

# **La morfofisiología de especies forrajeras como base del manejo de pastizales**

**Alfredo Olivares E. Ing. Agr., M.S., Profesor Titular  
Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de  
Producción Animal**

## **1.- Introducción**

Normalmente cuando estamos frente al problema del establecimiento y utilización de un pastizal, lo primero que deseamos saber es ¿qué especie o especies sembrar?, ¿qué fertilización aplicar? y ¿en qué forma la usaremos?.

Probablemente lo más conveniente será comenzar por **ver, comprender y luego actuar**, es decir, observar y conocer detalladamente la o las especies con las cuales se trabajará; a continuación ilustrarnos sobre los mecanismos de crecimiento y desarrollo que presentan las plantas en un medio donde son relevantes el suelo, el agua, la luz y la temperatura; para terminar informarnos sobre el impacto que produce en la pastura la intervención de animales y máquinas que cosechan su producto.

La determinación de cómo, cuándo y con qué intensidad y frecuencia usar la pastura debe estar basada en el conocimiento de la morfología (forma) y el funcionamiento (fisiología) de las especies que la constituyen.

Otro aspecto fundamental es que la utilización y naturaleza del pastizal implica cosechas repetidas, donde hay que remover (usar) **el máximo permisible a intervalos lo más breve posible**, con el propósito de obtener máxima disponibilidad de materia seca con óptima calidad y por el máximo tiempo posible (persistencia). La frecuencia e intensidad de utilización (Cuadro 1) determinará la velocidad de recuperación (período de rezago) y la persistencia (período de amortización del costo del establecimiento).

**Cuadro 1.- Persistencia de algunas especies de acuerdo a condiciones de su manejo**

<b>Especie</b>	<b>Buen Manejo (años)</b>	<b>Manejo Deficiente (años)</b>
<i>Dactylis glomerata</i>	6 a 8	3 a 4
<i>Lolium perenne</i>	+ 10	2 a 3
<i>Medicago sativa</i>	4 a 5	2 a 3
<i>Trifolium repens</i>	+ 10	3 a 5

Para lograr lo anterior es necesario considerar tres funciones fundamentales:

- 1) Rápida y abundante iniciación de rebrote
- 2) Nivel y movilización de los carbohidratos de reserva
- 3) Mantención de una buena velocidad de rebrote abundante

## **2.- Rápida y abundante iniciación de rebrote**

Para un rápido inicio de un rebrote abundante se necesita gran cantidad de yemas o tejido meristemático (puntos de crecimiento) responsables de la generación del nuevo tejido vegetal. Si estos meristemas son removidos, el futuro del rebrote dependerá de la generación y/o activación de nuevos puntos de crecimiento, lo que normalmente causará un retraso en el proceso, esto hará que el período de recuperación del pastizal sea mayor lo que aumenta el tiempo de rezago. Si esto último no se toma en cuenta la persistencia de las especies, sobre todo aquellas de mayor valor forrajero, se verá disminuída significativamente dando como resultado la degradación del pastizal.

Las plantas tienen crecimiento abierto debido a la totipotencialidad de la célula, por ello pueden restaurar continuamente sus estructuras. Lo anterior está concentrado en regiones embrionarias llamadas meristemas los que pueden ser permanentes (apicales: tallo, raíz) o temporales (intercalares: hojas, base de lámina y vaina de hojas); desde los cuales se producen periódicamente nuevos tejidos y órganos. En las especies forrajeras son muy importantes los meristemas apicales responsables del crecimiento en longitud y los meristemas intercalares de crecimiento rápido pero limitado, pues cuando estos meristemas alcanzan la madurez pierden dicha capacidad. Estos últimos en hojas de leguminosas (Fabáceas) son difusos y determinan un crecimiento uniforme en dichas hojas hasta alcanzar su tamaño adulto.

## **3.- Morfología de gramíneas (Poaceas) y leguminosas (Fabáceas)**

Si se observan los elementos morfológicos de las especies forrajeras más comunes (Figura 1), se puede apreciar que, en el caso de gramíneas en estado vegetativo presenta una roseta.

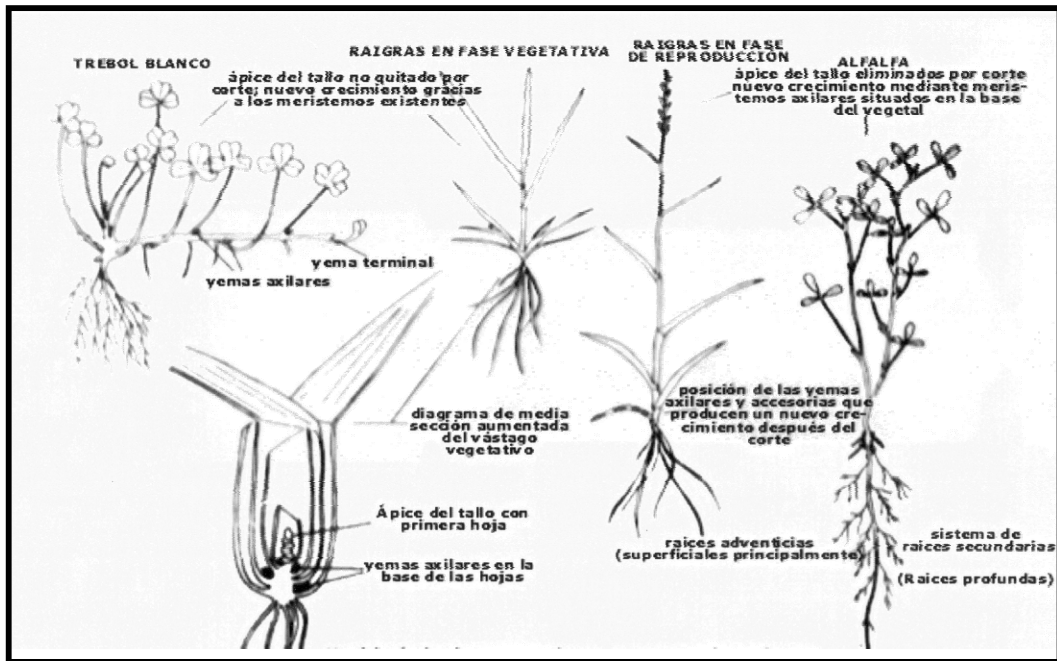


Figura 1.- Morfología de gramíneas y leguminosas.

formada por hojas arregladas dísticamente en un tallo corto (Figuras 2 y 3). El tallo está constituido esencialmente por nudos y por ende, podríamos describirlo como un apilamiento de nudos.

La planta en su parte aérea (vástago) es un conjunto ramificado de macollos y cada uno de ellos está formado por un nudo que lleva una hoja con una yema en su base y en la parte subterránea una corona de raíces.

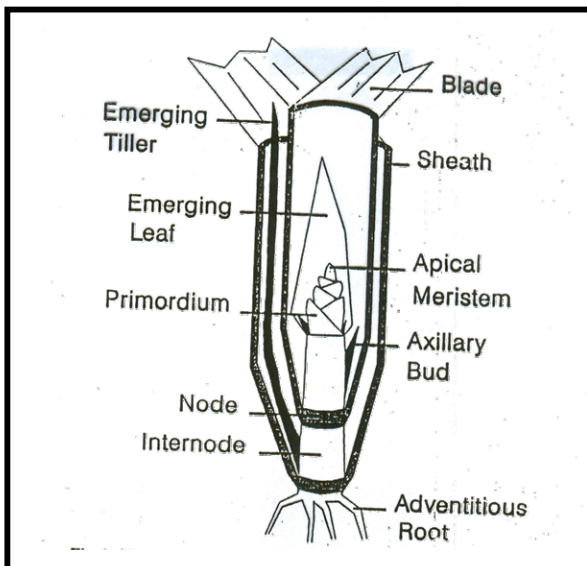


Figura 2.- Esquema de un macollo aislado

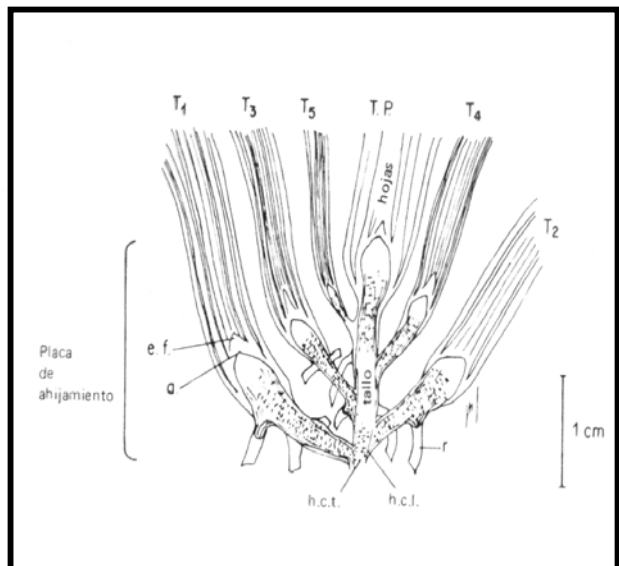
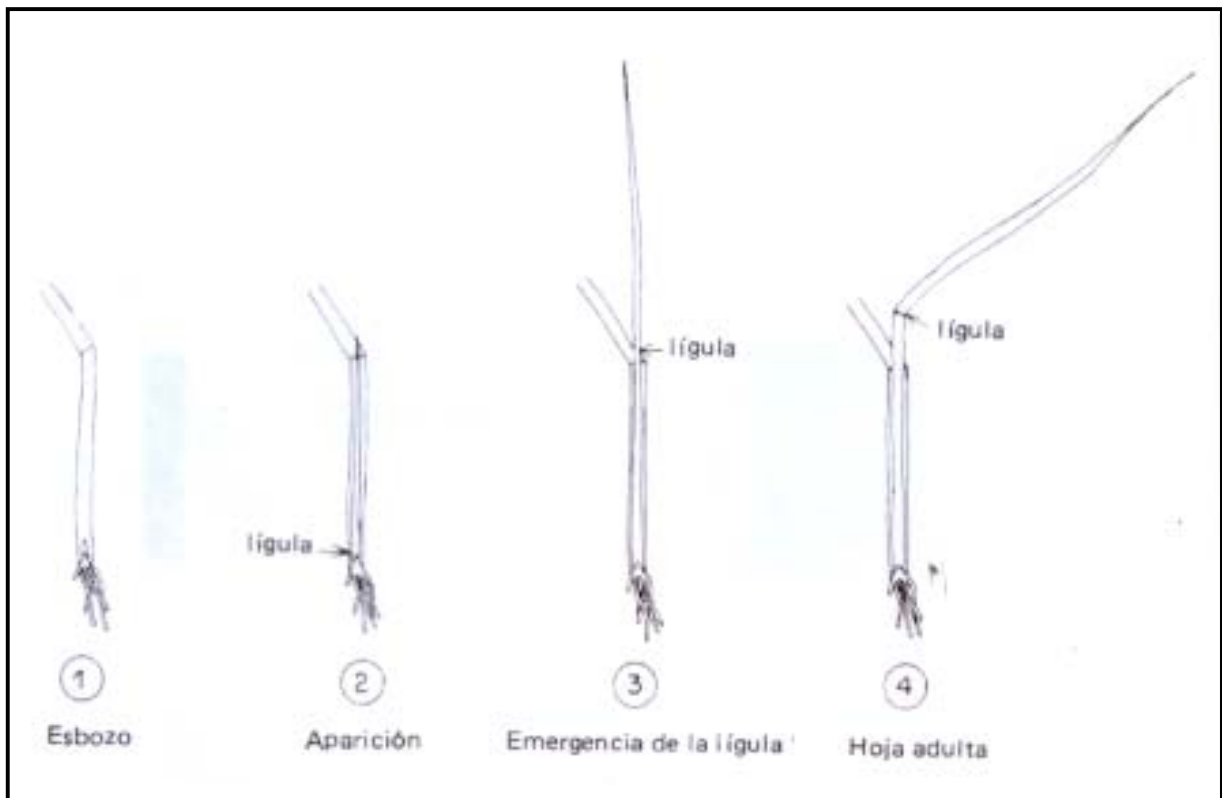


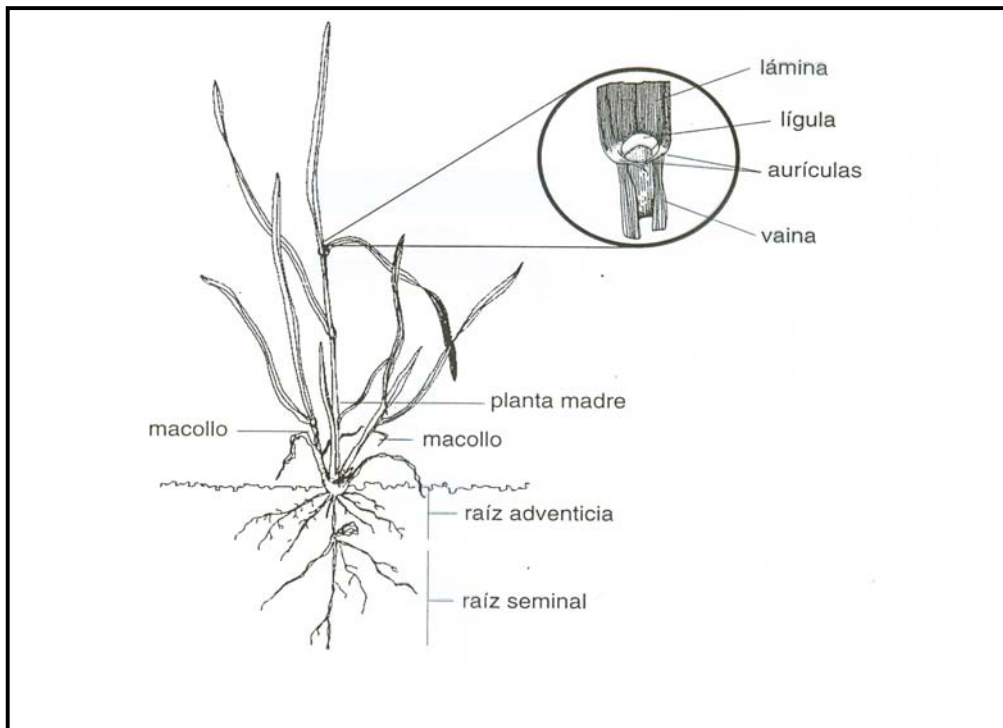
Figura 3.- Estructura del macollaje en estado vegetativo.

La hoja al comienzo no es más que un esbozo (grupo de células) que rodea el ápice del tallo y luego se alarga formando un tubo oculto en la vaina de las hojas ya existentes (Figura 3 y 4). Toma nombre de hoja cuando aparece al exterior y su punta sobrepasa la



**Figura 4.- Etapas de crecimiento de una hoja**

vaina de las hojas precedentes. Cuando la lígula emerge el crecimiento cesa y la lámina se inclina lateralmente; en ese momento la hoja ya es adulta (Figura 5).



**Figura 5.- Estructura morfológica de una gramínea mostrando en detalle los componentes de una hoja.**

En promedio, cuando la hoja tiene un centímetro de largo, aparece la lígula que divide el meristema intercalar en una parte superior que será responsable del crecimiento de la lámina y en una inferior que será responsable del crecimiento de la vaina.

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 comienza a crecer la vaina hasta cuando la lígula se expone a la luz.

En condiciones normales de crecimiento, aparece el esbozo de una hoja nueva más o menos cada 10 días según la especie y las condiciones ambientales. Esta hoja se demora aproximadamente 10 días en llegar a la madurez y luego comienza su senescencia desde el ápice de la lámina. Así, una hoja cumple su ciclo en 10 a 30 días desde su aparición hasta su senescencia completa. Por lo anterior un vástago puede tener en un momento dado de una a tres hojas adultas, una a dos en crecimiento y una a tres en vías de senescencia. (Cuadros 2 y 3).

En ballica (*Lolium perenne*) por ejemplo la hoja es de corta vida, así, en un macollo vegetativo la emergencia de la cuarta hoja coincide con la muerte de la primera, por ello cada macollo mantiene más o menos tres hojas verdes durante su desarrollo.

La calidad de perenne en gramíneas depende de la sucesiva iniciación de macollos desde las yemas axilares. En clima templado un macollo individual no excede de dos años y puede morir e iniciarse cada año, pero la planta se mantiene en producción. Hay especies que además persisten a través de rizomas o estolones (Figura 6)

**Cuadro 2.- Tasa de aparición de hojas en *Lolium perenne* en diferentes temperaturas**

Temperatura ( °C )	Luz (Lux)	Días/ hoja
25	21.5	5.8
18	21.5	6.4
12	21.5	9.4
10	21.5	10.0
Invierno	21.5	15.5

**Cuadro 3.- Efecto de la luz y la temperatura en tasa aparición de hojas en *Lolium perenne***

Temperatura	10 °C		18 °C	
Intensidad de luz (Lux )	7.5	21.5	7.5	21.5
Nº hojas/semanas	0.61	0.87	0.77	1.25

Cuando el macollo tiene más o menos un centímetro de longitud ya es afectado por el medioambiente. Las hojas jóvenes totalmente expandidas de la planta translocan fotosintatos a los macollos en formación que se desarrollan en las axilas de las hojas, hasta cuando éstos tienen 4 o 5 hojas propias y coincide con la aparición de raíces adventicias

( Figura 7 ) . Cuando el macollo cambia de estado vegetativo a reproductivo a fines de primavera, comienzos de verano, se produce la elongación del tallo ( desarrollo de entre nudos ), aparece la inflorescencia y ya no se producen más hojas. El crecimiento se reinicia con el desarrollo de yemas en la base de hojas de los nuevos macollos ( Figura 7 )

En general, cuando aumenta el fotoperíodo (largo de día) en primavera – verano, decrece la velocidad de iniciación de macollos, tanto como cuando aumenta la temperatura por sobre la óptima de crecimiento. La buena disponibilidad de agua y nitrógeno favorecen el macollaje.

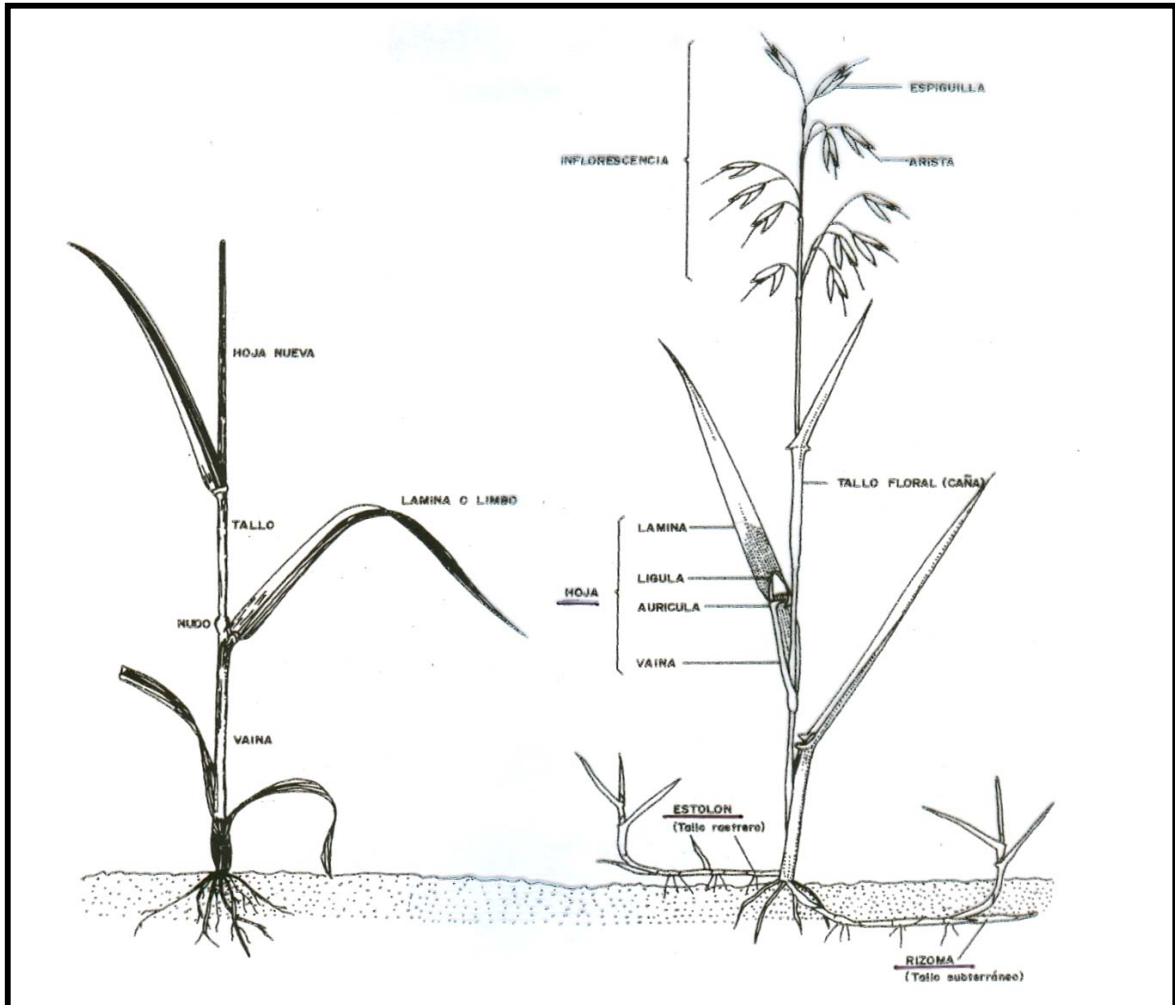


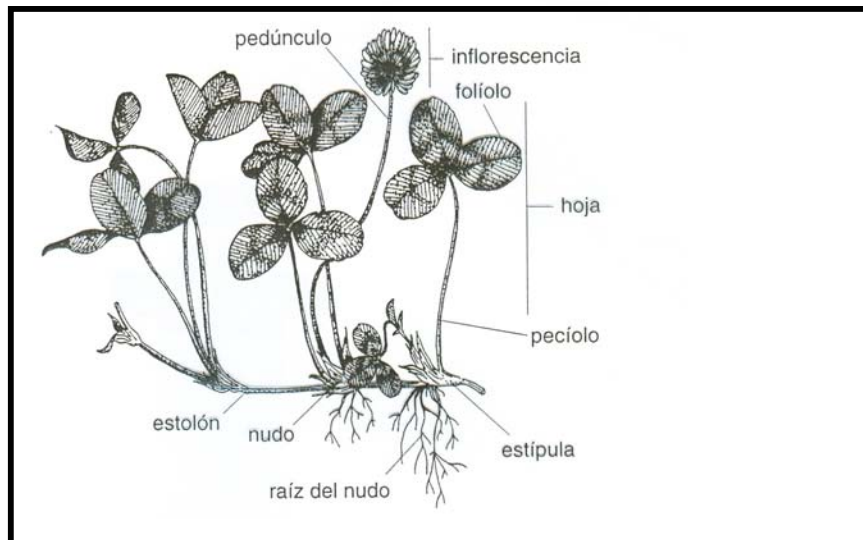
Figura 6.- Principales componentes morfológicos en dos tipos de gramíneas





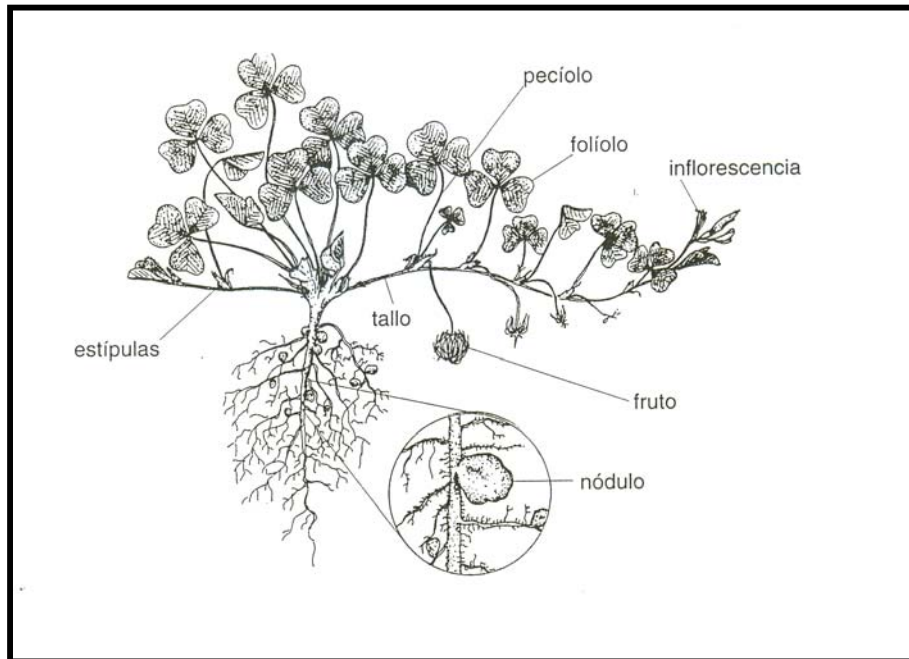
**Figura 7.- Gramínea durante el periodo estival cuando comienza el desarrollo de raíces adventicias**

En el caso de leguminosas, en general, la descripción es más simple pues normalmente las yemas responsables del nuevo crecimiento están concentradas en una corona en la base del tallo que, en el caso de la alfalfa es superficial y constituyen el único elemento del rebrote. En cambio, especies como el trébol blanco, además, presentan estolones de cuyos nudos se desarrollan yemas axilares que pueden dar origen a raíces y nuevas hojas y por ello son más resistentes al pisoteo. Estas características morfológicas constituyen la vía vegetativa que permiten mantener las plantas en condiciones productivas durante muchos años, aunque se haya destruido la corona de la planta madre (Figuras 8 y 9).



**Figura 8.- Leguminosa perenne (Trébol blanco) con reproducción vegetativa por estolones, indicando sus diferentes estructuras.**





**Figura 9.- Leguminosa anual (Trébol subterráneo) con sus componentes mas importantes; en una parte del sistema radicular se aprecia nódulos con rizobios**

#### **4.- Nivel y movilización de carbohidratos de reserva**

Los hidratos de carbono de reserva son aquellos compuestos fácilmente hidrolizables que la planta fabrica, almacena y utiliza como alimento para mantención y formación de sus órganos aéreos y subterráneos; su nivel es determinante para plantas periódicamente defoliadas mediante pastoreo o corte y se concentran especialmente en raíces, bases de tallos, estolones y rizomas. Actúan como sustratos respiratorios y proporcionan energía y materiales estructurales básicos para el crecimiento de nuevos tallos y hojas. Así, la velocidad inicial depende, en gran medida, de las reservas de hidratos de carbono; lo anterior puede resumirse en el siguiente esquema (Figura 10).



**Figura 10.- Diagrama de ubicación y movilización de las reservas orgánicas de las plantas.**

El área fotosintética (hojas y tallos con clorofila) mas la energía luminosa y el agua dan origen a azúcares solubles, sacarosa fundamentalmente, la que es traslocada al resto de la planta como base energética de crecimiento. Cuando la elaboración de hidratos de carbono supera las necesidades propias de respiración, crecimiento y desarrollo, el superávit es almacenado en macromoléculas (almidón) para ser utilizados mas tarde (previa hidrólisis) en el crecimiento posterior a la defoliación.

### **5.- Mantenimiento de rebrote rápido**

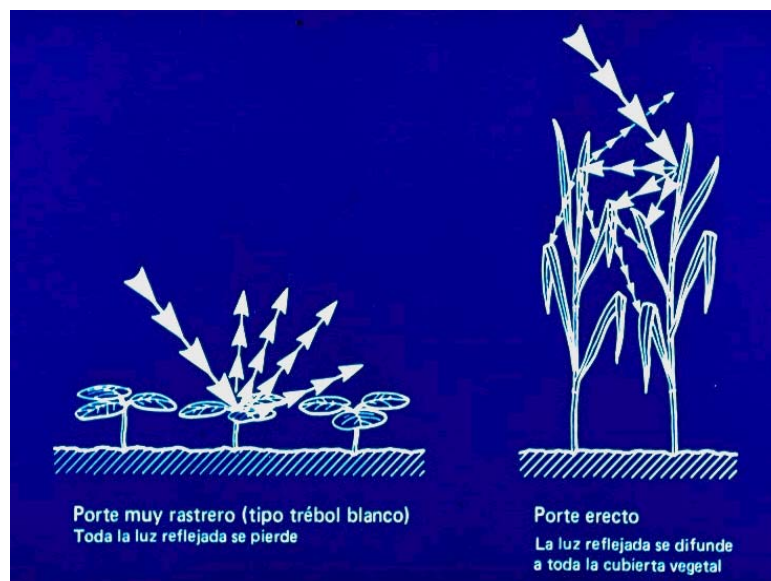
La tasa de crecimiento expresa el aumento de peso seco por unidad de tiempo y por unidad de superficie y es el producto fundamental de dos funciones: tamaño de la "fabrica" fotosintética (Índice de Área Foliar) y la eficiencia fotosintética representada por la tasa de asimilación neta; esta última está relacionada con la cantidad de luz interceptada por el pastizal (Follaje), con la distribución de la luz en los diferentes estratos vegetales y con la eficiencia fotosintética del tejido foliar

El Índice de Área Foliar (IAF o L) es la relación entre la superficie de hojas, medidas por un solo lado y la superficie de suelo que ocupa. El IAF óptimo es aquel que intercepta el 95% de la luz incidente y está relacionado con la máxima tasa de crecimiento en primavera, es propio de cada especie y diferente para cada época del año. Cuando se sobrepasa el óptimo las hojas basales son sombreadas y lejos de aportar a la producción, pueden convertirse en parásitas pues tienden sólo a respirar, es decir gastan y no producen. Estas hojas rápidamente inician su senescencia y mueren.

La cantidad de hojas necesarias para interceptar el 95% de la luz incidente dependerá en cada especie de la orientación (ángulo de inclinación de la luz), de la distribución espacial del follaje y de la disposición de las hojas respecto a la luz incidente. Así, leguminosas como los tréboles disponen sus hojas horizontalmente y por ello interceptan mas luz con menos IAF; en cambio, las gramíneas por la disposición mas vertical de sus hojas necesitan mas área foliar para llega a interceptar el mismo porcentaje de luz (Figuras 11 y 12)

La eficiencia con que la planta convierte la energía solar dependerá de la actividad fotosintética de cada hoja, esta decrece tanto con la edad como con temperaturas bajo los 10 °C.

La cantidad de luz recibida por la pradera no se puede controlar directamente, sin embargo, se puede lograr un muy buen aprovechamiento de ella manejando la cantidad de follaje y la calidad foliar expuesta mediante frecuencias e intensidades de defoliación (Figuras 13 y 14).



**Figura 11.- Intercepción de luz de acuerdo al porte disposición de las hojas respecto a la luz incidente**

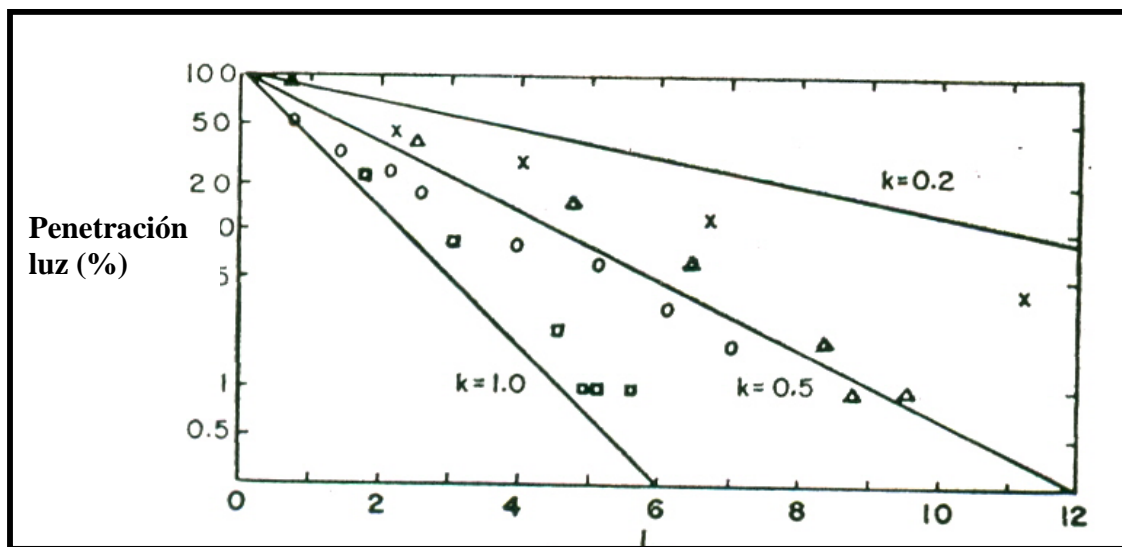


Figura 12.- Relación entre penetración de luz e IAF (L): *Trifolium repens* (○), *Lolium perenne* (△), *Dactylis glomerata* (◻), *Hordeum vulgare* (x).

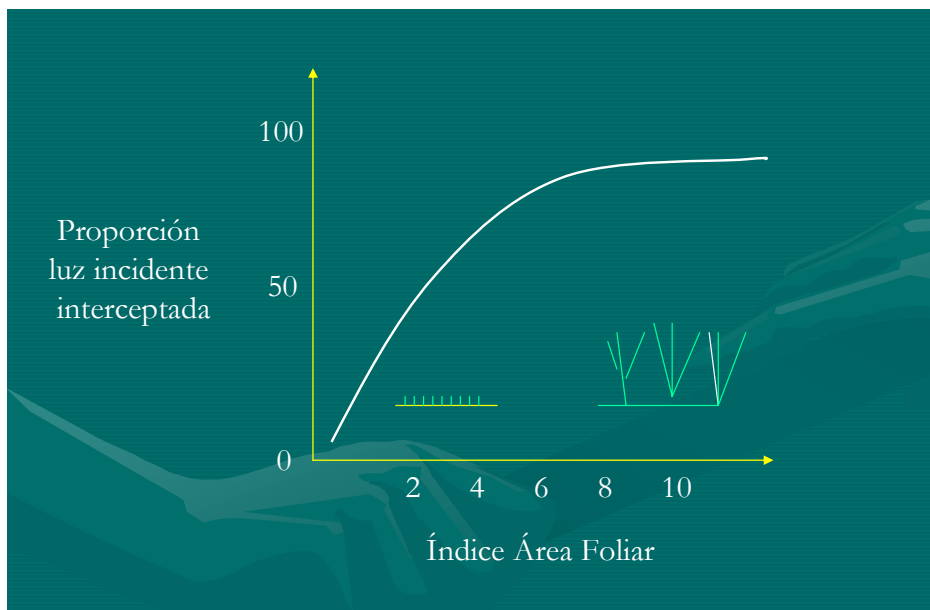
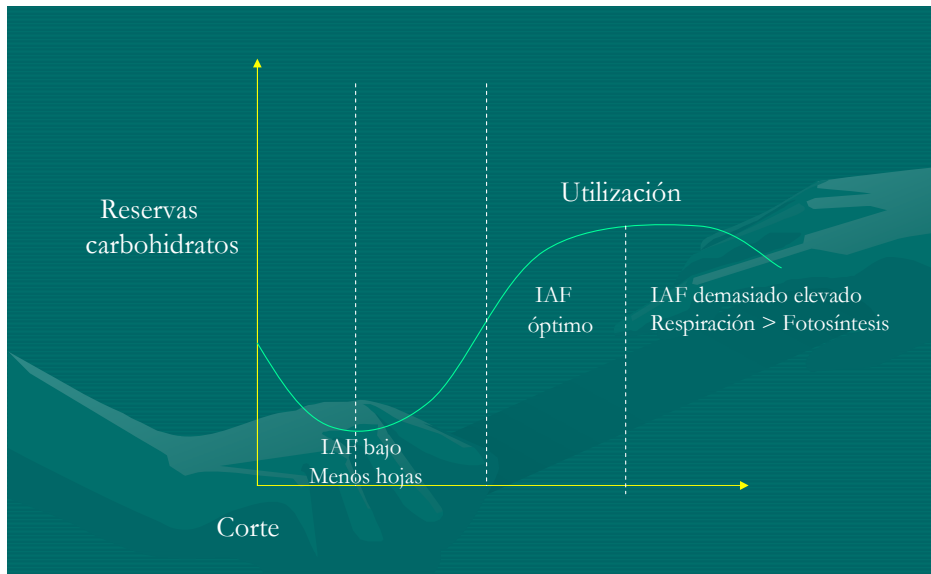


Figura 13.- Relación entre IAF e intercepción de luz en Poaceas



**Figura 14.- Nivel de carbohidratos de reserva entre dos utilizaciones sucesivas**