

Recursos y planificación forrajera

En agroecosistemas ganaderos pampeanos

Bárbara Heguy (coordinadora)

n
naturales

FACULTAD DE
CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES


edulp
EDITORIAL DE LA UNLP



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

RECURSOS Y PLANIFICACIÓN FORRAJERA

EN AGROECOSISTEMAS GANADEROS PAMPEANOS

Bárbara Heguy
(Coordinadora)

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales



Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad Nacional de La Plata por la iniciativa y su acompañamiento, a través de su editorial, y a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales que juntos nos permiten como equipo de trabajo publicar nuestro primer libro de cátedra.

Asimismo, deseamos expresar nuestro enorme agradecimiento a las/os docentes que nos precedieron en el curso de Forrajicultura y Prácticatura, en particular a Mariel Oyhamburu y María Isabel Lisarrague, por los aportes realizados en parte de la obra.

Índice

Prólogo	4
Capítulo 1	5
Morfofisiología y ecología de gramíneas forrajeras	
<i>Víctor Raúl Ariel Bolaños</i>	
Capítulo 2	27
Pastizales de la Pampa Deprimida	
<i>Bárbara Heguy y Lorena Mendicino</i>	
Capítulo 3	51
Pasturas	
<i>Luciano Nahuel Lamarche y Gastón Hernán Jalil</i>	
Capítulo 4	65
Planificación forrajera en agroecosistemas	
<i>Federico Ezequiel Fernández, Adrián Rodríguez Guiñazú y María Victoria Etchevest</i>	
Autores	107

Prólogo

Las competencias de los y las profesionales de la Ingeniería Agronómica incluyen el dominio de ciertos aspectos de la producción ganadera. Estas competencias son abordadas en el plan de estudios en el curso de Forrajicultura y Praticultura (asignatura perteneciente al grupo de Aplicadas Agronómicas de cuarto año de la carrera de Agronomía). En la ganadería basada en la producción de forrajes cobra importancia el conocimiento de los recursos forrajeros naturales e implantados, principalmente de las especies pertenecientes a las familias de las gramíneas y leguminosas. La visión sistémica es fundamental en su abordaje, así como la utilización de metodologías como la Planificación forrajera, considera una herramienta fundamental para la comprensión e intervención sustentable en estos sistemas.

La bibliografía referida a los agroecosistemas ganaderos pastoriles para estudiantes de grado es escasa en el idioma español y, muchas veces es específica por región y no contempla la amplia variedad de sistemas del país. El material didáctico ofrecido a los y las estudiantes son guías de trabajos prácticos que fueron desarrollados y actualizados a través de los años y, si bien aborda casi todos los temas del programa de la materia, consideramos que es necesario profundizar en algunos temas y desarrollar otros. El objetivo de este libro de cátedra es realizar un recorrido por temas que consideramos que se deben ampliar y actualizar (morfofisiología de gramíneas y planificación forrajera) y presentar otros que aún no se han desarrollado (pastizales naturales de la Pampa deprimida y mezclas forrajeras). El primer capítulo trata sobre la morfofisiología de las gramíneas, una de las familias que comprende especies muy valiosas en la producción ganadera. En él se incluye información, que no se encuentra en las guías de trabajos prácticos, que permitirán comprender la morfofisiología de estas especies y sus relaciones ecológicas, necesaria para su correcta utilización. Consideramos también importante compartir el conocimiento de los pastizales de la Argentina ya que representan el 70 % de los recursos forrajeros de nuestro país. En esta edición abordamos los pastizales, su estructura, y funcionamiento y utilización en la Pampa Deprimida, por su importancia a nivel nacional como recurso que se utiliza para la producción de terneros y en futuras publicaciones, mostraremos otros pastizales de la Argentina. Entre los recursos implantados el capítulo de mezclas forrajeras pretende mostrar el concepto de pasturas perennes en la región pampeana, también como un lugar de referencia y presentar las principales pautas para su formulación, principios que son extrapolables a otras regiones del país. Finalmente, el capítulo de Planificación forrajera, que se considera como un procedimiento que se utiliza para proyectar los recursos forrajeros y su utilización, en el espacio y en el tiempo, en función del objetivo y la sustentabilidad de la unidad de producción. Esta metodología atraviesa a la cursada de la materia, porque integra todos los contenidos del curso y es esencial para analizar, interpretar y realizar el diagnóstico de los sistemas ganaderos, atendiendo sus particularidades y su interrelación con el medio. Esta metodología es una herramienta fundamental para profesionales del sector y se nutre del conocimiento e interpretación de los agroecosistemas.

Docentes del Curso de Forrajicultura y Praticultura

CAPÍTULO 1

Morfofisiología y Ecología de Gramíneas Forrajeras

Víctor Raúl Ariel Bolaños

Introducción

El objetivo de este capítulo es brindar a estudiantes del Curso de Forrajicultura y Praticultura (FCAYF, UNLP) un texto de estudio que les permita profundizar sobre las particularidades de la morfología (estructura), fisiología (funcionamiento) y ecología (vinculación con el entorno) de la planta forrajera, de sus órganos y/o estructuras. El contenido de este capítulo fue recopilado, ordenado y escrito pensando en estudiantes de grado de la carrera de Agronomía. Algunas bases conceptuales de otras áreas de la agronomía son descriptas brevemente y algunas terminologías y/o conceptos propios de la Forrajicultura serán ampliados con mayor detalle en una serie de cuadros de referencia (citados como tablas).

En relación con la terminología, es preciso convenir algunas definiciones (Harris y Harris, 1994); por ejemplo, el término estructura se refiere a la conformación estructural, anatómica y los componentes del objeto de estudio; ya sea, un órgano, un individuo o conjunto de individuos de igual o diferente especie (población y comunidad, respectivamente). El término funcionamiento se refiere los distintos procesos, ciclos o reacciones, propios del objeto de estudio o de los que éste forma parte. Existen diferentes tipos de variables que cuantifican aspectos del funcionamiento, como, por ejemplo, el flujo de incremento de biomasa. Según la escala de observación, ya sea a nivel órgano, individuo o comunidad, se utiliza la tasa de elongación de la hoja, la tasa de crecimiento del individuo y el flujo de energía de la comunidad vegetal, respectivamente. Algunos aspectos que se relacionan con la ecología de la planta también serán presentados, considerando al individuo planta y las condiciones e interacciones propias de su medio natural o en el que fue implantado. En relación al contenido, algunos aspectos de la estructura y el funcionamiento son mostrados de forma integrada y otros, son descriptos más detalladamente.

Por último, dentro de los consensos a convenir y que el lector debe considerar durante la lectura de este capítulo, es el relacionado al universo de la planta forrajera. Dicho universo será restringido a la familia botánica más grande e importante, las Gramíneas (Poaceae) y particularmente en las forrajeras templadas. Asimismo, la escala de análisis será de carácter general; ya que, aspectos más particulares a escala individuo (especie), como sus requerimientos ecológicos, valor forrajero y su reconocimiento, pueden ser consultados en otros materiales de lectura de la cátedra:

- Capítulo 3: Pasturas
- Material didáctico complementario del curso de Forrajicultura y Praticultura (FCAyF, UNLP):
Especies Forrajeras Implantadas en la Región Pampeana Argentina. Compendio de imágenes.
-

La planta de Gramíneas

Ciclo de vida

El ciclo de vida comprende desde la germinación hasta la dispersión de la semilla pudiendo, por lo tanto, considerarse a la semilla como el primer y/o último eslabón del ciclo. La germinación de la semilla (Tabla 2) genera la plántula con un solo vástago (Tabla 4). En Gramíneas cada vástago/tallo no tiene ramificaciones secundarias; aunque, si puede multiplicarse vegetativamente y generar nuevos vástagos. Cada vástago es un individuo; por lo que, la planta está conformada por un conjunto de individuos. Cada individuo crece y desarrolla todas sus fases fenológicas pasando por el estado vegetativo y reproductivo y finalmente muere (Figura 1). La fase fenológica es un concepto fisiológico que marca un momento arbitrario en el ciclo (Jensen y Salisbury, 1988). Cada fase puede ser reconocida visualmente ya sea por: la aparición, desaparición, transformación o cambio en algún órgano y/o estructura; por ejemplo: la aparición de la primera hoja del primer nuevo individuo, emergiendo desde la parte basal del vástago, marca el inicio del macollaje. El conjunto de individuos -macollos- con diferente edad ontogénica y en distintos estados de desarrollo conforman la planta; por ello, es importante considerar que la fenología a nivel individuo difiere de la fenología a nivel planta (Jensen y Salisbury, 1988). Toda vez que un macollo es inducido y pasa al estado reproductivo, ya es irreversible y aunque no complete las fases restantes, finalmente el macollo muere, pero ello no determina la muerte de la planta. A nivel planta, la fenología es indeterminada y se interpreta en estado vegetativo cuando el vástago (plántula) o la totalidad de los macollos (de la planta) está/n en estado vegetativo. La planta se considera que está en estado reproductivo cuando uno de sus vástagos es inducido a diferenciar y pasa a estado reproductivo. Conforme aumenta la proporción de individuos diferenciados vs los que no, se dice vulgarmente que la planta se encuentra “más pasada” al estado reproductivo.

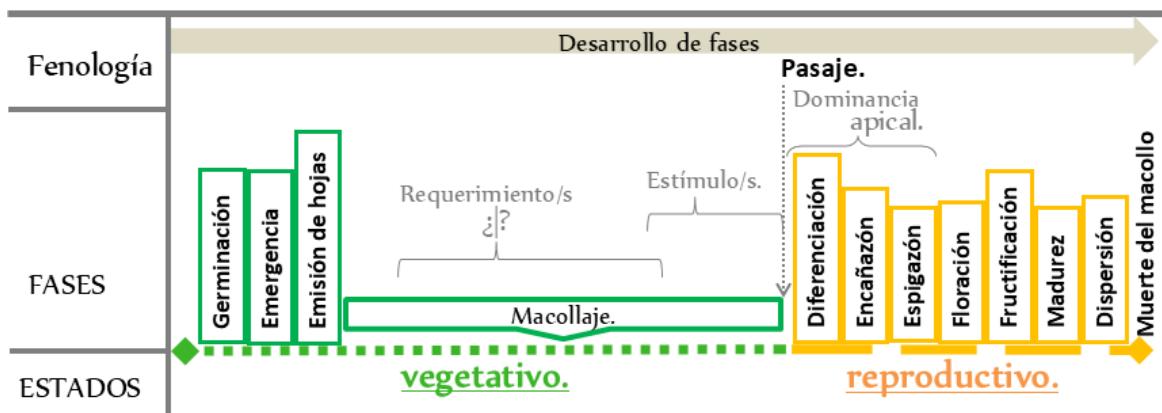


Figura 1. Diagrama de los estados y fases del desarrollo de un individuo en la planta de Gramínea. Las líneas donde se apoyan las cajas representan un ciclo de desarrollo: estado vegetativo (verde) y reproductivo (naranja). La flecha broquelada entre signos de interrogación indica posible requerimiento para pasar al estado reproductivo ante la presencia del/los estímulo/s.

Según si la planta desarrolle uno o varios ciclos de crecimiento, es anuales o perennes, respectivamente. Las Gramíneas anuales desarrollan a lo largo de unos meses un único ciclo de crecimiento, cuando las condiciones son propicias, todos los macollos de la planta se inducen, pasa al estado reproductivo y finalmente mueren. La estrategia de vida de las anuales para perpetuarse es a partir de la semilla. En este caso, en el transcurso de un año, la germinación marca el inicio y la dispersión de semilla el fin del ciclo de vida. Las Gramíneas perennes, en cambio, repiten durante varios años ciclos de crecimiento, dado que no todos los macollos se inducen y pasan al estado reproductivo como en las anuales. Los macollos no inducidos le confieren capacidad de rebrote a la planta y la posibilidad para desarrollar un nuevo ciclo. Dan perennidad a la planta.

El ciclo de crecimiento puede abarcar distintas estaciones del año, llamadas estaciones de crecimiento. Las Gramíneas anuales y perennes, que desarrollan su ciclo de crecimiento durante las estaciones de otoño, invierno y primavera son llamadas OIP y las que desarrollan su ciclo durante las estaciones de primavera verano otoño son nombradas PVO. Estas especies forman parte de la estructura forrajera de los sistemas ganaderos de la región pampeana, se encuentran en los pastizales naturales, en las mezclas forrajeras y en verdeos de invierno y de verano implantados. Se las utilizan en forma directa a través del pastoreo o se las conservan a través de diferentes procesos físico y/o químicos para ser luego ofrecida como suplementación.

Gramíneas cultivadas			
anual		perenne	
OIP	PVO	OIP	PVO
raigras <i>Lolium multiflorum</i> Lam	moha <i>Setaria italica</i> (L.) P. Beauv	cebadilla <i>Bromus catharticus</i> Vahl	pasto lloron <i>Eragrostis curvula</i> (Schrad.) Nees.
avena <i>Avena sativa</i> sp.	maiz <i>Zea</i> Sp	raigras <i>Lolium perenne</i> L.	
cebada <i>Hordeum vulgare</i> L	sorgo <i>Sorghum</i> Sp.	pasto ovillo <i>Dactylis glomerata</i> N.V.	
trigo <i>Triticum</i> Sp.		festuca <i>F. arundinacea</i> Schr.	
centeno <i>Secale</i> L.		agropiro <i>Thinopyrum ponticum</i> (Popd.) Bark. & Dew.	

Tabla 1. Gramíneas forrajeras cultivadas anuales y perennes de crecimiento otoño, invierno y primavera (OIP) y de crecimiento primavera verano otoño (PVO).

Durante la estación de crecimiento la planta desarrolla su ciclo y para ello ocurren dos cosas que generalmente se dan simultáneamente: el crecimiento y el desarrollo. El crecimiento es el flujo de materia seca medida en Tasa de Crecimiento (KgMS/superficie.tiempo) y representa la velocidad con que se acumula la materia seca por unidad de superficie. El desarrollo, es la sucesión de fases fenológicas a lo largo de la vida ontogénica de la planta. Puede haber desarrollo sin haber crecimiento; por ejemplo, entre las fases de maduración y dispersión ¿Qué pasa durante la estación del año que queda fuera de las estaciones de crecimiento, por ejemplo,

las OIP durante el verano y las PVO durante el invierno? En el caso de las Gramíneas anuales, la planta muere. En dicho caso, luego de la dispersión, la semilla queda en el banco de similla del suelo y es la forma de perpetuarse hasta que se reanuda la estación de crecimiento al año siguiente (Figura 2). Por otro lado, las gramíneas perennes permanecen vivas porque algunos macollos no han sido inducidos a diferenciar y pasar al estado reproductivo o porque se perpetúan mediante órganos o estructuras adaptadas, ejemplo: estolones, bulbos, rizomas. Durante la estación que no hay crecimiento ni desarrollo, en el caso de las OIP perennes, o durante el invierno, en el caso de las PVO perennes, no ocurre crecimiento, ni desarrollo de fases fenológicas (Figura 2). permanecen en estado de reposo (festuca, raigrás) o en latencia (*Phalaris sp.*). La planta permanece viva, fisiológicamente reduce su actividad hasta que las condiciones ambientales se adecuen a sus requerimientos y rebrote. A partir de dichos rebrotos es que la planta perenne inicia un nuevo ciclo de crecimiento y desarrollo durante las estaciones de crecimiento del siguiente año.

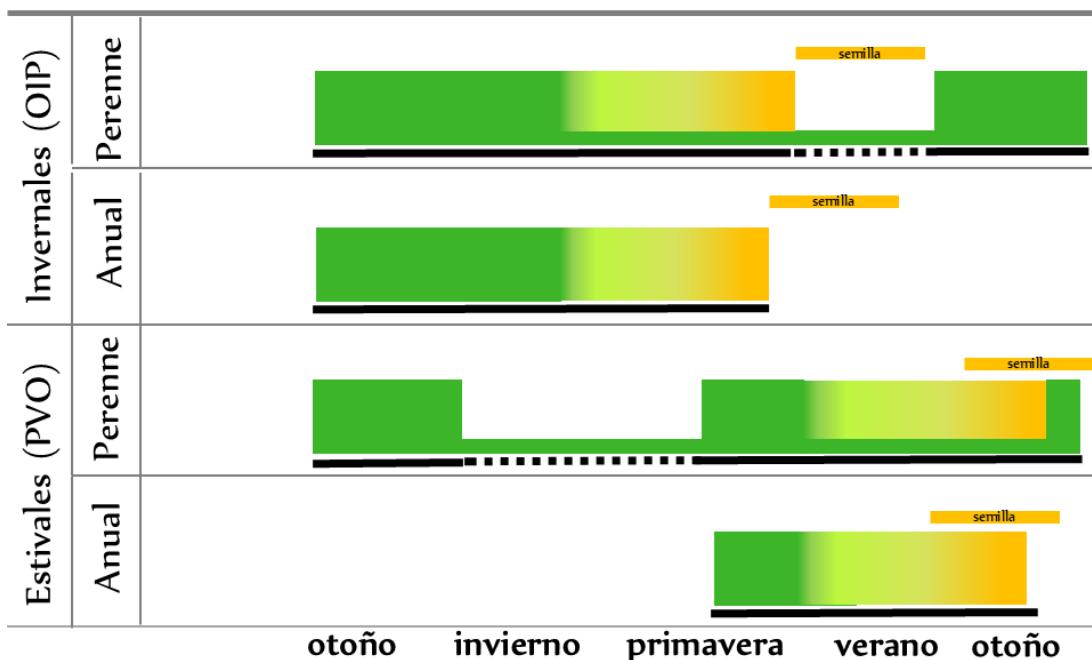


Figura 2. Estados fenológicos vegetativo y pasaje a reproductivo, a nivel planta, de los distintos grupos de Gramíneas: anuales vs perennes con crecimiento otoño, invierno, primavera (OIP) vs primavera, verano, otoño (PVO). Línea continua por debajo de las cajas indica las estaciones de crecimiento y la línea broquelada en el caso de las perennes, la estación de reposo o latencia. El color verde representa el estado vegetativo y el color degrado a naranja representa la inducción de mayor número de macollos que diferencian y pasan al estado reproductivo. Notar para el caso de las perennes la fracción de la caja que queda completamente verde; ello indica, los macollos de la planta que no diferencian y quedan en estado vegetativo.

Germinación y emergencia

La semilla funciona como medio para dar variabilidad genética, propagación, dispersión y perpetuidad. El cariópside (Tabla 2) se dispersa sólo (*Triticum sp.*), junto a la lema y palea (*Lolium sp.*), con la lema, palea y flores estériles (*Avena sp.*), con la espiguilla completa o varias espiguillas juntas (fragmentos de la espiga) (Dimitri y Orfila, 1985). Aunque los rizomas y estolones (Tabla 4) sean un medio que pueden llegar a cumplir alguna de las funciones

ecológicas en remplazo a la semilla, la multiplicación por vía vegetativa no ofrece la posibilidad de recombinación genética y dar variabilidad intraespecífica. Sin la semilla, en términos evolutivos la perpetuidad de la especie, no sería posible y en términos productivos agronómicos, se restarían posibilidades como la del mejoramiento genético por selección, implantar comunidades domesticadas o promocionar poblaciones a partir de la resiembra natural.

La semilla migra de la planta que le dio origen a partir de la dispersión y los mecanismos que utiliza son diversos. Hay Gramíneas que dispersan sus semillas usando medio trasportador al animal (endozoocoria o exozoocoria), al agua (hidrocoria), al viento (anemocoria) o sin medio trasportador (autocoria); aunque, cada vez se acepte más la existencia de combinación de mecanismos y medios de transporte (dispersión secundaria o diplocoria) (Valla 1979). Luego de la dispersión la semilla, generalmente, queda almacenada un cierto periodo de tiempo en el suelo. Muchas semillas de muchas especies están almacenadas en lo que se conoce como Banco de Semilla del Suelo.

El tiempo transcurrido desde que la semilla migra de la planta hasta que inicia el proceso de germinación para dar origen a un nuevo individuo, es muy variable y depende del cumplimiento de dos condiciones necesarias y no excluyentes. Por ejemplo, que la semilla no tenga o haya perdido la dormición (Tabla 2) y que se den las condiciones mínimas necesarias que activen el proceso de germinación. La función ecológica de la dormición es retrasar la germinación de la semilla, obligarla a pasar un tiempo de espera antes de que pueda germinar. Ya sea esperar a ser trasportada o a que pase un periodo climático adverso estacional o por la necesidad de pasar por el tracto digestivo de un animal. La inhibición puede estar ejercida por distintos mecanismos de dormición (Tabla 2); estos resultan, de la adaptación evolutiva de dicha semilla a condiciones o disturbio recurrentes propios del ambiente donde evolucionó. La dormición es muy común en semillas de Gramíneas no domesticadas y en tales casos, para que la semilla germine, es preciso aplicar los debidos tratamientos pregerminativos a fin de romper la inhibición.

Semilla → es la unidad reproductiva propia de las Angiospermas y Gimnospermas; ya que, se genera a partir de un óvulo fecundado. En Gramíneas dicha fecundación da un fruto; el cariópside, que cumple la función de semilla.

Cariópside → Fruto (grano) propio en Gramíneas, posee sólo un cotiledón llamado escudete (monocotiledónea) que participa en la nutrición inicial del embrión. Una capa llamada pericarpio rodea el escudete y lo protege. La mayor parte del peso del grano es endosperma compuesto por células de almidón y el cual está rodeado por una capa de células llamada aleurona.

Coleóptilo → Estructura característica del embrión en las Gramíneas, es una hoja modificada que forma una caperuza cerrada sobre la primera hoja verdadera y el meristema apical.

Mesocótilo → Característico del embrión en las Gramíneas, tiene como función regular en sentido vertical la ubicación del punto de crecimiento. En función de la profundidad de la semilla respecto a la superficie, eleva el punto de crecimiento o meristema apical aproximadamente al ras del suelo.

Dormición → Fenómeno natural que inhibe el proceso de germinación por más que las ~~condiciones sean las más adecuadas para su activación~~

Mecanismo de dormición → pueden ser

- Físicos: cubiertas duras, tegumentos impermeables
- Químico: presencia de inhibidores, o requerir altas concentraciones de un cation como nitratos, amonio
- Fisiológico: maduración del embrión, letargo hormonal.

Tabla 2: Glosario de terminologías relacionadas al proceso de germinación.

Una vez que se rompe la dormición de la semilla, para activar la germinación deben darse la condición mínima requerida de determinados factores; como así también, habrá una condición óptima de dichos factores bajo la cuales el proceso de germinación ocurre a la mayor velocidad. Los principales factores ambientales reguladores de la germinación son la temperatura (grado o alternancia) y el oxígeno. Otros factores menos comunes que se han reportado clave para ciertas Gramíneas son la concentración de cationes (nitratos) y luz (relación rojo/rojo lejano). Durante el proceso de germinación se distinguen al menos tres etapas y que pueden ser descriptas en términos de la naturaleza del fenómeno que se ponen en juego. Primero ocurren mecanismos naturales físicos (absorción de agua o imbibición), luego químicos (activación enzimática y hormonal, trasformaciones y translocación de reservas) y por último, fenómenos de naturaleza fisiológica (división y multiplicación celular, crecimiento propiamente dicho). La última etapa del proceso, ocurre cuando se visualiza la radícula rompe la testa (Figura 3). Posteriormente, ocurre lo mismo con la parte aérea, en cuyo caso el cotiledón permanece enterrado y el mesocótilo (tabla 2) se elonga para elevar al coleóptilo (Tabla 2) y ubicar el tallo con los puntos de crecimiento próximo o al ras de la superficie del suelo, desde donde emergerá la primera y las

sucesivas hojas (Figura 3). Este tipo de germinación se conoce como hipogea y es propia de las Gramíneas.

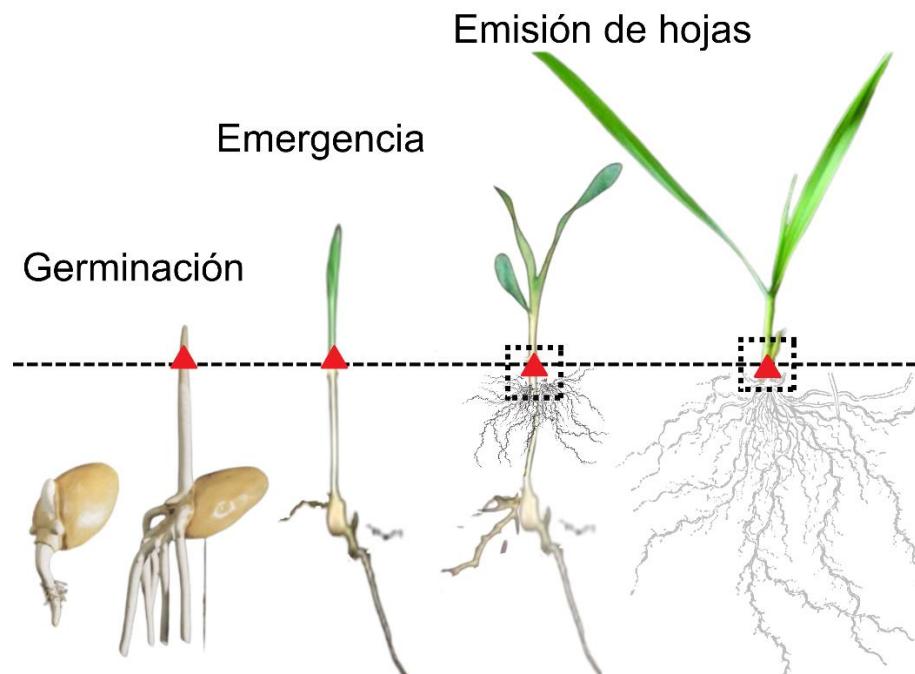


Figura 3. Secuencia de fases del estado vegetativo: germinación, emergencia y emisión de hojas. Triángulo rojo y el recuadro broquelado indica la ubicación del tallo.

Emergencia hasta el inicio del macollaje

La emergencia comienza con la aparición de la primera hoja y hasta el macollaje, sucede la emisión de un cierto número de hojas, que varía según la especie. Cada especie tiene definido con una fuerte carga genética el número de hojas activas por vástago y luego de alcanzado dicho número de hojas, por cada hoja nueva que se genera en el vástago, comienza la senescencia de la hoja activa más vieja (Briske, 1991). Simultáneamente, la parte subterránea tiene activo crecimiento y durante esta etapa, la planta presenta dos sistemas radicales de diferente origen (Tabla 3). Finalmente, la raíz seminal queda obsoleta y el sistema radical adventicio en forma de cabellera crece y es el sistema radical definitivo de la planta (Figura 3).

<i>Embrionaria o seminal</i> → Tienen su origen en la radícula del embrión y están cubiertas por la coleorriza. Constan de una raíz principal y generalmente dos a cuatro laterales. Su funcionalidad fluctúa entre varias semanas a varios meses luego de la germinación y van siendo relevada por raíces proveniente de regiones parenquimáticas en las secciones más basal del tallo.
<i>Caulinares o adventicias</i> → Nacen de micro zonas regiones parenquimatosas en los nudos basales del tallo. Reemplazan a las raíces embrionales. Son numerosas y se disponen a modo de cabellera. Su duración es variable, generalmente, se renuevan por autoraleo cuando es defoliado el vástago.

Tabla 3. Cuadro de referencia para los distintos tipos de raíces según su origen.

El tallo principal, braquiblasto, (Tabla 4) es imperceptible a simple vista, se encuentra al ras del suelo y queda recubierto por las hojas; por lo tanto, se encuentra fuera del alcance de la defoliación y con cierto resguardo del pisoteo. El tallo está integrado por un domo apical ubicado en el ápice y por debajo le sigue una secuencia de segmentos formados por nudos y entrenudos, entre ellos un meristema intercalar. En cada segmento de nudo hay: en un extremo superior un primordio foliar y en el extremo opuesto e inferior una yema (Figura 5). Esta disposición se intercala de segmento a segmento, dando una disposición alterna de las hojas.

Domo apical → Centro meristemático de división celular ubicado en el ápice, genera las células que forman todas las partes del tallo. Además, cumple funciones fisiológicas como percibir las horas de frío (vernalización) y recibe información del fotoperiodo a través de las hojas, para finalmente derivar señales hormonales de respuesta a otros componentes del tallo.

Vástago → Parte aérea del cormo, está formado por dos órganos, el tallo y las hojas.

Braquiblasto → Braqui = corto, blasto = vástago. Sección de entrenudos sumamente comprimido que deja a las hojas tan juntas, que da la percepción de no haber tallo. En determinadas circunstancias el meristema intercalar puede elongar el entrenudo y formar un macroblasto (tallos de entrenudos alargados).

Monocaule → Sin ramificaciones laterales.

Primordio foliar → Conjunto de células preformado inserto en el nudo del tallo y cuyo desarrollo dará un esbozo de hoja para finalmente madurar y formar la hoja con sus partes constitutivas distinguibles

Tabla 4. Cuadro de referencia para algunos términos referidos a la morfología del tallo.

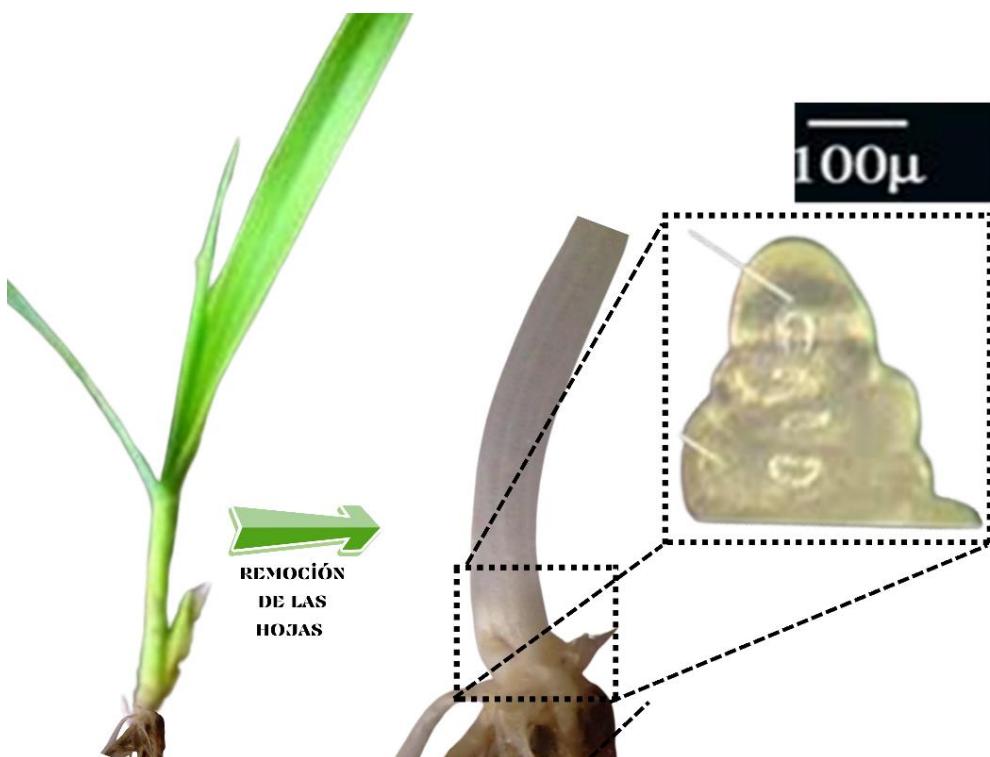


Figura 4. Vástago de raigrás antes y luego de ser deshojado (quitándosele conjunto de hojas). Luego de la remoción de las hojas queda el cilindro de vainas blanquecinas. Recuadro punteado blanco sin relleno indica la ubicación del tallo. El recuadro proyectado simula una ampliación de la imagen con la fotografía tomada de un microscopio electrónico de un tallo estado vegetativo.

El domo apical es el centro meristemático productor de las células que constituyen las unidades funcionales que integran el tallo; es decir, los segmentos del tallo con la sección de: entrenudo y nudo y las partes presentes en cada sección (Figura 5). El domo apical también es responsable de percibir directamente la vernalización e indirectamente, a través de las hojas,

información del fotoperíodo. Si bien los segmentos del tallo son constitutivamente idénticos, difieren en edad ontogénica y siempre la sección ubicada debajo del domo es ontogénica y fisiológicamente la más joven. Durante el estado vegetativo, el tallo sostiene un número relativamente constante de secciones en actividad funcional a la producción de hojas (Davies, 1988). Alcanzado dicho número, el segmento activo más distal al domo deja de ser funcional a la producción de hojas. El número de segmentos que permanecen funcionales a la producción de hojas determina el número de hojas vivas por vástago y dicho número, está fuertemente determinado por el componente genético propio de cada especie. Generalmente, las especies perennes sostienen más hojas vivas por vástago que las especies anuales.

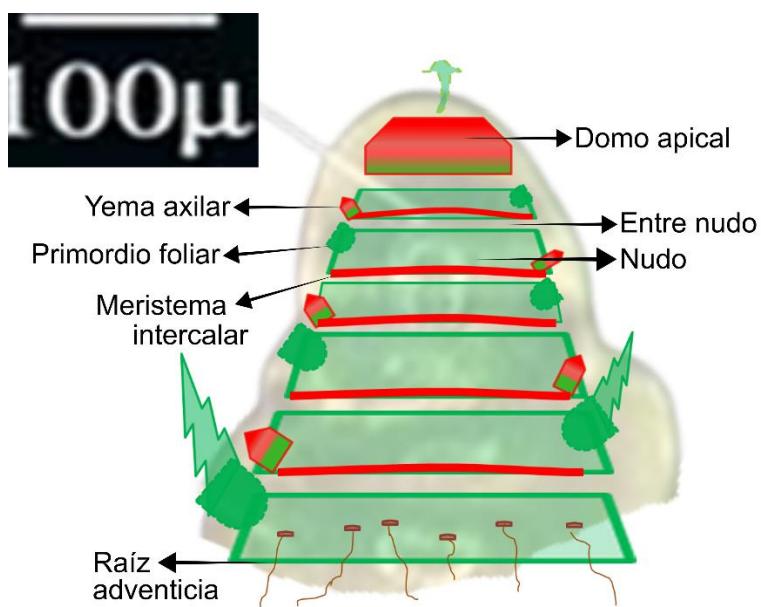


Figura 5. Diagrama del tallo de un vástago vegetativo en Gramínea. identificación de sus partes constitutivas.

Cada hoja (Tabla 5) se originan desde un primordio foliar. En cada segmento del tallo, en la sección del nudo hay un primordio foliar que desarrolla y crece a medida que asciende por el cilindro de vainas en forma de esbozo foliar. En dicho estadio se puede observar la prefoliación de la especie según sea convolutada (*Lolium multiflorum* Lam) o conduplicada (*Lolium perenne* L.). Finalmente, la hoja emerge completamente por la vaina de la hoja más joven del vástago y termina su maduración desplegando completamente su lamina, formando la lígula y adopta la forma definitiva con todas sus partes constitutivas (Figura 5). Su forma es acintada y están formadas por una: vainas y láminas, y pueden presentar aurículas y/o lígulas (Wilson y Loomis, 1968). Botánica. Ed. Hispano Americana. La lámina crece hasta quedar completamente desplegada, luego transcurre un cierto periodo de tiempo fotosintéticamente activa y después comienza la senescencia de la hoja desde el ápice de la lámina. El orden en el que van desarrollando los primordios es ascendente en el tallo y el número de hojas vivas completamente desplegadas que puede sostener cada vástago es relativamente constante, con alguna variación en función a las condiciones y disponibilidad de recursos, pero, mayormente regida por el componente genético. Una vez alcanzado dicho número de hojas vivas completamente

desplegadas, por cada hoja nueva que emerja la hoja completamente desplegada más vieja comienza la senescencia.

Hoja → Formada por vaina y lámina, unidas por la lígula de las que pueden salir o no dos apéndices llamados aurículas. El conjunto de vainas forma el pseudotallo que recubren el tallo braquiblasto sumamente comprimido. La lámina es acintada de forma larga y estrecha. La presencia / ausencia y anatomía de lígula y aurícula tiene gran valor sistemático. La lígula es una membrana que aparece a modo de prolongación de la vaina, reemplazada a veces por una línea de pelos. Las aurículas se sitúan a los costados de la lámina con formas, longitudes y curvamiento característico distintivo de cada especie.

Las hojas provienen del primordio foliar inserto en sección del tallo, por lo que, su disposición es alterna. En su estado inicial y joven son apenas un esbozo que crece y ascienden por el interior del pseudotallo hasta emerger (aparece la punta desde la vaina de la hoja que la precede) y adopta el nombre de hoja. La forma en que se acomoda la hoja en su estado joven mientras asciende por el tubo de vainas es la prefoliación y puede ser: conduplicada (plegada) o convolutada (enrollada).

Ya emergida la hoja forma la lígula y comienza expandir la lámina; desde que emerge y hasta quedar completamente desplegada, el ritmo o tasa de elongación no es lineal. La curva de crecimiento de la hoja es de forma sigmoidea, con una primera fase exponencial, seguido de otra fase lineal y finalmente fase en donde la curva se ameseta.

Entre hoja uno y hasta hoja bandera, el patrón de las hojas va cariando (Figura a). Las dimensiones (largo principalmente) de cada lámina varía; generalmente, desde hoja uno en adelante van siendo cada vez más larga hasta que se marca una inflexión y emerge una hoja con lámina más corta que la predecesora, luego sale la hoja bandera.

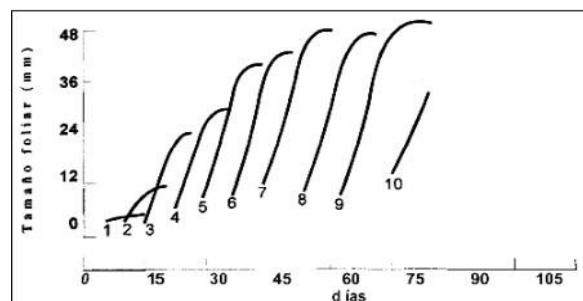


Figura a. Patrón de crecimiento de hoja 1 a 10
(Fuente: adaptado de Robson, 1974)

Tabla 5. Cuadro de referencia para la morfología de la hoja.

En cada planta hay perfecta sincronía entre el crecimiento y desarrollo del tallo y las hojas; aunque el ritmo fisiológico lo marca el tallo en función a la actividad del domo, las variables morfogenéticas (determinadas genéticamente) son medidas en las hojas, dada la mayor accesibilidad y fácil observación (Tabla 6).

Hay una fuerte relación entre las variables de crecimiento y la temperatura; por ello, para cuantificar dichas variables se usa como escala temporal la suma térmica expresada en grados días ($^{\circ}\text{Cd}$). La suma térmica registra los $^{\circ}\text{Cd}$ por arriba de una temperatura base (T_b).

Temperatura base → Temperatura mínima promedio diaria por debajo de la cual la especie no registra crecimiento. Ejemplo de temperatura base (T_b): raigrás anual (*Lolium multiflorum* L) 0 $^{\circ}\text{C}$; Gramíneas perennes templadas 4 $^{\circ}\text{C}$, Gramíneas perennes megatérmicas 10-12 $^{\circ}\text{C}$ (Labreveux, 1998)

Grados días ($^{\circ}\text{Cd}$) → Unidad equivalente a tiempo, pero que expresa los grados térmicos diario registrados por arriba de temperatura base (T_b).

Suma térmica → Grados días registrados por arriba de T_b acumulados durante un intervalo de tiempo. El intervalo de tiempo puede ser de varios días.

Ejemplo de cálculo de los grados días sumados en un día cuya temperatura diaria promedio (T_d) es de 13 $^{\circ}\text{C}$ para una especie cuya temperatura base (T_b) es 4 $^{\circ}\text{C}$

$$*^{\circ}\text{Cd} = T_d - T_b = 9 \text{ }^{\circ}\text{Cd}.$$

*Significa que dicha especie, en ese día, registro una suma térmica de 9 $^{\circ}\text{Cd}$.

Variables morfogenéticas

-**Tasa se Aparición Foliar** □ Número de hojas emergidas por unidad de grado día; ejemplo, 0,006 hoja/grado día ($^{\circ}\text{Cd}$). El *Filocrono* es la inversa de la Tasa de Aparición Foliar (1/TAF) y expresa los $^{\circ}\text{Cd}$ necesarios para ver la aparición de una nueva hoja; o lo que es lo mismo, los $^{\circ}\text{Cd}$ transcurridos entre la emergencia de una hoja y la sucesiva. Los valores de filocrono pueden duplicarse y hasta triplicarse cuando se compara distintos materiales genéticos. Algunos ejemplos de filocrono: raigrás anual 149 $^{\circ}\text{Cd}$ (Labreveux, 1998); festuca 204 $^{\circ}\text{Cd}$ (Labreveux, 1998)

-**Tasa de Elongación Foliar** □ Es el incremento en longitud de la lámina por unidad de tiempo, cuantificado en grados días. La elongación en longitud es la principal expresión del crecimiento foliar; ya que, normalmente el ancho de la lámina presenta una ínfima variación en relación con el largo.

-**Vida Media Foliar** □ Intervalo de tiempo, en grados días, desde que la lámina queda completamente desplegada y hasta que ocurre la primera señal de senescencia, que se visualiza con amarilleo en la punta de la lámina.

Ejemplo de registro en invernáculo para una Gramínea perenne megatérmica, cuya T_b es de 12 $^{\circ}\text{C}$

El registro inicio cuando la plántula estaba apenas con su segunda hoja completamente desplegada y continuo durante 21 días registrando la T_d y el número de hojas emergidas. Al día 21 se observó la emergencia de la quinta hoja; por lo tanto, durante el periodo emergieron tres hojas nuevas y la suma térmica fue de 386 $^{\circ}\text{Cd}$.

$$\text{Tasa de Aparición Foliar} = 0,00777 \text{ (hoja/}^{\circ}\text{Cd)}$$

$$\text{Filocrono} = 128,66 \text{ (}^{\circ}\text{Cd)}$$

Tabla 6. Cuadro de referencia con algunos términos referidos a las variables morfogenéticas.

Macollaje hasta diferenciación

El macollaje es la fase fenológica de multiplicación vegetativa. Comienza cuando el vástago inicial emite el número de hojas determinado con un fuerte componente genético. El nuevo vástago es generado a partir de una yema axilar del tallo y constitucionalmente tendrá las mismas partes. Con el inicio del macollaje comienza a formarse la planta compuesta por un conjunto de individuos. La capacidad de macollar es propio de las plantas de Gramíneas y esto les permite tener una serie de ventajas sobre otras no macolladoras, tanto para la propagación y cubrimiento del suelo como para la recuperación de biomasa luego de una defoliación (Figura 6). Desde el punto de vista agronómico y particularmente forrajero, el macollaje es una fase sumamente deseable en términos cualitativos de calidad nutritiva del forraje; aunque, en términos cuantitativos de producción de materia seca no sea la fase donde se registre el máximo rendimiento (Figura 8).

La producción de macollo es una variable medible y resulta clave del rendimiento o producción de biomasa, la densidad de macollos es una variable netamente estructural, al igual que el número de hoja/por macollo y el tamaño de la hoja. La tasa máxima potencial de producción de macollo está fuertemente condicionada por el componente genético, a partir de las variables morfogenéticas (Figura 7); pero, aunque potencialmente cada yema axilar puede generar un macollo, que se genere o no, depende en gran medida de las condiciones y disponibilidad de recursos. La disponibilidad de agua, nutrientes, luz y principalmente la calidad de luz en término de rojo/rojo lejano, son determinantes para que la yema axilar active o no. Por lo que, en última instancia, estos factores, junto con otros, son reguladores para predisponer o inhibir la producción de macollo (Figura 6). Consecuentemente, la producción de macollo está regulada, en términos del potencial máximo por un componente genético (Figura 7) y en términos reales, por factores ambientales y de manejo que condicionan la disponibilidad de recursos y calidad de la luz (Figura 6).

Macollaje → Multiplicación vegetativa de individuos.

✓ Permite:

- Conformar la planta
- Perennidad en la sp. perennes
- Colonizar el suelo.
- Regenerar biomasa después de una defoliación o disturbio .

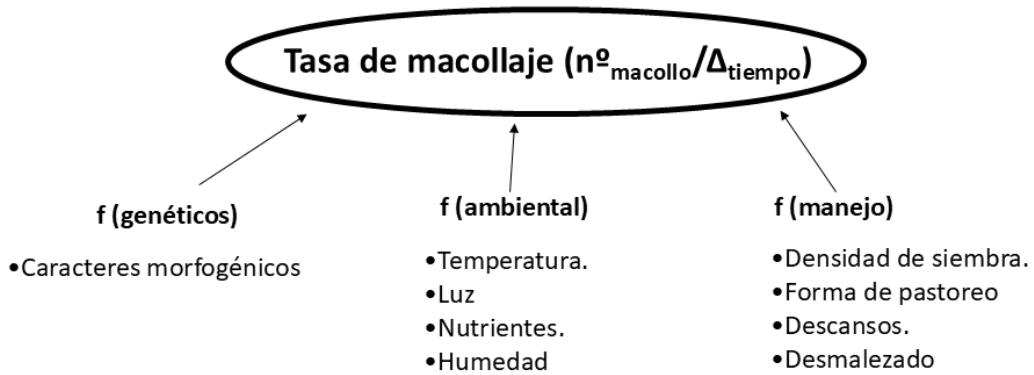


Figura 6. Diagrama del macollaje como fenómeno de multiplicación vegetativa y que distingue las posibilidades que dicho fenómeno le permite a una planta de Gramínea. Se muestra la fórmula para el cálculo de la tasa de macollaje y los distintos factores que la afectan agrupados en función a tres componentes: genético, ambiental y de manejo.

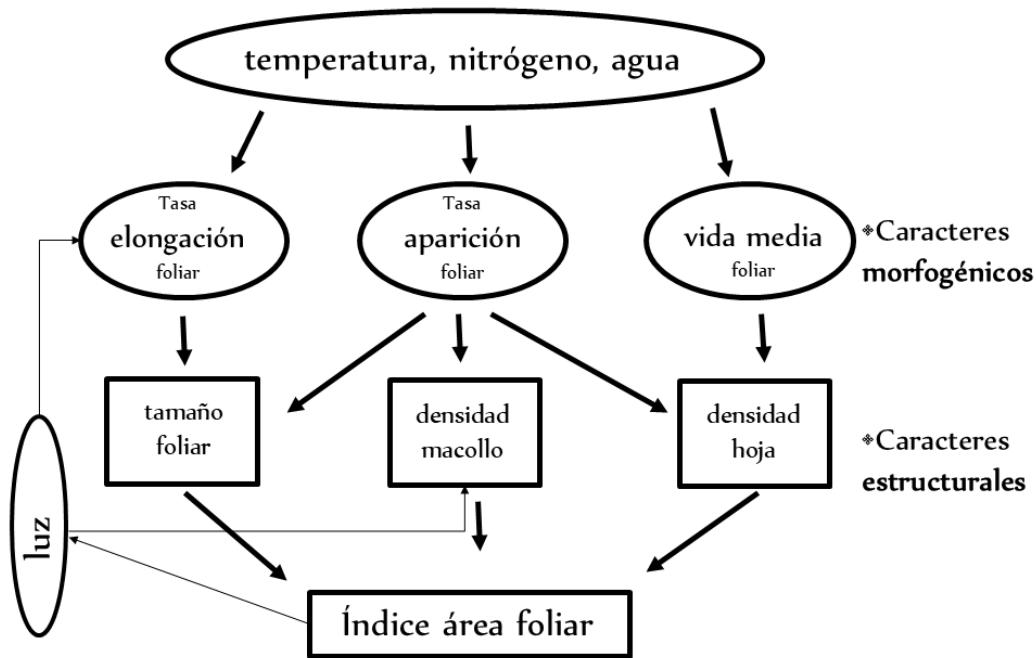


Figura 7. Diagrama de las variables de los caracteres morfogenéticos y los caracteres estructurales, su vinculación y con la del recurso cuya disponibilidad afectaría la variable. Se indica índice de área foliar resultante / dependiente de dichos caracteres y como afectador del recurso luz.

Si bien potencialmente cada yema axilar pueda generar un macollo, la ventana de tiempo para encontrar las condiciones favorables de activar es muy corta. Dicha ventana coincide con los procesos de senescencia, translocación y muerte de la hoja inserta en la misma

sección del nudo y finaliza, cuando dichos procesos actúan en la hoja siguiente. Por ejemplo, cuando la primera hoja comienza la senescencia, hay translocación de reservas a la sección del tallo donde está inserta y se abre la posibilidad para que la yema axilar macolle. Esto es, se active y genere un tallo, que será precursor de un nuevo individuo. Si las condiciones del medio son predisponentes, en dicho caso, la yema inicia la actividad meristemática, hay actividad celular para generar nuevos tejidos y estructuras preformadas del nuevo tallo. Dicha yema adopta posición apical respecto a los tejidos generados y se constituye un nuevo tallo con domo apical y todas las partes que lo integran. Si la yema no activa el macolaje, queda sin actividad y en tal caso, la nueva ventana de oportunidad de activación la tendrá la yema axilar inserta en la sección precedente inmediatamente superior del tallo. La planta tiene perfectamente censado la disponibilidad de recursos y calidad de luz en su entorno inmediato y con ello, la densidad de individuos con relación a la disponibilidad de recursos vigentes. En un entorno faltó de recurso o superpoblado, la propagación vegetativa por medio del macollaje se inhibe.

Tras el macollaje la plántula, que antes estaba formada por un solo vástago, pasa a ser una planta integrada por un conjunto de vástagos y dada la autosuficiencia de estos, es que a cada uno se lo considera un individuo. A nivel planta, este conjunto de individuos es constitutiva y genéticamente idéntico; aunque, ontogénicamente son de diferente edad y entre ellos cursen distinta fase y estado de desarrollo. Funcionalmente, la planta se comporta como un conjunto integrado de individuos autosuficientes y con cierta autonomía fenológica y fisiológica; pero, interconectados y sincronizados con relación al crecimiento. Si un macollo de la planta diferencia y pasa al estado reproductivo, la planta entra en estado reproductivo. A nivel individuo, al vástago diferenciado le ocurren todas las transformaciones anatómicas, morfológicas y cambios fisiológicos inherentes de las fases del estado reproductivo. Pero a nivel planta, también hay individuos (macollos) que perduran en estado vegetativo y que no sufren dichas transformaciones; aunque, si se ve influenciado su crecimiento como consecuencia del estado reproductivo presente a nivel planta.

Estado reproductivo

Diferenciación, encañazón y espigazón o panojamiento

Los requerimientos para pasar al estado reproductivo varían entre Gramíneas anuales y perennes y entre las de ciclo OIP y PVO. En el caso de las OIP son especies de días largos; es decir, se inducen a pasar al estado reproductivo cuando aumenta la longitud diurna del día (desde 21 de junio). El fotoperiodo es percibido por las hojas y transmitido hormonalmente al domo apical (centro meristemático que formar las distintas partes vegetativas y reproductivas del individuo). Los requerimientos para pasar al estado reproductivo de las OIP perennes difieren al de las anuales. En el caso de las perennes, para inducir ante el estímulo lumínico de fotoperiodo, los vástagos requieren acumular una cierta cantidad de horas de frío (vernaliación). Si los vástagos

se generaron a la salida del invierno y no llegaron a cumplimentar con las horas de frío requeridas, no diferencian, quedan en estado vegetativo y durante el verano entraran en reposo o latencia para luego, durante el otoño, rebrotar y dar perennidad a la planta. En el caso de las anuales es diferente; ya que, no requieren vernalización y ante el estímulo lumínico, todos los vástagos de la planta son inducidos a diferenciar. En este caso, todos pasan al estado reproductivo, cumplimentan las fases del estado reproductivo, entran en senescencia y la planta muere. En el caso de las PVO, para que se dé la inducción requieren que se cumpla la combinación del factor lumínico con la temperatura y una previa predisposición, relacionada a una condición fisiológica de maduración, alcanzada una vez que el vástago emitió una cierta cantidad de hojas.

Luego de que el domo apical diferencia, casi simultáneamente, se inicia la fase de encañazón y se genera la dominancia apical. Con la diferenciación el domo apical inicia una transformación gradual para finalmente dar un primordio de inflorescencia y con ello se suspende definitivamente a nivel tallo la producción de células generadoras de estructuras vegetativas. Durante la encañazón se activan los meristemas intercalares en la base de cada nudo del tallo y los entrenudos elongan, elevando el esbozo de inflorescencia por el tubo de vainas. Durante esta etapa hay una producción exacerbada de materia seca de composición más lignificada que se explica principalmente por la generación de tallo -caña-.

Desde la diferenciación y hasta esigazón o panojamiento (visualización de la inflorescencia saliendo por la hoja bandera) la planta se encuentra bajo el efecto del fenómeno de la dominancia apical. Dicho fenómeno afecta inhibiendo la producción y el crecimiento de los órganos vegetativos (hojas y macollos) a nivel planta. El efecto inhibitorio proviene de la inflorescencia en el ápice de los tallos diferenciados y es mayor cuanto más alta es la relación entre: tallos fértiles/tallos vegetativos. La influencia negativa que se presenta sobre el crecimiento vegetativo se debe a dos efectos: uno inhibitorio a nivel hormonal y otro de competencia por recursos (luz, nutrientes y agua). La inhibición por dominancia apical va desapareciendo a partir de la esigazón/panojamiento y también se produce la liberación de recursos, tanto por la senescencia de hojas en el tallo diferenciado como por la pérdida de actividad de su sistema radical. Ello favorece el ingreso de luz y disminuye la competencia por los recursos del suelo, condiciones que estimulan la recuperación vegetativa a nivel planta.

Para una pastura perenne con propósito pastoril, el estado reproductivo es indeseable, si bien las tasas (KgMS/ha/día) de producción de biomasa pueden duplicar su valor respecto a las tasas durante macollaje; cualitativamente, es biomasa de menor calidad nutricional. La calidad del forraje se cuantifica en función de cuanta energía y cuanta proteína aporta por unidad de biomasa. Hay al menos tres relaciones que influyen en la cantidad de energía disponible por unidad de biomasa del forraje; estas relaciones son: hoja/tallo, contenido celular/pared celular, celulosa y hemicelulosa/lignina. En los tres casos, la relación es positiva respecto a la calidad; esto es, a mayor relación mayor energía por unidad de biomasa. Cuando una planta de Gramínea pasa al estado reproductivo, aumenta la producción de caña por sobre la producción de hoja. Para poder sostener en altura la inflorescencia, el tejido celular de la caña desarrolla la pared secundaria y finalmente vacía el contenido celular y significa. En términos proteicos, los valores

son expresados porcentualmente; por lo que, a mayor volumen de biomasa e igual contenido absoluto de proteína hay un efecto de dilución. De esta manera por unidad de biomasa el porcentaje de proteína aportado también es sumamente menor durante el estado reproductivo.

En el siguiente diagrama (figura 9), el gráfico muestra la dinámica de la biomasa en dos curvas, una de cantidad y otra la calidad, en relación a la fase fenológica en que se encuentre. Dicha relación puede interpretarse a nivel planta o a nivel pastura. El color verde representa al estado vegetativo y el naranja al estado reproductivo (naranja). La graduación entre el color verde y el naranja representa el gradiente entre la relación entre macollos en estado vegetativo y reproductivo en la planta. Ambas curvas muestran una distribución espejada y medida que aumenta la producción de biomasa (cantidad) disminuye la calidad en términos de calidad: digestibilidad de la materia seca (DMS) y proteína bruta (PB). La figura de arriba del gráfico explica estos cambios, porque muestra los cambios entre la proporción del contenido celular y pared celular y de sus componentes. El aumento que se genera en la producción de biomasa durante el estado reproductivo se debe a la producción de caña cuyo tejido contiene mayor proporción de pared celular, celulosa, hemicelulosa y lignina, por lo tanto, con menor digestibilidad. Los valores de proteína están expresados porcentualmente; a mayor volumen de biomasa e igual contenido absoluto de proteína, hay un efecto de dilución. De esta manera por unidad de biomasa el porcentaje de proteína aportado también es menor durante el estado reproductivo.

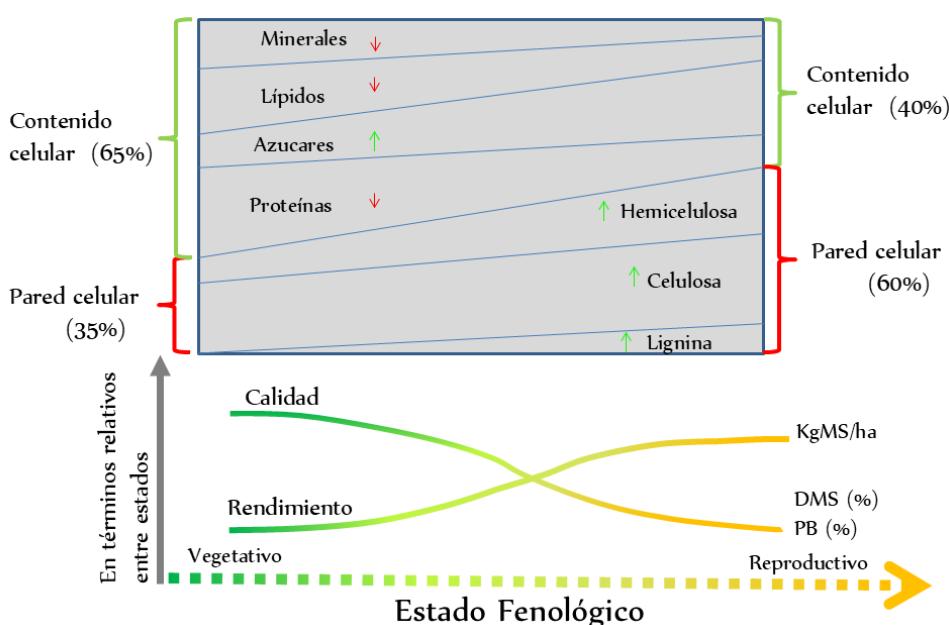


Figura 8. Diagrama que muestra los cambios cualicuantitativos de la biomasa aérea durante los estados vegetativo (verde) y reproductivo (naranja) en la planta de Gramínea. La graduación entre el color verde y el naranja representa el gradiente entre la relación vástagos en estado vegetativo vs reproductivo. La caja superior muestra los cambios entre dos relaciones: 1) contenido celular vs pared celular y 2) entre componentes constitucionales tanto de la pared como el contenido celular. La figura de ejes de más abajo, muestra los cambios de la biomasa entre la relación: calidad vs cantidad, en el estado vegetativo y conforme aumenta la proporción de macollos en estado reproductivo.

Resistencia al pastoreo

El pastoreo involucra varias acciones por parte del animal, como la de buscar el sitio de pastoreo para instalarse, discriminar el área hacia donde direccionar el bocado y la de seleccionar la planta o parte de ella sobre la cual ejecuta el bocado y ocurre la defoliación propiamente dicha. Consecuentemente, la resistencia al pastoreo requiere de estrategias y atributos por parte de la planta, que actúen como aliciente de los distintos efectos que el herbívoro realiza en el acto complejo del pastoreo. Algunos de los efectos más destacables y estudiados son el del pisoteo, el efecto de las heces y deyecciones y el de la defoliación.

La defoliación es un proceso de remoción total o parcial de la parte aérea de la/s planta/s, viva o muerta, por corte mecánico o por acción del pastoreo (Hodgson, 1979). Es un acto completamente mesurable, por tal, puede ser cuantificado. Existen diversas variables que la describen; por ejemplo, el momento en que ocurre la defoliación (momento), la periodicidad con la que se repite (frecuencia) y la magnitud, referida a la proporción del material removido en relación con el que había (intensidad). Precisar dichas variables es clave a la hora de estudiar o interpretar los efectos de la defoliación.

La defoliación infunde sobre el componente vegetal, simultáneamente, efectos directos e indirectos y a diferentes escalas: comunidad, población, individuo u órgano vegetal de la planta. Mucho de los efectos se deben, principalmente, a la defoliación selectiva que hace el animal; eligiendo entre especies, entre individuos, entre partes de la planta. A escala planta, el principal efecto directo de la defoliación es la remoción de parte de la biomasa aérea. La severidad del daño generado a la planta dependerá tanto de las características del disturbio como del nivel de resistencia que posea la planta a dicho disturbio (Fulkerson y Donaghy, 2001). El nivel de resistencia al disturbio de la defoliación es explicado por dos grandes estrategias que son la evasión y la tolerancia (Briske, 1991). Las plantas evolutivamente han desarrollado mecanismos para valerse de alguna de estas dos estrategias y así poder resistir a convivir con el pastoreo (Nowak y Caldwell 1984, Briske et al. 1999 y Saltz y Ward, 2000). Ambas estrategias buscan objetivos completamente disimiles y se valen de mecanismos completamente distintos. La estrategia de evasión o escape busca evitar el disturbio o al menos reducir su probabilidad y/o severidad. Para ello, la planta se vale de atributos arquitectónicos que reducen el acceso a sus órganos o la aceptabilidad de sus tejidos. La tolerancia, en cambio, no busca evadir el disturbio, por el contrario, se prepara para recibirla y en cuyo caso reponer rápidamente el desequilibrio que la remoción de la biomasa pudo haber significado. La tolerancia está determinada por mecanismos fisiológicos que han desarrollado las plantas para ser capaces de promover el crecimiento después de la defoliación.

Las Gramíneas es la familia botánica con más adaptaciones para resistir al disturbio del pastoreo. A nivel estructural en la morfología de sus órganos, en la anatomía constitucional de sus tejidos y en la arquitectura de la planta. A nivel fisiológico a través de su sistema hormonal (estímulo al rebrote), metabólico (adecuar la eficiencia de uso de recursos), su capacidad fotosintética y la distribución de reservas. A nivel ecológico, por la diseminación de

semillas, de su ciclo de vida y por estrategias reproductivas. Estas cualidades de adecuación al pastoreo surgen del fenómeno de adaptación evolutivas resultante de la coevolución planta-herbívoro o por fenómeno de exaptación. Un caso típico de exaptación, es la adaptación de las plantas a un ambiente árido, donde las plantas evolucionaron adecuando su arquitectura aérea hacia formas más achaparradas y sus partes subterráneas con mayor desarrollo. Ello confiere eficacia en la competencia para obtención del agua del suelo y mayor eficiencia en términos de balance hídrico de la planta. A la vez, bajo situación de pastoreo, estas plantas achaparradas evadir estratégicamente el pastoreo y tener ventaja, por fenómeno de exaptación, respecto a otras que no tienen dicha adaptación. Si bien, tal arquitectura achaparrada fue evolutivamente adoptada por estas plantas para resistir a convivir con la sequía, por fenómeno de exaptación, resulta útil también para resistir a convivir con el pastoreo. En general, las cualidades desarrolladas por las plantas para resistir a convivir con la sequía y el fuego son funcionales también para poder resistir a convivir con el pastoreo. Es así como las cualidades adaptativas al pastoreo que devienen por exaptación, son mecanismos funcionales a la estrategia de tolerancia o evasión y suele ser atributos que van en detrimento del valor forrajero o pastoril de una especie. Será considera peor especie forrajera cuanto menos accesible y menos aceptable y digestible sea.

Por último, referiremos a dos criterios clasificatorios que agrupan a las distintas Gramíneas según su respuesta al pastoreo. El primer criterio refiere a la respuesta demográfica poblacional de la especie bajo situación de pastoreo y en relación con las otras especies vegetal presentes en la comunidad. La respuesta demográfica poblacional puede ser positiva, en tal caso, la especie se ve favorecida bajo situación de pastoreo (+) y, consecuentemente, aumenta su densidad poblacional respecto a otras especies presentes en la comunidad vegetal. Dicha respuesta de las especies que responden positivamente al pastoreo (+), suele estar explicado por mecanismos en favor de la estrategia de tolerancia o evasión al pastoreo y que las otras especies no poseen. Inversamente, las especies que responden negativo al pastoreo (-), son las que disminuyen su densidad poblacional respecto a otras de la comunidad vegetal. La explicación a este comportamiento (-) suele estar dada por la selectiva preferencia que tiene el animal en pastoreo por dichas especies. Puede pensarse a las especies con respuesta negativa al pastoreo (-) como las más preferidas por el animal y consecuentemente, como las de mayor riesgo a desaparecer bajo situaciones de pastoreo excesivo.

El segundo criterio de agrupamiento tiene que ver con la respuesta en términos de cómo reacciona la especie ante la defoliación. La velocidad de recuperación de la biomasa perdida por defoliación; o sea, la capacidad de respuesta de los mecanismos compensatorios que se ponen en juego postdefoliación (Oesteheld y McNaughton, 1988). Dichos mecanismos están gobernados por un fuerte componente genético y por sus caracteres morfogenéticos. Por lo general una especie con mayor tasa de renovación de tejido admiten una recuperación más rápida o frecuencias de defoliación más cortas. Una mayor tasa de renovación de tejido se asocia con mayor tasa de crecimiento, de macollaje, mayor número de macollos por planta, pero, de menor tamaño y con menos hojas y de tejidos más tiernos. Ejemplos de especies

con rápida, media y lenta renovación foliar son el raigrás (*Lolium multiflorum* L.), la festuca (*Festuca arundinacea* Schr.) y Agropiro (*Tinophyrum ponticum* (Podp) Back & Dew), respectivamente.

Consideraciones finales

Conocer y comprender la morfología (estructura), fisiología (funcionamiento) y ecología (interacción individuo-ambiente) de la planta forrajera es fundamental para una correcta utilización y conservación de los recursos forrajeros de los agroecosistemas ganaderos.

Referencias

Altesor, A., E. Leoni, A. Guido, J.M. Paruelo. 2017. Differential responses of three grasses to defoliation, water and light availability. *Plant Ecol.* 218 (2): 95–104

Briske, D.D. 1991. Developmental morphology and physiology of grasses. En: *Grazing Management: An Ecological Perspective*. Ed. R.K Heitschmidt & J. W. Stuth. Timber Press. Portland, Oregon. p.85

Briske, D.D., D. Eldridge & D. Freudenberger. 1999. Plant traits determining grazing resistance: why have they proved so elusive?. En: *People and rangelands: building the future*. Proc. VI International Rangeland Congress. Townville. Queensland, Australia. Vol. I y II. p. 901.

Burkart, A. 1969. Flora ilustrada de Entre Ríos. Parte II. Gramíneas. Colección Científica del INTA.

Cabrera, A. 1970. Flora de la Provincia de Buenos Aires. Parte II. Gramíneas. Colección Científica del INTA.

Carambula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Ed. Hemisferio Sur.

Cauhuepé, M., L. Hidalgo & A. Galatoire. 1985. Aplicación de un índice de valoración zootécnica en pastizales de la Depresión del Salado. *Rev. Arg. Prod. Animal.* 5:681-690.

Dimitri MJ y EN Orfila. 1985. Tratado de morfología y sistemática vegetal. ACME S.A.

Fulkerson, W.J. & D.J. Donaghay. 2001. Plant soluble carbohydrate reserves and senescence key criteria for developing an effective grazing management system for ryegrass – based pastures: a review. *Aust. Exp. Agric.* 41: 261.

Gardner, A. 1982. Producción y utilización de pasturas. INTA. E. E. R. A. Balcarce.

Gillet, M. 1984. Las gramíneas forrajeras. Ed. ACRIBIA.

Harris, JG y MW Harris. 1994. Plant identification terminology. An illustrated glossary. Spring Lake Publishing, Utah.

Hodgson, J. 1979. Nomenclature and definitions in grazing studies. Hill Farming Research

Organisation. Edinburgh, U.K.

James, B. J. 1974. Utilización intensiva de pasturas. Ed. Hemisferio Sur.

Jensen WA y FB Salisbury. 1988. Botánica. McGraw-Hill

Larrea, D. 1981. Producción y utilización de pasturas. Serie didáctica Nº 1. INTA. E. E. A. Bordenave.

Mc Naughton, S. J. 1983. Compensatory plant growth as a response to herbivory. - *Oikos* 40: 329-36.

Muslera Pardo, E. y Ratera Garcia, C. 1984. Praderas y forrajes. Producción y aprovechamiento. Ed. Mundi-Prensa.

Nowak, R.S & Caldwell, M.M. 1984. A test of compensatory photosynthesis in the field: implications for herbivory tolerance. *Oecol.* 61: 311.

Oesterheld, M. y S.J. McNaughton. 1988. Intraspecific variation on the response of *Themeda niandra* to defoliation: the effect of time of recovery and growth rates on compensatory growth. *Oecologia* 77:181-186.

Parodi, L. 1939. Gramíneas bonariensis. Clave para la determinación de los géneros y enumeración de las especies.

Parodi, L. 1959. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Vol. 1. ACME.

Saltz, D. & Ward, D. 2000. Responding to three pronged attack: desert lilies subject to herbivory by dorcas gazelles. *Plant Ecol.* 148: 127

Valla, JJ. 1979. Botánica. Morfología de las plantas superiores. Ed. Hemisferio Sur

Viglizzo, E. 1981. Dinámica de los sistemas pastoriles de producción lechera. Ed. Hemisferio Sur

Wilson CL y WE Loomis. 1968. Botánica. Ed. Hispano Americana

CAPÍTULO 2

Pastizales de la Pampa Deprimida

Bárbara Heguy y Lorena Mendicino

La Pampa Deprimida se encuentra en el centro este de la región pampeana argentina (Figura 1) y es la principal zona ganadera bovina del país donde se genera más de la mitad del stock ganadero de terneros destinados a engorde (INTA, 2015; IPCVA, 2019). Esta subregión ocupa una superficie aproximada de 90.000 km² (9 millones de ha) e incluye la Depresión del Salado y la Depresión de Laprida. Posee limitantes edáficas que determinan que alrededor del 80 % de su superficie esté representada por vegetación natural o seminatural (Pereiman et al., 2001). Es una de las zonas de cría vacuna del mundo donde se articulan los pastizales, de buena calidad forrajera y de producción estacional, con los requerimientos nutricionales del ganado de cría vacuna que permite obtener terneros con alta eficiencia en el uso de la energía fósil (Cahuepé et al. 1982).

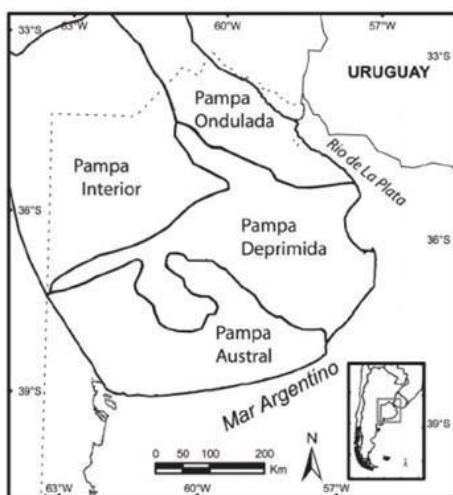


Figura 1. La región pampeana y sus subregiones en la provincia de Buenos Aires (adaptado de Chaneton, 2006).

Los agroecosistemas brindan diferentes productos y servicios, que se originan de las interacciones y procesos que se establecen entre la flora y fauna que los componen y pueden usufructuarse en forma privada o pública ayudando a sustentar la vida humana y su calidad. Entre los servicios ecosistémicos de los agroecosistemas naturales de las pampas y, en particular de los pastizales, se encuentran: la captura de gases de efecto invernadero, regulan el clima, purifican el aire y el agua, disminuyen el riesgo de inundaciones, generan y preservan

suelos, favorecen la circulación de nutrientes, mantienen la biodiversidad, actúan como reservorio de genes y proveen una belleza estética y estímulo intelectual dando sustento a la calidad de vida (Camadro y Cahuepé, 2003). La biodiversidad propia de estos pastizales favorece a la conservación de especies y al funcionamiento del agroecosistema. Esta característica les otorga cierta seguridad dado que la gran cantidad de especies vegetales (nativas y naturalizadas), especialmente de gramíneas (pastos) presentes, aporta forraje a lo largo de todo el año debido a la presencia de especies de invierno y de verano. Esto permite que, ante contingencias climáticas que puedan ocurrir, el pastizal tenga capacidad de respuesta luego de superadas las mismas.

El objetivo de este capítulo es caracterizar la estructura y funcionamiento de los pastizales naturales de la Pampa Deprimida y presentar alternativas de utilización en agroecosistemas ganaderos.

Características generales del clima y suelos

La Pampa Deprimida ofrece condiciones naturales de relieve, clima y recursos forrajeros con un gran potencial para el desarrollo de la cría de ganado bovino. El clima es templado subhúmedo, con precipitación media anual de 900 mm, distribuidos regularmente a lo largo del año. El régimen templado marca estacionalidades de períodos fríos, con temperaturas medias de entre 7 a 10 °C y períodos cálidos, con temperaturas de entre 20 a 25 °C (Vervoort, 1967). Asimismo, se han registrado ciclos climáticos de entre diez y quince años, que alternan regímenes secos y húmedos que propician eventos de sequía e inundación (León et al. 1984).

El paisaje se caracteriza por su relieve extremadamente plano, el drenaje se encuentra generalmente impedido por la falta de pendiente (0,1 a 0,5 %) y la baja infiltración (imperfectamente drenado a moderadamente bien drenado), se encuentra exceso de sodio intercambiable a distintas profundidades del perfil, cuyas intensidades varían según las zonas. Los suelos de esta región se han desarrollado sobre dos tipos de materiales: uno al este sobre el área costera, de origen marino y otro material originario, limo- loessoides, que ocupan el resto de la región y constituyen el material parenteral de estos suelos (León et al. 1979). Durante los meses de otoño, invierno y primavera en las áreas bajas suele acumularse agua. Estos anegamientos temporarios pueden prolongarse por meses con fuertes efectos en la estructura del pastizal y su funcionamiento (Chaneton et al. 1988). En el verano el contenido de agua del suelo decrece y es frecuente que se registre déficit hídrico. Esta singularidad de ambientes limita fuertemente la actividad agrícola y como consecuencia, el pastizal natural constituye la vegetación dominante (Cahuepé e Hidalgo, 2005).

De acuerdo a la posición topográfica cambian las propiedades y espesor del horizonte orgánico y se distinguen diferentes relieves:

Lomas: el horizonte es profundo y presenta reacción levemente ácida.

Medias lomas: puede haber limitaciones por excesos hídricos y salinidad o alcalinidad

subsuperficial.

Bajos alcalinos: ausencia del horizonte orgánico superficial y falta de estructura por presencia de sodio. Registra limitaciones por alcalinidad y/o salinidad en superficie e intercalan, según la estación del año, déficit hídricos y problemas de anegamiento (Alconada, 1991).

Bajos dulces: se encuentran en la posición más baja del relieve (cubetas), sin embargo, poseen un horizonte orgánico por sedimentación, rico en nutrientes y con reacción ácida. La principal característica es el anegamiento casi permanente.

Estructura y funcionamiento de los pastizales de la Pampa Deprimida

El pastizal pampeano, como todo pastizal, posee una estructura y funcionamiento que lo define. La estructura de una comunidad vegetal comprende la composición de especies de la comunidad y su configuración espacial. El funcionamiento está relacionado con los flujos de energía que se establecen: la productividad y el ciclado de nutrientes, el ciclo del agua y la sucesión.

Estructura

La estructura puede ser caracterizada por una lista de especies o grupos de especies, así como por la descripción de su distribución vertical y horizontal. Los caracteres estructurales pueden ser cualitativos y cuantitativos. Entre los primeros se encuentran la composición florística, la estratificación, la forma de vida, la periodicidad y el diseño espacial.

La composición florística es una de las características esenciales, para determinarla es necesario conocer las especies o grupos funcionales y realizar el relevamiento en distintas épocas del año. Un grupo funcional abarca especies que tienen efectos similares sobre los procesos del ecosistema (Chapin, 1993). Se las puede clasificar considerando un enfoque jerárquico (Lavorel et al., 1997), de acuerdo con la forma de crecimiento, historia de vida, vía fotosintética, morfología y fijación simbiótica de nitrógeno. Este enfoque de grupos funcionales se utiliza para estudiar los efectos del pastoreo en los pastizales de la Pampa Deprimida (Facelli et al. 1989; Hidalgo y Cahuepé, 1991; Rusch y Oesterheld, 1997) y permite la comparación entre comunidades de diferentes áreas, que pueden ser florísticamente diferentes pero constituidas por los mismos grupos funcionales. Los grupos funcionales que se han determinado para estos pastizales son: C3 anuales, C3 perennes, C4 perennes, C4 rastreras, C4 anuales; juncáceas, dicotiledóneas y leguminosas (Jacobbo et al., 2006).

Dentro de los caracteres cuantitativos se encuentran:

- Densidad: número de individuos de una población en un lugar, expresado por

unidad de área.

- Cobertura: es la proporción de superficie cubierta por la proyección perpendicular de las partes aéreas de individuos de una especie o de todas las especies.
- Frecuencia: es el número de muestras en las que aparece una especie en relación con el total de muestras obtenidas. Diversidad: es la variedad de especies que se pueden encontrar en una comunidad. Depende directamente del número de especies total de la comunidad (o riqueza florística) y de la equitatividad (forma en la cual se reparte la abundancia entre las diferentes especies).
-

Existen numerosas metodologías para determinar la estructura de una comunidad. Por ejemplo, para cuantificar los dos aspectos de la diversidad, se puede emplear el índice de Shannon-Wiener que se basa en la estimación de las abundancias relativas caracterizadas por el peso, la densidad, la cobertura o la frecuencia de las especies en una serie de muestras de igual tamaño (Mateucci y Colma, 1982).

La composición florística y la cobertura total de la comunidad y específica de las especies puede estimarse realizando censos florísticos. Esta metodología permite reconocer las especies dominantes de los grupos de plantas que conforman las distintas comunidades: gramíneas, leguminosas y malezas. Las leguminosas constituyen las especies de mayor calidad forrajera, pero presentan una abundancia reducida. Las malezas son plantas dicotiledóneas de distintas familias botánicas, tienen hojas anchas, latifoliadas y compiten con los pastos de buena calidad, por un lugar en el terreno (ver metodología en capítulo 4).

El conocimiento de los caracteres estructurales de las comunidades es necesario porque permite determinar su condición y así tomar decisiones para resolver problemas agronómicos.

Comunidades de los pastizales de la Pampa Deprimida

La vegetación de la Pampa Deprimida corresponde al bioma pastizal mesotérmico (Deregbus, 1988) y se caracteriza por su alto valor biológico en términos de especies (fauna y flora). A escala de paisaje existen diferentes ambientes que reúnen distintas comunidades vegetales cada una de ellas identificadas y descritas con una enorme diversidad de especies que brindan forrajes todo el año (Burkart et al., 2005; León et al., 1975; Perelman et al., 2001).

La heterogeneidad florística del pastizal de la Pampa Deprimida fue descrita primero por Vervoort (1967) y luego analizada en detalle en una serie de estudios fitosociológicos conducidos por León y sus colaboradores (León et al., 1979; Batista et al., 1988; Burkart, et al., 1990 y 1998). A partir de estos relevamientos fitosociológicos, llevados a cabo en diferentes áreas de la región, realizaron estudios donde relacionaron las comunidades naturales, los suelos y la topografía y permitieron sintetizar cuatro grandes unidades de vegetación: la pradera de mesófitas (PM), pradera húmeda de mesófitas (PHM), pradera de hidrófitas (PH) y estepa de halófitas (EH) (Figura 2 y 3). Fueron definidas según la posición que ocupa en la toposecuencia

del relieve teniendo en cuenta las especies presentes, el régimen hídrico y a dos rasgos edáficos que hacen a las principales limitantes de los suelos en la región: el hidromorfismo y halomorfismo (salinidad/alcalinidad). Su distribución en el paisaje es heterogénea y, la proporción que representa cada una respecto a la superficie total del pastizal, es variable (Perelman et al., 2001; Burkart et al., 2005).

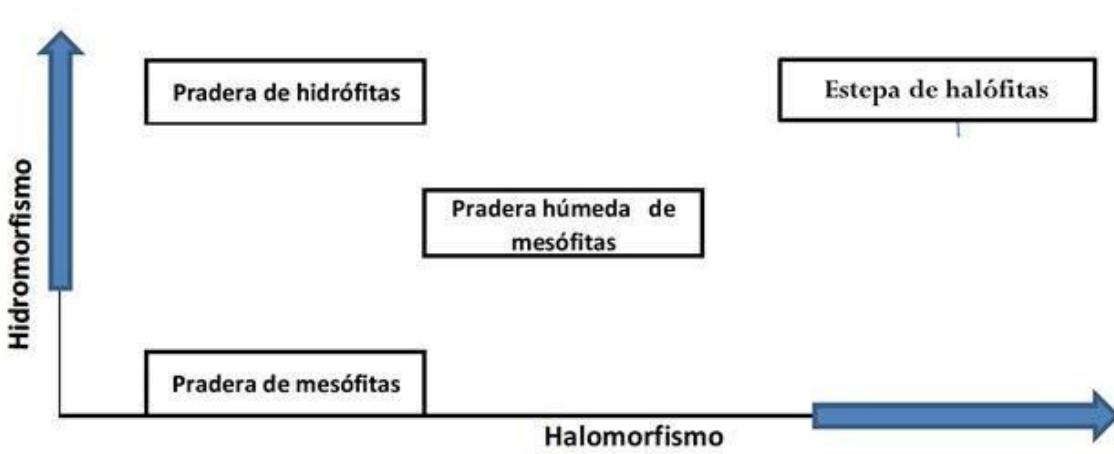


Figura 2: Factores edáficos que determinan las distintas comunidades vegetales. Adaptado de Burkart et al., 2005.

1. Pradera de mesófitas (PM): se encuentra en las lomas con suelos profundos, buen drenaje, no se inundan y sin limitaciones por alcalinidad o salinidad en todo su perfil. Este ambiente ha sido remplazado casi en su totalidad por la agricultura o pasturas implantadas y ocupa un 42% de la superficie total de la Pampa Deprimida. Es una comunidad muy productiva, de alta calidad forrajera por la presencia de pastos C3 de crecimiento otoño-invierno-primaveral (OIP), y C4 de crecimiento primavero-estivo-otoñal (PVO). Este tipo de vegetación determina que esta comunidad produzca todo el año (Tabla 1).

Nombre científico	Nombre común	Ciclo de crecimiento
<i>Bromus unioloides</i>	Cebadilla criolla	OIP anual
<i>Nasella neesiana</i>	Flechilla brava	OIP perenne
<i>Piptochaetium bicolor</i>		
<i>Bothriocloa laguroides</i>	Plumerillo o penacho blanco	
<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto miel	PVO perenne
<i>Setaria geniculata</i>	Cola de zorro	

Tabla 1: Principales especies y sus ciclos de crecimiento (OIP: otoño, invierno, primavera; PVO: primavera, verano, otoño) de la comunidad Pradera de mesófitas.

2. Pradera húmeda de mesófitas (PHM): corresponde al ambiente de la media loma, se ubica en posiciones planas y extendidas, puede presentar limitaciones de drenaje y rasgos de sodicidad y/o alcalinidad en horizontes subsuperficiales. El horizonte superficial tiene buen contenido de materia orgánica, no es alcalino ni salino y suele tener de 15 a 20 cm de

profundidad. Le sigue un horizonte sub-superficial con alto contenido de arcillas, prácticamente impermeable, alcalino y/o con mayor contenido de sales. En estos ambientes suelen ocurrir anegamientos o saturación hídrica del suelo durante el invierno y principios de primavera y ocupan el 30% de la superficie de la Pampa Deprimida. Si bien en estos sitios no hay salinidad ni alcalinidad en superficie, las sales del horizonte sub-superficial pueden ascender si el suelo queda con poca cobertura vegetal debido al sobrepastoreo, aplicaciones de herbicidas o a labores mecánicas. La productividad de esta comunidad es buena en cantidad y calidad forrajera.

También se encuentran gramíneas C3 (OIP) y C4 (PVO), anuales y perennes, por lo tanto, esta comunidad también produce todo el año (Tabla 2).

Nombre científico	Nombre común	Ciclo de crecimiento
<i>Bromus mollis</i>	Cebadilla peluda	
<i>Lolium multiflorum</i>	Raigrás criollo	OIP anual
<i>Gaudinia fragilis</i>		
<i>Nasella papposa</i>	Flechilla mansa	
<i>Piptochaetium bicolor</i>		OIP perenne
<i>Adesmia bicolor</i>	Babosita	
<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto miel	
<i>Setaria geniculata</i>	Cola de zorro	
<i>Stenotaphrum secundatum</i>	Pasto colchón	PVO perenne
<i>Lotus tenuis</i>	Trébol de cuernitos	
<i>Baccharis notosergila</i>	Rama negra	
<i>Cirsium vulgare</i>	Cardo negro	OIP anual o bianual

Tabla 2: Principales especies y sus ciclos de crecimiento (OIP: otoño, invierno, primavera; PVO: primavera, verano, otoño) de la comunidad pradera húmeda de mesófitas.

3. Pradera de hidrófitas (PH): ocupa suelos con mayores problemas de drenaje, pero sin rasgos de sodicidad superficial y poseen un horizonte orgánico por sedimentación de poco espesor, pero rico en nutrientes y con reacción ácida (bajos dulces). Se presenta en forma de cubetas en las que permanecen decenas de centímetros de agua en superficie por largos períodos, todos los años. Además, se la encuentra alrededor de cuerpos de agua permanentes de totorales o juncales. Abarca el 6% de la superficie de la Pampa Deprimida. Dominan las especies de crecimiento estival (C4), con buena productividad y calidad forrajera (Tabla 3).

Especie	Nombre común	Ciclo de crecimiento
<i>Leersia hexandra</i>	Arrocillo	
<i>Glyceria multiflora</i>	Cebadilla de agua	
<i>Echinochloa helodes</i>	Lagunilla	PVO perenne
<i>Paspalidium paludivagum</i>	Canutillo	

Tabla 3: Principales especies y sus ciclos de crecimiento (PVO: primavera, verano, otoño) de la comunidad pradera de hidrófitas.

4. Estepa de halófitas (EH): conocida como bajos alcalinos, se caracteriza por no tener un horizonte orgánico superficial y por la falta de estructura debido a la presencia de sodio; registra limitaciones por alcalinidad y/o salinidad en superficie e intercalan, según la estación del año, déficits hídricos y problemas de anegamiento. Generalmente en zonas planas, que forman manchones o grandes anillos circundando los bajos dulces. La vegetación es escasa y la más representativa es de tipo halófita, las especies son en su mayoría de ciclo estival C4 (Tabla 4), de escasa productividad y bajo valor forrajero. Ocupa un 16% de la superficie total de la Pampa Deprimida.

Nombre científico	Nombre común	Ciclo de crecimiento
<i>Distichlis spicata</i>	Pelo de chancho	
<i>Distichlis scoparia</i>	Pelo de chancho	
<i>Stapfochloa berroi</i>		PVO perenne
<i>Hordeum pusillum</i>	Centenillo	
<i>Hordeum stenostachys</i>	Centenillo	
<i>Nesella papposa</i>	Flechilla mansa	OIP perenne

Tabla 4: Principales especies y sus ciclos de crecimiento (OIP: otoño, invierno, primavera; PVO: primavera, verano, otoño) de la comunidad estepa de halófitas.



Figura 3. Toposecuencia típica de la Pampa Deprimida: comunidades en cada posición, principales suelos, Productividad Primaria Neta Aérea (PPNA). Adaptado de Batista et al. (2005) y Jacobo, (2012).

Condición del pastizal

La condición puede interpretarse como el estado de salud de un recurso forrajero (Oesterheld y Sala, 1994). Para estimar la condición del pastizal es necesario observar cuál es el grado de cobertura y qué especies dominan. (Figura 4 y ver metodología en capítulo 4). Se la puede clasificar como excelente si la cobertura de especies de buen valor forrajero (deseables) es alta, y a medida que aumenta la proporción de especies poco deseables o indeseables se la puede clasificar como buena, regular o mala. Esta determinación es importante en la estimación de la oferta forrajera actual de los sistemas ganaderos. Si se determina que el pastizal no está en buena condición, se debe adecuar la PPNA potencial del recurso según las tasas de crecimiento del grupo funcional que esté determinando la oferta de ese recurso.

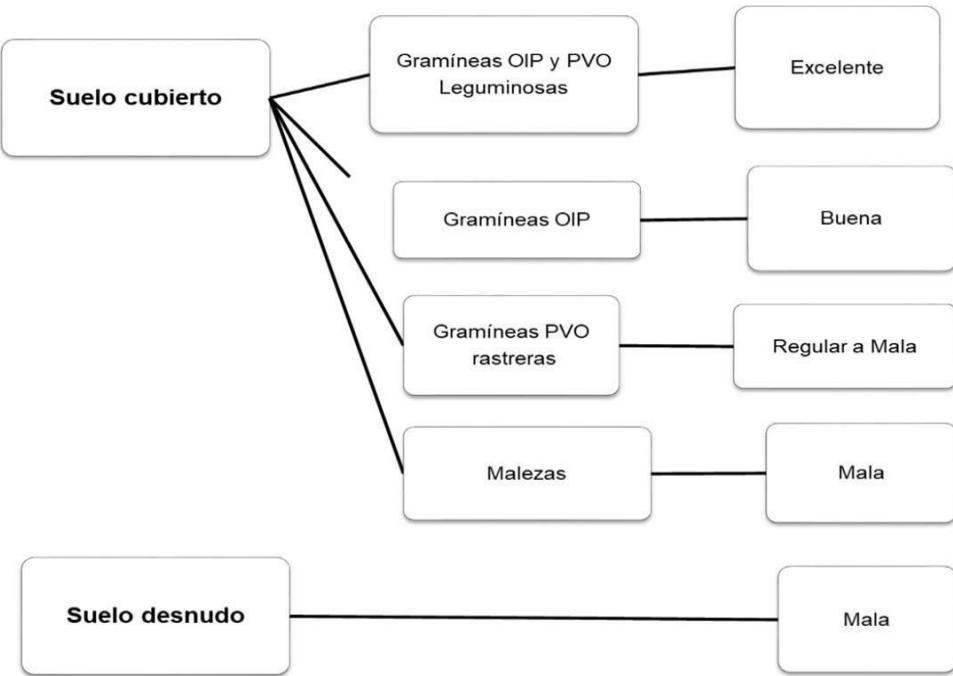


Figura 4: Esquema didáctico para establecer la condición del pastizal de la comunidad pradera húmeda de mesófitas.

Funcionamiento

El Flujo de Energía en el ecosistema es un marco conceptual útil en el estudio de los agroecosistemas y se refiere al intercambio de materia y energía que se establecen en estos sistemas. Odum, (1971) presentó un modelo de flujo de energía de los agroecosistemas donde identificó una serie de compartimientos (niveles tróficos) y flujos que los conectan. (Figura 5). La productividad primaria neta aérea (PPNA) forma parte del flujo energético de los agroecosistemas y se define como el balance entre el carbono fijado por fotosíntesis y el carbono perdido en planta por respiración o como la tasa de fijación de energía por unidad de tiempo y de área. Se expresa en unidades de peso o de energía y representa el mayor ingreso de carbono y energía en los ecosistemas (Sala y Austin, 2000). Es una variable clave de los ecosistemas en general y de los sistemas ganaderos pastoriles en particular. En ecosistemas pastoriles extensivos la PPNA constituye la tasa de generación de alimento para el ganado y por lo tanto se relaciona con la carga animal.

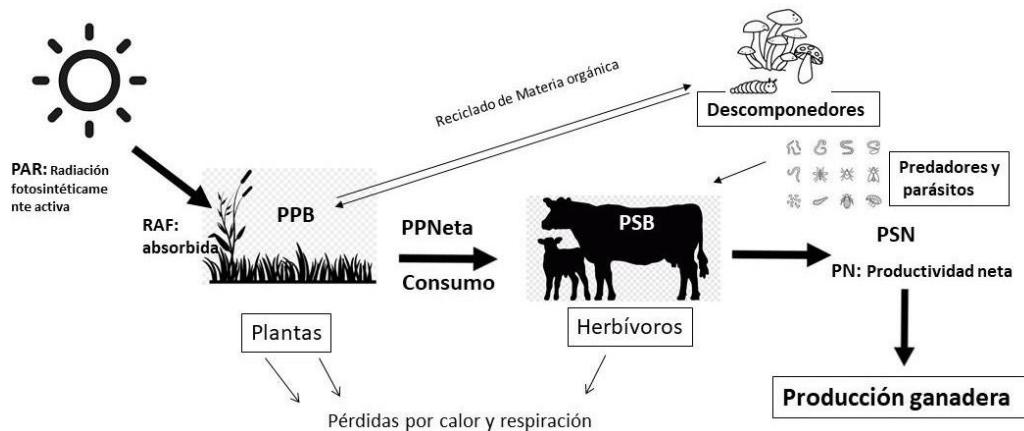


Figura 5. Fragmento del flujo de energía en los ecosistemas. Muestra los principales componentes y flujos de energía en un agroecosistema ganadero. Componentes: plantas, herbívoros, descomponedores, predadores y parásitos. Flujos de energía: PPB: productividad primaria bruta; PPNeta: productividad primaria neta; PSB: productividad secundaria bruta; PSN: productividad secundaria neta. Elaboración propia a partir de Odum (1972), Sala y Austin (2000) y Golluscio, (2009).

Según Golluscio, (2009) este modelo establece que la energía disponible para los herbívoros es la que está almacenada en los productores primarios, es decir las plantas. A nivel de ecosistema se conoce como Productividad Primaria Neta (PPN), que tiene un componente aéreo (PPNA) y otro subterráneo (PPNS).

En un sitio dado, y en una escala de tiempo corta:

- A mayor carga animal, mayor será la proporción de la PPNA que es consumida por los herbívoros.

En distintos sitios, a igualdad de PPNA y carga animal (animales/ha):

- A mayor accesibilidad y valor nutritivo del forraje, determinados por cambios en el tipo de vegetación, mayor será el consumo de los herbívoros.
- A mayor digestibilidad del forraje consumido, mayor será la proporción asimilada.
- A menor pérdidas por respiración (cuya reducción puede lograrse mediante diversos subsidios de energía, como la provisión de agua, sombra, caminos, tratamientos sanitarios, etc.), mayor será la proporción del forraje asimilado que formará parte de la biomasa animal (Producción Secundaria Neta (PSN)).
- A menor incidencia de parásitos y depredadores, mayor será la proporción de la PSN que se traduce en mayor producción ganadera (Figura 4).

La PPNA y la dinámica de nutrientes en el suelo de los pastizales son reguladas por distintos factores bióticos y abióticos, que pueden afectar de manera diferente a las comunidades vegetales. La PPNA está fuertemente asociada al tipo de suelo (textura y fertilidad), composición florística, cobertura de las especies y presenta alta variabilidad que se manifiesta en el tiempo (intra e inter anual) y en el espacio (sitios, potreros) a diferentes escalas (Lauenroth y Sala, 1992). Se ha demostrado que la PPNA está estrechamente relacionada con la precipitación anual media, el efecto del fuego, el pastoreo y la variabilidad climática con especial importancia de las fluctuaciones en las precipitaciones (Oesterheld et al., 1999). A nivel local, la producción primaria

puede estar limitada por un conjunto de factores, como la intercepción de la luz, la disponibilidad de agua y el reciclado de nutrientes, que a su vez son mayormente regulados por la temperatura y las precipitaciones (Chapin et al., 2002). Se expresa en kilogramos de materia seca por hectárea y por año ($\text{kgMS.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$) o en tasa de crecimiento diario (TC) ($\text{kgMS.ha}^{-1}.\text{día}^{-1}$). La PPNA de todas las comunidades de los pastizales de la Pampa deprimida es mayor en las estaciones de primavera y verano (70% del total) con déficits durante el invierno (Figura 6).

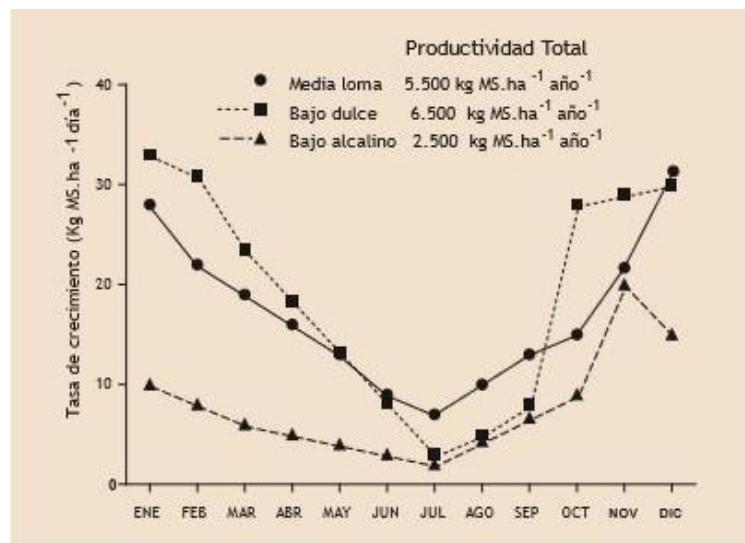


Figura 6: Tasas de crecimiento ($\text{kgMS.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$) de las distintas comunidades de los pastizales de la Pampa Deprimida (Adaptado de Hidalgo y Cahuepé. 1991).

La información de la PPNA puede obtenerse del Programa de Seguimiento Forrajero del Laboratorio de Análisis Regional y Teledetección (LART) de la Facultad de Agronomía de la UBA (FAUBA) (<http://larfile.agro.unlp.edu.ar/lab-sw/sw/gui/Inicial.page>), de bibliografía (resultados de redes de ensayos, trabajos científicos, etc.) y de estimaciones realizadas en pastizales del Partido de Magdalena por el Grupo de Investigación del Curso de Forrajicultura y Prácticatura de la FCAyF (UNLP) disponibles en el aula virtual (Figuras 7,8 y 9).

La concentración de energía que tiene cada kilogramo de materia seca depende del recurso forrajero y varía según el estado de desarrollo. La digestibilidad del forraje está relacionada con su concentración energética; si se conoce la digestibilidad del recurso (DIVMS) y su variación en las diferentes estaciones del año, se puede inferir la calidad de la comunidad del pastizal, expresada en Mcal/kgMS, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Concentración energética} = 3,61 * \left(\frac{\text{DIVMS}}{100} \right) \quad \text{Ecuación 1}$$

En términos generales los pastizales de la Pampa Deprimida alcanzan en primavera una digestibilidad de 60%, en verano de 55% y en invierno 65% (con gramíneas anuales invernales) (Figuras 7,8 y 9). Si la digestibilidad promedio anual de la comunidad pradera húmeda de mesófitas con muy buena condición es de 60%, la EM en Mcal/kgMS es: EM: $3,7 \times 0,6 = 2,22$ Mcal/kgMS. Si la energía necesaria para cubrir los requerimientos diarios de 1 EV es de 18,54

Mcal EM/día, los requerimientos de 1 EV que está pastoreando en una PHM serán cubiertos con 8,35 kgMS de ese recurso por día.

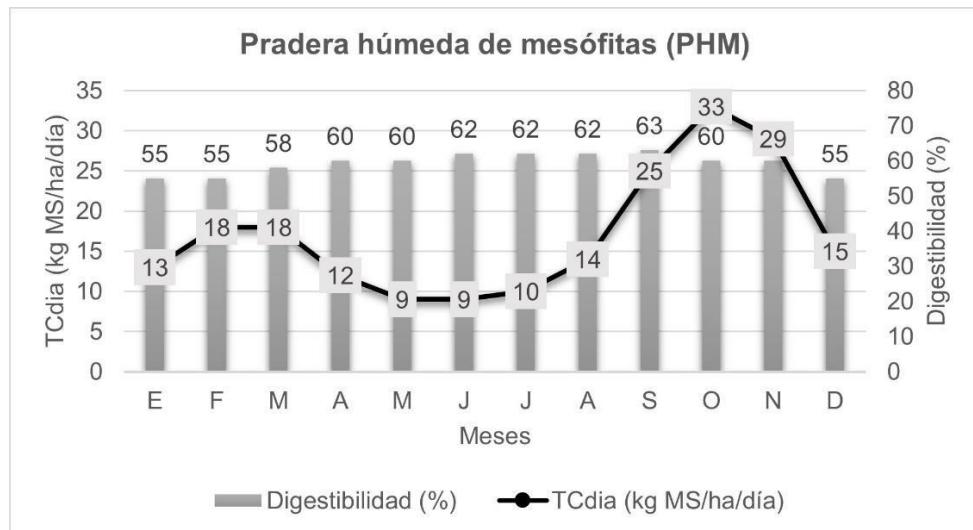


Figura 7. Tasas de crecimiento ($\text{kgMS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$) y digestibilidad expresada en porcentaje (%) de la comunidad pradera húmeda de mesófitas. Elaboración propia en base de los datos del Grupo de Investigación del Curso de Forrajicultura y Práctica de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP).

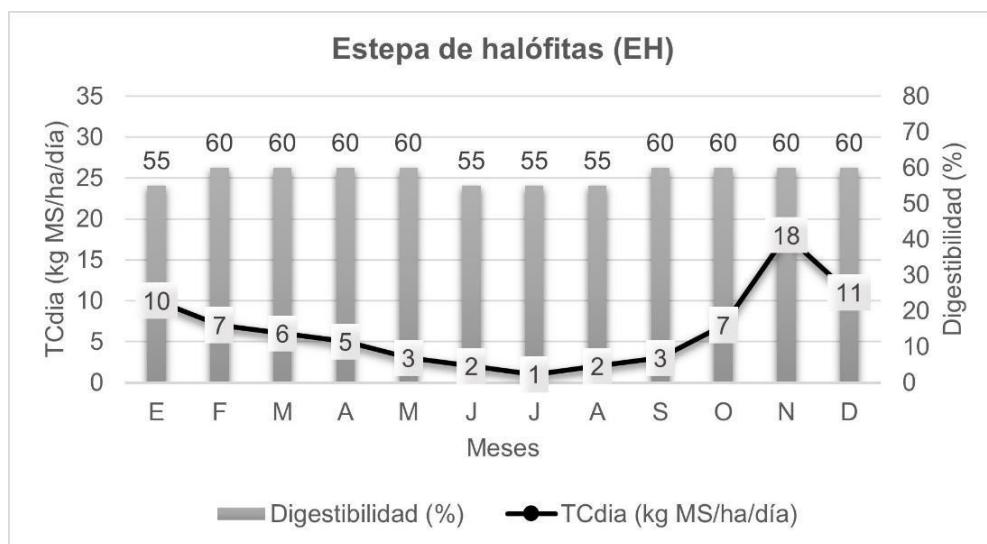


Figura 8: Tasas de crecimiento ($\text{kgMS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$) y digestibilidad expresada en porcentaje (%) de la comunidad estepa de halófitas. Elaboración propia en base de los datos del Grupo de Investigación del Curso de Forrajicultura y Práctica de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP).

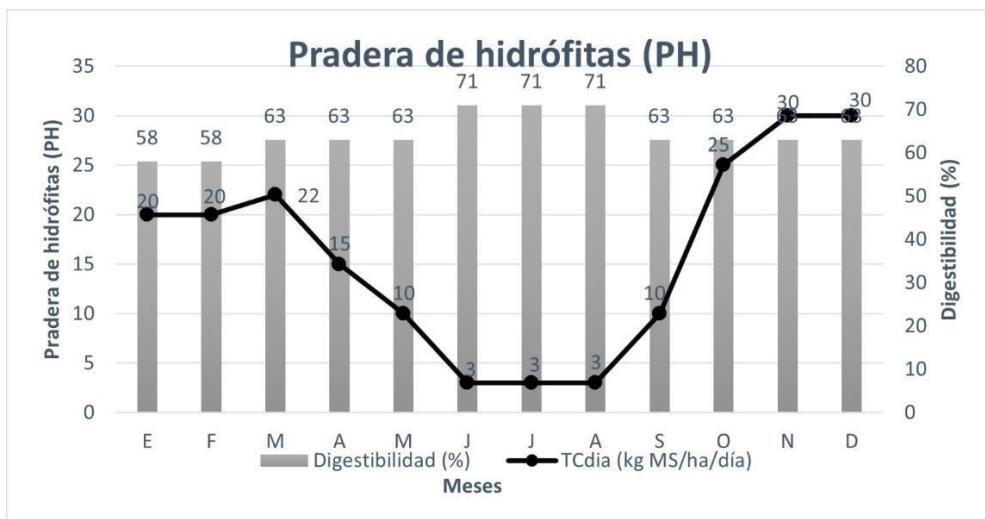


Figura 9: Tasas de crecimiento ($\text{kgMS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$) y digestibilidad expresada en porcentaje (%) de la comunidad pradera de hidrófitas. Elaboración propia en base de los datos del Grupo de Investigación del Curso de Forrajicultura y Prácticatura de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP).

La PPNA es la tasa de generación de alimento para el ganado y se vincula con la receptividad o capacidad de carga de los sistemas pastoriles (Oesterheld et al., 1999) El conocimiento de este modelo de agroecosistemas ganaderos permite maximizar en el largo plazo la magnitud del flujo de productividad secundaria de manera sustentable.

Receptividad ganadera

La receptividad ganadera es la densidad máxima de animales que puede mantenerse en un área determinada, en un cierto nivel de producción, sin deteriorar el recurso (Holechek, et al., 1989 citado por Golluscio, 2009). Determinar la receptividad de un agroecosistema permite establecer la carga animal (animales o EV/ha). Cuando la carga animal es mayor a la receptividad se provoca la degradación del recurso, en caso contrario, cuando la carga es menor a la receptividad la eficiencia en la producción secundaria se verá disminuida. En ambos casos se afectará la rentabilidad y sustentabilidad del sistema.

El cálculo de la receptividad se puede realizar a partir de la siguiente fórmula (Golluscio et al., 2009):

$$\text{Receptividad (EV/ha)} = \frac{\text{PPNA} \left(\frac{\text{kgMS}}{\text{ha año}} \right) \times IC}{\text{consumo individual animal} \left(\frac{\text{kgMS}}{\text{EV año}} \right)} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde

:

PPNA: productividad primaria neta aérea anual ($\text{kgMS.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$). El valor de PPNA potencial está disponible en la bibliografía para cada ambiente del pastizal de la Pampa Deprimida. Se debe verificar la composición florística y la condición del pastizal y, de ser diferentes a las descriptas por la bibliografía, proceder a su ajuste (ver capítulo 4).

IC: el Índice de Cosecha permite calcular cuánto de la biomasa que produce el pastizal puede ser consumida por el ganado. Es necesario establecer el IC porque si se asigna el total de la biomasa, el agroecosistema dejaría de ser sustentable al interrumpir el flujo de energía hacia los descomponedores (responsables de la mineralización de la materia orgánica) y, por lo tanto, se afectaría el ciclo de nutrientes del agroecosistema (Figura 10). Los máximos IC estimados en pastizales de la región varían entre 0,5 y 0,65 (Tabla 5). Depende de la proporción de especies de valor forrajero (accesibilidad y calidad), factores climáticos, del manejo del pastoreo y de la carga animal.

CIA: consumo individual por animal anual. Se usa el concepto de equivalente vaca (EV) que se define como el promedio anual de los requerimientos conjuntos, en condiciones de pastoreo, de una vaca de 400 kg de peso que gesta los últimos 6 meses un ternero y lo cría hasta el destete a los 6 meses de edad con 160 kg de peso vivo, incluyendo el forraje consumido por el ternero. En los sistemas de cría de la región se considera 10 kgMS por animal y por día (ver capítulo 6).

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
IC	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,65	0,65	0,65	0,6	0,55	0,5

Tabla 5. Valores de índice de cosecha (IC), expresados en porcentaje, en cada uno de los meses del año. Elaboración propia a partir de datos obtenidos en trabajos realizados en el establecimiento *El Amanecer* (UNLP).

Debe considerarse la proporción de cada comunidad en relación a la superficie total del pastizal. Si el establecimiento posee un 80% de su superficie de PHM, 10% de EH y 10% de PH, se debe afectar la PPNA por esa proporción (Ecuación 2 y tabla 6) (ver otro ejemplo en capítulo 4):

$$\text{Receptividad (Ev/ha)} = \frac{(\text{PPNA PHM} \cdot 0,8 + \text{PPNA EH} \cdot 0,1 + \text{PPNA PH} \cdot 0,1) \cdot \text{Índice de Cosecha (IC)}}{\text{Consumo Individual anual (kgMS consumidos/Ev.año)}}$$

Ecuación 2

Comunidad	PPNA (kgMS/ha.año)	Receptividad (EV/ha)
Pradera húmeda de mesófitas	5500	0,75
Pradera de hidrófitas	6000	0,82
Estepa de halófitas	2000	0,27

Tabla 6. Valores de receptividad de tres comunidades. Los datos utilizados fueron: productividad primaria neta aérea (PPNA potencial) documentada para cada comunidad, índice de cosecha (IC) de 0,5 sugerido para los pastizales de la Pampa Deprimida y consumo individual diario por animal (CIA) de 10 kgMS/EV sugerido (Golluscio, 2009).

Disturbios

Las comunidades vegetales de los pastizales de la Pampa Deprimida han sido moldeadas por las condiciones climáticas de la región, sequías e inundaciones, por la posición topográfica y por las características geomorfológicas y edáficas. La productividad y otros atributos del funcionamiento del pastizal, como también los de su estructura, son modificados por los diferentes tipos de disturbios.

Evidencias obtenidas a campo (Chaneton et al., 1988) y ensayos experimentales (Insausti et al. 1999), reportan que la inundación prolongada favorece a las especies nativas del pastizal en detrimento de las exóticas invasoras. Asimismo, ayuda a la recuperación de los pastizales ante los cambios estructurales generados por el pastoreo intenso (Chaneton et al., 2001). Si bien las evidencias sugieren al fuego (Barrera y Frangi, 1997) y a la sequía e inundación (Barrera, 1991) como los disturbios con los que ha coevolucionado el pastizal pampeano, el pastoreo de los herbívoros es actualmente el principal disturbio que modela las comunidades vegetales (Chaneton et al. 2001). La vegetación tolera o incluso se ve favorecida con un pastoreo moderado, pero es vulnerable ante un pastoreo intenso (Milchunas et al., 1988).

Ante estos disturbios la capacidad de resiliencia de este pastizal ha demostrado ser alta. Mediante el manejo del pastoreo en función de las tasas de crecimiento y el conocimiento de aspectos ecofisiológicos, se han logrado incrementos notables del valor forrajero, aumentos en la PPNA de las gramíneas invernales y de la receptividad del pastizal (Jacobo et al., 2006).

Alternativas de utilización de los pastizales de la Pampa Deprimida

El pastoreo continuo es una práctica muy utilizada hace al menos 200 años y ha reemplazado la vegetación perenne nativa, que dominó en la vegetación original, por especies exóticas de

origen principalmente euroasiático (Facelli, 1988). Esto ha causado una severa reducción en los pastos de estación fría que son altamente preferidos por el ganado (Deregibus et. al. 1995) y ha contribuido a una marcada estacionalidad de la producción con aportes decrecientes en la época invernal (Perelman et. al., 2001). A su vez se ha producido el aumento en la riqueza de especies debido a la invasión de especies exóticas, hierbas nativas de bajo crecimiento y especies postradas (Rusch y Oesterheld, 1997). Estos cambios son claros indicadores de la degradación de los pastizales (Deregibus y Cahuepé, 1983), con la consecuente disminución de la producción primaria neta aérea (Rusch y Oesterheld, 1997) y la calidad del forraje (Chaneton et. al., 1988).

La utilización de un método de pastoreo, como lo es el rotativo, favorece una estructura de la vegetación que proporciona hábitat a una amplia cantidad de especies de buen valor forrajero, mayor riqueza y diversidad florística (Fuhlendorf et al. 2006). El pastoreo rotativo es un disturbio que enriquece y conserva la biodiversidad, mejora el estado de conservación del suelo en todos sus estratos y aumenta la producción sin degradar el pastizal (Rodríguez y Jacobo, 2012). Consiste principalmente en rotar entre los potreros o parcelas, donde los animales permanecen cierto tiempo, luego se los retira cuando todavía los pastos posean área fotosintéticamente activa (AFR) y se da un descanso para que las plantas se puedan recuperar y vigorizar.

Existen trabajos en los cuales se ha evaluado al pastoreo rotativo como herramienta para mejorar la condición de estos pastizales. Uno de estos trabajos (Jacobo et. al. 2006) mostró que aplicando el pastoreo rotativo en las medianas lomas (PHM) y los bajos dulces (PH) en asociación con alta carga animal instantánea, se incrementó la productividad de pastos de invierno de alto valor forrajero, sugiriendo que este sistema puede ayudar a aumentar la producción animal en esta región. En la media loma aumentó la cobertura de leguminosas, de gramíneas C3 invernales anuales y perennes y disminuyó la cobertura de gramíneas C4 estivales rastreras. En el bajo dulce, el pastoreo rotativo aumentó la cobertura de gramíneas hidrófitas y de leguminosas y disminuyó la cobertura de malezas. Estos autores afirman que el pastoreo rotativo promueve grupos florísticos de alto valor forrajero y reduce la superficie de suelo desnudo mediante la acumulación de broza. Estos cambios indican una mejora en la condición del pastizal y en su capacidad de carga. El trabajo concluye que es posible compatibilizar los objetivos productivos y la sustentabilidad de estos pastizales mediante el pastoreo rotativo.

Los pasos a seguir que permitan la utilización sustentable de los pastizales son:

1. Determinar la superficie de cada una de las comunidades presentes en el establecimiento: por lo general la comunidad que domina es la PHM (media loma) y en menor proporción las comunidades PH y EH (bajos alcalinos y dulces). En algunos campos hay sectores bien definidos de estos bajos, en esos casos es recomendable armar potreros o parcelas que los delimiten y así utilizarlos de manera diferente a la PHM. Aproximar por ambientes y utilizar el pastizal según la comunidad dominante permitirá respetar las principales características de estacionalidad y productividad de cada comunidad.
2. De cada comunidad determinar su condición realizando censos florísticos.
3. Estimar la PPNA actual tomando como base la PPNA potencial de cada comunidad según datos publicados (ver capítulo 6).
4. Definir el método de pastoreo.

5. Variables a tener en cuenta en el manejo del pastoreo:

- Momento de ingreso de los animales: en función de la disponibilidad de las gramíneas (OIP o PVO según el momento del año) (entre 1200 a 1500 kgMS/ha o 18-20 cm de altura).
- Tiempo de permanencia de los animales: no más de 5 días en la primavera y hasta 10 a 12 días en invierno. Si permanecen más tiempo los animales en la parcela, pueden consumir los rebrotos.
- Momento de egreso: cuando las gramíneas posean área foliar remanente (AFR: 10-12 cm) que les permita obtener la energía fotosintética para el rebrote.
- Frecuencia de pastoreo: es el tiempo de descanso o tiempo entre pastoreos. Depende de la TC de las especies (por lo general de las gramíneas). En primavera alrededor de 30 días, en verano entre 45 a 50 días, en otoño de 35 a 40 días y en invierno entre 60 y 100 días.

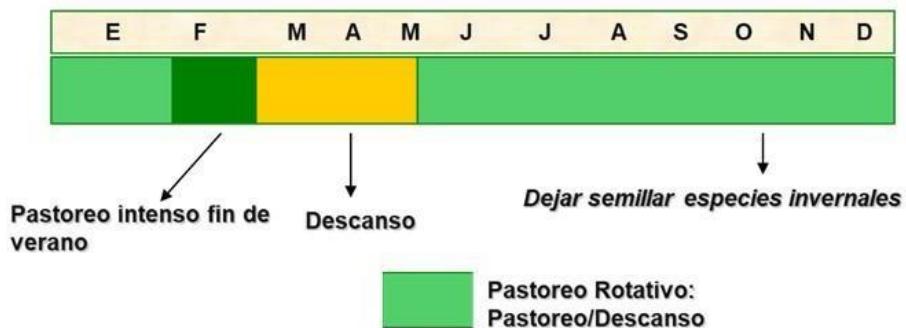
Utilización de la pradera húmeda de mesófitas

Esta comunidad se puede utilizar durante todo el año porque presenta especies de diferentes ciclos de crecimiento (OIP y PVO). Además de realizar descansos luego de cada defoliación para que se recuperen las especies, también se deben planificar descansos estratégicos con diferentes objetivos según el momento del año en que se realicen.

En la PHM una práctica recomendable es promocionar la germinación de las especies invernales; para lo cual se debe seleccionar un potrero de media loma donde estén presentes las gramíneas (raigrás anual, gaudinia, etc.), se las deja semillar en el mes de noviembre y luego se realiza un pastoreo más intenso (5 cm) a fines de febrero, para dar luz a las semillas que cayeron al suelo. Es importante dar descanso planificado al potrero para que se establezcan las especies que germinaron y pastorear a partir de mayo. Por lo general se la realiza en algunos potreros cada año (no es factible realizarlo en todo el campo), por ejemplo, aquellos que serán destinados a la parición de las vacas (Tabla 7 y Figura 10).

Momento del año	Objetivo	Prácticas
Fin de verano principios de otoño	Favorecer germinación y establecimiento de las especies invernales.	Pastoreo intenso (5 cm). Descanso de marzo a mayo
Primavera: fin de octubre principios de noviembre	Fructificación y madurez especies invernales.	Identificar los potreros donde las especies OIP estén semillando y dar descanso.

Tabla 7. Descansos planificados en la pradera húmeda de mesófitas: momento del año y objetivos.



Utilización de la pradera de hidrófitas y de la estepa de halófitas

Los bajos producen más en primavera y verano, menos en otoño y casi no producen en el invierno porque predominan las gramíneas C4. Se los debe utilizar con pastoreo rotativo y los descansos deben ser mucho más prolongados en el invierno. La utilización de los bajos dulces durante el invierno depende de la presencia de una película de agua, que actúa de protección ante las heladas (Figura 11).

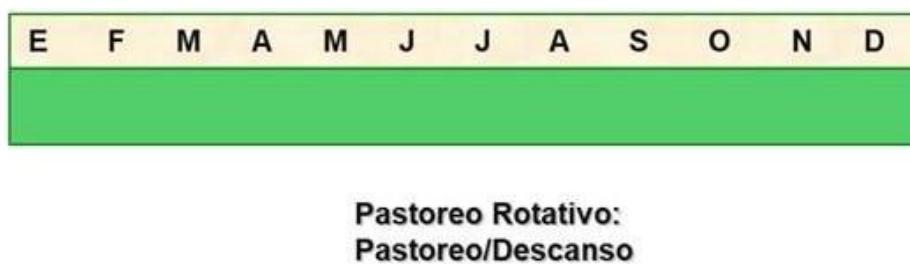


Figura 11. Esquema didáctico de manejo del pastoreo rotativo a lo largo del año de las comunidades de la pradera de hidrófitas y de la estepa de halófitas.

En los bajos alcalinos, principalmente si están degradados, se debe dar un descanso planificado, de varios meses, especialmente desde febrero a abril, momento en que se encuentran creciendo, así se vigorizarán, acumularán sustancias hidrocarbonadas y semillarán las especies de buen valor nutritivo (Tabla 9 y Figura 12).

Momento del año	Objetivo
Fin verano principios de otoño	Vigorización y Semillazón especies C4
Primavera: noviembre	Semillazón especies C3

Tabla 9. Descansos planificados en la estepa de halófitas: momento del año y objetivos.

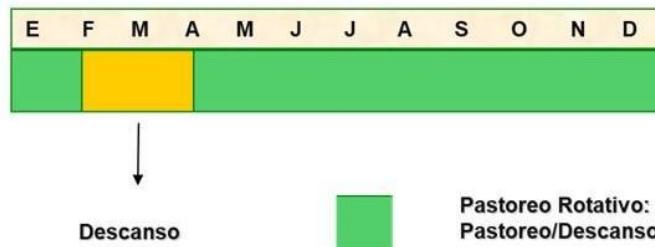


Figura 12. Esquema didáctico de manejo del pastoreo rotativo a lo largo del año en un pastizal con predominio de la comunidad EH y descanso planificado que permita que se vigoricen las especies estivales.

Otras herramientas para el cuidado de los pastizales

Introducción de especies

La interseñora se realiza con la finalidad de mejorar la producción y/o calidad del pastizal mediante la introducción de especies forrajeras valiosas nativas, naturalizadas y/o cultivadas. Las especies introducidas pueden complementar un bocado diario de mejor calidad y aumentar la producción de carne o leche. Entre las especies que se introducen están las leguminosas, cuando su presencia es baja en el pastizal, y las gramíneas para aumentar la cantidad de pasto durante la estación invernal. La interseñora es una práctica sencilla y de bajo costo que se implementa en ambientes con limitaciones para la siembra de pasturas como sucede en la media loma o en los bajos dulces o alcalinos. Para llevar adelante esta práctica es necesario conocer:

- El ciclo de vida de la especie (OIP o PVO)
- Fecha de interseñora: según especie. Gramíneas OIP: marzo. *Lotus tenuis*: fines de julio.
- Método de siembra: si se dispone, con maquinaria e interseñorarla o al voleo, teniendo en cuenta las densidades según el método utilizado.
- Manejo del sitio antes y después de la colocación de la semilla en el lugar seleccionado. Entre las especies del pastizal que pueden ser introducidas a través de la interseñora están el *Lotus tenuis* (trébol de los cuernitos); *Lolium multiflorum* (raigrás) y *Bromus catharticus* (cebadilla criolla). Todas ellas son especies que se encuentran en el pastizal natural de manera espontánea debido a que están adaptadas a los suelos de la región. Sin embargo, hay que tener en cuenta que las variedades comerciales tienen mayores requerimientos porque no han pasado ese proceso de adaptación.

La interseñora del pastizal con *Lotus tenuis* permite aumentar la cantidad de pasto y de proteína (Colabelli et al. 1993). El ciclo de vida de esta especie es: florece durante la primavera, forma semillas a fines de diciembre y caen al suelo en el mes de enero. Sigue creciendo a fines de verano y permanece verde durante el invierno. La fecha de siembra más recomendada es a fines de julio, porque la semilla con el suelo húmedo y frío disminuye la dureza de la cobertura

de la semilla. La mayor cantidad de semillas germinadas se da en agosto y septiembre. Es recomendable realizar un pastoreo intenso antes de la siembra (5 cm), para disminuir la competencia durante la germinación y después, dejar descansar el lote hasta el mes de octubre. Luego se puede pastorear de manera rotativa teniendo la precaución de excluir al pastoreo durante el mes de enero para permitir la semillazón de la especie. El raigrás y la cebadilla cumplen su ciclo de vida desde el otoño hasta fines de la primavera. Germinan en marzo y producen semillas en octubre y noviembre. Estas gramíneas pueden ser incorporadas al pastizal con el agregado de semillas al voleo o con sembradora en directa, previo pastoreo intenso, en el mes de marzo. Permitir el descanso hasta el mes de mayo y pastorear desde ese momento hasta octubre dejando descansar entre pastoreos. Los descansos planificados en octubre y noviembre son necesarios para la semillazón de las plantas que luego caen al suelo y pueden germinar al año siguiente durante el otoño temprano.

Fertilización del pastizal

La pradera húmeda de mesófitas es la comunidad que comúnmente se fertilizar porque en esos ambientes se encuentran las gramíneas invernales que son las que más responden a la fertilización. La fertilización con nitrógeno se utiliza la urea (U) (aporta nitrógeno) o con fosfato diamónico (FDA) (aporta nitrógeno y fósforo). El FDA también puede favorecer al crecimiento de leguminosas como el *Lotus tenuis*. Esta práctica repercute en mayor producción de pasto en un momento clave como el invierno, pero, si bien aumenta notablemente la producción invernal, la curva de crecimiento de la comunidad se modifica, se retrasa la producción de las especies estivales y varía la composición florística (Heguy, et al., 2011; Rodríguez Palma et al., 2007). El momento de aplicarlo es en el otoño cuando las gramíneas empiezan a crecer, la dosis puede variar entre 60 a 100 kg/ ha (es recomendable hacer análisis de suelo para ajustarla). La forma de aplicarlo puede ser con máquinas en línea o al voleo. Luego de aplicarlo dejar descansar el potrero aproximadamente hasta fines de abril principio de mayo o hasta que las gramíneas alcancen una disponibilidad de 1200 kgMS/ha o una altura de 20 cm. La forma de pastorearlo es también con pastoreo rotativo, es decir, sacar los animales cuando todavía las gramíneas tienen hojas y dejar descansar hasta que las plantas se recuperen.

Los suelos de la Pampa Deprimida presentan muy bajos niveles de fósforo (P). Una práctica recomendada es la fertilización con este elemento para favorecer principalmente a las leguminosas (*Lotus tenuis*, *Melilotus sp.*, etc.).

Consideraciones finales

Los pastizales de la Pampa deprimida son recursos muy valiosos no tanto por su producción de pasto sino también porque brindan innumerables servicios tangibles e intangibles. Debido al avance tecnológico y a la necesidad creciente de producir alimentos, los pastizales están en

riesgo. Esto es un importante desafío para los profesionales del sector: cómo mejorar la producción, en cantidad y en calidad, asegurando el manejo responsable de los recursos. La principal herramienta para el manejo de los agroecosistemas ganaderos es conocer la estructura de sus componentes y el flujo de energía y así definir las estrategias de intervención para maximizar esos flujos que permitirán conservar el recurso pastizal de forma sustentable.

Referencias

Alconada, M. (1991). Cambios físicos y químicos del suelo como consecuencia de distintos sistemas de manejo en pastizales del Norte de La Pampa Deprimida. Tesis de Magíster Scientiae, Área: Ciencias de Suelo. Escuela para Graduados. Facultad de Agronomía. UBA. Argentina.

Altesor, W., Ayala y Paruelo, J.M. (2010). Bases ecológicas y tecnológicas para el manejo de pastizales Editores: A. Serie: FPTA N° 26INIA ISBN: 978-9974- Editado por la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA Andes 1365, Piso 12. Montevideo - Uruguay <http://www.inia.org.uy>.

Barrera, M. (1991). Estudios ecológicos en las comunidades con arbustos de la Sierra de la Ventana. M. Sc. Tesis, Facultad de Ciencias Agrarias UNLP.

Barrera, M.D. & Frangi, J.L. (1997). Modelo de estados y transiciones de la arbustificación de pastizales de Sierra de la Ventana, Argentina. Editorial Ecotrópicos 10: pp. 161-166.

Batista, W. B.; León, R. J. C. y Perelman, S. (1998). Las comunidades vegetales de un pastizal natural de la región de Laprida, Prov. Bs. As, Argentina. Phitocoenología 16: 465-480.

Batista, W. B.; Taboada, M. A.; Lavado, R. S.; Perelman, S. B.; León, R. J.C. (2005). Asociación entre comunidades vegetales y suelos de pastizal de la Pampa Deprimida. En: La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas.

Burkart, S.; León, R. J. C. y Movia, C. (1990). Inventario fitosociológico del pastizal de la Depresión del Salado (Prov. Bs. As.) en un área representativa de sus principales ambientes. Darwiniana. 30 (1-4):27-69.

Burkart, S. E.; León, R. J. C.; Perelman, S. y Agnusdei, M. (1998). The grasslands of the Flooding Pampa (Argentina): Floristic heterogeneity of natural communities of the southern Rio Salado basin. Coenoses 13(1):17-27.

Burkart, S.E., M.F. Garbulsky, C.M. Ghersa, J.P. Guerschman, R.J.C. León, M. Oesterheld y S.B. Perelman. (2005). Las comunidades potenciales del pastizal pampeano bonaerense. Pp. 379-399. En: M Oesterheld, MR Aguiar, CM Ghersa y JM Paruelo (eds.). La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Un homenaje a Rolando León. Editorial Facultad de Agronomía. UBA.

Cauhépé, M. e Hidalgo, L. 2005. La Pampa inundable. FAUBA. p. 401-412.

Cahuepé, M., R.J.L. León, O. Sala, y A. Soriano. (1982). Pastizales naturales y pasturas cultivadas, dos sistemas complementarios y no opuestos. Rev. Fac. de Agromomía 3:1-11.

Camadro, E.L. y M.A. Cauhépé. (2003). ¿Conservación o explotación? Las pampas intangibles.

Ciencia Hoy, 13 (76): 48- 55.

Chapin F.S.III 1993. Functional role of growthforms in ecosystem and global processes. In ScalingPhysiological Processes: Leaf to Globe (eds. J.R.Ehleringer & C.B. Field). pp.287-312. AcademicPress Inc., San Diego. (15) (PDF) Grupos funcionales en arbustos desérticos definidos en base a las fuentes de agua utilizadas. Available from: https://www.researchgate.net/publication/230777477_Grupos_funcionales_en_arbustos_deserticos_definidos_en_base_a_las_fuentes_de_agua_utilizadas [accessed May 01 2023].

Chapin III, F Stuart, Matson, P.A. y Mooney, Harold. (2002). Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology. 10.1007/978-1-4419-9504-9.

Chaneton, E. J., Facelli, J. M., and León, R. J. C. (1988). 'Floristic changes induced by flooding on grazed and ungrazed lowland grasslands in Argentina', Journal of Range Management, Vol 41, pp 182–187.

Chaneton, E.J., M Omacini, O.J. Trebino & R.J.C. León. (2001). Disturbio, dominancia y diversidad de especies nativas y exóticas en pastizales pampeanos húmedos. Anales Acad. Cs. Ex., Fis. y Nat. 53:121-140.

Colabelli, M. (1996). Intersiembra de especies forrajeras en la pampa deprimida bonaerense". Facultad de Ciencias Agrarias, UN Mar del Plata-EEA Balcarce, INTA. Boletín Técnico N° 137.

Deregibus, V. A. (1988). Importancia de los pastizales naturales en la República Argentina. Situación presente y futura. Rev. Arg. Prod. Anim. Vol 8 N°1.

Deregibus, V. A. y M. A. Cahuepé. (1983). Pastizales naturales de la Depresión del Salado: Utilización basada en conceptos ecológicos. Revista de Investigaciones Agropecuarias 18:47-78.

Deregibus, V.A., Jacobo, Elizabeth y Rodríguez, Adriana. (1995). Perspective: Improvement in rangeland condition of the Flooding Pampa of Argentina through controlled grazing. African Journal of Range & Forage Science. 12. 92-96. 10.1080/10220119.1995.9647873.

Facelli, J. M., R. J. C. Leo' N. y Deregibus, V.A. (1989). Community structure ingrazed and ungrazed grasslands sites in the Flooding Pampa, Argentina. American Midland Naturalist 121:125–133 (14) (PDF) Rotational Grazing Effects on Rangeland Vegetation at a Farm Scale. Available from: https://www.researchgate.net/publication/305301873_Rotational_Grazing_Effects_on_Rangeland_Vegetation_at_a_Farm_Scale [accessed Apr 23 2023].

Fuhlendorf, S.D., Harrell, W.C., Engle, D.M., Hamilton R.G., Davis C.A. y Leslie Jr D.M. (2006). Should heterogeneity be the basis for conservation? Grassland bird response to fire and grazing. *Ecological Applications*. 16:1706-1716.

Golluscio, R. (2009). Receptividad ganadera: marco teórico y aplicaciones prácticas. Ecología Austral 19:215-232. Asociación Argentina de Ecología.

Hidalgo, L. G. y Cahuepé M'. (1991). Effects of seasonal rest in above groundbiomass for a native grassland of the flood Pampa, Argentina. Journal of Range Management 44:471–475 (14) (PDF) Rotational Grazing Effects on Rangeland Vegetation at a Farm Scale. Available from: https://www.researchgate.net/publication/305301873_Rotational_Grazing_Effects_on_Rangeland_Vegetation_at_a_Farm_Scale [accessed Apr 23 2023].

Insausti, P., E.J. Chaneton, & A. Soriano. (1999). Flood- ing reverted grazing effects on plant

community structure in mesocosms of lowland grassland. *Oikos*. 84: pp.266-276.

INTA (2010). Programa Nacional de Carnes. Las retenciones y sus efectos sobre la ganadería bovina. Disponible en: www.infobae.com/download/06/0350686.doc.

INTA (2015). Caracterización de la Producción Bovina. Sistema de monitoreo del sector de la carne bovina.

IPCVA (2019). Base de datos del Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina - Sitio web: www.ipcva.com.ar. Base de datos del Servicio.

Heguy, B., Vecchio, M., Fossati, R.; Lettieri, R.; Logroño, D.; Arias, M.; Pellegrini, A. (2011). Evaluación del efecto de diferentes tipos de fertilizantes sobre la productividad primaria neta aérea estacional de un pastizal de la Pampa Deprimida. 34º Congreso Argentino de Producción Animal. I Joint Meeting AAPA-ASAS. Revista Argentina de Producción Animal Vol 31 Supl. 1: 439-589.

Jacobo, E. (2012). Manejo de pastizales naturales para una ganadería sustentable en la Pampa Deprimida: buenas prácticas para una ganadería sustentable de pastizal: kit de extensión para las pampas y campos / Elizabeth Jacobo y Adriana Mabel Rodríguez; coordinado por Fernando O. Miñarro y Pablo Prelasco. Primera Edición. Buenos Aires. Fundación Vida Silvestre Argentina; Aves Argentinas AopISBN 978-950-9427-23.

Jacobo, E. Rodríguez, A., Bartoloni, N. y Deregbus, V.A. (2006). Rotational grazing effects on rangeland vegetation at a farm scale. *Rangeland Ecology and Management*. 59(3):249-257.

Lauenroth, W.K. y O.E. Sala. (1992). Long-Term forage production of North American shortgrass steppe. *Ecol. Appl.* 2:397-403.

León, R.; Agnusdei, M.; Burkart, A.; Fernandez Grecco, R.; Movia, C.; Oesterheld, M.; Perelman, S. y Rusch, G. (1985). Las comunidades vegetales del pastizal del sur de la Depresión de la Cuenca del Salado. Resumen XII. Reunión Argentina de Ecología. Misiones. Argentina.

León, R. J. C., S. E. Burkart, y C. P. Movia. (1979). La vegetación de la República Argentina. Relevamiento fitosociológico del pastizal del norte de la Depresión del Salado (Partido de Magdalena y Brandsen, prov. de Bs. As.). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Serie Fitogeográfica 17:11-93.

León, R.J.C., G.M. Rush y M. Oesterheld. (1984). Pastizales pampeanos - impacto agropecuario. *Phytocoenologia* 12: 201-218.

Matteucci, S.D. y Colma, A. (1982) Metodología para el estudio de la vegetación Publisher: The General Secretariat of the Organization of American States. Editor: Eva V. Chesneau ISBN: 0 8270 1611 5.

Milchunas, D.G., O.E. Sala & W.K. Lauenroth. (1988). A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. *The American Naturalist*. 132:87-106.

Oesterheld M., Loret J., Semmartin M., Paruelo, J.M. (1999). Grazing, fire, and climate effects on primary productivity of grasslands and savannas. pp. 287-306. In: "Ecosystems of disturbed ground" L.R. Walker (ed). Series: *Ecosystems of the World*. Elsevier

Oesterheld, M & y. Sala. (1994). Modelos ecológicos tradicionales y actuales para interpretar la dinámica de la vegetación. El caso del pastizal de la Pampa Deprimida. *Rev. Argentina de*

Producción Animal.14:9-14.

Odum, EP. 1972. Ecología. Nueva Editorial Interamericana. Tercera Edición. Pp. 639. Perelman, S.B., R.J.C. León & M. Oesterheld. (2001). Cross scale vegetation patterns of flooding Pampa grasslands. *Journal of Ecology*. 89: 562-577.

Rearte, D. (2007). La producción de carne en Argentina. Sitio argentino de Producción Animal. INTA.

Rodriguez, A.M. (2007). Effect Of Phosphate Fertilization On Flooding Pampa Grasslands(Argentina). *Rangelandecology And Management* 60:471-478. (15) (PDF) caracterización de un pastizal natural de la depresión de Laprida, efecto de la fertilización nitrogenada y fosforada e impacto en sistemas de cría de la zona. Available From: [Https://Www.Researchgate.Net/Publication/348248316_CARACTERIZACION_DE_UN_PASTIZAL_NATURAL_DE_LA_DEPRESION_DE_LAPRIDA_EFECTO_DE_LA_FERTILIZACION_NITROGENADA_Y_FOSFORADA_E_IMPACTO_EN_SISTEMAS_DE_CRIA_DE_LA_ZONA](https://Www.Researchgate.Net/Publication/348248316_CARACTERIZACION_DE_UN_PASTIZAL_NATURAL_DE_LA_DEPRESION_DE_LAPRIDA_EFECTO_DE_LA_FERTILIZACION_NITROGENADA_Y_FOSFORADA_E_IMPACTO_EN_SISTEMAS_DE_CRIA_DE_LA_ZONA) [Accessed May 01 2023].

Rodríguez Palma, R.; Rodríguez, Vergenes, T.y Andilón,J. (2007). A Fertilización nitrogenada de campo natural acumulada de forraje. *Rev. Arg. Prod. Anima.* Vol 27. Supl 1 236-237.

Rusch, G. M.y Oesterheld., M. (1997). Relationship between productivity and species and functional group diversity in grazed and non-grazed Pampasgrasslands. *Oikos* 78(3):519–526 (14) (PDF) Rotational Grazing Effects on Rangeland Vegetation at a Farm Scale. Available from:https://www.researchgate.net/publication/305301873_Rotational_Grazing_Effects_on_Rangeland_Vegetation_at_a_Farm_Scale [accessed Apr 23 2023].

Sala, O.E y Austin, A.T. (2000). Methods of Estimating Aboveground Net Primary Productivity. Pp. 31- 43 en: Sala, OE; RB Jackson; H Mooney & RH Howarth (eds.) *Methods in Ecosystem Science*. Springer, New York.

Sainz Rosas, H., Echeverría, H. y Angelini, H. (2005). Niveles de materia orgánica y pH en suelos agrícolas de la Región Pampeana y Extrapampeana Argentina. *Informaciones agronómicas - N ° 2.*

Scarneckchia, D.L. (1990). Concepts of carrying capacity and substitution ratios: a systems viewpoint. *J. Range Manage.* 43:553-555.

Soriano A. 1991. Rio de la Plata grasslandsen: Coupland, RT (ed.). *Natural Grasslands. Introduction and Western Hemisphere*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands. pp. 367-407.

Vervoort, F.B. (1967). Las comunidades vegetales de la Depresión del Salado (Provincia de Buenos Aires). INTA.

CAPÍTULO 3

Pasturas

Luciano Nahuel Lamarche y Gastón Hernán Jalil

Introducción

En la bibliografía pueden encontrarse diferentes definiciones del término pastura. Una de las más aceptadas la define como un área del tapiz vegetal, usualmente rodeada por un alambrado y considerada como unidad funcional para el pastoreo (Hodgson, 1979). De esta manera, la definición anterior hace referencia a cualquier recurso forrajero destinado al pastoreo, tanto pastizales naturales o pasturas cultivadas. Dentro de las pasturas cultivadas se encuentran las pasturas o verdeos anuales y las pasturas perennes. En este capítulo se desarrollan diferentes aspectos referidos a las pasturas perennes implantadas en la región pampeana, utilizadas en los agroecosistemas con los siguientes propósitos:

- a. Producir forraje en cantidad y calidad, con la mayor persistencia posible.
- b. Reducir los costos de producción de materia seca.
- c. Mejorar la fertilidad física y química de los suelos.

El objetivo de este capítulo es identificar los criterios necesarios para formular mezclas forrajeras a partir de una correcta elección de especies, teniendo en cuenta sus requerimientos edafoclimáticos, la productividad primaria neta aérea y su valor nutritivo con el objetivo de cubrir la demanda de los animales de los agroecosistemas ganaderos pastoriles de la Región Pampeana.

Clasificación de pasturas

Las especies que se utilizan con mayor frecuencia para la siembra de pasturas perennes pertenecen a dos familias botánicas, las gramíneas y leguminosas. Las gramíneas se caracterizan por adaptarse a diferentes condiciones de suelo, tolerar el pastoreo y/o cortes mecánicos, ser poco susceptibles a enfermedades y plagas, presentar buena productividad primaria neta aérea (PPNA) y persistencia. Las leguminosas, por otra parte, se destacan por el aporte de nitrógeno al sistema a través de la fijación biológica, poseen generalmente mayores requerimientos edáficos y un alto valor nutritivo para los animales (digestibilidad, porcentaje de proteína y minerales). Existen especies pertenecientes a otras familias, aunque menos difundidas en nuestra región, como achicoria forrajera (compuestas), *Brassica sp* (crucíferas), entre otras.

Las especies forrajeras más utilizadas en la región pampeana pueden ser agrupadas de acuerdo con su ciclo de crecimiento, en otoño-invierno-primaverales (OIP) o primavera-verano-otoñales (PVO) (Tabla 1).

ESPECIE	CICLO DE CRECIMIENTO
GRAMÍNEAS	
<i>Lolium perenne</i> (Raigrás perenne)	
<i>Dactylis glomerata</i> (Pasto ovillo)	
<i>Bromus catharticus</i> (Cebadilla)	
<i>Lolium arundinaceum</i> (Festuca alta)	OIP
<i>Thinopyrum ponticum</i> (Agropiro)	
<i>Phalaris bulbosa</i> (Falaris)	
<i>Eragrostis curvula</i> (Pasto llorón)	PVO
LEGUMINOSAS	
<i>Medicago sativa</i> (Alfalfa)	
<i>Lotus corniculatus</i>	
<i>Lotus tenuis</i>	PVO
<i>Trifolium pratense</i> (Trébol rojo)	OIP (variedades PVO)
<i>Trifolium repens</i> (Trébol blanco)	
<i>Melilotus officinalis</i> (Trébol de olor amarillo)	
<i>Melilotus albus</i> (Trébol de olor blanco)	OIP

Tabla 1. Ciclo de crecimiento de las gramíneas y leguminosas más utilizadas para la siembra de pasturas.

Las pasturas pueden clasificarse en función de diferentes criterios, como el número de especies que la componen, requerimientos ambientales, las estaciones del año en que concentran su producción, persistencia, entre otras.

Teniendo en cuenta el número de especies, las pasturas pueden ser monofíticas (una especie) o polifíticas (dos o más especies). Las polifíticas o mezclas, se clasifican en simples o complejas. Las mezclas simples están conformadas por dos o tres especies que presentan requerimientos similares. Las complejas en cambio, se componen de un mayor número de especies que se adaptan a diferentes condiciones ambientales, siendo de utilidad en lotes que presentan heterogeneidad de suelos.

Por otra parte, y teniendo en cuenta el momento en que producen y se utilizan las pasturas, se clasifican en estacionales y no estacionales. En las mezclas estacionales todos sus componentes producen en la misma época del año (OIP o PVO). Por otro lado, las mezclas no estacionales son aquellas conformadas por especies de diferente ciclo de crecimiento, por lo que genera producción de forraje durante todo el año (tabla 2).

MONOFÍTICAS	ESTACIONALES	OIP o PVO
		OIP o PVO
	SIMPLES	NO ESTACIONALES
		OIP y PVO
POLIFÍTICAS	ESTACIONALES	OIP o PVO
		OIP y PVO

Tabla 2. Clasificación de pasturas en función de la cantidad, requerimientos ambientales, estacionalidad y ciclo de las especies que las componen.

Por último, teniendo en cuenta la persistencia de las especies que la componen y la duración que se planifique de acuerdo con el planteo de rotación, las pasturas pueden ser de corta, media o larga duración (Tabla 3).

CORTA DURACIÓN	2-3 AÑOS
MEDIA DURACIÓN	4-5 AÑOS
LARGA DURACIÓN	6 o MAS

Tabla 3. Clasificación de pasturas en base a su persistencia.

Pautas para la elección de especies

Al momento de elegir las especies que van a conformar la pastura es necesario conocer: los requerimientos ecológicos de la/s especie/s, los requerimientos nutricionales de los animales y, en caso de que esté conformada por dos o más especies, la compatibilidad entre ellas (agresividad inicial y comportamiento a la defoliación) (Tabla 4). El primer paso, una vez definida la calidad del suelo y las condiciones ambientales (temperatura y precipitaciones), es realizar el listado de todas las especies forrajeras que se adaptan a ese ambiente. Luego determinar los requerimientos de los animales y así seleccionar las que mejor cubren esta demanda. Por último, se debe analizar la compatibilidad entre las especies seleccionadas, teniendo en cuenta su agresividad inicial y el comportamiento frente a las medidas de manejo como el pastoreo y la fertilización. Seguir estas pautas permitirá que las mezclas produzcan y persistan de acuerdo con los objetivos del sistema productivo.

1. Requerimientos ambientales de las especies que componen la mezcla.
2. Requerimientos nutricionales de los animales que componen el sistema de producción.

3. Compatibilidad entre especies: agresividad inicial y comportamiento ante la defoliación.

Tabla 4: Pautas para la elección de especies utilizadas en la siembra de mezclas forrajeras.

Requerimientos ambientales de las especies

Las especies forrajeras presentan diferentes requerimientos climáticos y edafológicos que deben tenerse en cuenta para lograr niveles productivos óptimos. En cada zona deben considerarse el régimen térmico (micro, meso o megatérmico) e hídrico (húmedo, sub-húmedo o semiárido). Para ello es necesario conocer como mínimo las temperaturas máximas, medias y mínimas, y los balances hidrológicos, respectivamente. Dentro de cada establecimiento deben caracterizarse los suelos teniendo en cuenta principalmente las siguientes variables: su profundidad, textura, pH, drenaje, fertilidad química y física.

Contrastando la información edafo-climática con los requerimientos ambientales de las especies (Tabla 5), podrán seleccionarse aquellas que expresen su máximo potencial de producción y persistencia.

ESPECIE	TEXTURA	DRENAJE	pH 1:2,5 Rango óptimo	FÓSFORO B&K (ppm) Rango crítico	TOLERANCIA A DÉFICIT HÍDRICOS	TOLERANCIA AL ENCHARCAMIENTO
<i>Lolium perenne</i> (Raigrás perenne)	Franco F. arcilloso	Bueno a muy bueno	6,5 - 7,0	8,0 - 10,0	Muy baja	No toleran
<i>Dactylis glomerata</i> (Pasto ovillo)	Franco				Alta	
<i>Bromus ciliaris</i> (Cebailla)	F. arenoso				Baja	
<i>Phalaris bulbosa</i> (Falaris)	Franco				Alta	Períodos breves
<i>Lolium arundinaceum</i> (Festuca alta)	F. arenoso	Regular a bueno	6,5 - 8,0	8,0 - 10,0		
<i>Thinopyrum ponticum</i> (Agropiro)	Franco, F. arenoso F. arcilloso Arcilloso				Muy alta	Tolera
<i>Eragrostis curvula</i> (Pasto llorón)	F. arenoso Arenoso		6,5 - 7,0		Muy alta	No tolera
<i>Medicago sativa</i> (Alfalfa)	Franco F. arenoso	Muy bueno	6,5 - 7,5	20,0 - 30,0	Alta	No toleran
<i>Trifolium pratense</i> (Trébol rojo)	Franco	Bueno	6,0 - 7,5	12,0 - 14,0	Media	
<i>Trifolium repens</i> (Trébol blanco)	F. arenoso		5,0 - 7,0	15,0 - 16,0	Baja	Moderada
<i>Lotus corniculatus</i>	F. arcilloso		6,0 - 7,5	10,0 - 12,0		
<i>Lotus tenuis</i>	F. arcilloso Arcilloso	Bueno a regular	5,0 - 8,0		Alta	Toleran

Tabla 5. Principales requerimientos ambientales de las especies de gramíneas y leguminosas más difundidas en la Región Pampeana argentina.

Requerimientos nutricionales de los animales

Los requerimientos nutricionales en cantidad y calidad de los animales varían en función de los sistemas productivos, el estado fisiológico y los objetivos de producción. Para definir la calidad de un forraje comúnmente se utiliza la concentración energética expresada en megacalorías de energía metabolizable (Mcal EM) y la proteína bruta (PB), aunque también el contenido de materia seca (% MS), fibra detergente ácida (FDA), fibra detergente neutro (FDN), la digestibilidad (%) y minerales. Como se observa en la Figura 1, los sistemas de cría poseen, en promedio, menores requerimientos proteicos y energéticos que los de invernada y tambo. Dentro de cada sistema a su vez, varían con el estado fisiológico de los animales y los objetivos de producción. Por ejemplo, en sistemas de cría los requerimientos pueden variar desde 8% de PB y 1,5 Mcal EM. kgMS⁻¹ para vacas preñadas y secas y hasta 16% de PB y 2,8 Mcal EM. kgMS⁻¹ en vacas que se encuentran en el pico de lactancia.

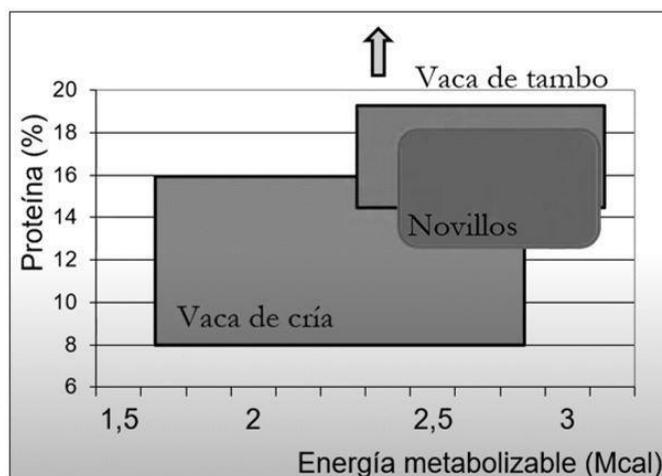


Figura 1. Demanda de Proteína Bruta (% PB) y Energía Metabolizable (Mcal EM. kgMS⁻¹) para vacas de cría, vacas de tambo y novillos (Adaptado de Viglizzo, 1988).

La calidad nutritiva entre las especies forrajeras es distinta y dentro de cada una, varía según su estado fenológico y la senescencia de hojas (Tabla 6). Los mayores valores de digestibilidad y proteína se encuentran durante el macollaje en gramíneas y la elongación de tallos en leguminosas tipo alfalfa (alfalfa y trébol rojo), mientras que los menores valores se presentan en el estado reproductivo. Dentro del macollaje se encuentra la senescencia foliar como factor determinante en la pérdida de calidad.

	DIGESTIBILIDAD (%)	PROTEÍNA BRUTA (%)
LEGUMINOSAS		
<i>Trifolium repens</i> (Trébol blanco)	70-85	20-30
<i>Medicago sativa</i> (Alfalfa)	70-80	22-25*
<i>Trifolium pratense</i> (Trébol rojo)	60-80	22-25*
<i>Lotus tenuis</i> y <i>Lotus corniculatus</i>	65-80	18-22
GRAMÍNEAS		
<i>Lolium perenne</i> (Raigrás perenne)	60-85	15-22
<i>Bromus ciliaris</i> (Cebadilla)	60-80	15-20
<i>Dactylis glomerata</i> (Pasto ovillo)	50-85	15-20
<i>Lolium arundinaceum</i> (Festuca alta)	50-75	12-18
<i>Thinopyrum ponticum</i> (Agropiro)	50-70	10-18
Los valores mas bajos corresponden al estado reproductivo y los mas altos al vegetativo		
*PB al 10% de floración		

Tabla 6. Rangos de digestibilidad y contenido de proteína bruta de las principales forrajerías utilizadas en la Región Pampeana.

La productividad primaria neta aérea (PPNA) de las especies puede expresarse en forma anual ($\text{kgMS.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$) o diaria (tasa de crecimiento (TC) ($\text{kgMS.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$)). Estas varían entre especies y de acuerdo con las condiciones edafoclimáticas donde se desarrollen.

Las evaluaciones de productividad normalmente se realizan mediante cortes en parcelas excluidas al pastoreo. Si bien existen numerosos ensayos donde se evaluaron la productividad en mezclas forrajerías, la mayor información disponible proviene de ensayos comparativos de rendimiento, realizados por organismos oficiales (INTA, Universidades, Institutos) y empresas privadas (semilleros, cooperativas, cámaras), donde se evalúan las especies puras. En la tabla 4 se muestran las productividades anuales promedio de las especies más utilizadas en la Región Pampeana. La PPNA de una pastura perenne polifítica se puede determinar en función de la especie con mayor PPNA y calidad (especie base de la mezcla).

PRODUCTIVIDAD ANUAL (kgMS/ha.año)	
LEGUMINOSAS	
<i>Medicago sativa</i> (Alfalfa)	9.000 - 20.000
<i>Trifolium pratense</i> (Trébol rojo)	8.000 - 12.000
<i>Lotus tenuis</i> y <i>Lotus corniculatus</i>	6.000 - 8.000
<i>Trifolium repens</i> (Trébol blanco)	3.000 - 4.000
GRAMÍNEAS	
<i>Lolium arundinacea</i> (Festuca alta)	8.000 - 11.000
<i>Thinopyrum ponticum</i> (Agropiro)	5.000 - 7.000
<i>Lolium perenne</i> (Raigrás perenne)	5.000 - 6.500
<i>Bromus ciliaris</i> (Cebadilla)	4.000 - 6.000
<i>Dactylis glomerata</i> (Pasto ovillo)	4.000 - 6.000

Tabla 7. Rangos de productividad anual de las principales especies forrajeras para distintos ensayos comparativos de rendimiento.

Las tasas de crecimiento promedio mensuales (kgMS.ha⁻¹.año⁻¹) permiten conocer la distribución del crecimiento a lo largo del año, y con ello los momentos de mayor y menor oferta forrajera (Figuras 2, 3 y 4).

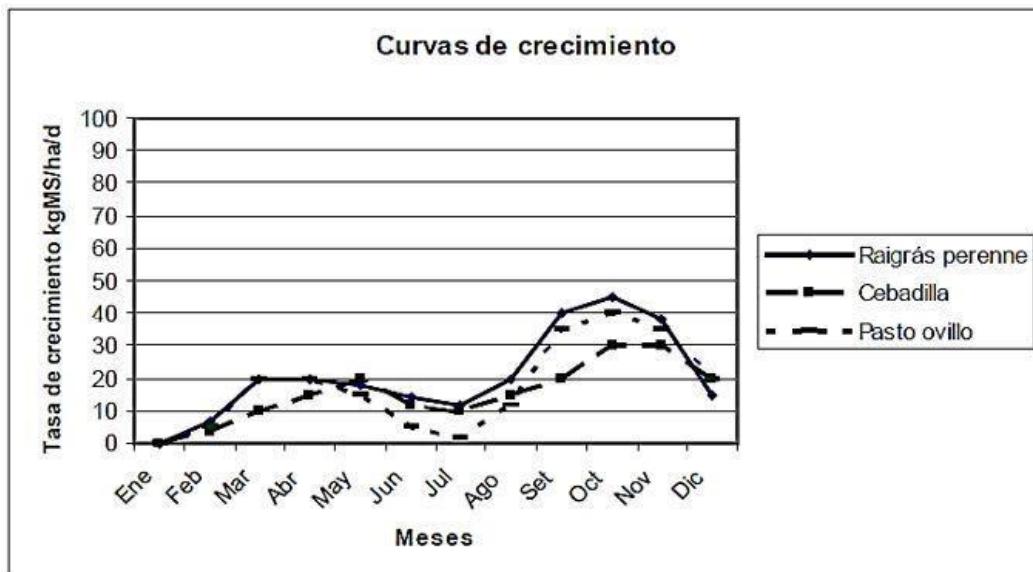


Figura 2. Tasas de crecimiento promedio mensuales (kgMS/ha.día) de raigrás perenne, cebadilla y pasto ovillo (Guía de Trabajos Prácticos del Curso de Forrajicultura y Prácticas, FCAyF, UNLP).

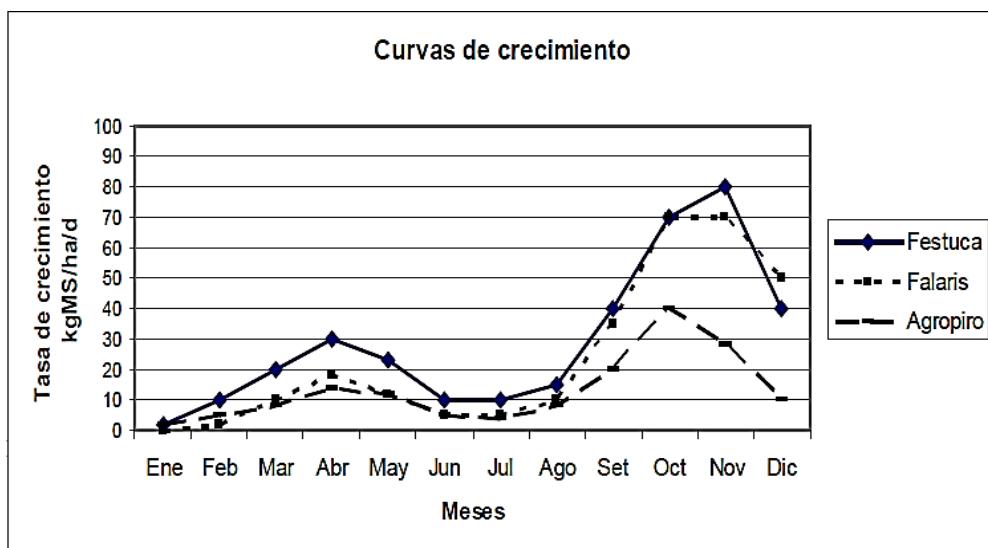


Figura 3. Tasas de crecimiento promedio mensuales (kgMS/ha.día) de festuca, falaris y agropiro (Guía de Trabajos Prácticos del Curso de Forrajicultura y Prácticatura, FCAYF, UNLP).

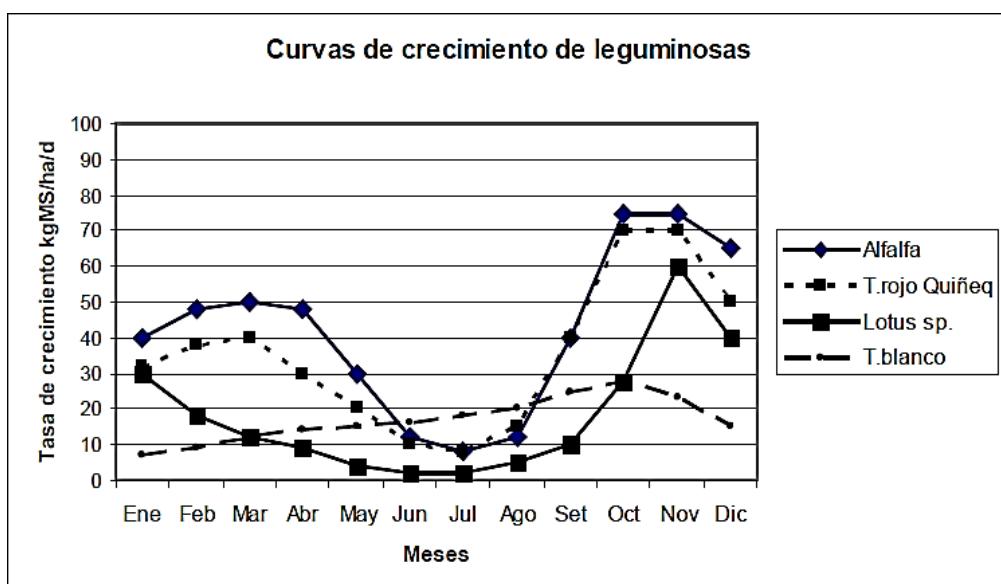


Figura 4. Tasas de crecimiento promedio mensuales (kgMS/ha.día) de alfalfa, trébol rojo, *Lotus sp.* y trébol blanco (Guía de Trabajos Prácticos del Curso de Forrajicultura y Prácticatura, FCAYF, UNLP).

Compatibilidad entre especies

Para la correcta elección de especies que compondrán la mezcla, es necesario conocer la habilidad competitiva inicial o *agresividad* y el comportamiento ante la defoliación.

Durante el establecimiento de la pastura las plantas compiten por agua y nutrientes y cada especie posee diferente agresividad (Tabla 8), por lo que habrá especies que sean más competitivas que otras. Esto debe tenerse en cuenta al momento de elegir y definir la densidad de siembra de cada uno de los componentes, para lograr el número de plantas objetivo una vez establecida la pastura.

	Ritmo de crecimiento relativo	
	36 días	51 días
LEGUMINOSAS		
<i>Medicago sativa</i> (Alfalfa)	100	100
<i>Trifolium pratense</i> (Trébol rojo)	72	70
<i>Lotus corniculatus</i>	38	43
<i>Trifolium repens</i> (Trébol blanco)	28	29
GRAMÍNEAS		
<i>Lolium arundinacea</i> (Festuca alta)	72	96
<i>Thinopyrum ponticum</i> (Agropiro)		
<i>Lolium perenne</i> (Raigrás perenne)	171	337
<i>Bromus ciliaris</i> (Cebadilla)	81	101
<i>Dactylis glomerata</i> (Pasto ovillo)	64	122

Tabla 8. Crecimiento relativo de diferentes especies a los 36 y 51 días desde la siembra, tomando a la alfalfa como base con un valor relativo de 100 (Adaptado de Blaser et al., 1956).

Una vez iniciada la utilización de la pastura, la defoliación será la principal variable de manejo que producirá cambios en la composición de la mezcla a lo largo del tiempo. Las gramíneas templadas y las leguminosas presentan diferente comportamiento ante la defoliación. Leguminosas como alfalfa y trébol rojo, no toleran pastoreos continuos o muy frecuentes ya que estos no permiten que acumulen sustancias de reserva, necesarias para mantener la estructura radical e iniciar un nuevo rebrote. Las gramíneas templadas como festuca, pasto ovillo, cebadilla o agropiro, son especialmente sensibles a pastoreos intensos (menos de 5 cm) que dejen escasa área foliar remanente. En ocasiones, la fertilización nitrogenada aumenta la acumulación de forraje y según la dosis y el ambiente puede afectar el contenido de leguminosas (Scheneiter, 2001).

Para mantener el equilibrio entre gramíneas y leguminosas, deberán tenerse en cuenta estas variables de manejo.

Mezclas propuestas para diferentes zonas y sistemas productivos

La Región Pampeana argentina es una extensa llanura que posee diferentes suelos y clima. Los suelos más representativos en cuanto a superficie e importancia para la agricultura y la ganadería pertenecen al orden Molisol, aunque existen otros como Alfisoles, Vertisoles, Entisoles, entre otros (Figura 5).

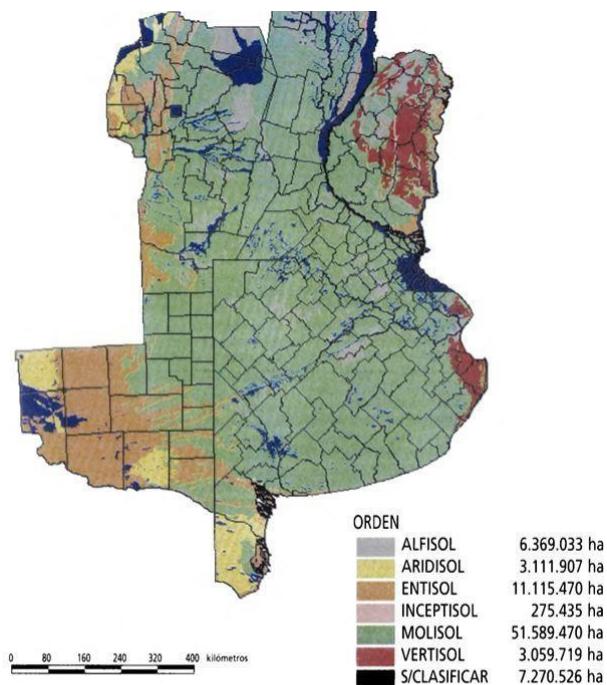


Figura 5. Mapa de las provincias que se encuentran en la Región Pampeana argentina con los órdenes de suelos y la superficie estimada de cada uno (Adaptado de Scoppa y Di Giacomo, 1998).

En cuanto a las variables climáticas más importantes, el régimen de precipitaciones disminuye de noreste a sudoeste (Figura 6) y se caracteriza por una importante variabilidad interanual. Las temperaturas por su lado aumentan de sur a norte, y la amplitud térmica de este a oeste.

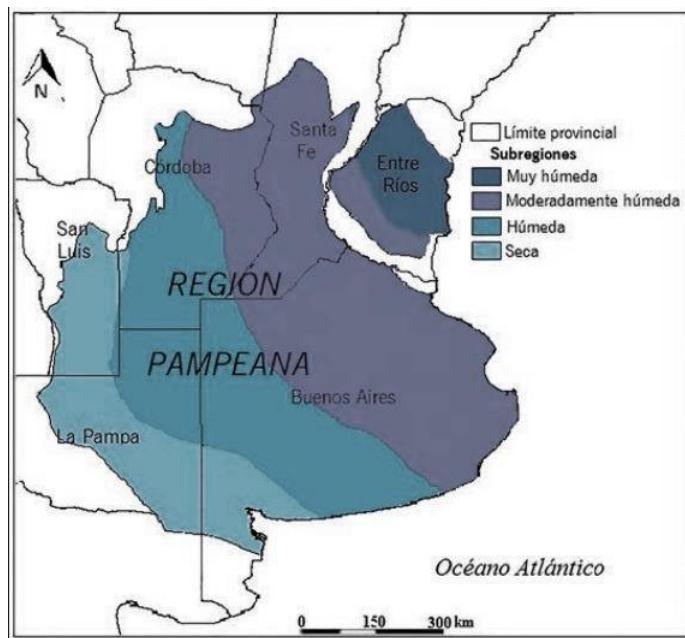


Figura 6. Mapa de zonificación de la región pampeana según su régimen pluviométrico para el período 1960-2016 (Adaptado de Aliaga, 2016).

A los fines didácticos y con el objetivo de comprender los mecanismos para la formulación de mezclas, se tomará únicamente la provincia de Buenos Aires, se simplificará la variabilidad edáfica y climática de la región, y se dividirá a la provincia en zona oeste y este.

Zona oeste de la provincia de Buenos Aires

Las características edáficas varían según la posición en el relieve. En esta zona la toposecuencia más representativa se caracteriza por poseer lomas arenosas, con buena profundidad de suelo, bajo porcentaje de materia orgánica y reducida retención hídrica. La media loma posee suelos fracos a franco arenosos con buena profundidad, buen drenaje, materia orgánica entre 2 a 3%, contenido de fósforo B&K entre 12 a 20 ppm (en función de la historia de los lotes) y pH neutros. Los bajos presentan drenaje reducido (encharcamientos temporarios o con una duración de meses) y con altos contenidos de sales y/o sodio. Las especies que mejor se adaptan y producen en función de la posición topográfica se muestran en la Figura 7.

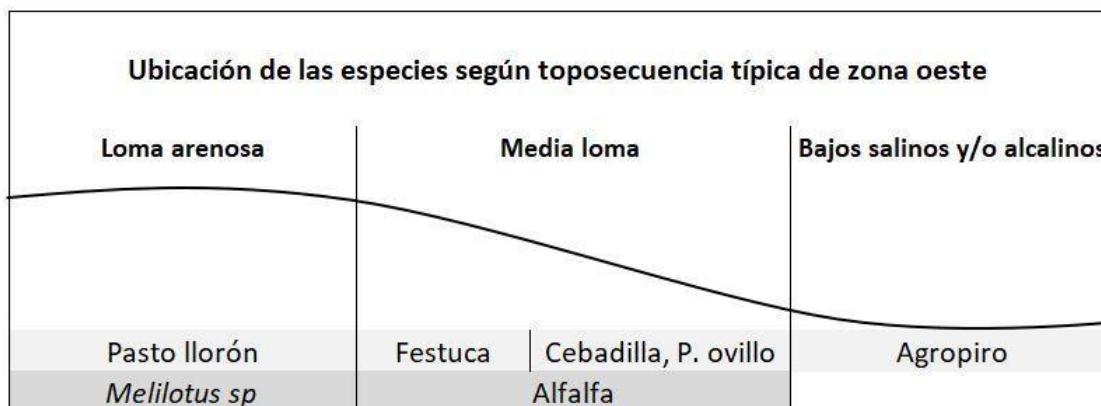


Figura 7: Toposecuencia en la zona oeste de la provincia de Buenos Aires y principales especies forrajeras (Adaptado Castaño, 2003).

Zona este de la provincia de Buenos Aires

En esta zona se encuentran cuatro ambientes según su ubicación en el relieve con características edáficas diferenciales. Las lomas son de textura franca, con suelos profundos, buen drenaje, materia orgánica entre el 3 al 5%, contenidos de fósforo B&K entre 8 a 15 ppm (en función de la historia de los lotes) y pH neutros a ligeramente ácidos. Las medianas lomas poseen suelos de mediana profundidad, con limitaciones en el drenaje, materia orgánica entre el 3 al 4%, contenido de fósforo B&K entre 4 a 8 ppm (en función de la historia de los lotes) y suelos fracos arcillosos. En las zonas más deprimidas se encuentran los bajos dulces o hidrófitos, caracterizados por tener encharcamientos semi permanentes, lo que genera restricciones en la adaptación de las especies comerciales actuales. En posiciones intermedias se encuentran los

bajos alcalinos y/o salinos, los cuales poseen salinidad y/o alcalinidad desde superficie con un reducido horizonte superficial orgánico, marcados déficits y excesos hídricos, bajos contenidos de materia orgánica y fósforo B&K (menores a 4 ppm). Las especies adaptadas a estas situaciones ambientales se observan en la figura 8.

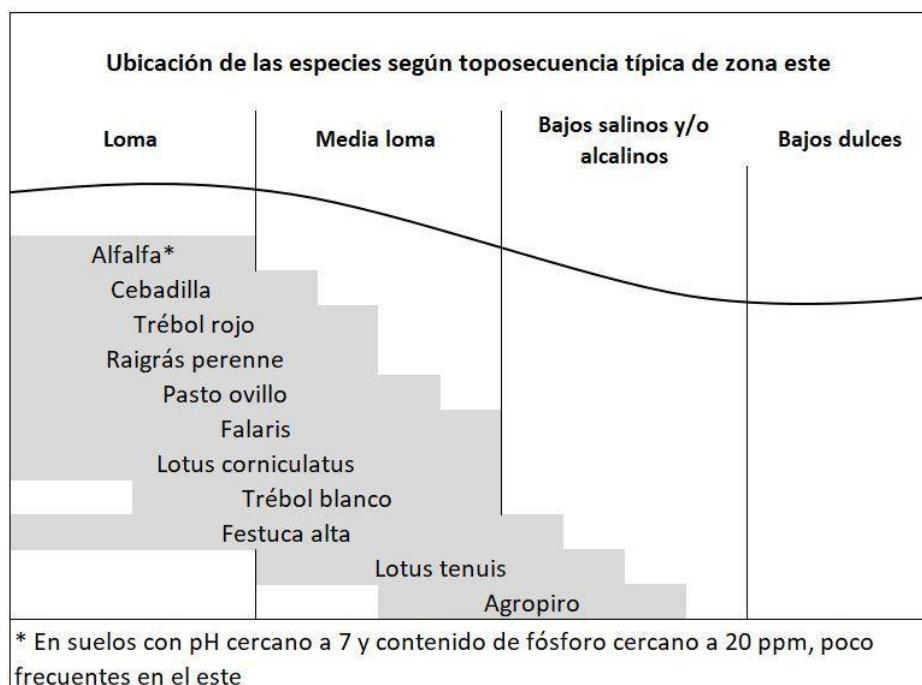


Figura 8: Toposecuencia en la zona este de la provincia de Buenos Aires y principales especies forrajeras (Adaptado Castaño, 2003).

Principales mezclas forrajeras difundidas en la Región Pampeana

A continuación, se muestra un resumen de las principales pasturas utilizadas para cada zona, sistema productivo, posición en el relieve y su clasificación (Tablas 9 y 10).

ESPECIES	SISTEMA PRODUCTIVO	UBICACIÓN RELIEVE	CLASIFICACIÓN
Alfalfa	Tambo e invernada		Monofítica
Alfalfa, pasto ovillo y/o cebadilla			Simple, no estacional
Alfalfa y festuca	Invernada	Media loma	Simple, no estacional
Alfalfa y falaris			Simple, no estacional
Pasto llorón		Loma	Monofítica
Pasto llorón y <i>Melilotus sp</i>	Cría		Simple, no estacional
Agropiro		Bajo salino/alcalino	Monofítica

Tabla 9: Principales pasturas utilizadas en la zona oeste de la provincia de Buenos Aires, el sistema productivo en que se utilizan, la posición en el relieve y su clasificación

ESPECIES	SISTEMA PRODUCTIVO	UBICACIÓN RELIEVE	CLASIFICACIÓN
Trébol rojo, trébol blanco, cebadilla y raigrás perenne	Tambo	Loma	Compleja, no estacional
Trébol rojo, trébol blanco, cebadilla y pasto ovillo			Compleja, no estacional
Trébol rojo, trébol blanco, <i>Lotus corniculatus</i> , cebadilla y raigrás perenne			Compleja, no estacional
Raigrás perenne y trébol blanco			Simple, estacional
Festuca y trébol blanco	Cría y recría	Media loma	Simple, estacional
Festuca, trébol blanco y <i>Lotus tenuis</i>			Simple, no estacional
Agropiro		Bajo salino/alcalino	Monofítica
Agropiro y <i>Lotus tenuis</i>			Simple, no estacional

Tabla 10: Principales pasturas utilizadas en la zona este de la provincia de Buenos Aires, el sistema productivo en que se utilizan, la posición en el relieve y su clasificación

La cadena de pastoreo (momento en que se utilizan los recursos), las tasas de crecimiento promedio mensuales y la digestibilidad de algunas de las mezclas representativas de la Región Pampeana se muestran en la Tabla 11.

Alfalfa sin latencia, cebadilla y pasto ovillo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
CADENA PASTOREO												
TASAS CRECIMIENTO (kgMS/ha.día)	35	30	40	35	15	5	5	15	40	70	50	50
DIGESTIBILIDAD (%)	65	65	65	65	65	60	60	65	75	75	70	70
Trébol rojo, trébol blanco, cebadilla y raigrás perenne	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
CADENA PASTOREO												
TASAS CRECIMIENTO (kgMS/ha.día)	30	35	30	30	15	10	10	20	30	25	40	40
DIGESTIBILIDAD (%)	60	60	65	70	70	65	65	65	60	70	70	66
Festuca continental y trébol blanco	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
CADENA PASTOREO												
TASAS CRECIMIENTO (kgMS/ha.día)	5	15	25	35	20	10	5	15	45	60	80	55
DIGESTIBILIDAD (%)	55	55	65	68	68	71	70	65	70	65	65	60
Agropiro	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
CADENA PASTOREO												
TASAS CRECIMIENTO (kgMS/ha.día)		10	20	20	15	10	15	20	30	35	30	
DIGESTIBILIDAD (%)		50	55	60	65	65	63	63	58	50	45	

Tabla 10: Cadena de pastoreo (casilleros grises), tasas de crecimiento medias mensuales (kgMS ha.día-1) y digestibilidad (%) de alguna de las mezclas utilizadas en la región pampeana.

Consideraciones finales

Las pasturas perennes son los recursos forrajeros más importantes dentro de la estructura forrajera de los agroecosistemas pastoriles ganaderos de la Región Pampeana. Por esto es necesario realizar una adecuada elección de especies a partir del conocimiento del ambiente donde se van a implantar (suelo y clima), la adaptación de las especies forrajeras a esos ambientes y la calidad y cantidad que ofrecen al sistema para cubrir los requerimientos de los

animales. Esto garantizará la estabilidad forrajera a lo largo del año y así cumplir los objetivos de producción secundaria.

Referencias

Aliaga, V. S., Ferrelli, F., Alberdi Algañaraz, E. D., Bohn, V. Y., & Piccolo, M. C. (2016). Distribución y variabilidad de la precipitación en la Región Pampeana, Argentina.

Blaser, R. E., Griffeth, W. L., & Taylor, T. H. (1956). Seedling Competition in Compounding Forage Seed Mixtures 1. *Agronomy Journal*, 48(3), 118-123.

Castaño, J. (2003). Adaptación y manejo de especies forrajeras y técnicas para optimizar su producción. 1^a Jornada de Actualización Ganadera. *Balcarce*. www.produccion-animal.com.ar.

Hodgson, J. (1979). Nomenclature and definitions in grazing studies. *Grass and forage science*, 34(1), 11-17.

Scheneiter, O., (2001). Mezclas de especies forrajeras perennes templadas. *Jornada de Actualización Técnica en Pasturas Implantadas*.

Scheneiter, O., & Pagano, E. (2005). Mezclas de especies forrajeras perennes templadas. *Jornada de Actualización Técnica en Pasturas Implantadas*, Sumidea SA. Generación y evaluación de cultivares de especies forrajeras.

Scoppa, C. O., & Di Giacomo, R. M. (1998). Edafogénesis pampeana. *Anales de la ANAV*, 52.

Viglizzo, E. 1981. Dinámica de los sistemas pastoriles de producción lechera. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires. 125 pp.

CAPÍTULO 4

Planificación forrajera en agroecosistemas

Federico Ezequiel Fernández, Adrián Rodríguez Guiñazú y María Victoria Etchevest

Introducción

La planificación forrajera es un procedimiento que se utiliza para proyectar los recursos forrajeros y su utilización, en el espacio y en el tiempo, en función del objetivo y la sustentabilidad de la unidad de producción. Para generar un procedimiento integral de la empresa se la debe articular con el área de administración agraria.

La planificación forrajera se organiza en etapas íntimamente relacionadas que buscan alcanzar el equilibrio entre el potencial pastura y el potencial animal (Figura 1). Se define como **potencial pastura** a la máxima capacidad de los recursos forrajeros para proveer nutrientes en un área determinada, formado por la estructura forrajera, fertilización, riego y suplementación y, el **potencial animal**, como la máxima capacidad de una población animal para producir en un área determinada, integrado por la genética, la carga animal y la relación animales productivos/animales totales (Viglizzo, 1981). La productividad secundaria y la eficiencia de los sistemas pastoriles son el resultado directo del equilibrio dinámico que mantienen los dos potenciales, por lo que es necesario aplicar la práctica profesional de la planificación forrajera (Figura 2) con el fin de mejorar el funcionamiento y resultados de los sistemas productivos.

El objetivo de este capítulo es desarrollar las etapas que integran la planificación forrajera para diferentes sistemas agropecuarios.

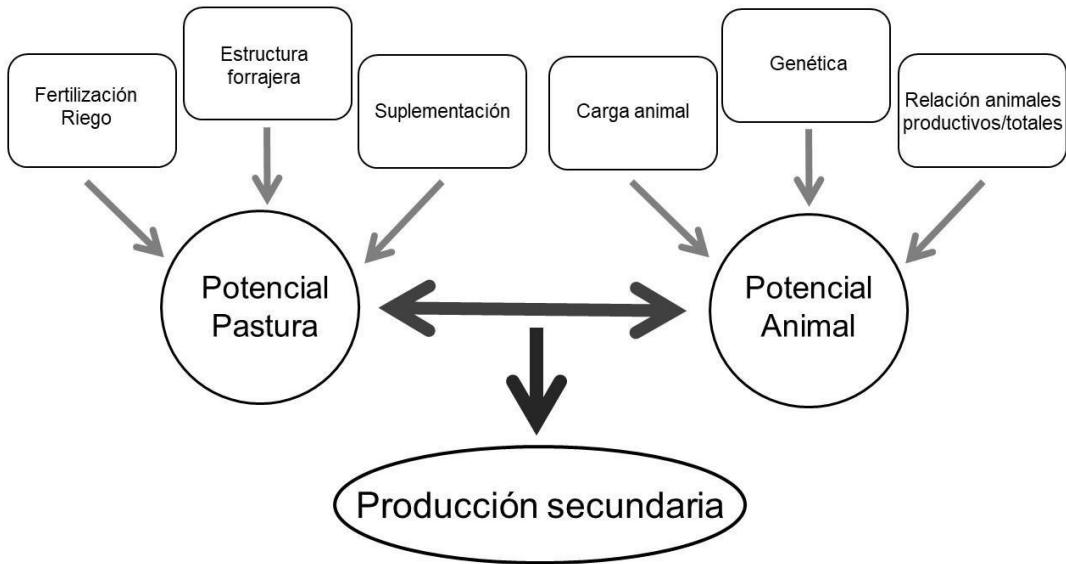


Figura 1: *Potenciales del sistema: potencial pastura, potencial animal y sus componentes.*

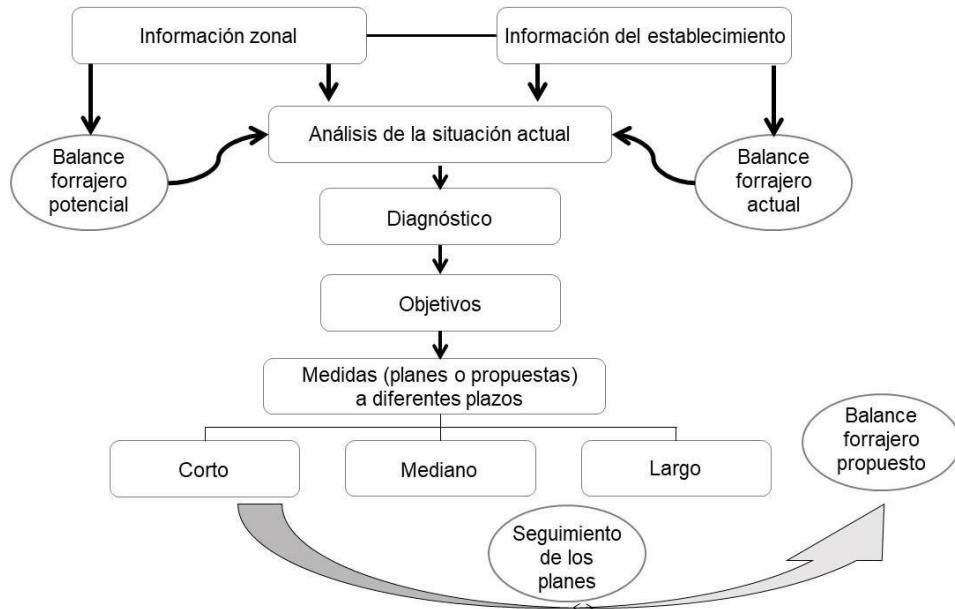


Figura 2: *Etapas de la planificación forrajera en agroecosistemas.*

Planificación forrajera. Etapas

Recopilación de la información zonal

El objetivo es describir la zona donde se ubica el agroecosistema a planificar. Para ello es importante buscar información correspondiente al clima, suelos, actividades productivas principales y secundarias, recursos forrajeros típicos, entre otros aspectos que contribuyan a la

descripción general y particular de la zona de interés. A continuación, se presenta la información mínima a recopilar y se mencionan distintas fuentes de consultas:

Clima

En este apartado es muy importante obtener los registros históricos de las precipitaciones mensuales y anuales de los últimos 30 años, temperaturas máximas, medias y mínimas (mensuales y promedio anual) y fechas de primer y última helada. Las fuentes de consulta son:

- Estaciones meteorológicas cercanas al establecimiento (verificar en https://datos.gob.ar/dataset/smn-listado-estaciones-meteorologicas-smn/archivo/smn_9.1)
- Servicio Meteorológico Nacional. <https://www.smn.gob.ar/estadisticas>; https://datos.gob.ar/dataset/smn-estadisticas-climaticas-normales/archivo/smn_8.1

Otro aspecto relevante es el balance hidrológico mensual que da una aproximación de la climatología del agua en el suelo. Este método consta del cálculo de entradas y salidas de agua de un sistema disperso como el suelo (curso de Climatología y Fenología Agrícola, FCAyF). Para estimar el balance hidrológico en el suelo a lo largo del año se necesitan conocer las precipitaciones medias mensuales y/o milímetros de riego, la evapotranspiración potencial media mensual y la capacidad de campo (relacionada con el tipo de suelo más frecuente en la zona). El balance hidrológico, permite conocer las deficiencias y excesos de agua y presenta múltiples aplicaciones como definir la hidrología de una zona, determinar su aptitud productiva, planificar labores culturales, oportunidad de siembra, entre otras. La fuente de consulta es:

Guía de estudio Unidad Temática E. Curso de Climatología y Fenología Agrícola. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales-Universidad Nacional de La Plata (FCAyF-UNLP): Metodología de Thornthwaite. (<https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/course/view.php?id=261>)

Suelos

El suelo es un cuerpo natural con propiedades distintivas, repetitivas y previsibles (Porta et al.1994, en Alconada, 2018). Los suelos característicos de la zona deben ser analizados desde una óptica holística, a partir de la relación suelo–vegetación– geomorfología–agua superficial y subterránea como un criterio clasificatorio del paisaje. Estas relaciones definen los conocimientos que son necesarios para interpretar la fertilidad del suelo, entendida a partir de las potencialidades y limitantes que efectivamente resultan de su comprensión global (Alconada, 2018). Reconocer el origen de estas permite definir acciones de manejo. Para esta caracterización inicial se utilizan distintas cartas de suelos que él/la lector/a debe relacionar con la escala utilizada, en cada una de las cartas, para interpretar correctamente la información útil que brindan. Las fuentes de consultas son:

- GeoINTA: Suelos de la República Argentina. Escala 1:500.000 (ver según provincia). www.geointa.gov.ar.
- Carta de suelos de la provincia de Buenos Aires. Escala 1:100.000. Consultar en los cursos de Edafología y Manejo y Conservación de Suelos.
- Carta de suelos de la República Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Centro de Investigación de Recursos Naturales. Reconocimiento de Suelos. Escala 1:50.000. www.inta.gob.ar/documentos/carta-de-suelos-de-la-provincia-de-buenos-aires.

Actividades productivas principales y secundarias

La caracterización y resultados productivos de las principales actividades agropecuarias que se realizan en la zona son importantes para realizar comparaciones con el agroecosistema en estudio. Para sistemas agrícolas es necesario conocer los principales cultivos, tecnologías de proceso e insumos utilizados y rendimientos, expresados en kg de grano. ha⁻¹. Para sistemas ganaderos (puros o mixtos) es importante conocer las razas bovinas y/u ovinas predominantes, carga animal (EV. ha⁻¹), índices reproductivos y productividad secundaria (expresada en kg de carne ha⁻¹ para sistemas de producción de carne y en litros de leche ha⁻¹ y/o kg de grasa butirosa ha⁻¹ para sistemas de producción de leche). Las fuentes de consultas son:

- Censo Agropecuario Nacional (<https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-8-87>).
- Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca de Nación (<https://www.argentina.gob.ar/agricultura/agricultura-ganaderia-y-pesca>).
- Informes confeccionados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Ministerio de Desarrollo Agrario de la provincia de Buenos Aires (https://www.gba.gob.ar/desarrollo_agrario/direccion_de_economia_estadistica_y_mercados_agropecuarios).
- Secretarías de Producción de Municipios.
- Grupos CREA.

Recursos forrajeros

Los recursos forrajeros utilizados en la zona pueden ser naturales o implantados. Para los recursos naturales se debe definir el tipo de pastizal: microtérmico, mesotérmico o megatérmico, describir sus principales características estructurales y funcionales y, en el caso de los mesotérmicos, las comunidades vegetales que lo componen. En los recursos implantados mencionar los principales cultivos perennes y anuales y el valor de productividad primaria neta

aérea, expresado en kg de materia seca. ha⁻¹ año⁻¹. Las fuentes de consulta son:

- Para pastizales de la Región Pampeana (para otras zonas consultar en el curso de Forrajicultura): Burkart, S.E., Garbulsky, M.F., Ghersa, C.M., Guerschman, J.P., León, J.C.R., Oesterheld, M., Paruelo, J.M. y Perelman, S.B. 2005. Las comunidades potenciales del pastizal pampeano bonaerense. En: La Heterogeneidad de la Vegetación de los Agroecosistemas. pp. 379-399. Un Homenaje a Rolando León. Eds.: M. Oesterheld, M. Aguiar, C. Ghersa y J. Paruelo. Editorial de la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Censos agropecuarios.
- Municipios: Secretaría de Producción.
- Guía Tomo I y II curso de Forrajicultura y Práctica. FCAyF. UNLP.

Recopilación de la información del establecimiento

La información recopilada del establecimiento es una base esencial para continuar, de manera correcta, con las etapas subsiguientes de la planificación forrajera. Para ello, se pueden reconocer dos instancias, una previa a la salida al campo para ordenar la visita y la otra, el relevamiento de información propia del establecimiento mediante una o varias visitas.

Recopilación de la información del establecimiento. Previo a la visita al campo

Antes de la visita al establecimiento se recomienda conocer su ubicación exacta y cotejarlo con su respectivo croquis. Luego se realiza la búsqueda de imágenes satelitales y se comienzan a generar mapas preliminares con la finalidad de reconocer la heterogeneidad de ambientes presentes en el agroecosistema a planificar. Existen diferentes plataformas que suministran imágenes satelitales. A continuación, se mencionan algunas de ellas:

- a) Google Earth Pro. Esta plataforma ofrece imágenes satelitales con distintas fechas que permitirán observar la heterogeneidad de ambientes y eventuales cambios en la tonalidad de la vegetación. Asimismo, presenta herramientas para medir longitud (útil para conocer, por ejemplo, la distancia entre la/s aguada/s y el/los potrero/s), cálculo de área (para conocer la superficie de cada potrero, la superficie de cada ambiente, etc.), entre otras.
- b) Visor GeoINTA. Es un sistema de geoinformación para consulta y procesamiento de datos georreferenciados de Argentina. Permite acceder a información de suelo, cobertura y perfiles de suelos contenidos en proyectos interactivos con distintas capas de información en una escala 1:50000. El procedimiento para utilizarlo se desarrolla en [Anexo](#).

A partir de imágenes de Google Earth Pro y del mapa con las unidades cartográficas de suelo se recomienda realizar la superposición con el croquis del campo que contenga el número y superficie de cada lote, recurso forrajero presente y/o cultivo de cosecha. Se deben establecer estaciones de muestreo para relevar información en todos los ambientes predeterminados y

recursos forrajeros. Si dos sectores del campo se encuentran distantes y corresponden a un mismo ambiente con un recurso forrajero semejante, se puede relevar información de aquel que tenga una mejor accesibilidad (por ejemplo, cercanía al casco, camino, etc.). Es esencial generar planillas de campo que ordenen y contengan las distintas variables e información que se deben relevar y generar durante la recorrida, como así también la encuesta a realizar al productor/a y/o encargado/a. En el siguiente enlace se comparte un ejemplo de una encuesta, formulada por el curso de Administración Agraria de la FCAyF-UNLP y adaptada por el curso de Forrajicultura y Prácticatura con el fin de recopilar la información para la planificación forrajera (<https://nextcloud.agro.unlp.edu.ar/owncloud/index.php/s/AW3mP39nPxsod3>).

Recopilación de la información del establecimiento. Visita al campo

En esta etapa de la planificación forrajera se articula la información recopilada previamente a la visita al campo con el relevamiento in situ y la encuesta con él/la productor/a y/o encargado/a. A continuación, en la Tablas 1, 2, 3, 4, y 5 se presentan los objetivos, información para recopilar y materiales necesarios para describir la estructura productiva, el nivel de organización y gestión de la empresa, el potencial pastura, el potencial animal, manejo del rodeo y el cálculo de la producción secundaria respectivamente.

Objetivos	Información a recopilar	Material
Describir la estructura productiva del establecimiento	Personal (fijo y/o variable), mejoras (casa, galpones, tinglados, sala de ordeño, etc.), instalaciones (molino, tanque australiano, bebederos, manga, corrales, balanza, silos, etc.), maquinaria propia. Evaluar el estado de conservación de mejoras e instalaciones.	Encuesta al/la productor/a y/o encargado/a.
Describir el nivel de organización y gestión de la empresa	Grado de asociación, tiempo de dedicación a la actividad, gestión de producción (sistema de información) y sistema de planificación del establecimiento.	

Tabla 1: Objetivos, información a recopilar y material necesario para relevar la estructura productiva, el nivel de organización y de gestión de la empresa.

Objetivo	Información para recopilar			Material
Describir el Potencial Pastura	Estructura forrajera	Recursos naturales (pastizal)	<p>Reconocer las comunidades vegetales y determinar su proporción a escala de lote [ver punto 1.1]. Relevar la composición florística [1.2].</p> <p>Cadena de pastoreo [1.4].</p> <p>Utilización de los recursos forrajeros (URF) [1.5].</p>	1) Mapa preliminar con número de lote, superficie, recurso forrajero, unidades cartográficas. 2) Planilla general de relevamiento de lotes [tabla 6, T6]. 3) Planilla de censos florísticos [T7]. 4) Guía de reconocimiento de herbáceas. 5) Cuadrado de cortes, tijera, bolsa, etiquetas y regla graduada [1.5.1 y 1.5.2]. 6) Encuesta.
		Recursos implantados perennes y anuales	<p>Identificación del planteo de rotación [1.6]. Secuencia de cultivos. [1.7]. Cálculo de la superficie ganadera [1.8].</p> <p>Para cada recurso detallar: implantación (cultivo antecesor, preparación de la cama de siembra, fecha y densidad de siembra, especies y cultivares, distancia entre surcos, etc.).</p> <p>Cobertura vegetal total y específica [1.2]. Número de plantas.m⁻², eficiencia de implantación [1.3]. Cadena de pastoreo [1.4]. URF [1.5].</p>	1) Encuesta. 2) Planilla de censo florístico [T7]. 3) Cinta métrica [1.3]. 4) Cuadrado de corte, tijera, bolsas, etiquetas., regla graduada [1.5.1 y 1.5.2].
		Otros recursos forrajeros (promoción de especies invernales, rastrojos de cosecha, etc.)	<p>En promociones de especies invernales describir: metodología utilizada (con herbicida, mecánico o pastoreo intenso). Fecha de aplicación de herbicida, tipo de producto y dosis. Relevar composición florística [1.2].</p> <p>En rastrojos de cultivos de cosecha evaluar cobertura de rastrojo, especies espontáneas (cobertura específica de cada una) y porcentaje de suelo desnudo [1.2]. Cadena de pastoreo [1.4]. URF [1.5].</p>	1) Planilla de censo florístico [T7]. 2) Encuesta.
Fertilización y riego			Especificar tipo y dosis de fertilizante utilizado, momento de aplicación. Información de análisis de suelo. Si se utiliza riego especificar época y volumen aplicado.	Encuesta

Suplementación	Especificar si se usa o no. Si se utiliza detallar: los recursos producidos en el establecimiento como: heno, silaje (planta entera o grano), granos y los recursos comprados: granos, subproductos, rollos, sales, vitaminas, etc. Objetivos. Período y categorías de animales con suplementación. Cantidad suministrada por animal/día. Modo de suministro.	Encuesta
----------------	---	----------

Tabla 2: Objetivo, información a recopilar y materiales necesarios para relevar el potencial pastura del agroecosistema.

Objetivo	Información a recopilar			Material
Describir el Potencial Animal	Genética	Raza y frame score [1.9].		Encuesta
	Carga animal [1.10]	Identificación de la composición de los rodeos (categorías y número de animales). Cría (vacas, terneros/as, vaquillonas de recría, toros). Invernada (novillos y vaquillonas diferenciadas, si hay rodeos de diferente edad o peso). Tambo (vacas y vaquillonas en ordeñe, secas, preparto, vaquillonas en servicio, recría, guachera y toros). Cantidad de otros animales (ovejas, caballos, etc.).		Encuesta
	Relación animales productivos/animales totales	Sistema de cría y recría de hembras para reposición	Indicadores [1.11] Porcentaje de preñez, de parición y destete. Aumento diario de peso vivo (ADPV) Información Número de vacas y vaquillonas servidas. Número de terneros/as nacidos/as y muertes perinatales. Número de terneros/as destetadas y muertos. Entrada y salida de vacas y vaquillonas. Evolución de peso vivo de las categorías de reposición.	Encuesta
	Sistema de invernada		Indicador [1.12] ADPV.	Encuesta
			Información Peso vivo de entrada, peso vivo de salida. Dinámica de aumento diario de peso vivo. Duración de la invernada.	
		Sistema de tambo	Indicadores [1.13] Producción de leche por lactancia teórica [1.13.1]. Duración de la lactancia [1.13.2]. Intervalo entre partos [1.13.3]. Relación vacas en ordeñe/vacas totales [1.13.4]. Edad de primer servicio [1.13.5].	Encuesta y control lechero

Tabla 3: Objetivo, información a recopilar y materiales necesarios para relevar el potencial animal del agroecosistema.

Objetivo	Información a recopilar		Material
Describir el manejo de los rodeos	Sistema de cría y recría de hembras para reposición	Época y duración del servicio. Edad y/o peso del primer servicio. Tipo de servicio: inseminación artificial o servicio natural. Época y duración de la parición. Momento del destete (mes). Edad y peso vivo promedio de los terneros/as al destete. Época y peso al momento de la venta (terneros/as y vacas de descarte). Porcentaje de reposición. Manejo sanitario de los rodeos.	Encuesta
	Sistema de Invernada	Mes de entrada y de salida de los animales. Peso vivo promedio a la entrada y a la salida. Duración de la invernada (expresado en meses o años).	Encuesta
	Sistema de tambo	Edad de primer servicio de vaquillonas. Tipo de servicio: inseminación artificial o servicio natural. Descripción de la alimentación (dieta) de la vaca en ordeñe, vaca seca y guachera. Detallar si el rodeo en ordeñe es único o se encuentra dividido en categoría y/o nivel de producción.	Encuesta

Tabla 4: Objetivo, información a recopilar y material necesario para relevar el manejo de los rodeos en el agroecosistema.

Objetivo	Información a recopilar		Material
Calcular la productividad secundaria del sistema [1.14]	Sistema de cría con recría para reposición	Cuantificar la producción en kg ha-1año-1 de carne.	Encuesta y fórmulas
	Sistema de Invernada	Estimar la producción en kg ha-1año-1 de carne. En caso de ser un sistema mixto considerar sólo las hectáreas ganaderas [1.8].	
	Sistema de tambo	Estimar la producción en kg ha-1año-1 de grasa butirosa	

Tabla 5: Objetivo, información a recopilar y materiales necesarios para conocer la producción secundaria del sistema productivo.

Planilla general del relevamiento a escala de lotes [1.1]

El objetivo es verificar *in situ* el relevamiento obtenido por imágenes satelitales previo a la salida a campo en cada uno de los lotes. Consiste en una observación general identificando las principales características edáficas y de la vegetación. Es importante reconocer la diferencia de escala utilizada en este caso, que es a nivel de lote-ambiente-especies vegetales, en comparación con las unidades cartográficas obtenidas del GeoINTA (Tabla 6).

Nombre del establecimiento		Fecha		Lote N°					
Observaciones edáficas									
Unidad/es cartográfica/s									
Ambientes	Profundidad del horizonte A Presencia de limitaciones (costras superficiales, piso de arado, Bt, hidromorfismo, etc.)								
Observaciones en la vegetación									
Recursos forrajeros		Porcentaje de ocupación	Cobertura vegetal total (%)	Relación material vivo/muerto	Vigor de las especies				
Pastizal natural	Pradera húmeda de mesófitas								
	Estepa de halófitas								
	Pradera de hidrófitas								
	Verdeos anuales								
Pasturas perennes									
Promoción de especies invernales									
Rastrojo									

Tabla 6: Planilla de registro del relevamiento a nivel de lote con las principales observaciones edáficas y de vegetación.

Composición florística [1.2]

El objetivo es conocer la estructura de los distintos recursos forrajeros y así evaluar su condición. Uno de los métodos para relevar la composición florística es el de censos fitosociológicos de Braun Blanquet (1950) y se puede sistematizar la información en planillas para cada uno de los recursos forrajeros y unidades de muestreo (UM) Tabla 7. En el pastizal natural, se debe relevar cada una de las comunidades vegetales (pradera húmeda de mesófitas,

estepa de halófitas y pradera de hidrófitas) en por lo menos tres unidades de muestreo para cada caso; en pasturas implantadas perennes y verdeos anuales se debe realizar por lo menos una unidad de muestreo para cada lote con estos recursos forrajeros.

En cada una de las unidades de muestreo seleccionadas previamente, se debe delimitar una superficie de 25 m² (5x5 m). Se procede a relevar las especies presentes en 0,25 m², luego se releva a 0,5 m², de esta superficie en adelante solo se anotan las especies nuevas que aparecen, se continua con este procedimiento de reconocimiento de especies a 1 m², 2 m², 4 m², 8 m², 16 m² y 25 m². Finalizada la identificación de las especies, se continua asignando el porcentaje de cobertura específica para cada una de las especies encontradas y el porcentaje de suelo desnudo y broza en los 25 m². La suma de todas las coberturas específicas corresponde a la estimación de la cobertura vegetal total. La sumatoria de la cobertura vegetal total, broza y suelo desnudo debe ser 100. Asimismo, se obtiene el total de especies presentes en cada UM (Tabla 7).

Establecimiento		Lote:		Fecha:						
		Recurso forrajero y/o comunidad vegetal:		Estación del año:						
	Especies encontradas	0,25	0,5	1	2	4	8	16	25	Cobertura relativa (%)
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
Número de especies										
Cobertura vegetal total (%)										
Broza (%)										
Suelo desnudo (%)										

Tabla 7: Planilla de registro de la composición florística para cada recurso forrajero y/o comunidad vegetal. Estimación de la cobertura relativa de cada especie vegetal (%), número de especies, cobertura vegetal total (%), broza (%) y suelo desnudo (%) para las distintas unidades de muestreo (UM).

Número de plantas por metro cuadrado y eficiencia de implantación [1.3]

El objetivo de contar plantas y referenciarlas a metro cuadrado es generar la información que permita calcular la eficiencia de implantación, relacionar con la productividad primaria neta aérea

del recurso y, en las pasturas perennes, con su persistencia. El periodo para relevar esta información en verdes anuales es entre los 25 y 45 días y entre los 45 y 100 días posteriores a la siembra en pasturas perennes. La metodología varía si la siembra fue realizada al voleo o en líneas. En el primer caso el conteo se efectúa a través de un marco de superficie conocida, en varios sitios del lote, para luego calcular su promedio y referenciarlo a m^2 . Si la siembra se realizó en líneas, según la distancia entre las mismas (15 o 17,5 cm), se realiza el conteo sobre 6,66 o 5,71 metros lineales respectivamente. Si las especies se sembraron en líneas diferentes, por ejemplo, alfalfa con pasto ovillo, se deben contar las plantas de alfalfa en una línea de 3,33 m y las plantas de pasto ovillo en otra línea de 3,33 m (si la distancia entre líneas es de 15 cm, igual procedimiento para distancia entre línea de 17,5 cm).

Con esta información se calcula la eficiencia de implantación para lo cual se debe conocer:

- Densidad de siembra de la especie (kg/ha).
- Pureza y poder germinativo de la semilla para obtener el valor cultural (VC). Ejemplo de VC: 95 % de pureza y un 90% de germinación, su VC = $(95 \times 90) / 100 = 85 \%$.
- La cantidad de semillas que hay en un kilogramo.
- El número de plantas logradas por m^2 .

Ejemplo: una siembra de alfalfa donde se utilizó una densidad de siembra de 10 kg.ha⁻¹ con un VC de 85 % y 500.000 semillas/kg de semillas, el número de plantas logradas fue de 190 pl.m⁻².

2. En este caso sembrar 10 kg/ha significan 500 semillas/ m^2 y con un 85 % de VC son 425 semillas viables/ m^2 . Si encontramos 190 plantas.m⁻² la eficiencia de implantación fue del 44,7 %.

Se presentan valores de referencia del número de plantas por metro cuadrado óptimo para distintos recursos forrajeros (Tabla 8).

Recursos forrajeros	Número de plantas.m ⁻²
Verdeos de invierno (avena y raigrás)	250-350
Verdeos de verano (soja de pastoreo)	40-50
Verdeo de verano (sorgo de pastoreo)	60
Verdeo de verano (maíz para pastoreo)	30-40
Verdeo de verano (sorgo para silaje)	18-22
Verdeo de verano (maíz silaje)	6-9
Pastura pura de alfalfa	350-400
Pasturas polifíticas	150-200 (gramíneas) y 150-200 (leguminosas)

Tabla 8: Número de plantas por metro cuadrado (m^2) óptimo para distintos recursos forrajeros.

Cadena de pastoreo [1.4]

Representa el momento en el cual los recursos forrajeros pueden ser pastoreados por los animales. Esta información determina los períodos de tiempo en que cada recurso aporta oferta forrajera para el consumo de los animales. Asimismo, es necesario relevar la asignación de cada

recurso forrajero para cada categoría animal a lo largo del año. A continuación, en las Tablas 9, 10 y 11 se adjuntan ejemplos de cadena de pastoreo para sistemas de tambo y cría respectivamente en la provincia de Buenos Aires. Los meses con colores representan el momento de utilización de los recursos forrajeros.

Recursos forrajeros	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pastura de alfalfa grupo 9 y pasto ovillo (1 ^{er} año)												
Pasturas establecidas de alfalfa y pasto ovillo (2 ^{do} , 3 ^{er} y 4 ^{to} año)												
Avena												

Tabla 9: Cadena de pastoreo en función de los recursos forrajeros para los distintos meses del año para un sistema de tambo ubicado en el oeste de la provincia de Buenos Aires.

Recurso forrajero	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pastura de trébol rojo, trébol blanco, <i>Lotus tenuis</i> , pasto ovillo y cebadilla (1 ^{er} año)												
Pasturas polifíticas establecidas (2 ^{do} y 3 ^{er} año)												
Raigrás anual												
Soja de pastoreo												

Tabla 10: Cadena de pastoreo en función de los recursos forrajeros para los distintos meses del año para un sistema de tambo ubicado en el este de la provincia de Buenos Aires.

Recursos forrajeros	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pastizal natural *												
Pasturas de festuca, trébol blanco y <i>Lotus tenuis</i> (1 ^{er} año)												
Pasturas de festuca, trébol blanco y <i>Lotus tenuis</i> (2 ^{do} , 3 ^{er} y 4 ^{to} año)												
Promoción de especies invernales												

Tabla 11: Cadena de pastoreo en función de los recursos forrajeros para los distintos meses del año para un sistema de cría con recría de hembras para reposición interna y servicio precoz ubicado en el este de la provincia de Buenos Aires.

* En establecimientos con pastizal natural que presenten división por comunidad vegetal se debe especificar las cadenas de pastoreo para cada una de ellas.

Utilización de los recursos forrajeros [1.5]

El objetivo es recopilar información para analizar la implementación del método de pastoreo en el agroecosistema. Para ello se debe describir si el método de pastoreo empleado es continuo o rotativo. En caso de utilizar el método de pastoreo continuo definir si es con carga animal variable o fija durante todo el año y los criterios de ajuste de la carga animal.

Si utiliza pastoreo rotativo, describir las siguientes variables: momento de pastoreo (altura y/o disponibilidad forrajera), intensidad de pastoreo (altura del remanente), tiempo de permanencia en cada parcela o lote (horas, días, semanas, meses), tiempo de descanso y carga animal instantánea (número de animales por unidad de superficie en la parcela que se está pastoreando). Se deben realizar las siguientes determinaciones a campo:

- *Disponibilidad y remanente forrajero (kgMS ha⁻¹ y cm) [1.5.1]*: para medir estas variables se realizan cortes al ras del suelo en una superficie de 0,25 m² y se coloca el material en bolsas separadas debidamente rotuladas (fecha, lote, nombre del establecimiento). Luego se realiza la determinación de materia seca con una estufa (60°C hasta peso constante) o con un horno microondas. En este último caso, el procedimiento es el siguiente:

- a. Determinación de peso verde de la muestra: pesar con balanza el material del corte realizado.
- b. Sacar una muestra representativa del corte (100 g) para procesar en el horno microondas. Cortar con tijera el material con una longitud promedio de 5 a 7 cm.
- c. Pesar el material verde y registrar su valor.
- d. Colocar un vaso o un recipiente con agua en el horno microondas.
- e. Colocar el horno microondas a potencia máxima durante 1 minuto y 30 segundos. Repetir el procedimiento. Verificar el contenido de agua del recipiente y en caso necesario incorporar nuevamente agua. Pesar la muestra. Proceder con eventos de microondas de 30 segundos hasta alcanzar peso constante de la muestra. Alcanzado este momento, registrar el peso final, determinar el porcentaje de materia seca (Ecuación 1).

$$\text{Porcentaje de materia seca} = \left(\frac{\text{peso seco}}{\text{peso verde}} \right) * 100 \quad \text{Ecuación 1}$$

Otra forma de evaluar la disponibilidad y el remanente es realizando la medición de alturas mediante la utilización de una regla graduada. Se deben realizar como mínimo 100 determinaciones de altura. La altura promedio de referencia para disponibilidad es entre 15 a 20 cm y de remanente entre 8 a 10 cm. En determinados momentos del año se puede implementar un pastoreo intenso, dejando una altura promedio de remanente entre 3 a 5 cm. En caso de realizarse se debe justificar su implementación

- *Determinación de la eficiencia de cosecha [1.5.2]*: se la define como el porcentaje de forraje disponible que es consumido por los animales. Se estima a partir de los datos de disponibilidad y remanente forrajero (Ecuación 2 y 3). El valor de referencia es entre un 50-60% con el fin de garantizar área foliar remanente para no afectar al recurso forrajero y el consumo de los animales.

$$Eficiencia\ de\ cosecha\ (%) = \left(\frac{remanente(kgMS)}{disponibilidad(kgMS)} \right) * 100 \text{ Ecuación 2}$$

$$Eficiencia\ de\ cosecha\ (%) = \left(\frac{altura\ de\ remanente(cm)}{altura\ de\ disponibilidad(cm)} \right) * 100 \text{ Ecuación}$$

Identificación del planteo de rotación [1.6]

El planteo de rotación representa los años que ocupan las pasturas y los cultivos anuales en una determinada superficie. Se define en función de la capacidad de uso de los suelos y la historia de los lotes. Esta información, a relevar o inferir, es muy valiosa porque permite conocer con mayor exactitud el potencial pastura en distintos años, analizar si se dispone de una estructura forrajera ordenada en el espacio y en el tiempo y realizar cálculos de receptividad ganadera.

En los sistemas de producción animal, donde el pastizal natural es el principal componente de la estructura forrajera y se planifica implantar otros recursos forrajero, generalmente no se puede aplicar un planteo de rotación (porque la capacidad de uso de los suelos seguramente no lo permita y/o se establezca una unidad de rotación de poca superficie que dificulte su correcta implementación cuando no se cuenta con maquinaria propia). En campos, con mejor capacidad de uso de los suelos se deben distinguir los tipos de suelos (puede ser uno o más), ya que se pueden realizar planteos de rotación diferentes según la capacidad de uso. Así, por ejemplo, en los suelos con mayor capacidad de uso, donde los cultivos para cosecha y verdeos resultan más rentables, se procura una rotación con pocos años de pasturas y luego varios años con cultivos de cosecha o verdeos. En suelos con menor capacidad de uso, los verdeos y cultivos para cosecha tendrán menor productividad, por lo que se debe prolongar al máximo la duración de las pasturas perennes y reducir los años con rotación de especies anuales.

Un ejemplo puede ser un campo de 875 ha, con capacidad de uso agrícola del suelo en su totalidad y dividido en 7 lotes de 125 ha cada uno, ubicado en la zona oeste de la provincia de Buenos Aires. Se propone un planteo de rotación de 4 años de pastura y 3 años con cultivos anuales para pastoreo/ conservación o cosecha (4x3).

Reconocer el/los planteo/s de rotación, permite calcular la unidad de rotación (UR), que está constituida por cada uno de los lotes, divisiones de ellos o su sumatoria, que entran en la rotación como una sola unidad. La superficie de la unidad de rotación se define en la Ecuación 4:

$$UR = \frac{\text{superficie del planteo de rotación}}{\text{años de rotación}} \quad \text{Ecuación 4}$$

En el ejemplo planteado la UR es:

$$UR = \frac{875\text{ha}}{7\text{años}} = 125 \text{ ha}$$

La superficie se puede expresar como el porcentaje (%) sobre el total de la superficie del establecimiento (Tabla 12).

Recursos	Cantidad de UR y superficie (ha)	Porcentaje de cada UR en referencia al planteo de rotación
Pastura de 1er año	1 UR= 125 ha	14%
Pasturas de 2do, 3er y 4to año	3 UR= 375 ha	43%
Cultivos anuales	3 UR= 375 ha	43%

Tabla 12: Recursos forrajeros perennes y cultivos anuales, la cantidad de unidades de rotación (UR), superficie expresada en hectáreas (ha) y porcentaje de cada una de ellas en función del planteo de rotación definido.

Secuencia de cultivos [1.7]

Es el encadenamiento ordenado y armónico de los cultivos en cada lote. En caso de contar con un planteo de rotación corresponde al encadenamiento de los cultivos en cada unidad de rotación, durante el tiempo que dure el planteo de rotación. El objetivo es generar la mejor secuencia de cultivos para que cada uno de ellos alcance su potencial de producción y permita cubrir los requerimientos de los animales a lo largo del año. Para su definición se evalúa:

- -Fecha de la primera labor (mecánica o química) para el cultivo siguiente.
- -Fecha en que finaliza la utilización del cultivo actual.
- -Requerimientos de los animales.
- -Razones de orden técnico y económico - empresarial.

Por ejemplo, en el planteo de rotación de 4x3 una correcta secuencia de cultivos puede ser:

P1-P2-P3-P4- V_{ipastoreo}/V_{v cosecha(1)}-V_{v cosecha(2)}-V_{v cosecha (3)}

V_{ipastoreo} corresponde al cultivo de avena, V_{v cosecha (1)} a soja, V_{v cosecha (2)} a maíz y V_{v cosecha (3)} a girasol. En esta secuencia se observa que la fecha de ocupación y liberación de cada uno de los cultivos permite realizar la siembra en fecha óptima del cultivo siguiente, ya sea destinado para el pastoreo como las pasturas perennes y avena o para cosecha. Asimismo, el cultivo de avena permite cubrir el déficit forrajero generado por las pasturas perennes, cumpliendo con el tercer punto de definición de secuencia de cultivos.

Cálculo de superficie ganadera [1.8]

En agroecosistemas mixtos para realizar correctamente el cálculo de carga animal y producción secundaria es importante calcular la superficie destinada a la ganadería. Es frecuente en estos agroecosistemas que en un lote o unidad de rotación se destine una parte del año a la siembra de un recurso forrajero para pastoreo o suplementación y otra parte para un cultivo de cosecha. Ante esta situación es erróneo considerar todas las hectáreas del lote o de la unidad de rotación como superficie ganadera. En el ejemplo del planteo de rotación 4x3, con la secuencia de cultivos P1-P2-P3-P4-V_{ipastoreo}/V_{v cosecha(1)}-V_{v cosecha(2)}-V_{v cosecha(3)} se observa que la UR destinada a V_{ipastoreo}/V_{v cosecha(1)}, una parte del año se destina a pastoreo y otra parte a soja de cosecha. Para calcular la superficie ganadera se debe conocer la fecha de la primera labor para implantar la avena y la fecha en que culmina la utilización de ésta. Por ejemplo, si la fecha de primera labor para implantar la avena fue el 1 de enero y se terminó con el cultivo el 1 de septiembre (momento en el cual se comenzó a realizar labores para implantar el cultivo sucesor), el lote estuvo ocupado por avena 243 días de un total de 365 días (66,5% del año), entonces si la superficie de la UR es de 125 ha, la superficie ganadera es de 83,1 ha (125*(66,5/100)).

Por otro lado, en caso de los sistemas de tambo, es necesario conocer la superficie asignada a la vaca de ordeñe con el fin de generar el cálculo de la producción secundaria.

Frame score [1.9]

El frame (F) o tamaño estructural es una medida objetiva basada en la relación de la altura de la grupa de un animal, con su edad y sexo. Es una manera simple, sutil y comprensible de describir su tamaño o estructura corporal. Se expresa en una escala que va de 1 a 9. El conocimiento del frame brinda una idea bastante aproximada con relación a los patrones de crecimiento y de deposición grasa, así como también, del tamaño/peso de faena y/o adulto que tendrá un animal (Pourrain, 2004).

Carga animal [1.10]

Es el número de animales que pastorea una unidad de superficie conocida durante un período determinado de tiempo. Existen diferentes escalas de carga animal como, por ejemplo, la carga animal promedio anual del campo, carga animal promedio anual específica a una categoría animal, carga animal actual y carga animal instantánea. La diferencia entre ellas corresponde a cambios generados en los requerimientos de los animales, la unidad de superficie de referencia y/o el tiempo. En el año 1975, Cocimano et al., denominan la unidad Equivalente Vaca (EV) y la define como el promedio anual de los requerimientos conjuntos, en condiciones de pastoreo, de una vaca de 400 kg de peso vivo, que gesta los últimos 6 meses un ternero y lo cría hasta el destete a los 6 meses de edad con 160 kg de peso, incluyendo el forraje consumido por el ternero. Equivale, además, a los requerimientos de un novillo de 410 kg de peso vivo, que aumenta 500 g por día. También se estableció la Unidad Oveja como el promedio anual de los requerimientos conjuntos, en condiciones de pastoreo, de una oveja de 50 kg de peso vivo en equilibrio energético y un cordero hasta el destete a los tres meses de edad, incluyendo los requerimientos para la gestación y el forraje consumido por el cordero hasta el destete. En esta definición con las características mencionadas, 1 EV representa un total de 18,54 Mcal de EM/día. Es necesario resaltar que la carga animal obtenida al trabajar con estas generalidades debe ser reajustada con la dinámica del rodeo, el tiempo de permanencia de cada categoría, el peso vivo promedio, ganancias diarias de peso vivo, entre otras variables que no son abordadas en este capítulo.

En la Tabla 13 se encuentran los EV promedio anual para las distintas categorías de animales de bovinos de carne, utilizados para estimar la *carga animal promedio anual* del establecimiento, obtenida a partir de la sumatoria de EV totales y en función de la superficie del campo destinado a la actividad ganadera. En la Tabla 14 se muestra un ejemplo para un sistema de cría con una superficie total de 120 ha. Asimismo, se puede realizar el mismo procedimiento para evaluar la carga animal promedio de cada categoría animal cuando se les asignan recursos forrajeros específicos para determinadas categorías (ejemplo carga animal del sector de vacas multíparas, sector de recría de hembras y vaquillonas). En ese caso se realiza la sumatoria de EV de las categorías en función de la superficie del sector específico. Para su cálculo se debe conocer la dinámica de las distintas categorías del rodeo, el número de animales y las equivalencias ganaderas promedio anuales. La importancia de la información obtenida es que permite

comparar el establecimiento que se está planificando con los valores promedio de la zona, con la receptividad zonal y del establecimiento a lo largo del tiempo.

Categorías bovinas	EV promedio anual
Toro	1,3 EV.
Vaca	1 EV
Vaquillonas desde 1 hasta 2 años de vida.	0,7 EV
Vaquillonas desde los 2 años o más de 300 kg de PV o preñadas.	0,8 EV
Ternero/a recría desde el destete hasta 1 año de vida.	0,6 EV
Novillitos desde 1 hasta 2 años de vida.	0,7 EV
Novillos desde 2 años o más de 300 kg.	0,8 EV.
Novillos (engorde) desde los 400 kg hasta terminación.	1,0 EV

Tabla 13: Equivalente Vaca (EV) promedio anual correspondiente a cada categoría bovina.

Categorías	Cantidad	EV promedio año	EV totales
Vacas con cría	100	1	100
Vaquillonas recría para servicio a los 15 meses	20	0,6	12
Vaquillonas preñadas	20	0,9	18
Toros	3	1,3	3,3
Total	143		133,3
Carga animal EV/ha (133,3 EV/ha/ 120 ha)			1,1 EV/ha

Tabla 14: Ejemplo de cálculo de carga animal (EV/ha) en un establecimiento de 120 ha con sistema de cría y recría de hembra bovina para reposición interna.

La *carga animal actual* en un momento determinado para un establecimiento de cría, recría o invernada es la sumatoria del EV y se referencia a la superficie del establecimiento destinado a la ganadería. Los valores de EV se determinan en función de las categorías bovinas, el número de animales que la constituyen y su equivalencia ganadera en ese momento. No contempla la dinámica del rodeo a lo largo del año, representa la situación de ese momento particular

La *carga animal instantánea* se emplea cuando se implementa pastoreo rotativo, representa al número de animales que existe por unidad de superficie en la parcela o lote que está siendo pastoreada (Reinoso Ortíz y Silva, 2006). Las unidades pueden ser animales.ha⁻¹, kg de peso vivo. ha⁻¹ o EV.ha⁻¹. La información es utilizada para analizar la implementación del pastoreo rotativo, en conjunto con las variables de momento, tiempo de permanencia, intensidad de pastoreo y frecuencia de pastoreo.

En el caso del tambo se utiliza frecuentemente la carga animal promedio anual y carga animal instantánea. Para este agroecosistema se deben relevar las categorías de animales, su cantidad promedio anual, requerimientos y dinámica. Es importante realizar el cálculo específico de la categoría vaca en ordeñe por lo que se debe conocer el promedio de vacas en ordeñe anual y la superficie asignada a esta categoría.

Indicadores para sistema de cría y recría de hembras para reposición [1.11]

Existen diferentes indicadores útiles a calcular en sistemas de cría con servicio estacionado y definidos en el tiempo (por ejemplo, servicio estacionado en primavera y con 90 días de duración). En la Ecuación 5, 6, y 7, se representa el cálculo de los indicadores de porcentaje de preñez, parición y destete respectivamente. Los valores de referencia que indican buenos índices son: más de 90% de preñez, más de 85% de parición y más del 82% de destete.

$$\% \text{ de preñez} = \left(\frac{\text{vacas preñadas}}{\text{vacas que terminaron el servicio (VTS)}} \right) * 100 \text{ Ecuación 5}$$

$$\% \text{ de parición} = \left(\frac{\text{(total de terneros nacidos-muertes perinatales)}}{\text{(VTS-vacas vendidas preñadas (VP)-vacas muertas)}} \right) * 100 \text{ Ecuación 6}$$

$$\% \text{ de destete} = \left(\frac{\text{terneros destetados}}{\text{(VTS-VP-vacas muertas-Vacas vendidas con ternero al pie)}} \right) * 100 \text{ Ecuación 7}$$

El aumento diario de peso vivo es un indicador para analizar la recria de hembras destinada a la reposición interna. Su dinámica dependerá si la edad de primer servicio es de 15, 22 o 27 meses. Para su cálculo se debe conocer el peso de destete y el peso de servicio. En vaquillonas de 15, 22 y 27 meses los valores de referencia del peso de servicio son: el 66%, 70% y 80% del peso vivo adulto respectivamente.

Indicadores para sistema de invernada [1.12]

En invernadas pastoriles el aumento diario de peso vivo es el principal indicador del funcionamiento del sistema, junto a la duración de la invernada y la carga animal. Su cálculo se presenta en la Ecuación 8:

$$ADPV: \frac{(Peso\ final\ (kgPV) - peso\ inicial\ (kgPV))}{(Duración\ de\ la\ invernada\ (días))} \quad \text{Ecuación 8}$$

Indicadores para tambo [1.13]

A continuación, se describen los principales indicadores que se utilizan en el trabajo de planificación forrajera. Es necesario remarcar que existen indicadores que se abordarán en el curso de Producción Animal 2, por ejemplo, indicadores dinámicos de reproducción (tasa de servicio, tasa de concepción a 21 días y tasa de preñez a 21 días), intervalo entre celos, % de abortos, % de rechazo reproductivo, entre otros que permitirán un análisis más detallado.

- *Producción de leche por lactancia teórica* [1.13.1]: consiste en calcular los litros acumulados en 305 días de lactancia (duración de lactancia teórico) con el fin de comparar con otros establecimientos (Ecuación 9):

$$\text{Producción de leche por lactancia teórica} = \text{litros acumulados en 305 días} \quad \text{Ecuación 9}$$

- *Duración de la lactancia* [1.13.2]: el valor de referencia es de 305 días o 10 meses para lograr una lactancia por vaca por año. Este valor teórico es difícil de alcanzar por la dinámica de requerimientos de los animales, de consumo y su relación con aspectos reproductivos, por lo que un valor aceptado es de 12 a 13 meses.

- *Intervalos entre partos óptimos* [1.13.3] son de 12,5 a 13 meses. Cuando se supera los 14 meses representa un problema reproductivo para el sistema.

- *La relación entre vacas en ordeño/vacas totales* [1.13.4]: refleja la estructura del rodeo, entre animales que inician lactancias y otros que la finalizan; el valor óptimo es del 80% promedio anual (en rodeos con servicio continuo).

- *Edad del primer servicio* [1.13.5]: un valor de referencia es de 13-15 meses y determina la parición de la vaquillona entre los 22-24 meses de edad. Es necesario remarcar que por cada mes de retraso de estos valores de referencia se aumenta un 4,2% la necesidad de terneras para reposición (Com. Personal MV. Roberto Vaca).

Productividad secundaria del sistema [1.14]

- *Sistemas de producción de carne* [1.14.1]: la productividad secundaria en los sistemas de cría con recría de hembra para reposición e invernada se expresa en kg de carne/ha/año. Su cálculo se representa en la Ecuación 10:

$$\text{Productividad} = \text{kg vendidos} - \text{kg comprados} \pm \text{diferencia de inventario} \quad \text{Ecuación 10}$$

- *Sistema de tambo*: la productividad secundaria [1.14.2]: se expresa en grasa butirosa/ha/año. Se calcula con el promedio de los litros producidos durante el ejercicio económico productivo (julio-junio) multiplicado por el promedio de porcentaje de grasa butirosa (considerar sólo las hectáreas asignadas a la vaca en ordeñe).

Elaboración de balances forrajeros

El balance forrajero es la comparación entre la oferta y la demanda forrajera por parte de los animales, expresado en cantidad de kilogramos de materia seca y/o el valor energético (Mcal de EM/kg de MS) de forma mensual y generalmente se realiza para un año.

Tiene por objetivo observar la dinámica entre la oferta y la demanda forrajera a través del tiempo para detectar momentos de equilibrio, déficit y exceso de forraje. Es muy útil para establecer objetivamente si la oferta forrajera es suficiente o no para alimentar una determinada cantidad de animales, ajustar la carga animal y ofrece información para tomar decisiones relacionadas con la alimentación de los animales, la cadena de pastoreo y la necesidad de suplementación.

En primer lugar, se elabora el **balance forrajero potencial** para conocer y comparar la oferta forrajera potencial con la demanda forrajera. Los datos del establecimiento a utilizar son: los recursos forrajeros, su superficie, cadena de pastoreo y productividad. Se toma de la bibliografía las tasas de crecimiento (kgMS/ha/día) para cada uno de los meses, el índice de cosecha y la energía metabolizable (Mcal de EM).

En segundo lugar, se realiza el balance forrajero actual para conocer y comparar la oferta forrajera actual con la demanda forrajera. Se utiliza la misma información con la diferencia que se debe corroborar si la cadena de pastoreo que se está implementando actualmente en el establecimiento coincide con la utilizada en el balance potencial o es necesario modificarla en función de lo observado en el campo o relevado en la encuesta. El otro dato que se debe estimar es la productividad de los recursos forrajeros teniendo en cuenta su condición actual.

Tanto en el balance forrajero potencial como actual, para aquellos sistemas de producción que presentan asignación diferencial de recursos forrajeros en función de las categorías de animales, es importante elaborar balances forrajeros para cada caso y también un balance global del establecimiento (que incluyan todos los recursos forrajeros que conforman la estructura forrajera y los animales de las diferentes categorías). De esta manera se pueden analizar

sectores individuales y del campo en general.

A continuación, se describe la forma de confeccionar el balance forrajero potencial y actual.

Balance potencial

La construcción del balance forrajero potencial tiene el siguiente orden: 1) estimar la oferta forrajera útil total, 2) estimar la demanda forrajera animal total, 3) comparar la oferta forrajera y demanda animal y 4) balance forrajero expresado en porcentaje.

1. Para estimar la **oferta forrajera útil total** se necesita conocer:
 - a. Estructura forrajera: son los recursos forrajeros para pastoreo directo (implantados y/o natural).
 - b. Superficie de cada recurso de la estructura forrajera.
 - c. Cadena de pastoreo: es el periodo de utilización de cada uno de los recursos forrajeros expresados en días o meses.
 - d. Productividad primaria neta aérea como tasa de crecimiento (kgMS ha⁻¹ día⁻¹). Se puede estimar a partir de datos que ofrece la bibliografía disponible de resultados de redes de ensayos de INTA, de trabajos científicos, Laboratorio de Análisis Regional y Teledetección (<http://lart.agro.uba.ar/observatorio-forrajero>) y/o aportados por el curso de Forrajicultura y Práctica-FCAyF.

En verdes de invierno y de verano para pastoreo, promoción de especies invernales y pasturas en implantación (primer año), la característica común en estos recursos es que transcurre un tiempo desde la germinación y establecimiento de las especies hasta que se alcancen las condiciones adecuadas de su utilización. Durante este tiempo se genera crecimiento forrajero, pero no forma parte de la cadena de pastoreo, la sumatoria de ese crecimiento acumulado se debe contemplar en el momento de la utilización del recurso al que se lo debe afectar por el índice de cosecha.

2. Índice de cosecha (IC): es la proporción de la productividad primaria neta aérea que los herbívoros pueden consumir sin que se afecte la sustentabilidad del sistema. Los valores de referencia son entre 40 y 70% según la estación del año.

Concentración energética del forraje: expresa el aporte de megacalorías de energía metabolizable (Mcal EM) de un kgMS de forraje. Se obtiene conociendo la digestibilidad in vitro de la materia seca por la que es afectada por un factor (Ecuación 11):

$$\text{Concentración energética} = 3,61 * \left(\frac{\text{DIVMS}}{100} \right) \text{ Ecuación 11}$$

Por ejemplo, si una pastura de festuca en el mes de abril tiene una digestibilidad de 68%, la cantidad de Mcal de EM contenida en 1 kgMS de forraje es de 2,5 (3,61 * (68/100)).

2. Para estimar la **demandra forrajera animal total** se debe conocer:
 - a. El número de animales que conforma cada una de las categorías bovinas presentes.
 - b. Para calcular la demanda en kgMS en vacas multíparas se considera que 1 EV es igual

a 18,54 Mcal de EM. En ese caso los kgMS necesarios para cubrir los requerimientos estarán en función de la concentración energética del forraje. Por ejemplo, si el valor promedio es de 1,85 Mcal de EM/kgMS la demanda de 1 EV es igual a 10 kgMS/día. Otra forma de calcular la demanda en esta categoría es asignando un 2,5% del peso vivo.

Para el caso de recrías de hembras, machos y vaquillonas se puede estimar la capacidad de consumo diario de cada animal, expresado en kgMS, considerando el 3% de su peso vivo (PV) y entre el 10-12 % para estimar el consumo diario en kg de materia verde. Por ejemplo, si el 1 de marzo se encuentran en el campo 100 terneros machos Angus con un PV promedio por animal de 180 kg, se puede estimar que el consumo será de 5,4 kgMS/animal.día y que el consumo de todos será de 540 kgMS/día. Si se dispone o se determina, un aumento de peso vivo diario para el mes de marzo de 0,8 kg/día, el promedio de peso vivo por animal al final del mes será 204,8 kg (el mismo puede ser redondeado a 205 kg). Este valor servirá para ajustar el nuevo consumo para el mes de abril.

En el sistema de tambo, la capacidad de consumo de materia seca (CCMS) de la vaca de ordeño (VO) está en función del peso vivo y de la producción diaria de litros de leche. En la Ecuación 12 se representa la CCMS cuando la producción diaria de leche es menor a 18 litros y en la Ecuación 13 cuando es mayor a 18 litros.

$$CCMS = 0,025 * PV + 0,1 * \text{litro de leche} \quad \text{Ecuación 12}$$

$$CCMS = 0,025 * PV + 0,2 * \text{litro de leche} \quad \text{Ecuación 13}$$

En este sistema, la suplementación, tiene una participación significativa en la dieta que varía del 30 al 70 % (según la época del año, objetivos de producción, zonas, entre otras). En la Tabla 15 se detallan los consumos de pasto posibles para un sistema pastoril con suplementación, el resto de los kgMS para completar la CCMS serán cubiertos con suplementos como por ejemplo silaje, granos, heno, balanceado, etc. Los valores de consumo de pasto posibles varían en función de los meses del año contemplando la dinámica de la producción forrajera, los cambios en la calidad (digestibilidad, proteína, etc.) y el contenido de materia seca del forraje. Es importante tener en cuenta que para generar producciones de leche mayores a 15 l/VO/día es necesario incorporar niveles de suplementación que permitan equilibrar la dieta. El alcance de este capítulo es realizar un balance forrajero que incorpore sólo consumos potenciales de pasto (componente más barato económicamente en la dieta que impacta directamente en los litros libres de la empresa). Con el objetivo de equilibrar la dieta, principalmente proteínas y minerales, se debe realizar un balance nutricional (tema incluido en el programa del curso de Producción animal 2).

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pasto (kgMS/VO/día)	8 a 10		6 a 8		4 a 6				6 a 10		10 a 12	

Tabla 15: Consumo esperado de pasto diarios de vaca en ordeño expresado en kgMS para los distintos meses del año.

c. Para calcular la demanda energética se utilizan tablas de requerimientos energéticos para el mantenimiento y producción en cada sistema productivo.

A continuación, se muestran los requerimientos energéticos en función de información proveniente de bibliografía y se mencionan ejemplos en función de los sistemas productivos.

- *Sistema de cría y recría de hembras para reposición*

Los requerimientos energéticos de las vacas de cría varían en función del peso vivo, del estado fisiológico de gestación y lactancia, con un servicio estacionado en noviembre, diciembre y enero y destete a tiempo fijo a principios de marzo. Esta dinámica se observa en las equivalencias ganaderas (Tabla 16) y en la Figura 3.

Pes o vivo (kg)	Ganancia diaria (g)	Meses de lactancia			Vacas secas	Últimos 4 meses de gestación			
		1° 2°	3° 4°	5° 6°		6° mes	7° mes	8° mes	9° mes
300	-200	0,88	1,06	1,24	0,61	0,65	0,69	0,79	0,85
	-100	0,90	1,08	1,26	0,63	0,67	0,71	0,81	0,87
	0	0,93	1,11	1,29	0,66	0,70	0,74	0,84	0,90
	250	1,03	1,21	1,39	0,76	0,80	0,84	0,94	1,00
	500	1,15	1,33	1,51	0,88	0,92	0,96	1,06	1,12
	750	1,29	1,47	1,65	1,02	1,06	1,10	1,20	1,26
350	-200	0,91	1,09	1,27	0,64	0,68	0,72	0,82	0,88
	-100	0,93	1,11	1,29	0,66	0,70	0,74	0,84	0,90
	0	0,96	1,14	1,32	0,69	0,73	0,77	0,87	0,93
	250	1,08	1,26	1,44	0,81	0,85	0,89	0,99	1,05
	500	1,21	1,39	1,57	0,94	0,98	1,02	1,12	1,18
	750	1,36	1,54	1,72	1,09	1,13	1,17	1,27	1,33
400	-200	0,94	1,12	1,3	0,67	0,71	0,75	0,85	0,91
	-100	0,97	1,15	1,33	0,7	0,74	0,78	0,88	0,94
	0	1,00	1,18	1,36	0,73	0,77	0,81	0,91	0,97
	250	1,13	1,31	1,49	0,86	0,90	0,94	1,04	1,10
	500	1,28	1,46	1,64	1,01	1,05	1,09	1,19	1,25
	750	1,45	1,63	1,81	1,18	1,22	1,26	1,36	1,46
450	-200	1,00	1,18	1,36	0,73	0,77	0,81	0,91	0,70
	-100	1,03	1,21	1,39	0,76	0,80	0,84	0,94	1,00
	0	1,07	1,25	1,43	0,8	0,84	0,88	0,98	1,04
	250	1,10	1,39	1,57	0,94	0,98	1,02	1,12	1,18
	500	1,37	1,55	1,73	1,10	1,14	1,18	1,28	1,34

	750	1,55	1,73	1,91	1,28	1,32	1,36	1,46	1,52
500	-200	1,05	1,23	1,40	0,78	0,82	0,84	0,96	1,01
	-100	1,09	1,27	1,44	0,82	0,86	0,88	1,00	1,06
	0	1,13	1,31	1,48	0,86	0,90	0,92	1,04	1,10
	250	1,29	1,47	1,64	1,02	1,06	1,08	1,20	1,26
	500	1,47	1,65	1,81	1,19	1,23	1,26	1,38	1,44
	750	1,67	1,84	2,01	1,38	1,42	1,45	1,58	1,64
550	-200	1,13	1,30	1,47	0,86	0,9	0,92	1,04	1,09
	-100	1,17	1,35	1,52	0,90	0,94	0,96	1,08	1,13
	0	1,22	1,39	1,56	0,94	0,98	1,00	1,12	1,18
	250	1,39	1,56	1,73	1,10	1,15	1,18	1,30	1,36
	500	1,58	1,76	1,93	1,30	1,34	1,37	1,49	1,55
	750	1,80	1,98	2,15	1,52	1,56	1,59	1,71	1,77

Tabla 16: Equivalencias ganaderas para vacas y vaquillonas de cría. Cocimano et al (1975).

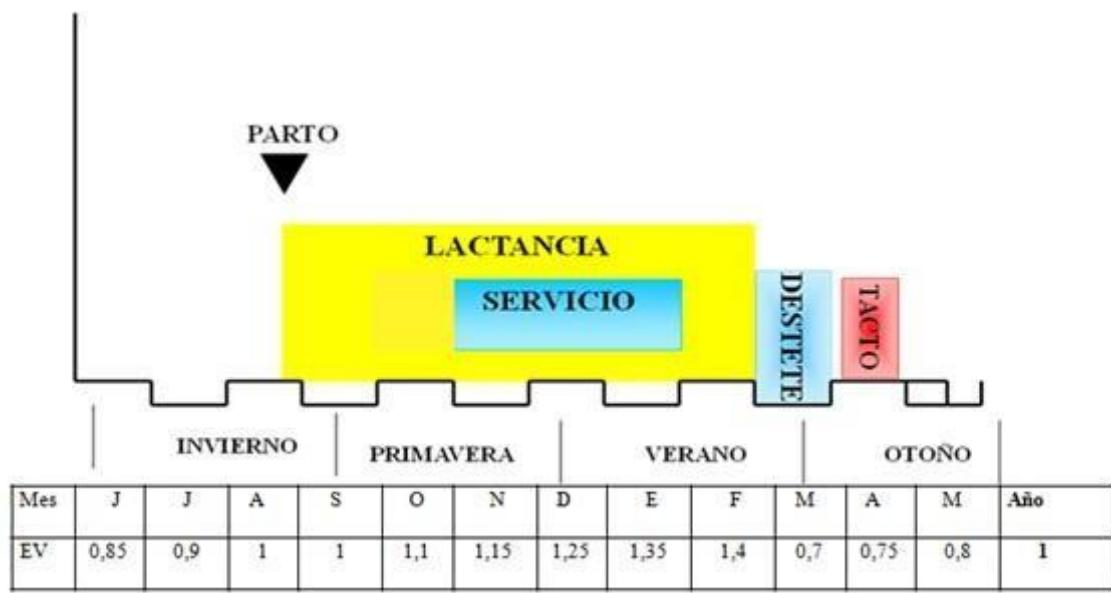


Figura 3. Estados fisiológicos de una vaca de cría y su variación de requerimientos expresados en EV para los distintos meses del año (elaboración propia a partir de Cocimano et al. 1975).

Si el establecimiento realiza recría de hembras para reposición se debe conocer el peso vivo y el aumento o pérdida diaria de peso vivo ya que sus requerimientos cambian en función de estas dos variables (Tabla 17). Es importante definir la edad promedio del primer servicio, ya que las categorías presentes en el establecimiento y sus requerimientos serán diferentes si es a los 15, 22 o 27 meses, así como también el ritmo de aumento diario de peso vivo necesario para alcanzar el objetivo de peso al momento del servicio. El requerimiento energético del toro varía en función del peso y del aumento diario de peso vivo (Tabla 18), en caso de no conocer el peso

vivo se puede estimar un 50% superior al peso vivo de las vacas.

Peso vivo (kg)	Pérdida o aumento diario de peso (g)							
	-200	-100	0	250	500	750	1000	1250
150	0,46	0,48	0,50	0,56	0,63	0,71	0,80	0,90
200	0,50	0,52	0,54	0,62	0,71	0,80	0,91	1,03
250	0,56	0,58	0,60	0,69	0,80	0,91	1,04	1,18

Tabla 17: Equivalencias ganaderas para vaquillonas. Coccimano et al (1975).

Peso vivo (kg)	Aumento diario de peso (g)				
	0	250	500	700	1000
600	0,98	1,15	1,32	1,51	1,71
800	1,10	1,28	1,48	1,69	1,92
900	1,21	1,41	1,63	1,86	2,11

Tabla 18: Equivalencias ganaderas para toros. Coccimano et al (1975).

- Sistema de invernada

El requerimiento energético del novillo (Tabla 19) al igual que el de las vaquillonas varía en función del peso vivo y del aumento diario de peso vivo. Es importante conocer la duración de la invernada, el peso inicial, el peso final y la dinámica de aumentos diarios de peso vivo. En caso de no contar con registros de pesadas en el establecimiento, se puede inferir el aumento de peso vivo promedio utilizando la información de la duración de la invernada, peso inicial y final.

Peso vivo (kg)	Pérdida o aumento diario de peso (g)							
	-200	-100	0	250	500	750	1000	1250
150	0,46	0,48	0,50	0,55	0,61	0,68	0,76	0,84
200	0,50	0,52	0,54	0,61	0,69	0,77	0,86	0,96
250	0,56	0,58	0,60	0,68	0,78	0,87	0,98	1,09
300	0,61	0,63	0,66	0,75	0,86	0,97	1,10	1,23
350	0,64	0,66	0,69	0,8	0,92	1,04	1,19	1,34
400	0,67	0,70	0,73	0,85	0,98	1,12	1,28	1,44
450	0,73	0,76	0,8	0,93	1,07	1,22	1,39	1,57
500	0,79	0,82	0,86	1,00	1,15	1,20	1,50	1,69
550	0,85	0,88	0,92	1,07	1,24	1,42	1,61	1,81

Tabla 19: Equivalencias ganaderas para novillos. Coccimano et al (1975).

En la Tabla 20 se presenta un ejemplo para invernada, con su cadena de pastoreo, y aumentos diarios de peso vivo (ADPV) estimados, para cada período, en pastoreo directo y sin suplementación.

Recurso	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

Pastura de alfalfa sin latencia y cebadilla	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Avena					X	X	X	X				
ADPV (kg/día)	0,8		0,4		0,4 a 0,6		0,7		1			

Tabla 20: Cadena de pastoreo; pastura perenne base alfalfa y verdeo de invierno avena y aumento diario de peso vivo (ADPV) esperados para los distintos meses del año.

-Sistema de tambo

En vacas de ordeño los requerimientos de energía metabolizable serán en función del peso vivo, de la producción diaria de leche y el porcentaje de grasa butirosa. En la Tabla 21 se adjuntan los requerimientos diarios de nutrientes de vacas lactantes y preñadas; en este caso se utiliza sólo los requerimientos energéticos de EM en vacas lactantes adultas que no ganan ni pierden peso (Nutrient requirements of Dairy Cattle, 2001).

Peso vivo (kg)	Energía				Proteína cruda (g)	Minerales	
	ENL (Mcal)	EM (Mcal)	ED (Mcal)	TND (kg)		Ca (g)	P (g)
Mantenimiento de vacas lactantes adultas							
400	7,16	12,01	13,80	3,12	318	16	
450	7,82	13,12	15,08	3,42	341	18	13
500	8,46	14,20	16,32	3,70	364	20	14
550	9,09	15,25	17,53	3,97	386	22	16
600	9,70	16,28	18,71	4,24	406	24	17
650	10,30	17,29	19,86	4,51	428	26	19
700	10,89	18,28	21,00	4,76	449	28	20
750	11,47	19,25	22,12	5,02	468	30	21
800	12,03	20,20	23,21	5,26	480	32	
Mantenimiento de vacas adultas, secas en los últimos meses de gestación							
400	9,30	15,26	18,23	4,15	800	28	16
450	10,16	16,66	19,91	4,53	973	30	18
500	11,00	18,04	21,55	4,90	1053	33	20
550	11,81	19,37	23,14	5,27	1131	36	22
600	12,61	20,68	24,71	5,62	1207	39	24
650	13,39	21,96	26,23	5,97	1281	43	26
700	14,15	23,21	27,73	6,31	1355	46	28
750	14,90	24,44	29,21	6,65	1427	49	30
800	15,64	25,66	30,65	6,98	1497	53	32
Producción de leche - Nutrientes/kg de leche con diferentes porcentajes de grasa (Grasa %)							
3,0	0,64	1,07	1,23	0,280	78	2,73	1,68
3,5	0,69	1,15	1,33	0,301	84	2,97	1,83
4,0	0,74	1,24	1,42	0,322	90	3,21	1,98

4,5	0,78	1,32	1,51	0,343	96	3,45	2,13
5,0	0,83	1,40	1,61	0,364	101	3,69	2,28
5,5	0,88	1,48	1,70	0,385	107	3,93	2,43
Cambio de peso vivo durante la lactancia - Nutrientes/kg de cambio de peso							
Peso perdido	-4,92	-8,25	-9,55	-2,17	-320	----	----
Peso ganado	5,12	8,55	9,96	2,20	320	----	----

Notas: Se usaron las siguientes abreviaturas: ENL, energía neta para lactancia; EM, energía metabolizable, ED, energía digestible; TND, total de nutrientes digestibles.

Tabla 21: Requerimientos diarios de nutrientes de vacas lactantes y preñadas. National Research Council (2001).

Los requerimientos energéticos de mantenimiento de una vaca lactante adulta (vaca en ordeño) que pesa 600 kg de PV es de 16,28 Mcal de EM. La demanda energética por litro de leche producida con un 3,5% de grasa butirosa es de 1,15 Mcal de EM, si la producción promedio diaria de leche es de 30 litros, la demanda de producción por día en una VO es de 34,5 Mcal de EM (1.15 Mcal de EM/l * 30 l). La demanda energética total por día en una vaca de ordeño es de 50,78 Mcal de EM. Es importante conocer el número de animales mensuales en ordeño y la producción diaria promedio mensual para realizar los cálculos de la demanda energética de todo el rodeo.

3. La **comparación entre la oferta forrajera y demanda animal mensual** en kgMS y Mcal de EM se realiza mediante la operación de resta, la oferta forrajera útil total formada por la sumatoria de oferta útil total de cada uno de los recursos que conforman la estructura forrajera y la demanda animal total (Ecuación 14).

$$\text{Balance forrajero} = \text{Oferta forrajera útil total} - \text{Demanda forrajera animal total}$$

Ecuación 14

4. El **balance forrajero expresado en porcentaje (%)** se realiza con una operación sencilla que permite visualizar la magnitud de las diferencias del balance forrajero es expresarlo en porcentaje. Esta operación se realiza para kgMS y Mcal de EM. (Ecuación 15).

$$\text{Balance forrajero (\%)} = \frac{(\text{Oferta forrajera útil total} - \text{Demanda forrajera animal total})}{\text{Demanda forrajera animal total}} \quad \text{Ecuación 15}$$

Balance forrajero actual

El objetivo de su realización es comparar las estimaciones de la oferta forrajera útil total que genera la estructura forrajera del establecimiento a planificar, a partir de la información relevada en la visita, con la demanda forrajera animal total.

La estructura del balance forrajero actual es idéntica al balance forrajero potencial, la diferencia entre ambos es que en el balance forrajero actual puede tener cambios en la cadena de pastoreo, en la productividad primaria neta aérea y/o el índice de cosecha (puntos c, d y e

respectivamente, del balance forrajero potencial).

Los cambios en la **cadena de pastoreo** real versus la potencial son causados por un retraso en la fecha de siembra de los verdeos y/o pasturas o la ausencia de su siembra. Para observar esos cambios se deben conocer la fecha de siembra, la secuencia de cultivos y fecha del primer pastoreo de los recursos implantados.

Por ejemplo, si una avena se implantó a fines de marzo su primer pastoreo se atrasará provocando cambios en la cadena de pastoreo y por ende en el momento que aporta oferta forrajera útil para el balance forrajero. Asimismo, pueden existir diferencias en la fecha del último pastoreo o corte aumentando o disminuyendo el periodo de oferta del o los recursos forrajeros. La fecha óptima de último pastoreo en un verdeo de avena, para sembrar un maíz para silaje en septiembre, es a fines de agosto principios de septiembre; si el/la productor/a decide que los animales la utilicen hasta el 30 de septiembre, se producirá un cambio en la cadena de pastoreo que se debe contemplar en el balance forrajero actual.

Otros de los cambios que se pueden generar es en la **productividad primaria neta aérea** o en las **tasas de crecimiento**. Estas variables se pueden ajustar, en pasturas establecidas (más de un año) y/o de las comunidades del pastizal natural, realizando censos florísticos en cada recurso del campo. Con la información obtenida en los censos (la composición florística, cobertura vegetal total y específica) se determina la condición del recurso forrajero. La condición puede interpretarse como el “estado de salud” de un recurso forrajero (Oesterheld y Sala, 1994). Se la puede clasificar como excelente si la abundancia de especies de buen valor forrajero (deseables) es alta y, a medida que aumenta la proporción de especies poco deseables o indeseables se la puede clasificar como buena, regular o mala (Tabla 22).

Cobertura total	Condición
80 – 100 %	Excelente
60 – 80 %	Buena
40 – 60 %	Regular
< 40 %	Mala
Gramíneas PVO y OIP (no incluir gramilla (<i>Cynodon dactylon</i>))	Condición
Mayor a 70 % con especies invernales anuales	Excelente
50 – 70 %	Buena
< 50 %	Mala
Malezas (Incluir gramilla)	Condición
Mayor a 30 %	Mala
10 – 20 %	Regular
0.1 – 10 %	Buena
0	Excelente

Tabla 22: Porcentajes de cobertura total, cobertura de gramíneas, cobertura de malezas y condición.

Por ejemplo, según datos obtenidos de la bibliografía, la tasa de crecimiento (TC) de una pastura base festuca y trébol blanco durante su segundo año para el mes de setiembre es de 45 kgMS.ha⁻¹día⁻¹, con una cobertura total del 80 %. En el establecimiento a planificar la pastura en base a festuca alcanzó el 50 % de cobertura total (de las especies que componen la pastura), por lo tanto, se puede inferir que la TC de este recurso es de 30-35 kgMS.ha⁻¹día⁻¹. Otro ejemplo puede ser que las precipitaciones para los meses de junio y julio hayan sido menores a los valores históricos y por lo tanto se aplica una disminución acorde a ese evento.

En pastizales deberán identificar las diferentes comunidades vegetales presentes, estimar su superficie y las principales especies forrajeras y/o los grupos funcionales. Por ejemplo, si un pastizal de media loma (pradera húmeda de mesófitas) tiene valores entre 80 y 100 % de cobertura total indican una condición excelente, o entre 60 y 80 % buena, entre 40 y 60 % regular. Si la cobertura de leguminosas es mayor al 5 % o si la proporción de gramíneas es mayor al 70 % se considera que el pastizal está en excelente condición. Sin embargo, cuando la condición del recurso no es buena y la composición florística es distinta de la descripta por Burkart et al. (2005) tendrán que realizar modificaciones en la PPNA para que reflejen la realidad de la condición del pastizal. En caso de que la pradera húmeda de mesófitas esté invadida por *Cynodon dactylon* (gramilla) y con poca cobertura vegetal de especies invernales anuales, tendrán que reducir las tasas de crecimiento del invierno y primavera y por lo tanto la productividad total se verá disminuida.

Para realizar ajustes en la tasa de crecimiento de verdes y pasturas en implantación se deben comparar los valores óptimos de número de plantas.m⁻² (valores de referencia Tabla 8) y los obtenidos en el establecimiento.

Otra de las variables de ajustes es el **índice de cosecha** que puede ser mayor al planteado cuando la carga animal es superior a la receptividad ganadera. Es importante destacar que, de sostenerse en el tiempo, se afectará la sustentabilidad del sistema.

Estimación de la receptividad ganadera potencial y actual

La receptividad ganadera, definida por Golluscio (2009) se representa en la Ecuación 16.

$$Receptividad (EV/ha) = \frac{PPNA(\frac{kgMS}{ha \ año}) * IC}{consumo individual animal(\frac{kgMS}{EV año})} \quad \text{Ecuación 16}$$

PPNA= productividad primaria neta aérea expresado en kgMS. ha⁻¹ año⁻¹.

IC= índice de cosecha (proporción de la PPNA destinada para el consumo de los animales)

Para estimar la PPNA potencial promedio del campo se debe realizar una ponderación de la ocupación de cada recurso forrajero o comunidad vegetal, en el caso del pastizal natural. Por ejemplo, en un establecimiento dedicado a la cría, con una superficie total de 200 ha, de las cuales 140 ha (70% de la superficie total) corresponde a la comunidad vegetal pradera húmeda de mesófitas cuya PPNA potencial es de 5500 kgMS.ha⁻¹ año⁻¹, 30 ha (15% de la superficie total)

de estepa de halófitas con una PPNA potencial de 2000 kgMS.ha⁻¹ año⁻¹ y 30 ha (15% de la superficie total) de pradera de hidrófitas con una PPNA potencial de 6000 kgMS.ha⁻¹ año⁻¹ se debe realizar una ponderación de la PPNA debido a que tenemos diferentes proporciones de cada comunidad vegetal y su PPNA potencial son diferentes. Entonces la PPNA ponderada resulta:

$$\text{PPNA ponderada (kgMS.ha}^{-1} \text{año}^{-1}\text{)} = 5500 \text{ (kgMS.ha}^{-1} \text{año}^{-1}\text{)} *0.7+2000 \text{ (kgMS.ha}^{-1} \text{año}^{-1}\text{)} *0.15 + (6000 \text{ kgMS.ha}^{-1} \text{año}^{-1}\text{)} *0.15= 5050$$

La receptividad potencial, con un IC=0,5 y un consumo individual animal anual de 3650 kgMS. EV₋₁ año₋₁ es:

$$\text{Receptividad (EV ha}^{-1}\text{)} = (5050 \text{ (kgMS.ha}^{-1} \text{año}^{-1}\text{)} *0,5) / 3650 \text{ (kgMS. EV-1 año-1)} = 0.69 \text{ EV ha}^{-1}$$

En el caso de los recursos implantados, realizar el mismo procedimiento de ponderación. La diferencia de la receptividad actual con la potencial es que la primera presenta ajustes en la PPNA en función de la condición de los recursos forrajeros, fecha de siembra y número de plantas.m⁻². Los valores de PPNA pueden ser iguales o menores a los valores potenciales.

Análisis de la información

Para realizar un correcto y útil análisis es necesario partir de una información detallada y completa del agroecosistema a planificar. Consiste en hacer una interpretación de los datos, relacionarlos entre ellos y luego una síntesis que facilite interpretarlos en base a diferentes contenidos teóricos prácticos vistos en el curso de Forrajicultura y Prácticatura y en otros cursos. El análisis permitirá detectar los principales problemas, realizar el diagnóstico del sistema, plantear nuevos objetivos y proponer planes de acción.

Análisis de la información zonal

A partir del relevamiento de información zonal, se debe analizar y relacionar las características edáficas y climáticas con las actividades productivas que se desarrollan en la zona. Enumerar y destacar los aspectos positivos que encuentran entre la producción que se realiza en el establecimiento con las principales actividades productivas de la zona. Interpretar si existen o no limitantes que condicionen a la producción primaria, a la elección de especies de interés forrajero y si hay meses del año que, por sus características climáticas, sean una limitante al momento de realizar las labores para la implantación de los cultivos. Asimismo, correlacionar la dinámica del balance hidrológico con la producción forrajera y el desarrollo para cultivos de cosecha.

Análisis de la información del establecimiento

Con la información recopilada previa y post visita al campo elaborar una interpretación,

valoración de esta y relacionarla con los distintos aspectos teóricos y prácticos del curso de Forrajicultura y Prácticatura y otros cursos. Indicar aspectos positivos y negativos de cada uno de los componentes analizados. Al considerar el análisis como base se podrán detectar fortalezas, debilidades, oportunidades, amenazas y jerarquizar los problemas presentes (diagnóstico) para continuar con las sucesivas etapas de la planificación forrajera.

Preguntas orientadoras para realizar el análisis de la información:

a. Estructura productiva del establecimiento: ¿Existen limitantes en el personal? (mano de obra fija y/o temporal). Relacione la condición de las mejoras, instalaciones y maquinaria con el funcionamiento del sistema productivo. ¿La calidad del agua es apta para consumo animal?

b. Nivel de organización y gestión de la empresa: Analice la estructura productiva, la organización, gestión del establecimiento y sistema de planificación. ¿Cómo influye la estructura productiva en la producción actual? ¿La limita en algún aspecto? ¿Es adecuada para el tipo de producción que realiza? ¿Qué opina de la organización y gestión del establecimiento? ¿El tiempo que le dedica el/la productor/a al establecimiento es suficiente? ¿Genera registros? ¿Los utiliza para la planificación? ¿Si no lleva registros qué consecuencia puede tener sobre el sistema?

c. Potencial pastura:

c.1. Análisis de la estructura forrajera (condición y productividad).

¿La estructura forrajera del establecimiento está acorde a las condiciones ambientales (suelo y clima)? ¿Cuál es el recurso forrajero más productivo? ¿Cuál es el que ocupa mayor superficie?

¿Cuál es la proporción en la que cada recurso forrajero participa en la oferta anual?

¿La oferta forrajera del establecimiento es estacional?

¿Los recursos forrajeros aportan el valor nutritivo necesario para los animales del sistema de producción? ¿Por qué?

En el caso de que el recurso sea pastizal. ¿Cuál es la participación de cada especie o grupo funcional en la oferta global? Ejemplo de grupos funcionales: Gramíneas anuales y perennes, OIP y PVO; Leguminosas; Monocotiledóneas (Ciperáceas y Juncáceas) y malezas.

¿Cuál es la importancia de las especies anuales invernales (gramíneas anuales OIP) en la contribución a la oferta forrajera anual? ¿Y el de las leguminosas? ¿Y el de las malezas? ¿A qué puede deberse la ausencia o presencia de los grupos funcionales?

Realizar una síntesis de la estructura forrajera.

c.2. Implantación: ¿Ha sido adecuada la elección del cultivo antecesor? ¿la preparación del suelo? ¿la fecha de siembra? ¿la densidad de siembra? ¿el control de malezas? ¿la eficiencia de implantación? Analice las posibles consecuencias (positivas y negativas) en la oferta forrajera del establecimiento.

c.3. Riego: ¿ha sido adecuada la implementación del riego? ¿la época es correcta? ¿el volumen suministrado es suficiente?

c.4. Fertilización: ¿La fertilización es nula, escasa, apropiada o de reposición? ¿Qué tipo de fertilizantes usan: urea, fosforados, etc.? ¿En qué momento lo aplican? Analice las posibles consecuencias (sobre la productividad, el ambiente, entre otras). ¿Realizan análisis de suelo previo a la siembra?

c.5. Suplementación: ¿Por qué suplementa? ¿Planifica la suplementación? Ventaja y desventaja de su utilización en el agroecosistema. ¿Es propia o comprada? ¿Qué implica comprar suplementación? ¿El tipo de suplementación es adecuado para la categoría a la que se le suministra? Opine sobre la participación estacional o anual de cada uno de los suplementos en el total de la oferta de alimento para el animal.

c.6. Utilización de los recursos: ¿Los recursos forrajeros se asignan según la categoría de los animales? Tanto en caso positivo o negativo explique el impacto en el agroecosistema.

¿La cadena de pastoreo para cada categoría es adecuada?

¿El método de pastoreo empleado es correcto? ¿Lo implementa bien? Fundamente.

¿La fecha del primer pastoreo en las pasturas de primer año es adecuada? ¿Y la de los verdeos?

¿Considera correcto el criterio que utiliza el productor para decidir el ingreso y egreso de los animales?

Opine sobre la intensidad de pastoreo.

¿Los descansos son planificados? ¿Cuál es el criterio? ¿Lo considera correcto?

Para agrupar y clasificar a los recursos forrajeros se puede hacer uso de diferentes herramientas gráficas (tablas, gráficos de barra, gráficos de torta, etc.) y utilizar como criterio de clasificación los datos obtenidos en este análisis (Figura 4 y Tabla 23).

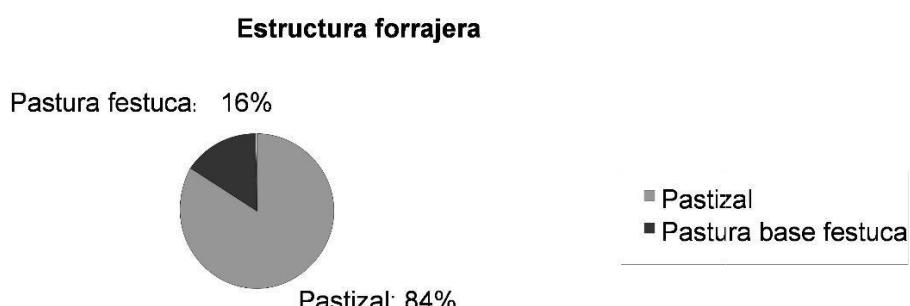


Figura 4: Proporción de recursos naturales e implantados en el establecimiento.

Estructura forrajera	Superficie y porcentaje	Principales características	PPNA (kgMS.ha ⁻¹ año ⁻¹)	Condición
Pastura de tercer año	20 ha 16 %	Posición topográfica: media loma Suelos: Argiudol típico Especies: Festuca y trébol blanco Cobertura total: 50%	6000	Regular
Pastizal	100 ha 84 %	Posición topográfica: media loma Suelos: Argiudol vértico Comunidad: Pradera húmeda de mesófitas Cobertura total: 80% Especies: <i>Lolium multiflorum</i> 30 %, <i>Stipa sp.</i> 20 %, Otras gramíneas 15 %, Malezas 10 %, Leguminosas 5 %, Broza 10 % Suelo desnudo 20 %	5500	Excelente

Tabla 23: Síntesis de la estructura forrajera del establecimiento “La Esquina”, principales características, productividad y condición.

d. Potencial animal

Analice la carga animal e índices reproductivos y productivos comparados con los datos zonales y valores teóricos referenciales.

e. Principales pautas y preguntas orientadoras para el análisis de los balances forrajeros:

Comparare el balance forrajero potencial con el balance actual. Analice la oferta forrajera mensual, anual, expresada en kgMS y la oferta forrajera disponible expresada en Mcal de EM.

El balance forrajero anual expresado en porcentaje. Los momentos de déficit y/o exceso.

Relacione la dinámica de la productividad primaria del establecimiento con su productividad secundaria.

La carga animal del establecimiento ¿es igual, superior o inferior a la receptividad?

Realice una síntesis de los balances forrajeros.

f. Síntesis del análisis: resumir los aspectos positivos y negativos encontrados en cada uno de los componentes analizados.

Diagnóstico

Para elaborar un diagnóstico es necesario, a partir de los datos obtenidos en el análisis, detectar los **indicadores o los síntomas** que muestran que el sistema no está funcionando de acuerdo a lo esperado, luego hipotetizar las **causas** y así determinar el o los **problemas** (Tabla 24). Una vez enumerados los problemas detectados es importante **jerarquizarlos**.

Problemas	Síntoma/Indicador	Causa/s
Baja productividad de la pastura.	Baja cobertura de la especie base (festuca).	Realiza pastoreo continuo.
Baja productividad del pastizal en el invierno.	Tasa de crecimiento de las especies OIP por debajo de su potencial.	Sobrepastoreo. Carga animal mayor a la receptividad del pastizal.

Tabla 24: Problemas detectados en un agroecosistema de cría y recría.

Finalizada la etapa de diagnóstico se procede a plantear nuevos objetivos, en primer lugar, se debe analizar, ampliar y/o modificar el **objetivo general** del agroecosistema y, en segundo lugar, precisar **objetivos** en función de la planificación forrajera y de los problemas detectados.

Propuestas

En esta etapa se enumeran las **propuestas** para cumplir con los nuevos objetivos, se jerarquizan, justifican y selecciona/n la/s mejor/es alternativa. Luego se analiza el impacto de los cambios esperados en el corto, mediano y largo plazo. Para ello, se realizará un nuevo balance forrajero de la propuesta, una estimación de la productividad de los recursos, de la receptividad y de la productividad secundaria del establecimiento. Con la propuesta desarrollada se demostrará que los objetivos planteados podrán ser cumplidos.

Consideraciones finales

A lo largo de este capítulo se abordó una metodología de trabajo ordenada y con objetivos claros para aquellos/as profesionales que trabajan o trabajarán en agroecosistemas ganaderos. Se ha desarrollado una descripción de cada una de las etapas que constituyen la planificación forrajera y, para su correcta implementación, es necesario articularlo e interrelación con cada uno de los contenidos del curso de Forrajicultura y Prácticatura y con los contenidos previos vistos en otros cursos de la carrera de Ingeniería Agronómica. Este abordaje sistemático permitirá realizar un análisis detallado, detectando diversos problemas, jerarquizarlos en función de su prioridad o

impacto positivo y desarrollar propuestas de acción en el agroecosistema. Asimismo, es importante destacar, que esta planificación debe ser trabajada y consensuada en conjunto con el/la productor/a. Una vez acordados y ejecutados los distintos planes de acción, se debe realizar el control. Esta es una etapa fundamental porque permite obtener nueva información, comparar lo planificado con los resultados obtenidos y retroalimentar el proceso de la planificación. En este sentido, solo se puede realizar el control de los planes si han realizado mediciones a campo, con protocolos ordenados y con metodologías específicas.

Por último, la implementación de la planificación forrajera no solo contribuye al ordenamiento de los agroecosistemas, al equilibrio entre el potencial pastura y potencial animal, a la toma de decisiones de forma racional y anticipada enfocadas en lo prioritario, sino que permite ajustar la carga animal a partir de la receptividad ganadera aportando a la conservación de los recursos forrajeros y a la sustentabilidad del establecimiento. La planificación representa una herramienta permeable, que se retroalimenta constantemente del propio funcionamiento del agroecosistema y de la información generada. Es, sin duda, una metodología que deben implementar los profesionales responsables en pos de agroecosistemas ganaderos sustentables.

Referencias

Alconada Magliano, M. M. 2018. El suelo en el paisaje. En Suelo en el paisaje. Parte 1. Condiciones de dotación. Alconada Magliano, M.M., Lanfranco, J.W y Pelegrini, A.E. Ed. Universidad Nacional de La Plata. 150 pp.

Burkart, S. E., Garbulsky, M. F., Ghersa, C. M., Guerschman, J. P., León, R. J. C., Oesterheld, M., Paruelo, J. M. y Perelman, S. 2005. Las comunidades potenciales del pastizal pampeano bonaerense, pp. 215-232. La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Un homenaje a Rolando J.C. León. UBA.

Braun-Blanquet, J. 1950. Sociología vegetal. ACME Agency. Buenos Aires. 444 pp.

Cocimano, M., Lange, A. y Menvielle, E. 1975. Estudio sobre equivalencias ganaderas. Producción Animal (Buenos Aires, Argentina) 4: 161-190.

Golluscio, R. 2009. Receptividad ganadera: marco teórico y aplicaciones prácticas. Ecología Austral 19:215-232. Asociación Argentina de Ecología.

Guía de estudio N°9. Balance hidrológico climático mensual. Curso de Climatología y Fenología Agrícola. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata.

Guía Tomo I y II. Cátedra de Forrajicultura y Prácticatura. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata.

National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition, 2001. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/9825>

Oesterheld, O. y Sala, O.E. 1994. Modelos ecológicos tradicionales y actuales para interpretar la dinámica de la vegetación. El caso del pastizal de la Pampa Deprimida. Revista Argentina de Producción Animal. vol. 14 p. 9 – 14

Pourrain, A. 2004. Tamaño, estructura corporal en vacunos o "frame". Sitio Argentino de

Producción Animal.

Reinoso Ortiz, V. y Soto Silva, C. 2006. Calculo y manejo en pastoreo controlado. II) pastoreo rotativo y en franjas. Revista Veterinaria, Montevideo, 41(161-162):15-24.

Roitman, G. y Preliasco, P. 2012. Guía de reconocimiento de herbáceas de la Pampa Deprimida. Características para su manejo. En <https://www.vidasilvestre.org.ar/informe/publicaciones/?24361/Version-Digital-del-Kit-de-Extension-para-las-Pampas-y-los-Campos#>. Último acceso abril 2023.

Viglizzo, E. 1981. Dinámica de los sistemas pastoriles de producción lechera. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires. 125 pp.

Anexo

El enlace de ingreso al Visor GeoINTA es: <http://visor.geointa.inta.gob.ar/>. A continuación, se describe el procedimiento para generar mapas con información de suelos.

El paso 1 consiste en *ubicar el establecimiento*: para ello se procede de dos formas diferentes: a) cargando las coordenadas del establecimiento (herramientas, ir a coordenadas, Figura 1) o b) mediante acercamiento por zoom (en la parte superior derecha existen diferentes opciones satelitales para aproximarse al establecimiento por ejemplo ruta, ciudades cercanas, etc. Figura 2).

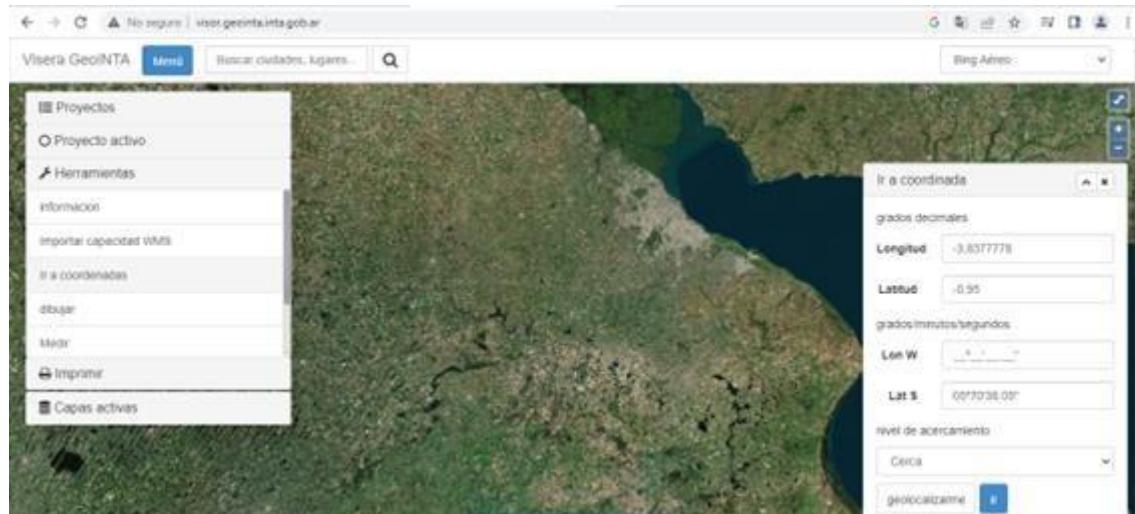


Figura 1: Opciones de carga de información de coordenadas del establecimiento en estudio.

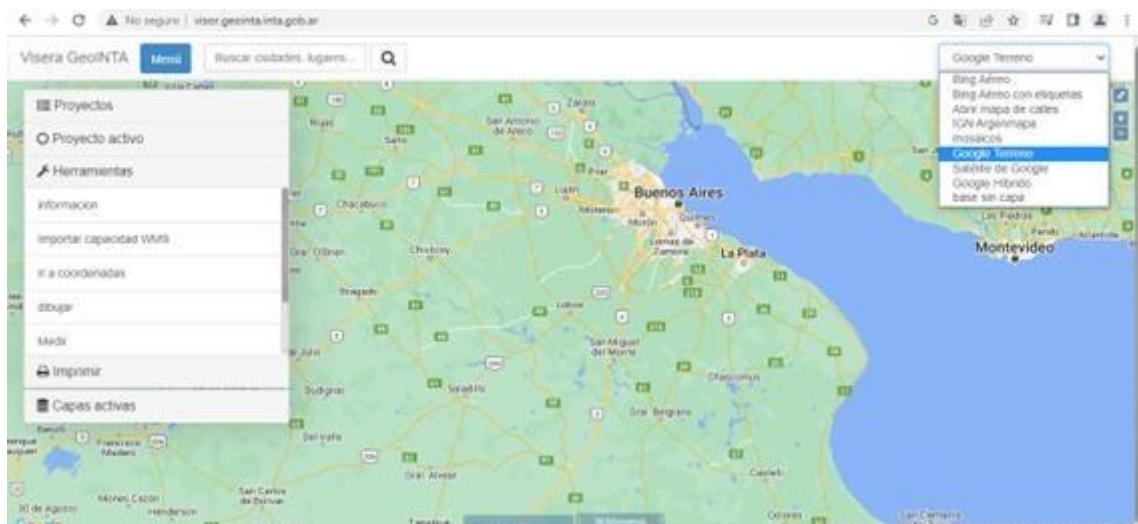


Figura 2: Herramientas satelitales para buscar el establecimiento de forma manual.

En el paso 2 se procede a dibujar los límites perimetrales para ello, se debe ir a herramientas, dibujar (Figura 3).

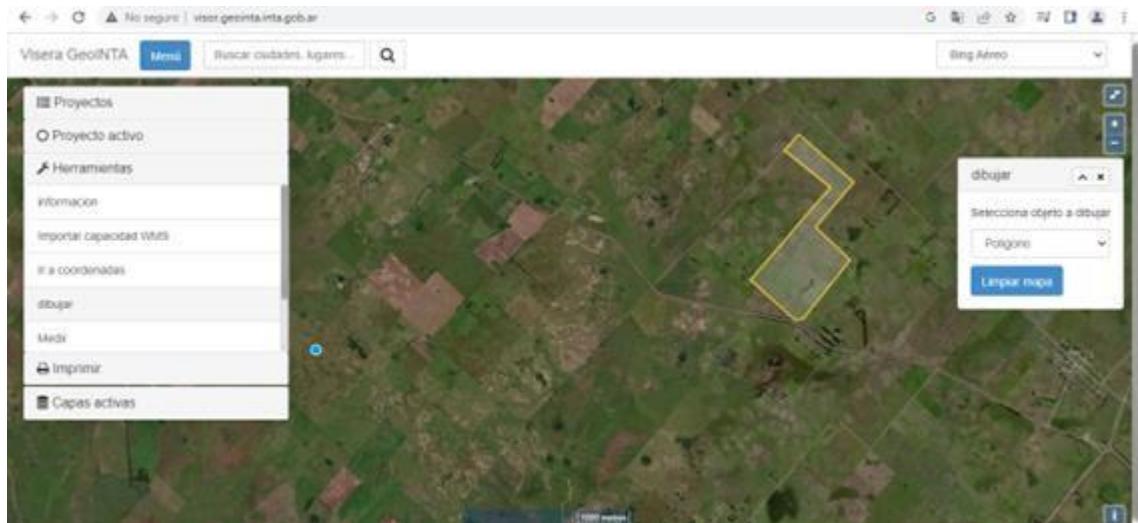


Figura 3: Procedimiento para generar los límites del establecimiento en interés. Ejemplo “El Amanecer-UNLP”.

En el paso 3 se identifican las unidades cartográficas. En la parte superior del visor se encuentra la barra de herramientas, debemos ir a **Proyectos**. Buscar suelos de la provincia de Buenos Aires 1:50000 (Figura 4). Realizar clic.

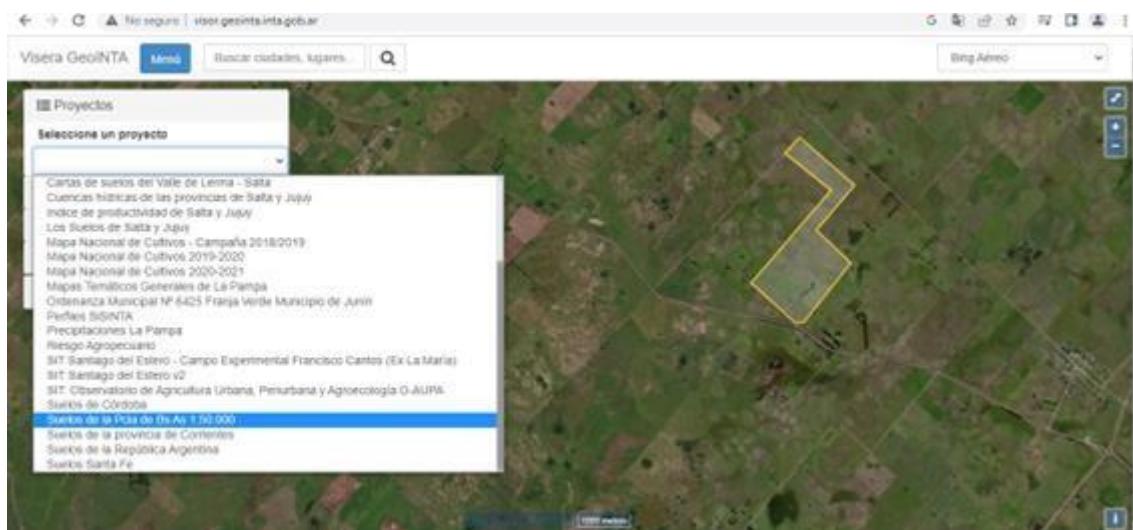


Figura 4: Paso. Activación de proyecto suelos de la provincia de Buenos Aires 1:50000.

Procedido este paso, se activa el proyecto Suelos, puede ocurrir que no se visualice la información. En ese caso, se debe ir a capas activas, en la misma se presenta una barra de graduación, se procede a regular la intensidad (Figura 5).

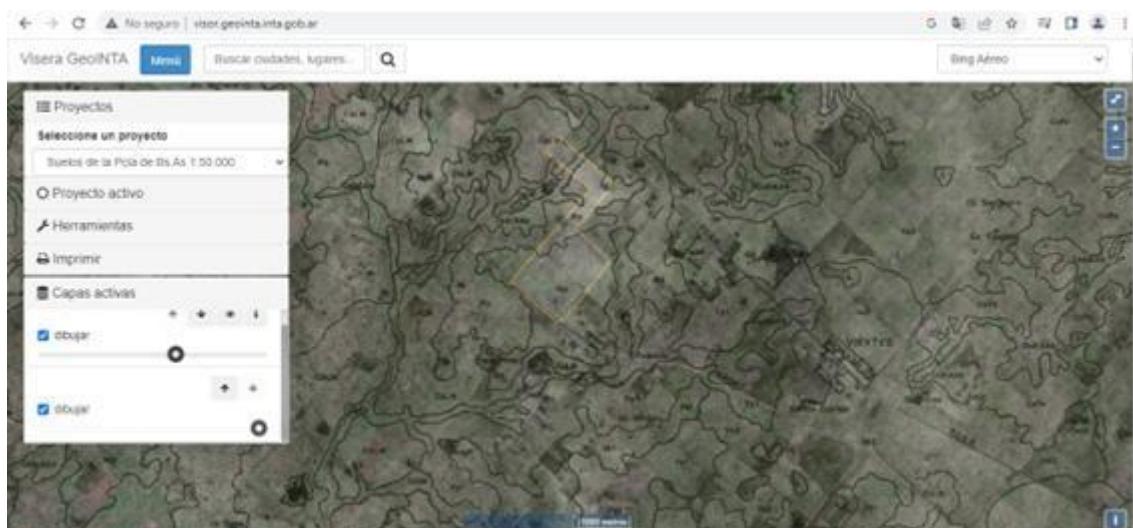


Figura 5: Graduación e identificación de Unidades cartográficas.

Una vez identificadas las Unidades cartográficas, se procede a buscar la información de las *series de suelo* que la constituyen. Para ello, se debe ir a la siguiente página web (<https://inta.gob.ar/documentos/carta-de-suelos-de-la-provincia-de-buenos-aires>). En la parte inferior se encuentra la opción para acceder a la información (para ver las cartas de suelo ingrese *aquí*). Se debe identificar el cuadrante en el cual está ubicado el establecimiento (Figura 6), en este caso se ubica en el partido de Magdalena 20, Viejitos (Figura 7) Hacer clic en Guía de Unidades cartográficas (Figura 8). Posteriormente nos encontraremos las series que constituyen cada una de las unidades cartográficas (Figura 9).



Figura 6: Identificación de cuadrante. Primer paso.

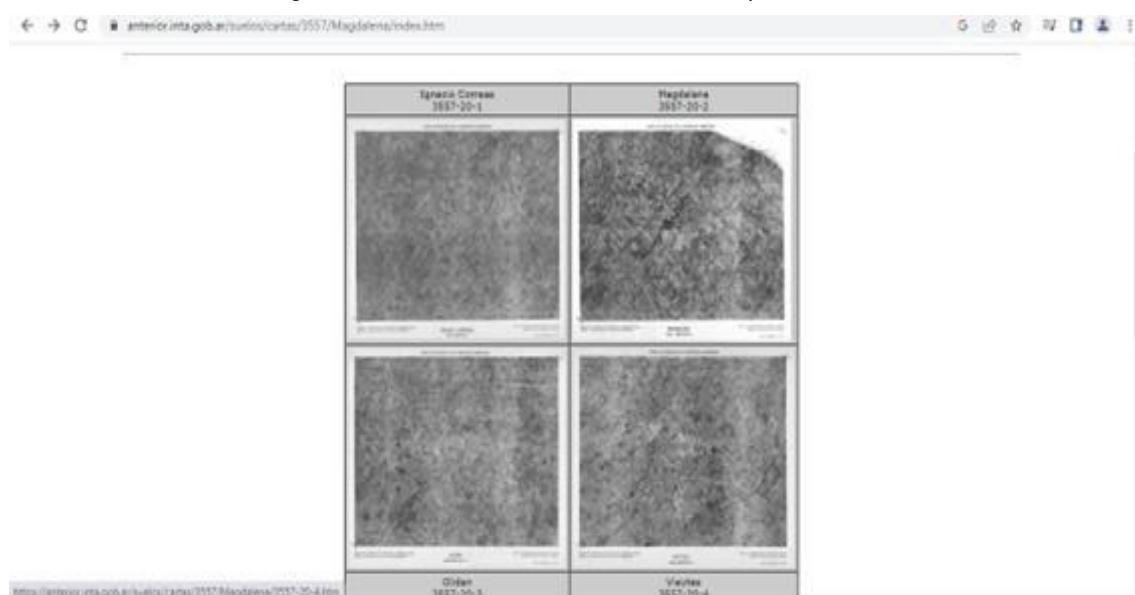


Figura 7: Identificación de las series. Paso 2.

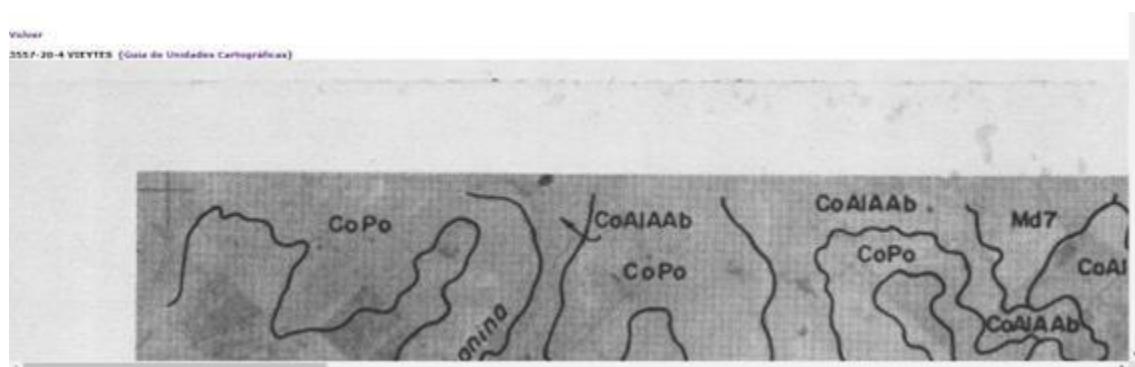


Figura 8: Acceso a la información de las unidades cartográficas y series de suelo. Paso 3.

Hoja 3557-20 - MAGDALENA Guía de Unidades Cartográficas			
Símbolo	Composición de la Unidad	Capacidad de uso	Índice de Productividad
Br	Complejo series Brindis (70%) y Los Nogales (30%)	VDes	61,0_A
Br1	Complejo series Brindis, fase algo políntemamente drenada (35%) y Los Nogales (65%)	VDes	41,0_A
Br2	Complejo series Brindis, fase algo políntemamente drenada (80%) y Los Nogales (20%)	VDes	53,2_A
CaAB	Complejo de suelos del Arroyo Juan Martín (100%)	VDes	22,0
CaAB1	Complejo de suelos aluviales del Arroyo Juan Martín (100%)	VDes	20,0
CaASin	Complejo de suelos del Arroyo Amegu (100%)	VDes	4,0
CaT	Complejo de suelos del Arroyo Tafallito (100%)	VDes	4,0
CaLH	Complejo de suelos hidromórficos Los Hudres (100%)	VDes	7,0
CaL	Complejo de suelos La Serrana (100%)	VDes	15,0
CaPi	Complejo de suelos hidromórficos-altos Pielat (100%)	VDes	20,0
CaG	Complejo de suelos aluviales-selvales San Bernardo (100%)	VDes	33
Ed	Asociación series El Desnudo (10%) y Punta Indio (30%)	VDes	21,2_A
Ed4	Asociación series El Desnudo (40%), Atarraya (40%) y La Serrana (20%)	VDes	27,3_A
ElPi	Complejo series Elthoverry (80%) e Iglesia Correa (20%)	VDes	61,8_A
ElPi1	Complejo series Elthoverry (80%) y Pielat (20%)	VDes	48,1_A
L	Liguras permanentes y/o temporarias	VDes	4,0
LiH2	Complejo series Los Hudres (60%), San Vicente (25%) y Albit, fase políntemamente drenada (15%)	VDes	29,1_A
LiH7	Complejo series Los Hudres (70%) y Altagracia Karr (30%)	VDes	18,3_A
Al	Áreas Mosaicas/Urbanas	—	—
Ma	Complejo series Magdalena (100%)	VDes	47,2_A
Ma2	Asociación series Magdalena (70%) y Viereta (30%)	VDes	47,5_A
Ma3	Asociación series Magdalena (70%) y Viereta (30%)	VDes	47,5_A
Ma4	Complejo series Magdalena, fase algo políntemamente drenada (70%) y Pielat (30%)	VDes	48,1_A
Ma5	Complejo serie Magdalena (100%)	VDes	52,6_A
Ma6	Complejo serie Magdalena (80%) e Iglesia Correa (20%)	VDes	50,7_A

Figura 9: Unidades cartográficas (UC), series de suelo que la constituyen, capacidad de uso e índice productivo de la UC.

Una vez identificada las series que constituyen las UC, se procede a buscar la información específica de cada serie de suelo. Para ello, se debe desplazar debajo del mapa de la provincia de Buenos Aires (Figura 6) en el cual encontraremos el listado de las series de suelo (Figura 10). Realizando clic se podrá acceder a dicha información.



Los autores

Coordinadora

Heguy, Bárbara

Ingeniera Agrónoma (FCAyF-UNLP). Especialista en Producción Animal (UNMdP), Especialista en Economía Agroalimentaria (UNLP), Especialista en Docencia Universitaria (UNLP). Profesora Adjunta Ordinaria del Curso de Forrajicultura y Prácticatura; Jefa de Trabajos Prácticos Ordinaria del Curso de Producción Animal II (FCAyF, UNLP). Investigadora categoría III. Directora de Proyecto de Investigación (I+D 2020-2023). Directora de Proyecto de Extensión. Responsable de la Actividad optativa Seminario Ecofisiología de Pastizales. Es autora de numerosos trabajos de investigación y capítulos de libros entre los que destacan: La actividad ganadera en el partido de La Plata; Producción familiar lechera en la cuenca de Abasto Sur; Una experiencia de movilidad docente para fortalecer la educación a distancia en la temática de pastizales naturales; Ganadería sustentable en la región metropolitana de Buenos Aires: indicadores.

Autores

Bolaños, Víctor Raúl Ariel

Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAyF) Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Doctorando en ciencias Agronómicas con beca doctoral CONICET en Escuela de Posgrado Alberto Soriano, Facultad Agronomía Buenos Aires (FAUBA). Especializando en Docencia Universitaria (UNLP). Docente Investigador, Jefe de Trabajos Prácticos. Cátedra de Forrajicultura y Prácticatura de la carrera de Ingeniería Agronómica (FCAyF UNLP). Docente, coordinador del curso Análisis y Planificación de Agroecosistemas Diversificados de la Tecnicatura Universitaria en Agroecología (FCAyF UNLP). Miembro como Investigador en proyectos de investigación y desarrollo (UNLP), sobre ambientes salinos del pastizal de la Pampa Deprimida (P.D) y las especies halofíticas nativas. Miembro y Evaluador en la Revista de la Asociación Argentina de Ecología (AsAE). Evaluador en la Revista Caldasia, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Etchevest, María Victoria

Estudiante avanzada de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAyF) de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Ayudante alumna del curso Forrajicultura y Prácticatura de la FCAyF. Colaboradora del seminario “Pastizales naturales de Argentina: estructura, funcionamiento y utilización”, FCAyF. Profesora en la Escuela de Educación Secundaria Agraria N° 1 de Magdalena. Participa en proyectos de investigación y

extensión relacionados a la ganadería vacuna de la Pampa Deprimida desde el curso de Forrajicultura y Prácticatura (FCAyF-UNLP).

Fernández, Federico Ezequiel

Ingeniero Agrónomo, FCAyF (UNLP). Especialista en Manejo de Sistemas Pastoriles Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Buenos Aires (UBA). Actualmente es Prosecretario en la Prosecretaría Productiva de Campos, Profesor Adjunto en el curso de Forrajicultura y Prácticatura de la FCAyF, y Ayudante de Primera Interino en el curso de Producción Bovina de Carne y Leche (Facultad de Ciencias Veterinarias, UNLP). Es Asesor técnico de sistemas productivos de carne. Participa en proyectos de investigación y codirige proyectos de extensión vinculados a la actividad ganadera en la Depresión del Salado. Es Responsable académico del Memorándum de entendimiento internacional entre la junta directiva de University of Florida (behalf of its College of Agricultural and Life Sciences) y UNLP (Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales).

Jalil, Gastón Hernán

Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAyF) Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Ayudante diplomado del curso de Forrajicultura y Prácticatura de la FCAyF de la UNLP. Docente del seminario “Pastizales naturales de Argentina: estructura, funcionamiento y utilización”, FCAyF. Asesor en planificación forrajera de campos ganaderos del este de la Depresión del Salado, dedicados a la cría y recría de ganado bovino. Integrante del proyecto de extensión Vinculación de los Espacios Productivos Ganaderos de la UNLP y el medio. FCAyF, UNLP. Distinción Joaquín V. Gonzales, a los mejores promedios egresados de la UNLP en 2015, entregado por la Municipalidad de La Plata. Participante en elaboración del informe de consultoría de la FCAyF, UNLP, para el Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, Argentina, durante el año 2022; sobre la cadena de valor de la carne vacuna.

Lamarche, Luciano Nahuel

Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAyF) Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Ayudante diplomado del curso de Forrajicultura y Prácticatura de la FCAyF de la UNLP. Docente del seminario “Pastizales naturales de Argentina: estructura, funcionamiento y utilización”, FCAyF. Asesor privado de sistemas ganaderos del partido de Punta Indio. Actualmente docente investigar en el proyecto Fertilización en las comunidades del pastizal de la Pampa Deprimida durante las diferentes estaciones del año, de la FCAyF de la UNLP. Participante en elaboración del informe de consultoría de la FCAyF, UNLP, para el Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, Argentina, durante el año 2022; sobre la cadena de valor de la carne vacuna.

Mendicino, Lorena

Ingeniera Agrónoma, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAyF) Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Maestranda de la carrera Procesos locales de innovación y desarrollo rural (FCAyF-UNLP). Jefe de Trabajos Prácticos de los cursos de Introducción a las Ciencias Agrarias y Forestales y Forrajicultura y Prácticatura, ambos de la carrera de Ingeniería Agronómica de la FCAyF de la UNLP. Docente de la Tecnicatura Universitaria en Agroecología de la misma institución. Entre sus últimas publicaciones destacan “Sistemas productivos periurbanos en el Sur del Área Metropolitana de Buenos Aires. Caracterización, transformaciones y desafíos” y “La actividad ganadera en el partido de La Plata”. Actualmente participa en proyectos de investigación y extensión vinculados a la ganadería vacuna en la Pampa Deprimida. FCAyF - UNLP. Es Prosecretaria de Pregrado de la FCAyF-UNLP.

Rodríguez Guiñazú, Adrián

Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAyF) Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Maestrando de la carrera Economía Agroalimentaria orientación Gerenciamiento y Dirección de Empresas, de la FCAyF de la UNLP. Jefe de Trabajos Prácticos en el curso de Producción Animal II y Ayudante diplomado del curso de Forrajicultura y Prácticatura de la FCAyF de la UNLP. Prosecretario de Administración y Producción de Campos UNLP, FCAyF. Asesor profesional en sistemas productivos de cría bovina, recría y tambo en el partido de Magdalena. Entre sus publicaciones se destacan Efecto de la carga animal en la calidad de semillas de *Lolium multiflorum* en una promoción química (2020), Influencia de las precipitaciones de otoño en la producción de pastizales en la Depresión del Salado (2022) y Efecto de la fertilización fosforada y nitrogenada en la población de macollos en *Festuca arundinacea* (2022).

Heguy, Bárbara

Recursos y planificación forrajera : en agroecosistemas ganaderos pampeanos / Bárbara Heguy ; Victor Raúl Ariel Bolaños ; Coordinación general de Bárbara Heguy. - 1a ed. - La Plata : Universidad Nacional de La Plata ; La Plata : EDULP, 2025.
Libro digital, PDF - (Libros de cátedra)

Archivo Digital: descarga

ISBN 978-950-34-2540-4

1. Pastizales. 2. Planificación. I. Bolaños, Victor Raúl Ariel II. Heguy, Bárbara, coord. III. Título.
CDD 716

Diseño de tapa: Dirección de Comunicación Visual de la UNLP

Universidad Nacional de La Plata – Editorial de la Universidad de La Plata
48 N.º 551-599 / La Plata B1900AMX / Buenos Aires, Argentina
+54 221 644 7150
edulp.editorial@gmail.com
www.editorial.unlp.edu.ar

Edulp integra la Red de Editoriales Universitarias Nacionales (REUN)

Primera edición, 2025
ISBN 978-950-34-2540-4
© 2025 - Edulp

n
naturales


edulp
EDITORIAL DE LA UNLP



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA