

## Evaluación de recursos y criterios de actuación en la mejora pratense

LUIS MIRÓ-GRANADA, ANDRÉS DE LEÓN, VICENTE FORTEZA DEL REY

Dirección General de la Producción Agraria.  
Ministerio de Agricultura. Madrid

*La necesidad de incrementar la producción forrajera y pratense obligó a encuadrar las posibilidades de introducción y empleo de una amplia gama de especies, y en su caso variedades, dentro de los condicionados climáticos y de suelo a nivel nacional, además del conocimiento fitosociológico de las comunidades herbáceas naturales y su dinámica para orientación de las mejoras a realizar.*

*Se exponen los resultados de acuerdo con los condicionados dichos, dando los criterios de actuación referidos a especies, que han venido siendo aplicados en las distintas situaciones y con carácter intensivo o extensivo, según sea el régimen de explotación agrícola-ganadera.*

*La existencia de grandes zonas de posible mejora pratense con características generales de clima semiárido a seco-subhúmedo, con suelos tierras pardas meridionales, tierras pardas meridionales ácidas y tierras rojas no calizas mediterráneas, el conocimiento de la dinámica de la vegetación y la limitación al empleo, en general, de especies animales, han orientado hacia la búsqueda de metodologías más precisas para adoptar criterios de decisión para realizar los trabajos agronómicos de mejora.*

*Se estudia el factor clima como factor limitativo principal y el suelo como factor modificador más importante. Se definen los regímenes térmicos, por su períodos frío y cálido, y de humedad por su período seco, bajo los aspectos de duración, intensidad y variabilidad, cuantificando la respuesta de la producción herbácea de acuerdo con el índice de potencialidad agrícola de L. TURC, ajustado según la experiencia local de mediciones de dicha respuesta. El estado hídrico del suelo se ha considerado entre 40 y 200 mm. de capacidad.*

*Se presentan ocho modelos de producción, según precipitaciones anuales variables de 400 a 1.200 mm., representándose el valor del factor heliotérmico ( $F_{ht}$ ), el índice de potencialidad agrícola ajustado y las producciones previsibles en otoño, invierno y primavera. Las considera-*

*ciones sobre suelos llevan a la definición de 29 tipos representativos, a los efectos de la evaluación que se estudia.*

*Los criterios de decisión se sintetizan en un cuadro resumen de acuerdo con patrones de crecimiento (o producción), caracteres edáficos, dándose las orientaciones respecto a las tres situaciones: áreas no mejorables, áreas mejorables por fertilización y áreas mejorables por fertilización y/o siembra.*

## 1. ANTECEDENTES

A mitades de la década 1950-60, superadas las etapas de una necesaria expansión de la producción cerealista, se presentaba el interés de acometer nuevas orientaciones en cuanto a la utilización de recursos y sentar las bases de otros tipos de agricultura con mayor participación ganadera, idea que se vio confirmada plenamente en el proceso posterior al tener que adecuar la oferta a una demanda más diversificada de productos entre los que tenían un fuerte peso los de origen animal. Una mayor preocupación por los problemas de erosión del suelo movilizó, a nivel internacional, la búsqueda de nuevas tecnologías para procurar coberturas de defensa y fijación, acelerando la prospección y adaptación de nuevas especies herbáceas que unían a aquella finalidad la de procurar recursos a la ganadería y hacer posibles nuevos sistemas de explotación en grandes superficies con una mejor economía en el uso de suelo y agua.

Ante estos planteamientos, fue preciso fijar nuevos puntos de partida y crear una metodología de trabajo que permitiera pasar de una agricultura tradicional a otra en que los factores ecológicos, la dinámica de una vegetación en períodos más largos de tiempo y la utilización directa por el ganado de los nuevos recursos creados tendrían una mucho mayor significación, dado que, en general, la participación del hombre y la técnica tienen menor continuidad e intensidad que la concedida a otros cultivos agrícolas.

Ciertamente, existían cultivos con destino a la ganadería sobre los que se disponía de gran experiencia y grandes posibilidades inmediatas, bien por las condiciones de medio especialmente favorable, caso de situaciones de clima húmedo y subhúmedo, o por ser cultivos ya tradicionales como las forrajeras anuales en muchas situaciones de medio y la alfalfa en regadío, pero, en todo caso, se tenía que estudiar su mejora, intentar su introducción en otras áreas donde no eran conocidos y situarlos dentro de otros marcos generales de utilización armónica con los nuevos cultivos y formas de aprovechamiento que se deseaba implantar. Las prácticas de manejo de praderas y pastizales naturales, en grandes extensiones, habían caído con frecuencia en el olvido por haberse intercalado un largo período en que los antiguos aprovechamientos pastorales habían tenido que ceder ante una agricultura más agresiva y que le restó importantes superficies de clara dedicación ganadera.

La gran diversidad existente de suelos en nuestra geografía y la gama de climas desde húmedo a árido, con una presencia del semiárido en casi un 80 % del total del territorio, obligaban a establecer unas bases de estudio más concretas a las anteriormente utilizadas, pasar después a un mejor conocimiento de la vegetación propia, tratar de introducir nuevas especies y revisar todas las técnicas de cultivo, para poder finalmente aplicar, con un nivel aceptable

de fiabilidad, los resultados positivos a grandes zonas. Unos primeros trabajos, relativos a introducción de especies y variedades procedentes de áreas con situaciones ecológicas, en principio, similares a las nuestras, dieron resultados poco alentadores, y nos hicieron insistir en la necesidad de unos mejores conocimientos de base. Se participó también en los trabajos, que, patrocinados por organismos internacionales, se llevaban a cabo en varios países de la región mediterránea, donde el éxito fue también muy limitado por no haberse tampoco evaluado debidamente los factores de producción, poniendo en evidente peligro de abandono, lo que después, con un mejor planteamiento ha podido conducir a interesantes soluciones. Se trataba, por tanto, de llegar a una metodología que permitiera adoptar criterios de decisión para la introducción y generalización de nuevos cultivos pratenses o mejorar la producción y aprovechamiento de las praderas y pastizales naturales.

Las primeras introducciones de especies se llevaron a cabo por el Ministerio de Agricultura, a través de la Dirección General de la Producción Agraria (1) con los Institutos Nacionales de Investigaciones Agronómicas (2) y para Producción de Semillas Selectas (5) y Dirección General de Montes.

## 2. ETAPAS INICIALES DE ESTUDIO

La dificultad inicial era definir correctamente el entorno, dificultad que observábamos en muchas situaciones en otros países con los que era de interés una relación más directa por tener condicionados más semejantes. Las visitas a zonas de climatología comparable ayudaron a trazar criterios de selección, que quedaban limitados por las condiciones de suelo y vegetación.

En aquellas fechas se recomendaba a nivel internacional la realización del mapa de suelos de Europa, y en 1958 se dispuso en España del primer mapa nacional de suelos (4) llevado a cabo de acuerdo con las directrices de la División del Soil Survey, USDA y con orientaciones de lo que se denominó Quinta Aproximación Americana, disponiendo así de la clasificación de grandes grupos de suelos sobre la que se fueron llevando a cabo los estudios de series monotípicas por áreas provinciales. Sobre dicha primera trama de grandes grupos ya se pudo ir estableciendo una primera relación de especies presentes y de posible adaptación. Estos criterios se fueron ajustando, cuando no existían clasificaciones de unidades de rango inferior, con observaciones relativas a sustrato geológico, flora y formas de explotación, unido a determinaciones de profundidad, textura pH y Ca activo fundamentalmente.

Respecto a clima, se había generalizado ya la clasificación de C.W. THORNTHWAITE, muy utilizada para los trabajos de cálculo de dotaciones de riego, se disponía de una clasificación climática a nivel nacional, que se adoptó en los estudios para determinación de áreas de posible introducción o mejora de cultivos pratenses.

Bajo el gran esquema de formaciones fisiognómicas actualizado por S. RIVAS GODAY, incorporando los índices de aridez de Martonne y el de Gams o de higr continentalidad, se fueron estableciendo, con los inventarios de vegetación, los indicadores que mejor orientaban sobre las correlaciones entre medio, previsible dinámica de la vegetación y respuestas de las especies y variedades de ensayos de establecimiento. El conocimiento de los trabajos sobre fitosociología de RIVAS GODAY, RIVAS MARTÍNEZ, O. DE BOLOS, MONSERRAT,

FERNÁNDEZ-GALIANO y BORJA ayudaron grandemente a consolidar la definición de dichas correlaciones, que alcanzaron su nivel adecuado de aplicación al sistematizar RIVAS GODAY y RIVAS MARTÍNEZ (3) la clasificación de las praderas y pastizales naturales en los círculos de vegetación mediterráneo, atlántico centro-europeo y alpino más representativos de nuestra geografía, adoptándose para los trabajos que nos ocupan el grupo de alianza como indicación suficiente.

### 3. PRIMEROS CRITERIOS DE DECISIÓN EN MEJORA FORRAJERA Y PRATENSE

Estos conocimientos de base permitieron eliminar de los ensayos aquellas especies que no tenían encaje previsible de acuerdo con unos condicionados de medio mejor evaluados, lo que permitió una estructura más correcta de los planteamientos y un gran ahorro de tiempo y esfuerzos. Tras diez años de ensayos se pudieron establecer los criterios básicos de decisión respecto a empleo de las distintas especies, y en algunos casos de variedades comerciales y orientaciones respecto a condiciones de cultivo y aprovechamiento. Los criterios adoptados fueron los siguientes:

— Zonas de clima tipos A (perhúmedo), B (húmedo) y C (subhúmedo), sobre Tierras Pardas, Tierras Pardas Podzólicas, Podzoles y Rendzinas, en condiciones donde se establecen las comunidades de *Cynosorion cristati* (Tx 1947) y *Arrhenaterion elatioris* (Br. Bl., 1925). Buen establecimiento de praderas compuestas por *Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Phleum pratense*, *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Lotus corniculatus* y *Arrhenaterum elatius* en sus distintas combinaciones según duración y forma de aprovechamiento de la pradera. Estas praderas de tipo atlántico se han extendido a otras situaciones bajo regadío, con ciertas limitaciones en las áreas de mayor concentración térmica de verano y entrada en las mezclas de *Medicago sativa* y *Festuca elatior*.

— Zonas de clima subhúmedo, con acusado carácter de continentalidad, sobre suelos Rendzina (parda y rojiza), y en las situaciones más favorables de seco-subhúmedo y semiárido con mayor retención de humedad edáfica, en suelos Pardos y Serosem, en condiciones ambientales propias para la presencia de *Meso-Bromion* (Br. Bl. et Moor., 1938) y *Brachypodium phoenicoidis* (Br. Bl., 1931). Se consiguen establecimientos óptimos de *Medicago sativa*, *Bromus inermis* y, con menor éxito, *Phleum pratense*.

— Zonas de clima subhúmedo, con fuerte continentalidad, sobre tierras Pardas y tierras Pardas Podzólicas, en las condiciones de mayor humedad edáfica dentro del orden de *Agrostidetalia*. Las posibilidades hasta ahora encontradas para la implantación de pratenses son muy limitadas, con pobre respuesta de las especies de tipo atlántico y bajas producciones de las anuales *Vicia villosa* y *Vicia cracca*.

— Zonas de clima seco-húmedo o semiárido, con acusada continentalidad, sobre suelos Pardos, Serosem y Complejos de los mismos, en las condiciones más favorables de *Brachypodium phoenicoidis* (Br. Bl., 1931), e incluso en áreas de *Emeropyro-Ligeion* (Br. Bl. et Bolós, 1957). Se obtienen buenos establecimientos de *Agropyrum intermedium*, *Medicago sativa*, *Vicia villosa* y, en situaciones particulares, *Onobrychis sativa* y *Vicia sativa*.

Posible interés de variedades seleccionadas de *Dactylis glomerata*, var. *hispanica* y *Vicia sativa*.

— Zonas de clima semiárido, más térmicas, sobre suelos Serosem y Pardo Serosem, correspondientes a toda la orla mediterránea oriental de la península, donde las comunidades herbáceas dominantes están compuestas por especies anuales, incluíbles con generalidad en la asociación *Thero-Brachypodium* (Br. Bl., 1925). En las mejores situaciones pueden establecerse siembras de *Phalaris tuberosa*, *Medicago sativa* y, con mayor amplitud, *Medicago tribuloides*, *Medicago minima*, *Lolium rigidum*, y las siembras anuales de *Vicia sativa*. En estas áreas las superficies de posible aprovechamiento pratense son limitadas, ya que una agricultura antigua ha ido utilizando todas las situaciones donde se pudo conseguir un suelo arable, por lo que en general los recursos para la ganadería se obtienen de cultivos anuales y sólo factores económicos harán variar este nivel de intensidad de utilización del suelo. En las zonas más térmicas, en regadío, buena adaptación de especies subtropicales (*Chloris gayana*, *Paspalum* sp., etc.), también limitada su expansión por otros cultivos más remuneradores.

— Zonas de clima semiárido a seco-subhúmedo, con temperaturas moderadas de invierno, sobre Suelos Castaños. Las posibilidades de mejora enunciadas en el apartado anterior encuentran su óptimo, limitada su expansión por el gran valor económico de otros cultivos, pero sería deseable dar mayor participación a praderas temporales para mejora de estructura del suelo y se podrían conseguir unidades de gran rentabilidad con producción mixta agrícola-ganadera. Posible expansión de *Hedysarum coronarium*.

— Zonas de clima semiárido a subhúmedo, con inviernos moderados o continentales con cierta influencia atlántica, aunque con régimen mediterráneo de lluvias, sobre suelos Tierras Pardas Meridionales, Tierras Pardas Meridionales ácidas y Tierras Rojas no calizas mediterráneas, con todas las gradaciones de vegetación incluíbles en los órdenes de *Helianthemetalia* (Br. Bl., 1940) y *Agrostidetalia* (Riv. God., 1957), especialmente en este último las asociaciones *Agrostidion salmanticae* (Riv. God., 1957) y *Agrostidion castellanae* (Riv. God., 1957). Estas zonas coinciden con grandes áreas de agricultura extensiva y aprovechamientos ganaderos; las prácticas de cultivo encaminadas en muchos casos a conseguir la limpieza de matorral y posterior utilización de los pastos, la marginalidad de las producciones cerealistas y la coexistencia de explotación agrícola-ganadera con bosque aclarado de encinar y alcornocal, todo inducía a una atención especial de mejora, que se ha desarrollado fundamentalmente con la siembra de especies anuales con *Lolium rigidum*, *Trifolium hirtum*, y con mucha mayor generalidad con *Trifolium subterraneum* en sus distintas variedades, asociando la utilización de *Phalaris tuberosa* en las condiciones más favorables de rentabilidad y humedad climática o edáfica. Se introdujo también en dichas zonas los cultivos anuales de forrajeras con *Vicia villosa*, asociada a cereal, en especial *Avena sativa* y *Avena strigosa* (6) (7).

Con estos criterios básicos de definición de medio y sistema y de explotación, presencia y dinámica de las comunidades herbáceas climáticas, y la experiencia de la introducción y adaptación de especies y variedades en los distintos condicionados de producción, se han llevado a cabo amplios programas de mejora forrajera y pratense durante estos últimos años.

#### 4. NUEVAS METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN

La zona últimamente definida ha sido objeto de mayor estudio e intensidad de mejora, tanto por coincidir en ellas las condiciones expuestas de vocación ganadera y extensión superficial, como por conocerse mejor la escalonada seriación de las comunidades vegetales que orientaban muy claramente sobre las posibilidades de mejora y las soluciones agronómicas a adoptar. El disponer de una especie como *Trifolium subterraneum*, con variedades a escala comercial de amplia adaptación (8), la presencia de esta especie en las etapas evolutivas del pastizal natural con gran participación como característica en las situaciones óptimas de *Trifolio-Periballion* (Riv. God., 1959) y la facilidad de disponer de material para la selección de nuevas variedades fueron motivo también para insistir con prioridad en estas zonas que comprenden todo el oeste de la Península, con penetración hacia el interior, a lo largo de los sistemas montañosos Central, Oretana y Mariánica.

Se consideró preciso, continuando en la definición de criterios posibles de decisión para mejora pratense, insistir en una más detallada revisión de las condicionantes de clima y suelo, habida cuenta de que, por fundarse las mejoras generalmente en especies anuales, las condiciones para producción estacional, resiembra, capacidad de permanencia a lo largo del tiempo, variabilidad en la composición de la pradera, respuesta a las formas de pastoreo y nivel de competencia ante la reinvasión de matorral están muy ligados a las relaciones clima-suelo. Asimismo, las posibilidades de actuar para una evolución favorable de las comunidades herbáceas espontáneas, con sólo los tratamientos de fertilización y más correcto manejo del ganado, obligaban a establecer una normativa de actuación de acuerdo con un más exacto conocimiento de las distintas situaciones de medio.

Consideramos que, al ser el tema básico de esta VI Reunión de la Sociedad Europea de Pastos el de Producción en climas de estación seca, el entrar en un mayor detalle en la consideración de dichas zonas encaja debidamente en la orientación básica de la reunión, y se pueden aportar algunas ideas que sometemos a la consideración y posible discusión de los participantes de esta Asamblea.

Por todo ello se expone a continuación, en breve síntesis, la metodología elaborada para caracterizar el clima —factor ecológico principal limitante en los ecosistemas analizados— y el suelo, en tanto que corrector, a veces enérgico, de su acción.

Dada la naturaleza del tapiz vegetal a mejorar y a introducir se consideró de todo punto indispensable establecer el período de crecimiento activo disponible y su distribución a lo largo del ciclo anual. Asimismo se ha pretendido cuantificar la respuesta de la vegetación en las épocas favorables en términos de Tm. de M. S. por Ha.

El conocimiento exacto de esos extremos permitiría decidir la actitud a tomar ante cuestiones tan importantes como la conveniencia y significado de la mejora por siembra; la necesidad de establecer reservas alimenticias distintas del pasto seco, su calidad y su cuantía; el riesgo del incremento de la carga a nivel de unidad de producción; las posibilidades de lucha no mecánica ni mediante el fuego contra el matorral invasor; rango y equilibrio de la fertilización fosfo-potásica y las posibilidades de ésta

como generador de una evolución favorable de la vegetación espontánea tan agresiva y adaptada, etc.

#### 4.1. Factores climáticos

Para abordar la determinación del período de crecimiento, se hizo necesario realizar un análisis de la Red Meteorológica existente en el área, y determinar las estaciones termopluviométricas y pluviométricas que cumplan con los requisitos espacio-temporales exigidos por la O.M.M. El período básico de tiempo considerado a estos efectos fue el de 1940-1970, y para las estaciones de que se disponía (capitales de provincia, fundamentalmente) el comprendido entre 1900-1970.

De cada una de las estaciones así seleccionadas, se han determinado los regímenes térmico, definido por el período frío y cálido, y de humedad definido por el período seco; bien entendido que estos factores se han analizado estableciendo su duración, intensidad y variabilidad (9), (10) y (11), ya que sólo así cobra verdadero sentido y puede interpretarse correctamente la ecuación general:

$$P.C.A. = 12 - (P.F. + P.C. + P.S.)$$

o bien la equivalente, a nuestros efectos, salvo en regadío:

$$P.C.A. = 12 - (P.F. + P.S.)$$

ya que el período cálido queda siempre incluido y enmascarado en el período seco.

Los criterios para establecer estos períodos han sido los siguientes:

*Período frío.*—Está constituido por el conjunto de meses fríos, entendiéndose por tales aquellos en los que la temperatura media de mínimas ( $t$ ) es menor o igual a  $7^{\circ}\text{C}$  (12). La medida de la intensidad absoluta se obtiene con la media de mínimas del mes más frío y la intensidad de la parada vegetativa viene dada por el número de meses con  $t < 3^{\circ}\text{C}$  y/o  $t < 0^{\circ}\text{C}$ . La variabilidad del período frío, en los meses extremos del mismo, se expresa en forma frecuencial utilizando como período de retorno el de diez años.

*Período cálido.*—Está constituido por el conjunto de meses cálidos, entendiéndose por tales aquellos en los que la temperatura media de máximas rebasa los  $30^{\circ}\text{C}$  (11) y (13).

Su intensidad absoluta viene medida por el valor que alcanza dicha temperatura en el mes más cálido. Su variabilidad se determina y expresa en la misma forma que en el caso anterior.

*Período seco* (equivalente a período árido).—Está constituido por el conjunto de meses secos, entendiéndose por tales aquellos en los que el balance:

$$E.T.P. - (P + R) \geq 0 \quad (12)$$

E.T.P. es la Evapotranspiración potencial mensual dada por la ecuación de Thornthwaite y expresada en mm. P es la pluviometría media mensual, expresada en mm. R es un valor denominado reserva del suelo y equiparable a la capacidad de retención del mismo, expresado en mm. El valor utilizado para R es el de 100 mm.

La intensidad se mide mediante el déficit de agua obtenido, considerándose tres intervalos del mismo: de 0 a 50 mm. (afecta a las plantas anuales), de 50 a 100 mm. (afecta a las plantas vivaces) y de más de 100 mm. Su variabilidad se mide en forma frecuencial utilizando como período de retorno el de diez años.

Combinando la duración de estos períodos a lo largo del ciclo anual queda establecida la duración media del período de crecimiento activo y puede pasar a determinarse la respuesta de la vegetación en los meses incluidos en el mismo.

Para cuantificar esta respuesta se ha utilizado —elaborándola para cada mes— la fórmula factorial debida a L. TURC y denominada índice climático de potencialidad agrícola (CA) (14). Posteriormente se ha comenzado su contraste en distintas áreas de la zona y los resultados obtenidos hasta ahora indican como aconsejable un valor de 0,25 para el coeficiente de conversión del valor del índice —obtenido en base a las variables climáticas— en materia seca, expresada en Tm./Ha. La ecuación de conversión provisional que resulta es la siguiente:

$$\text{Producción} = 0,25 \times \text{CA}$$

El valor del índice CA viene dado por el producto de dos factores: el factor heliotérmico ( $F_{ht}$ ) y el factor sequía ( $F_s$ ). ( $CA = F_{ht} \times F_s$ ).

El primero viene a representar la energía recibida en cada estación y disponible por las plantas; en su cálculo intervienen la temperatura media de mínimas, la temperatura media y la duración astronómica del día (relacionada con la latitud) o la radiación global.

El segundo es una expresión del estado hídrico del suelo —que se calcula con base en el balance ETP— ( $P + R$ ), variando R con las propiedades del suelo entre 40 y 200 mm., y actúa siempre como corrector del anterior, determinando qué parte de la energía recibida por el sistema es realmente utilizada por las plantas.

Toda la elaboración descansa, por otra parte, sobre la idea de un suelo adecuadamente tratado y fertilizado.

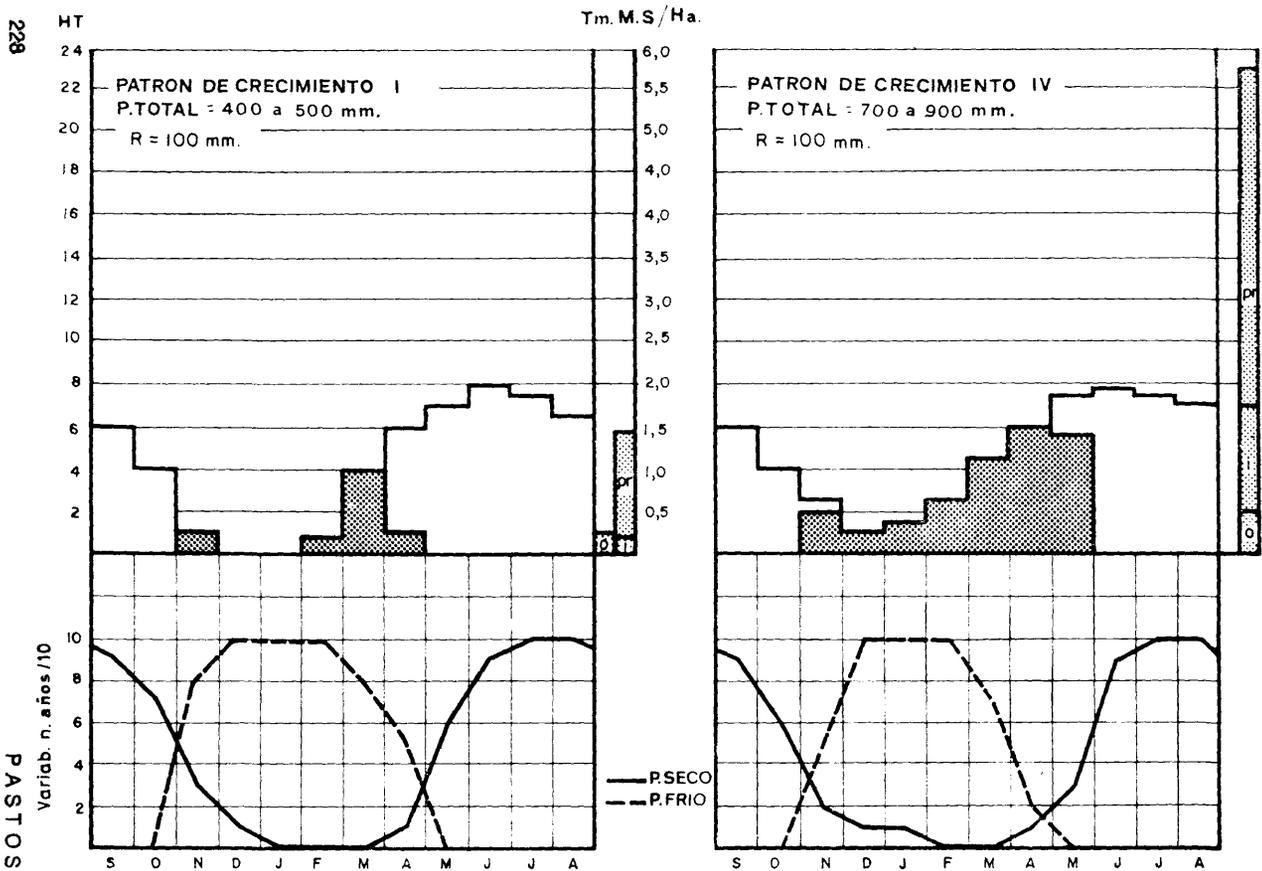
#### 4.2. Modelos elaborados

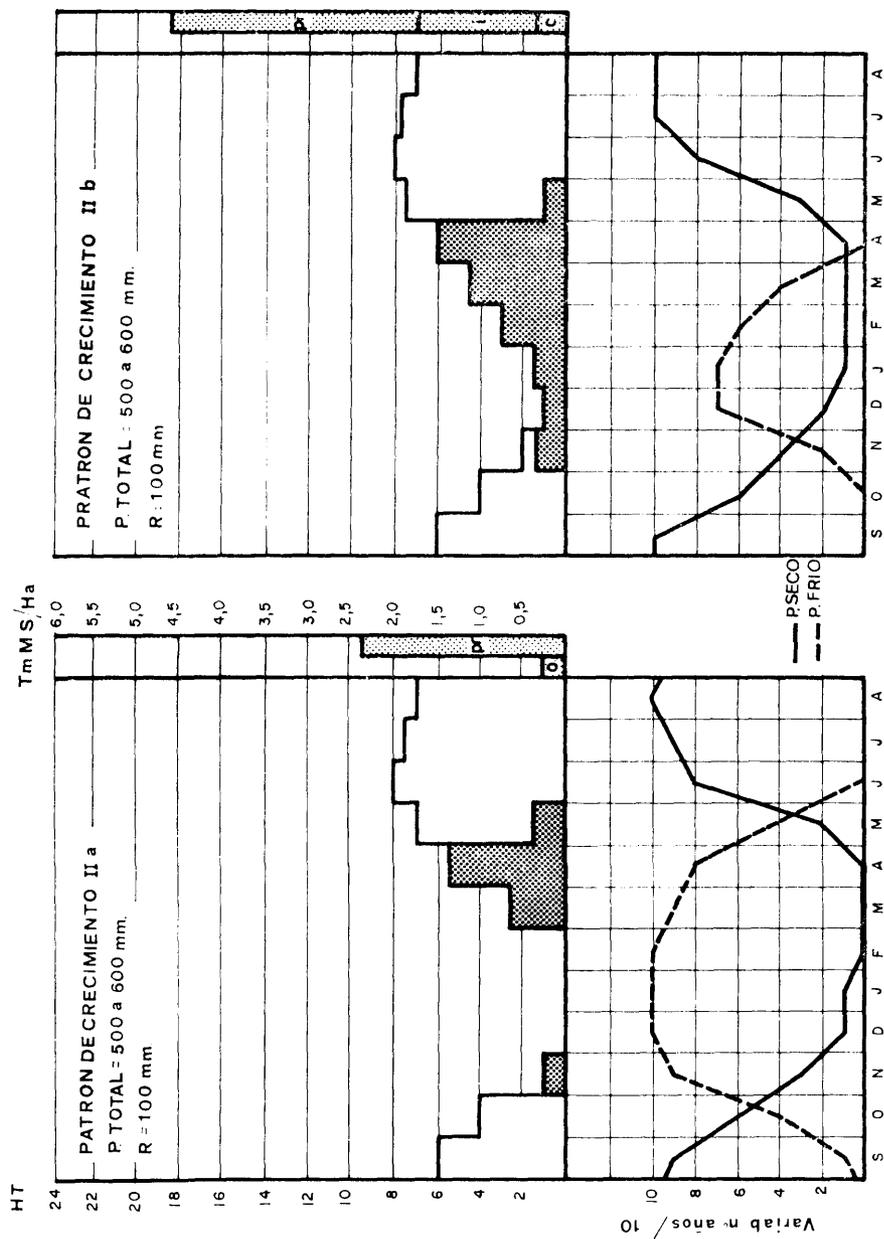
Realizadas, pues, estas determinaciones, se vio que los valores que tomaban estos caracteres en las distintas estaciones permitía agrupar éstas en un reducido número de modelos distintos, ordenables en función del rango de variación de la pluviometría total anual de las mismas.

Así han podido establecerse ocho patrones de crecimiento distintos, cuya representación gráfica se adjunta y que se han denominado I, II<sub>a</sub>, III<sub>a</sub>, II<sub>b</sub>,

III<sub>b</sub>, IV<sub>a</sub>, V y V<sub>b</sub>. Su correspondencia con la pluviometría total anual es la siguiente:

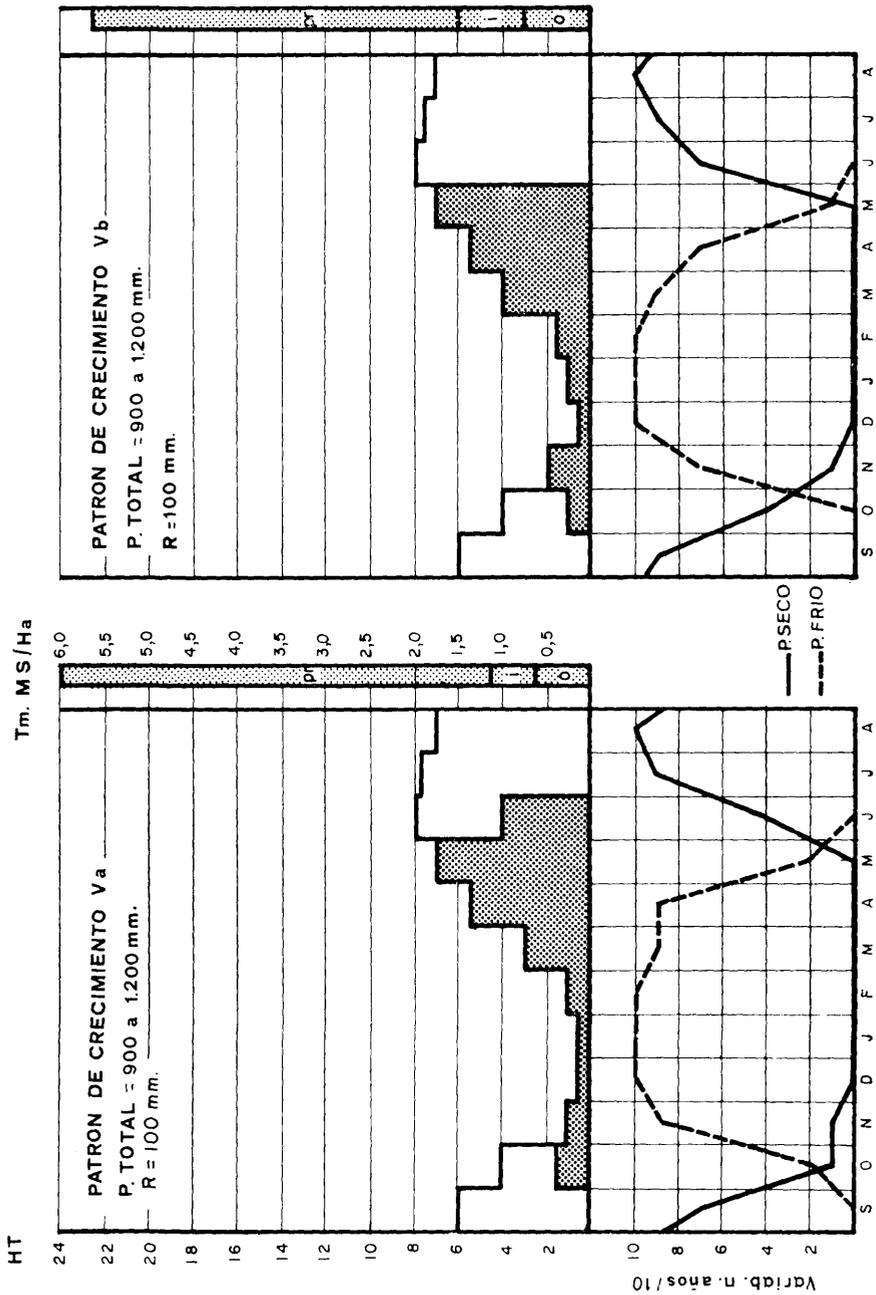
- 400 ≤ P < 500 mm. — Patrón I.
- 500 ≤ P < 600 mm. — Patrones II<sub>a</sub> y II<sub>b</sub>.
- 600 ≤ P < 700 mm. — Patrones III<sub>a</sub> y III<sub>b</sub>.
- 700 ≤ P < 900 mm. — Patrón IV.
- 900 ≤ P < 1.200 mm. — Patrones V<sub>a</sub> y V<sub>b</sub>.



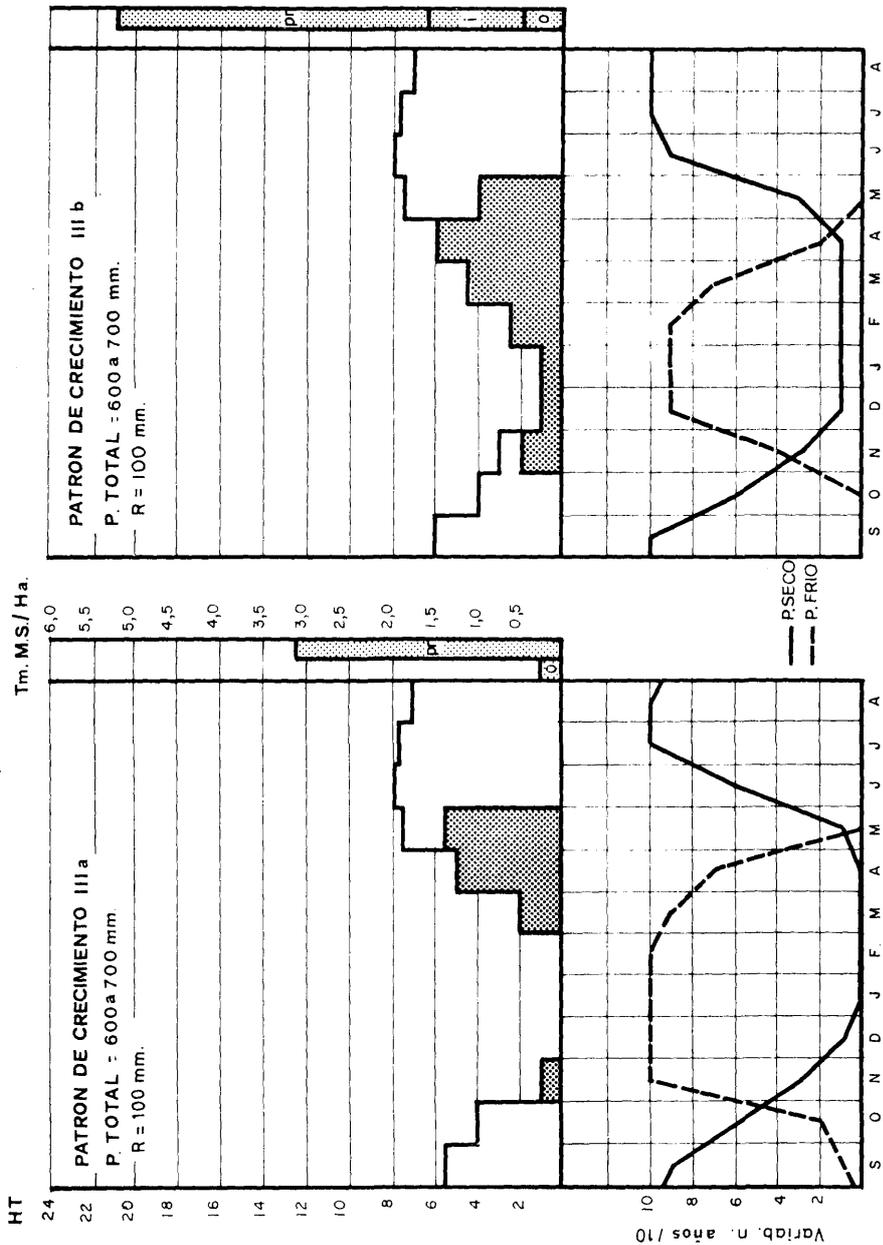


Su polaridad geográfica es muy acusada aunque su distribución es irregular, dependiendo de la acción combinada de la altitud, distancia al mar y orientación de cada área, caracteres muy heterogéneos dentro de la zona que nos ocupa.

En el gráfico correspondiente a cada patrón de crecimiento se repre-



senta en la parte superior, el valor medio mensual del factor  $F_{ht}$  del índice de TURC, y dentro del histograma obtenido figura el correspondiente al verdadero valor del índice ( $CA = F_{ht} \times F_s$ ) punteado en negro. En la escala situada a la derecha, se representa el valor potencial de la materia seca,



obtenible tanto en otoño (o) como en primavera (pr.). En los patrones de crecimiento en los que éste no se ve interrumpido en invierno se representa la producción en una sola columna, diferenciándose la obtenida en otoño (o), invierno (i) y primavera (pr).

En la parte inferior del gráfico se representa, para cada mes, el valor

de la variabilidad de los períodos frío y seco. Su contraste con el gráfico anterior permite enjuiciar el riesgo intrínseco a la obtención de cosechas en los distintos meses y a la normal floración y semillado de las distintas variedades de trébol subterráneo en primavera.

Todos los gráficos se han elaborado asignando al suelo una capacidad de reserva de agua de 100 mm.

### 4.3. Factores edáficos modificadores

Por su carácter complementario, el método de análisis del suelo debía ajustarse a dos premisas: la homogeneidad con los estudios climáticos y el carácter expedito en su realización.

Indudablemente, el reconocimiento detallado de los suelos, aplicando procedimientos de estudio de los mismos, tales como los que propugnan las aproximaciones sucesivas del USDA (7.º y posteriores) proporcionan el mayor volumen de información sistematizada y comparable sobre la naturaleza y propiedades de los mismos.

Sin embargo, los condicionamientos aludidos y el hecho cierto de la posibilidad de establecer un rango en las relaciones de dependencia que ligan la respuesta de las plantas a las propiedades del suelo, hizo posible seleccionar de entre estas propiedades aquellas que de manera más directa regulan el comportamiento de las especies presentes en el tapiz vegetal o a introducir (9).

Esta forma de proceder, por otra parte, se ajusta a la adoptada para llevar a cabo la valoración de la capacidad agrológica del suelo puesta a punto en Estados Unidos y adoptada y difundida posteriormente en otros países dada la aportación que supone a los efectos de ordenación productiva, el conocimiento de las posibilidades de utilización y dedicación de los suelos en consonancia con su naturaleza (15) (16) (17).

Con base a estas consideraciones la metodología adoptada analiza el suelo a través de dos grupos de caracteres principales: unos extrínsecos al mismo y otros intrínsecos a él.

Son los primeros la pendiente (p) y erosión aparente (e), mediante los cuales se establece una orientación previa en relación con el sistema de explotación más intensivo al que se puede someter el suelo, dentro de una escala que va desde el laboreo sistemático al no laboreo.

En cuanto a los segundos la medida de la profundidad (h), textura (t), pedregosidad o rocosidad (r), permeabilidad (w), fertilidad (f) y salinidad (s) permiten confirmar aquella orientación previa o recusarla, por la presencia de alguno o algunos de los caracteres por encima o por debajo de los valores establecidos como umbrales para el diagnóstico.

La valoración de un suelo cualquiera, tras el análisis de los caracteres descritos, incluye a éste en una de las ocho clases establecidas (I, II y III, suelos susceptibles de laboreo sistemático o cualquier otra dedicación productiva; IV, suelos susceptibles de laboreo ocasional o cualquier otra dedicación productiva menos intensa; V, VI y VII, suelos susceptibles de explotación bajo sistemas de pastoreo, bosque o reserva natural, y VIII, suelos no utilizables para la agricultura, la ganadería o el bosque).

Al propio tiempo el análisis de los caracteres pone de manifiesto cuáles

de entre ellos se muestran como limitantes en mayor grado, estableciéndose así cuatro subclases, dentro de las clases II a VIII, pues, por su propia naturaleza, la clase I no admite subdivisiones (18).

Son, por lo tanto, 29 los diferentes tipos a los que puede referirse un suelo cualquiera.

En relación a los suelos presentes en la zona que nos ocupa todos ellos pertenecen, en su mayoría, a las clases IV, VI y VII, subclases *e*, *s* y *w*; es decir, suelos transparentes que, en general permiten la utilización de medios mecánicos (pendientes menores del 30 %).

En ellos, la poca profundidad media, las texturas desequilibradas hacia fracciones gruesas (arena y limo), la acidez de la reacción y los bajos valores de la capacidad de intercambio catiónico y del porcentaje de saturación de bases dan como resultados más destacables:

- a) Una baja capacidad para el almacenamiento y regulación del agua, con alternancias bruscas de situaciones de exceso a situaciones de déficit, que es función clara de la profundidad de suelo existente.
- b) Una baja capacidad de suministro de nutrientes y una capacidad de respuesta a la fertilización presumiblemente baja, hechos que se acentúan en los suelos desarrollados sobre granito (pH: 4,5-5,5; CIC  $\leq$  20 meq./100 gr. y % S.B.  $\leq$  30) en relación con los desarrollados sobre pizarras o materiales diversas (pH: 5-6; CIC  $\leq$  20 meq./100 grs.; % S.B.  $\leq$  50).

Estos dos caracteres inciden de forma directa y fuerte en el comportamiento de la vegetación dibujado por los patrones climáticos anteriormente establecidos ya que, según varíe el primer carácter así variará el valor de la R. del suelo y al alejarse de los 100 mm. (valor óptimo) disminuirá el período de crecimiento, por incremento del período seco en épocas, por otra parte tan importantes, como la floración, y según se acentúe la distrofia, por la variación del segundo carácter, más distante se encontrará la producción obtenida de la potencia, medida en el patrón, por falta de nutrientes.

Sobre estas bases se han tipificado las respuestas de la flora, tanto cuantitativa como cualitativamente, lo que ha permitido establecer tres rangos fundamentales de variación en relación con la reserva de agua (R) y dos rangos de variación de la fertilidad química del suelo, cuyas combinaciones incluyen la generalidad de las situaciones presentes en la zona.

Los rangos de variación establecidos para la reserva de agua (R) han sido los siguientes:

1.  $R \leq 40$  mm., que se corresponde con situaciones de profundidad media menor o igual a 20 cm.
2.  $40 < R \leq 80$  mm., que se corresponde con profundidades medias de suelo comprendidas entre 20 y 40 cm.
3.  $R > 80$  mm., asignable a suelos con profundidad media superior a los 40 cm. y que optimizan el patrón climático.

Los diferentes tipos de texturas presentes en la zona (franco-arenoso, arenoso-franco y franco-limoso) no introducen variaciones significativas en los valores de la reserva, ligados estrechamente a la profundidad del suelo.

Los dos rangos de variación de la fertilidad química están ligados a la

presencia de granito, como sustrato, o a la de pizarras y/o materiales derivados de otras rocas metamórficas.

## 5. CONSIDERACIONES FINALES SOBRE LOS CRITERIOS DE DECISIÓN ADOPTADOS

La comparación de los ocho patrones de crecimiento ligados al clima de la zona, con las seis diferentes situaciones o valores de los factores edáficos correctores, presentes en la misma, da origen a cuarenta y ocho situaciones de medio definidas y distintas. La experiencia habida o adquirida sobre la respuesta de la vegetación natural y/o introducida en ellas, a lo largo de casi dos décadas de trabajo experimental y de fomento (19), ha permitido plasmar en el cuadro número 1 las decisiones, consideradas actualmente correctas, a tomar para la mejora de la producción forrajero-pratense en cada una de ellas. Del análisis y consideración del cuadro citado se desprende la existencia de tres grupos de situaciones, comparables en cuanto a las posibilidades de acción a emprender para lograr tal fin.

Estas tres situaciones son las siguientes:

- Areas no mejorables.
- Areas mejorables por fertilización.
- Areas mejorables por fertilización y/o siembra.

### 5.1. *Areas no mejorables*

Se corresponden con superficies cuyos patrones de crecimiento y condiciones de suelo inducen, en los patrones tipo *a* parada invernal muy acusada y además una alta aleatoriedad en las producciones de otoño-primavera que, por otra parte, son bajas. En los patrones de tipo *b*, con una parada invernal poco acusada, se presentan, sin embargo, los condicionantes derivados de un corto período de crecimiento y una baja producción.

Todo ello determina la baja carga ganadera sostenible, la imposibilidad de incrementar esta carga por las dificultades de constituir reservas alimenticias adecuadas (propias) dada la longitud del período desfavorable (frío+seco) y, en consecuencia, la falta de capacidad de respuesta frente a la invasión del matorral. Todo ello hace pensar que los actuales recursos pastorales existentes en estas áreas están gravemente amenazados de desaparición a medio plazo.

### 5.2. *Areas mejorables mediante técnicas de fertilización*

Se corresponde con superficies heterogéneas en cuanto a las perspectivas actuales de mantenimiento e incremento de los recursos pastorales. Así como aquellas superficies dominadas por patrones de crecimiento y condiciones de suelo que admiten la fertilización, a niveles medios y altos (IIa - R<sub>3</sub>; III - R<sub>2</sub> s/p; IIIa - R<sub>3</sub>; Va - R<sub>2</sub> s/g; IIb - R<sub>2</sub> s/p; IIb - R<sub>3</sub> s/g; IIIb - R<sub>2</sub>; IIIb - R<sub>3</sub> s/g; IV - R<sub>2</sub> s/g; Vb - R<sub>2</sub> s/g) tienen garantizada una evolución favorable

CUADRO NUM. I

Caracteres edáficos	Capacidad de retención de agua (R)												
	P <sub>1</sub> (0-20 cm.)		R <sub>1</sub> (0-40 mm.)		P <sub>2</sub> (20-40 cm.)		P <sub>3</sub> (40-80 cm.)		P <sub>8</sub> (40 cm.)		R <sub>8</sub> (80 mm.)		
	Patrón de crecimiento	#	s/Granito	s/Pizarra y o.m.	#	s/Granito	s/Pizarra y o.m.	#	s/Granito	s/Pizarra y o.m.	#	s/Granito	s/Pizarra y o.m.
I (P = 400-500) . . .	N.m.		N.m.		N.m.		N.m.		F.N.B.		F.N.B.		F.N.B.
II <sub>a</sub> (P = 500-600) . .	N.m.		N.m.		F.N.B.		F.N.B.		F.N.B.		F.N.M.		F.N.M.
III <sub>a</sub> (P = 600-700) . .	N.m.		N.m.		F.N.B.		F.N.M.		F.N.M.		F.N.A.		F.N.A.
V <sub>a</sub> (P = 900-1.200) . .	F.N.B.		F.N.B.		F.N.M.		F.N.A./T.S. var CM		F.N.A./T.S. var CL		F.N.A./T.S. var CL		F.N.A./T.S. var CL
II <sub>b</sub> (P = 500-600) . .	N.m.		N.m.		F.N.B.		F.N.M.		F.N.A.		F.N.A./T.S. var CM		F.N.A./T.S. var CM
III <sub>b</sub> (P = 600-700) . .	N.m.		N.m.		F.N.M.		F.N.A.		F.N.A.		F.N.A./T.S. var CM		F.N.A./T.S. var CM
IV (P = 700-900) . .	N.m.		N.m.		F.N.M.		F.N.A./T.S. var CM		F.N.A./T.S. var CM		F.N.A./T.S. var CM		F.N.A./T.S. var CM
V <sub>b</sub> (P = 900-1.200) . .	F.N.B.		F.N.B.		F.N.M.		F.N.A./T.S. var CM		F.N.A./T.S. var CM		F.N.A./T.S. var CM		F.N.A./T.S. var CM

Nota.—La diferencia de textura de los suelos presentes en la zona no introduce variaciones significativas en los valores de R asignables a las profundidades indicadas.

La influencia de las Tierras Pardas Meridionales y Tierras Pardas Meridionales ácidas desarrolladas sobre granito en la longitud e intensidad del período frío no tiene reflejo en el cuadro.

Clave utilizada.—s/Granito, s/Pizarra y o.m. Se quiere indicar suelo desarrollado sobre granito, pizarras y otros materiales. P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, profundidad. N.m.: no mejorable. F.N.A., F.N.M., F.N.D.: Aconsejable la fertilización fosfotásica a nivel (Alto: 60-20 Ud de PK/año. Medio: 40-20 Ud. de PK/año. Bajo: 40-20 Ud. de PK/2 años). T.S. var. CM: Aconsejable mejora por siembra con trébol subterráneo variedad de ciclo medio. T.S. var. CL: Aconsejable mejora por siembra con trébol subterráneo variedad de ciclo largo.

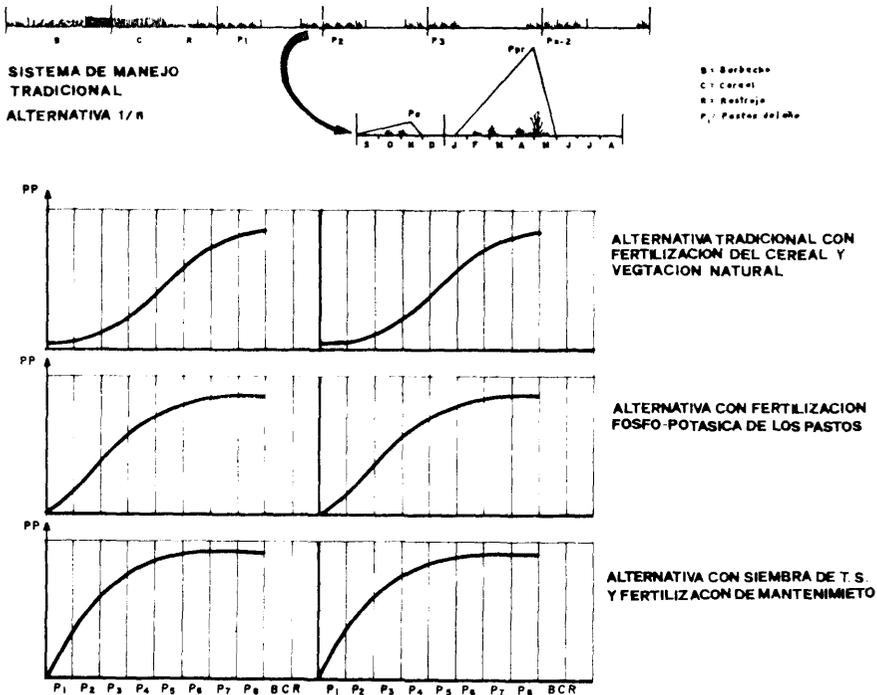
para el desarrollo de sus recursos ganaderos y a las exigencias económicas, no ocurre lo mismo en el caso de las superficies cuyos patrones admiten solamente los niveles de fertilización bajo, en los que los incrementos de producción obtenida por la mejora, la constitución de las reservas alimenticias adecuadas, el incremento de la carga ganadera subsiguiente, parece que no permiten compatibilizar las soluciones inherentes a los problemas que aquejan al sistema de manejo, en su conjunto, con las exigencias de carácter económico.

La confianza en el desarrollo, a medio plazo, de una tecnología adecuada y absorbible por estos sistemas de manejo es lo que permite prever la resolución favorable del reto que la técnica agronómica tiene planteado en estas áreas.

### 5.3. *Áreas mejorables mediante técnicas de fertilización y/o siembra de variedades de trébol subterráneo*

Las superficies denominadas por los patrones de crecimiento y condiciones de suelo Va - R<sub>2</sub> s/p; Va - R<sub>3</sub>; IIb - R<sub>3</sub> s/p; IIIb - R<sub>3</sub> s/p; IV - R<sub>2</sub> s/p; IV - R<sub>3</sub>; Vb - R<sub>2</sub> s/p, y Vb - R<sub>3</sub>, admiten la mejora y la racionalización de los antiguos sistemas de manejo mediante la fertilización y/o la introducción de variedades comerciales de trébol subterráneo, de ciclos medios o largos, según los casos.

GRÁFICO II



En ellas, no obstante, subsisten incógnitas relativas a la persistencia del material introducido, el interés de la resiembra de este material, la decisión sobre alcanzar el nivel máximo de producción herbácea en el mínimo tiempo posible (gráfico II), dentro del sistema de manejo tradicional barbecho-cereal-pasto natural, y los problemas de decisión en relación con el sistema más económico de obtener las reservas alimenticias necesarias. Sin embargo, estos problemas son objeto de decisión en el marco estrictamente económico-financiero de la unidad de producción, siendo favorables los condicionamientos de tipo físico en que se desenvuelve la misma.

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) MIRÓ-GRANADA, L., 1958: *Plantas forrajeras y pratenses*. Dirección General de Agricultura. Madrid.
- (2) PÉREZ CALVET, R., et al., 1956: *Resultados de los ensayos con pratenses importadas*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Madrid.
- (3) RIVAS GODAY, et al., 1963: *Estudio y clasificación de los pastizales españoles*. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- (4) TAMÉS, C., et al., 1958: *Los grupos principales de suelos de la España peninsular*. Dirección General de Agricultura. Madrid.
- (5) PÉREZ-CALVET, R., et al., 1954: *Mejora de praderas y pastizales*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias e Instituto Nacional para la Producción de Semillas Selectas. Madrid.
- (6) MIRÓ-GRANADA, L., 1963: *Mejora de praderas y pastizales*. VII Reunión Grupo FAO sobre forrajes mediterráneos.
- (7) DEL POZO, M., 1967: *Siembra de pratenses sin laboreo previo del terreno*. VIII Reunión de la SEEP.
- (8) PIRE, J. M., 1967: *El trébol subterráneo en España*. Instituto Nacional para la Producción de Semillas Selectas. Madrid.
- (9) FORTEZA DEL REY, V., et al., 1970: *Caracterización de los pastizales de secano. Aproximación a una metodología*. Dirección General de la Producción Agraria. Madrid.
- (10) LOVERA, C., et al., 1971: *Caracterización agroclimática de la provincia de Córdoba*. Caja de Ahorros Provincial (en prensa). Córdoba.
- (11) DE LEÓN, A., et al., 1974: *Caracterización agroclimática de la provincia de Murcia. Posibilidades actuales de la mejora por siembra de la producción forrajero-pratense*. Dirección General de la Producción Agraria. Madrid.
- (12) ELÍAS CASTILLO, F., 1968-73 y 74: *El clima como factor ecológico. Problemática en torno al periodo frío y criterios para su definición en España. Sobre el balance de agua y su ejecución en España*. Documentación inédita y comunicaciones personales. Madrid.
- (13) DE LAS CASAS, G., et al., 1972: *Número de días con temperaturas máximas superiores a un umbral. Consideraciones sobre sus efectos en las plantas forrajeras de tipo atlántico y subtropical*. Doc. Tec. Interna de la Dirección General de la Producción Agraria. Córdoba-Madrid.
- (14) TURC, L., et al., 1972: *Indice climatique de potentialité agricole*. Extrait de *Sciences du Sol*, núm. 2.
- (15) BENNET, H. H., 1939: *Soil Conservation*. Mc. Graw Hill. New York.
- (16) KLINGBIEL, A.A., et al., 1961: *Land Capability Classification*. Agricultural Handbook, 210. USDA. SCS.
- (17) HUDSON, N., 1971: *Soil Conservation*. Bt. Bastford Ld. London.
- (18) DIRECCIÓN GENERAL DE LA PRODUCCIÓN AGRARIA, 1974: *Caracterización de la capacidad agrológica de los suelos de España. Metodología y normas*. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- (19) DIRECCIÓN GENERAL DE LA PRODUCCIÓN AGRARIA, 1974: *Conclusiones del Grupo de Trabajo sobre el fomento y mejora de la producción forrajero-pratense en el S-SO*. D.G.P.A., A.D.G., I.N.I.A., S.E.A. Sevilla-Madrid.

## SUMMARY

The necessity of increasing forage and pasture production made it imperative to fit the possibilities of introduction and use of a wide range of species, and, when applicable, of varieties, within the climatic conditioning factors and those of soil at a national level, as well as necessitating a phytosociological knowledge of the natural herbaceous varieties and their dynamics as a guide for the improvements to be carried out.

The results are presented in accordance with the aforesaid conditioning factors, giving the criteria of procedure referred according to species which have been applied in the different situations with an intensive or extensive character, depending on the management of the agricultural and livestock farm.

The existence of large areas for possible pasture improvement with general characteristics of semi-arid to dry-subhumid climate, with Brown Mediterranean soils, Acid-brown Mediterranean soils and Red non-lime Mediterranean soils, knowledge of vegetation dynamics and restriction in the use, on the whole, of annual species have been the guide lines in the search for more exact methodologies to adopt criteria for deciding how to carry out agronomic tasks of improvement.

The climatic factor is studied as the main limiting factor and the soil as the important modifying one. The thermic rates are defined by their cold and warm periods and the rates of humidity by their dry period, from the points of view of duration, intensity and variability and quantifying the response of the herbaceous production in accordance with the Index of Agricultural Potentiality of L. Turc, regulated according to local experience of measurement of the said response. The hydric state of the soil has been considered to be of a capacity of between 40 and 200 mm.

Eight models of production are presented, according to variable annual precipitations of 400 to 1,200 mm, representing the value of the heliothermic factor ( $F_{ht}$ ), the regulated Index of Agricultural Potentiality and the productions foreseeable in autumn, winter and spring. The considerations on soils lead to the definition of 29 representative types for the purposes of the evaluation studied.

The criteria for basing decisions are synthesized in a table which summarizes in accordance with Patterns of Growth (or Production), edaphic characteristics, offering orientations with regards to three situations: areas not capable of improvement, areas capable of improvement by means of fertilization and areas capable of improvement by fertilization and/or sowing.