

Ecofisiología de plantas forrajeras

Ing. Agr. Cristina Ugarte
INTA EEA Reconquista



¡Vivan las diferencias... si las hay!

En nuestro número anterior de Voces y Ecos, en el dossier dedicado a ecofisiología, distintos ecofisiólogos de cultivos de la EEA Reconquista y Balcarce nos presentaron valiosos aportes de esta disciplina al entendimiento de la producción de granos. Les proponemos ahora realizar este recorrido para plantas forrajeras.

La ecofisiología de las plantas forrajeras comprende el estudio, el análisis de información y la construcción de modelos explicativos, sobre el funcionamiento de las plantas presentes en distintos tipos de recursos vegetales, cuyo principal destino es la alimentación animal, por lo cual no sólo son evaluados por su producción “verde” *per se* sino que también deben contemplarse los efectos de una cortadora de pasto poco convencional: el animal (especie, categoría, objetivo de producción, etc.)



Esquema 1: Producción y utilización de forrajes (adaptado INRA).

Conocer los principios que regulan la producción de estas plantas es importante porque ellos no sólo determinan el manejo del recurso forrajero, sino que también afectan directamente a la productividad secundaria (producción de carne, leche, cueros, etc.), siendo aplicables a distintos sistemas de producción de forraje como pastizales, pasturas, o verdeos.

Por otra parte, conocer los procesos involucrados en la producción de biomasa nos permite identificar potenciales y limitantes presentes en los sistemas de producción actuales, mejorando la valorización del uso de los recursos forrajeros y brindando herramientas sobre el impacto de la producción animal en el agroecosistema (flujo de carbono, ciclado de nutrientes y del agua) (esquema 1).

Desarrollo y crecimiento en plantas forrajeras

Teniendo en cuenta que el concepto “forrajeras” es muy general, ya que comprende distintas estrategias para generar oferta de alimentos para el ganado, tanto podemos incluir a pasturas destinadas al consumo directo del animal, como a cultivos agrícolas y pasturas que se conservan para su uso posterior (forrajes conservados).

Como en el caso de los cultivos agrícolas, la región en la cual se puede realizar la siembra de una especie está condicionada fundamentalmente por los dos grandes reguladores del crecimiento y el desarrollo de las plantas: la temperatura y el fotoperíodo (duración del día), si bien otros factores, como por ejemplo la disponibilidad hídrica, los nutrientes presentes en el suelo, la calidad de luz, o la vía de fijación del carbono (metabolismo carbono 3 -C₃-, carbono 4 -C₄- y crasuláceas -CAM-), también modifican la composición en un stand de plantas y su calidad alimentaria. Son, son los primeros dos, los factores de mayor influencia en el desarrollo y el crecimiento de las plantas.

En cuanto al tipo de metabolismo, es a partir del balance entre el CO₂ fijado en la fotosíntesis y la respiración de mantenimiento y crecimiento que las plantas crecen y modifican su forma y funcionamiento (desarrollo). En el caso de las especies tipo C₄ la fijación compartimentalizada en tejidos especiales, que se traduce en una mayor área foliar generada a nivel del canopeo -partes aéreas- y en una mayor eficiencia en el uso de la radiación, les confiere características más favorables para crecer en ambientes con alta temperatura y luminosidad, o con una menor oferta de nitrógeno (mayor eficiencia en el uso del nitrógeno) que especies C₃. Entre estos metabolismos C₄ más eficientes para crecer en climas subtropicales y tropicales, encontramos numerosas especies forrajeras de nuestra zona presentes en pasturas “megatérmicas” y en los pastizales naturales (Brachiaria, Setaria, Gatton panic, Grama Rhodes, Pasto Pangola, Pasto macho, Sorghastrum, Pasto miel, Pasto alambre, etc). Otra cuestión a considerar en cuanto a las formas en las que las plantas construyen su estructura, es que estos cambios metabólicos están acompañados de diferencias morfológicas y bioquímicas a nivel de tejidos, continuando con las especies C₄, estas ventajas en cuanto a la aptitud de crecimiento en climas cálidos representa



una desventaja en términos de calidad forrajera ya que traen aparejada una disminución de la digestibilidad del forraje.

Especialmente durante la germinación y establecimiento de las plantas forrajeras es importante el tamaño de la semilla, ya que en semillas pequeñas las señales del ambiente para que ocurra la germinación deben ser “fuertes y claras”, porque el nivel de reservas, en comparación con semillas de mayor tamaño, es muy limitado hasta que ocurre el establecimiento. Es por ello que otra señal a considerar con especial énfasis en forrajeras es la calidad de luz, es decir que la proporción entre luz roja y rojo lejano (más luz rojo lejano, indica a la planta la presencia de vecinos y futuro sombreado) afecta tanto a la germinación y establecimiento de las plántulas durante la implantación, como a la capacidad de macollaje en los pastos y generación de estolones en leguminosas como por ejemplo trébol blanco. En stands complejos de plantas como es el caso de pasturas polifíticas (compuestas por varias especies) y pastizales naturales, la calidad de luz brinda información a la planta sobre la vegetación que la rodea y le permite generar una reacción anticipada ante la competencia potencial, mejorando el ajuste a las variaciones del ambiente a futuro.

Finalmente es necesario resaltar que tanto el crecimiento inicial de las pasturas (implantación) como el comportamiento después del corte o pastoreo están fuertemente ligados con las relaciones hídricas del grupo del stand de plantas, es decir el balance entre el flujo transpiratorio en el conjunto de órganos aéreos (canopeo: hojas, tallos, vainas foliares), la absorción de la raíz (forma, edad y distribución en el suelo), la demanda atmosférica, y la evaporación del suelo desnudo. El estado hídrico es extremada-

mente importante ya que la tasa de crecimiento está condicionada por la expansión de las paredes de las células que conforman los tejidos de la planta, y es justamente éste el primer proceso afectado ante pequeñas variaciones en la disponibilidad hídrica. El déficit hídrico afecta más rápidamente al área foliar que al área radical, modificando la proporción tallo/raíz, es decir la relación entre la transpiración y la absorción de agua, y con ello la velocidad de rebrote y la calidad del forraje.

El rebrote



Si bien buena parte de los conceptos generales detallados para la ecofisiología de cultivos son aplicables a algunas especies de uso forrajero, como por ejemplo verdeos invernales (avena, cebada, cebadilla, etc.) y de verano (maíz, sorgo, soja forrajera) y otras especies de siembra anual o bianuales de corta perennidad (melilotus, biserrula, trébol de olor amarillo, etc.), el carácter perenne de muchas forrajeras conjuntamente con el objetivo de su producción, hacen necesario el estudio de otras características que exceden a la producción de granos.

Uno de los estudios básicos es la caracterización del rebrote a partir de las distintas formas que tienen las plantas, por ejemplo el comportamiento post defoliación difiere entre especies que forman matas como en muchas gramíneas –Setaria- y aquellas que colonizan nuevos espacios libres a partir de estolones o guías –Grama Rhodes, Trébol blanco- o las que rebrotan a partir de yemas ubicadas en estructuras denominadas “corona” como por ejemplo la Alfalfa.

La relación entre la superficie cubierta por las hojas

y la superficie del suelo (índice de área foliar, IAF) es un parámetro muy importante también en especies forrajeras, ya que es la parte aérea la que capta la radiación solar y condiciona a la fotosíntesis. El IAF depende de distintos factores como:

- el tamaño individual de las hojas.
- el número de macollos o ramificaciones.
- el número de hojas presentes en cada macollo o ramificación.
- la disponibilidad de nitrógeno y agua.
- la longevidad de los órganos foliares.

Teniendo en cuenta la importancia del área foliar para la persistencia de las plantas, surge entonces la pregunta: ¿cómo las plantas sobrellevan el pastoreo? Existen grupos de forrajeras que presentan mecanismos de resistencia para reducir el pastoreo, estas características morfológicas pueden ser por ejemplo: la presencia de tejidos duros o engrosados, presencia de ceras en la superficie de las hojas o sílice, plantas de crecimiento rastrero, la generación de compuestos bioquímicos que reducen la palatabilidad (aceites de olor o sabor desagradable). Otras especies de mayor “socialización” o tolerancia al pastoreo se caracterizan por mantener sus puntos de crecimiento cercanos a la superficie del suelo, presentar una alta tasa de regeneración de hojas o contar con yemas adventicias. Un punto que debemos tener en cuenta es que el pastoreo no sólo implica la pérdida de hojas, sino que también engloba otras acciones del animal que afectan a las plantas como: el pisoteo, la selección de especies (madurez de los tejidos comidos) y el aporte de deyecciones en superficies reducidas.

Otro de los factores que afectan al rebrote, además de la “histórica” removilización de reservas (que inicialmente también tiene un costo energético para la planta), es la presencia de tejidos “activos” en términos de captación de recursos que permitan recomponer rápidamente las partes aéreas (restos de hojas o macollos jóvenes, presencia de raíces activas que permitan el flujo de nutrientes como Nitrógeno y Fósforo). La tasa de crecimiento después de la defoliación está ligada a la ubicación de los puntos de crecimiento o meristemas.

La defoliación tiene efectos inmediatos como:

- Reducción instantánea de la fotosíntesis.
- Decae la actividad radical y la absorción de

Ecofisiología

nutrientes.

- Se reducen los niveles de azúcares (carbono) presentes en los tejidos.

Posteriormente ocurre la recuperación del área foliar, entonces pueden observarse en las plantas:

- Movilización y utilización de reservas.
- Fotosíntesis compensatoria.
- Partición preferencial a nuevos tejidos aéreos.
- Movilización de las reservas de nitrógeno a partir de las partes aéreas más viejas y de la raíz.



Ensayos realizados por la EEA Reconquista en ecofisiología de forrajeras:

Verdeos de invierno:

Se han llevado a cabo ensayos tendientes a estudiar el comportamiento post-defoliación en distintas especies de siembra otoño-invernal como avena, cebada, centeno y triticale, combinando los tratamientos con situaciones caracterizadas por distinta oferta hídrica durante el período crítico para la determinación del rendimiento en grano de estas especies, de manera de analizar no sólo la posibilidad del pastoreo directo sino la realización de silo de grano húmedo, o el uso doble propósito (forraje verde y grano).

Los materiales evaluados en su producción, calidad, sanidad y eficiencia en el uso de la radiación son: Avena Milagros INTA, Avena Máxima INTA, Avena Violeta INTA, Cebada Josefina INTA, Cebada Alicia INTA, Centeno Fausto INTA, Centeno Camilo INTA y los Triticales Ona y Yagán INTA.

Actualmente se está iniciando la evaluación del germoplasma más promisorio en pastoreo directo con bovinos.

Pasturas Megatérmicas:

La EEA Reconquista participa en la Red Nacional de Evaluación de Grama Rhodes. En esta red, se están evaluando, para conocer la adaptación a distintos ambientes de nuestro país, cultivares comerciales de grama. Los materiales incluidos en Reconquista son:

- Tetraploides: Callide y Épica.
- Diploides: Katambora, Fine Cut, Top Cut, Tolga, Toro y L.E. INTA.

En este ensayo bajo corte mecánico, las defoliaciones se realizan a diferentes intervalos de tiempo térmico, de manera de evaluar los momentos óptimos para la utilización de las pasturas y las distintas precocidades de cada variedad. Se realizan seguimientos de la fenología, evaluación de la producción, persistencia, y la relación tallo/hoja.

Por otra parte, conjuntamente con las AER Tostado y Las Toscas, se implantaron durante el año 2009 un ensayo en cada localidad. En los mismos se está



evaluando el efecto de la rugosidad del suelo al momento de la implantación, y la fertilización nitrogenada en distintas especies megatérmicas.

Las especies y variedades probadas en cada sitio son:

- Fortín Atahualpa: Gramas Rhodes Katambora, Callide y Fine cut; *Brachiaria brizantha* Marandú, Toledo y la híbrida Mulato II.
- Las Toscas: Gramas Rhodes Katambora y Callide; *Brachiaria brizantha* Marandú y la híbrida Mulato II; *Setaria Narok*.

Las variables en evaluación en estos ambientes contrastantes en cuanto a la disponibilidad hídrica y la fertilidad de los suelos son: producción de biomasa y calidad, cobertura, precocidad y persistencia.



Alfalfa:

Desde el año 2008, la EEA Reconquista nuestra experimental participa en la Red Nacional de Evaluación de Cultivares de Alfalfa. En esta red, que evalúa la producción, persistencia y la variaciones fenológicas entre cultivares, actualmente se realizan dos ensayos: uno con cultivares con latencia invernal (incluye 12 materiales), el otro, y otro con cultivares sin latencia sin latencia (compara 32 cultivares).

Implantación de especies Agámicas:

Estas especies que frecuentemente crecen en ambientes muy húmedos e inundables, se caracterizan por no producir semillas viables. Debido a esta condición, la forma de propagación de estas especies se realiza de manera vegetativa, mediante la produc-



ción de guías que van generando en los nudos su propia estructura radical y nuevas hojas, independizándose posteriormente de la planta madre.

En la EEA Reconquista se vienen llevando a cabo distintos experimentos con el objetivo de estudiar el proceso de enraizamiento en diferentes condiciones ambientales (humedad relativa, temperatura y radiación) en distintas especies agámicas como: Pasto Siam, Pasto Pará, Pasto Tangola, Pasto Pangola, Pasto Estrella, Pasto Nilo y Pasto Clavel.



Teoría de la relatividad: aspectos positivos y negativos de la defoliación

- La recuperación de la planta frente a un stress como puede ser la defoliación, depende de la fase que atraviesa dentro de su ciclo de vida (estado actual).
- En pasturas perennes se reconocen dos períodos críticos: la entrada al invierno y el rebrote a la salida de esta estación del año.

Ecofisiología

- La recuperación depende también del nivel de reservas que poseen las plantas (manejo previo).
- El área foliar remanente debe ser suficiente como para permitir el crecimiento de nuevas hojas en el canopeo (allí están los puntos de crecimiento).
- Las plantas son más susceptibles a la pérdida de área foliar durante las fases de crecimiento que durante el reposo.
- Plantas poco vigorosas (bajas reservas), son más susceptibles que las plantas vigorosas a la defoliación (variaciones en la relación tallo/raíz).
- Otro factor a considerar es la duración de los períodos de recuperación de las plantas (frecuencia de defoliación).
- Los cambios morfológicos son indicadores de variaciones fisiológicas, por lo cual pueden emplearse como indicadores de manejo.
- Cuando quedan expuestos los puntos de crecimiento, aumenta la sensibilidad a factores adversos del ambiente (helada, plaga, pastoreo, etc.).
- Si desaparecen los puntos de crecimiento (ápices) se pone en riesgo la supervivencia de la planta.
- La adaptación al pastoreo depende de la forma de la planta.



Consideraciones finales

- La proporción relativa de los distintos tejidos foliares está directamente relacionada con la digestibilidad, es decir la calidad forrajera de la especie (plantas C3 y C4), y condicionan el consumo y la digestión animal (productividad animal).
- El grado de afectación de los procesos fisiológicos puede alterar la cantidad y calidad del forraje producido o incluso comprometer la supervivencia de las plantas (vida útil de la pastura).
- Familiarizarnos con las respuestas fisiológicas nos permite comprender cómo las plantas responden a distintos estímulos (pastoreo, stress hídrico o térmico, salinidad, calidad de luz, etc.)

Vamos por más...

Productividad, basada en el mejor aprovechamiento de los recursos

Valor agregado

Articulación en la cadena de la carne

Por que queremos...

Desarrollo para nuestros territorios



Proyecto Regional Ganadero - INTA Santa Fe