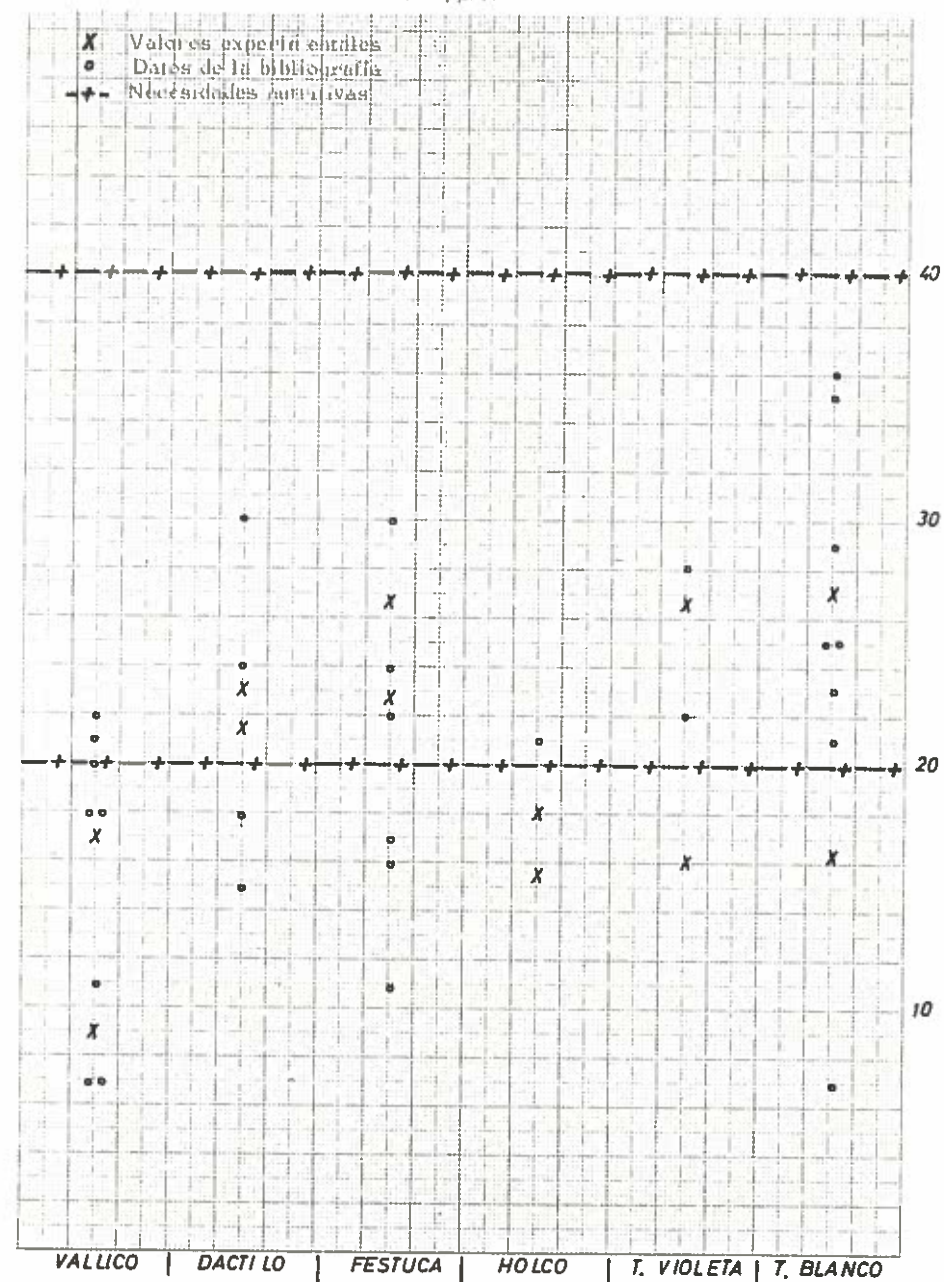


FIGURA Nº 10

Comparación de los valores de zinc en las plantas estudiadas con los datos de la bibliografía y las necesidades nutritivas de los animales (en ppm.)



4.3. INFLUENCIA DEL ABONADO FOSFATADO SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE HENOS DE PRADO NATURALES.

a) *Abonado nitro-potásico (NK).*—Las plantas estudiadas en las parcelas que recibieron este tipo de abonado, dieron en cada uno de los campos, los valores que se reflejan en las tablas 7 y 8 respectivamente en cuanto a su contenido en macroelementos. No se han podido reflejar los datos del dactilo al no encontrarse presente en ninguno de los dos campos en las parcelas que habían recibido este abonado de fondo.

No hay un criterio preciso sobre la influencia que la fertilización nitrogenada puede ejercer sobre el contenido en calcio de las plantas y así como algún autor (1) piensa que la influencia es nula, otros opinan que cualquier dosis de abonado nitrogenado provoca un descenso, e incluso marcado, en el contenido en calcio de la planta, llegando en ocasiones a encontrar en el vallico una disminución del 30 %.

Por otro lado, el efecto antagónico del potasio frente al calcio es un hecho manifiesto, de aquí que la disminución en el contenido de este último esté suficientemente justificado, aunque los criterios no están unificados, pues mientras que para algunos autores la disminución es por igual en todas las plantas (1), según otros no se realiza de una manera uniforme en todas (4).

Nuestros resultados están bastante más cerca de estos últimos investigadores, ya que el valor en calcio disminuye para ambos tréboles en los dos campos y el vallico de Grandoso, aumentando por el contrario en el holco y festuca, aunque este efecto sea realmente escaso y poco claro.

En el caso del fósforo hay autores que han encontrado incrementos ligeros en el valor de este elemento al añadir al suelo nitrógeno (1); otros opinan que el efecto es más bien escaso y a veces no se aprecia fácilmente en la planta (170), mientras que para otros la adición de amoníaco provoca una disminución en los valores de fósforo en la planta que pueden llegar hasta un 15 % (52). Para REITH y col. (170) el cloruro potásico tiene una acción netamente depresiva sobre el contenido de fósforo, aunque ésta no se realiza, como ocurre en el calcio, en todas las plantas por igual. Según nuestros resultados el contenido en fósforo aumenta en ambos tréboles y vallico en el campo de Valdecastillo y disminuye en el holco y la festuca de ambos campos y el vallico de Grandoso.

Referente al potasio para algunos autores (1), el nitrógeno no tiene ninguna acción sobre aquel macroelemento, mientras que para otros (52), el nitrógeno puede provocar un aumento en potasio en la planta que en el caso del vallico puede alcanzar hasta un 20 % en el primer corte y cantidades mayores en cortes sucesivos. ANDREWS y ROBINS (4), opinan que el incremento no se produce en el primer corte, pero sí en cortes sucesivos. Nuestros resultados nos confirman el incremento alcanzado en comparación con los testigos, a excepción del trébol violeta de Valdecastillo y el holco de Grandoso.

TABLA N.º 7
Influencia del abonado nitro-potásico sobre el contenido en calcio, fósforo, potasio, magnesio y sodio, en el vallico, festuca, holco, trébol violeta y trébol blanco en el campo de Valdecastillo (C en materia seca)

	Calcio	Varia- ción %	Fósforo	Varia- ción %	Potasio	Varia- ción %	Magnesio	Varia- ción %	Sodio	Varia- ción %
Vallico	0.2630	+ 6.47	0.1259	+ 7.20	1.9154	+ 65.97	0.1011	- 13.36	0.0111	+ 16.81
Festuca	0.2835	+ 24.60	0.1619	- 20.24	2.9455	+ 14.76	0.2125	- 15.00	0.0161	+ 46.36
Holco	0.2610	+ 12.01	0.1695	- 17.71	2.6034	+ 3.22	0.1562	- 32.11	0.0157	+ 96.25
T. violeta	1.0431	- 0.7517	0.1511	+ 3.35	1.8063	- 21.56	0.2725	- 1.97	0.0216	+ 66.15
T. blanco	1.5122	- 6.01	0.1832	+ 8.85	2.7714	+ 15.00	0.2165	- 24.03	0.0163	+ 1.87

TABLA N.º 8
Influencia del abonado nitro-potásico sobre el contenido en calcio, fósforo, potasio, magnesio y sodio, en el vallico, festuca, holco, trébol violeta y trébol blanco en el campo de Grandoso (C en materia seca)

	Calcio	Varia- ción %	Fósforo	Varia- ción %	Potasio	Varia- ción %	Magnesio	Varia- ción %	Sodio	Varia- ción %
Vallico	0.3092	- 1.52	0.0824	- 3.29	1.7270	+ 13.91	0.1087	+ 7.62	0.0151	- 56.20
Festuca	0.3151	+ 1.77	0.1542	- 10.30	2.8712	+ 10.36	0.1052	+ 3.64	0.0164	- 8.88
Holco	0.3342	+ 0.81	0.0909	- 9.55	2.1577	- 17.17	0.1477	- 20.16	0.0109	+ 9.09
T. violeta	1.3383	- 16.66	0.1117	+ 9.61	1.5734	+ 40.29	0.2699	- 26.45	0.0181	- 17.72
T. blanco	1.4059	- 18.54	0.1253	+ 16.77	2.0327	+ 17.56	0.2621	- 19.72	0.0230	+ 27.77

En el magnesio, según la bibliografía, el aporte de nitrógeno produce un incremento bastante elevado en el primer corte con disminución paulatina en cortes sucesivos (52), circunstancia que se da en el caso del vallico; para el resto de las gramíneas, la generalidad es que el abonado nitrogenado actúa positivamente sobre el contenido de magnesio en la planta (1).

Por el contrario, el potasio por su acción antagónica sobre el magnesio, hace que los valores de éste desciendan sensiblemente (4), siendo para algunos autores el catión más afectado en el abonado potásico, es por este motivo que nuestros resultados son un poco contradictorios, es decir, hay plantas cuyo valor se encuentra incrementado como es el holco y vallico de Grandoso disminuyendo ostensiblemente el contenido de magnesio en el resto de las plantas.

La respuesta del sodio a este tipo de abonado está supeditada al claro antagonismo que existe entre los dos componentes del fertilizante por un lado, el Amonitro, aumenta sensiblemente el contenido de sodio de una planta (1), aunque algunos autores opinan que este aumento no es compartido por todas las especies (86), siendo el vallico la especie más beneficiada (52), llegando a veces a incrementar su valor en un 80-100 %. Por otro lado el potasio, debido a su efecto antagónico, provoca una disminución en el contenido de sodio en la planta (1, 4). Todo esto explica que nos encontramos en nuestros resultados con plantas que aumentaron su contenido en sodio, como el trébol blanco y el holco de Grandoso; el trébol violeta, trébol blanco, vallico, holco y festuca de Valdecastillo, y por último plantas cuyo contenido en sodio disminuyó como el trébol violeta, vallico y festuca de Grandoso.

En cuanto a los microelementos, los resultados, en ppm, se dan en las tablas números 9 y 10 para Valdecastillo y Grandoso respectivamente.

En el caso del hierro no se conocen perfectamente las acciones que el nitrógeno tiene sobre este elemento, sí se sabe que el potasio le es fuertemente antagónico (111) de aquí que los contenidos encontrados en las plantas analizadas sufran, por lo general, una disminución en comparación con los testigos, a excepción del trébol violeta de Grandoso.

En cuanto al cobre, el nitrógeno tiene unas acciones que provoca controversias entre autores, mientras que para algunos, fuertes abonados nitrogenados pueden producir deficiencias en cobre (75, 78, 142), otros piensan que el efecto del nitrógeno es positivo (102), COPPENET (52) trabajando con el vallico ha encontrado que, abonando con Amonitro, los valores de cobre en el primer corte aumenta en un 10 %, mientras que en cortes sucesivos el aumento es de un 20 % sobre el valor inicial. Este efecto positivo del nitrógeno puede compensar la acción negativa del potasio, ya que en nuestro caso las plantas abonadas presentan unos valores más elevados que los testigos que no recibieron ningún tipo de abono.

Sobre el manganeso, la acción del nitrógeno depende bastante de su

TABLA N.º 9
Influencia del abonado nitró-potásico sobre el contenido en hierro, cobre, manganeso y zinc, en el vallico, festuca, holco, trébol violeta y trébol blanco en el campo de Valdecastillo (en ppm.)

	Hierro	Varia- ción %	Cobre	Varia- ción %	Manganeso	Varia- ción %	Zinc	Varia- ción %
Vallico	16,77	- 33,14	4,72	+ 60,54	84,55	- 41,02	13,49	+ 48,73
Festuca	71,99	- 9,61	6,97	+ 71,25	115,19	- 9,07	14,84	- 34,42
Holco	78,54	- 35,83	5,57	+ 64,31	142,80	- 27,87	15,17	- 3,62
T. violeta	120,92	- 34,94	8,37	+ 20,26	49,46	+ 17,65	16,03	+ 0,19
T. blanco	207,73	- 14,39	10,76	+ 51,34	113,64	+ 35,30	16,49	+ 0,98

	Hierro	Varia- ción %	Cobre	Varia- ción %	Manganeso	Varia- ción %	Zinc	Varia- ción %
Vallico	47,18	- 52,98	3,66	+ 11,93	43,06	- 6,59	18,78	+ 9,38
Festuca	135,23	- 9,58	4,51	+ 45,48	68,24	+ 35,80	25,10	- 4,20
Holco	152,43	- 45,55	5,45	+ 84,75	70,91	- 7,09	15,91	- 7,34
T. violeta	103,34	+ 60,82	10,47	+ 3,73	27,93	+ 4,92	33,51	+ 25,88
T. blanco	103,00	- 5,28	8,11	+ 26,52	31,55	- 51,94	19,95	- 26,27

forma de administración, siendo más efectivo el nitrato amónico que el nitrato de cal; este hecho se debe principalmente a que el primero acidifica los centímetros superficiales del terreno, con lo cual puede aumentar la absorción del manganeso hasta un 30 % mientras que el potasio la deprime sensiblemente, por ello los resultados no siguen una línea clara, es decir, hay algunas plantas cuyos valores aumentan, tal es el caso del trébol violeta y festuca de Grandoso y los dos tréboles de Valdecastillo.

El efecto que el abonado nitrogenado ejerce sobre el zinc es muy discutido y así mientras que hay autores que sostienen que no existe ningún efecto con este tipo de fertilización (171), otros por el contrario admiten un efecto positivo (51, 162), no faltando los que opinan que el efecto es más bien negativo (38, 44, 93, 125). CORPENET (52) usando Amonitro como fertilizante consiguió efectos beneficiosos sobre el vallico, aunque como él mismo confiesa no son resultados muy completos, y por eso señala con un interrogante el efecto que consigue después de varios años de trabajo. Los resultados obtenidos por nosotros nos dan plantas que aumentan su contenido en zinc, como son el trébol violeta y vallico de ambos campos y trébol blanco de Valdecastillo y otras que dan valores más bajos, como el holco y festuca de ambos campos y el trébol de Grandoso.

Relaciones

La relación Ca/P en las plantas que recibieron abonado nitró-potásico dio como resultados los que se reflejan a continuación:

	Valdecastillo	Grandoso
Vallico	2,08	3,75
Festuca	1,75	2,04
Holco	1,53	3,67
T. violeta	6,90	11,98
T. blanco	8,25	11,22

Comparando estos datos con los obtenidos con los testigos tenemos en primer lugar que la relación Ca/P disminuye en el Vallico de Valdecastillo y ambos tréboles en los dos campos, debido a que los valores de calcio son más bajos en estas plantas que en las testigos, efecto que se presenta asociado con un aumento en los valores del fósforo; por el contrario el valor de la relación en la festuca y el holco, aumenta debido a que también lo hacen los valores del calcio de estas muestras, así como a la disminución que se produce en los valores de fósforo. En general las cifras obtenidas se acercan más a los valores considerados como normales de esta relación.

Los valores de la relación K/Na, al aplicar los datos obtenidos con el abonado NK, son los siguientes:

	Valdecastillo	Grandoso
Vallico	172,40	114,21
Festuca	182,09	175,07
Holco	165,40	197,75
T. violeta	83,62	86,68
T. blanco	169,81	88,63

En esta relación vemos cómo en Valdecastillo, los valores del vallico y del trébol blanco son superiores a los encontrados en los testigos, pues ambas plantas sufren con el abonado nitró-potásico, un fuerte incremento en los contenidos de potasio, frente a una disminución en los de sodio (Tabla n.º 7), siendo la relación menor que en los testigos en la festuca, holco y trébol violeta, ya que en estas plantas el contenido de sodio aumenta considerablemente.

En cuanto a Grandoso, solamente dos valores son inferiores a los encontrados en los testigos, el del holco y trébol blanco, que son precisamente las plantas que sufren un incremento en sodio (Tabla n.º 8).

Para la alcalescencia alcalino-terrosa, los valores en análoga situación son los siguientes:

	Valdecastillo	Grandoso
Vallico	23,82	33,55
Festuca	33,41	26,65
Holco	21,77	39,10
T. violeta	116,45	149,75
T. blanco	154,55	154,27

En cuanto a la alcalescencia alcalino-terrosa, las variaciones que se destacan son debidas a los cambios operados en el calcio y fósforo, anteriormente citados, y aunque disminuyen sensiblemente para las leguminosas, se encuentran todavía muy por encima de las consideradas como óptimas.

b) Abono fosfatado.

b') Con superfosfatos.—Los resultados de la determinación de los macroelementos de los campos de Valdecastillo y Grandoso, en las parcelas sometidas a tratamiento con superfosfatos, se dan en las tablas n.º 11 y 12.

TABLA N.º 11

Efectos de tres dosis diferentes de superfosfatos sobre el contenido de calcio, fósforo, potasio, magnesio y sodio en el vallico, dactilo, festuca, holco, trébol violeta y trébol blanco de Valdecastillo (% de materia seca)

CALCIO						
Tratam.	Vallico	Dactilo	Festuca	Holco	T. violeta	T. blanco
T	0,2472	0,2192	0,2466	0,2339	1,0511	1,6098
P ₁	0,3301	0,2835	0,2989	0,2831	1,4271	1,4217
P ₂	0,3299	0,3041	0,3465	0,2504	1,3809	1,8963
P ₃	0,3044	0,2518	0,2656	0,2643	1,5270	1,5518
FOSFORO						
T	0,1179	0,1655	0,2037	0,2069	0,1462	0,1679
P ₁	0,1821	0,2105	0,2038	0,2356	0,2007	0,2431
P ₂	0,1866	0,2163	0,1903	0,2255	0,2025	0,2809
P ₃	0,1803	0,2268	0,1953	0,2139	0,1823	0,2872
POTASIO						
T	1,5548	2,1984	2,5664	2,5228	2,3033	2,4105
P ₁	2,1230	3,2419	2,3000	2,7975	2,2332	3,3515
P ₂	1,9955	3,0655	2,3120	2,6717	1,7515	3,0029
P ₃	2,0001	2,8873	2,6611	2,8580	1,4244	3,9106
MAGNESIO						
T	0,1167	0,1700	0,1108	0,1541	0,2788	0,2858
P ₁	0,1275	0,1554	0,1324	0,1283	0,2600	0,2728
P ₂	0,1365	0,1712	0,1415	0,1409	0,2301	0,3090
P ₃	0,1240	0,1701	0,1726	0,1445	0,2393	0,2826
SODIO						
T	0,0095	0,0113	0,0115	0,0081	0,0132	0,0169
P ₁	0,0162	0,0201	0,0123	0,0131	0,0100	0,0200
P ₂	0,0165	0,0196	0,0128	0,0155	0,0150	0,0241
P ₃	0,0164	0,0145	0,0161	0,0131	0,0261	0,0286

TABLA N.º 12

Efectos de tres dosis diferentes de superfosfatos sobre el contenido de calcio, fósforo, potasio, magnesio y sodio en el vallico, festuca, holco, trébol violeta y trébol blanco de Grandoso. (% de materia seca)

CALCIO					
Tratam.	Vallico	Festuca	Holco	T. violeta	T. blanco
T	0,3141	0,3100	0,3316	1,6064	1,7267
V ₁	0,3558	0,3569	0,3893	2,1021	1,5132
P ₂	0,3298	0,4083	0,3180	2,0296	2,1243
P ₃	0,3777	0,3090	0,4191	1,4583	1,6977
FOSFORO					
T	0,0859	0,1700	0,1002	0,1009	0,1073
P ₁	0,1722	0,2000	0,2396	0,1621	0,2468
P ₂	0,1481	0,1815	0,2288	0,1932	0,2275
P ₃	0,2184	0,1908	0,2814	0,2454	0,2940
POTASIO					
T	1,5160	2,6000	2,6055	1,1217	1,7290
P ₁	1,2375	1,5664	1,8269	1,1021	1,3316
P ₂	1,0791	1,7696	1,9036	0,6280	1,3702
P ₃	1,6267	1,9202	2,2132	1,4263	1,8140
MAGNESIO					
T	0,1016	0,1001	0,1228	0,3671	0,3266
P ₁	0,0963	0,1250	0,1843	0,3672	0,2840
P ₂	0,1234	0,1248	0,1429	0,3623	0,2960
P ₃	0,2570	0,1783	0,2554	0,2639	0,3197
SODIO					
T	0,0160	0,0180	0,0104	0,0222	0,0188
P ₁	0,0224	0,0090	0,0156	0,0201	0,0437
P ₂	0,0206	0,0113	0,0089	0,0467	0,0371
P ₃	0,0165	0,0138	0,0340	0,0453	0,0367

En primer lugar conviene advertir que en el campo de Grandoso, no se encontró dactilo en ninguna de las parcelas abonadas con superfosfatos, de aquí que no figuren en ninguna tabla de este campo los valores relativos a esta planta.

Comparando los resultados obtenidos para el calcio con los hallados en los testigos tenemos que, aunque para algún investigador no existe una influencia clara entre el contenido de las plantas en calcio y la fertilización con superfosfatos (170), nosotros hemos comprobado que las gramíneas en la mayoría de los tratamientos, presentan valores superiores a los testigos, aunque existan dos valores en Grandoso, uno en la festuca en la dosis más alta y otro en el holco en la dosis intermedia que presentan contenidos inferiores a los testigos.

En las leguminosas el trébol violeta en Grandoso, presenta un contenido

en calcio inferior en la dosis más alta de superfosfatos que en los testigos; mientras que el trébol blanco, en ambos campos, los únicos valores que son superiores a los testigos son los que recibieron los tratamientos intermedios. Este hecho que se repite con una gran frecuencia como apunta COPPENET (52), se debe, a que cuando las necesidades de un suelo han sido cubiertas a consecuencia de la aplicación de un fertilizante, dosis posteriores de igual cuantía, y durante varios años, no consiguen necesariamente, que los valores de los elementos en las plantas aumenten en proporción al fertilizante añadido, sino más bien sucede todo lo contrario.

En cuanto al fósforo era lógico pensar que los valores que nos íbamos a encontrar fuesen superiores a los testigos, e incluso a los hallados, porque si es cierto que aumentan, no llegan todavía a cubrir las necesidades de mantenimiento del ganado. El aumento se realiza en todas las plantas, a excepción de la festuca de Valdecastillo, donde los valores encontrados son inferiores a los de los testigos.

El efecto de los superfosfatos sobre el potasio es variable, y aunque para REITH y colaboradores (170) esta influencia es nula, en nuestro caso hemos encontrado plantas que aumentan su contenido en este macroelemento como son: ambos vallicos, el dactilo, el holco y el trébol blanco de Valdecastillo, mientras que para las demás plantas la disminución es manifiesta, quizás esta subida en algunos valores sea debido al potasio existente en el suelo, mayor en Valdecastillo que en Grandoso como se apuntó al hablar de los testigos, potenciada a su vez por el abonado de fondo que lleva cada parcela.

El magnesio, también pensamos que los valores que obtenemos están más influenciados por el abonado de fondo que por el efecto de los superfosfatos, ya que éstos no tienen una acción clara sobre el contenido de este macroelemento en la planta, y nosotros encontramos plantas que aumentan su valor, vallico en ambos campos, así como la festuca; bajando en el resto de las plantas, a excepción del dactilo que permanece igual.

En el caso del sodio, y como apuntaron REITH y colaboradores (170), aumentan los valores de todas las plantas, excepto de la festuca en el campo de Grandoso.

En cuanto a los microelementos, los valores obtenidos en Valdecastillo y Grandoso se dan, en ppm, en las Tablas n.º 13 y 14 respectivamente.

TABLA N.º 13

Efectos de tres niveles de superfosfatos sobre el contenido de hierro, cobre, manganeso y zinc en el vallico, dactilo, festuca, holco, trébol violeta y trébol blanco en el campo de Valdecastillo (en ppm)

HIERRO						
Tratam.	Vallico	Dactilo	Festuca	Holco	T. violeta	T. blanco
T	69,96	116,14	79,66	122,39	185,81	212,64
P ₁	38,25	28,98	78,05	116,00	81,70	119,81
P ₂	44,04	70,28	38,06	55,91	58,91	123,61
P ₃	72,15	71,42	32,70	61,45	93,90	126,00
COBRE						
T	2,91	4,02	4,07	3,39	6,96	7,11
P ₁	5,69	6,35	2,49	5,51	5,64	5,50
P ₂	6,59	7,54	3,62	5,18	5,52	6,20
P ₃	5,41	5,53	4,08	11,00	6,83	7,18
MANGANESO						
T	143,36	205,79	59,74	197,98	42,04	83,99
P ₁	66,48	88,94	39,86	106,93	38,67	47,69
P ₂	84,64	100,92	39,87	137,15	82,85	63,67
P ₃	95,60	123,42	52,68	153,62	51,05	59,29
ZINC						
T	9,07	21,47	22,63	15,74	15,99	16,33
P ₁	12,29	22,68	9,51	14,86	19,79	18,80
P ₂	12,74	12,61	14,86	14,88	16,57	15,45
P ₃	14,78	15,88	14,89	17,62	20,96	23,16

TABLA N.º 14

Efectos de tres niveles de superfosfatos sobre el contenido de hierro, cobre, manganeso y zinc en el vallico, festuca, holco, trébol violeta y trébol blanco en el campo de Grandoso.
(en ppm)

HIERRO					
Tratam.	Vallico	Festuca	Holco	T. violeta	T. blanco
T	100,34	150,01	279,96	64,25	108,74
P ₁	32,28	145,50	225,61	94,43	161,41
P ₂	107,68	187,65	79,34	82,15	111,44
P ₃	32,30	43,66	130,15	57,40	81,39

COBRE					
Tratam.	Vallico	Festuca	Holco	T. violeta	T. blanco
T	3,27	3,10	2,95	10,09	6,41
P ₁	3,62	3,63	4,37	9,64	4,77
P ₂	3,25	6,46	3,27	7,24	8,35
P ₃	2,84	4,21	2,95	3,70	4,65

MANGANESO					
Tratam.	Vallico	Festuca	Holco	T. violeta	T. blanco
T	46,10	50,25	76,35	26,62	70,00
P ₁	94,29	96,39	68,19	24,32	53,08
P ₂	26,02	61,71	38,43	25,77	31,57
P ₃	30,94	54,54	68,10	27,77	43,35

ZINC					
Tratam.	Vallico	Festuca	Holco	T. violeta	T. blanco
T	17,17	26,20	17,17	26,62	27,06
P ₁	8,61	11,82	15,11	22,30	15,36
P ₂	12,11	14,88	12,57	19,32	13,00
P ₃	17,74	14,99	18,47	12,03	12,55

Los valores del contenido en hierro son inferiores en los tratamientos que en los testigos. Este hecho quizás sea debido a la retrogradación ferro-alúmica, con lo cual el hierro queda inmovilizado y no puede ser asimilado por las plantas, presentándose este fenómeno más acentuado en Valdecastillo, sin duda por ser este campo más ácido. En Grandoso, todas las plantas a excepción del holco dan algún valor más elevado en hierro que los testigos, contrariamente a lo que ocurre en Valdecastillo, donde todos los datos son inferiores.

En lo que respecta al cobre, manganeso y zinc, parecía lógico suponer que los valores que nos íbamos a encontrar fuesen superiores a los hallados en los testigos a causa del efecto acidificante que tienen los superfosfatos y conocido el efecto que el pH del suelo tiene sobre la absorción de estos microelementos por la planta, sin embargo no sucede así.

En el caso del cobre aumentan los valores para el vallico, dactilo, holco y festuca, en su dosis de fertilizante más alta, en Valdecastillo, así como la festuca y el holco de Grandoso, disminuyendo el contenido en cobre en el resto de las plantas.

En el manganeso y zinc, el aumento experimentado no es homogéneo, ya que algunas plantas presentan una disminución en sus valores como ocurre para el primero con el trébol blanco y holco en ambos campos, y en festuca, dactilo y vallico de Valdecastillo, aumentando el contenido de manganeso en el resto de las plantas.

El zinc aumenta en ambos tréboles y en la dosis más elevada de fertilizante del vallico en Valdecastillo, ocurriendo este último hecho en el vallico y holco de Grandoso, sin que se puedan apreciar efectos en las restantes plantas en ninguno de los campos.

b") *Con Escorias Thomas*.—Los resultados obtenidos en tanto por cien de materia seca en el contenido en macroelementos, se refleja en la Tabla n.º 15 y 16 para Valdecastillo y Grandoso respectivamente.

TABLA N.º 15

Efectos de tres dosis de escorias sobre el contenido de calcio, fósforo, potasio, magnesio y sodio en el vallico, dactilo, festuca, holco, trébol violeta y trébol blanco en el campo de Valdecastillo
(% de materia seca)

CALCIO						
Tratam.	Vallico	Dactilo	Festuca	Holco	T. violeta	T. blanco
T	0,2472	0,2192	0,2466	0,2339	1,0511	1,6098
P ₁	0,3051	0,2356	0,3078	0,2646	1,3758	1,4015
P ₂	0,2639	0,2214	0,3305	0,2229	1,2217	1,6833
P ₃	0,2841	0,4066	0,3874	0,2822	1,1607	1,6902

FOSFORO						
Tratam.	Vallico	Dactilo	Festuca	Holco	T. violeta	T. blanco
T	0,1179	0,1655	0,2037	0,2069	0,1462	0,1679
P ₁	0,1898	0,1903	0,1322	0,2353	0,1834	0,2451
P ₂	0,1672	0,1807	0,1869	0,2092	0,1659	0,2490
P ₃	0,1939	0,2485	0,1732	0,2303	0,1921	0,1759

POTASIO						
Tratam.	Vallico	Dactilo	Festuca	Holco	T. violeta	T. blanco
T	1,5548	2,1984	2,5664	2,5228	2,3033	2,4105
P ₁	2,0618	2,7716	2,0112	2,9648	2,0109	3,8465
P ₂	1,9070	2,7216	2,4700	2,6255	2,2653	3,1901
P ₃	1,9206	3,6434	2,5296	2,9022	2,0473	3,3140

MAGNESIO						
Tratam.	Vallico	Dactilo	Festuca	Holco	T. violeta	T. blanco
T	0,1167	0,1700	0,1108	0,1541	0,2788	0,2858
P ₁	0,1410	0,1234	0,1528	0,1516	0,1455	0,2752
P ₂	0,1182	0,1242	0,1116	0,1364	0,2743	0,2905
P ₃	0,1319	0,1773	0,1173	0,1716	0,1640	0,3009

SODIO						
Tratam.	Vallico	Dactilo	Festuca	Holco	T. violeta	T. blanco
T	0,0095	0,0113	0,0115	0,0081	0,0132	0,0169
P ₁	0,0118	0,0081	0,0099	0,0115	0,0166	0,0148
P ₂	0,0106	0,0106	0,0099	0,0115	0,0108	0,0234
P ₃	0,0101	0,0090	0,0096	0,0101	0,0189	0,0185

TABLA N.º 16

Efectos de tres dosis de escorias sobre el contenido de calcio, fósforo, potasio, magnesio y sodio en el vallico, festuca, holco, trébol violeta y trébol blanco en el campo de Grandoso
(% en materia seca)

CALCIO					
Tratam.	Vallico	Festuca	Holco	T. violeta	T. blanco
T	0,3141	0,3100	0,3316	1,6064	1,7267
P ₁	0,3636	0,4659	0,3862	1,8776	1,7958
P ₂	0,4050	0,5521	0,4211	2,3806	1,4057
P ₃	0,3544	0,3731	0,4785	1,9511	1,9250
FOSFORO					
T	0,0859	0,1700	0,1002	0,1009	0,1073
P ₁	0,1338	0,1727	0,1817	0,2014	0,2161
P ₂	0,1521	0,1825	0,2000	0,1822	0,2319
P ₃	0,1513	0,1761	0,2173	0,2112	0,2720
POTASIO					
T	1,5160	2,6000	2,6055	1,1217	1,7290
P ₁	1,6704	2,0389	2,5992	1,8889	1,9155
P ₂	1,2760	1,3939	2,1277	1,1079	1,8511
P ₃	1,3162	1,5500	2,2742	0,8654	1,3007
MAGNESIO					
T	0,1016	0,1001	0,1228	0,3671	0,3266
P ₁	0,1148	0,1704	0,1635	0,2776	0,3108
P ₂	0,1226	0,1255	0,1781	0,4481	0,3363
P ₃	0,0964	0,1073	0,2381	0,2981	0,3227
SODIO					
T	0,0160	0,0180	0,0104	0,0222	0,0188
P ₁	0,0169	0,0104	0,0086	0,0121	0,0626
P ₂	0,0222	0,0173	0,0131	0,0235	0,0487
P ₃	0,0208	0,0131	0,0174	0,0394	0,0442

Los valores obtenidos de calcio son superiores en las plantas que recibieron abono que en aquellas que no lo recibieron, efecto que aparece más claro que en el caso de los superfosfatos, en los cuales la subida no era homogénea. Este hecho se debe sin duda a la gran cantidad de calcio que tienen las escorias.

En los valores de fósforo, a excepción de la festuca de Valdecastillo, cuyo valor es inferior al de los testigos, en el resto de las plantas se aprecia un aumento en el contenido de este macroelemento, si bien es inferior al experimentado en el tratamiento con superfosfatos, y por lo tanto también insuficiente para cubrir las necesidades mínimas de los animales.

Referente al potasio ocurre igual que en el caso de los superfosfatos, es

decir, encontramos plantas cuyo contenido en este elemento sufrió una disminución, como fueron: el vallico y holco de Grandoso y la festuca y trébol violeta de ambos campos, y otras que aumentaron su contenido como el vallico, dactilo y holco de Valdecastillo y el trébol blanco de los dos campos.

Por lo que respecta al magnesio, según BONISCUOT (28), al aplicar escorias a un suelo, se produce un aumento considerable en el contenido de este elemento en la planta, debido, en parte, a la alcalinización producida, con lo cual la absorción por la planta aumenta (52), y también por el contenido en magnesio de las escorias que puede alcanzar hasta un 5 %. Los resultados obtenidos por nosotros concuerdan con lo anteriormente citado, y aunque es cierto que con algunas dosis los valores sufren una disminución, en general se produce un aumento.

Con el sodio, al contrario que en el caso de los superfosfatos en los que el aumento era homogéneo para todas las plantas, aquí hay algunas que no lo experimentan como en el caso de la festuca en los dos campos y el dactilo en Valdecastillo, el resto de las plantas sí aumentan.

Los resultados obtenidos en los análisis de microelementos, expresados en ppm, quedan expuestos en la Tabla n.º 17 los datos de Valdecastillo y en la n.º 18 los del campo de Grandoso.

TABLA N.º 17

Efectos de tres dosis de escorias sobre el contenido de hierro, cobre, manganeso y zinc en el vallico, dactilo, festuca, holco, trébol violeta y trébol blanco en el campo de Valdecastillo. (en ppm.)

HIERRO						
Tratam.	Vallico	Dactilo	Festuca	Holco	T. violeta	T. blanco
T	68,96	146,14	79,66	122,39	185,84	242,64
P ₁	48,82	82,50	83,91	61,54	58,70	111,01
P ₂	32,54	50,61	102,12	54,59	73,66	97,77
P ₃	50,51	81,32	67,45	59,61	64,03	175,96
COBRE						
T	2,94	4,02	4,07	3,39	6,96	7,11
P ₁	3,27	4,26	6,38	3,95	5,73	7,05
P ₂	3,72	3,95	10,25	3,51	7,37	6,80
P ₃	3,38	5,53	4,10	3,83	5,60	7,64
MANGANESO						
T	143,36	205,79	59,74	197,98	42,04	83,99
P ₁	45,20	73,62	36,48	126,70	25,68	48,10
P ₂	50,61	50,61	38,29	87,35	22,12	55,34
P ₃	55,92	99,39	41,93	99,36	22,41	48,15
ZINC						
T	9,07	21,47	22,63	15,74	15,99	16,33
P ₁	12,65	14,81	12,31	14,02	13,75	16,46
P ₂	10,84	11,74	11,85	12,65	11,52	16,14
P ₃	12,62	14,00	19,59	14,90	12,80	15,74

TABLA N.º 18

Efectos de tres dosis de escorias sobre el contenido de hierro, cobre, manganeso y zinc en el vallico, festuca, holco, trébol violeta y trébol blanco en el campo de Grandoso. (en ppm)

HIERRO					
Tratam.	Vallico	Festuca	Holco	T. violeta	T. blanco
T	100,34	150,01	279,96	64,25	108,74
P ₁	187,39	87,28	56,34	76,19	102,22
P ₂	61,94	377,21	89,11	188,09	104,38
P ₃	74,91	108,54	109,91	136,21	313,53
COBRE					
T	3,27	3,10	2,95	10,09	6,41
P ₁	3,23	5,26	3,18	5,84	6,56
P ₂	4,05	5,24	3,86	8,37	8,92
P ₃	4,37	5,62	2,17	8,03	5,87
MANGANESO					
T	46,10	50,25	76,35	26,62	70,00
P ₁	46,40	39,09	59,90	22,85	36,83
P ₂	30,49	31,94	45,46	30,56	25,97
P ₃	50,85	54,72	69,61	49,58	51,27
ZINC					
T	17,17	26,20	17,17	26,62	27,06
P ₁	13,83	12,49	14,08	25,03	15,10
P ₂	14,77	22,35	23,18	16,15	17,62
P ₃	11,80	9,49	12,82	19,74	20,11

En el caso del hierro hay una neta diferencia entre los valores encontrados en los dos campos, y así mientras que en Valdecastillo dan cifras más altas los testigos, a excepción de la festuca en la dosis intermedia de fertilizante, en Grandoso ocurre lo contrario, es decir, normalmente se dan valores más altos en las parcelas abonadas, únicamente el holco presenta contenidos inferiores a los testigos. Los resultados obtenidos en Grandoso no parecen normales, ya que las escorias por su poder alcalinizante deberían normalmente reducir los valores de hierro (52).

En el caso del cobre y manganeso también los valores obtenidos en las parcelas abonadas son superiores a los testigos, este hecho puede ser debido a que la influencia que tiene la riqueza de las escorias en ambos elementos, es mayor que el posible efecto que se produce por el cambio del valor del pH del suelo.

Finalmente los valores obtenidos de zinc son inferiores a los hallados en los testigos, ya que este elemento al igual que los anteriores, sufre una disminución en su asimilabilidad cuando aumenta el valor de pH del suelo, se hace más alcalino.

Relaciones

En la Tabla n.º 19 se recogen los valores de la relación Ca/P con los datos del campo de Valdecastillo, y en la Tabla n.º 20, la misma relación con los datos de Grandoso, en ambos casos se dan los valores de las parcelas testigo y de los seis tratamientos de fertilización fosfática ensayada.

TABLA N.º 19

Efecto de tres dosis diferentes de superfosfatos y escorias sobre el valor de la relación Ca/P en Valdecastillo

	Vallico	Dactilo	Festuca	Holco	T. violeta	T. blanco
T	2,10	1,32	1,21	1,13	7,19	9,59
P ₁	1,81	1,17	1,46	1,20	7,11	5,84
P ₂	1,76	1,40	1,82	1,11	6,81	6,75
P ₃	1,68	1,11	1,35	1,08	8,37	5,40
P ₁	1,60	1,23	2,32	1,12	7,50	5,71
P ₂	1,57	1,22	1,76	1,06	7,36	6,76
P ₃	1,46	1,64	2,23	1,22	6,04	9,60

TABLA N.º 20

Efectos de tres dosis diferentes de superfosfatos y escorias sobre el valor de la relación Ca/P en Grandoso

	Vallico	Festuca	Holco	T. violeta	T. blanco
T	3,36	1,82	3,31	15,92	16,19
P ₁	2,06	1,78	1,64	12,96	6,13
P ₂	2,22	2,24	1,38	10,50	9,33
P ₃	1,72	1,61	1,46	5,94	5,77
P ₁	2,71	2,69	2,12	9,32	8,29
P ₂	2,65	3,02	2,10	13,06	6,06
P ₃	2,29	2,11	1,93	9,23	7,07

En cuanto a esta relación los valores más elevados deberían corresponder a las plantas de las parcelas abonadas con escorias, ya que en conjunto son éstas las que presentan un contenido mayor en calcio (gráfico n.º 11), siendo por otro lado mayor el contenido de fósforo en el abonado con superfosfatos que con escorias (gráfico n.º 12), sin embargo a nivel de plantas individuales vemos cómo los cocientes más altos de esta relación en el campo de Valdecillo no corresponden siempre al abonado con escorias, pues todas las plantas presentan un valor menor que en el abonado con superfosfatos. En Grandoso solamente presentan valores inferiores a los superfosfatos, las leguminosas.

En la relación K/Na, los valores más altos se suelen encontrar en las escorias, sobre todo en Valdecastillo (Tabla n.º 21), ya que únicamente el holco y el trébol violeta en las dosis más pequeñas de fertilizante, presentan valores inferiores a los encontrados en los superfosfatos. En Grandoso (Tabla

n.º 22), hay más valores de escorias inferiores a los de superfosfatos; es fácil comprenderlo, ya que el potasio (gráfico n.º 13) disminuye a medida que las dosis de escorias van siendo mayores, y por otro lado el sodio (gráfico n.º 15) presenta en Grandoso los valores más altos en el abonado con escorias, de aquí que no exista una marcada diferencia en este campo entre los superfosfatos y las escorias.

TABLA N.º 21

Efectos de tres dosis diferentes de superfosfatos y escorias sobre el valor de la relación K/Na en Valdecastillo

	Vallico	Dactilo	Festuca	Holco	T. violeta	T. blanco
T	162,63	193,18	222,77	308,72	173,31	142,04
P ₁	131,01	161,12	186,38	212,25	222,43	167,19
P ₂	120,57	156,00	179,92	171,48	116,30	121,24
P ₃	121,95	198,94	161,46	217,50	54,38	136,59
P ₁ ²	174,28	310,07	202,13	157,58	120,62	259,89
P ₂ ²	178,55	255,07	218,19	226,72	208,01	135,92
P ₃ ²	189,03	103,47	263,22	285,08	108,26	178,65

TABLA N.º 22

Efectos de tres dosis diferentes de superfosfatos y escorias sobre el valor de la relación K/Na en Grandoso

	Vallico	Festuca	Holco	T. violeta	T. blanco
T	91,22	141,44	218,37	50,50	91,72
P ₁	55,04	172,32	116,66	51,61	30,42
P ₂	52,28	156,04	212,15	13,44	36,89
P ₃	98,23	139,04	61,99	31,43	49,37
P ₁ ²	98,54	195,11	301,18	154,95	30,58
P ₂ ²	57,17	80,13	161,43	17,12	38,00
P ₃ ²	63,03	118,23	130,70	21,91	29,38

TABLA N.º 23

Efectos de tres dosis diferentes de superfosfatos y escorias sobre el valor de la relación (Ca + Mg)-P en Valdecastillo

	Vallico	Dactilo	Festuca	Holco	T. violeta	T. blanco
T	22,60	22,37	15,37	18,11	118,37	172,77
P ₁	27,55	19,81	22,75	17,58	148,64	163,95
P ₂	27,98	25,90	29,77	16,58	140,85	192,44
P ₃	24,81	19,51	24,29	16,49	158,40	151,72
P ₁ ²	25,63	16,87	32,84	18,09	133,79	143,16
P ₂ ²	24,49	16,49	25,52	15,01	133,01	172,48
P ₃ ²	22,21	33,64	33,15	22,35	113,26	181,52

Por último referente a la alcalescencia alcalino-terrosa, tablas n.º 23 y 24, sucede lo mismo que en la relación Ca/P, es decir, si en conjunto el cociente de esta relación debería ser mayor en el caso de las escorias, este hecho sólo se presenta en Grandoso, ya que en Valdecastillo los valores encontrados en los superfosfatos son superiores a los encontrados en las escorias.

TABLA N.º 24

Efectos de tres dosis diferentes de superfosfatos y escorias sobre el valor de la relación (Ca +)-P en Grandoso

	Vallico	Festuca	Holco	T. violeta	T. blanco
T	32,98	21,01	35,42	187,26	191,60
P ₁	27,99	28,17	33,40	230,52	155,04
P ₂	33,11	35,16	23,21	219,87	219,28
P ₃	41,63	29,65	38,71	147,68	172,34
P ₁ ²	34,16	16,36	36,80	195,38	189,02
P ₂ ²	37,52	19,51	39,98	264,65	151,01
P ₃ ²	29,62	30,10	46,93	203,86	197,57

4.3. INFLUENCIA DEL ABONADO FOSFATADO SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE HENOS DE PRADOS NATURALES.

Macroelementos.—Los resultados obtenidos de la determinación de calcio, fósforo, potasio, magnesio y sodio, sobre muestras de henos de las diferentes parcelas, se recogen conjuntamente en la tabla n.º 25 los datos de los dos experimentos.

En una primera observación se puede comprobar cómo en los henos de las parcelas testigos los valores de calcio, magnesio y sodio, son más altos en el campo de Grandoso que en el de Valdecastillo, mientras que en los valores de fósforo y potasio sucede lo contrario, son más altos en Valdecastillo. Este comportamiento se manifestaba también en las plantas estudiadas aisladamente.

El abonado nitró-potásico provoca un descenso en los valores de calcio que llega a alcanzar en uno de los campos el 32,75 %, y un poco más bajo en el otro, lo que concuerda con los resultados obtenidos por otros autores (52) que lo han cifrado en torno al 30 %.

La influencia de este abonado en el contenido en fósforo sigue siendo contradictorio, en uno de los campos se produce un aumento mientras que en el otro una reducción. Este mismo comportamiento se producía al estudiar las plantas aisladamente y es también la opinión que se refleja en la bibliografía (1, 52).

En el potasio, aunque con distinta intensidad, se aprecia siempre un aumento, lógica consecuencia de la adición de este elemento, aunque no en todas las ocasiones se ha encontrado este incremento (1, 4, 52).

TABLA N.º 25
Influencia del abonado sobre el contenido de calcio, fósforo, potasio, magnesio y sodio
en los henos de Valdecastillo y Grandoso
(% de materia seca)

Trata- miento	CALCIO		FOSFORO		POTASIO		MAGNESIO		SODIO	
	Valde- castillo	Grandoso	Valde- castillo	Grandoso	Valde- castillo	Grandoso	Valde- castillo	Grandoso	Valde- castillo	Grandoso
Testigo	0.6185	0.9242	0.1920	0.0990	1.7000	1.5300	0.1637	0.2266	0.0147	0.0192
NK	0.4159	0.8773	0.1720	0.1420	1.8100	1.5600	0.1297	0.2062	0.0129	0.0211
P ₁	0.4158	0.7478	0.2720	0.2060	1.9000	1.5100	0.1296	0.2121	0.0114	0.0275
P ₂	0.4036	0.7353	0.2390	0.3210	1.9800	1.5100	0.1425	0.2060	0.0133	0.0290
P ₃	0.3727	0.7400	0.3017	0.3120	1.9500	1.7100	0.1320	0.2139	0.0114	0.0118
P ₄	0.4762	0.5889	0.2540	0.2445	2.0800	1.6500	0.1439	0.1723	0.0116	0.0196
P ₅	0.4265	0.8542	0.2540	0.2550	1.8500	1.4800	0.1275	0.2175	0.0104	0.0298
P ₆	0.4478	0.7195	0.2610	0.2760	1.7800	1.4900	0.1595	0.2109	0.0139	0.0176

En el magnesio se observa una disminución en su contenido por efecto de la fertilización nitró-potásica, de diferente intensidad en un campo y otro, siendo un resultado en el que no coinciden otros autores (1, 52).

En cuanto al sodio, dado el antagonismo existente entre este elemento y el potasio (1, 4), era normal que la presencia de potasio en el abono influyera en el sentido de reducir el contenido de sodio de los henos. Por otro lado, la adición de nitrógeno tiene más bien un efecto positivo (1, 86), todo lo cual puede explicar los valores encontrados que aparecen con una disminución del contenido de sodio en un campo (Valdecastillo) y un aumento en el otro.

Al estudiar la influencia de la fertilización fosfatada, en sus diferentes formas, superfosfatos y escorias, sobre el contenido en los distintos microelementos, nos encontramos los resultados siguientes: En el calcio la acción de la fertilización fosfatada se manifiesta con una disminución en su contenido en relación con los testigos siendo más evidente la disminución en el tratamiento con superfosfatos que con las escorias, posiblemente por el más alto contenido que éstas tienen en calcio. El comportamiento en uno y otro campo es también diferente siendo más acusada la disminución en Valdecastillo que en Grandoso.

Al considerar el efecto que la fertilización fosfatada tiene sobre el contenido en fósforo, se observa cómo el valor de este macroelemento se hace mayor a medida que se aumentan las dosis de fertilizante fosfatado, siendo un poco más marcado el efecto bajo la acción de los superfosfatos que con las escorias. Las diferencias entre los campos en valores absolutos, no son muy marcadas, apreciándose solamente, unos valores ligeramente más altos en el campo de Grandoso, siendo mucho mayor el incremento producido por la adición del fosfato en este campo.

En relación con el contenido en potasio de los henos, los resultados obtenidos no son en modo alguno clarificadores. Algún investigador afirma (170) que no existe ninguna influencia en el contenido en potasio de las plantas bajo la acción de los superfosfatos, en los henos analizados se observa un incremento de alrededor del 16 % en relación de los testigos sin abono, y este aumento es menor aún cuando la fuente del fósforo son las escorias. Las diferencias entre los dos campos son mínimas aunque se puede comprobar cómo el contenido en potasio de los henos es ligeramente más elevado en Valdecastillo que en Grandoso, condición que se presenta también a nivel de los suelos al ser un poco más alto el valor de K₂O en el primero.

Finalmente al estudiar los datos de sodio en los henos nos encontramos con que los valores no se ven afectados por la fertilización, ni por los niveles de aplicación, ni por la forma en que se aplican —superfosfatos o escorias— y sí se puede observar un comportamiento radicalmente distinto entre uno y otro campo y así mientras que los valores de sodio descienden en relación con los testigos en Valdecastillo, en el otro campo los valores de sodio son valores más

elevados, dándose la circunstancia de que en este campo se encontraba una disminución en los contenidos de potasio en la planta posiblemente por existir una interacción entre ambos elementos (1, 4).

Microelementos.—Los resultados se expresan en la Tabla n.º 26. En general puede decirse que lo mismo que sucedía al estudiar las plantas aisladamente los valores obtenidos en los henos sometidos a fertilización no presentan valores muy homogéneos y por ello resulta difícil deducir conclusiones claras y precisas.

TABLA N.º 26

Influencia del abonado sobre el contenido en hierro, cobre, manganeso y zinc, de los henos de Valdecastillo y Grandoso (expresados en ppm)

Tratamiento	HIERRO		COBRE		MANGANESO		ZINC	
	Valdecastillo	Grandoso	Valdecastillo	Grandoso	Valdecastillo	Grandoso	Valdecastillo	Grandoso
Testigo	126,43	88,32	5,23	5,21	118,60	199,25	19,61	22,59
NK	82,87	99,29	4,74	6,06	99,64	37,25	20,19	24,42
P ₁	88,75	110,12	4,49	4,02	91,83	84,53	24,02	18,71
P ₂	93,49	101,83	4,93	5,52	88,13	47,41	19,79	20,48
P ₃	120,68	117,19	5,05	4,33	92,71	51,01	20,09	22,01
P ₁ ²	117,02	161,91	4,83	3,84	75,06	60,22	17,07	14,96
P ₂ ²	68,93	105,07	4,44	6,11	59,24	49,30	15,37	21,89
P ₃ ²	67,10	104,46	4,32	3,92	69,04	59,26	17,19	15,15

Al considerar, en primer lugar, la influencia que el abonado de fondo a base de nitrógeno y potasio, puede tener sobre el contenido de los micronutrientes, debemos señalar lo siguiente:

En el caso del hierro nos encontramos con que mientras que en uno de los campos (Valdecastillo) se presenta una disminución importante en su contenido, lo cual puede explicarse por su intensa interacción con el potasio (111), en Grandoso los valores ofrecen un ligero aumento.

En relación con el cobre hay discrepancias entre los distintos autores y así como según algunos con un abonado de este tipo su contenido en los henos disminuye (75, 78, 142), otros encuentran valores más altos en este micronutriente con el abonado nitró-potásico (102). En nuestro experimento los datos nos acusan esta misma falta de concordancia al obtener en uno de los campos un aumento del 16,13 % y en el otro una disminución del 9,3 %.

En el contenido de manganeso la diferencia es clara y homogénea pues se produce un descenso muy evidente y en los dos campos, si bien más acusado en el de Grandoso.

En efecto del abonado de fondo NK sobre el contenido en zinc de los henos se señala con un incremento en los valores de los dos campos. Los datos de otros autores son muy contradictorios pues frente a los que, como en

nuestro caso, observan un aumento en el nivel de zinc en el heno (51, 52, 162), en otros casos sucede lo contrario (38, 44, 93, 125), no faltando investigadores que no han encontrado ningún efecto (171).

La influencia que sobre el contenido en hierro de los henos tiene la fertilización fosfatada presenta grandes irregularidades, y así podemos ver cómo los superfosfatos provocan una elevación relativamente importante y más regular en Valdecastillo, no siendo tan evidente en el otro campo. Los resultados son más sorprendentes cuando observamos que el efecto de las escorias es contrario a lo esperado, ya que al elevar las dosis de este fertilizante se evidencia una disminución bastante acusada no obstante la mayor riqueza en hierro que tienen las escorias, lo que puede ser debido al efecto depresivo que ejerce sobre su absorción el mayor contenido en calcio de las mismas.

El efecto sobre el contenido de cobre de la fertilización fosfatada es prácticamente nulo, los valores oscilan en torno a cifras análogas sin poder apreciar orientación concreta con el empleo de los dos fertilizantes, ni en ninguno de los campos, sí conviene señalar que a excepción de dos valores en Grandoso los demás son inferiores a la cifra obtenida con el testigo sin abono.

Los datos obtenidos de manganeso en heno se pueden comprobar cómo son claramente inferiores a los que ofrecen los testigos correspondientes, llegando en algunos casos a disminuciones del 75 %, resultados en los que se coincide con COPPENET (52). Esta misma respuesta fue obtenida en este nutriente en las plantas estudiadas aisladas. La fertilización no manifiesta ningún efecto sobre el contenido en manganeso y solamente pueden advertirse que son un poco más altos los valores de las parcelas que recibieron superfosfatos que escorias y por campos un poco más elevados los valores en Valdecastillo.

Por último en el zinc se aprecia una gran diferencia entre los dos campos en el caso de la fertilización con superfosfatos, ya que en Valdecastillo se observa un aumento que llega a un 22 %, mientras que en Grandoso existe una disminución, en el caso de las escorias los valores encontrados en uno y otro campo son inferiores a los henos de las parcelas testigo.

Relaciones

A continuación se dan los valores de la relación Ca/P obtenidos con los valores correspondientes a cada uno de los tratamientos y campos:

	Valdecastillo	Grandoso
TESTIGO	3,22	9,88
NK	2,41	6,17
P ₁	1,52	2,52
P ₂	1,68	2,29
P ₃	1,23	2,37
P ₁ ²	1,87	2,40
P ₂ ²	1,67	3,34
P ₃ ²	1,71	2,60

Como se puede ver los valores más altos se dan en las parcelas testigos y con abonado de fondo en relación con los distintos tratamientos con valores análogos superiores a los que se estiman como normales 3.55 (108). Todos los valores calculados son más altos en uno de los dos campos (Grandoso) lo que puede ser debido a que tiene un nivel de calcio más alto.

La relación K/Na calculada de análoga manera da los resultados que se expresan a continuación:

	Valdecastillo	Grandoso
Testigo	115,64	79,68
NK	110,31	73,93
P ₁	166,66	54,90
P ₂	148,87	52,06
P ₃	171,05	40,90
P ₁ '	178,54	84,18
P ₂ '	177,88	49,66
P ₃ '	128,05	84,65

Los valores encontrados superan con exceso la cifra considerada como óptima lo que pone de manifiesto el bajo contenido en sodio de los forrajes de la zona y la necesidad de potenciar el nivel de este elemento en estos suelos, ya que puede en algunas ocasiones actuar como factor limitante de las producciones ganaderas.

Finalmente la alcalescencia alcalino-terrosa nos dio los datos siguientes:

	Valdecastillo	Grandoso
Testigo	59,02	109,45
NK	37,36	86,50
P ₁	27,34	66,79
P ₂	30,71	62,03
P ₃	20,30	64,19
P ₁ '	36,61	51,67
P ₂ '	30,00	81,67
P ₃ '	34,63	65,44

Como en el caso de la relación Ca/P los valores más altos se encuentran en los testigos, y dentro de ellos es mayor el de Grandoso, ya que éste presenta unos contenidos superiores en calcio y magnesio siendo inferiores los de fósforo. Comparando las parcelas abonadas seguimos observando cómo las cifras más altas, incluso sobrepasando la óptima de + 50 (39), se encuentra en Grandoso, donde únicamente un valor, en las escorias en su dosis más baja, se acerca a la cifra considerada como normal. Los valores de Valdecastillo pueden considerarse como óptimos.

En los gráficos número 10 al 18 se incluyen de una manera esquemática la influencia que los distintos tratamientos de abonado han tenido, tanto sobre las

FIGURA Nº 11
Influencia del abonado sobre el contenido en calcio
de las plantas y heno estudiados
(en % de materia seca)

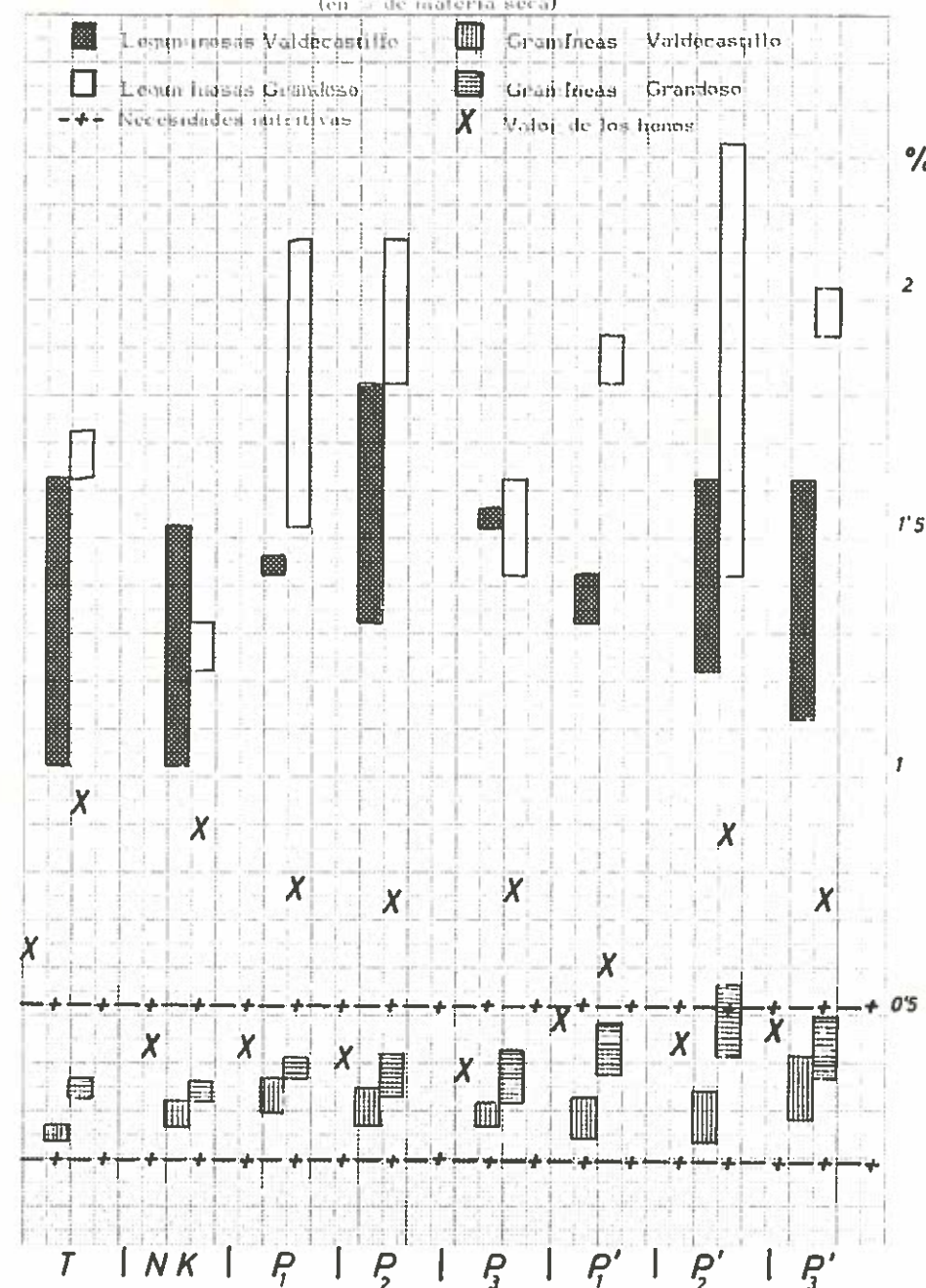


FIGURA Nº 12

Influencia del abonado sobre el contenido en fósforo
de las plantas y heno estudiados
(en % de materia seca)

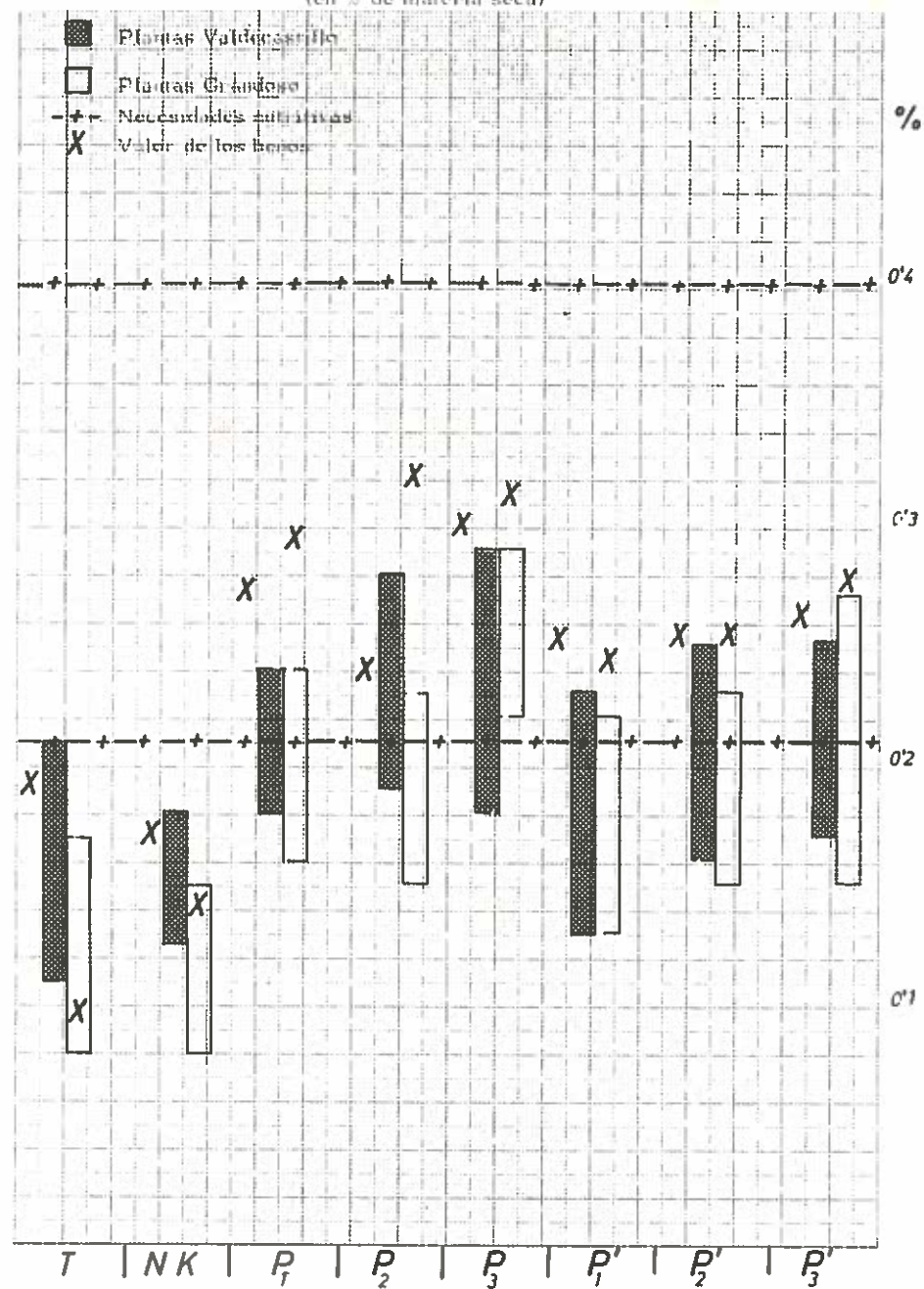


FIGURA Nº 13

Influencia del abonado sobre el contenido en potasio
de las plantas y heno estudiados
(en % de materia seca)

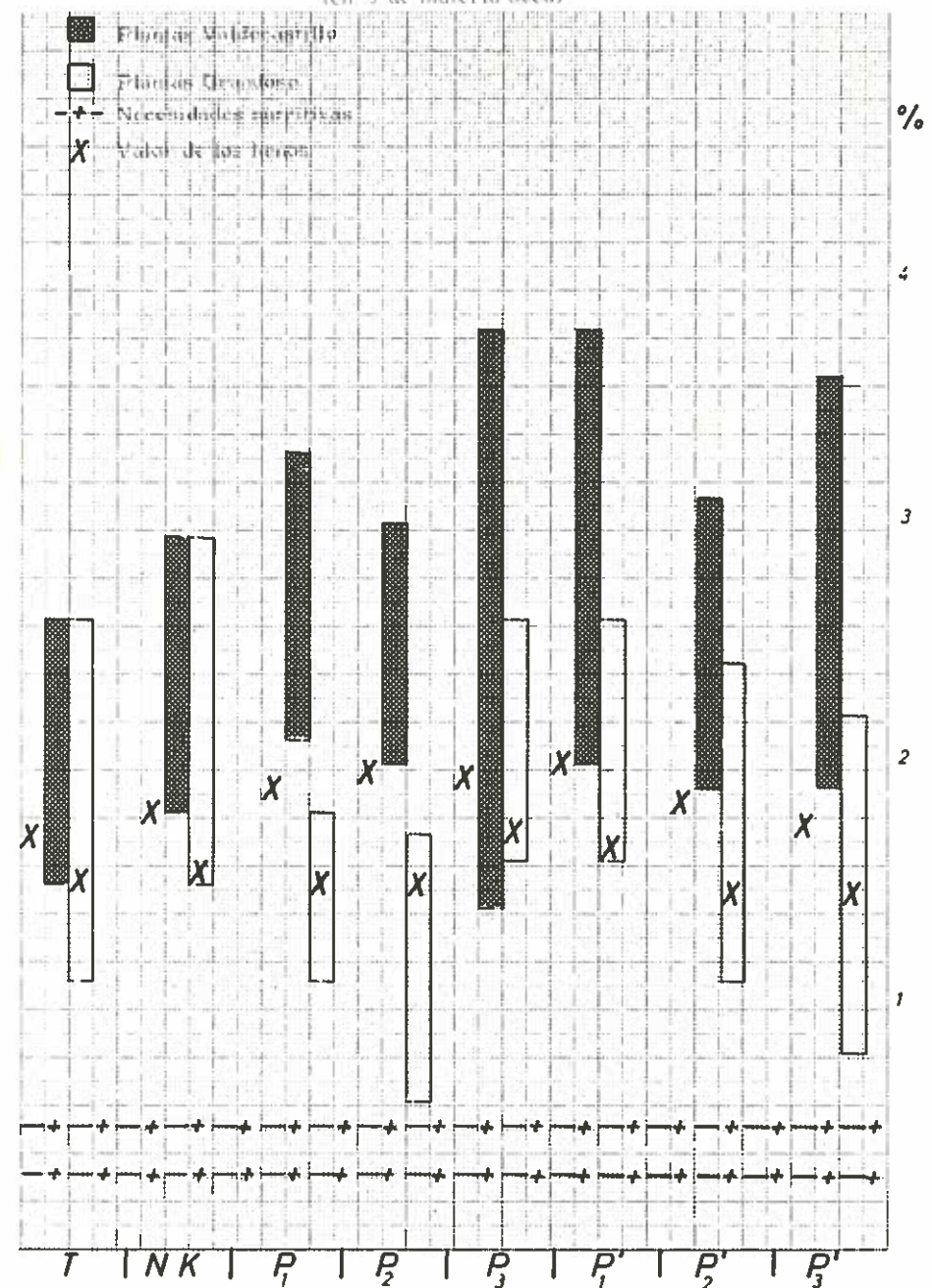


FIGURA Nº 14

Influencia del abonado sobre el contenido en nitrógeno
de las plantas y heno estudiados
(en % de materia seca)

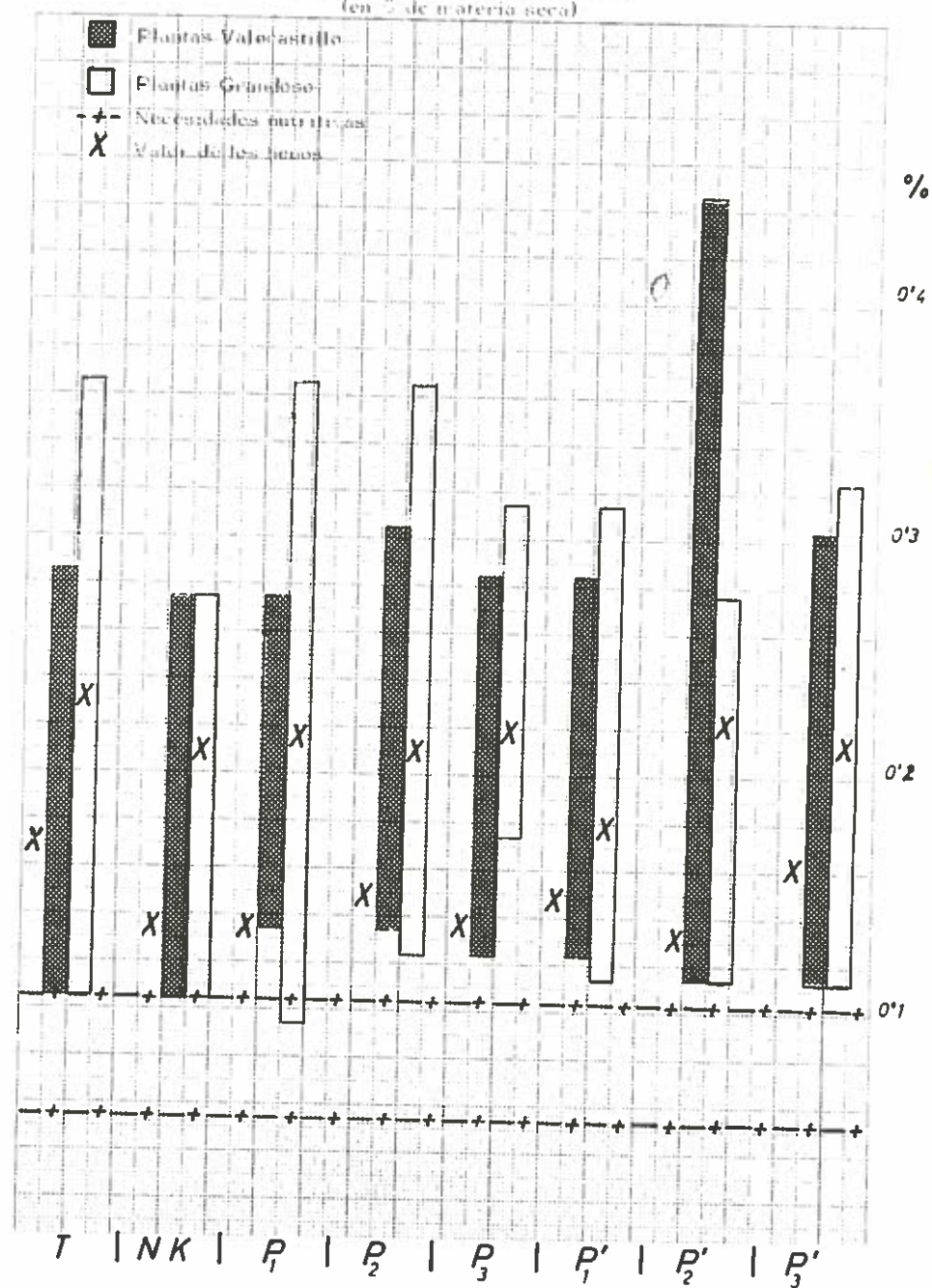


FIGURA Nº 15

Influencia del abonado sobre el contenido en sodio
de las plantas y heno estudiados
(en % de materia seca)

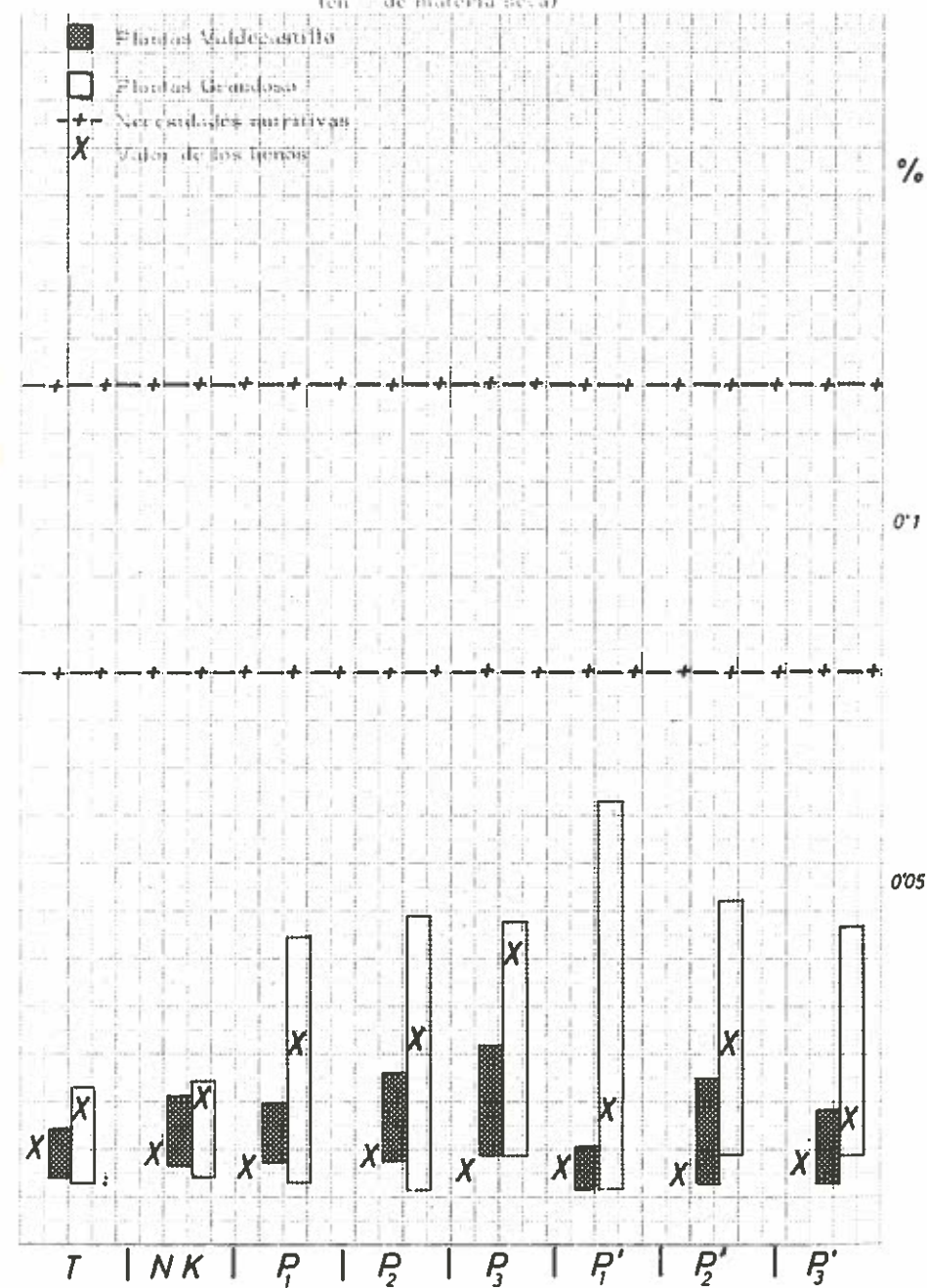


FIGURA Nº 16

Influencia del abonado sobre el contenido en hierro
de las plantas y heno estudiados
(en ppm.)

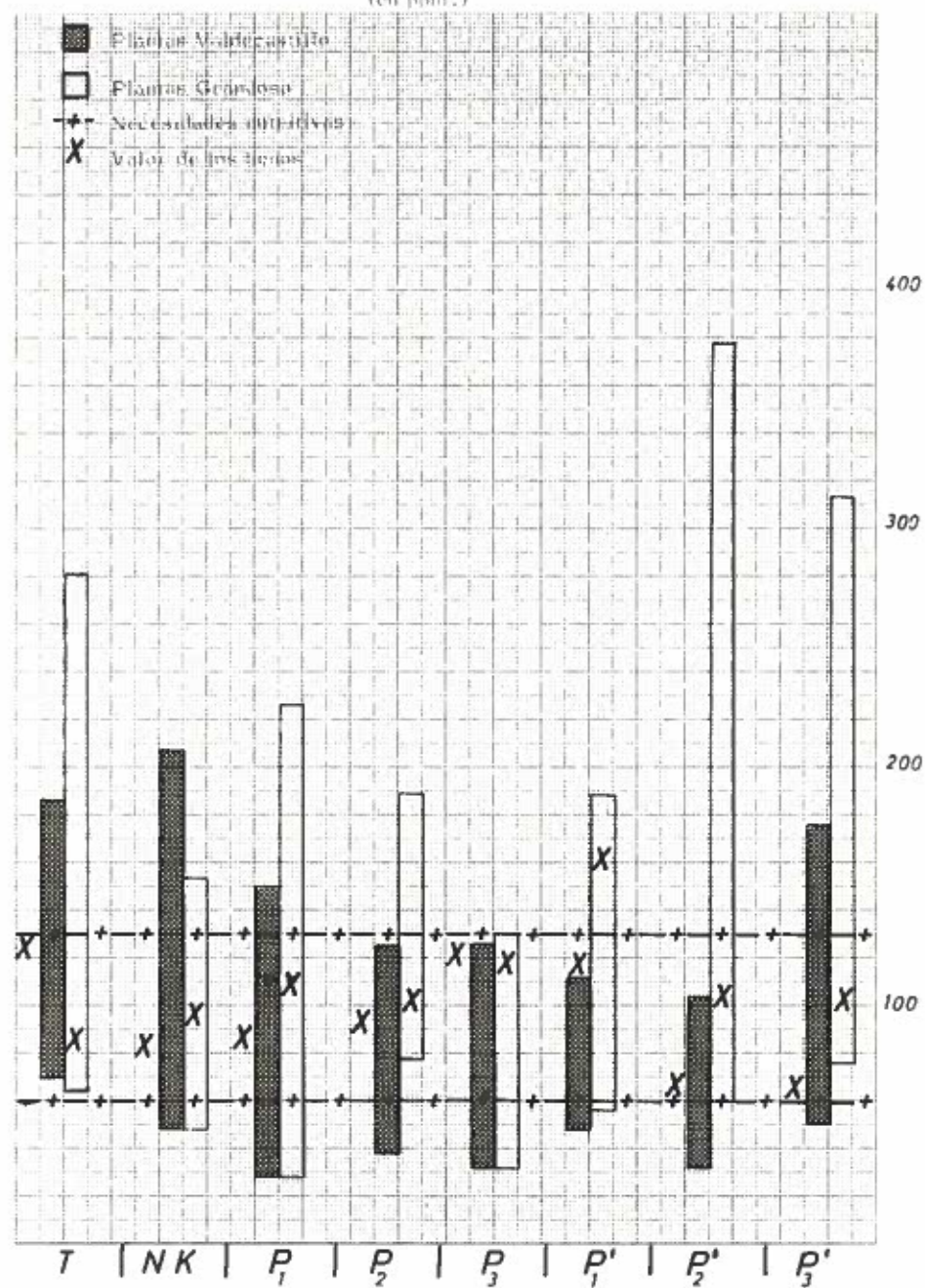


FIGURA Nº 17

Influencia del abonado sobre el contenido en cobre
de las plantas y heno estudiados
(en ppm.)

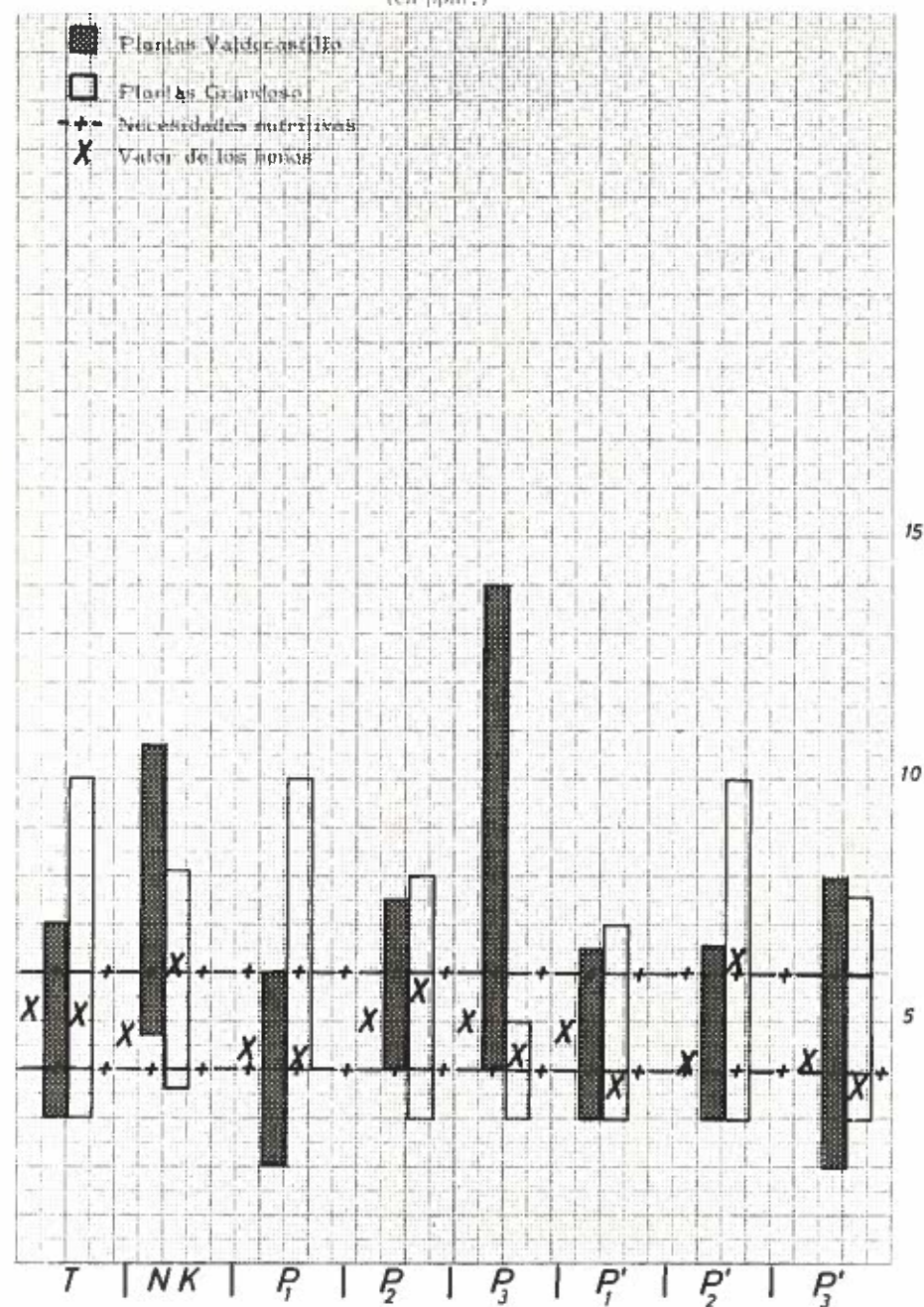


FIGURA Nº 18

Influencia del abonado sobre el contenido en manganeso
de las plantas y heno estudiados
(en ppm.)

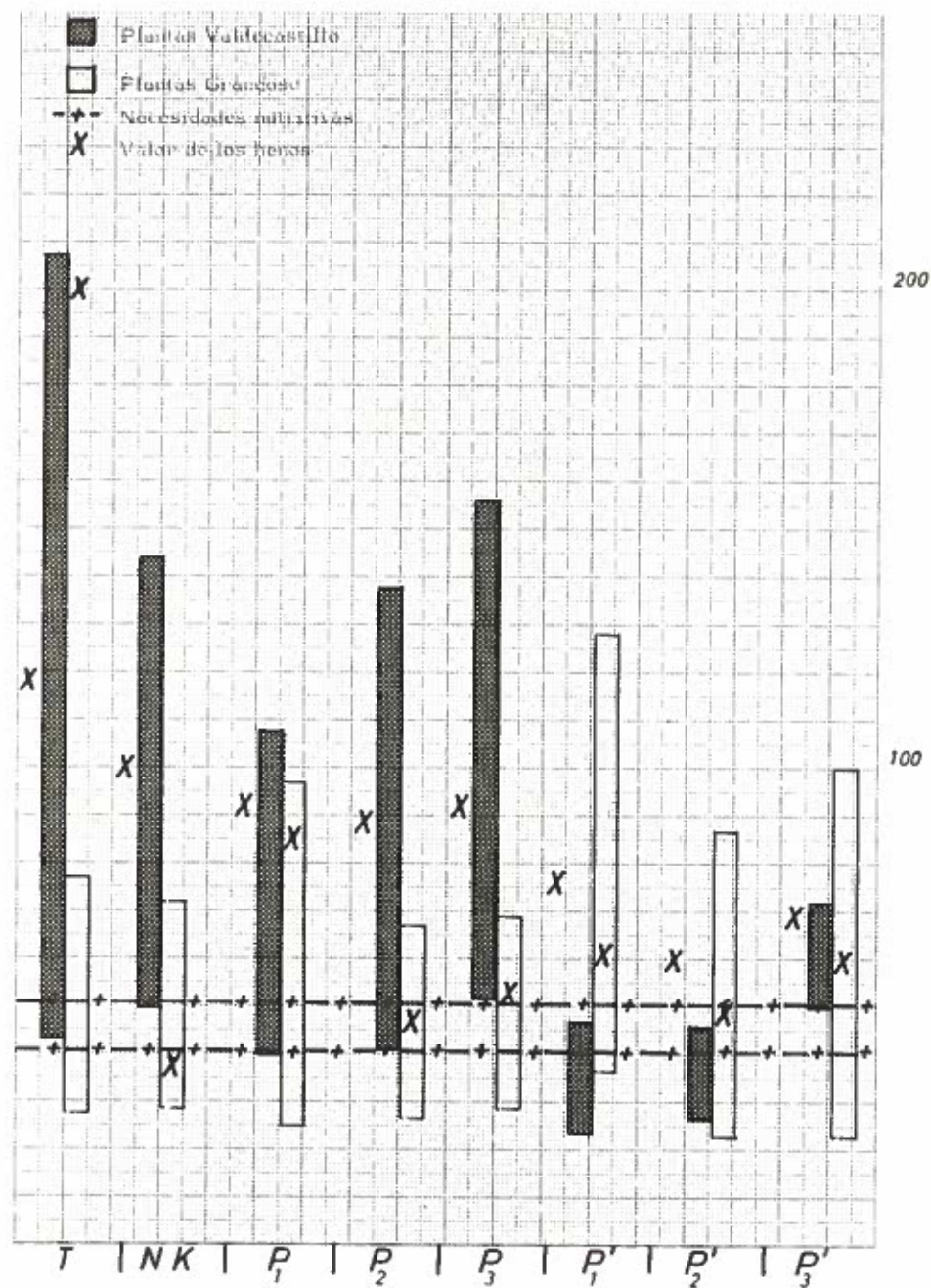
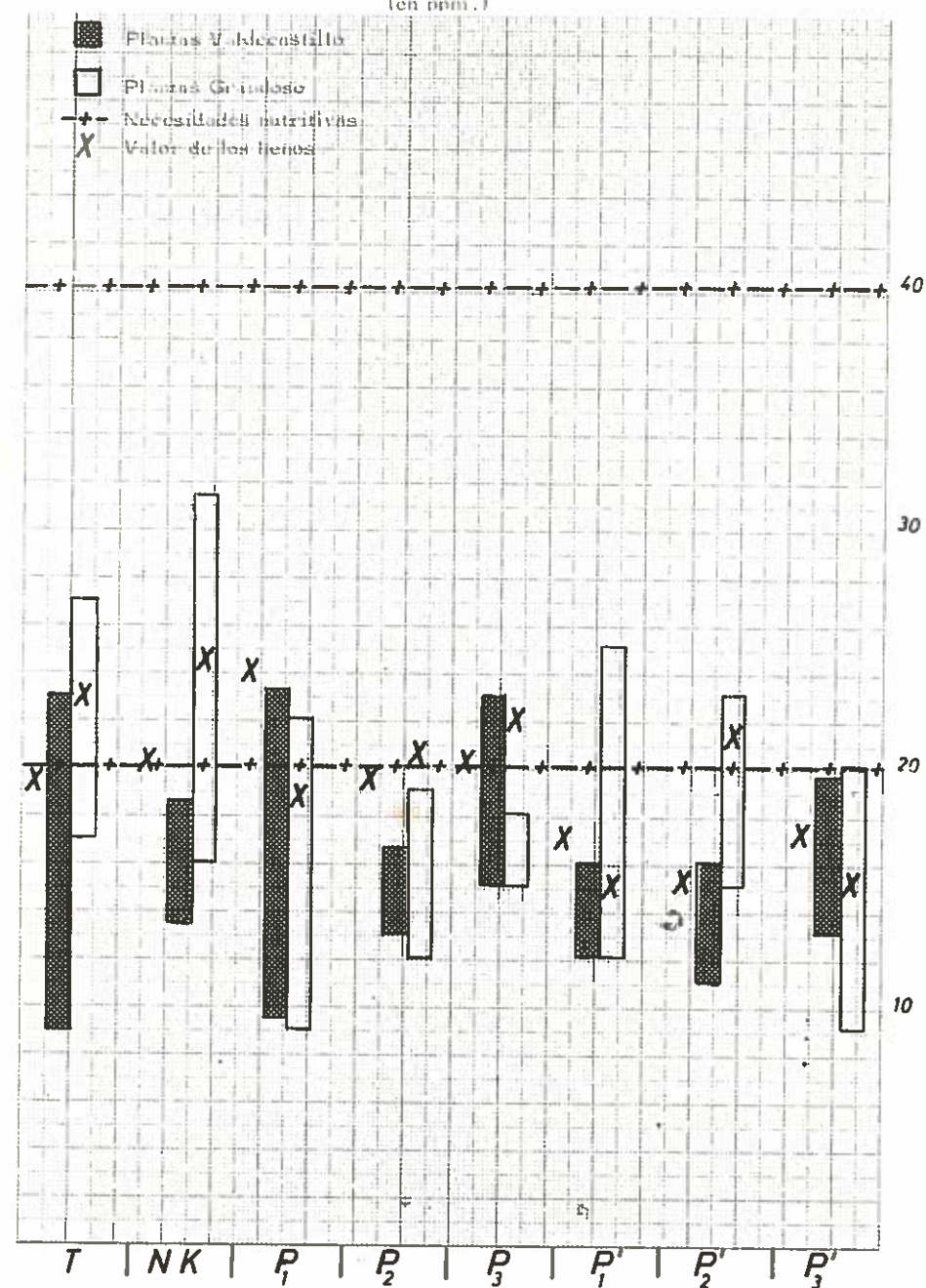


FIGURA Nº 19

Influencia del abonado sobre el contenido en zinc
de las plantas y heno estudiados
(en ppm.)



plantas consideradas aisladamente como sobre los henos. Los valores de primeras van representados por barras en las cuales se engloban todos los valores obtenidos en ellas representando su magnitud el margen de variación entre los valores máximo y mínimo.

Por otro lado, los henos, al ser un valor único, van representados por una X, correspondiendo a Valdecastillo el valor situado al lado de la barra correspondiente a este campo, estando el de Grandoso incluido dentro de la barra del mismo campo.

Al igual que en los gráficos anteriores, y para que sirvan de comparación, se incluyen los márgenes de las necesidades medias de minerales para el mantenimiento de los animales domésticos.

5. ANALISIS ESTADISTICO

Una vez obtenidos los resultados se han realizado análisis estadísticos de los datos obtenidos encaminados a comprobar si los fertilizantes utilizados eran la única fuente de variación sobre el contenido de las plantas en un determinado elemento, o bien si han influido otros factores.

Tanto en los henos como en las plantas individuales, se hizo un análisis de varianza, en el cual se estudiaron dos factores, abonado y localidad, es decir, se han contrastado los valores experimentales obtenidos por nosotros para saber en qué medida los resultados estaban influenciados por el abonado realizado o bien las diferencias se debían al suelo donde la planta se asienta.

En primer lugar se estudió la posible influencia de la localidad sobre el contenido mineral, y así tenemos que para el calcio, Tabla n.º 27, la mayoría de las plantas presentan significación para este factor, es decir, el calcio está más influenciado por las condiciones del suelo que por el abonado realizado, es lógico si pensamos que los campos donde se hicieron las experiencias tenían

TABLA N.º 27
Valores medios de calcio en las plantas pratenses y henos
según su localización

	Valdecastillo	Grandoso	Grado de significación
Vallico	0,2910	0,3512	**
Festuca	0,3084	0,3864	
Holco	0,2578	0,3840	**
T. violeta	1,2734	1,8430	**
T. blanco	1,5959	1,6993	
Henos	0,4471	0,7734	*

* Significación de 5 %.

** Significación de 1 %.

distinto pH, por lo cual el contenido de calcio del suelo será mayor en el que sea más alcalino, hecho confirmado al tener Grandoso unos valores más elevados de calcio en las plantas que Valdecastillo, ya que el primer campo es menos ácido que el segundo.

TABLA N.º 28
Valores medios de fósforo en las plantas pratenses y henos
según su localización

	Valdecastillo	Grandoso	Grado de significación
Vallico	0,1683	0,1434	*
Festuca	0,1809	0,1785	
Holco	0,2195	0,1962	
T. violeta	0,1780	0,1760	
T. blanco	0,2290	0,2152	
Henos	0,2432	0,2433	

* Significación de 5 %.

En cuanto al fósforo, Tabla n.º 28, observamos cómo únicamente un valor, el del vallico, presenta significación el factor localidad; es lo esperado, ya que al estar utilizando abonos fosfatados y ser este nutriente el más escaso, es lógico que el mayor contenido de fósforo en las plantas y henos esté más influido por el fertilizante que por el suelo. Los valores medios son más elevados en Valdecastillo, quizás por la mayor riqueza en P_2O_5 del suelo de este campo.

En el caso del potasio, Tabla n.º 29, se puede observar la gran influencia que sobre el contenido de este elemento en las plantas tiene la distinta localidad, los valores medios son más altos en Valdecastillo dado la mayor cantidad de K_2O existente en el suelo de este campo.

Para el magnesio, Tabla n.º 30, se aprecia claramente la gran diferencia existente entre las gramíneas y las leguminosas en cuanto a la absorción de los elementos minerales, y así, mientras que para las primeras no existen diferencias significativas entre las localidades, en la segunda se aprecia una gran significación. Los henos quizás por la composición botánica que tienen, también presentan significación para este factor.

En cuanto al sodio, Tabla n.º 31, nos volvemos a encontrar con una situación parecida a la del potasio, es decir, la mayoría de las plantas analizadas y los henos, responden de una manera distinta en relación a la mayor o menor absorción de este elemento según el suelo donde se asientan; los valores medios son más altos en Grandoso, lo cual nos indica la gran interacción existente con el potasio, ya que este campo presentaba los valores más bajos en este macroelemento.

TABLA N.º 29
Valores medios de potasio en las plantas pratenses y henos
según su localización

	Valdecastillo	Grandoso	Grado de significación
Vallico	1,9318	1,4309	**
Festuca	2,4745	1,9638	*
Holco	2,7132	2,2135	**
T. violeta	1,9803	1,2142	**
T. blanco	3,2247	1,6681	**
Henos	1,8813	1,5550	**

* Significación de 5 %.

** Significación de 1 %.

TABLA N.º 30
Valores medios de magnesio en las plantas pratenses y henos
según su localización

	Valdecastillo	Grandoso	Grado de significación
Vallico	0,1216	0,1276	
Festuca	0,1439	0,1296	
Holco	0,1480	0,1791	
T. violeta	0,2331	0,3316	**
T. blanco	0,2792	0,3072	**
Henos	0,1411	0,2082	**

* Significación de 5 %.

** Significación de 1 %.

TABLA N.º 31
Valores medios de sodio en las plantas pratenses y henos
según su localización

	Valdecastillo	Grandoso	Grado de significación
Vallico	0,0128	0,0188	**
Festuca	0,0123	0,0137	
Holco	0,0125	0,0149	
T. violeta	0,0165	0,0284	*
T. blanco	0,0203	0,0394	**
Henos	0,0125	0,0257	**

* Significación de 5 %.

** Significación de 1 %.

TABLA N.º 32
Valores medios de hierro en las plantas pratenses y henos
según su localización

	Valdecastillo	Grandoso	Grado de significación
Vallico	50,38	81,25	
Festuca	69,24	154,37	*
Holco	76,25	140,35	**
T. violeta	92,58	100,25	
T. blanco	154,31	135,76	
Henos	95,65	111,02	

* Significación de 5 %.

** Significación de 1 %.

TABLA N.º 33
Valores medios de cobre en las plantas pratenses y henos
según su localización

	Valdecastillo	Grandoso	Grado de significación
Vallico	4,46	3,53	
Festuca	5,24	4,75	
Holco	5,60	3,52	
T. violeta	6,50	7,92	
T. blanco	7,28	6,70	
Henos	4,75	4,87	

TABLA N.º 34
Valores medios de manganeso en las plantas pratenses y henos
según su localización

	Valdecastillo	Grandoso	Grado de significación
Vallico	78,29	45,99	
Festuca	131,48	62,12	**
Holco	53,00	57,11	
T. violeta	41,78	29,42	
T. blanco	64,98	42,95	
Henos	86,71	73,52	

** Significación de 1 %.

TABLA N.º 35
Valores medios de zinc en las plantas pratenses y henos
según su localización

	Valdecastillo	Grandasa	Grado de significación
Vallico	11,06	14,35	
Festuca	15,06	17,31	
Holco	14,98	16,16	
T. violeta	15,92	21,83	
T. blanco	17,32	17,59	
Henos	19,46	20,02	

Para los microelementos, el hierro, Tabla n.º 32, solamente presenta dos valores, en la festuca y el holco, que sean significativos.

En el caso del cobre, Tabla n.º 33, y el zinc, Tabla n.º 35, no se observa ningún valor significativo, por lo cual el comportamiento de estos elementos no depende en absoluto de la localidad.

Para el manganeso, Tabla n.º 34, solamente un valor, el de la festuca, presenta significación para el carácter estudiado.

En cuanto a la posible influencia de las distintas dosis de los abonados utilizados tenemos que en el calcio, Tabla n.º 36, solamente un valor, el de los henos, presenta nivel de significación; parece raro que si el resto de las plantas analizadas no se ven afectadas por el abonado realizado, los henos den una respuesta satisfactoria, esto puede ser debido, y como apuntó algún investigador (135), a que el contenido de calcio en los henos no es prácticamente afectado por el abonado, dependiendo únicamente de la composición botánica del mismo.

En el caso del fósforo, Tabla n.º 37, se puede observar cómo la mayoría de las plantas analizadas y los henos están fuertemente influenciados por los distintos tipos de abonado, únicamente en la festuca y el holco no es tan clara la acción de los fertilizantes.

Para el potasio, Tabla n.º 38, y el sodio Tabla n.º 40, los fertilizantes utilizados no parecen tener ninguna influencia, por lo que pensamos que ambos elementos son más dependientes del suelo donde se encuentran que del abonado realizado.

En el caso del magnesio, Tabla n.º 39, nos volvemos a encontrar lo mismo que cuando se estudió la posible influencia de las localidades, es decir, se aprecia una gran diferencia entre las gramíneas y las leguminosas, pues solamente éstas presentan niveles de significación para el factor estudiado.

TABLA N.º 36
Valores medios de calcio en las plantas pratenses y henos según las dosis del abonado

Tipo	NK	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	Grado de significación
Vallico	0,2806	0,3429	0,3298	0,3410	0,3343	0,3344	
Festuca	0,2783	0,3279	0,3774	0,2873	0,3868	0,4413	
Holco	0,2827	0,3362	0,2842	0,3387	0,3254	0,3221	
T. violeta	1,3287	1,7646	1,7032	1,4926	1,6267	1,8012	
T. blanco	1,6682	1,4674	2,0103	1,6247	1,5986	1,5445	
Henos	0,7714	0,5818	0,5695	0,5564	0,5326	0,6404	**

* Significación de 5 %.
** Significación de 1 %.

TABLA N.º 37
Valores medios de fósforo en las plantas pratenses y henos según las dosis de abonado

Tipo	NK	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	Grado de significación
Vallico	0,1019	0,1771	0,1673	0,1993	0,1618	0,1598	
Festuca	0,1868	0,2019	0,1859	0,1980	0,1524	0,1847	*
Holco	0,1535	0,2376	0,2271	0,2626	0,2085	0,2046	
T. violeta	0,1235	0,1614	0,1983	0,2138	0,1924	0,1740	*
T. blanco	0,1376	0,2449	0,2542	0,2906	0,2407	0,2404	*
Henos	0,1438	0,2840	0,2800	0,3069	0,2493	0,2545	**

* Significación de 5 %.
** Significación de 1 %.

TABLA N.º 38
Valores medios de potasio en las plantas pratenses y henos según las dosis de abonado

Testigo	NK	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	Grado de significación
Vallico	1.8212	1.6802	1.5373	1.8134	1.8661	1.5905	1.6184
Festuca	2.5832	1.9332	2.0408	2.2906	2.0250	1.9319	2.0398
Holco	2.5641	2.3122	2.2876	2.5356	2.7820	2.3766	2.0882
T. violeta	1.7125	1.6676	1.6998	1.4253	1.9499	1.6866	1.4563
T. blanco	2.0697	2.3415	2.1865	2.8623	2.8810	2.2207	2.3073
Henos	1.6150	1.7050	1.7450	1.8300	1.8650	1.6650	1.6350

TABLA N.º 39
Valores medios de magnesio en las plantas pratenses y henos según las dosis de abonado

Testigo	NK	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	Grado de significación
Vallico	0.1091	0.1119	0.1299	0.1905	0.1279	0.1204	0.1141
Festuca	0.1054	0.1277	0.1331	0.1754	0.1616	0.1185	0.1123
Holco	0.1384	0.1519	0.1419	0.1999	0.1575	0.1574	0.2048
T. violeta	0.3229	0.3126	0.2962	0.2516	0.2115	0.3612	*
T. blanco	0.3060	0.2784	0.3025	0.3017	0.2930	0.3134	*
Henos	0.1952	0.1709	0.1743	0.1730	0.1581	0.1725	0.1852

* Significación de 5 %.

TABLA N.º 40
Valores medios de sodio en las plantas pratenses y henos según las dosis de abonado

Testigo	NK	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	Grado de significación
Vallico	0.0177	0.0131	0.0198	0.0185	0.0143	0.0164	0.0154
Festuca	0.0147	0.0162	0.0106	0.0120	0.0101	0.0136	0.0113
Holco	0.0092	0.0133	0.0147	0.0237	0.0102	0.0123	0.0137
T. violeta	0.0177	0.0198	0.0150	0.0308	0.0143	0.0171	0.0291
T. blanco	0.0178	0.0196	0.0318	0.0306	0.0387	0.0360	0.0309
Henos	0.0770	0.0170	0.0210	0.0212	0.0156	0.0201	0.0158

TABLA N.º 41
Valores medios de hierro en las plantas pratenses y henos según las dosis de abonado

Testigo	NK	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	Grado de significación
Vallico	85.15	38.26	75.88	52.22	118.00	47.24	62.71
Festuca	114.83	103.61	112.85	38.18	85.59	289.62	87.99
Holco	201.17	170.80	67.64	45.80	58.94	71.85	84.76
T. violeta	125.04	89.56	70.53	75.65	67.44	130.87	100.12
T. blanco	175.69	155.52	117.52	103.69	101.61	101.07	244.74
Henos	107.37	99.43	97.66	118.93	139.46	87.00	85.78

* Significación de 5 %.

En los microelementos, el hierro, Tabla n.º 41, presenta únicamente un valor, en el huleo, que es significativo. El cobre, Tabla n.º 42, no presenta ningún valor como ocurrió en el análisis anterior, por lo que cabe pensar que el mayor o menor contenido de este elemento en las plantas puede estar influenciado por algún otro factor no considerado por nosotros.

El manganeso, Tabla n.º 43, y el zinc, Tabla n.º 44, la significación la presentan únicamente en los henos.

Posteriormente a este análisis se realizó otro de los coeficientes de correlación, para estudiar la influencia de las diversas dosis de abono utilizado en cada uno de los campos y plantas analizadas, y cada uno de los dos tipos de fertilizantes fosfatados empleados.

A este fin se hallaron los coeficientes de correlación de Pearson entre las dosis empleadas de superfosfatos, por una parte, y de escorias por la otra, en cada una de las localidades, y los valores obtenidos en las plantas y henos para cada uno de los elementos estudiados. Estos coeficientes fueron testados, como es habitual, mediante la razón $\frac{r \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$, que se distribuye según la

variable aleatoria «t» de Student con $n-2$ grados de libertad. Cabe destacar que dado que el número de pares de observaciones ha sido muy pequeño, cuatro en cada caso, el grado de significación se alcanza para valores muy elevados de «t», del orden de 0,95 con una $P = 0,05$. Es de suponer que si el número de observaciones hubiese sido mayor, muchos valores que se encuentran en el límite de la región crítica pasarían a ser significativos, es decir, existiría una regresión entre los contenidos minerales de las plantas y henos y las dosis de fertilizantes.

Entre los elementos estudiados solamente en el fósforo hemos hallado una regresión entre el abonado y el contenido de este elemento en las plantas, que se manifiesta sobre todo en los datos de Grandoso, y más en las escorias que en los superfosfatos; para Valdecastillo la regresión únicamente se dio en el caso del trébol blanco. Los resultados de estos análisis se confirmaron con los datos de los henos en el mismo elemento.

En el resto de los elementos minerales, en las plantas estudiadas individualmente, no se han apreciado correlaciones significativas, salvo en casos aislados y sin ninguna concentración que permita hacer alguna inferencia estadística.

En el caso del calcio para los henos, se obtuvieron significaciones negativas, es decir, los valores de este elemento en los henos disminuyen al aumentar las dosis en comparación con los testigos.

En los casos que los coeficientes de correlación fueron significativos en las dos localidades y para el mismo abonado y elemento mineral, se hizo una

TABLA N.º 42
Valores medios de cobre en las plantas pratenses y henos según las dosis de abonado

Testigo	NK	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	Grado de significación
Vallico	4,19	4,65	4,92	4,12	3,25	3,88	3,87
Festuca	5,74	3,06	5,04	4,14	5,82	7,74	4,86
Holco	5,51	4,95	4,22	8,47	3,56	3,63	3,00
T. violeta	9,42	7,61	6,38	5,26	5,78	7,87	6,81
T. blanco	9,43	5,23	7,27	5,91	6,80	7,86	6,75
Henos	5,40	4,25	5,22	4,69	4,33	5,27	4,12

TABLA N.º 43
Valores medios de manganeso en las plantas pratenses y henos según las dosis de abonado

Testigo	NK	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	Grado de significación
Vallico	63,80	80,38	55,33	63,27	45,70	40,55	53,38
Festuca	106,87	87,56	87,79	110,86	93,30	66,40	84,48
Holco	91,75	68,12	50,79	53,61	37,78	85,11	48,32
T. violeta	38,69	31,49	54,31	39,41	24,26	26,34	35,99
T. blanco	72,59	50,38	47,62	51,32	42,46	40,65	49,71
Henos	68,44	88,18	67,77	71,86	67,64	34,27	64,15

* Significación de 5 %.

TABLA N.º 44
Valores medios de zinc en las plantas pratenses y henos según las dosis de abonado

	Testigo	NK	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	Grado de significación
Vallico	13,12	11,13	10,45	12,43	16,26	13,24	12,81	12,21	
Festuca	19,90	19,97	12,31	13,71	16,68	13,19	17,51	16,20	
Holco	16,45	15,51	14,98	13,72	18,04	14,05	17,91	13,86	
T. violeta	21,30	24,77	21,04	17,94	16,49	19,39	13,83	16,27	
T. blanco	21,69	18,22	17,08	14,22	17,85	15,78	16,88	17,92	
Henos	21,10	22,30	21,36	20,13	21,05	16,01	18,63	16,17	**

** Significación de 1 %.

transformación a la distribución normal mediante el valor «z» de Fischer, $z = \frac{1}{2} \ln \frac{1 + r_1/1 - r_1}{1 + r_2/1 - r_2}$, con el fin de realizar un contraste de hipótesis para ver si los abonados tenían una actuación igual en ambos campos. Observamos estos

valores en las tablas de distribución normal con un error típico, $\sqrt{\frac{1}{n-3} + \frac{1}{n_1-3}}$.

se comprobó de esta manera que en todos los casos estudiados el comportamiento de las dosis crecientes de abonado era semejante en ambos campos.

6. CONCLUSIONES

1. El contenido en calcio, potasio, magnesio, hierro, manganeso y zinc de las plantas y henos estudiados puede considerarse como normales con los valores que nos ofrece la bibliografía.

2. Los valores de fósforo, sodio y cobre, éste solamente en el caso de las gramíneas, en las condiciones de nuestro trabajo, son significativamente más bajos que los valores considerados como normales en estas especies y henos.

3. Las cantidades ofrecidas por las seis plantas y los henos en los nutrientes estudiados satisfacen los niveles medios de exigencia de los animales para el calcio, potasio, magnesio, hierro, cobre (solamente las leguminosas) y manganeso. El contenido en zinc apenas alcanza los niveles más bajos de estas exigencias.

4. Por el contrario las plantas y henos estudiados tienen contenidos sensiblemente inferiores a los mínimos exigidos por los animales en fósforo, sodio y cobre, éste solamente en las gramíneas.

5. El abonado de fondo, a base de nitrógeno y potasio, no modifica la composición mineral de plantas y henos, excepción hecha del contenido en potasio que se incrementa ligeramente, al mismo tiempo que se produce una disminución en la cantidad de fósforo.

6. La fertilización fosfatada incrementa significativamente los valores del contenido en fósforo de plantas y henos, hasta llegar a situarlos dentro de los niveles que satisfacen las necesidades de los animales. Esta acción se muestra más evidente con los superfosfatos que con las escorias.

7. El contenido mineral de las plantas consideradas individualmente se halla, en la mayoría de los casos, más influido por la localidad donde se encuentra que por el abonado realizado. En los henos la influencia de ambos factores viene a ser aproximadamente la misma.

8. De todos los elementos estudiados, solamente el cobre no presenta

variaciones significativas, ni bajo la influencia del abonado ni por la distinta localización del experimento, y este resultado se dio tanto en las plantas como en los henos.

RESUMEN

Se determina la composición mineral (Ca, P, K, Mg, Na, Fe, Cu, Mn y Zn) del vallico (*Lolium perenne*), dactilo (*Dactylis glomerata*), festuca (*Festuca pratensis*), holco (*Holcus lanatus*), trébol violeta (*Trifolium pratense*), trébol blanco (*Trifolium repens*) y de henos, todo ello recogido de prados permanentes de la comarca del Porma, en la zona norte de la provincia de León.

En una segunda fase se estudia la influencia ejercida sobre la composición mineral de estas plantas y henos, por tres niveles de fertilización fosfatada (100, 130 y 160 unidades de P_2O_5 /Ha) y en dos diferentes formas de presentación del fósforo (superfosfatos y escorias).

Se comparan los niveles de composición mineral encontrados con las exigencias alimenticias de los animales en los nutrientes estudiados.

RÉSUMÉ

On détermine la composition minérale (Ca, P, K, Mg, Na, Fe, Cu, Mn et Zn) de la fausse ivraie (*Lolium perenne*), de la dactyle (*Dactylis glomerata*), de la fétuque (*Festuca pratensis*), de l'holcus (*Holcus lanatus*), du trèfle violet (*Trifolium pratense*), du trèfle blanc (*Trifolium repens*), et des foin; toutes ces plantes, de même que les foin, on été cueillis dans des prés pérennes de la région du Porma, au Nord de la province de León.

Dans une seconde phase on étudie l'influence exercée sur la composition minérale de ces plantes et de ces foin par trois niveaux de fertilisation phosphatée (100, 130 et 160 unités de P_2O_5 /ha) et dans deux formes différentes de présentation du phosphore (des superphosphates et des scories).

On compare les niveaux de composition minérale trouvés avec les exigences alimentaires des animaux dans les nutriments étudiés.

SUMMARY

We have determined the mineral composition (Ca, P, K, Mg, Na, Fe, Cu, Mn and Zn) of vallic (*Lolium perenne*), of dactylus (*Dactylis glomerata*), of festuca (*Festuca pratensis*), of holcus (*Holcus lanatus*), of violet clover (*Trifolium pratense*), of white clover (*Trifolium repens*), and of the different hays; all the above had been collected from perennial meadows in the Porma river country, in the North part of the province of León.

In a second phase we have studied the influence exerted on the mineral composition of the above plants and hays by three different levels of phosphated fertilization (100, 130 and 160 units of P_2O_5 /Ha), and in two different ways of phosphorus presentation (superphosphates and scories).

We have compared the mineral composition levels found to the alimentary requirements of animals for the nutrients studied.

BIBLIOGRAFIA

- (1) ADAMS, S. N. (1973).—The response of pastures in Northern Ireland to N, P, and K fertilizers and to animal slurries. II Effects of mineral composition. *J. Agric. Sci. Camb.* **81**, 419-428.
- (2) ALLOWAY, B. J., DAVIES, B. E. (1971).—Heavy metal content of plants growing on soils contaminated by lead mining. *J. Agric. Sci. Camb.* **76**, 321-323.
- (3) ANDERSON, J. M., PYLIOTIS, N. A. (1969).—Studies with manganese-deficient spinach chloroplast. *Biochim. Biophys. Acta*, **189**, 280-293.
- (4) ANDREWS, C. S., ROBINS, M. F. (1969).—The effect of potassium on the growth and chemical composition of some tropical and temperate legumes. *Aust. J. Agric. Res.* **20**, 1,009-1,021.
- (5) ANDREWS, E. D. (1966).—Cobalt concentrations in some New Zealand fodder plants grown on cobalt-sufficient and cobalt-deficient soils. *N. Z. J. Agric. Res.* **9**, 829-838.
- (6) A. R. C. (1965).—*The nutrient requirements of farm livestock*. N.º 2 Ruminants. Agricultural Research Council, London, 264 pp.
- (7) ARCHER, F. C. (1969).—Factors affecting the magnesium, sodium and trace elements contents of hill sheep pasture. *The. Vet. Record.* **85**, 2-6.
- (8) BAEYENS, J. (1970).—*Nutrición de las plantas de cultivo*. Editorial Lemos, Madrid, 631 pp.
- (9) BAKER, J. H., GREWING, T. (1967).—Extraction procedure for quantitative determination of six elements in plant tissue. *J. Agric. Food Chem.* **15**, 340-344.
- (10) BALK, R. (1962).—Untersuchungen über den Cu-gehalt von Böden und Weizenheu. *Kali-Briefe*, **6**, 4-13.
- (11) BARNETTE, R. M., CAMP, J. P., WARNER, J. D., GALL, O. E. (1936).—Use of zinc sulfate under corn and other field crops. *Fla. Agric. Exp. Sta. Bull.* **293**, 3-10.
- (12) BARTON, CH. A. (1948).—Photometric analysis of phosphate rock. *Anal. Chem.* **20**, 1,068-1,071.
- (13) BASZNSKI, T. (1958).—Mikroelementy i witaminy w zespólach lakowych pieniskiego parka narodowego. *Acta Agrobolt.* **7**, 131-142.
- (14) BAUMEISTER, W. (1958).—Die Aschentoffe. *Handbuch Pflanzenphys.* IV, 5-56.
- (15) BEESON, K. C., GRAY, L., ADAMS, M. B. (1947).—The absorption of mineral elements by forage plants. I The phosphorus, cobalt, manganese and copper content of some common grasses. *J. Am. Soc. Agron.* **39**, 356-362.
- (16) BEESON, K. C., MACDONALD, H. A. (1951).—Absorption of mineral elements by forage plants. 3. The relation of stage of growth to the micro-nutrient element content of timothy and some legumes. *Agron. J.* **43**, 589-593.
- (17) BENNE, E. J., JERRIM, D. M. (1956).—Report of molybdenum in plants. *J. Ass. Offic. Anal. Chem.* **39**, 412-419.
- (18) BENGER, K. C. (1962).—Micronutrient deficiencies in the United States. *J. Agric. Food Chem.* **10**, 178-181.
- (19) BIRDWAY, S. N. (1961).—Physiological studies on the salt-tolerance in crop plants. *Proc. Acad. Sci. of India*. Citado por BAEYENS, J., 1970. *Nutrición de las plantas de cultivo*. Editorial Lemos, Madrid, 631 pp.
- (20) BINGHAM, F. T., MARTIN, J. P., CHASTAIN, J. A. (1958).—Effects of phosphorus fertilization of California soil on minor element nutrition of citrus. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **24**, 209-213.
- (21) BINGHAM, F. T., GARBNER, M. J. (1960).—Solubility and availability of micronutrients in relation to phosphorus fertilization. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **24**, 209-213.
- (22) BINGHAM, F. T. (1963).—Relation between phosphorus and micronutrients in plants. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **27**, 389-391.

- (23) BOAWN, L. C., VIETS, Jr. F. G., CRAWFORD, C. L. (1954).—Effect of phosphate fertilizers on zinc nutrition of field beans. *Soil Sci.*, **78**, 1-7.
- (24) BOAWN, L. C., LEGGET, G. E. (1963).—Zn deficiency on the russet burbank potato. *Soil Sci.*, **95**, 137-141.
- (25) BOAWN, L. C., LEGGET, G. E. (1964).—Phosphorus and zinc concentrations in russet burbank potato tissue in relation to development of zinc deficiency symptoms. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, **28**, 229-232.
- (26) BOAWN, L. C., BROWN, J. C. (1968).—Further evidence for a P-Zn imbalance in plants. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, **32**, 94-97.
- (27) BOGARD, L. (1966).—The biosynthesis of chlorophylls. En: *The Chlorophylls*, L. P. Vernon y G. R. Seely, editores. Academic Press, New York y Londres, 481-510.
- (28) BONISCHOT, R. (1970).—Basile slag, white clover and magnesium content of herbage. *Agri. Digest.*, **20**, 3-17.
- (29) BONNER, J., VARNER, J. E. (1965).—The path of carbon in respiratory metabolism. En: *Plant Biochemistry*, Academic Press, New York y Londres, 213-220.
- (30) BREMER, L., KNIGHT, A. H. (1970).—The complexes of zinc, copper and manganese present in ryegrass. *Brit. J. Nutrit.*, **24**, 279-289.
- (31) BREWAKER, J. L., KWACK, B. H. (1963).—The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. *Am. J. Bot.*, **50**, 859-865.
- (32) BROCHART, M. (1962).—Valeur minérale de 160 échantillons de foin récoltés au cours d'une même saison dans la région de L'Yonne-Loiret. *Ann. Zootech.*, **11**, 209-216.
- (33) BROWN, A. L., KRANZ, B. A., EDDINGS, J. L. (1970).—Zinc-phosphorus interactions as measured by plant response and soil analysis. *Soil Sci.*, **110**, 415-520.
- (34) BROWN, J. C., HOLMES, R. S., SHAPIRO, R. E., SPECHT, A. W. (1955).—Effects of phosphorus and copper salts on iron chlorosis of rice in flooded and nonflooded soil and the associated enzymatic activity. *Soil Sci.*, **79**, 363-372.
- (35) BROWN, J. C., TIFFIN, L. O. (1962).—Zinc deficiency and iron chlorosis dependent on the plant species and nutrient-element balance in Turale clay. *Agron. J.*, **54**, 356-358.
- (36) BROWN, D. H., CAPPELLINI, R. A., PRICE, C. A. (1966).—Actinomycin D inhibition of zinc-induced formation of cytochrome c in *Ustilago*. *Plant Physiol.*, **41**, 1453-1456.
- (37) BURLINSON, C. A., DAVIS, A. D., GERARD, C. J. (1961).—The effect of phosphorus fertilization in the zinc nutrition of several irrigated crops. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, **25**, 365-368.
- (38) CAMP, A. F., FUDGE, B. R. (1945).—Zinc as a nutrient in plant growth. *Soil Sci.*, **60**, 157-164.
- (39) CANDUSSIO, R., MARIZZA, L., TERMINI, E. V. (1960).—Indagini chimico-analitiche sui foraggi della provincia di Gorizia e di Trieste. Nota V: I Costituenti minerali dei foraggi maggenghi: macroelementi ed elementi secondari (fosforo, zolfo, cloro, silicio, sodio, potassio, calcio y magnesio). *Nuovi Ann. dell'Ist. Chim. Agr. Sper. di Gorizia. Serie 2*, 18.
- (40) CANDUSSIO, R. (1961).—Indagini chimico-analitiche sui foraggi della provincia di Gorizia e di Trieste. Nota VIII: I costituenti minerali dei foraggi maggenghi: microelementi (manganese, ferro, rame, cobalto, boro e molibdeno). *Nuovi Ann. dell'Ist. Chim. Agr. Sper. di Gorizia. Serie 2*, 22.
- (41) CARLES, J., CABROL, P., MAGNY, J. (1961).—Le cobalt dans les végétaux. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, **43**, 1111-1120.
- (42) CHANDLER, W. V., SCARSETH, G. D. (1944).—Iron starvation as affected over-phosphating and sulfur treatment on Houston and Sumter Clay soils. *Agron. J.*, **33**, 93-104.
- (43) CHAPMAN, H. D., LEBIG, G. F. Jr., VANSELOW, A. P. (1940).—Some nutritional relationships as revealed by study of mineral deficiency and excess symptoms on citrus. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, **4**, 196-200.
- (44) CHAPMAN, H. D., VANSELOW, A. P., LEBIG, G. F. (1937).—The production of citrus mottle-leaf in control cultures. *J. Agri. Res.*, **55**, 365-379.
- (45) CHARLES, A. M. (1963).—Undersowing and the mineral composition of straw and grain oats. *J. Brit. Grassl. Soc.*, **18**, 233-234.
- (46) CHENIAE, G. M. (1970).—Photosystem II and O₂ evolution. *Annu. Rev. Plant Physiol.*, **21**, 467-498.
- (47) C. I. I. (1972).—Méthodes de référence pour la détermination des éléments minéraux dans le végétal. *L'Agron. Trop.*, n.º 12, 1.303-1.310.
- (48) COPPENET, M., CALVEZ, J. (1962).—Variations de la composition minérale de dix variétés de graminées au cours d'une année d'exploitation au rythme pâture. *An. Agron.*, **13**, 203-219.
- (49) COPPENET, M. (1964).—Sur les variations de la composition minérale des graminées fourragères exploitées en régime de pasturage. *C. R. Ac. Agric.*, **50**, 330-344.
- (50) COPPENET, M. (1968).—Les oligoéléments. *Bull. Tech. Inform.*, **231**, 596-608.
- (51) COPPENET, M., MORE, E. (1973).—Sur les teneurs en zinc du ray-grass et de maïs. *C. R. Acad. Agric.*, **59**, 487-496.
- (52) COPPENET, M. (1973).—Fertilisation intensive et qualité des fourrages bretons. *Bull. Tech. Inform.*, **281**, 583-591.
- (53) COSSEDU, A. M., LAL, P. (1973).—Contributo alla conoscenza dei pascoli naturali in Sardegna. Nota II. Variazioni del contenuto in calcio, fosforo, magnesio, cobalto, rame, e caroteni durante i mesi estivi. *Nutri. Anim.*, Anno XVII, **2**, 61-65.
- (54) DAVON, J. (1961).—Odnos florističkog livade tipa pitome vlasulje i cisluko i kvaliteta sena. *Acta. Vet. Belgrade*, **11**, 75-78.
- (55) DARDZHONOV, T. (1968).—The content of some micronutrients in rations for cows in Sofia district. *Zhivot. Nauki*, **5**, 79-85.
- (56) DARTIGUES, A. (1964).—Déficience en zinc chez les végétaux et leurs causes. *Re. Biblio. Ann. Agron.*, **15**, 667-691.
- (57) DAVEY, B. G., MITCHELL, R. L. (1968).—The distribution of trace elements in Cocksfoot (*Dactylis glomerata*) at flowering. *J. Sci. Food Agric.*, **19**, 425-431.
- (58) DAVIS, J. F., LUCAS, R. E. (1959).—*Organic Soils*. Special Bull. 425. Agr. Exp. Sta. Michigan State University, East Lansing, Michigan.
- (59) DAVIES, W. E., GRIFFITH, G., ELLINGTON, A. (1966).—The assessment of herbage legume varieties. 2. In vitro digestibility, water soluble, carbohydrate, crude protein, and mineral content of primary growth of clover and lucerne. *J. Agric. Sci.*, **66**, 351-357.
- (60) DEROK, P. C. (1956).—Heavy metal toxicity and iron chlorosis. *Ann. Bot. (London), N. S.*, **20**, 131-141.
- (61) DENTDE, G., LAMBERT, J. (1970).—Etude des différences de comportement entre six variétés herbagères, exploitées au stade pâture. *Fourrages*, **43**, 19-33.
- (62) DHAR, N. R. (1961).—Die Wirkung von organischer Düngung und Phosphaten auf die Bodenfruchtbarkeit. *Phosphorsäure*, **21**, 233-247.
- (63) DOMSCHKE, W., MEYER-BERTENRATH, J. G., DEMMER, D., DOMACK, G. F. (1970).—Untersuchungen am ribosomalen Ferritin normaler, cirrhotischer und carcinomatoesa menschlicher Lebern. *Z. Klin. Chem. Klin. Biochem.*, **8**, 273-277.
- (64) DOVGALL, H. W., BOGDAN, A. V. (1966).—The chemical composition of some leguminous plants in the herbage nursery at Kitale Kenya. *E. Afr. Agric. For. J.*, **32**, 45-49.
- (65) DUQUE MACIAS, F. (1971).—Determinación conjunta de fósforo, potasio, calcio, magnesio, cobre y zinc en las plantas. *An. Edaf. y Agrob.* Tomo XXX, N.º 3-4.
- (66) DUQUE MACIAS, F., GARCIA CRUADO, B., GARCIA CRUADO, A. (1973).—Estudio de una pradera temporal de regadío. II Variación del contenido mineral. *Pastos*, **3**, 78-85.
- (67) DUTHON, C. (1965).—Dosage des bases échangeables à l'aide du Photomètre à la flamme Eppendorf. *Ann. Agron.*, **16**, 433-448.
- (68) EDWARDS, D. G. (1968).—The mechanism of phosphate by plants roots. *Proc. 9th Int. Congr. Soil Sci.*, **2**, 183-190.
- (69) EDWARDS, D. G. (1968).—Cations effects on phosphate absorption from solution by *Trifolium subterraneum*. *Aus. J. Biol. Sci.*, **21**, 1-1.
- (70) ELLIS, R. Jr., DAVIS, J. F., TULLOW, D. L. (1964).—Zinc availability in calcareous Michigan soils as influenced by phosphorus level and temperature. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, **28**, 83-86.
- (71) EPSTEIN, E. (1972).—*Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives*. John Wiley and Son, Inc; New York, 412 pp.
- (72) ERWIN, T. C. (1945).—Leaching and availability of copper as affected by phosphorus and lime. *Proc. Soil Sci. Soc. Fla.*, **7**, 49-57.
- (73) EVANS, H. J., SORGER, G. J. (1966).—Role of mineral elements with emphasis on the univalent cations. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **17**, 47-76.
- (74) FLAMKIN, R. E. (1969).—Effect of absorbed cations on phosphorus uptake by excised roots. *Pl. Physiol.*, Lancaster, **44**, 697-700.
- (75) FLEMING, G. A., DEANEY, J. (1961).—Copper and nitrogen in the nutrition of wheat on cutaway peat. *Ir. J. Agr. Res.*, **1**, 81-95.
- (76) FLEMING, G. A., COUTER, B. S. (1963).—Mineral elements in pasture plants. *Proc. 1st Reg. Conf. Int. Potash. Inst.*, Wexford (Ireland), 63-70.
- (77) FLEMING, G. A. (1965).—Trace elements in plants with particular reference to pasture species. *Outl. Agric.*, **4**, 270-285.
- (78) FLEMING, G. A., MURPHY, W. E. (1968).—The uptake of some major and trace elements by grasses as affected by seasons and stage of maturity. *J. Brit. Grassl. Soc.*, **23**, 174-185.
- (79) FLORETT, C. (1956).—The influence of calcium on root mitochondria. *Physiol. Plantarum*, **9**, 236-242.
- (80) FIWA, K. I., WACKER, W. E. C., DRYAN, R., BARTHOLOMEW, A. F., VALLEE, B. L.

- (1960).—Nucleic acids and metals. II. Transition metals as determinants of the conformation of ribonucleic acids. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, **46**, 1298-1307.
- (81) GAMBON, R. B., ADRIANO, D. C., PAUSEN, G. M., MURPHY, L. S. (1969).—Effect of phosphorus carriers and zinc sources on phosphorus-zinc interaction in corn. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, **33**, 306-309.
- (82) GESSEL, T. P. Jr. (1970).—Factors influencing mineral content of herbage. *Agri. Digest*, **20**, 35-45.
- (83) GIBBY, D. J., GREATHHEAD, K. D., GARTRELL, J. W. (1970).—Copper requirements for the southeastern wheatbelt. *J. Agric. West Aust.*, **11**, 70-73.
- (84) GÓMEZ GUTIÉRREZ, J. M., DUQUE MACÍAS, F. (1973).—Aportación al conocimiento del contenido mineral (N, P₂O₅, K₂O y MgO) de las plantas pascícolas. *Pastos*, **3**, 86-99.
- (85) GRIFFITH, G. (1965).—Copper content of grass species and varieties. *Rep. Welsh Pl. Breed. Sta.*, **12**, 99-100.
- (86) GRIFFITH, G., JONES, D. I. H., WALTERS, R. J. K. (1965).—Specific and variety differences in sodium and potassium in grasses. *J. Sci. Food Agric.*, **16**, 91-98.
- (87) GRIFFITH, G., WALTERS, R. J. K. (1966).—The sodium and potassium content of some grass genera, species and varieties. *J. Agric. Sci.*, **67**, 81-89.
- (88) GRIS, E. (1844).—Nouvelles expériences sur l'action des composés ferugineux solubles, et de la débilité des plantes. *C. R. Acad. Sci.*, **19**, 1118-1119.
- (89) GUEGUEN, L., FAUCONNEAU, G. (1960).—Les variations des teneurs en matières azotées et minérales du Dactyle et de la Fétuque des prés. *Proc. 8th Inter. Grass. Congr.*, 621-625.
- (90) GUEGUEN, L. (1962).—Composition minérale de l'herbe. *Fourrages*, **10**, 53-62.
- (91) GUEGUEN, L., DEMARQUILLY, C. (1965).—Influence du cycle de végétation et du stade de croissance sur la valeur minérale de quelques plantes fourragères pour le mouton adulte. *Fourrages*, **22**, 48-59.
- (92) GUPTA, U. C. (1969).—Effect and interaction of molybdenum and limestone on growth and molybdenum content of clover, alfalfa, and bromegrass and acid soils. *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.*, **33**, 929.
- (93) HAYS, A. R. C. (1936).—Zinc relation in mottle-leaf of citrus. *Bot. Gaz.*, **98**, 65-86.
- (94) HAMILTON, J. W., GILBERT, C. S. (1971).—Mineral composition of native and introduced clovers. *J. Range Manage.*, **24**, 301-308.
- (95) HANGER, B. C. (1965).—The influence of iron upon the toxicity of manganese, molybdenum, copper, and boron in red clover (*Trifolium pratense* L.). *J. Aust. Inst. Agric. Sci.*, **31**, 315-317.
- (96) HARMANS, J. (1970).—The detection of copper deficiency and other trace element deficiencies under field conditions. En: *Trace element metabolism in animals*. Proc. Inter. Symp. Aberdeen, 1969, Livingston, Edinburgh and London, 441-447.
- (97) HASLER, A. (1962).—The sodium content of rough fodder and some fodder plants. *Schweiz. landw. Forsch.*, **1**, 60-73.
- (98) HEATH, R. L., HIND, G. (1969).—On the functional site of manganese in photosynthetic oxygen evolution. *Biochim. Biophys. Acta*, **189**, 222-233.
- (99) HEDIN, L., HANGARD, DUVAL, E. (1963).—Les fourrages de la Seine Maritime. Analyse et utilisation. *Revue du Société Savantes de Haute Normandie Sciences*, n° 29.
- (100) HEDIN, L., DUVAL, E. (1966).—Note sur la teneur en magnésium des plantes fourragères. *Fourrages*, **28**, 3-15.
- (101) HEDIN, L., TRELL, B. (1969).—Composition minérale des diverses espèces botaniques d'une prairie permanente. *Fourrages*, **37**, 79-85.
- (102) HEMINGWAY, R. G. (1962).—Magnesium, potassium, sodium, and calcium content of herbage as influenced by fertilizer treatments over three year period. *J. Brit. Grass. Soc.*, **17**, 182-187.
- (103) HENKENS, C. H. (1962).—Bedeutung des Kupfers für Ackerbau und Grünland. *Landwirtschaftlicher Forschung.*, **16**, 56-65.
- (104) HENKENS, C. H. (1965).—Factors influencing the Na content of meadow grass. *Neth. J. Agric. Sci.*, **13**, 2147.
- (105) HENNING, S. J. (1971).—Zinc-phosphorus relationships in five plant species. M. S. Thesis, Oregon State University, Corvallis, Oregon.
- (106) HENRIKSEN, A. (1965).—Om afgrøernes mineralstofindhold. *Tidsskr. f. Planteavl.*, **68**, 784-801.
- (107) HEWITT, E. J. (1963).—The essential nutrient elements: requirements and interaction in plants. En: *Plant Physiology. A Treatise*, F. D. Steward, editor. Academic Press, New York and London, Vol. 3, 137-360.
- (108) HIGNETT, S. L., HIGNETT, P. G. (1951).—The influence of nutrition on reproductive efficiency in cattle. The effect of calcium and phosphorus intake on the fertility of cows and heifers. *Vet. Rec.*, **63**, 603-609.
- (109) HOFFER, G. N. (1930).—Testing corn stalks chemically to aid in the determining their plant food needs. Purdue University, *Agr. Exp. Sta. Bull.*, 298.
- (110) HYDE, A. H. (1966).—Nature of the calcium effect in phosphate uptake by barley roots. *Pl. Soil*, **24**, 328-332.
- (111) HYLTON, L. O., UETICH, A., CORNELIUS, D. R., OKHL, K. (1965).—Phosphorus content and mineral constituents. *Agron. J.*, **57**, 505-508.
- (112) IYER, J. G., SATYANARAYAN, Y. (1958).—Molybdenum content of a few forage plants of western India. *Curr. Sci.*, **27**, 69-70.
- (113) IYER, J. G., SATYANARAYAN, Y. (1963).—Copper and manganese content of a few forage plants of western India. *Curr. Sci.*, **32**, 507-508.
- (114) JACKSON, T. L., HAY, J., MOORE, D. P. (1967).—The effect of Zn yield and chemical composition of sweet corn in the Willamette Valley. *Amer. Soc. Hort. Sci.*, **91**, 462-471.
- (115) JACOBSON, L., OERTEL, J. J. (1956).—The relation between iron and chlorophyll content in chlorotic sunflower leaves. *Plant Physiol.*, **31**, 199-201.
- (116) JOHAI, H. E., AMIN, J. V. (1965).—Role of sodium in the potassium nutrition of cotton. *Soil Sci.*, **99**, 220-226.
- (117) JONES, E. (1963).—Studies on the magnesium content of mixed herbage and some individual grass and clover species. *J. Brit. Grass. Soc.*, **18**, 131-138.
- (118) JONES, L. H. P., HANDRICK, K. A. (1967).—Silica in soils, plants and animals. *Adv. Agron.*, **19**, 107-149.
- (119) JONES, J. B. Jr. (1969).—Element analysis of plant leaf tissue by several laboratories. *J. Ass. Offic. Anal. Chem.*, **52**, 900-903.
- (120) KABATA-PENDIAS, A., BOLBRUCH, E. (1964).—Molybdenum in soils and plants from the coastal plain. *Rozn. Nauk. rol.*, **88**, 605-617. (Tornado de Herb. Abst. 35(2), 1965).
- (121) KERCHEN, M. (1960).—Aspects des variations de la composition de quelques fourrages en fonction des espèces des stades de végétation des conditions du sol et de fertilisation. *Ann. del'Amelioratio. des plantes*, **2**, 177-236.
- (122) KESSLER, E., MOSEHISE, S. P. (1959).—Studies on ribonuclease, ribonucleic acid and protein synthesis in healthy and zinc-deficient citrus leaves. *Physiol. Plant.*, **12**, 1-7.
- (123) KIRCHGEESNER, M., GRYSMAN, N. (1970).—The dynamics of copper absorption in trace element metabolism in animals. *Proc. Inter. Symp.* Aberdeen, 1969, Livingston, Edinburgh and London, 277-285.
- (124) KLEIN, G. (1963).—Mineralstoffnahrung und Mineralstoffhaushalt des keimenden Mais. *Z. Pfl. Dang. Bod.*, **108**, 19-29.
- (125) KOEISVELD, E. E. VAN, LEHR, J. J. (1961).—La teneur en Zn des sols des Pays-Bas et leur signification pour le bétail. *Landbouwk. Tijdschr. (Hol.)*, **9**, 371-381.
- (126) KOOSTRA, G. (1964).—Concurrence racinaire du trèfle blanc et des raygrass. *Landb. Tijdschr. Holanda*, **11**, 422-428.
- (127) KRISTENSEN, R. K. (1962).—Sammensætning, Kemisk, af Landbrugsplanter. *Landbrugets Ord bog*, **2**, 135-150.
- (128) KUTIKOW, N. W. (1961).—Über die Kobaltanfnahme durch die Pflanzen in Abhängigkeit von Humusgehalt des Bodens. *Bodenkunde*, **4**, 78-81.
- (129) LAKANEN, E. (1969).—Mineral composition of Finnish timothy. *Ann. Agri. Fenn.*, **8**, 20-29.
- (130) LAMBERT, J., DENNET, G. (1971).—Influence of various factors on the phosphorus content of herbage. *Agri. Digest*, **22**, 22-31.
- (131) LANGIN, E. J., WARD, R. C., OLSON, R. A., RHODES, H. F. (1962).—Factors responsible for poor response of corn and grain sorghum to phosphorus fertilization. II Lime and P placement effects on P-Zn relation. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, **26**, 574-578.
- (132) LARKIN, A. W. D. (1968).—Ionic relations of chloroplast in vivo. *Nature*, **218**, 798-799.
- (133) LEGGETT, J. E., GALLOWAY, R. A., GAUCH, M. G. (1965).—Calcium activation of orthophosphate absorption by barley roots. *Pl. Physiol. Lancaster*, **40**, 897-902.
- (134) LEHR, J. J. (1960).—The sodium content of meadow grass in relation to species and fertilization. *Proc. 8th Inter. Grass. Congr.*, 101-103.
- (135) LESCH, S. F. (1964).—The mineral content of field crops and wild plant in the Veldharts irrigation area. *Tegn. Meded.*, 29 Dep. Landbouwtegn. Dienste, S. Afr., 8-28.
- (136) LINDBLAD, K. L. (1959).—The influence of growth conditions on the amount and ribonucleic acid content of wheat root mitochondria. *Physiol. Plantarum*, **12**, 400-411.
- (137) LINGIE, L. J., TIFIN, L. D., BROWN, J. C. (1963).—Iron-uptake soybeans as influenced by other cations. *Plant Physiol.*, **38**, 71-76.
- (138) LONFRANCO, J. F. (1951).—The effect of applied phosphate on the uptake of zinc by flax. *Aust. J. Sci. Res. B*, **4**, 108-114.

- (139) LONERAGAN, J. F., GLADSTONES, J. S., SIMMONS, W. J. (1968).—Mineral elements in temperate crop and pasture in plants. 2. Calcium. *Aus. J. Agric. Res.*, **19**, 353-364.
- (140) LOPER, G. M., SMITH, D. (1961).—Changes in micronutrient composition of the herbage of alfalfa, medium red clover, ladino clover and bromegrass with advance in maturity. *Res. Rep. 3 Wis. Agric. Exp. Stn.*, **19**.
- (141) LUCAS, R. E. (1946).—The effect of the addition of sulfates of copper, zinc and manganese on the absorption of these elements by plants grow on organic soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, **10**, 269-271.
- (142) MACIAR, F. A., MAKSIMOU, A., LIWSKI, S. (1968).—Chemical investigations of peat soils in Poland. *Second Int. Peat Cong.*, H. M. Stationery Office, **2**, 919-921.
- (143) MAGNY, P. J. (1962).—Communication sur la composition minérale des fourrages. *Fourrages*, **11**, 35-45.
- (144) MANTERO, M. C., SUAREZ, A. (1971).—Estudio socio-económico de la comarca del Porma. *An. Facul. Veterinaria de León*, **17**, 333-503.
- (145) MARINOS, N. G. (1963).—Studies on submicroscopic aspects of mineral deficiencies. I. Calcium deficiency in the shoot apex of barley. *A. J. Bot.*, **49**, 834-841.
- (146) MAYMONE, B. (1960).—Acquisizioni sull'importanza dei microelementi minerali nell'alimentazione animale. *Ann. Sper. Agric.*, **14**, 161-188.
- (147) MEYER-BERTENRATH, J. G., DOMSCHKE, W. (1970).—Ribosomal proteins. I. Reversible separation of iron containing chromoprotein from raliwer ribosomes. *Z. Naturforsch. B.*, **25**, 61-66.
- (148) MIKHEVA, G. D., GAVRILOVA, T. I. (1968).—Mineral content of pastoral vegetation in Turkmenian mountains. *Izv. Akad. Nauk Turkmen. SSR*, **4**, 28-36 (Citado de Herb. Abst. 39 (2), 10969).
- (149) MILLER, W. J., MILLER, J. K. (1963).—Zinc content of certain feeds, associated materials and water. *J. Dairy Sci.*, **46**, 582-583.
- (150) MILLER, J. K., GRADLE, R. G. (1965).—Gastrointestinal sites of absorption and endogenous secretions of zinc in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, **48**, 370-373.
- (151) MILIKAN, C. R. (1953).—Relative effects of zinc and copper deficiencies on lucerne and subterranean clover. *Aust. J. Biol. Sci.*, **6**, 164-177.
- (152) MILIKAN, C. R. (1963).—Effects of different levels of zinc and phosphorus on the growth of subterranean clover. *Aust. J. Agric. Res.*, **14**, 180-205.
- (153) MULTIMORE, J. E., MASON, J. L., ASHLY, D. L. (1970).—Copper, zinc, manganese and iron variation in five feeds for ruminants. *Can. J. Anim. Sci.*, **50**, 293-300.
- (154) MITCHELL, R. L., REITH, J. W. es. (1966).—The lead content of pasture herbage. *J. Sci. Food Agric.*, **17**, 437-440.
- (155) MOORE, D. P., HARWARD, M. E., MASON, D. D., HADER, R. J., LOTH, W. L., JACKSON, W. A. (1957).—An investigation of some of the relationship between copper, iron and molybdenum in the growth and nutrition of lettuce; II. Response surfaces of growth and accumulations of Cu and Fe. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, **21**, 65-74.
- (156) MUTTER, J. (1964).—Effet à long terme des fumures minérales et organiques en sol calcaire méditerranéen. *C. C. Agric. de France*, **1**, 83-91.
- (157) NASON, A., McEROY, W. D. (1963).—Modes of action of the essential mineral elements. En *Plant Physiology*, Steward, F. C. editor, Vol. III Academic Press, Inc., New York, 451-536.
- (158) NAVROT, J., JACOBY, B., RAVIKOVICH, S. (1967).—Fixation of Zn^{66} in some calcareous soils and its availability to tomato plants. *Plant Soil*, **27**, 141-147.
- (159) OZANNE, P. G. (1955).—The effect of nitrogen on zinc deficiency in subterranean clover. *Aust. J. Biol. Sci.*, **8**, 47-55.
- (160) PECEIL, M. (1941).—Availability of ions in high soil as affected by soil reaction. *Soil Sci.*, **51**, 473-486.
- (161) PERGAUD, S. (1970).—Les carences en oligo-éléments chez les ruminants en France. Leur Diagnostic. Les problèmes soulevés par l'intensification fourragère. *Ann. Agron.*, **21**, 635-669.
- (162) PERGAUD, S. (1974).—Oligo-éléments et qualité des fourrages: influence de la fumure minérale. *Fourrages*, **57**, 43-60.
- (163) PINTA, M. (1971).—*Spectrométrie d'absorption atomique*, Ed. Masson Paris, Tomo II, 793 pp.
- (164) POSSINGHAM, J. V., SPENCER, D. (1962).—Manganese as a functional component of chloroplasts. *Austral. J. Biol. Sci.*, **15**, 58-68.
- (165) PRICE, C. A. (1968).—Iron compounds and plant nutrition. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **19**, 239-248.
- (166) PRICE, C. A. (1970).—*Molecular approaches to plant physiology*, McGraw Hill, New York, 398 pp.
- (167) PRITCHARD, G. L., PIGDEN, W. J., FOLKINS, L. P. (1964).—Distribution of potassium, calcium, magnesium and sodium in grasses at progressive stages of maturity. *Can. J. Plant Sci.*, **44**, 318-321.
- (168) REHLY, C. (1967).—Accumulation of copper by some Zambian plants. *Nature*, **5101**, 667-668.
- (169) REITH, J. W. S. (1963).—The magnesium contents of soils and crops. *J. Sci. Food Agric.*, **6**, 417-426.
- (170) REITH, J. W. S., INKSON, R. H. E., HOLMES, W., MACUSKY, D. S., REID, D., HEDDIE, R. G., COPEMAN, G. J. F. (1964).—The effects of fertilizers on herbage production. II. The effect of nitrogen, phosphorus and potassium on botanical and chemical composition. *J. Agric. Sci.*, **63**, 209-219.
- (171) REITH, J. W. S., MITCHELL, R. L. (1964).—The effect of soil treatment on trace element uptake by plants. *Plant Anal. and Fertil. Probl. Proc.*, 4th Coll., 241-254.
- (172) REUTHER, W., SMITH, P. F. (1952).—Iron chlorosis in Florida citrus groves in relation to certain soil constituents. *Proc. Florida State Hort. Soc.*, **65**, 62-69.
- (173) REUTHER, W., SMITH, P. F. (1953).—Effects of high copper contents of sandy soil on growth of citrus seedlings. *Soil Sci.*, **75**, 219-224.
- (174) RICHER, G. (1972).—*Oligo-éléments et ruminants domestiques*, C. N.R.A., Etude n.º 51.
- (175) ROBSON, A. D., EDWARDS, D. G., LONERAGAN, J. F. (1970).—Calcium stimulation of phosphate absorption by annual legumes. *Aust. J. Agric. Res.*, **21**, 601-612.
- (176) ROSEIL, A., UETICH, A. (1964).—Critical Zn-concentrations and leaf minerals of sugarbeet plants. *Soil Sci.*, **97**, 152-167.
- (177) RUGGERS, L. A., DEMEIRIO, J. L., PAULSEN, F. M., ELLIS, R. Jr. (1970).—Interaction among atrazine, temperature and phosphorus-induced zinc deficiency in corn. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, **34**, 240-248.
- (178) SAAMI, A. U., KINERICK, D. G. (1970).—Stimulation of growth in zinc-deficient corn seedlings by the addition of tryptophan. *Crop. Sci.*, **10**, 292-294.
- (179) SCHWABE, G. H. (1961).—Düngerversuche zu Körnerfruchten. *Phosphorsäure*, **21**, 113-141.
- (180) SCHNEIDER, E., PRICE, C. A. (1962).—Decreased ribonucleic acid levels: A possible cause of growth inhibition of zinc deficiency. *Biochim. Biophys. Acta.*, **55**, 406-408.
- (181) SCHUTTE, K. H. (1964).—*Internal monographs: aspects of animals and human nutrition. The biology of the trace elements. Their role in nutrition*, Crosby Luckwood and London 228 p.
- (182) SHERTON, M. C., UTTER, M. F., MIDVAN, A. S. (1966).—Pyruvate carboxylase. VI. The presence of highly bound manganese. *J. Biol. Chem.*, **241**, 3.480-3.487.
- (183) SEATZ, L. F. (1960).—Zinc availability and uptake by plants as affected by the calcium and magnesium saturation and phosphorus content of the soil. *Int. Congr. Soil Sci., Trans. 7th (Madison Wis.)*, **11**, 271-280.
- (184) SHARMA, K. C., KRANIZ, B. A., BROWN, A. L., QUICK, J. (1968).—Interaction on Zn and P in top and root of corn and tomato. *Agron. J.*, **60**, 453-456.
- (185) SKOOG, F. (1940).—Relationships between zinc and auxin in the growth of higher plants. *Am. J. Bot.*, **27**, 939-951.
- (186) SMILDE, K. W. (1968).—MnO as a fertilizer of Mn-deficiency in oats. *Neth. J. Agric. Sci.*, **16**, 197-203.
- (187) SOMER, I. L., SHIVE, J. W. (1942).—The iron-manganese relation in plant metabolism. *Plant Physiol.*, **17**, 582-602.
- (188) SPEEDING, G. R. W. (1971).—*Grassland Ecology*, Oxford University Press, London, 221 pp.
- (189) SPENCER, W. F. (1966).—Effect of copper on yield and uptake of phosphorus and iron by citrus seedlings grown at various phosphorus levels. *Soil Sci.*, **102**, 296-299.
- (190) STABLES, J. W., BOUNDS, N. (1969).—A study of fertility and production in low cost production herds. *Vet. Rec.*, **84**, 379-390.
- (191) STEWART, F. C., MARGOLIS, D. (1962).—The effects of manganese upon the free aminoacids and amides of the tomato plant. *Contrib. Boyce Thompson Inst.*, **21**, 393-410.
- (192) STEWART, L., LEONARD, C. D. (1963).—Effect of various salts on the availability of Zn and Mn to citrus. *Soil Sci.*, **95**, 145-154.
- (193) STILES, W. (1961).—*Trace-elements in plants*, Cambridge. (Citado por SPEEDING, G. R. W. 1971, *Grassland Ecology*, Oxford University Press, 221 pp.
- (194) STILLINGS, B. R., BRATZLER, J. W., MARRIOT, L. F., HILLER, R. C. (1964).—Utilization of magnesium and other minerals by ruminants consuming low and high nitrogen containing forages and vitamin D. *J. Anim. Sci.*, **23**, 1.148-1.154.
- (195) STOCKING, C. R., ONGUN, A. (1962).—The intracellular distribution of some metallic elements in leaves. *Am. J. Bot.*, **49**, 284-289.

- (196) STUCKENHOLTZ, D. D., OLSEN, R. J., COGAN, G., OLSON, R. A. (1966).—On the mechanism of phosphorus-zinc interaction in corn nutrition. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, **30**, 759-763.
- (197) SYSGANOVA, O. P. (1960).—The natural contents of copper, cobalt, and iron in clover. *U. Cen. Zap. Kazan. Vet. Inst.*, **77**, 85-94.
- (198) TAKAKI, H., KUSHIZAKI, M. (1970).—Accumulation of free tryptophan and tryptamine in zinc deficient maize seedling. *Plant and Cell Physiol.*, **11**, 793-804.
- (199) TANADA, T. (1955).—Effect of ultraviolet radiation and calcium and their interaction on salt absorption by excised mungbean roots. *Plant Physiol. Lancaster*, **30**, 221-225.
- (200) THOMAS, B., THOMPSON, A., OYENIGA, V. A., ARMSTRONG, R. H. (1952).—The ash constituents of some herbage plants at different stages of maturity. *Emp. J. exp. Agric.*, **20**, 10-20.
- (201) THOMSON, W. W., WEITER, T. E. (1962).—The fine structure of chloroplast from mineral-deficient leaves of *Phaseolus vulgaris*. *Am. J. Bot.*, **49**, 1,047-1,055.
- (202) THORNE, D. W. (1957).—Zinc deficiency and its control. *Advances Agron.*, **9**, 31-65.
- (203) TROICME, S. (1960).—Oligo-éléments autres que le fer. *Techn. Agric.*, **1**, 1,290-1,293.
- (204) TSUI, C. (1948).—The role of zinc in auxin synthesis in the tomato plant. *Am. J. Bot.*, **35**, 172-179.
- (205) TURYN, Z., TYSZKIEWICZ, M. (1964).—O pewnej modyfikacji metody dyonimowej oznaczania fosforu w materiale roślinnym. *Roczniki Gleboznawcze T. XIV, Z.*, 85-90.
- (206) UNDERWOOD, E. J. (1969).—*Los minerales en la alimentación del ganado*. Editorial Acribia, Zaragoza, 320 pp.
- (207) VALLEF, B. L., WACKER, W. E. C. (1970).—Metalloproteins. En: *The proteins*, H. NEURATH editor, 2.^a edición, Vol. 5, Academic Press, New York, 192-205.
- (208) VAN RIJPER, G. E., SMITH, D. (1959).—Changes in the chemical composition of the herbage of alfalfa, medium clover, ladino clover and bromegrass with advance in maturity. *Res. Rep. I Wis. agric. Exp. Sta.*, 25-40.
- (209) VENEMA, K. C. W. (1961).—Some notes regarding the function of the sulfate in the metabolism oil producing plants. *Potash and Tropic Agric.*, **6**, 22-49.
- (210) VENEMA, K. C. W. (1963).—Notes regarding the influence of coloured light and potash on some plant-reaction. *Potash and Tropic Agric.*, **8**, 2-7.
- (211) VESK, M., POSSINGHAM, J. V., MERCER, F. V. (1966).—The effect of mineral nutrient deficiencies on the structure of the leaf cells of tomato, spinach, and maize. *Austral. J. Bot.*, **14**, 1-18.
- (212) VIETS, F. G. Jr. (1966).—Zinc deficiency in the soil-plant system. *Zinc Metab.*, 90-128 (*Chem. Abst.*, 67(7), 1968).
- (213) VOISIN, A. (1963).—Sol, tétanie d'herbe, cancer. *C. R. Acad. Agric. de France*, **49**, 1,119-1,148.
- (214) VOSE, P. B., JONES, D. G. (1963).—The interaction of manganese and calcium on nodulation and growth in varieties of *Trifolium repens*. *Plant and Soil*, **18**, 372-385.
- (215) WACKER, W. E. C. (1962).—Nucleic acids and metals. III Changes in nucleic acid, protein, and metal content as a consequence of zinc deficiency in *Euglena gracilis*. *Biochemistry*, **1**, 859-865.
- (216) WALSH, M. J., CONWAY, A. (1960).—Hypomagnesiemia in ruminants. *Proc. 8th Inter. Grass. Cong.*, 548-553.
- (217) WALLACE, T. (1951).—*Diagnosis of mineral deficiencies by visual symptoms*. M. H. Stationery Office, London.
- (218) WALSH, T. (1963).—Recherches sur le rôle du K dans l'agriculture en Irlande. *Rev. de la Potasse*, Juillet 1963.
- (219) WATANABE, F. S., LINDSAY, W. L., OLSEN, S. R. (1965).—Nutrient balance involving phosphorus, iron, and zinc. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, **29**, 562-565.
- (220) WEST, E. S. (1938).—Zinc-cured mottle-leaf in citrus induced by excess phosphate. *J. Conn. Sci. Ind. Res.*, **11**, 182-184.
- (221) WESTFALL, D. G., FLINCHUM, W. T., STANSEL, J. W. (1973).—Distribution of nutrients in the rice plant effect of two nitrogen levels. *Agron. J.*, **65**, 236-238.
- (222) WHITEHEAD, D. C., JONES, E. C. (1969).—Nutrient elements in the herbage of white clover, red clover, lucerne and sainfoin. *J. Sci. Food Agric.*, **20**, 584-591.
- (223) WIKLANDER, L. (1964).—Uptake, absorption and leaching of radio-strontium in a lysimeter experiment. *Soil Sci.*, **97**, 169-172.
- (224) WILKINSON, S. R., GROSS, C. F. (1967).—A macro- and micro nutrient distribution within ladino clover (*Trifolium repens* L.). *Agron. J.*, **59**, 372-374.
- (225) WILLIAM, R. J., STOJKOVSKA, A., COOKE, G. W., WIDDOWSON, F. V. (1960).—Effects of fertilizers and farmyard manure on the copper, manganese, molybdenum and zinc removed by arable crops at Rothamsted. *J. Sci. Food Agric.*, **11**, 570-575.
- (226) WIND, J. (1957).—Sporenelementen in ons grasbes tand. *Landbouwk Tijdschr.*, Wageningen, **69**, 608-618.
- (227) WINTER, E., PARKS, W. L. (1965).—Zinc deficiency of corn in Tennessee. *Better Crops With Plant Food*, **39**, 23-25.
- (228) WOLTON, K. M. (1960).—Some factors affecting herbage magnesium levels. *Proc. 8th Inter. Grass. Cong.*, 544-548.
- (229) WOLTON, K. M. (1963).—Fertilizers and hypomagnesiemia. *Extrac from NIAS Quarterly Review*, XIV (59), 122-130.