



**Congreso Nacional del Medio Ambiente**  
Cumbre del Desarrollo Sostenible

**PONENCIA**

# La necesidad de un suelo sano para una dehesa fértil

Ponente: Íñigo Álvarez de Toledo

Cargo: Presidente

Institución: Instituto de Ecología Aplicada



No existen partes individuales, existen “todos” o totalidades, que conforman “todos” más grandes. Así, tampoco hay límites –la piel es más espacio que materia.

El “todo” posee cualidades distintas que sus partes, que “separamos” para poder hacer nuestro análisis. Sólo el “todo” es real, por lo que si nuestras decisiones se toman desde el punto de vista de una o varias partes, es de esperar que el resultado sea distinto del deseado.

DIAPOSITIVA 2

## LOS CUATRO PROCESOS FUNDAMENTALES

Ciclo del Agua,  
Ciclos de los Minerales y Nutrientes  
Dinámica de las Comunidades Bióticas,  
Flujo de la Energía.

Hacen funcionar nuestro ecosistema planetario, y son cimiento de toda actividad humana, toda economía, toda civilización y toda forma de vida –por lo que deben ser la base en la que sustente cualquier objetivo.

***No mantener y fomentar estos flujos vitales implica, ineludiblemente, la decadencia de la dehesa y de cualquier pastizal. Hay por tanto que mirar más allá de la productividad en un momento dado y de la idea que sólo un factor puede estar causando “Seca”.*** (Ver también “La Seca: el modelo explicativo global” en <http://www.ideaa.es/wp/archives/133>).

Son cuatro ventanas a través de las cuales observamos la misma estancia: el mundo en funcionamiento. Todos entrelazados: no es posible contar con ciclos de agua y minerales eficientes o con un flujo de energía adecuado en ausencia de comunidades bióticas, pues no se convertiría la luz solar en formas de energía útiles para la vida.

Los seres vivos que habitan nuestro ecosistema se encargan de mantener el equilibrio de los gases atmosféricos, de forma que el aire que respiramos permite la vida que conocemos: ya que el oxígeno libre se agota constantemente para que su proporción siga siendo del 21% es necesario que sea constantemente producido por el conjunto de los seres vivos.

Para evitar los desastres ambientales que, de otra forma, nos aguardan todos debemos adquirir una idea básica de estos procesos fundamentales (en cuanto a que son el fundamento).

## CICLO DEL AGUA

Hasta donde sabemos, la cantidad de agua en la Tierra es fija, y circula permanentemente en un ciclo que la lleva de la atmósfera a la superficie y la devuelve a la atmósfera.



### DIAPOSITIVA 3

Una vez que cae a la superficie en forma de lluvia, nieve o granizo:

- parte se evapora rápidamente, desde el suelo o las plantas, y regresa a la atmósfera;
- otra fluye en forma de arroyos, ríos, lagos hasta llegar al océano para después evaporarse;
- otra parte se infiltra en el suelo y parte se adhiere a las partículas del suelo;
- el resto fluye hacia abajo hasta alcanzar los mantos freáticos del subsuelo, donde puede permanecer milenios o volver a la superficie en forma de manantiales o humedales.

Su tiempo de permanencia en el suelo es esencial para el crecimiento y reproducción de la vida vegetal, de la cual dependen casi todas las formas de vida.

Las plantas absorben agua y los nutrientes esenciales en ella disueltos por medio de las vellosidades absorbentes de sus raíces.

### DIAPOSITIVA 4

En un ciclo de agua eficiente,

- las plantas aprovechan al máximo el agua -poca se evapora directamente del suelo;
- la escorrentía es lenta -se arrastra poca materia orgánica o partículas edáficas;
- suelo con adecuada proporción aire / agua -buena absorción de agua por parte de las plantas;
- el agua queda también a disposición de los insectos y microorganismos;
- los mantos freáticos se recargan.

En un ciclo de agua ineficiente,

- las plantas no pueden aprovechar el volumen total de lluvia caída;
- gran parte del agua se pierde por evaporación o escurrimiento superficial;
- la que se infiltra no se aprovecha al máximo por no haber una adecuada proporción aire / agua;
- si hay agua en gran cantidad, el suelo se empantana;

(Por ello un buen sistema es el plantar/sembrar en lomos, pues no hay encharcamiento y hay mejor aireación).

### DIAPOSITIVA 5

Reconocimiento del ciclo de agua ineficiente

- a. exposición del suelo,
- b. degradación de su materia orgánica,
- c. alteración de la estructura del migajón,
- d. falta de diversidad en la estructura y profundidad de las raíces,
- e. acumulación de materia orgánica arrastrada por el agua,
- f. señales de erosión por agua (cárcavas, raíces expuestas, depósitos de limo o gravilla en la superficie desnuda ),
- g. los ríos antaño permanentes se secan en las temporadas sin lluvia, y
- h. bajada de los niveles freáticos y desecación de manantiales.



Se encuentran serios problemas de erosión en los ambientes de DIH que frecuentemente están causados por tierras en descanso o pastoreo prolongado por pocos y dispersos herbívoros (y, por supuesto, por sobrepastoreo o por uso de animal inadecuado para el tipo de ambiente).

Se da también demasiada agua y poco aire cuando el suelo está sin vegetación y ha sido sellado por una costra, lo que permite entrar cierta cantidad de agua, pero no aire suficiente.

En los ambientes más DCH los ciclos de agua son más eficientes pues es más difícil mantener el suelo sin vegetación. En los de DIH en los que los suelos que han perdido gran parte de su materia orgánica ya no pueden absorber tanta agua.

#### Suelo desnudo

Si las lluvias son muy intensas o se produce un deshielo rápido, las inundaciones son más severas en los ciclos de agua ineficientes, y particularmente donde haya mucho suelo desnudo = pérdida agua (suelo desnudo puede perder hasta un 50% de la lluvia que recibe), y pérdida de suelo.

Este problema incluye muchas siembras, donde se puede encontrar hasta el 80% de suelo desnudo.

#### \* Evaporación

Este tipo de pérdidas son, en los ambientes de DIH, igual o más graves. La vastedad de suelo desnudo entre las plantas representa miles de millones de hectáreas, y suele ignorarse el volumen de evaporación resultante. Esto supone siempre menor cantidad disponible en el suelo, subsuelo y cauces subterráneos, y por tanto mayor vulnerabilidad de la vegetación y la producción.

#### \* Encostramiento

En un suelo desnudo el impacto de las gotas de agua van destruyendo la estructura de migajón (partículas unidas por la materia orgánica en descomposición) edáfica. Libera la materia orgánica y las partículas más ligeras del suelo, y las arrastra consigo. Las partículas finas más pesadas se sedimentan y encostran el suelo.

Esto impide, además de la penetración del agua, la entrada de oxígeno al interior del suelo y a salida del bióxido de carbono.

Una de sus consecuencias es la deficiencia de nutrientes en las plantas, y en los animales que se alimentan de ellas. Parece que el desequilibrio en la aireación del suelo afecta a la actividad de millones de microorganismos que se encargan de liberar los nutrientes en formas que las plantas pueden utilizar.

La costra se endurece más con la abundante gama de hongos y microorganismos que se desarrollan en ella.

La cubierta vegetal suficientemente densa evita este proceso, y es de dos tipos, viva o muerta y tendida –mantillo orgánico.



En los ambientes de DIH el espacio entre las plantas es mayor, lo que permite que el viento y el agua arrastren consigo la cubierta orgánica del suelo. En agricultura (y ganadería) es fácil crear miles de hectáreas de suelo desnudo entre las plantas, o, como bien conocemos en Castilla, Extremadura o Andalucía, mantener cientos de miles de hectáreas descubiertas gran parte del año.

Consecuencias del ciclo de agua ineficiente

- a. Esguerrimiento superficial donde hay corriente = cárcavas, arrastre de cieno, contaminación de los ríos e inundaciones;
- b. Pérdidas por evaporación y menor infiltración del agua = aumento de la frecuencia y severidad de las sequías. Así se dice “ las lluvias de ahora no son como las de antes”;
- c. Menor producción agrícola o de forraje, (y fácilmente disminuyendo) y mayor inestabilidad en sus volúmenes;
- d. Tasas de crecimiento más lentas = mermas en la producción;
- e. Agotamiento de las aguas subterráneas, manantiales y pozos; se extrae agua de mantos freáticos que no se recargan;
- f. Ríos de caudales inestables; sedimentación de estanques y lagunas;
- g. Erosión de cuencas hidrográficas y azolve de presas;
- h. Efectos perjudiciales en los demás procesos ecológicos.

DIAPOSITIVA 6

Creación de un ciclo del agua eficiente

Para infiltrarse en el suelo el agua debe penetrar en la superficie del mismo, lo cual depende de:

- la tasa de aplicación del agua,
- la porosidad específica de la superficie del suelo.

Por tanto buenos son los métodos que, como Línea Clave, :

- rompen la costra superficial del suelo y
- aumentan su materia orgánica,
- mejoran su estructura (migajón),
- aceleran la infiltración,
- disminuyen el flujo del agua en la superficie.

Esto lo consigue una superficie floja e irregular o cubierta de materia vegetal vieja y tendida.

El ciclo del agua eficiente requiere un trabajo de la tierra que conserve la cubierta del suelo, la aplicación de materia orgánica (o el fomento de su formación), aireación y buen drenaje (más fácil en zonas de DIH).

La aireación del suelo,  
su materia orgánica, y  
su drenaje,

dependen grandemente de su cobertura vegetal.



Y, habiendo cubierta, de sus raíces, que, saludables:

- airean el suelo,
- aumentan la materia orgánica,
- bombean agua y nutrientes en mayor cantidad a la superficie.

La salud de las raíces mejora pastoreadas adecuadamente (y empeora con el sobrepastoreo).

La aireación del suelo,  
su materia orgánica, y  
su drenaje,

dependen también de la microfauna del suelo. Existen millones de organismos en el suelo que desconocemos pero conocemos su importancia. Las lombrices son fundamentales para la buena estructura y aireación del suelo –siempre hay mayor penetración y retención de agua en los suelos con una buena población de lombrices.

Por ello hay que evitar el arado profundo y el uso de biocidas, y asegurarnos el mantillo orgánico.

Con un ciclo de agua eficiente

- las inundaciones y sequías se vuelven más esporádicas y de menor gravedad
- las aguas suben y bajan más lentamente,
- hay mayor absorción y retención,
- los ríos permanecen más claros, pues menos sedimentos son arrastrados,
- hay mayor cantidad de agua, y disponible durante más tiempo,
- las plantas empezarán a crecer antes, y de manera más profusa, y durante más tiempo;
- más agua se incorporará gradualmente a arroyos, humedales, manantiales y mantos freáticos subterráneos.

¿Cuándo vale el aprovechamiento del doble de la cantidad de agua?

DIAPOSITIVA7

## **DINÁMICA DE COMUNIDADES**

(Los cambiantes patrones de desarrollo de las comunidades bióticas)

Desde el momento en que seres vivos se establecen en un suelo desnudo, o recién perturbado, las cosas dejan de ser como eran. A medida que los organismos interactúan entre ellos y su microambiente se genera más complejidad y diversidad, terminando por formarse una comunidad que funciona como un todo y de manera más o menos estable.

Pero, en detalle, las comunidades más maduras y estables, albergan un caleidoscopio de patrones cambiantes, donde la composición de especies, el número de individuos, las estructuras de edad, etc, están en constante estado de flujo. Las fluctuaciones del clima aumentan el bienestar de unas especies y reducen el de otras. Este proceso interminable de cambio y desarrollo es lo que llamamos dinámica de comunidades.



Gran parte de los procesos que tienen lugar en cualquier comunidad escapan de la comprensión humana, y quizá sea así para siempre. Fue hace poco, con la invención de los microscopios electrónicos de alta resolución, cuando descubrimos que existen más de 60 millones de microorganismos en cada centímetro cúbico de suelo (o en una cuchara cafetera con agua).

No sólo desconocemos sus relaciones mutuas y sus funciones dentro de la comunidad biótica, sino que tales funciones son difíciles de imaginar.

Ejemplo de una relación (insospechada para la mayoría). Bosque templado septentrional; ardillas, hongos y árboles: las ardillas se alimentan de hongos, que dispersan al defecar esporas viables en el suelo. De estas esporas nacen nuevas colonias de hongos. Las raíces absorbentes de los árboles se asocian con ellos para incrementar su absorción de nutrientes (micorrización), y, a la vez, los hongos obtienen nutrientes de las raíces de los árboles.

Por lo tanto hay una relación simbiótica entre las colonias los tres seres vivos; si, por ejemplo, las ardillas desaparecieran, los hongos puede que también desaparecieran o se redujera mucho su cantidad, con lo que la salud de los árboles se resentiría al tener menor capacidad de absorción de micronutrientes. Eso les haría más vulnerables a situaciones más extremas, como un año de sequía o frío superior al normal, o al ataque de algún parásito. Ello, naturalmente afectaría a cada ser vivo del bosque, en una dramática reacción en cadena, como las ondas que se producen al tirar una piedra al agua.

Los ciclos del agua, los ciclos de los minerales y el flujo de la energía no pueden completarse o realizarse a menos que algún vegetal convierta la luz del sol en energía utilizable por los seres vivos.

## DIPOSITIVA 8

La colaboración es más evidente que la competencia

A mayor complejidad, mayor estabilidad

La mayor actividad biológica ocurre en el subsuelo

Los cambios suceden en forma de estadios sucesionales

La colaboración es más evidente que la competencia

Hay millones de ejemplos de colaboración como el más arriba descrito, simbiosis – relaciones mutuamente beneficiosas. Por ejemplo, hay unas 900 especies de higueras, y cada una de ellas depende para su reproducción de una especie distinta de avispa. O los líquenes, que son un matrimonio de algas y hongos (no sus hijos).

Cuando pensamos en la competencia como la fuerza motriz de la naturaleza, nos obligamos a emprender acciones que pueden tener competencias inesperadas. Así, hay propietarios de fincas dedicadas a la caza que acaba con toda rapaz posible, pensando que así evitará toda presión sobre la población de conejos (salvo la de los cazadores); sin embargo se trata de una relación que permite el equilibrio poblacional y de salud de ambas especies, como en toda relación natural depredador-presa.



Sin embargo, si en vez de la competencia nuestro paradigma se basa en todos funcionales, colaboración y sinergia, se enriquecerá nuestra visión y la eficacia de nuestra gestión.

A mayor complejidad, mayor estabilidad

Cuando las comunidades bióticas se encuentran en las primeras fases de desarrollo o perdieron biodiversidad (variedad de especies y de material genético) por una catástrofe natural o actividad humana, son más frecuentes los brotes de epidemias, así como las plagas de malezas, insectos, aves o roedores.

Acabamos culpando a plagas, a virus o bacterias, o a las condiciones climáticas, y no a la pérdida de biodiversidad consecuencia de nuestra forma de gestionar la propiedad.

Según las comunidades bióticas se vuelven más complejas y diversas las fluctuaciones de poblaciones son menores y la comunidad tiende a estabilizarse. Aumenta también la red de interdependencia entre las especies y, así, los años de mayores o menores lluvias (u otras variaciones derivadas de variaciones climáticas) suscitan menores explosiones demográficas de ciertas especies.

La mayor actividad biológica ocurre en el subsuelo

Cualquier cambio en la superficie del suelo implicará cambios mayores bajo la misma, pues es donde hay más vida.

- horizontes superficiales: un promedio de 19 ton. de bacterias, hongos, lombrices, nemátodos y protozoarios por hectárea;
- los suelos más ricos pueden llegar a tener hasta 37 ton. de microorganismos /ha;
- del 75 al 85% de la biomasa de las praderas norteamericanas se encuentra bajo el suelo,
- las fértiles praderas europeas con alta intensidad de ganado vacuno contienen lombrices de tierra cuyo peso duplica el del ganado.

Así se puede entender que la excesiva compactación del suelo, su desnudez y encostramiento, el drenaje insuficiente, la fertilización con productos de síntesis química, el envenenamiento con plaguicidas y herbicidas, puede alterar dramáticamente el conjunto del sistema y, desde luego, la producción.

Los cambios suceden en forma de estadios sucesionales

El proceso de cambio que se suscita en las comunidades biológicas y que media entre la roca o el agua estériles y un pastizal, un bosque o un lago maduro, consiste en la acumulación gradual de diversidad de especies y biomasa –normalmente por etapas– aunada a cambios microambientales: sucesión ecológica.



Se comprobó en botánica que las áreas perturbadas vuelven a cubrirse de vegetación mediante una serie de etapas sucesivas, como por ejemplo:

- 1º suelo desnudo,
- 2º algas, líquenes y hongos,
- 3º pastizal, y
- 4º bosque.

(Si no se encuentran graves obstáculos en el camino, como condiciones climáticas, o suelo demasiado rocoso, o, incluso, la actuación de animales o plantas para evitar un siguiente cambio que les perjudique).

Si queremos favorecer una determinada especie –por ejemplo, de interés cinegético– hemos de encauzar el proceso de sucesión ecológica hacia el ambiente óptimo para tal especie, generando el ambiente adecuado. Necesitaremos saber algo de biología básica sobre la misma.

Los intentos de erradicar mediante trampas, armas de fuego o venenos cualquier planta o animal considerado plaga, representa nuestra tendencia a simplificar la realidad, ignorando la fuerza de la sucesión. La mayoría de las intervenciones comprimen el “resorte” expansivo dañando muchas especies, mientras la verdadera solución es permitir que el resorte se expanda.

El deslizamiento de una comunidad hacia estadios sucesionales inferiores es antinatural, salvo catástrofe natural, revela la intervención humana.

La sucesión ecológica en ambientes de DIH

El microambiente de las superficies del suelo expuestas se encuentran sometidos a cambios diarios y estacionales tan extremos que el proceso de sucesión empieza con dificultades.

Comienza más fácilmente si están cubiertos de materia orgánica vieja, si están agrietados, si aflojados por el impacto físico de los animales o alguna maquinaria.

Una vez más: cualquier comunidad de un ambiente de DIH tiene pocas probabilidades de llegar a su nivel óptimo de complejidad y estabilidad si carece de grandes herbívoros, si no vemos que se necesita de nuevo restaurar un todo.

¿Dejemos que la naturaleza haga?

Bien está en los ambientes de DCH.

Pero en los de DIH, la mayoría del planeta, la escala humana necesaria para la recuperación no sería humana, sino geológica. Las tierras en torno a las ciudades que fueron abandonadas siglos atrás siguen deteriorándose –como se ve llegando a Aranjuez desde Madrid.

Y no se recuperarán por sí solas. Un buen medio es el uso de herbívoros, imitando los efectos de las grandes manadas y sus predadores, que en su día hicieron de estos ambientes todos funcionales.



La mayoría de los todos naturales funciona igual que las comunidades

Cada planta o animal individual es un todo integrado por miles de millones de células, y, a su vez, pertenecen a un todo comunidad que consta de muchas especies. Una población de una sola especie (como son los monocultivos) no constituye un todo, ecológicamente funcional. Los miembros de cualquier especie no podrían existir si no fuera por su relación con millones de organismos de otras especies.

Muchas veces el microambiente de la superficie del suelo se ha deteriorado hasta tal punto que las especies de pastos perennes solo puede reproducirse de forma asexual, mediante guías o estolones (tallos subterráneos). Al hacerlo así carecen de diversidad genética al ser clones de la planta materna. Esto, por otra parte, ocurre en el mejor de los casos con los árboles de muchos encinares españoles.

La incapacidad de pensar en todos se manifiesta en nuestros esfuerzos por salvar especies amenazadas mediante leyes, cada vez más draconianas, que dan poca importancia a las comunidades biológicas (y humanas) que las sustentan.

Ello es normal si pensamos en la forma en que el saber se especializa en la educación y la investigación. Así ocurre al tener dos disciplinas separadas como son la zoología y la botánica. Y, por supuesto, los suelos, mero sustrato físico para las plantas.

Ahora sabemos (aunque no está aún asumido por la mayoría de los que toman decisiones) que las comunidades biológicas incluyen toda clase de organismos, desde los virus y seres unicelulares hasta árboles, mamíferos y humanos; desde plancton a ballenas. Igualmente existen muchas relaciones complejas y de mutua dependencia entre el subsuelo, el suelo y la atmósfera.

En nuestra ignorancia, estamos cambiando el “sistema respiratorio” planetario al quemar combustibles fósiles, usar el fuego masivamente y cambiar el uso de la tierra de forma que reduzca su capacidad de absorción de carbono. Así cambiamos el equilibrio de gases en la atmósfera que tardó millones de años en formarse.

## **EL CICLO DE LOS MINERALES CIRCULACIÓN DE NUTRIENTES ESENCIALES**

Como el agua, los minerales y otros nutrientes siguen patrones cíclicos en lo referente a su uso por los seres vivos. Como esto es difícil de ver, tendemos a ignorar cuan drásticamente nuestra intervención afecta a la velocidad, eficiencia y complejidad de su trayecto circular por nuestro mundo.



## DIAPOSITIVA 9

Un buen ciclo de los minerales significa un suelo vivo y biológicamente activo, con suficiente aireación y energía en el subsuelo para sustentar una profusión de organismos en contacto constante con

el nitrógeno,  
el oxígeno, y  
el carbono

de la atmósfera.

Los organismos del suelo requieren energía derivada de la luz solar, pero dado que muchos permanecen bajo tierra, dependen del constante suministro de residuos vegetales y animales en descomposición.

No puede haber un buen ciclo de minerales (amplia gama de nutrientes en circulación constante) en un suelo muerto, lo cual olvidamos con nuestros fertilizantes y biocidas químicos, y otras tecnologías.

## DIAPOSITIVA 10

Los ciclos de los minerales no funcionan independientemente de los otros tres procesos fundamentales. Dependen de:

- los organismos y la dinámica de las comunidades donde viven,
- el ciclo del agua, y
- el flujo de la energía.

Antes de que se beneficien los seres humanos, la fauna silvestre y el ganado, los nutrientes minerales han de ser extraídos del suelo por las plantas. Han de ser bombeados desde los horizontes inferiores del suelo hasta la superficie.

Una vez utilizados por las plantas y animales de la superficie deben regresar al subsuelo, donde permanecen en la zona de raíces activas hasta que son nuevamente utilizados, o son arrastrados a mayores profundidades.

## DIAPOSITIVA 11

La destrucción del suelo

Los productos agroquímicos ayudan temporalmente a obtener mejores rendimientos, pero destruyen muchos organismos del suelo e inhiben el desarrollo de otros, como las bacterias que fijan el nitrógeno atmosférico.

Voltear los horizontes profundos del suelo conduce a la degradación de la materia orgánica y destruye millones de seres que en él viven.

Los monocultivos implican un sistema radicular menos diverso y un ambiente que no favorece la diversidad de especies de microorganismos.



Para producir a partir del suelo con bajos costos y sosteniblemente..

..el suelo y el aire deben proporcionar prácticamente todos los nutrientes necesarios para plantas y animales.

Los nutrientes provienen de:

- materia orgánica en descomposición,
- minerales de rocas recién degradadas,
- de la atmósfera, llegando en forma de lluvia,
- de organismos que convierten elementos gaseosos (como el nitrógeno y el carbono) a formas utilizables.

Hemos de evitar que los nutrientes salgan del ciclo, y hemos de incrementar constantemente el volumen de minerales que circula en los horizontes del suelo, que sustentan las plantas.

Flujo de los minerales a la superficie

Las raíces de los vegetales son el medio más importante para ello.

Por tanto necesitamos:

- sistemas radiculares saludables,
- muchas raíces que penetren profundamente, hasta los horizontes inferiores del suelo y las rocas en descomposición,
- amplia variedad de especies para disponer de muchas estructuras de raíces.

Donde la línea de producción se basa en plantas de raíces poco profundas (pasto, maíz, trigo) la presencia de plantas de raíz profunda puede ser fundamental para la salud de la comunidad.

Como ejemplo, las plantas y los animales (incluidos nosotros) necesitamos cantidades increíblemente pequeñas de "micronutrientes minerales", fuera del alcance de las raíces poco profundas.

Muchos animales pequeños son igualmente importantes. Las lombrices son el ejemplo más clásico, pero en las regiones áridas, las termitas y otros insectos son las que llevan a cabo esta función.

(Sobre la vuelta al suelo de los nutrientes)

Después de haber obtenido nutrientes del suelo (y, en menor medida, atmósfera), parte de ellos regresan a la superficie en forma de materia vegetal: hojas, tallos, corteza, ramas, semillas, flores y residuos muertos de cosechas.

No por ello quedan disponible para su reutilización inmediata. Antes han de incorporarse al subsuelo, para lo que han de degradarse en partículas muy finas.

Esto sucede mediante:

- fuerzas mecánicas (lluvia, viento, granizo, pisoteo),
- consumo y putrefacción a cargo de insectos y otros organismos del suelo.



El fuego en cambio hace que muchos de los nutrientes pasen al estado gaseoso, y se los lleve el viento y el agua. Además el suelo se desnuda, disminuyendo su actividad biológica.

En los ambientes de más DIH los grandes animales son indispensables, pues justo en el periodo en que mueren entre 50 a 95% de las partes aéreas de las plantas, mueren los microorganismos e insectos. Entonces los grandes herbívoros:

- pisotean la materia vegetal muerta y la hacen caer al suelo donde se degrada más rápidamente,
- la consumen, digieren y devuelven a la tierra (en su aparato digestivo las poblaciones de microbios permanecen activas todo el año).

En los ambientes de DIH, incluso en aquellos de altas precipitaciones, la mayor parte de la materia orgánica muerta se descompone lentamente por oxidación e intemperización en ausencia de poblaciones de herbívoros.

Estos procesos ocurren de arriba abajo, por lo que pastos, arbustos y árboles no caen fácilmente al suelo donde los microorganismos acelerarían su descomposición. Los árboles muertos pueden permanecer en pie un siglo, o más. Los tallos muertos de los pastos varias décadas.

Esto ocasiona un cuello de botella en el ciclo de nutrientes, que permanecen bloqueados en la materia orgánica muerta fuera del suelo.

Además, las grandes acumulaciones de materia vegetal no reciclada inhiben el crecimiento de las plantas, especialmente en caso de los pastos perennes. La luz solar no puede penetrar entre la materia vieja acumulada y alcanzar los puntos de crecimiento o meristemas basales de la planta (especialmente en las especies de pastos amacollados, que tienen sus meristemas a ras del suelo para evitar el diente de los herbívoros, con los que evolucionaron).

El ganado industrial, malsano y contaminante, ha de regresar a los pastizales donde tanto se le necesita.

Viaje de los nutrientes de la superficie del suelo al subsuelo

Dos agentes se encargan de este viaje:

- el agua, y
- la fauna.

Pero el agua puede también arrastrar los nutrientes fuera del alcance de las raíces = lixiviación.

Para varios autores esto ha sido causa de desaparición de muchas civilizaciones en zonas de DIH.

El mejor obstáculo para la lixiviación es la materia orgánica del suelo. Cuanto más haya, más actividad biológica, más protección del suelo y menor lixiviación.



Aquí radica uno de los grandes peligros de los

- herbicidas,
- plaguicidas,
- fertilizantes sintéticos.

Cuanto mayor es su aplicación mayor es la destrucción de materia orgánica y seres vivos del suelo = menor es la capacidad del suelo para retener agua = pérdida de nutrientes por lixiviación y escorrentía. Es por ello que los que aplican nitrógeno soluble no puedan dejar de hacerlo, y en cantidades mayores. Al dañar el ciclo natural de los minerales y nutrientes y, por tanto, la vida del suelo, los agricultores se ven obligados a gastar más en reponer lo que pierde el suelo.

Además los minerales lixiviados se convierten frecuentemente en peligrosos contaminantes al ser arrastrados a donde nunca debieron estar.

### DIAPOSITIVA 13

Importancia del estado de la superficie del suelo

La clave del buen funcionamiento del ciclo de los minerales depende en última instancia de las condiciones de la superficie del suelo, como sucede con el ciclo del agua y la dinámica de las comunidades.

Cualquier superficie desnuda y encostrada constituye un ambiente inhóspito para la degradación biológica.

EL encostramiento limita el intercambio de aire entre el suelo y la atmósfera = deficiencia de oxígeno y exceso de bióxido de carbono, lo que tiende a inhibir el desarrollo de raíces.

A medida que disminuye la aireación del suelo

- = su vida aminora,
- = se reduce la materia orgánica,
- = se pierde la estructura del suelo,
- = menos cubierta vegetal, más suelo desnudo, más encostramiento.

Este es el proceso de desertización de los ambientes de Distribución Inconveniente de Humedad.

### **EL FLUJO DE LA ENERGÍA EL COMBUSTIBLE QUE SUSTENTA LA VIDA**

#### DIAPOSITIVAS 14 –15

Todos los organismos requieren energía para vivir.

Y todos, salvo contadas excepciones, dependen de la capacidad de las plantas verdes para capturar la energía del sol y convertirla en formas comestibles por medio de la fotosíntesis.



“Todos” incluye también cualquier sistema económico, nación y civilización. Esto conviene reflexionarlo; desde luego nuestros economistas no suelen integrarlo en sus valoraciones, y nosotros tampoco, en medio de espectaculares ordenadores, teléfonos móviles, televisiones de plasma y coches de siempre más prestaciones. Pero de las plantas dependemos, de forma absoluta.

El mundo vivo funciona a base de energía solar, y nuestra gestión afecta drásticamente cuanta podemos capturar y como servirnos de ella.

Muchas son las técnicas que utilizamos para ampliar la energía disponible en forma de alimentos: ampliación de la superficie de tierras de cultivo, plantas de mayor rendimiento cuantitativo, riego; en pastizales eliminamos arbustos, resembramos, etc; en los bosque controlando o eliminando arboleda o soto mediante fuego o maquinaria.

Descontando el hecho de que muchos de nuestros métodos dañan los ciclos naturales del agua, de los minerales o de las comunidades bióticas (por lo que lo compensamos aumentando los insumos de energía) resulta que alcanzan el déficit energético: hay que invertir más energía de la que se produce.

Mientras los combustibles fósiles sigan siendo más o menos abundantes y baratos, y mientras sigamos ignorando los efectos a largo plazo (aunque ya reales, visibles en salud y en cambio climático) de nuestro excesivo consumo esto parecerá una cuestión meramente académica.

#### DIAPOSITIVA 16

Una buena gestión incrementará el volumen de energía almacenado aumentando:

- el tiempo de crecimiento de la vegetación,
- la tasa de crecimiento de la misma,
- la densidad de vegetación por unidad de superficie,
- el área foliar de cada planta, para que capte más energía.

( El tiempo (duración y tasa de crecimiento)...) )

La energía que las plantas transforman cuando verdes y en crecimiento deben sostener, durante un año, toda la vida que hay encima y debajo de la superficie del suelo. Cuanto más dure el periodo de crecimiento de las plantas más productiva será la entera comunidad.

En la práctica, al mejorar el ciclo del agua, el ciclo de los minerales y la complejidad de la comunidad biótica se extiende el periodo de crecimiento..

#### DIPOSITIVA 17

Si los cuatro procesos fundamentales son gestionados bien, la humedad seguirá disponible en el suelo tras la temporada de crecimiento, llegando el invierno. Esto permite a las plantas volver a crecer al prevalecer las condiciones adecuadas para ello.

Ciclo del agua: si es ineficiente el crecimiento de la vegetación no comenzará sino tras la primera lluvia. Si es eficiente las plantas seguirán creciendo durante un tiempo durante los períodos secos.



Cuando el problema es el opuesto –exceso de agua por riego inadecuado, mal drenaje o aireación insuficiente- también se acorta el período de crecimiento (o sea, se reduce la transformación de energía solar en energía aprovechable), debido a la falta de aireación adecuada.

Dinámica de comunidades: la cuestión clave aquí es la diversidad. Ejemplo: un pastizal complejo y saludable debe incluir pastos de clima frío y pastos de clima cálidos, así al menos parte de la comunidad vegetal crecerá mientras se den las condiciones adecuadas.

En la mayoría de los pastizales de - actualmente - especies anuales, hay todos los años buenas condiciones de crecimiento durante los que nada crece, pues los pastos perennes han desaparecido debido a nuestra gestión. Estimular su retorno significaría devolver meses de productividad.

Agricultura: rigen los mismos principios de ampliación del tiempo productivo. Ejemplos: la selección de cultivos tolerantes al calor y tolerantes al frío ( hay que tener en cuenta lo que extraen y aportan al suelo, para hacerlos complementarios.

#### Densidad de plantas

Se refiere al número de plantas que crece por metro cuadrado. Parece claro que diez plantas de la misma familia transforman más energía solar que tres

Cuanto más tiende el ambiente a de DIH más importante será para la densidad la presencia de grandes herbívoros. Su impacto, bien gestionado, implica una menor distancia entre las plantas. También hay técnicas que imitan sus efectos.

En estos ambientes la distancia entre plantas no depende del clima o del suelo, como suele pensarse. Si es así en los próximos al extremo de DCH de la escala.

#### Área foliar

Cuanto más anchas las hojas más energía solar se atrapa y transforma, incluso compensando una menor densidad de número de plantas.

Tres tipos de plantas, tres tipos de adaptaciones a distintas condiciones de crecimiento, en líneas generales:

- plantas hidrofíticas: prosperan en suelos empapados y escasamente aireados (ambiente húmedo) y crecen lentamente;
- plantas mesofíticas: suelos con buen equilibrio aire / agua (ambiente subhúmedo);
- plantas xerofíticas: escasa agua pero buena aireación del suelo (ambiente semiárido y árido) y crecen lentamente.

Las mesofíticas producen hojas abiertas, planas y anchas. Crecen rápidamente en las condiciones adecuadas de humedad y temperatura. Al entrar en periodo de latencia adquieren un color rojizo o dorado = forraje seco más nutritivo.

Por tanto estas son las plantas más interesantes para los pastos, pues absorben más luz solar y crecen más rápidamente.



La presencia de una capa de arcilla o roca impermeable puede impedir su desarrollo, pero, si esto no se da, lo que limita el mismo es, más bien, el desequilibrio entre el agua y el aire del suelo debido a encostramiento y a ciclo del agua ineficiente: factores que pueden mejorar con el adecuado trabajo de los suelos.

Además de mejorar la densidad, el pastoreo intenso (no sobrepastoreo) obliga a muchas especies a producir más hojas y menos fibra, lo que aumenta la energía disponible para herbívoros y humanos.

Uso de recursos tecnológicos para el aumento de flujo de energía

Maquinaria, drenaje, riego, agroquímicos, ingeniería genética. Su uso es peligroso, ya que intervenimos directamente sobre interrelaciones complejas de las que entendemos muy poco.

Ninguno de los cuatro procesos fundamentales puede ser impulsado a costa de los otros sin consecuencias negativas.

La piedra angular de la agricultura nor-occidental ha sido la aceleración del flujo de energía mediante grandes aportes de productos derivados de los hidrocarburos fósiles que dañan las comunidades bióticas y los ciclos del agua y de los nutrientes.

Estamos ya pagando un alto precio:

- graves inundaciones,
- aguas contaminadas,
- alimentos contaminados,
- trastornos reproductivos,
- cáncer de muy diversos tipos,
- otras enfermedades en aumento,
- acelerada erosión, destruyendo millones de años de capital biológico,
- plagas siempre más resistentes,
- .....

DIAPOSITIVA 18

Por tanto...

Un flujo de energía elevado debería, por tanto, implicar:

- suelos cubiertos de vegetación,
- plantas verdes y creciendo por más tiempo,
- gran variedad de las mismas,
- fauna silvestre varia.

Si el ciclo del agua es eficiente, los ciclos de los minerales y nutrientes rápidos y la biodiversidad elevada, el flujo de energía tiende al máximo.

La cantidad de energía que tengamos que adquirir de otros productores para complementar lo que las nuestras generen será la medida de nuestro éxito o fracaso.