



Morfofisiología de las plantas forrajeras

Rolando Demanet Filippi
Ingeniero Agrónomo
Facultad de Ciencias Agropecuarias y Medioambiente
Universidad de Frontera

Praderas y Pasturas
2024

- ✓ La mayor parte de la tierra disponible para la agricultura es demasiado inclinada, húmeda, seca, rocosa o vulnerable a la erosión eólica o hídrica para ser utilizada en la producción de cultivos en hileras
 - ✓ El pastoreo de plantas forrajeras por parte de rumiantes puede ser el uso más beneficioso de esta tierra, porque especies forrajeras perennes proporcionan una cobertura permanente del suelo que recolecta energía solar, ralentiza el viento, ayuda a la infiltración de agua, agrega una cantidad significativa de materia orgánica y nutrientes
 - ✓ El pastoreo mejora la salud del suelo y permite apoyar la producción de proteínas de alta calidad para el consumo humano
-

- ✓ Durante el pastoreo, la mayoría de los nutrientes contenidos en los forrajes consumidos por el ganado se reciclan al suelo en forma de orina y estiércol
 - ✓ Los forrajes perennes pueden preservar o mejorar las tierras agrícolas menos favorables y al mismo tiempo apoyar la producción de alimentos al convertir la energía solar en alimento para los animales
-

- ✓ Para lograr alcanzar una alta productividad ganadera en los ecosistemas de pastizales es necesario conocer los componentes de las estratas que lo conforman y los mecanismos de crecimiento y desarrollo de cada especie en un ambiente donde el suelo, el agua, la luz y la temperatura son determinantes
-

- ✓ En el manejo de los pastizales hay que conocer el impacto que tiene la intervención con animales y maquinaria para poder definir cómo, cuándo y con qué intensidad y frecuencia se deben utilizar las praderas y pasturas
 - ✓ Para ello es necesario tener conocimientos básicos y aplicados de morfología y fisiología de las plantas constituyentes de estos ecosistemas
-

- ✓ La utilización y naturaleza de los pastizales implican el uso repetido, donde es necesario remover el follaje lo máximo permitido a intervalos breves con el propósito de obtener la máxima cosecha de materia seca de óptima calidad por el mayor tiempo posible (persistencia)
-



- ✓ La frecuencia e intensidad de utilización determinará la velocidad de recuperación del pastizal y con ello el periodo de rezago y la persistencia
-



Capacidad de rebrote

- ✓ Para que en un pastizal se logre un rápido y abundante rebrote de sus plantas, éstas deben contener una gran cantidad de yemas o tejido meristemático que corresponden a los puntos de crecimiento responsables de la generación del nuevo tejido vegetal
 - ✓ Cuando los meristemas son removidos, el rebrote de las plantas dependerá de la generación y activación de los nuevos puntos de crecimiento
-

- ✓ Bajo esta condición el proceso de rebrote se retrasa y con ello el periodo de recuperación será mayor lo que aumenta el tiempo de rezago
 - ✓ El aumento del tiempo de recuperación producto de la extracción de los puntos de crecimiento genera una reducción de la persistencia de las especies componentes del pastizal, en especial, aquellas de mayor valor pastoral
 - ✓ Este proceso involucra la degradación de las praderas y pasturas cambiando su condición de mayor a menor
-



- ✓ Las plantas tienen crecimiento abierto debido a la totipotencialidad de las células y es por esta razón que restauran en forma continua sus estructuras
 - ✓ El crecimiento está concentrado en las regiones embrionarias llamadas meristemas los que pueden ser permanentes o temporales
-

- ✓ Los meristemas permanentes son apicales donde encontramos hojas y raíces
 - ✓ Los temporales son los intercalares esto es hojas, lámina y vaina
 - ✓ De ambos meristemas se producen en forma periódica nuevos órganos y tejidos
-

- ✓ En las especies forrajeras son importantes los meristemas apicales responsables del crecimiento en longitud
 - ✓ Los meristemas intercalares están relacionados con el crecimiento rápido pero limitado, dado que cuando alcanzan madurez pierden dicha capacidad
-

Morfología de una gramínea





- ✓ Las gramíneas al estado vegetativo presentan una roseta formada por hojas arregladas dísticamente (dirección opuesta) en un tallo

- ✓ El tallo esta constituido por nudos que se ubican distantes unos de otros
 - ✓ En su parte área (vástago) las plantas poseen un conjunto ramificado de macollos y cada uno de ellos esta formado por un nudo que lleva una hoja con una yema en su base y en la parte subterránea una corona de raíces
-

- ✓ En un comienzo las hojas son un grupo de células que rodean el ápice del tallo las cuales se alargan formando un tubo oculto en la vaina de las hojas ya existentes
 - ✓ Solo cuando aparece al exterior y su punta sobrepasa la vaina precedente toma el nombre de hoja
-

- ✓ Mientras la hoja no ha aparecido sólo crece la lámina y cuando se forma la lígula en la zona del meristema intercalar la lámina detiene su crecimiento y se inicia el crecimiento de la vaina hasta cuando la lígula se expone a la luz
 - ✓ Cuando la lígula emerge la hoja cesa de crecer y la lámina se inclina lateralmente periodo en que se denomina hoja adulta
-

- ✓ En condiciones normales el esbozo de una nueva hoja aparece cada 10 días según las especie y condiciones ambientales
 - ✓ La hoja se demora 10 días mas en llegar a madurez para luego iniciar el proceso de senescencia desde el ápice de la lámina
 - ✓ Una hoja cumple su ciclo en 10 a 30 días desde su aparición hasta su senescencia
-

- ✓ Un vástago de una gramínea puede tener en un momento una a tres hojas adultas, una a dos hojas en crecimiento y una a tres hojas en vías de senescencia
 - ✓ En *Lolium perenne* L. las hojas son de vida corta y en un macollo vegetativo la emergencia de la cuarta hoja coincide con la muerte de la primera por ello cada macollo mantiene tres hojas verdes durante su desarrollo
-

- ✓ La perennidad de una gramínea depende de la sucesiva iniciación de macollos desde las yemas axilares
 - ✓ Bajo condiciones de clima templado un macollo individual no excede de dos años
 - ✓ Cada macollo puede morir e iniciarse cada año pero la planta se mantiene en producción
 - ✓ En las gramíneas además hay especies que persisten a través de rizomas o estolones
-

- ✓ Los rizomas son tallos subterráneo con varias yemas que crecen de forma horizontal emitiendo raíces y brotes herbáceos de sus nudos
 - ✓ Esta estructura cumple la función de órgano de reserva de nutrientes
 - ✓ Los estolones son tallos rastreros que nacen de la base de los tallos principales. Se pueden desarrollar sobre la superficie del suelo (estolones epigeos) o debajo del mismo (estolones subterráneos)
-

- ✓ El cambio de estado vegetativo a reproductivo de un macollo genera la elongación del tallo con el consecuente desarrollo de los entre nudos
 - ✓ En este estado aparece la inflorescencia y finaliza la producción de hojas
 - ✓ El nuevo crecimiento se inicia con el desarrollo de yemas en la base de los nuevos macollos
-

- ✓ Los elementos que promueven la generación de nuevos macollos son la adecuada disponibilidad de agua y nitrógeno
 - ✓ La velocidad de iniciación de nuevos macollos se reduce con el incremento de las temperaturas sobre el óptimo de crecimiento y con el aumento del fotoperiodo
-

Morfología de una leguminosa



- ✓ Las yemas responsables del nuevo crecimiento están concentradas en una corona que se ubica en la base de los tallos
 - ✓ En alfalfa la corona es superficial y constituye el único elemento involucrado en el rebrote de las plantas
-

- ✓ El trébol blanco posee estolones de cuyos nudos se desarrollan yemas axilares que dan origen a raíces y nuevas hojas lo que permite a esta especie tener una mayor tolerancia al pisoteo
 - ✓ Estas características morfológicas constituyen la vía vegetativa que mantiene a las plantas en condiciones productivas por muchos años
-



Carbohidratos de reserva

- ✓ Los hidratos de carbono de reserva son compuestos que se hidrolizan con facilidad en las plantas
 - ✓ Estos se almacenan y se utilizan para la mantención y formación de órganos aéreos y subterráneos
 - ✓ Su nivel es determinante en plantas que son sometidas a defoliaciones periódicas mediante pastoreo o corte
 - ✓ Se localizan en raíces, bases de los tallos, estolones, y rizomas
-

- ✓ Los hidratos de carbono de reserva actúan como sustratos respiratorios y proporcionan la energía y los materiales estructurales básicos para el crecimiento de nuevos tallos y hojas
 - ✓ La velocidad de rebrote de una panta depende, en gran medida, de las reservas de carbohidratos
-

- ✓ El área fotosintéticamente activa, estos son, hojas y tallos con clorofila unidos a la energía lumínica y el agua dan origen a los azúcares solubles, principalmente, sacarosa
 - ✓ La sacarosa se transloca al resto de la planta como base energética de crecimiento
-

- ✓ Cuando los hidratos de carbono de reserva son superiores a las necesidades propias de respiración, crecimiento y desarrollo de las plantas, este superávit es almacenado en macromoléculas (almidón) que es utilizado más tarde, previa hidrólisis, en el crecimiento posterior a la defoliación (rebrote)
-



Rebrote post defoliación

- ✓ La tasa de crecimiento expresa el aumento de peso seco por unidad de tiempo y por unidad de superficie (kg MS/ha/día)
 - ✓ Esta tasa es producto de dos funciones: el índice de área foliar (IAF) y la eficiencia fotosintética representada por la tasa de asimilación neta
-

- ✓ La tasa de asimilación neta está relacionada con la cantidad de luz interceptada por el follaje del pastizal , distribución de la luz en los diferentes estratos vegetales y con la eficiencia fotosintética del tejido vegetal
-

- ✓ El índice de área foliar (IAF) es la relación entre la superficie de las hojas, medida en un solo lado y la superficie de suelo que ocupa
 - ✓ El IAF óptimo es aquel que intercepta el 95% de la luz incidente y se relaciona con la máxima tasa de crecimiento en primavera siendo propio de cada especie y diferente en cada estación del año
-

- ✓ Cuando se sobrepasa el IAF óptimo las hojas basales son sombreadas y no aportan a la producción, convirtiéndose consumidoras de energía pues tienden a respirar y no a producir
 - ✓ Este tipo de hojas en las plantas rápidamente inician el proceso de senescencia y mueren
-

- ✓ La cantidad de hojas necesarias para interceptar el 95% de la luz que incide sobre las plantas depende en cada especie de la distribución espacial del follaje y de la disposición de las hojas respecto a la luz incidente (ángulo de inclinación de la luz)
-



- ✓ Las leguminosas disponen sus hojas horizontalmente por ello interceptan más luz teniendo menos IAF que las gramíneas



- ✓ Las gramíneas poseen una disposición vertical de sus hojas razón por la cual requieren más área foliar para lograr interceptar el mismo porcentaje de luz que las leguminosas

- ✓ La eficiencia con que la planta convierte la energía solar depende de la actividad fotosintética de las hojas que decrece con la edad y las bajas temperaturas ($<10^{\circ}\text{C}$)
-

- ✓ La cantidad de luz recibida por un pastizal no se puede controlar, pero si es posible alcanzar un buen aprovechamiento manejando la densidad de follaje y la calidad foliar expuesta a la luz mediante el control de la frecuencia e intensidad de defoliación
-



Fenología

- ✓ La fenología es el estudio del tiempo de recurrencia de eventos biológicos, sus causas y su regulación respecto de fuerzas bióticas y las interrelaciones entre fases dentro de una especie o entre especies
 - ✓ La fenología es la ciencia que estudia la relación entre los factores climáticos y los ciclos de los seres vivos
 - ✓ La fitofenología es la parte de la fenología que estudia cómo afectan las variables meteorológicas a las manifestaciones temporales periódicas o estacionales de las plantas
-

- ✓ El crecimiento estacional de las comunidades vegetales es más acentuado en climas con fuertes variaciones temporales lo que pone de relieve el efecto regulador del clima sobre la fenodinámica de las especies vegetales
 - ✓ El sincronismo entre el clima y el desarrollo de las especies es evidente en los pastizales mediterráneos donde la determinación de una estación seca y húmeda inducen a una marcada estacionalidad en el crecimiento de las plantas anuales
-

- ✓ El sincronismo entre el clima y el desarrollo de las especies está relacionado con las precipitaciones, la temperatura media, la temperatura nocturna, el fotoperiodo entre otros factores
-

- ✓ La fenología de los pastizales mediterráneos está regulada por la disponibilidad de agua, que determina el inicio del ciclo de crecimiento
 - ✓ La temperatura regula la velocidad de desarrollo durante la fase de crecimiento
 - ✓ Una combinación de humedad y temperatura tiene efecto en el fin del ciclo de las plantas
-

- ✓ En años secos el déficit hídrico determina la velocidad de maduración de las plantas y en años lluviosos es la temperatura la que induce la senescencia fisiológica que determina la velocidad de este proceso
-



Senescencia

- ✓ La senescencia es un fenómeno ligado a la fenología que reviste gran importancia en la regulación de la productividad de una cubierta vegetal
 - ✓ Un pastizal puede acumular mayor cantidad de materia seca en la medida que la senescencia sea más tardía
 - ✓ El patrón de senescencia es similar en casi todas las especies vegetales
-

- ✓ La senescencia se inicia cuando se comienza a reducir la superficie fotosintetizante
 - ✓ Este proceso es importante luego de transcurrida la floración, momento en el cual todo el esfuerzo fotosintético de las plantas está orientado hacia la producción de semillas y o hacia la renovación de estructuras foliares
-

- ✓ Un factor determinante en la producción de materia seca de los pastizales es la velocidad de senescencia de la biomasa fotosintetizante
 - ✓ El origen de la senescencia puede ser variado pero el más importante son las causas fisiológicas naturales y el déficit hídrico
-

- ✓ Además, un factor que influye en la velocidad de senescencia es el nitrógeno
 - ✓ La aplicación de este nutriente aumenta la acumulación de materia seca, pero acelera el proceso de senescencia en las plantas
-



Morfofisiología de las plantas forrajeras

Rolando Demanet Filippi
Ingeniero Agrónomo
Facultad de Ciencias Agropecuarias y Medioambiente
Universidad de Frontera

Praderas y Pasturas
2024