

LA VEJEZ DEL PASTO

Por

PEDRO MONTSERRAT-RECODER

(Centro Pirenaico de Biología Experimental, Jaca)

Los trabajos florísticos en el Pirineo español, reactivados este verano de 1967, nos apartan momentáneamente de los estudios relacionados con los sistemas pastorales. Por otra parte, deseando corresponder a la amable invitación de colaborar en el Simposio destinado a celebrar el 25 aniversario de la «Estação de Melhoramento de Elvas» con un trabajo sobre praticanura, creimos conveniente esbozar unas ideas generales relacionadas con el proceso de envejecimiento de los pastos.

No es nuestra intención agotar las fuentes bibliográficas sobre un tema tan extenso. Intentamos exponer algunos hechos de observación frecuente en nuestra península, junto con los comentarios que permiten su interpretación adecuada, entresacando ideas útiles para orientar la mejora del aprovechamiento de pastos en climas con tendencia oceánica.

Presentaremos algunos problemas relacionados con el tema y los factores que pueden retrasar dicha vejez, rejuveneciendo el pasto aún sin recurrir a la intervención drástica que supone el proceso clásico de laboreo y resiembra.

El procedimiento de la sobresiembra, desarrollado por neozelandeses, australianos y británicos principalmente, resulta eficaz siempre que se corrijan los defectos del suelo, actuando sobre todo el sistema, para que el proceso degenerador cambie de signo. Estos aspectos relacionados con el manejo del sistema

agropecuaria (agrobiosistema), en relación con la evolución edáfica y del tapiz vegetal, junto con el esbozo de unas líneas de investigación prometedoras, constituyen el meollo de nuestra comunicación; en ella intentamos sistematizar ideas esparcidas en nuestras publicaciones recientes.

I. EL SISTEMA AGROPECUARIO

Los pastos espontáneos se insertan en un agrobiosistema (MONTSERRAT, 1961) o ecosistema influido por el hombre y sus animales domésticos.

Veamos las características esenciales del agrobiosistema pastoral en relación con la dinámica del tapiz herbáceo y suelo que lo sostiene.

a) *Productores primarios* — Las plantas del pasto, por asimilación de energía lumínica (fotosíntesis), proporcionan una masa viva (biomasa) capaz de alimentar a los herbívoros. La calidad de dicha biomasa debe estimarse en función del aprovechamiento eficiente por los herbívoros (masa ingerida, accesibilidad al diente, digestibilidad), como la de éstos por sus productos animales comercializados (peso vivo, calidad de canales, lana, leche, etc.). Es comprensible que podremos actuar más intensamente sobre el sistema si los ingresos (industria agropecuaria y comercialización) lo permiten.

En publicación reciente (1965) estudiamos los aspectos funcionales del agrobiosistema pastoral; los mencionamos ahora para que pueda apreciarse la trabazón íntima entre los distintos escalones del sistema. No podemos actuar eficientemente sobre el pasto, sin alcanzar la industrialización y comercialización correctas.

b) *Productores secundarios* — Los herbívoros toman parte de la producción primaria (herbácea) y la transforman en productos animales más cotizados en el mercado. Normalmente el índice de transformación (eficiencia) en los rumiantes no alcanza el 5%, teniendo en cuenta que seleccionan el pasto y dejan del 10 al 60% del vuelo sin aprovechar. Veremos más adelante que en

BIBLIOGRAFIA

- DAVIES, W.
1967 Los prados y pastos de España. Folleto publicado por el *I. de Alimentación y Productividad animal*. C. S. I. C. Patronato Alonso de Herrera. Madrid.
- MALATO-BELIZ, J.
1955 As pastagens de servum (*Nardus stricta*) da Serra de Estrela. *Melhoramento* 8: 23-66. Elvas.
- MONTSERRAT, P.
1961 Las bases de la prateria moderna, III. *Boletín Agro-Pecuaria*, oct.-dic. Barcelona. Cf publ. n.º 47 de la «Obra Social agrícola» de la Caja de Pensiones (pág. 56-59). Barcelona, 1962.
1965 Los sistemas agropecuarios. *An. Edaf. Agrobiol.* 24 (5-6): 343-351. Madrid.
1966 Agronomía del pasto. *Las Ciencias* 31 (3): 189-202. Madrid.
1966 b. Los pastos pirenaicos y su importancia económica. Comunicación al «Simposio sobre Economía pirenaica» del V Congreso Intern. de EE. Pirenaicos. Pamplona.
- RIVAS MARTINEZ, S.
1963 Estudio de la vegetación y flora de las sierras de Guadarrama y Gredos. *An. I. Bot. Cavan.* 21 (1): 121-144. Madrid.
- RIVAS GODAY, S.
1966 Los montes adehesados. Los Majadales: origen, evolución, óptimo y envejecimiento. Ponencia de la VII Reun. Científica de la Soc. Española para el Estudio de los Pastos. Badajoz-Elvas.

VII. CONCLUSIONES

1. El pasto refleja los efectos de múltiples acciones que sólo se comprenden si se sitúan dentro del sistema agropecuario.

2. El pasto se rejuvenece al labrar el suelo, humificando y mineralizando parte de su materia orgánica. Es un problema de fertilidad edáfica.

3. Es igualmente un problema de mantener estirpes pratenas apropiadas para aprovechar al máximo dicha fertilidad, produciendo abundante renuevo, muy nutritivo, que deje pocos restos vegetales al suelo y pase a las deyecciones animales.

4. Para rejuvenecer un pasto sin roturación, debe darse preferencia a la ordenación del pastoreo y control de la carga estacional, con aumento progresivo de dicha carga. Enmiendas y abonos sólo completan la acción mejorante del ganado, pero no la suplen.

RESUMO

O ENVELHECIMENTO DA PASTAGEM

A pastagem reflecte os efeitos de múltiplas acções que só se comprehendem se se situam dentro do sistema agro-pecuário.

A pastagem rejuvenesce-se ao lavrar a terra, humificando e mineralizando parte da sua matéria orgânica, o que constitui um problema de fertilidade edáfica.

Constitui igualmente um problema manter as estirpes pratenas apropriadas para aproveitar ao máximo a citada fertilidade, produzindo abundantes renovos, muito nutritivos que deixem poucos restos vegetais no solo e passem às dejectões animais.

Para rejuvenescer uma pastagem sem rompimento de solo, deve dar-se preferência ao ordenamento do pastoreio e ao controle da carga estacional, com o aumento progressivo desta. As correcções e adubações apenas completam a acção melhoradora do gado, mas nunca a substituem.

los cervunales pueden dejar rehusos equivalentes casi al 100% del pasto y esto, en determinadas condiciones agroclimáticas, acelera el proceso de envejecimiento del pasto.

c) *Degradadores y mineralizadores del suelo* — El bioedafon, muchas veces dejado aparte por los especialistas, forma un escalón esencial del sistema. En la publicación mencionada (1965) pueden verse los escalones industrial y comercial; también puede consultarse otra más reciente (1966).

De la producción primaria casi nunca se tiene en cuenta la masa de raíces y rizomas, no aprovechada por los rumiantes y équidos; toda ella junto con la base de los tallos, hojas inferiores y una parte de la masa verde, representa energía acumulada para alimentar al bioedafon. El conjunto de dicha producción con frecuencia supera el 50% de la biomasa vegetal y debe unirse a los excrementos (energía vegetal no utilizada por los herbívoros) más todos los productos del metabolismo de herbívoros y carnívoros dependientes de ellos.

La parte edáfica del sistema es muy compleja y sólo ahora empieza a conocerse con cierto detalle. Atendiendo a los fines prácticos que perseguimos, conviene fijarse en los grados de parasitismo, simbiosis y el saprofitismo que completa la mineralización.

Veamos seguidamente algunos aspectos relacionados con la deriva del flujo energético a partir de la producción primaria.

II. LAS REDES TRÓFICAS DEL SISTEMA

El flujo energético que circula por el sistema no pasa íntegro del escalón inferior al superior y son frecuentes las derivaciones laterales. Además debemos descontar la energía consumida por los individuos que componen cada escalón del sistema, aspecto relacionado íntimamente con la eficiencia transformadora de los mismos. Con referencia al último aspecto, conviene destacar que la selección natural conservó los potentes poco eficientes, especialmente en comunidades pioneras poco estables; los eficientes menos potentes se encuentran en comunidades con larga historia y estabilizadas, pero con una red trófica muy compleja. El flujo

puede dirigirse fácilmente en comunidades pioneras jóvenes, pero se controla difícilmente en las más estables y complejas. Por regla general los que aprovechan alimentos bastos suelen ser poco eficientes.

a) *Parasitismo* — Requiere una especialización que suele darse en comunidades permanentes antiguas; las comunidades poco estabilizadas y fluctuantes no permiten dicha especialización biológica, por verificarse la selección de poblaciones en múltiples direcciones a lo largo de la biohistoria.

Estas ideas generales concuerdan con lo que podemos observar en nuestros pastos espontáneos peninsulares: en majadas, ejidos y agostaderos, junto con pastos alpinos y subalpinos, es donde encontramos el mayor número de semiparásitas. Si las comunidades pastorales, tal como las vemos ahora, datarían del eoceno-mioceno, con seguridad encontraríamos mayor número de parásitas altamente especializadas. De paso queremos mencionar el extraordinario desarrollo del género *Cuscuta* en la Pampa argentina y cercanías, mientras en nuestra península sólo encontramos en los pastos algunas razas biológicas poco especializadas de *Cuscuta epithimum*.

Para facilitar la comprensión podemos utilizar un símil. El pasto representa una oportunidad para toda clase de seres vivos; los rumiantes se especializaron rápidamente para aprovecharlo (en los mamíferos la presión de selección es mucho mayor que en las plantas), mientras los vegetales lo hacen más lentamente, pero terminarán por sacar buena parte de la productividad primaria elaborada por el pasto. También los plásticos representan una fuente energética inédita para los seres vivos; es probable que bacterias y hongos sean los primeros en adaptarse a su utilización, pero el proceso será lento y nuestros hijos podrán observar los primeros seres vivos capaces de utilizarlos para su metabolismo.

Por regla general, los pastos más antiguos y estabilizados son los que presentan mayor número de semiparásitas (Rhizophoraceae, Santalaceae, etc) RIVAS GODAY (1966), mientras los pastos recientes creados en ambientes distintos (bosque, matorral, cul-

labor interesan plantas que puedan aprovechar inmediatamente el capital aplicado al suelo.

En todo el Oeste peninsular se encuentran suelos poco fértiles que no pueden mejorarse rápidamente; no es prudente aplicarles fuertes capitales en abonos o enmiendas y debe encontrarse el sistema que mejore su fertilidad obteniendo ingresos cada año. Es un problema de crear capital forzando igualmente la renta anual, pero sin cuantiosas inversiones.

Si alguna planta presenta estirpes adaptadas a todo, a ser pionera en suelos de mala calidad y persistente en los pastos antiguos, ésta es el subtrébol (*Trifolium subterraneum*). No es otra la razón de que los especialistas coincidan en lo urgente de realizar pronto la selección genética (criterio ecofisiológico) de todas sus estirpes peninsulares (DAVIES, 1967).

El subtrébol adecuado, junto con un cereal forrajero de rápido desarrollo y segado para verde, puede cubrir rápidamente un suelo roturado y abonado intensamente; persistirá posteriormente si se dispone de cultivares adecuadas. Con seguridad podrán seleccionarse tipos robustos de rápido establecimiento y otros más persistentes seleccionados para instalar por sobresiembra en el posío que evoluciona. De esta forma, si el abonado, ciclos de pastoreo y carga son adecuados, es posible mantener muchos años un pasto productivo antes de que se presenten los síntomas de envejecimiento.

La vejez del pasto es consecuencia de una adaptación de la comunidad vegetal a condiciones edáficas poco apropiadas: unas veces malas condiciones físicas y corrientemente escasa fertilidad mineral. El sistema se complica para poder adaptarse a dichas condiciones desfavorables.

Las plantas del pasto son muy exigentes en fertilidad y si no la encuentran en el suelo ceden la dominancia a otras especies menos productivas; sobre ellas se ceban las semiparásitas con mucha frecuencia. Es fácil observar cómo al corregir los defectos principales, el pasto se rejuvenece desapareciendo las semiparásitas o las de nutrición micotrófica anormal.

de gran producción y estables; para ello se requieren pocas plantas (comunidad lo más simple posible), pero formadoras de renuevo abundante y con un coeficiente de aprovechamiento por el ganado muy elevado. Se comprende que es problema de selección de pratenses, pero también: lo es de mejora paulatina de las condiciones edáficas; se dá la feliz circunstancia de que el pasto bien aprovechado mejora la fertilidad del suelo, porque siempre deriva parte de la producción hacia el suelo (excrementos, orines), estructurándolo eficientemente.

En el caso de querer intervenir con enmiendas y abonos, la respuesta más rápida siempre se dá en las comunidades pioneras, jóvenes; las estables y envejecidas tienen mucha inercia, un poder tampón muy elevado, precisamente por lo complicado de sus redes tróficas. De ello deducimos que el abono aplicado a un pasto viejo es de efecto muy lento y el dinero se recupera al cabo de varios años; por esta causa no son recomendables encalados ni abonados muy intensos. Es preferible actuar parcamente pero cada año, mejorando mucho los ciclos de pastoreo y aumentando la carga ganadera de suerte que sea ligeramente excesiva.

Se comprende que para aumentar la carga conviene comprar suplementos alimenticios. Piensos en el pesebre y pastos bastos rociados con melazas (con o sin urea), permiten conseguir técnicamente una intensificación de la acción ecológica debida al ganado.

En cada ecosistema los elementos de un escalón cualquiera pueden forzar el flujo energético para que derive hacia ellos; citamos el caso de Ansó, con evolución del pasto y aumento de productividad forzadas por el mismo ganado que pasta. Conviene aprovechar esta fuerza natural, contrarrestadora del envejecimiento, ayudándola con dosis de abonado ligeras y durante muchos años.

Encalados intensos y fuertes aplicaciones de abonos, sólo tendrán rentabilidad inmediata si se aprovechan con plantas de rápido desarrollo, en comunidad muy simple y después de una roturación inteligente. El rejuvenecimiento de los pastos sin labrar exige la ordenación pastoral previa, con incremento progresivo de la carga y ligeros abonados cada año. Para tierras de

tivos), tardan en presentar dicha complicación en su estructura biológica.

En nuestra exposición pueden aparecer confundidos dos conceptos: uno se refiere al origen de las parásitas y otro a su presencia en determinada comunidad. Se entiende que en determinado reino florístico aparecieron las parásitas cuando desde muy antiguo se han estabilizado las comunidades requeridas por ellas; presupuesta dicha premisa, todos los pastos estabilizados y constantes a lo largo de millones de años, pueden presentar una gama de parásitas y semiparásitas producidas en la región a lo largo de la singenética fitosociológica.

b) *Símbiosis fijadora de nitrógeno* — Parte de la energía asimilada se utiliza para la reacción endotérmica fijadora del N atmosférico. Realmente se trata de una pérdida energética, pero la comunidad gana en disponibilidades nitrogenadas. En otra ocasión (1965) hablamos de este aspecto que agrónomicamente debe situarse en su agrobiosistema. No son raras las condiciones de escasa energía lumínica disponible; entonces puede ser útil prescindir de leguminosas, sustituyendo la bioenergía fijadora por otra de origen industrial (abonos nitrogenados). Es el sistema holandés con una gramínea que responde con eficiencia a las aplicaciones nitrogenadas (*Lolium multiflorum*), abonada con centenas de unidades de N por ha y año. Es la tendencia que se impone en todo el Norte de Europa, según puede verse en el Simposio sobre el tema celebrado en Wageningen (23 jun - 3 jul, 1965) y en los *Herbage abstracts* de los últimos años.

En la mayor parte de nuestra península, teniendo en cuenta la iluminación excelente, puede ser económico muchas veces sacrificar parte de la energía asimilada y producir proteína con la energía biológica utilizada por los *Rhizobium* de las leguminosas.

Los pastos tal como los vemos actualmente son de origen muy reciente y por ello no debe extrañarnos que aún no haya podido formarse otro tipo de simbiosis distinta a la de las leguminosas. En matorrales pioneros de dunas, cascajos de ríos y otras comunidades iniciales de tipo forestal (alisedas, bosques de *Casuarina*, fayales, matorrales de *Coriaria myrtifolia*, *Ilyophaea*, *Eleagnus*) se fija nitrógeno por simbiosis distintos a los *Rhizobium*.

c) *Simbiosis micorrízica* — Los pastos peninsulares, salvo en altas montañas y comarcas endorreicas, se han formado a partir de comunidades forestales por acción de los herbívoros; dicha acción se ha visto reforzada últimamente por el hombre. En los medios forestales y muy especialmente sobre suelos húmedos, abunda la micotrofia; por ello no debe extrañarnos la extensión del micotrofismo en determinados tipos de pasto. Se trata de una necesidad fisiológica muy antigua derivada de la falta de nitrificación y mineralización en muchos suelos, condiciones que se daban con seguridad al aparecer las primeras cormofitas paleozoicas.

Muchas de las pratenses aparecidas en condiciones edáficas de gran humedad y escasa aireación, conservarían sus micorrizas que paulatinamente se modificarían para adaptarse al nuevo ambiente creado por las manadas de herbívoros.

En la nutrición micorrízica se acorta la cadena trófica del suelo; es como un cortocircuito que permite la vida en condiciones poco apropiadas por mala aireación del suelo. Todo el proceso de podsolización edáfica va unido a unas comunidades vegetales micotróficas; en dichas condiciones la vida bacteriana es imposible.

La nutrición micorrízica abrevia el ciclo del trofismo edáfico pero intercala un organismo intermediario entre planta y suelo, consumidor de energía de la planta pero que realiza una función esencial para la misma, cual la absorción de sustancias complejas.

d) *Plantas inferiores parásitas* — Royas, tizones y otras plagas fúngicas, son frecuentes en las plantas del pasto; muchas se especializaron paulatinamente a partir de las cepas que infectaban plantas más o menos forestales. La orla herbácea del borde forestal (clase fitosociológica *Geranietea*) y claros de los bosques, aún contienen muchas de las cepas espontáneas, poco distintas de las que atacan los pastos actuales. Con seguridad un micólogo especialista llegaría a la misma conclusión que nosotros llegamos al hablar de las plantas superiores parásitas.

Se sabe que el origen de muchos pastos europeos se encuentra precisamente en dicho borde herbáceo forestal y en los claros producidos fortuitamente (*Atropion*, *Chamaenerion spicatae*, etc.).

falta de una leguminosa que presente las características del *Trifolium alpinum* pirenaico. Por cierto que dicha especie alcanza la Peña Trevinca (Zamora); sus estirpes acaso serían útiles para las cordilleras hispanoportuguesas.

Para frenar la acumulación de humus bruto recomendamos la siega anual, pero conviene completarla con intenso pastoreo estival. En dichas condiciones puede ser rentable un encalado ligero unido al abono mineral. Los ensayos emprendidos por el I. O. A. T. O. (Inst. de Orientación y Asist. Técnica del Oeste) de Salamanca, especialmente por José Manuel Gómez, demuestran que puede cambiarse el signo de la evolución, pero a un ritmo muy lento sin contar con el ganado.

Esto nos lleva a considerar de nuevo los principios bioceno-
lógicos anteriores y sentar algunas ideas que permitirían planear una serie de investigaciones relacionadas con la mejora económica de los pastos.

En este caso de pastos próximos a Portugal, también aparece muy claro que sin ganado bien manejado, es antieconómico mejorar los pastos envejecidos por acumulación de humus bruto en el suelo. En el caso mencionado el ganado auxiliado por la siega y acaso la sobresiembra de una leguminosa apropiada: *Trifolium dubium* parece muy adaptado y eficaz para forzar dicha evolución en Salamanca, con una respuesta espectacular al superfosfato.

VI. LA MEJORA DE LOS PASTOS ENVEJECIDOS

De todo lo que venimos diciendo, en especial sobre la productividad de las comunidades pratenses jóvenes, se deduce que para rejuvenecer un pasto rápidamente se impone la roturación y siembra con semilla apropiada. Con ello aumentamos la productividad (simplificación del sistema), pero disminuimos grandemente su estabilidad, por lo menos durante su establecimiento. Muchas veces el arado será contraproducente, a menos que encontremos unas pratenses pioneras de instalación rápida y resistentes a la erosión.

Conviene también dirigir la evolución del pasto hacia etapas

a las leguminosas. Encalar un cervunal puro, con suelo muy ácido, micotrofia exclusiva y sin bioedafon mineralizador, es tirar el dinero. Estamos ante un caso típico de la necesidad de conocer bien todo el sistema agropecuario. El ganado será el instrumento más económico y olvidarlo puede conducir a unas acciones técnicas antieconómicas.

Conocemos trabajos sobre cervunales de las cordilleras centro-occidentales de la península. RIVAS MARTINEZ (1963) estudió fitosociológicamente los españoles y MALATO-BELIZ (1955) los de la Sierra de la Estrella, con un estudio muy completo e interesante.

V. LOS PASTOS ÁCIDOS SALMANTINOS

Hemos tenido ocasión de estudiar depresiones húmedas (navas, orcos, rodillas, etc) entre Zamora y Cáceres. En dichas condiciones, con roca madre pobre en bases, clima lluvioso en las épocas frías y capa freática alta, hemos observado tipos de pasto que abarcan desde las etapas iniciales (posíos) después del cultivo hasta los pastos antiguos nunca labrados.

El cultivo tradicional sin empleo de enmiendas calizas ni fertilizantes químicos, conduce invariablemente al empobrecimiento edáfico. La evolución del posío es lenta, el suelo queda compacto y pronto se instalan plantas de vallicar, como las propias de los pastos envejecidos. *Agrostis castellana*, por su amplitud ecológica, es acaso la planta más característica, junto con *Festuca ampla*; ambas pueden brotar entre la broza (henascos) dejada la temporada anterior y sofocan a las menos adaptadas. La acumulación de humus bruto en las vallonadas con nacimientos de agua pobre en bases, estimula al *Juncus squarrosus* ssp. *elmanii*; en condiciones de peor aireación edáfica ya domina *Nardus stricta*.

Los veranos secos, unidos a la siega anual del pasto, son elementos favorables para evitar el progreso de dichas plantas poco productivas. En verano el vacuno con sus orines puede frenar mucho el desarrollo del cervuno y la siega evitar una acumulación excesiva de humus bruto. Queda como factor muy desfavorable la pobreza en bases de la roca madre y la

En dichos ambientes forestales debe buscarse el origen de toda la comunidad pratense.

e) *Animales plaga* — Desde nuestro punto de vista conviene incluir todos los animales no útiles que consumen pasto en competencia con los herbívoros domésticos.

En las comunidades estables y antiguas, la complicación reticular de dicho tipo de depredadores o dilapidadores del capital energético producido por el pasto, hace derivar el flujo principal hacia producciones que muchas veces no interesan. Es el caso de las estepas, sabanas, Pradera y la Pampa; los abundantes roedores (herbívoros, granívoros, comedores de rizomas o raíces, etc.), junto con otros herbívoros no domésticos y una rica fauna de depredadores que mantienen en perpetua juventud y vitalidad a dichos comensales, consumen una gran parte del flujo energético disponible para los rumiantes explotados.

Se trata de sistemas antiguos, enraizados profundamente desde los orígenes del terciario; por ello han llegado hasta nosotros con una complicación trófica reticular enorme que desparrama el flujo energético. Las eficiencias parciales pueden ser notables, pero no permiten dirigir el flujo en la dirección precisa que el hombre pretende al explotarlos económicamente.

III. PRODUCTIVIDAD Y ESTRUCTURA

No queremos terminar con los principios generales biocénóticos sin insistir en un aspecto fundamental relacionado con las ideas anteriores, pero destacando su importancia en la dinámica del pasto. Nos referimos a la relación entre productividad y estructura de la comunidad vegetal con el suelo que la sostiene.

Recientemente (1966 b) presentamos un trabajo al «5.º Congr. Inter. pirenaico», en el que estudiábamos la estabilidad del pasto en relación con su estructura.

Hablando en términos muy generales podemos decir que la productividad está en relación inversa con la complejidad estructural, mientras la mayor estabilidad se encuentra en comunidades complejas. De dichos principios deducíamos reglas para la

mejora de los pastos pirenaicos y su explotación racional, sin comprometer la estabilidad de suelo y pasto.

Dentro de las comunidades vegetales peninsulares, la estructura más diferenciada en vuelo y suelo corresponde a los bosques. En los matorrales se simplifica algo en vuelo, pero el suelo queda casi con las mismas características. En el pasto simplificamos el vuelo, llegando al extremo en los pastos explotados intensamente con ciclos cortos y mucha carga; en ellos el suelo sigue presentando características similares a las de los bosques próximos. En los cultivos forrajeros y praderas sembradas simplificamos el suelo por medio de labores, con aireación que decompone la materia orgánica. Alcanzamos la simplificación máxima en los cultivos celulares (*Chlorella* p. ej.), formados casi exclusivamente por protoplasmas mantenidos en una estructura artificial provocada por la turbulencia. En *Chlorella*, sin agitación no podríamos mantener las células fotosintéticas en posición óptima de iluminación; en la hierba y más aún en las plantas leñosas, la estructura vegetal sostiene los parénquimas asimiladores, pero dicha estructura requiere energía que deriva del flujo disponible para los herbívoros.

Vemos como la producción de biomasa requiere unas estructuras que también precisan abundante energía. La celulosa, hemicelulosas, pectinas y otras sustancias de la estructura vegetal, por medio de la rumiación o en el colon de los équidos, pueden transformarse en biomasa de herbívoro. En el plan evolutivo de los sistemas biológicos, asistimos a la reincorporación al flujo energético normal de una energía distraída para crear estructuras vegetales; la digestibilidad escasa obliga a crear sistemas complejos poco eficientes. La lignina y otras sustancias parecidas no pueden ingresar normalmente en el ciclo trófico de los herbívoros corrientes.

Si la energía estructural deriva de la asimilada por el pasto, es lógico que sea en detrimento del flujo energético útil a los herbívoros. Por esta causa las comunidades pacenses más complejas estructuralmente, son las menos productivas; la digestibilidad de protoplasma y vacuolas es mayor que la de la celulosa; si al final llega parte de su energía es con pérdidas cuantiosas y utilizando un sistema de simbiosis muy complicado.

su potente raigambre representa ciertamente una estructura muy rica, pero con parte aérea verde y jugosa, tierna y nutritiva. Es un caso típico con estructura indispensable para mantener la estabilidad del pasto derivando sólo la cantidad precisa de energía; sus rizomas son muy persistentes y eficaces tanto contra la soliflución como la abrasión nival. Los rizomas viejos humifican bien y contribuyen a mantener una estructura edáfica compleja, eficaz.

Por el contrario *Nardus stricta* forma rizomas verticales con vainas foliares engrosadas, persistentes y muy duras; sus numerosas hojas, como radios de una semiesfera, forman céspedes muy densos. La trama de rizomas forma una capa de varios centímetros de lo que llamamos tepón («mat» en inglés), que cubre la superficie edáfica y dificulta la vida de otras plantas. Dichas vainas rígidas retienen agua y crean para el suelo condiciones anaerobias; la materia orgánica humifica mal y pueden verse rizomas con vainas antiguas sin descomponer, junto con las recientes. Este es el cervuno agrio, con mal gusto para los animales (influencia de las micorrizas) y poco nutritivo.

La composición química del cervuno varía estacionalmente y según el tipo de suelo. En compañía del trébol y *Plantago alpina*, el ganado come más y despunta los tiernos brotes del cervuno. La materia vegetal pasa a través del intestino y al volver al suelo humifica mucho mejor; si la presión ganadera es fuerte se produce poca hojarasca inútil, lo que frena grandemente la acumulación de humus bruto (estructura vegetal muerta).

Los veranos secos facilitan la aireación del suelo, aumenta el pH y la concentración de nutrientes minerales, lo que favorece a otras plantas del pasto. Los orines del ganado, en especial vacuno, actúan como herbicida para el *Nardus* con suelo seco y durante los días soleados estivales. En los claros producidos aumentan los *Hieracium* y *Plantago alpina*, junto con *Festuca rubra*; los restos secos del *Nardus* se descomponen rápidamente, facilitando la instalación de gramíneas más productivas (*Festuca* gr. *rubra*, *Poa alpina*, *Phleum alpinum*, etc) que aumentan rápidamente el valor pastoral del pasto.

En dichas condiciones creadas por el ganado ya son prometedoras las correcciones edáficas, con ligeros encalados y abonos minerales (superfosfato) que activen la vida edáfica y estimulen

preciso conocer la importancia extraordinaria que tiene la innivación y todos los fenómenos conocidos con el nombre de periglaciario. Esto hace pensar que las glaciaciones persistieron mucho en la zona; el fin del glaciario casi coincidió con los primeros rebaños que acaso impedirían la extensión de matorrales. Con seguridad el ganado influyó grandemente en la estabilización de comunidades pratenses y en la caracterización del piso subalpinoide del Pirineo occidental.

Actualmente la presión ganadera disminuye bastante y de manera alarmante, pero es probable que fuera muy intensa desde la prehistoria; la presencia de *Trifolium alpinum*, mantenido desde antes por manadas de antílopes (*Rupicapra pyrenaica*), se extendió mucho y pudo mantener una carga ganadera muy alta. Si los pastos con *Nardus* del Pirineo occidental no se hubieran pasado desde hace milenios, actualmente no serían tan productivos. Los pastores distinguen muy bien al «cervuno dulce» del «agrio»; el último corresponde a cervunales muy húmedos, con suelo acidificado y poco pastados, mientras el primero se encuentra con mucho *Trifolium alpinum*, lo comen ávidamente tan pronto brota y vive sobre suelos apenas acidificados superficialmente.

Los fenómenos periglaciares de abrasión y soliflucción, con los movimientos de suelo que ocasionan, determinan un rejuvenecimiento del perfil edáfico; el paso del ganado completa los efectos erosivos y mantiene el rejuvenecimiento de toda la comunidad. *Nardus stricta* y *Horminium pyrenaicum* son muy resistentes y dominan en lugares con escasa pendiente; en laderas muy inclinadas aparecen *Festuca eskia* y *Festuca scoparia* según tipos de suelo.

Al disminuir paulatinamente la carga ganadera por crisis de la trashumancia, es probable que dichos cervunales degeneren convirtiéndose en poco productivos. Si al fundir la nieve no se despunta pronto el cervuno, éste crece demasiado y sofoca al trébol.

En toda la región mencionada pueden verse rodales de *Trifolium alpinum* sofocado por macollas densas de *Nardus stricta* con hojas enormes. En los lugares muy pastados el trébol queda pequeño pero forma una densa trama de rizomas subterráneos;

Por otra parte la estabilidad depende en gran parte de la estructura compleja; las redes tróficas reticulares, con abundantes ramificaciones del flujo energético, permiten que el sistema pueda adaptarse fácilmente a las variaciones multiseculares del ambiente.

En condiciones difíciles debe sacrificarse la productividad para conseguir mayor estabilidad; al técnico sólo le cabe elegir entre los sistemas estables más productivos. La productividad máxima del pasto se encontrará en regiones de clima privilegiado, suelo fértil, mucha carga y ciclos pastorales cortos; de esta forma se obtiene un renuevo muy denso, brotes jóvenes con escasa estructura inútil (fibra bruta), ricos en hidratos de carbono similares rápidamente y mucha proteína digestible. Las comunidades simplificadas por pastoreo son muy exigentes en clima y suelo; cualquier descuido en la fertilización o riego pueden comprometer su permanencia.

Con estas ideas puede interpretarse fácilmente el sentido evolutivo de la práticamente moderna en ambientes de clima atlántico y con ganado ovino; las mayores producciones por hectárea se logran con formas postradas de *Lolium perenne*, con mucho renuevo nutritivo. En las majadas antiguas del oeste peninsular, *Poa bulbosa* y *Trifolium subterraneum*, con o sin grama (*Cynodon*), en verano, permiten obtener un césped denso y con seguridad muy productivo.

La selección para obtener pratenses adaptadas al pastoreo intenso con ovinos, exige favorecer el tipo corto, con cepa potente y formador de abundante renuevo («tillering capacity»). La estabilidad, supuesto clima y suelo favorables, se consigue por formación de renuevo, una defensa típica de las mejores plantas del pasto.

Creemos que un potencial asequible puede dar incrementos en peso vivo de rumiante superiores a la tonelada por hectárea y año. Por selección debe aprovecharse la variabilidad vegetal, creando al mismo tiempo las condiciones edáficas y climáticas adecuadas; el riego es necesario para sobrepasar dicho tope previsible, pero el precio de una tonelada en ovinos permite ciertamente el riego eventual.

En los climas con modalidad algo continental, como en gran

parte de nuestro Pirineo, las plantas de pasto deben poseer cierta cantidad de estructura (fibra), como ocurre en los prados segados para heno, con hierba alta y raíz profunda. En dichas condiciones climáticas abundan los tipos algo sufruticosos, adaptados a períodos secos bastante prolongados, por su base algo lignificada y raíz profunda; el tipo biológico de la alfalfa es representativo. En dichas condiciones el suelo tiene humedad en invierno, pero entonces las temperaturas son poco adecuadas para la fotosíntesis; como la luminosidad suele ser excelente, plantas con fisiología similar a la de la esparceta pueden dar buenas producciones entre octubre y abril, superando con frecuencia la producción de la alfalfa sembrada en suelos sin capa freática. En los pastos productivos de la zona dominan los tipos bien enraizados, pero los ciclos de pastoreo deben espaciarse mucho más que en climas con tendencia oceánica.

En tierras profundas del Sur peninsular la producción estival de las gramíneas tropicales es notable, pero se trata de plantas con cierta estructura que determina su fisiología especial; dichas plantas deben alcanzar una talla elevada y segarse. En los pastos predominan las especies que acumulan reservas en la base del tallo, con tendencia neta al geofitismo. Tanto dichas reservas en plantas perennes (*Poa bulbosa*, *P. ligulata*, *Hordeum bulbosum*, *Phalaris tuberosa*, *Festuca paniculata*, etc.), como la velocidad de germinación de las anuales, facilitan el reverdecer rápido de los pastos al llegar las lluvias otoñales. En el subtrébol se observan estructuras muy especiales de la inflorescencia, todas ellas destinadas a facilitar su instalación autumnal.

IV. DEGENERACIÓN DE LOS PASTOS PIRENAICOS

Centrando nuestra atención en la parte pirenaica sometida a cierta influencia oceánica, como la centro-occidental de dicha cordillera, observamos la extraordinaria extensión de cervunales con o sin *Calluna vulgaris*; tanto ésta como *Nardus stricta* son micotróficas, lo que les permite aprovechar fertilizantes retenidos en el humus bruto y competir ventajosamente con otras plantas pratenses más exigentes en fertilidad edáfica mineral.

Se trata de un caso extremo, con suelo deteriorado y estructura vegetal de difícil humificación. Por su tipo biológico compiten ventajosamente con las plantas del pasto sin dejarles espacio. Por acumulación de humus bruto se sustraen elementos minerales al ciclo de fertilidad de todo el sistema; por lixiviación se eliminan los más solubles hasta alterar los silicatos de la arcilla y desplazar sesquióxidos, impidiendo la formación de agregados arcillohúmicos. Sin estructura físicoquímica y con textura arenolimososa, se alteran las condiciones de retención, produciéndose al final un suelo especial, muy ácido y bien conocido.

Describimos el proceso de podsolización edáfica y hacia podsoles degeneran los suelos bajo capa densa de *Nardus* o *Calluna*. En nuestra península sólo se inicia dicha tendencia, pero conviene conocerla si se trata de intervenir económicamente sobre todo el sistema. Impedida la mineralización es inútil que encalemos sin añadir los elementos edáficos que podrán humificar y mineralizar. La acidez edáfica es una consecuencia del proceso; deben corregirse las causas no los efectos.

En el Pirineo son frecuentes las etapas iniciales pero no se llega al extremo de verdaderos podsoles. Entre Navarra oriental y Valle de Tena, pueden observarse cervunales con bastante *Trifolium alpinum*, *Festuca rubra* y *Plantago alpina*.

Entre los 1700-2200 m de altitud apenas se encuentran matorrales subalpinos: Falta *Rhododendron ferrugineum*, *Homogyne alpina*, etc.. El pino negro (*Pinus uncinata*) se refugia en laderas muy inclinadas, cársticas, junto con orófitas páleomediterráneas muy características. *Vaccinium myrtillus* y *Calluna vulgaris* se localizan preferentemente en el límite superior de los hayedos (1700-1900 m) o en sus cercanías.

Toda la zona que debería considerarse subalpina está ocupada por unas comunidades herbáceas permanentes en las que domina *Nardus stricta*. Las pioneras de pedrizas y peñascos pronto evolucionan hacia pastos calcícolas (Elyno-Seslerietea) con *Horminium pyrenaicum* dominante. Dicha orla suele ser muy estrecha y pronto aparece el cervunal que lo invade todo, salvo las solanas más secas e inclinadas.

Para comprender la ecología de dichas comunidades, es