

DIGITARIA ERIANTHA

Un recorrido parcial
por su investigación
y experiencias de utilización
en el semiárido de
San Luis (Argentina)



Universidad
Nacional de San Luis

Editora:

Dra. M. J. Liliana Privitello

Autores:

Emmanuel Fernando Bacha

Rodrigo Becerra

Jorge Rúl Díaz

Jorge Alberto Garay

María Laura Guzmán

M. J. Liliana Privitello

Sergio Tulio Rosa

Ricardo Luis Sager

Oscar Antonio Terenti

Omar Segundo Vetore

Arte de Tapa:

D. G. Luciano Velázquez

Diseño y Diagramación:

D. G. Luciano Velázquez



**Universidad
Nacional de San Luis**

Primera Edición

Villa Mercedes (San Luis)

Mayo 2022

ISBN: 978-950-609-092-0

DIGITARIA ERIANTHA

Un recorrido parcial
por su investigación
y experiencias de utilización
en el semiárido de
San Luis (Argentina)

El cono cimien to

es una manera de relacionarse con la realidad, un modo de interpretarla, de dar cuenta de ella. Se expresa en proposiciones que describen objetos o estados de cosas que existen, que existieron o que podrían existir. Es decir que el conocimiento describe, explica y predice. Porque quien puede describir un hecho y explicar de qué manera ocurre puede al mismo tiempo predecir bajo qué condiciones se podría producir un hecho similar en el futuro, o retrodecir cómo se habrá producido en el pasado.

**“Conocimiento,
Ciencia y Epistemología”**
de Esther Díaz

AUTORES

Emmanuel Fernando Bacha

(Villa Mercedes, San Luis)

Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam).
Argentina.

Categoría en el Programa de Incentivos: 4

- › Profesor Adjunto del Dpto. Ciencias Agropecuarias de la Fac. de Ing. y Cs. Agropecuarias (FICA) de la UNSL. Asignaturas: Metodología de la Investigación Biológica Aplicada (MIBA) y Forrajes
- › Co-Director de Proyecto de Investigación (PROICO 14-0820) de la UNSL

efbacha@gmail.com | efbacha@email.unsl.com

Rodrigo Becerra

(Villa Mercedes, San Luis)

Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Luis (UNSL). Argentina.

- › Especialista en Manejo de Sistemas Pastoriles Universidad Nacional de Buenos Aires (UBA). Argentina.
- › Asesor técnico en sistemas ganaderos de San Luis
- › JTP Efectivo del Dpto. Ciencias Agropecuarias de la Fac. de Ing. y Cs. Agropecuarias (FICA) de la UNSL. Asignaturas: Producción Animal II y Producción Animal I
- › Integrante de Proyectos de Investigación (PROICO 14-1120 y PROIPRO 14-1420) de la UNSL

consultoriaagronicavm@gmail.com

Jorge Rúl Díaz

(Villa Mercedes, San Luis)

Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Luis (UNSL). Argentina.

- › Magíster en Economía y Negocios. Fac. de Cs. Económicas, Jurídicas y Sociales. Universidad Nacional de San Luis (UNSL). Argentina.
- › Profesor Asociado del Dpto. Ciencias Económicas de la Fac. de Ciencias Económicas, Jurídicas y Sociales (FCEJS) de la UNSL
- › Responsable Asignaturas: Administración Financiera (FCEJS) y Administración Rural (Dpto. Ciencias Agropecuarias de FICA)
- › Docente de carreras post-grado de la UNSL
- › ex-Presidente de la Asociación Argentina de Economía Agraria
- › Expositor y organizador de Congresos nacionales y regionales
- › Director de Proyecto de Investigación de la UNSL

diazjorge.vm@gmail.com

Jorge Alberto Garay

(Villa Mercedes, San Luis)

Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Argentina.

- › Ex-Investigador de EEA INTA San Luis
- › Ex-Profesor Adjunto Efectivo del Dpto. Ciencias Agropecuarias de la Fac. de Ing. y Cs. Agropecuarias (FICA) de la UNSL. Asignatura: Terapéutica Vegetal
- › Asesor técnico en manejo de malezas y herbicidas

garayjorgea23@gmail.com

María Laura Guzmán

(Villa Mercedes, San Luis)

Ingeniera Agrónoma. Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Argentina.

- › Doctora en Biología. Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia (UNSL)
- › Especialista en alimentación de Bovinos. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba (UNC)
- › Categoría en el Programa de Incentivos: 5
- › Jefa de Trabajos Prácticos Efectiva del Dpto. Ciencias Agropecuarias de la Fac. de Ing. y Cs. Agropecuarias (FICA) de la UNSL. Asignatura: Nutrición Animal
- › Investigadora de la EEA INTA San Luis
- › Directora de línea de Proyectos de Investigación de la UNSL (PROICO 14-1120), participante de otros subsidiados por INTA y derivados de Convenios Interinstitucionales (IAEA)

mlguzman@unsl.edu.ar | guzman.laura@inta.gob.ar

M. J. Liliana Privitello

(Villa Mercedes, San Luis)

Ingeniera Agrónoma. Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Argentina.

- › Doctora en Ganadería Ecológica. Gestión de la Empresa Agropecuaria de Zonas Marginales. Universidad de Córdoba. España.
- › Especialista en Investigación Biológica Aplicada en Ciencias Agropecuarias y Magister en Investigación Biológica Aplicada, con Especialización en Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA). Argentina.
- › Categoría en el Programa de Incentivos: 1
- › Profesora Titular Efectiva del Dpto. Ciencias Agropecuarias de la Fac. de Ing. y Cs. Agropecuarias (FICA) de la UNSL
- › Responsable Asignaturas: Forrajes y Metodología de la Investigación Biológica Aplicada (MIBA)
- › Docente de carreras post-grado de la UNSL
- › Directora de Proyectos de Investigación de la UNSL y derivados de Convenios Interinstitucionales, subsidiados por la UNSL u otras fuentes
- › Editora de libros y Revistas científicas

lilianaprivitello@hotmail.com | lilianaprivitello@gmail.com

Sergio Tulio Rosa

(Villa Mercedes, San Luis)

Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Luis (UNSL). Argentina

- › Especialista en Alimentación en Bovinos. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Argentina.
- › Productor agropecuario y Asesor técnico en sistemas ganaderos de San Luis
- › Categoría en el Programa de Incentivos: 4
- › Profesor Adjunto Interino del Dpto. Ciencias Agropecuarias de la Fac. de Ing. y Cs. Agropecuarias (FICA) de la UNSL
- › Responsable Asignaturas: Producción Animal I y Producción Animal II
- › Director de Proyecto de Investigación (PROIPRO 14-1420) de la UNSL

strosa2000@yahoo.com.ar | sergiotuliorosa@gmail.com

Ricardo Luis Sager

(Villa Mercedes, San Luis)

Médico Veterinario. Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Bs. As. Argentina.

- › Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Bs. As. Argentina.
- › Master en Ciencias. Especialidad Patología. Colorado State University. Fort Collins. Colorado. USA.
- › Categoría en el Programa de Incentivos: 1
- › Profesor Titular Efectivo del Dpto. Ciencias Agropecuarias de la Fac. de Ing. y Cs. Agropecuarias (FICA) de la UNSL
- › Responsable Asignatura: Nutrición Animal
- › Co-Director de la Maestría en Ciencia y Tecnología en Agroalimentos. FICA - UNSL
- › Co-Director del Doctorado en Ciencia y Tecnología en Alimentos. UNSL
- › Investigador de la EEA INTA San Luis
- › Director de Proyectos de Investigación de la UNSL

rsager@unsl.edu.ar

Oscar Antonio Terenti

(post-mortem)

(Villa Mercedes, San Luis)

Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Luis (UNSL). Argentina.

- › Magister Scientiae en Tecnología de semilla. Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Argentina.
- › Profesor Adjunto Efectivo del Dpto. Ciencias Agropecuarias de la Fac. de Ing. y Cs. Agropecuarias (FICA) de la UNSL. Asignatura: Fisiología Vegetal
- › Docente de la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ)
- › Investigador de la UNSL y EEA INTA San Luis

Omar Segundo Vetore

(Villa Mercedes, San Luis)

Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Argentina.

Categoría en el Programa de Incentivos: 4

- › Profesor Adjunto del Dpto. Ciencias Agropecuarias de la Fac. de Ing. y Cs. Agropecuarias (FICA) de la UNSL
- › Responsable Asignatura: Maquinaria Agrícola
- › Director de Línea y Administrador Proyecto de Investigación (PROICO 14-0820) de la UNSL

ovetore@gmail.com

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN INTERVINIENTES EN LA OBRA:

PROICO 14-0820

“Evaluación del potencial forrajero,
utilización de pasturas y comportamiento
animal en sistemas ganaderos semiáridos”

*Res CS UNSL:138/20 (Proyecto incorporado al Programa de Incentivos). Directora: Dra.
M. J. Liliana Privitello.*

PROICO 14-1120

“Análisis desde una perspectiva
sistemática de dos componentes del
sistema productivo animal en un marco de
sustentabilidad e inocuidad del producto”

*Res. CS de la UNSL: 138/20 (Proyecto incorporado al Programa de Incentivos). Director
Dr. Ricardo Luis Sager.*

PROIPRO 14-1420

“Análisis de sistemas de producción
animal para la inclusión de tecnologías de
proceso en la provincia de San Luis”

*Res CS de la UNSL: 138/20 (Proyecto no incorporado al Programa de Incentivos).
Director: Esp. Ing. Sergio Tulio Rosa*

EDITORIAL

Este e-book tiene como finalidad brindar a los alumnos avanzados de Ingeniería Agronómica una visión integral de las características como forrajera y de manejo de la especie *Digitaria eriantha* Steudel subsp. *eriantha* en el semiárido de San Luis. Para lo cual, se han sintetizado resultados de investigaciones que van desde la implantación y comportamiento morfofisiológico ante factores ambientales hasta su rol como componente de estructuras forrajeras para sistemas ganaderos de cría bovina, considerando en éste último la disponibilidad de materia seca y calidad nutricional, las necesidades de suplementación ante el requerimiento animal, el efecto de la calidad del agua de bebida en las respuestas productivas y la relación entre el pastoreo y la accesibilidad al agua. Para ampliar algunos conocimientos y dar un enfoque real de uso, se exponen nuevas experiencias de siembras e implantación, control de malezas y manejo de sistemas ganaderos de cría en distintos ambientes de la provincia, una práctica elemental de presupuestación forrajera en base a este cultivo y la evaluación del impacto económico-financiero que significa su introducción.

Debe tenerse en cuenta que si los factores ambientales (suelo, luz, agua, temperatura, entre otros) son los adecuados y sin soslayar los económicos, es el factor antrópico quien con sus decisiones y accionar determina el éxito de la incorporación de esta tecnología.

Dra. M. J. Liliana Privitello

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la participación de Establecimientos ganaderos del medio como, “Don Ubaldo”, “La Esperanza”, “El Centenario”, “San Bernardo”, “Don Hernán”, “Paso Ancho”, “El Tapayo” y “La Maleva” por permitir llevar a cabo varias experiencias y obtener así constataciones empíricas de teorías planteadas. Como así también, a la “EEA INTA San Luis” por facilitar sus instalaciones y compartir sus avances científicos.

Se brinda un reconocimiento especial a referentes en la introducción y utilización de ***Digitaria eriantha*** pertenecientes a la EEA INTA San Luis (Ing. Agr. Carlos Frasinelli) y a empresas agropecuarias (Ing. Agr. Carlos Bossi, Ing. Agr. Javier Falabella, Ing. Agr. Gonzalo Molina, Med. Vet. Juan Cola y Med. Vet. Ariel Pérez) por la información brindada. Igualmente, al señor Marcelo Ellena y señora Andréa Barovero de “Servicios Agroaéreos” por sus importantes aportes en la siembra aérea.

También, a los docentes y alumnos que con sus trabajos de tesis posgrado o finales de grado permitieron ampliar los conocimientos en pasturas plurianuales como digitaria.

Y por supuesto, a la Institución en la cual, mediante la docencia e investigación, se forman los futuros Ing. Agrónomos, la UNSL, por guiar y sustentar estos desafíos. En especial, a las figuras del Rector CPN Víctor Aníbal Moriñigo y Decano de FICA Mag. Ing. Sergio Luis Ribotta por el apoyo para el logro final de la obra. El esfuerzo de reflejar en este e-book años de trabajo e investigación, en distintas temáticas que hacen al cultivo de esta forrajera en nuestro semiárido, no sería posible sin el aporte económico que el mismo demanda. Finalmente, se agradece a la Oficina de Propiedad Intelectual de la UNSL (OPI) por la gestión realizada ante la Agencia Argentina de ISBN administrada por la Cámara Argentina del Libro.

INDICE

TEMÁTICO DE APARTADOS

	RESUMEN	13
1	INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE <i>Digitaria eriantha</i> . CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DE ÁREAS FORRAJERAS DE ARGENTINA Y SAN LUIS. Dra. M. J. Liliana Privitello	14
2	IMPLANTACIÓN DE <i>Digitaria eriantha</i> . Ing. Omar S. Vetore y Dra. M. J. Liliana Privitello	20
3	CONTROL DE MALEZAS EN <i>Digitaria eriantha</i> . Ing. Agr. Mg. Oscar Terenti e Ing. Agr. Jorge Garay	32
4	MORFOFISIOLOGÍA DE LAS GRAMÍNEAS Y RELACIONES ENTRE FACTORES AMBIENTALES, CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA PLANTA. Dra. M. J. Liliana Privitello	38
5	PRODUCCIÓN DE <i>Digitaria eriantha</i> Y CALIDAD NUTRICIONAL DE FORRAJERAS SEMIÁRIDAS. Dra. M. J. Liliana Privitello	50
6	MORFOGÉNESIS FOLIAR DE <i>Digitaria eriantha</i> A NIVEL DE MACOLLO. FUNDAMENTOS MORFOGENÉTICOS PARA EL MANEJO PASTORIL. Dra. M. J. Liliana Privitello	58
7	UTILIZACIÓN DE <i>Digitaria eriantha</i> EN SISTEMAS PASTORILES SEMIÁRIDOS. Dra. M. J. Liliana Privitello	68
8	EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LA PRODUCCIÓN DE <i>Digitaria eriantha</i> EN SAN LUIS. Dra. María Laura Guzmán	82
9	SUPLEMENTACIÓN INVERNAL EN PASTURAS DE CALIDAD RESTRINGIDA COMO <i>Digitaria</i> <i>eriantha</i> DIFERIDA. Dra. María Laura Guzmán y Dra. M. J. Liliana Privitello	88
10	AGUA DE BEBIDA PARA BOVINOS EN SITUACIÓN DE PASTOREO DE <i>Digitaria eriantha</i> . Dr. Ricardo L Sager	96
11	PAUTAS Y HERRAMIENTAS DE MANEJO DEL RODEO DE CRÍA BOVINA. SISTEMAS DE CRÍA EN EL CENTRO-SUR Y CENTRO-ESTE DE SAN LUIS. Ing. Esp. Sergio Tulio Rosa	102

12	<i>Digitaria eriantha</i> EN MODELOS GANADEROS DE LA PROVINCIA DE SAN LUIS. Ing. Esp. Rodrigo Becerra e Ing. Esp. Sergio Tulio Rosa	114
13	PLANIFICACIÓN FORRAJERA. APLICACIÓN EN MODELOS PASTORILES EN BASE A <i>Digitaria eriantha</i> . Ing. Agr. Emmanuel Fernando Bacha	124
14	SOSTENIBILIDAD DE <i>Digitaria eriantha</i> : ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO Ing. Agr. Mg. Jorge Raúl Díaz	140

RESUMEN

Por:

Dra. M. J. Liliana Privitello

Dpto. Cs. Agropecuarias-FICA-UNSL

Digitaria eriantha Steudel subsp. eriantha (digitaria o digigrass) es una especie forrajera originaria de Sud-África. Es una poácea perenne de crecimiento estival, tipo C4, con un alto potencial productivo una vez lograda. Se caracteriza por disminuir su tenor proteico en invierno y presentar un alto porcentaje de fibra durante todo su ciclo, sin embargo, bien manejada y con suplementación estratégica, puede cubrir los requerimientos de mantenimiento de la vaca de cría todo el año en sistemas semiáridos. En San Luis, se la utiliza sola o acompañada con pasto llorón o pastizales naturales en los sistemas de cría. Suplementada, puede utilizarse en sistemas de invernada.

En un recorrido parcial por su investigación y experiencias de utilización en el ambiente semiárido de San Luis (Argentina), este e-book trata aspectos relacionados con su adaptación al ambiente semiárido, tecnologías de implantación, actividades para el control de malezas previo a la siembra o sobre cultivos de digitaria, morfofisiología (morfología de la especie, ápice de crecimiento, profundidad de enterrado de los puntos de crecimiento, sustancias de reservas, metabolismo C4), factores ambientales que influyen en el crecimiento y desarrollo de la planta (agua, carbono, radiación, temperatura, nitrógeno), morfogénesis foliar a nivel de macollo y fundamentos morfogénéticos para el manejo de forrajeras. Se vierten nociones referidas a la utilización y al manejo de *Digitaria eriantha* en sistemas pastoriles semiáridos integrando aspectos concernientes a la producción, calidad nutricional, morfogénesis y actividad animal.

Respecto a la sostenibilidad del subsistema forrajero con digitaria, una investigación "teórica" permitió evaluar el impacto ambiental sobre los recursos suelo, agua y aire, y el nivel de daño que produce a la salud humana y al ecosistema a través del uso de eco-indicadores, considerando la producción de esta gramínea bajo condiciones ambientales de máxima y mínima.

La suplementación hace referencia a suministrar a los animales los nutrientes específicos para complementar una dieta base. Para el caso de digitaria se hace énfasis en la adición de proteína como una herramienta estratégica en el manejo del rodeo de cría sobre pasturas diferidas, momento en que su calidad nutricional decae y el animal no puede satisfacer sus requerimientos totales. La información de características de algunos suplementos, como también, el conocimiento de experiencias de utilización y suminis-

tro, ayudan a resolver qué y cómo suplementar. La calidad del agua de bebida, según sea la concentración de sólidos disueltos totales, interviene en la respuesta productiva del ganado bovino cuando pastorea digitaria. Se brindan recomendaciones para el uso correcto de suplementos y expresan sugerencias de manejo para asegurar la accesibilidad al agua.

Experiencias, surgidas de investigaciones realizadas por el INTA San Luis y visitas a establecimientos ganaderos, referidas a alternativas de oferta forrajera en el centro-sur y centro-este provincial, permiten adquirir un panorama de la realidad productiva en ambientes de San Luis aptos para el cultivo de digitaria. También, se sintetizan expresiones surgidas de entrevistas a profesionales de reconocida *expertise* en la utilización de digitaria en establecimientos e instituciones del medio (Antiguas Estancias Don Roberto S.A. y Abrasivos Argentinos S.A., EEA INTA San Luis), considerados precursores en la introducción, implantación y el manejo de la especie, entre otros también muy relevantes para el logro de dichas acciones en San Luis (como el Ing. *Jorge H. Veneciano*, ex investigador del INTA San Luis). A estas experiencias, se les suman otras, generadas por los propios autores en sistemas de cría sanluisenses.

Algunos conceptos y herramientas de manejo del rodeo de cría sustentan y facilitan la ejecución de presupuestaciones forrajeras de sistemas de cría bovina. La planificación o presupuestación forrajera es una herramienta de previsión y toma de decisiones para desarrollar sistemas ganaderos sustentables. Se plantean cuatro modelos de estructuras forrajeras para sistemas de cría del centro-sur de San Luis, en base a *Digitaria eriantha*, y contrastan algunos indicadores productivos derivados de la relación entre la oferta de MS forrajera y el requerimiento de MS por parte del animal (presupuestaciones). Finalmente, se utilizan indicadores económicos y financieros, para decidir la viabilidad de varios modelos productivos de cría bovina con diferentes bases forrajeras.

Palabras clave:

digitaria - implantación - morfofisiología - suplementación invernal - agua de bebida - modelos productivos semiáridos - planificación forrajera - indicadores económicos-financieros

1



INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE DIGITARIA ERIANTHA

Caracterización ambiental de áreas forrajeras
de Argentina y San Luis

Por:

Dra. M. J. Liliana Privitello

Dpto. Cs. Agropecuarias-FICA-UNSL

Digitaria eriantha Steudel ssp. *eriantha* (Fig. 1.1: a,b) es un componente del pastizal natural de África oriental y austral. Su domesticación comienza en Sudáfrica en 1924 (Veneciano y Terenti, 1997; Terenti, 2005). Investigadores del INTA mencionan que es una especie estival muy tolerante a la sequía. Se la caracteriza como adaptada a regiones tropicales, subtropicales y templadas con lluvias estivales no inferiores a 400 mm.

En Australia, se menciona un rango de precipitaciones de 400 a 1000 mm/año. En Argentina, se recomienda para regiones con un régimen hídrico de 400 a 800 mm/año, suelos arenosos a franco arenosos, de media fertilidad, más precisamente, para el semiárido central del país (Fig. 12). Tolerancia de escasa fertilidad, donde disminuye su producción, pero responde muy bien al aporte de N. Es muy tolerante al frío, pero no se adapta al anegamiento, al sombreado ni a suelos con alto contenido de sales (Veneciano y Terenti, 1997; Ávila, Barbera, Blanco, Burghi, De Battista, Frasinelli, Frigerio, Gándara, Goldfarb, Griffa et al., 2014).

Presenta una morfología extremadamente variable en importantes formas específicas diferentes. En general es perenne, algunas veces estolonífera, o cespitosa y rizomatosa, con rizomas vigorosos y no ramificados (Fig. 13: a,b,c). El cultivar más difundido es Irene (Sudáfrica, década del 40), caracterizada como heterogénea y con dificultades para la producción de semilla y su establecimiento (Veneciano, 2006).



a - Digitaria fin primavera



b - Digitaria diferida al invierno

Figuras 1.1 a, b: Potreros (centro-sur de San Luis) con digitaria para pastoreo primavera-estival e invernal (Privitello, MJL)

La primera microparcela en la EEA San Luis data de 1983 y su difusión comercial fue a partir de 1991 (Terenti, 2005). Definida como un recurso promisorio, que posee como atributos principales su perennidad, la ausencia de plagas y enfermedades y una superior calidad forrajera con respecto al pasto llorón (*Eragrostis curvula*) en cualquier época del año, calidad que otorga versatilidad en su aprovechamiento (Frasinelli et al., 1992).

En 2004, se informó como un importante recurso forrajero con 70000 ha implantadas (Terenti, 2004) y en 2005 con unas 100000 ha en producción, de las cuales, aproximadamente 60000 ha eran sin agricultura previa y 50000 ha con agricultura previa (Terenti, 2005). El Censo Nacional Agropecuario 2018 (CNA: resultados preliminares), al 30 de junio de 2018, menciona una superficie total del género *Digitaria* en el país de 40354 ha y una superficie total de *Digitaria eriantha* cv Irene en San Luis de 29225 ha.

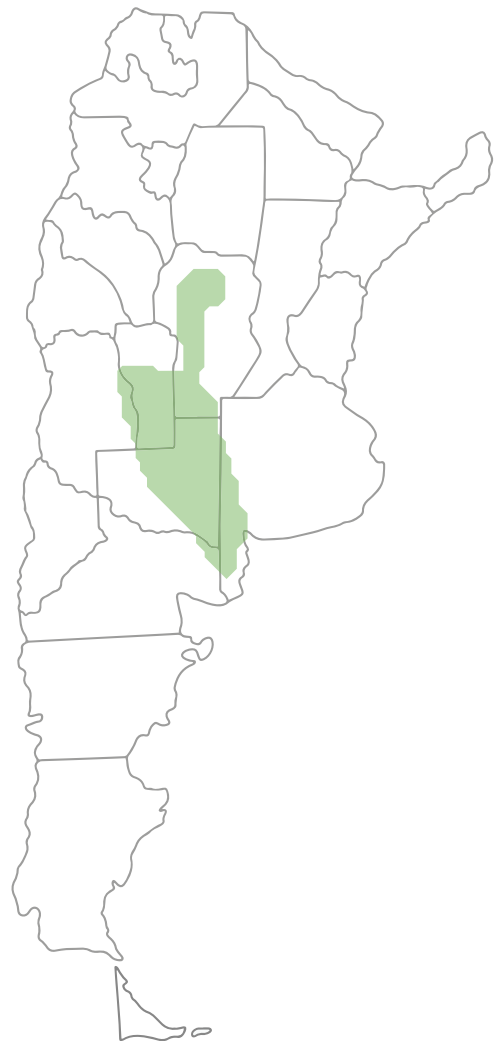


Figura 1.2: Zona de adecuación de digitaria en Argentina (central) y San Luis (centro-sur). Ávila, R., P. Barbera, L. Blanco, V. Burghi, J. P. De Battista, C. Frasinelli, K. Frigerio, L. Gándara, M. C. Goldfarb, S. Griffa et al., 2014



a - Estado Vegetativo



b - Estado Reproductivo



c - Estado Diferido al Invierno

Figuras 1.3 a, b, c: Digitaria en estado vegetativo, reproductivo y diferido (Privitello, MJL)

Áreas forrajeras de Argentina según requerimiento térmico de las especies y distribución de las precipitaciones

En Argentina pueden distinguirse tres grandes áreas forrajeras (Fig. 14) en función de los requerimientos térmicos para el desarrollo de las plantas descritos por Candolle (1984) y Köpen (1900), según cita Font Quer (1977). En la región norte se ubican las especies megatérmicas, las cuales se desarrollan sin restricciones con temperatura media ($T^{\circ}Me$) del mes más frío superior a $16^{\circ}C$. Con $T^{\circ}Me$ inferior a $16^{\circ}C$ en julio y hasta una $T^{\circ}Me$ anual de $20^{\circ}C$ ó $26^{\circ}C$ en el mes más cálido se desarrollan con restricciones. En la región central se encuentran las especies mesotérmicas, éstas exigen una $T^{\circ}Me$ anual de $15 - 20^{\circ}C$ e inferior a $16^{\circ}C$ en el mes más frío. No soportan periodos prolongados con temperaturas inferiores a $0^{\circ}C$ y requieren abundante humedad en determinados periodos. En esta área coexisten especies C3 y C4, según sea su sistema fotosintetizante. En la región sur se desarrollan especies microtérmicas con $T^{\circ}Me$ anual de $0 - 15^{\circ}C$, precipitaciones distribuidas a través del año y periodos prolongados de heladas y nevadas que sobrellevan en reposo vegetativo (Privitello y Gabutti, 2004).

La zona de la llanura pampeana recibe anualmente más de 500 mm de precipitaciones (semiárida "SA", subhúmeda "SH"

y húmeda "H", Fig. 14), abarca uno de los sectores ganaderos más importantes del mundo e incluye el centro de cría e invernada vacuna y de mayor producción lechera de Argentina. Según la distribución de las isohietas de 800, 700 y 500 mm anuales (De Fina y Ravelo, 1975) se pueden distinguir en la región pampeana: climas húmedos (más de 800 mm anuales), subhúmedos (700 a 800 mm anuales) y semiáridos (500 a 700 mm anuales) (Covas, 1963).

La Región Semiárida Pampeana ocupa una superficie de aproximadamente 24 millones de hectáreas y representa el 14 % de la Rca. Argentina. La isohieta de los 500 mm, que atraviesa por el centro de San Luis de Norte a Sur, marca el límite Oeste de dicha región. Los vientos de invierno y primavera originan problemas de erosión eólica. Los suelos más representativos son haplustoles, de texturas medias a gruesas, bien a excesivamente drenados, moderadamente provistos de materia orgánica, susceptibles a la erosión eólica con fertilidad media a escasa. En general tienen alta deficiencia de nitrógeno (Glave, 1989).

Caracterización ambiental de la provincia de San Luis

La provincia de San Luis se halla ubicada en la región semiárida templada de la Argentina. Su posición geográfica permite clasificar su clima como continental, pero no uniforme debido a las serranías. En general es templado, poco húmedo en el este y semiseco a seco en el oeste. Ocupa un rango de precipitaciones que va desde alrededor de 300 mm/año en el extremo oeste hasta algo más de 650 mm/año en el límite este (período 1921-1950) (Peña Zubiato et al., 1998). Al igual que en el resto de la región semiárida, en San Luis, las precipitaciones anuales aumentaron en las últimas décadas. Diferentes autores han caracterizado el ascenso de las precipitaciones de la provincia, el corrimiento de las isohietas y la variabilidad de las mismas (Bertón y Echeverría, 1999; Echeverría y Giulietti, 2006; Stritzler et al., 2007; Veneciano y Federigi, 2008). Presenta un semestre cálido en el que se concentra más del 70 % del total anual de lluvias.

En el centro sur de la provincia, la $T^{\circ}Me$ del mes más cálido oscila entre 23,5 y 24,5 °C, mientras que la máxima media del mes más cálido puede alcanzar valores de 31,5 y 32,5 °C. En el mes más frío del año, la $T^{\circ}Me$ varía entre 7,5 y 8,5 °C, la mínima media entre 0,5 y 2,5 °C y la mínima absoluta entre -15 y -12 °C (Echeverría y Giulietti, 2006).

San Luis se caracteriza por tener suelos con escaso desarrollo. Panigatti (2010) los describe con altos contenidos de arenas (> 70 %), relieve normal ondulado, bajo contenido de materia orgánica (1 %), excesivamente drenados, con secuencia de horizontes A-AC-C, pobres de estructura y con alta susceptibilidad a la erosión.

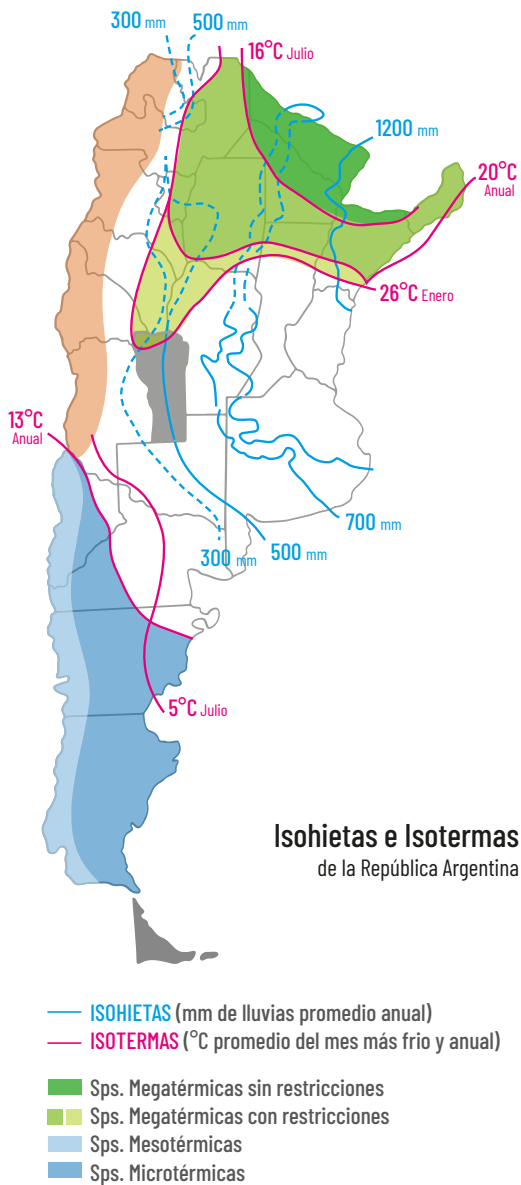


Figura 1.4: Áreas forrajeras de Argentina en función de los requerimientos térmicos de las plantas (Adaptación: Privitello y Gabutti, 2004)

Bibliografía

- Ávila, R., Barbera, P., Blanco, L., Burghi, V., De Battista, J.P., Frasinelli, C., Frigerio, K., Gándara, L., Goldfarb, M. C. Griffa, S. et al.** 2014. Gramíneas forrajeras para el subtrópico y el semiárido central de la Argentina. INTA, ISBN-978-987-521-551-1.
- Bertón, J., Echeverría J.** 1999. Cambio climático global en San Luis: Régimen pluviométrico. Cambio climático global en San Luis: Régimen pluviométrico. VII *Jornadas Cuidemos Nuestro Mundo*: Universidad Nacional de San Luis. 48-50.
- Censo Nacional Agropecuario.** 2018. Resultados preliminares. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). ISBN 978-950-896-571-4.
- Covas, G.** 1963. Pasturas perennes artificiales para la región pampeana subhúmeda y semiárida. *Boletín de Divulgación Técnica* N°3. EEA Anguil. INTA. La Pampa 5-8.
- De Fina, A.L. y Ravelo, A.C.** 1975. Climatología y fenología agrícolas. Ed. Universitaria de Bs As. 69-80.
- Echeverría, J., Giulietti, J.** 2006. II. Cartografía de variables ambientales. En: Echeverría J., Jobbagy E., y Collado A. (Eds.), *Aptitud Forestal de la Provincia de San Luis* (11- 35). San Luis, Argentina. Ediciones INTA.
- Font Quer, P.** 1977. Diccionario de Botánica. Ed. Labor, S.A.
- Frasinelli, C.A., Stritzler, N.P.; Veneciano, J.H.; Marchi, A.; Funes, M.O.** 1992. *Digitaria eriantha*, una forrajera estival promisoría. COPROCYT. La ciencia y tecnología en el desarrollo de la provincia de San Luis. *Rev. de divulgación* N° 2. Gobierno de la provincia de San Luis. 18 pág.
- Glave, A.E.** 1989. Manejo del suelo y del agua en la región semiárida pampeana. *Revista ACAECER*. Año XV N°155. 33-36.
- Panigatti J.L.** 2010. Argentina, 200 años, 200 suelos. Buenos Aires, Argentina. Ediciones INTA.
- Peña Zubiato, C.A., Anderson, D.L., Demmi, M.A., Saenz J.L. y D'Hiriart, A.** 1998. Carta de suelos y vegetación de la provincia de San Luis. Sec. de Agric. Ganad. Pesca y Aliment., INTA y Gob. de la Pcia de San Luis. EEA San Luis. 115 pág.
- Privitello, M.J.L. y Gabutti, E.G.** 2004. Introducción. En Privitello, M.J.L. y Gabutti, E.G. (Eds.), *Producción y calidad nutricional de forrajeras cultivadas y nativas del semiárido sanluisense*: 1-12.
- Stritzler N., Petruzzi H., Frasinelli C., Veneciano J., Ferri C., Viglizzo E.** 2007. Variabilidad climática en la Región Semiárida Central Argentina. Adaptación tecnológica en sistemas extensivos de producción animal. *Rev. Argentina de Producción Animal*. Vol. 27.
- Terenti, O.** 2004. Crecimiento y calidad de la semilla de *Digitaria eriantha*. E.E.A. INTA San Luis. *Informativo Rural* 1. Sitio Argentino de Producción Animal: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/30-semilla_digitaria.pdf
- Terenti, O.** 2005. Siembra e implantación de *Digitaria eriantha*. Cuadernillo clásico de forrajeras N.º 98. Sitio Argentino de Producción Animal: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/137-digitaria_19.pdf
- Veneciano J. y Terenti O.** 1997. Efectos de la defoliación y la fertilización nitrogenada en el rendimiento y calidad de *Digitaria eriantha* Steudel subsp. *eriantha* cv. Irene. *Revista de la Facultad de Agronomía - UNLPam*: 9: 41-56.
- Veneciano, J.H.** 2006. Gramíneas estivales perennes para ambientes semiáridos: Características y productividad. *Información Técnica* N° 171. ISSN 0327-425X. EEA San Luis-INTA. 84 pág.
- Veneciano, J., Federigi, M.** 2008. Las lluvias de Villa Mercedes en el inicio de siglo. XVI *Jornadas Cuidemos Nuestro Mundo*. Universidad Nacional de San Luis. San Luis, Argentina. Actas: 49-53.

2



IMPLANTACIÓN DE DIGITARIA ERIANTHA

Por:
Ing. Omar Segundo Vetore
y Dra. M. J. Liliana Privitello -
Dpto. Cs. Agropecuarias-FICA-UNSL

Numerosos estudios, realizados por instituciones públicas, privadas, profesionales independientes y productores de San Luis, generaron mucha información que se encuentra disponible a la hora de la toma de decisiones.

La problemática de falta de equilibrio entre la carga animal (requerimientos) y la oferta forrajera invernal (principalmente por calidad) era compartida por las instituciones de la región, y formó parte de muchos planes de trabajo del INTA San Luis, de la Universidad Nacional de San Luis y del Gobierno provincial, quien propició la mejora de los sistemas productivos mediante proyectos de infraestructura:

“Integremos el Sur Sanluisense”, “Plan Trienal de Crecimiento, Producción y Empleo”, “Sistema Provincial de Ciencia y Tecnología” y el “Plan de Desarrollo Ganadero”. Los grupos CREA, también, visualizaron y compartieron dicha problemática. En el desarrollo del proceso de innovación tecnológica-productiva participaron diversos actores a lo largo de los últimos 30 años en pos de un mismo objetivo: expandir la frontera productiva de la región mediante el cultivo de una forrajera megatérmica perenne sudafricana, *Digitaria eriantha* (Díaz et al., 2010).

Una vez tomada la determinación de implantar la pastura, en este caso, *Digitaria eriantha*, el gran objetivo consiste en establecer el número de plantas por m² ideal a lograr en la

implantación, es decir, la densidad que la pastura necesita para ser viable y productiva. Para eso se tiene que tener en cuenta algunos factores que van a afectar la implantación y que están relacionados con la semilla (forma, tamaño, viabilidad, dormición, etc.), el ambiente durante las fases de germinación, emergencia y establecimiento (temperatura y humedad del suelo y del entorno en general) y la competencia inter e intraespecífica una vez establecida. Estos factores condicionan, al momento de implantación, la fecha de siembra, densidad, profundidad, compactación y otros recursos agronómicos como la utilización de un cultivo protector o la fertilización y, finalmente, la maquinaria disponible y las labores culturales necesarias.

Experiencias en la implantación de digitaria

Con la finalidad de evaluar tecnologías sustentables para el semiárido como es la introducción de gramíneas (poaceae) megatérmicas se realizaron algunas experiencias. En el Establecimiento Santa Teresa, ubicado en Granville (San Luis), se pudo determinar que el fracaso de la siembra de “digitaria” en primavera, sobre un pastizal pasamófilo de muy buena condición quemado y roturado para tal fin, reduce la composición botánica y la condición del pastizal y aumenta el porcentaje de suelo desnudo. También ocasiona una disminución de la cobertura, densidad y frecuencia de algunas especies dominantes invernales (*Poa ligularis* y *Nassella tenuissima*) y estivales (*Bothriochloa springfieldii*), sin llegar a provocar un cambio drástico en el estado o en la producción media del pastizal que inicialmente era de condición excelente. Se mantiene una composición florística principalmente estival con detrimento de las invernales perennes. La información resultante contribuyó a la idea de que los límites de reemplazar el pastizal natural por una especie megatérmica introducida son inciertos y riesgosos, si no se prevé de semillas de calidad, con buen poder germinativo y de tecnología adecuada para su implantación (Privitello et al., 2005).

En el Establecimiento Don Ubaldo, ubicado 45 km al sur-oeste de Villa Mercedes (Est. del Ferrocarril Gral. San Martín, Nueva Escocia, San Luis), se realizó un ensayo para estudiar la posibilidad de implantación de mezclas de especies perennes estivales (*Eragrostis curvula*, *Digitaria eriantha* y *Panicum coloratum*). Se pudo determinar que, en el área medanosa de San Luis, la incorporación de estas forrajeras es posible, pero no muestran igual desarrollo y comportamiento productivo. El mayor número de plantas logrado con pasto llorón, ubicó a esta especie en posición de ventaja respecto a las otras cultivadas y al pastizal nativo para competir por espacio, luz y nutrientes (Privitello et al., 2010) (Fig. 2.1 a,b).



Figura 2.1 a: Siembra de mezcla de gramíneas megatérmicas con sistema convencional (Vetore, OS)



Figura 2.1 b: Mezcla de pasturas megatérmicas logradas (Orive, J)

Aspectos a considerar en la implantación

Las labores de preparación de la cama de siembra, densidad, semilla (peleteada o no), fecha de siembra, maquinaria utilizada, el control de malezas y plagas, entre otros, deben ser tomados como un todo al momento de decidir la siembra para lograr una adecuada implantación.

Cama de siembra

La preparación de la cama de siembra resulta un aspecto relevante al momento de realizar la siembra en zonas con suelos susceptibles de erosión eólica como los del sur de San Luis, donde existe la mayor superficie sembrada, por ello, la época de siembra, el tipo y cantidad de labores y la maquinaria utilizada debe ser la correcta. En este sentido, la intervención debe ser mínima, pero a su vez, se debe propender al objetivo de generar un entorno propicio para la implantación de la pastura, jugando un rol fundamental el control de malezas. (Fig. 2.2).



Figura 2.2: Rastra doble 1er labor sobre pastizal natural psamófilo (Vetore, OS)

Digitaria eriantha requiere una cama de siembra firme y limpia para su establecimiento, y es sensible a la competencia en los primeros estadios de crecimiento (Cook et al., 2005, citado por Veneciano, 2006).

Comentarios en jornadas para la promoción y difusión de la incorporación de digitaria en sistemas ganaderos de San Luis, sugirieron a la escala de producción como limitante de su siembra. A esto se respondió que no se necesita hacerlo a gran escala, de hecho, para hacer las primeras siembras se rescataron de la chacharita unos rastrones Maracó del año 60 por lo que no se requiere de mega tecnología (Díaz et al., 2010). Casagrande et al. (2003) mencionan experiencias de diferentes acciones de labranza sobre la cobertura de vegetal remanente, indicando al arado rastra (rastrón) como uno de los equipos de labranza de acción más energética sobre el suelo (cobertura del 60% en primera labor y del 25% en la segunda), pero siempre dentro de la labranza conservacionista. Los resultados indicaron que la acción del arado rastra es muy recomendable para remover el suelo del semiárido y preparar la cama de siembra.

Actualmente, se sigue utilizando para la siembra de ésta y otras megatérmicas al arado rastra con cajón alfalfero y mínima labranza como una alternativa válida, con resultados satisfactorios desde el punto de vista del control de malezas, preparación de la cama de siembra y siembra en una sola operación. (Fig. 2.3: a,b).

Es importante recordar que, antiguamente, se quemaba el pastizal para eliminar el material senescente acumulado (pajas) y, posteriormente, con un disco se sembraba digitaria en una sola pasada. Si no elimina ese material acumulado la semilla al caer se verá impedida de estar en íntimo contacto con el suelo, y así fracasaría la implantación. Por lo que, pasar un rastrón con tolva y mínima labranza, sin eliminar previamente dicho volumen de pasto seco, si bien provoca la inversión parcial del suelo, se genera una especie de “colchón” que impide el íntimo contacto de la semilla con la humedad del suelo y su enraizamiento posterior.



Figura 2.3 a: Arado Rastra o rastrón con tolva o cajón alfalfero y mínima labranza (INTA)



Figura 2.3 b: Arado rastra o rastrón con cajón alfalfero (Vetore, OS)

Semilla

La semilla es suavemente pubescente y se desliza con dificultad en los dispositivos de siembra, al mezclarla con superfosfato o al peletearla se facilita su distribución (Cook et al., 2005, citado por Veneciano, 2006).

A inicios de su implantación en San Luis, las características morfológicas de la semilla generaban inconvenientes para lograr su correcta dosificación con los sistemas de “dosificación forzada” del tipo rodillo acanalado, Chevron o roldana con las que estaban equipadas las sembradoras disponibles, la mejor opción fue colocar removedores de semilla en la tolva o el uso de tolvas rotativas con orificios calibrados por líneas de siembra con removedores pendulares dentro de la tolva (Fig. 2.4: a,b).

La EEA INTA San Luis trabajó con diferentes prototipos de máquinas conocidas como “Ramonas”, hasta llegar a desarrollar y patentar la “Westseeder™”. Como corolario de todo esto, surgió en dicha institución el “Proyecto de la Sembradora del Oeste Westseeder”, cómo se la llamó después, y fue el resultado del trabajo de varios años de un equipo que desarrolló y evaluó sistemas de distribución, dosificación y compactación, para estas regiones y semillas tan particulares. Debido a los inconvenientes en la siembra que ocasionaba el polvillo desprendido de las semillas peleteadas (tecnología hoy mejorada) y restos de fracciones de plantas (cañas, inflorescencia, etc.) se resolvió reemplazar el sistema de distribución rotativo por el de rodillo acanalado de distribución forzada, esto le permitió al equipo distribuir con menor precisión, pero sin problemas para semillas finas como las de digitaria y melilotus (Casagrande et al., 2003)



Figura 2.4 a: Tolva rotativa colocada en un rolo (a) (Privitello, MJL)



Figura 2.4 b: Tolva con removedor de semillas (Baeza, M)

Fecha de siembra

Con una temperatura de 14 °C la emisión de raíz y hojas tarda aproximadamente unos 10 días. La velocidad máxima de germinación se produce cuando la temperatura oscila entre 30 y 35 °C y el proceso se lleva a cabo en 24 a 48 horas (Terenti, 2005). La semilla resulta sensible a la calidad y cantidad luz solar, concentración de oxígeno, alternancia de temperatura y el nivel de humedad edáfica.

Tanto los ensayos de parcelas como las siembras realizadas en distintos establecimientos indican que se puede sembrar a partir de julio hasta fines de septiembre. La mayoría de los lotes sembrados en estos meses han sido muy exitosos. Octubre, noviembre y diciembre resultan más erráticos para la siembra de digitaria, con alta probabilidad de lograr cultivos con muy baja densidad de plantas y alto nivel de malezas (Terenti, 2005). Los riesgos de implantación en este caso se centran en la dinámica de malezas del lote en cuestión y el nivel de precipitaciones. Vientos desecantes y erosivos, como suelen ocurrir en estos meses, producen movimientos superficiales de tierra afectando la implantación al disminuir el stand inicial de plantas, ya sea por cubrir demasiado la semilla y dificultar su emergencia o, por el contrario, por dejar expuestas las raíces de las plántulas a la acción desecante del aire y del sol. Para definir la fecha de siembra adecuada hay que considerar la historia previa del lote, la superficie a sembrar y la capacidad operativa de la maquinaria disponible (Terenti, 1999). Actualmente, se están implementando siembras en febrero-marzo por el efecto adverso que provocan las malezas primavera-estivales, por precipitaciones más estables, evapotranspiración y radiación en disminución, aunque el riesgo son las primeras heladas.

En el caso de pastizales degradados (pajonales) sin mayores problemas de malezas se sugieren siembras tempranas con rastrón; en lotes con problemas serios de malezas se sugiere sembrar con posterioridad al pico de emergencia de las malezas dominantes (Terenti, 1999 y Terenti, 2005).

Densidad

La semilla de digitaria peleteada es de buena calidad comercial cuando tiene 400 semillas vivas por gramo de material seminal o peleteado. De acuerdo al standard de calidad descrito, se sugiere la siembra en líneas a razón de 3 kg/ha, depositando la semilla sobre la superficie del suelo. Conforme a esta sugerencia se siembran 0,3 g/m², equivalente a 120 semillas vivas peleteadas/m² con una sobrevivencia promedio de 4 a 6 plantas adultas/m². Esta cantidad disminuye aún más cuando la profundidad de siembra supera el centímetro y las condiciones de competencia con malezas se produce en los estados iniciales de emergencia de digitaria. No es aconsejable disminuir por debajo de los 3 kg/ha ya que se incrementan los riesgos de lograr un stand de plantas de buen porte, considerando que la selección ambiental elimina los ejemplares más débiles y de menor adaptación (Terenti, 2005). Hoy, los productores de San

Luis, según entrevistas realizadas, señalan que la densidad se ha incrementado de 3 kg a 5 kg/ha, dependiendo de la calidad de la semilla, tipo de lote y condiciones de siembra.

Profundidad

Cuando se realiza una labranza con remoción profunda para obtener mejor control de malezas durante el período de siembra-emergencia, que suele demorarse, se debe tener cuidado en que no quede muy suelta la cama de siembra para evitar que el órgano compactador genere un surco que, por acción de los vientos o lluvia, provoque el enterrado profundo de la semilla (a más de 1 cm) y dificulte su emergencia.

El tamaño de la semilla es un aspecto fundamental a tener en cuenta al momento de decidir la profundidad a la que se colocará en el perfil del suelo. Si se tiene en cuenta que, para cualquier especie, la profundidad de siembra teórica es igual al doble del diámetro mayor de la semilla, en caso de las pequeñas deben quedar en superficie. Obviamente, que esto es solo orientativo y depende de varios factores como la especie, tipo y condición del suelo, condiciones atmosféricas, etc. A modo de ejemplo, al relacionar una semilla de maíz que pesa 0,3 g respecto a otra de digitaria que pesa 0,0007 g, claramente el diámetro de esta última es marcadamente menor, continuando con la reflexión, si al maíz se lo coloca entre 45 mm a 65 mm de profundidad, en digitaria, al ser 1000 veces más chica, indefectiblemente debe quedar en superficie. Por lo que, según Terenti (2005), se sugiere siembra en líneas, depositando la semilla sobre la superficie del suelo de manera que se pueda observar a simple vista y compactada (no se debería superar el centímetro de profundidad) (Fig. 2.5: a,b).



Figura 2.5 a: Maíz vs. Digitaria (Vetore, OS).



Figura 2.5 b: Maíz vs. Pasto llorón (Vetore, OS).

Para la siembra de digitaria no es necesario utilizar abresurco debido a que la semilla debe quedar sobre la superficie del suelo. El tubo de bajada de la sembradora debe ubicarse por delante de la rueda compactadora. Para el caso de lotes susceptibles de erosión y sin presencia de roseta (*Cenchrus spinifex*), se puede decidir la siembra con arado de cinceles o pie de pato equipado con tolvas y trenes de siembra del tipo mínima labranza después de las púas o rejas (Fig. 2.6: a,b).



Figura 2.6 a: Cincel con compactadores sunchados y tubo de bajada delantero (Casagrande, J)



Figura 2.6 b: Pie de pato con compactadores sunchados y tubo de bajada delantero (Casagrande, J)

Distancia entre líneas de siembra

La distancia entre líneas de siembra utilizada con mayor frecuencia es de 40 cm. No obstante, hay cultivos logrados a 70 y 90 cm (Terenti, 2005). El tren de siembra será el responsable de dar el espaciamiento entre las líneas, siendo esta distancia fácil de conseguir con cualquier equipo de siembra para granos finos o en mínima labranza. Actualmente, en siembras efectuadas en la zona del sur de San Luis se mantiene la distancia entre líneas de 40 cm por resultar la más conveniente.

Compactación

La compactación de la semilla debe ser lo suficiente como para lograr un íntimo contacto con el suelo y así posibilitar la hidratación y germinación deseada. Debe realizarse en la línea de siembra, preferentemente bien ancha (entre 10 a 12 cm) para evitar que se tape por acción de los vientos o la lluvia. Se consiguen muy buenos resultados, con ruedas empaquetadoras zunchadas de un ancho de 10 A 12 cm (Fig. 2.7: a,b,c). La compactación en una línea fina no es recomendada porque, si bien la semilla queda en superficie, la acción del viento o la lluvia puede tajarla generando un enterramiento no deseado y dificultando su emergencia. Tampoco es recomendable la compactación en cobertura total con rolo desterronador tipo jaula porque deja la superficie del suelo más susceptible a la erosión.



Figura 2.7 a: Compactador sunchado (Casagrande, J.)



Figura 2.7 b: Compactador de línea fino (Vetore, OS)



Figura 2.7 c: Rolo tipo jaula (Vetore, OS)

Cultivo protector

En San Luis, una gran cantidad de lotes con pastizal natural se sembraron con cultivos de granos gruesos, especialmente girasol (*Helianthus annuus*), con muy buenos resultados, motivados por la rentabilidad (Fig. 2.8). Primero se quemaban para eliminar el material vegetal acumulado y luego, con arado rastra con tolvas alfalferas y cajón de grano fino, se sembraban conjuntamente, con equipos de mínima labranza, el girasol y la digitaria. De esta forma, y por ser el primer cultivo después del pastizal natural, no proliferaban las malezas y no se necesitaba ningún tipo de control químico, la digitaria se implantaba con mucho éxito. Otro método de implantación

fue realizando la siembra de digitaria en el momento del control de las malezas en el cultivo de girasol con carpidor, a este implemento se le adosó la tolva con dosificadores de rodillo acanalado para alfalfa y los trenes de siembra de mínima labranza con ruedas empaquetadoras sunchadas, obteniéndose también buenos resultados. Esta técnica se utilizó cuando se ofrecía a productores implantar la megatérmica a cambio del girasol (cultivo orgánico certificado) como transacción. Más allá de estas experiencias, la mayoría coincide que es mejor hacerla pura sin acompañante y además realizar algún control de malezas de hoja ancha en febrero marzo.



Figura 2.8: Siembra de digitaria con cultivo protector (girasol)(Terenti, O)

Dosificador de semilla

Para el uso de la semilla peleteada, los dosificadores más convenientes son los de alimentación forzada de velocidad constante y caudal variable de tipo rodillo acanalado usados para la siembra de alfalfa o melilotus (alfalfero). Para mejorar su performance es conveniente que los mismos estén ajustados (rectificados mecánicamente para minimizar el juego libre). También, se usan los de caudal constante y velocidad variable



Figura 2.9 a: Dosificador a rodillo acanalado (Casangrande, J)



Figura 2.9 b: Tolva y dosificador sistema airdrill sobre rastra doble acción (Vetore, OS)

como los tipos Chevron o roldana o los dosificadores incorporados en los sistemas air drill con distribución en corriente de aire con buenos resultados. Para el caso del rolado se utilizan, además de sistemas con rodillo acanalado, las tolvas rotativas con carreras de agujeros calibrados tipo ramona o sistemas del tipo de esparcidores monodiscos para distribución de fertilizantes (Fig. 2.9: a,b,c,d).



Figura 2.9 c: Tolva rotativa con carrera de agujeros calibrados y removedor pendular Westseeder (Vetore, OS)



Figura 2.9 d: Tolva con distribución plato rotativo monodisco colocado sobre tractor. Preparado con protección de neumáticos para rolar en condiciones de bosque (Becerra, R)

Mecanización en la siembra

La siembra es una de las operaciones más importantes en mecanización agrícola puesto que debe coincidir con la ventana temporal más conveniente, sujeta a las condiciones ambientales, y no es factible de enmiendas posteriores. Los resultados de una buena implantación están condicionados a la elección de la maquinaria utilizada y al sistema de siembra (convencional, reducida, mínima o directa), además de otros múltiples factores.

Se debe considerar el tratamiento que la sembradora le dará a la semilla al momento de dosificar, distribuir la densidad deseada y compactar, tratando a cada semilla de manera individual para que reciba las condiciones apropiadas para su germinación y emergencia, enraizamiento, crecimiento y desarrollo de la planta.

En lotes factibles de realizar labranza, los órganos de la sembradora involucrados directamente en la siembra son: los dosificadores, tubos de bajada y el tren de siembra.

Para el caso de áreas de difícil acceso para la maquinaria, como zonas boscosas, están disponibles equipos de rolo o la siembra aérea.

Para el rolo se utilizan tractores o topadoras adaptadas para estos ambientes que traccionan rolos, solos o en tándem. Hay varios modelos de rolos pudiéndose encontrar de diferentes anchos y diámetros, con cuchillas de corte que varían desde los 20 cm de ancho hasta de un metro por 20 cm de altura, aproximadamente, distribuidas sobre la superficie del rolo de manera alternada.

Por delante del rolo se coloca algún sistema de tolva y dosificación encargada de entregar la semilla distribuyendo la misma en todo el ancho del rolo. Se pueden equipar con tolvas rotativas del tipo “ramona” con filas o carreras de agujeros calibrados para diferentes tipos de semillas, muy usado para buffel grass. Para la siembra de digitaria, se corrige ese calibre mediante el tapado con cintas que reduzcan el diámetro y faciliten la dosificación o se usan tolvas con distribuidores rodillo acanalado del tipo alfalfero, también se están usando tolvas con dosificadores para fertilizantes del tipo esparcidores rotativos monodiscos colocado detrás del tractor (Fig. 2.10 a). En situaciones de mucho monte es conveniente colocar las tolvas detrás del rolo para que las semillas estén más protegidas (Fig. 2.10 b). Es importante el filo de las cuchillas y el lastrado del rolo para lograr el corte y trozado de las ramas y la mínima remoción del suelo que permita la infiltración del agua de lluvia y mejore las condiciones donde se va a depositar y compactar la semilla.

Finalmente, la siembra aérea resuelve la incorporación de pasturas en áreas con problemas de acceso para la maquinaria convencional. Un solo avión puede realizar 20000 ha por campaña cuando se realiza en el momento oportuno y condiciones ambientales correctas, no solo para la germinación de la semilla sino también para el establecimiento de la plántula y posterior desarrollo del cultivo. Principalmente, se realizan cultivos de cobertura o cultivos de servicios con siembras de centeno, avena, triticale y últimamente



Figura 2.10 a: Rolado y siembra con esparcidor monodisco (Becerra, R)



Figura 2.10 b: Rolo con tolva dispuesta en parte trasera (Becerra, R)

con vicia sobre lotes de soja, girasol y maíz, siendo este último el de mayor porcentaje con esta técnica. Se practica, con buenos resultados, la siembra de pasturas como alfalfa (fines de febrero) sobre cultivos de soja en desarrollo.

También, se usa la siembra aérea para la implantación de gramíneas megatérmicas como *Digitaria eriantha*, entre otras, generalmente en lotes con condiciones no apropiadas para las labores con maquinaria de labranza y siembra, por ejemplo, sobre pastizales naturales, renovales, arbustales, zona con monte, etc. Experiencias realizadas indican que no se afectó la distribución de semillas por la presencia de árboles de gran porte.

Es importante, como en todos los sistemas de siembra, ajustar al máximo todos los detalles técnicos y ambientales para lograr el éxito de la implantación. La siembra aérea, obviamente, no cuenta con el recurso de compactación de la semilla para lograr su íntimo contacto con el suelo. No es cierto que la semilla al caer impacta en el suelo y profundiza su ubicación, sino que precipita en forma suave y queda depositada en la superficie, por ello es muy importante decidir el momento de la siembra considerando la factibilidad de una lluvia certera dentro de los 5 días de realizada.

Es fundamental la planificación del barbecho, el cual deberá

contar con el control de malezas que, generalmente, se efectúa de manera química (fin de invierno). Posteriormente, y en caso de ser necesario, sería conveniente realizar una quema para eliminar la cobertura senescente (ejemplo: limpieza de plantas secas y voluminosas como las pajas) y otra aplicación de herbicida en primavera, para finalmente realizar la siembra de digitaria (hoy, preferentemente en febrero-marzo). Es importante que algún rodeo entre al potrero luego de la siembra para que, con el pisoteo, ayude a la compactación de la semilla en el suelo (también, aconsejable en siembras con equipos de rodado) (Com. Pers. Becerra, R., 2022). En algunas ocasiones se plantean barbechos cortos mediante el control

químico de malezas en primavera (octubre), y luego se realiza la siembra (noviembre-diciembre).

Como ya se expresó, la planificación de la siembra debe coincidir con una ventana de tiempo correcta (noviembre - diciembre) y al menos 4 o 5 días antes de una lluvia efectiva. Esto es posible gracias a la capacidad operativa (ha/hora) que tiene este sistema. En Villa Mercedes (San Luis), la empresa consultada perteneciente al Sr. Marcelo Ellena y Sra. Andrea Barovero, tiene un avión Thrush 510G turbohélice con una potencia de 800HP. Este cuenta con una tolva de 2000 litros que, para el caso de la semilla de pasto llorón, puede contener unos 1350 kg. (Fig. 2.11: a,b,c). Al considerar una velocidad de



Figura 2. 11 a: Avión con barral de pulverización para labores en barbecho (Vetore, OS)



Figura 2. 11 b: Operación de carga de semilla desde camión hasta el avión (Ellena, M)



Figura 2. 11 c: Siembra aérea (Infocampo.com.ar: Mesquida F)

siembra de 220 km/hora y un ancho de 20 m, alcanza una capacidad operativa teórica 440 ha/hora. La capacidad de trabajo real estará en función del tipo y geografía del lote, distancia a recorrer para la reposición de semilla, velocidad del viento y otros factores técnicos-operativos como los tiempos muertos que se producen (ejemplo: cada giro en cabecera demora aproximadamente 20 segundos y la recarga 6 minutos). La dosificación de la semilla se logra con la apertura de la compuerta o tapa inferior de la tolva, la que tiene una regulación de precisión desde la cabina, logrando erogar densidades muy bajas, por ejemplo 3,8 kg/ha de pasto llorón puro. Para la implantación de digitaria, se efectuaron siembras de 4 kg semilla/ha mezclada con inertes (50%). Se están desarrollando agitadores que se ubican dentro de la tolva, con esto se pretende mejorar, aún más, la performance de dosificación para semillas de forrajeras como las de digitaria. Es importante que el inerte utilizado no genere polvos o partículas que interfieran u obstaculicen el deslizamiento interno de las semillas, la polenta del maíz pisingallo se lo considera como uno de los más apropiados. La distribución de la semilla se

logra con un difusor de distribución de 5,3 m de ancho con ductos internos (Fig. 2.12: a,b) encargados de conducir el flujo de semilla en una banda o ancho de entre 18 a 22 m dependiendo de las condiciones del vuelo y la altura de este, la que generalmente ronda en unos 12 m.

La tecnología satelital con la que están equipados estos aviones permite, además de trabajar con la precisión correcta “sin solapamientos y en los límites determinados”, efectuar siembras y aplicaciones en lotes virtuales. Se denominan lotes virtuales a determinadas áreas delimitadas por coordenadas geográficas dentro de grandes sectores como por ejemplo en una zona de monte, bosques o pastizales, donde pueden existir límites físicos o no (Fig. 2.13: a,b).

La posibilidad de sembrar grandes superficies en poco tiempo, prever condiciones climáticas como lluvias, temperaturas extremas, etc., y acceder a sectores de difícil ingreso para la maquinaria, hacen de este sistema de siembra una buena alternativa a la hora de tomar la decisión de incorporar una pastura.

Finalmente, la labor de siembra requiere observar detalles



Figura 2.12 a: Difusor para siembra aérea (Vetore, OS)



Figura 2.12 b: Detalle de ductos o canales en el difusor (Vetore, OS)



Figura 2.13 a: Monitor de banderillero satelital de altura y vista del interior de cabina.

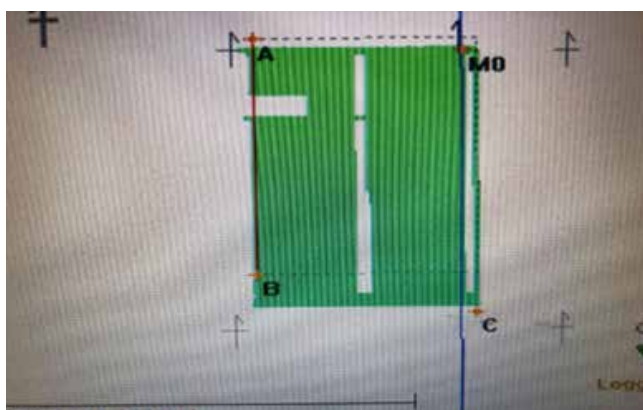


Figura 2.13 b: Mapa con coordenadas de trabajo. (Ellena, M)

y detenerse en cada una de las consideraciones planteadas, desde la calidad de la semilla, las condiciones ambientales y el trabajo adecuado que debe lograr la mecanización para que al quedar ésta depositada en el suelo genere con éxito una planta. En nuestra zona se cuenta con diferentes alternativas de mecanización para la siembra de digitaria como: arado rastra (rastrón) o rastra doble con mínima labranza, sembradora convencional, sembradora de siembra directa, cincel con mínima labranza, pie de pato con mínima labranza, rolado y avión. La utilización de cada una de estas alternativas dependerá de la situación particular de cada lote, año de implantación y demás factores involucrados.

Bibliografía

- Casagrande, J.R., Garay, J.A., d'Hiriart, A.** 2003. Los trabajos culturales y su incidencia en la producción y la conservación del suelo. En: Aguilera, M.O. y Panigatti, J.L.(Eds.), *Con las metas claras. Estación Experimental Agropecuaria San Luis: 40 años en favor del desarrollo sustentable.* INTA, Argentina. 39 - 56.
- Díaz, J., Echeverría, J.C., Veneciano, J., Pérez Epinal, J., Iacovino, R., Frasinelli, C.** 2010. El cultivo de *Digitaria eriantha*: un caso de innovación socio institucional y trabajo en red. Estrategias y experiencias para el trabajo en extensión. INTA - EEA San Luis San Luis - Argentina. 12 pág. http://www.aader.org.ar/XV_Jornada/trabajos/espanol/Estrategias_y_experiencias/Experiencia/Trabajo%20204%20Completo.pdf
- Privitello, M.J.L., Guzmán, F., Gabutti, E.G., Leporatti, J.L., Cozzarin, G.I.** 2005. Impacto de la siembra de *Digitaria eriantha* en un pastizal natural del área medanosa de la provincia de San Luis. VIII Congreso de Ingeniería Rural (CADIR 2005). *Avances en Ingeniería Agrícola.* Merlo-San Luis-ISBN. 987-05-0140-0. 283-288.
- Privitello, L.M.J., Orive, J., Rosa, S.T.** 2010. Implantación de especies perennes megatérmicas en un pastizal natural del área medanosa de San Luis, Argentina. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.* Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. Vol. 44, N° 2. 179-184.
- Terenti, O.** 2005. Siembra e implantación de *Digitaria eriantha*. Cuadernillo clásico de forrajeras N.º 98. Sitio Argentino de Producción Animal https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/137-digitaria_19.pdf
- Terenti, O.** 1999. Factores que inciden en la implantación. En: Veneciano y otros. 3ª Jornada Técnica sobre Digigrass (*Digitaria eriantha*). EEA INTA San Luis. Inf. Técnico 156. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/66-digitaria.pdf
- Veneciano, J.H.** 2006. Gramíneas estivales perennes para ambientes semiáridos: Características y productividad. *Información Técnica* N° 171. ISSN 0327-425X. EEA San Luis-INTA. 84 pág.

3



CONTROL DE MALEZAS EN DIGITARIA ERIANTHA

Por:

Ing. Agr. MSc. Oscar Terenti¹ e Ing. Agr. Jorge A. Garay²

¹EEA INTA San Luis - ¹Dpto. Cs. Agropecuarias-FICA-UNSL

Inicios de la investigación en control de malezas en *Digitaria eriantha*

En los estudios iniciales de *digitaria* en San Luis, referidos a la producción y calidad, utilización y manejo en sistemas de cría e invernada, implantación y el control de malezas, Terenti y Garay (en Veneciano y otros, 1999), Garay y Terenti (2003) y Terenti (2005), respecto a los dos últimos temas, distinguen tipos de especies y aspectos a considerar al evaluar un lote enmalezado, también comentan estrategias de control según sea la composición florística de las malezas y algunas experiencias realizadas en San Luis y Córdoba:

Especies de malezas:

La presencia de malezas puede causar importantes perjuicios en un determinado cultivo, si no se toman medidas acertadas para su control. El primer paso implica identificar y reconocer las especies que invaden o pueden invadir potencialmente al cultivo con el fin de realizar una adecuada planificación

Las principales especies de malezas que se registran en lotes de *Digitaria eriantha* son:

a) Hoja angosta:

Cynodon dactylon (gramón), *Sorghum halepense* (sorgo de alepo), *Cynodon hirsutus* (gramilla), *Cenchrus pauciflorus* (roseta), *Digitaria sanguinalis* (pasta cuaresma), *Eleusine indica* (pie de gallina).

b) Latifoliadas:

Heterotheca subaxillaris (falso alcanfor, alcanforillo), *Amaranthus sp* (yuyo colorado), *Chenopodium sp* (quinoa), *Bassia scoparia* (morenita), *Salsola kali* (cardo ruso), *Carduus thoermeri* (cardo pendiente), *Onopordum acanthium* (cardo pampa), *Polygonum convolvulus* (enredadera anual), *Rapistrum rugosum* (mostacilla), *Brassica campestris* (nabo), *Portulaca oleracea* (verdolaga), *Conyza bonariensis* (rama negra), *Oxalis corniculata* (vinagrillo), *Plantago patagonica* (llantén peludo), *Rumex crispus* (lengua de vaca), *Lamium amplexicaule* (ortiga mansa), *Bidens subalternans* (amor seco), *Setaria viridis* (cola de zorro), etc.

de las acciones a seguir, según sean los posibles escenarios que se presenten luego de la siembra e implantación. Arroyo et al. (2019) describen las principales especies de malezas que pueden encontrarse en la región semiárida central de Argentina. Cada especie, primero es identificada según la nomenclatura botánica actualizada, para luego ser descripta morfológicamente a partir de caracteres vegetativos y reproductivos externos.

El conocimiento de que las malezas compiten con los cultivos es probablemente tan antiguo como la domesticación de los cultivos y el desarrollo de la agricultura estable. Para dar un ejemplo de la gran competencia que por agua, luz y nutrientes ejercen algunas malezas, se puede mencionar el caso de *Cynodon dactylon* (gramón, chepica, etc.), esta especie perenne cuándo está presente en alta densidad en lotes de *Digitaria eriantha*, puede reducir la producción de MS de esta pastura hasta valores cercanos al 85%. Comprender el comportamiento de las malezas ayuda a diseñar estrategias adecuadas de control.

Los puntos a considerar en la evaluación de un lote enmalezado, además de una correcta identificación de especies son: el conocimiento de su biología (principalmente, en lo que se refiere a cuáles son los períodos de emergencia), ecología, efectos competitivos de las malezas predominantes y de las estrategias de control técnicamente efectivas, económicamente viables y seguras para el medio ambiente y la salud humana y animal.

Control de malezas según la composición florística

Existen diferentes situaciones en cuánto a la composición florística de malezas en lotes dónde se quiera implantar o ya esté implantada la pastura. Esto deberá tenerse muy en cuenta para realizar un “manejo integrado” de dichas especies y conducente a un eficiente control.

a) En aquellos lotes que tengan malezas de difícil y costoso control como gramón, gramilla y sorgo de alepo se recomienda no implantar *Digitaria eriantha*,

sino se ha realizado un eficiente control previamente. Lo ideal en estos casos (si las condiciones ambientales y de suelo lo permiten), es sembrar cultivos anuales (girasol, soja o maíz), dónde se puedan aplicar graminicidas combinados con labranzas para el control de estas malezas, y en la primavera siguiente sembrar digitaria. Para aquellos lotes fuertemente enmalezados con estas especies y dónde no se pueda realizar agricultura por alto riesgo de erosión eólica, se deberán efectuar controles químicos con **Glifosato** en dosis de 5 l/ha para gramón y gramilla no RR en los meses de febrero o marzo y graminicidas para sorgo de alepo RR.

b) En aquellos lotes que tengan problemas de gramináceas anuales como roseta, pata de gallina, pie de gallina, cola de zorro, etc., se pueden controlar con herbicidas totales como **Glifosato** o **Sulfosato** a principios o mediados de diciembre (según distintas zonas agroecológicas), y luego implantar *Digitaria eriantha* en un sistema de siembra directa. En caso de contar con sorgo de alepo y gramilla, resistentes a **Glifosato**, se deberán evaluar otros graminicidas como **Cleto-dim**, **Haloxifop**, **Imazetapir**, **Imazapir**, **Imazapic**, etc.

c) Luego de controlar las malezas gramináceas perennes y anuales se deberá aplicar si hiciera falta, en los meses de febrero-marzo: **2,4D 0,600 l/ha + Picloram 0,150 l/ha + Adyuvante** para el control de malezas de hoja ancha (Fig. 3.1). En lugar de **Picloram** también se puede utilizar **Dicamba**: 0,150 l/ha (mejora el control de cardo ruso y cardos en general).

d) Para el caso de pasturas con raíz secundaria a los 2 o 3 meses de sembrada, o al año siguiente (cuando la densidad es de 4 a 6 plantas digitaria/m²), con invasión de roseta, pata de gallina, alcanfor, cardos, amor seco y otras malezas de hoja ancha, se puede aplicar con alta probabilidad de buen control, la mezcla de los siguientes herbicidas: **Atrazina: 2,5 l/ha + 2,4 D: 0,5 l/ha + Picloram: 0,100 l/ha + Adyuvante**, siendo este tratamiento válido también para *Panicum coloratum*.



Figura 3.1: Prueba de control de malezas hoja ancha sobre cultivo de *Digitaria eriantha*.

Experiencias en control de malezas en digitaria en San Luis y Córdoba

Según sitio de siembra:

a) Sin agricultura previa:

En la región Templada Central Argentina, ubicada por encima de la isohieta de los 500 mm de precipitación anual, con frecuencia el productor busca nuevas alternativas de producción cuando es necesario de 6 a 7 ha por vientre bovino en producción. En general, las especies dominantes en esas condiciones son pajonales con olivillo, con presencia de alcanforillo y roseta. Reemplazar esta situación con digitaria, implica duplicar o triplicar la producción de forrajimasa. En este tipo de situación, el nivel de riesgo en la implantación es bajo, especialmente, cuando la siembra se realiza de agosto a octubre.

b) Con agricultura previa:

Poseen suelos francos-areno a arenoso-franco, livianos, susceptibles a erosión eólica, con uno o más años de agricultura. Dependiendo de la historia particular de cada lote, las malezas dominantes son, entre las anuales, alcanforillo, roseta, pata de gallina y pasto cuaresma y, entre las perennes, gramón, gramilla, sorgo de alepo, etc. En estas condiciones, el nivel de riesgo en la implantación es medio a alto y debería preverse el año anterior la inclusión de cultivos anuales con herbicidas. En los lotes con problemas serios de malezas y sembrados con digitaria, generalmente la implantación es de regular a mala con 0,2 a 0,5 plantas/m². Sin embargo, estos lotes se mejoran con el tiempo, siempre y cuando se practique solamente pastoreo invernal de mayo a agosto y aplicación de herbicidas en verano (**2,4-D 600 cc/ha + Picloran 150**

cc/ha) para controlar una probable invasión de malezas de hoja ancha. Esos lotes han mejorado considerablemente su producción en dos o tres años.

Con este manejo, mejora el desarrollo de las plantas de digitaria, favoreciendo la resiembra y posterior emergencia aumentando considerablemente el número de plantas/m², transformándose con los años en la especie dominante. Por otra parte, en aquellos lotes excesivamente enmalezados, con problemas de erosión y alto riesgo en la implantación, se sugiere la siembra con pasto llorón, o en el caso de sembrar digitaria, se deberá duplicar la densidad de siembra, para aumentar la probabilidad de implantación y planificar el control posterior de malezas de hoja ancha con herbicidas. En estos casos es necesario tener la precaución de que la pastura tenga raíz secundaria formada y un macollo (5 hojas/plántula).

Otra estrategia utilizada por los productores con éxito es la utilización de herbicidas totales (tipo **Glifosato**) y siembra directa. Esta práctica debe coincidir con el pico de emergencia de malezas (mediados de noviembre a fines de diciembre). Queda considerar que, para lotes con problemas por cantidad y tipo de malezas, se deberá encontrar un equilibrio entre los costos de implantación que contemple el aumento de la densidad de siembra, la aplicación de herbicidas anteriores y posteriores a la siembra, y el tiempo requerido para que el lote entre en producción.

Según maquinaria para la siembra

a) Rastrón profundo o superficial:

Es la herramienta más utilizada en la región. Según la profundidad de trabajo y la historia previa del lote cambia la dinámica de la composición florística. Para la siembra se requiere buena compactación sobre la semilla depositada superficialmente, evitando cámaras de aire que interrumpan el acceso de agua a la semilla. Con rastrón profundo en lotes sin agricultura previa se obtienen cultivos de digitaria libres de competencia con otras especies, más aún, si la siembra se realiza a partir de agosto, siempre y cuando se cuente con un registro de altas precipitaciones. Por otra parte, si se realiza con rastrón superficial se aumentan los riegos de implantación por el rebrote de la vegetación preexistente.

b) Sembradora directa:

Se realizaron las primeras experiencias con éxito en Viña Mackenna, utilizando herbicidas totales en lotes con historia de agricultura y alta diversidad de la composición florística de malezas. Se aplicaron tratamientos con **Glifosato** en dosis de 3 y 5 l/ha a mediados de diciembre y posterior siembra directa de digitaria. Estos lotes han requerido una nueva aplicación de herbicida en febrero para controlar malezas de hoja ancha.

c) Pie de pato con aletas de barrido lateral:

Se han realizado experiencias con una distancia de siembra entre líneas de 90 cm. Posee la particularidad, por la acción de las aletas barredoras, de mover el suelo superficial hacia los laterales, dejando una sección de 0,50 m de ancho por 0,05 a 0,10 m de profundidad. La semilla se deposita en la base de esa sección, de manera superficial y compactada. Las ventajas de este sistema es su rusticidad y adaptación a todo tipo de terreno, además el suelo queda protegido por 0,10 m, de vegetación cada 0,90 m evitando de esta forma la erosión eólica.

Experiencia en el Establecimiento Don Manuel, Fraga, San Luis

Un primer lote, tuvo como antecedentes de cultivos forrajeros: a verdes anuales de invierno y verano por más de 20 años. La composición del banco de semillas en suelo fue: quinoa, alcanforillo, yuyo colorado, roseta, pata de gallina y especies perennes como el gramón localizado en círculos. Sobre un rastrojo de centeno, se pasó un rastrón y se sembró digitaria (octubre/1996) con una sembradora Maracó a una distancia de siembra de 60 cm entre líneas y regulada para distribuir 3 kg/ha. La primera lluvia importante posterior a la siembra fue de 30 mm (12/11/96). El pico de emergencia, tanto de las malezas como de digitaria, se observó en la tercera semana de noviembre. Debido a la alta densidad de malezas se realizó un control mecánico en verano (principios de enero/1997). El primer pastoreo, con novillitos, se realizó durante todo el invierno/1997. Al final de primavera (diciembre/1998), se realizó una pulverización con **600 cc/ha de 2,4-D y 150 cc/ha de Piclorán + Coadyuvante**, para controlar principalmente alcanforillo. Posteriormente (marzo/1999), se evaluó el crecimiento acumulado, dando como resultado una disponibilidad promedio de forrajimasa de 1644 + 235 kg MS/ha (mínimo de 1074 y máximo de 2462 kg MS/ha), con una densidad de 4 ± 1 planta/m².

El segundo lote, con pastizal natural degradado, se quemó (principios de septiembre/1997) y posteriormente se sembró con digitaria (principios de octubre/1997) utilizando rastrón y equipo de mínima sunchado para compactar. La distancia utilizada entre líneas fue de 40 cm, con una densidad de siembra de 3 kg/ha. La primera lluvia importante, posterior a la siembra, fue de 44 mm (13/10/97). El pastoreo se realizó durante todo el invierno (1998). Posteriormente (marzo/1999), se evaluó la disponibilidad forrajera correspondiente a la estación de crecimiento, siendo en promedio de ± 563 kg MS/ha (mínimo de 420 y máximo de 5332 kg/ha), con una densidad de 3 ± 0,5 planta/m². Se pudo observar la presencia de *Elionurus muticus* (paja amarga) en los sectores donde el rastrón no profundizó lo suficiente (trabajo muy superficial). El tercer lote, con pastizal natural degradado dominado por

paja amarga, se quemó y pasó un cincel (principios de septiembre/1998). Posteriormente (mediados de octubre/1998), se sembró con rastrón profundo con el equipo de mínima sunchado, compactando la semilla sobre la superficie del suelo. La distancia utilizada entre líneas fue de 40 cm y la densidad de siembra de digitaria de 3 kg/ha. Entre el 5 - 16 de noviembre llovió en forma casi consecutiva (18, 23, 21, 16, 12, 28, 5 mm). Se continuó con la siembra a partir del 19/11/98, y la lluvia más importante tuvo un registro de 57 mm (21/1/1999). Se evaluó la disponibilidad de forrajimasa (marzo) producida en prácticamente 150 días, resultando un promedio de 3031 ± 451 kg MS/ha (mínimo de 1820 y máximo de 5004 kg MS/ha), con una densidad de 3±1 planta/m², con sectores de 2 y 6 planta/m^{2w}

Experiencia en el Establecimiento San Ignacio, Vicuña Mackenna, Córdoba

Un lote, implantado en la campaña 1997/98, tenía un rastrojo de centeno que se pastoreó hasta fines de octubre. A una parte del lote (principios de noviembre/1997), se le aplicó control químico con **500 cc/ha de 2,4-D éster + 3 l/ha de Glifosato 48% + Tensioactivo en 120 l agua/ha**. Al resto del lote, se le realizó control mecánico con una doble acción muy superficial (5 cm). Posteriormente (mediados de noviembre), se sembró digitaria con una sembradora directa marca Bertini. Para lo cual, se reguló de manera que las cuchillas se enterraran apenas un par de cm y el 80 % de la semilla quedara sobre la superficie del suelo y compactada con la rueda de goma (cóncava) a máxima presión. Posterior a la siembra, la lluvia más importante tuvo un registro de 25 mm (15/11/98). No se detectaron grandes diferencias entre el control químico y el mecánico para este lote en particular. El primer pastoreo se efectuó con vacas preñadas (mayo a noviembre). Al final del ciclo de crecimiento, se evaluó la disponibilidad de forrajimasa (marzo/1999), que resultó en promedio de 2799 ± 536 kg MS/ha (mínimo de 1336 y máximo de 5334 kg MS/ha), con una densidad de 7 ± 1 planta/m² (sectores de 4 y 12 planta/m²). Se observaron plantas chicas producto de la siembra natural.

Experiencias en los Establecimientos Don Manuel y San Ignacio

Se evaluó el crecimiento de digitaria, durante un ciclo (noviembre/1998-marzo/1999), en 4 lotes con cultivos de diferentes años de implantación. Se detectaron diferencias entre el lote sembrado en la campaña 98/99 respecto a los sembrados previamente, atribuidas al año de implantación, tipo de suelo, dinámica de las malezas y ocurrencia de precipitaciones. Sin embargo, se destaca el cultivo sembrado en la campaña 98/99, que logró en 150 días igualar o superar

en tamaño de planta o crecimiento, respectivamente, a los cultivos con mayor edad. Es importante destacar este hecho, ya que la falta de competencia impuesta por las malezas, sumado a la buena fertilidad del suelo (sin agricultura previa) y coincidente con precipitaciones adecuadas, en poco tiempo el cultivo pudo expresar su potencial máximo. Dada una misma calidad de semilla, ocurre todo lo contrario cuando se combina la competencia de malezas con escasas precipitaciones y suelos con agricultura previa de más de dos años y sin rotaciones con leguminosas. No obstante, lotes regulares, en cuanto a número de plantas por unidad de superficie y de escaso tamaño, en dos o tres años han logrado mejorarse con la condición de ser pastoreado solamente en invierno (mayo a octubre) y ayudado con un control de malezas en verano.

Nuevas experiencias para el control de malezas en *Digitaria eriantha*

En un trabajo realizado por el Ing. Pablo Emanuel Giraudi (2015), sobre la evaluación del efecto antidoto de fluxofenín sobre *Digitaria eriantha* y *Panicum coloratum* al aplicar herbicidas preemergentes, se refirió a que:

El desarrollo de herbicidas preemergentes con gran poder residual y de compuestos químicos que funcionan como antidotos para proteger las especies que son afectadas por algunos herbicidas preemergentes, podrían resultar valiosos. Se dispone en el mercado de herbicidas de presiembrado o preemergentes residuales formulados en base a acetamidas, a saber: i) **S-metolaclo**r y ii) **Acetoclo**r que controlan un amplio espectro de malezas. También se dispone de una sustancia química que funciona como antidoto-protector (**Fluxofenín**) con el nombre comercial de Concep II y es utilizado para sembrar exitosamente el cultivo de sorgo. Se desconoce si éste compuesto podría proteger a las plántulas de *D. eriantha* y *P. coloratum*. Se hipotetiza que la aplicación en el suelo de los herbicidas mencionados y la posterior siembra de semillas de digitaria y panicum protegidas con antidoto, no afectaría la germinación ni el desarrollo normal de las plántulas de ambas especies. Por lo que se propuso evaluar el efecto del antidoto, de los herbicidas y de la combinación de ambos sobre la germinación, crecimiento y sobrevivencia de plántulas en ambas especies.

El trabajo se desarrolló en el Laboratorio de semillas de la EEA San Luis del INTA y estuvo supervisado por el Ing. Agr. MSc. Oscar Terenti. Se diseñaron 12 tratamientos con cuatro repeticiones para evaluar el efecto de cuatro dosis de antidoto (0; 20; 40 y 60 cc cada 100 kg de semilla) sin la aplicación de herbicidas (Sin), y la combinación de cada dosis de antidoto con dos herbicidas: **SM (S-Metolaclo**r) y **A (Acetoclo**r) con la dosis recomendada comercialmente. Los trata-

mientos fueron: T1=(0: Sin); T2=(20: Sin); T3=(40: Sin); T4=(60: Sin); T5=(20: SM); T6=(40: SM); T7=(60: SM); T8=(20: A); T9=(40: A); T10=(60: A); T11=(0: SM); T12=(0: A). Se utilizaron 48 bandejas de plástico por especie forrajera de 15 * 10 * 3,5 cm. Se realizó la siembra al voleo con 0,5 gr de semilla en cada bandeja. Se compactó en forma semejante y cada bandeja se colocó en una bolsa de nylon para evitar la deshidratación. Luego se llevaron las 96 bandejas (2 especies forrajeras por 12 tratamientos por 4 repeticiones) a la cámara de cultivo con 30°C con 8 hs de luz y 20 °C con 16 hs de oscuridad. El ensayo tuvo una duración de 57 días. Se hicieron 14 mediciones de altura de hojas (mm) y n° de plantas. La unidad experimental fue la bandeja.

Resultados obtenidos en *Digitaria eriantha*:

I) El desarrollo y número de plantas fue mayor sin antidoto y sin herbicida. II) El tratamiento 6 (40: SM) resultó la mejor combinación para obtener un adecuado crecimiento y número de plántulas, aunque inferior al testigo. III) Se logra efecto protector para el herbicida S-metolaclo con una dosis de antidoto entre 20 cc y 40 cc. IV) El antidoto es fitotóxico para la especie en dosis de 60 cc. V) El antidoto no protege a digitaria en ninguna de sus dosis del herbicida **Acetoclo**r.

Resultados obtenidos en *Panicum coloratum*:

I) La aplicación de antidoto en la menor dosis (20 cc) no afectó el crecimiento ni el número de las plantas. En esta última variable, aún las dosis mayores del antidoto (40 y 60 cc) no tuvieron efectos negativos respecto al testigo. II) La combinación del herbicida **S-Metolaclo**r (SM) con las dosis intermedias (20 y 40cc) de antidoto tuvo un ligero efecto negativo sobre el crecimiento y número de plantas respecto al testigo, aunque con diferencias significativas. III) La aplicación del herbicida **Acetoclo**r con todas las dosis del antidoto afectó significativamente el crecimiento y el número de plantas. Se concluye que el tratamiento con antidoto en dosis bajas (20 cc) no afecta el desarrollo ni el número de plantas de *D. eriantha* y *P. coloratum*. Esta última especie es menos afectada que digitaria aún con mayores dosis. La mejor combinación de antidoto y herbicida SM, es de 20 cc para *D. eriantha* y 60 cc para *P. coloratum*. El herbicida **Acetoclo**r tuvo efectos negativos en ambas especies. Se recomienda realizar nuevos ensayos en condiciones reales de producción.

En la UNSL, se realizan estudios sobre especies indeseables al pastoreo con el fin de determinar el lapso de tiempo térmico conveniente para formular acciones de control químico acorde sus ritmos de crecimiento. Entre estas, se mencionan

Nassella tenuissima (paja blanca) y *Jarava ichu* (paja vizcachera) y *Elionurus muticus* (paja amarga). Para lo cual se planteó determinar indicadores morfogenéticos-estructurales a nivel de macollo, durante el ciclo de crecimiento de estas especies (definiciones en Apartado 6). En paja amarga se constató, en plantas ubicadas en macetas, un inicio de rebrote el 13/9/2019, 8 días después de un corte de limpieza. El fitocrono calculado (96 °Cd) indicó alta velocidad de generación foliar y, paralelamente una alta tasa de aparición de hoja (0,05 Hoja/día). En cada observación semanal se registraron 2.5 hojas verdes/macollo, con una acumulación foliar total de 6-7 hojas. La máxima longitud de lámina foliar se alcanzó entre la 6°-7° hoja. (480-530 mm), correspondiente con matas típicas de la zona. Para las condiciones de estudio, la especie presentó baja densidad foliar verde por macollo, al igual que las pajas invernales, y estrecha VMF (240 °Cd ó 50 días). Estos valores resultan indicadores de un ritmo de crecimiento acelerado y conducentes a pensar en una ventana de tiempo térmico acotada, que no supere los 240 °Cd luego del rebrote, en que la especie, en un estado inicial de crecimiento, pueda ser más susceptible a acciones terapéuticas de control. Por lo que prácticas agronómicas que contemplen el estudio morfogenético-estructural de este tipo de especies podrían servir para planificar la siembra de otras megatérmicas como digitaria, por lo que urge continuar con estas experiencias y validar los resultados empíricamente (Bornand et al., 2021).

Por último, en toda aplicación de herbicidas se deberá tener en cuenta una correcta tecnología de aplicación en lo que se refiere a la calibración de los equipos pulverizadores, elección de los picos y pastillas, adecuada presión de trabajo, volumen y calidad de agua, condiciones ambientales.

Bibliografía

- Arroyo, D.N., Garay, J.A., Demaría, M.R., Rauber, R.B.** 2019. Malezas del Semiárido Central Argentino. Ediciones INTA. Estación Experimental Agropecuaria San Luis. ISBN 978-987-8333-14-4 (digital). 277 pág. <https://inta.gob.ar/documentos/malezas-del-semiarido-central-argentino>. https://inta.gob.ar/sites/default/files/malezas_del_semiarido_central_argentino_digital.pdf
- Bornand C.L., Alonso C., Privitello M.J.L., Bacha E.F., Lepotati J.L.** 2021. Spring-estival morphogenesis of *Elionurus muticus* at tiller level. XXIX Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Cuyo.
- Garay, J.** 1999. Control de malezas. En: Veneciano y otros. 3° Jornada Técnica sobre Digigrass (*Digitaria eriantha*). EEA INTA San Luis. Inf. Técnica 156. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/66-digitaria.pdf
- Garay, J. y Terenti, O.** 2003. Control de malezas en *Digitaria eriantha*. E.E.A. SanLuis. INTA. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_combate_de_plagas_y_malezas/06-malezas_en_digitaria.pdf
- Giraudi, P.E.** 2015. Evaluación del efecto antidoto de fluxofenín sobre *Digitaria eriantha* y *Panicum coloratum* cv. Klein para aplicar herbicidas preemergentes. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/340>
- Terenti, O.** 2005. Siembra e implantación de *Digitaria eriantha*. Cuadernillo clásico de forrajeras N° 98. Sitio Argentino de Producción Animal. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/137-digitaria_19.pdf
- Terenti, O.** 1999 . Factores que inciden en la implantación. En: Veneciano y otros. 3° Jornada Técnica sobre Digigrass (*Digitaria eriantha*). EEA INTA San Luis. Inf. Técnica 156. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/66-digitaria.pdf

4



MORFOFISIOLOGÍA DE LAS GRAMÍNEAS Y RELACIONES ENTRE FACTORES AMBIENTALES, CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA PLANTA

Por:

Dra. M. J. Liliانا Privitello

Dpto. Cs. Agropecuarias-FICA-UNSL

Morfología

Digitaria es una gramínea (poaceae) perenne, perteneciente a la Tribu Paniceae R. Brown. Estudios revisados por Veneciano (2006) indican que vegeta desde mediados de septiembre hasta las primeras heladas y florece a partir de mediados de diciembre. Conforman matas voluminosas que alcanzan una altura modal del follaje de 40 a 70 cm, y más de 100 cm considerando las cañas florales (Fig. 4.1: a,b,c). Desarrolla rizomas cortos. Las láminas (20 - 40 cm de longitud por 0,5 - 1,2 cm de ancho) son planas, agudas, suavemente escabrosas, con pelos en la porción basal de ambas caras, que se encuentran igualmente en la cara externa de la vaina. Posee lígula triangular membranácea con borde fimbriado.



a - Digitaria: Rebrote primaveral

b - Base macollo con pequeños rizomas

c) Digitaria: Estado Reproductivo

Figuras 4.1 a, b, c: Estados Fenológicos de *Digitaria eriantha* (Privitello, MJL)

Presenta inflorescencia en panoja digitada (verticilo simple) o subdigitada (2 o más verticilos), formada por racimos espiciformes divergentes. Cañas erguidas con nudos glabros. Espiguillas con 2 flores, la inferior rudimentaria, la superior fértil. Dichas espiguillas se presentan de a pares, una subsésil y la otra cortamente pedicelada, alternadas en 2 hileras sobre dos de los lados de un raquis triquetro con aristas aserradas. Las glumas son membráceas, densamente pilosas. Los cariopses, de color amarillo-blancuino cuando inmaduros, viran a tonalidades tostadas, a veces con cierta pigmentación morada (en plantas jóvenes y vigorosas). El peso de los 1000 antecios es muy variable (0,12 - 0,56 g), encontrándose desde 300 a más de 2000 unidades por inflorescencia, mientras que el peso de los 1000 cariopses puede oscilar entre 0,15 y 0,46 g (Veneciano, 2006).

Macollos de gramíneas: meristema apical

Gonzalez (1974), en el estudio de la morfofisiología de forrajeras, y Colabelli et al. (1998), en el del proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras, expresan que el macollo de una gramínea representa una unidad morfofisiológica. Cada macollo está formado por la repetición de unidades similares denominadas fitómeros, diferenciadas a partir del mismo meristema apical. El fitómero de una gramínea con-

siste de una hoja, nudo, entrenudo, meristema axilar y meristema intercalar. El número y longitud de los fitómeros determina variaciones en macollos individuales, y el arreglo espacial de éstos en una planta determina su estructura. En un macollo, la diferenciación de células del meristema apical origina primordios de hoja y yemas axilares capaces de originar un nuevo macollo (Fig. 4.2). Los primordios foliares se desarrollan y forman una hoja la cual se hace visible por dentro del conjunto de vainas. Luego elongar, cada hoja comienza a senescer y muere. El primer macollo generalmente emerge de la axila de la primera hoja sobre el tallo principal, una vez que se acumulan dos hojas sucesivas expandidas. Los macollos siguientes se ubican en una sucesión acropétala. Como no todas las yemas tienen capacidad para desarrollar un nuevo macollo, se introdujo el concepto de 'site filling', definido como la capacidad de las yemas axilares para desarrollar un nuevo macollo. 'Site filling' y el intervalo de apa-

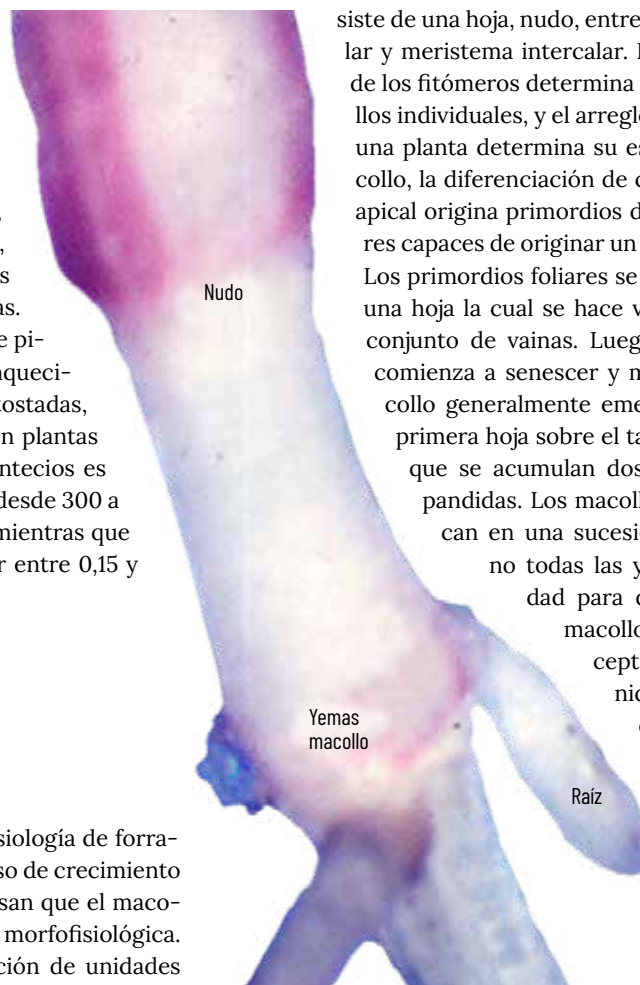


Figura 4.2: Fitómero de gramínea (Adaptación de Matthew and Hodgson, 1997)

rición de hojas constituyen los factores internos que regulan el proceso de macollaje. Los macollos desarrollados a partir de yemas axilares del tallo principal, se denominan macollos primarios, ellos producen macollos secundarios, y así sucesivamente. Cada planta desarrolla una jerarquía de macollos (Colabelli et al.,1998).

El enterrado de los puntos de crecimiento de los macollos de gramíneas forrajeras parece ser una estrategia adaptativa para persistir ante una historia de herbivoría. En un potrero (400 ha) con digitaria diferida al invierno (agosto), en el área medanosa del centro-sur de San Luis, se midió la profundidad entre el sitio de emergencia de las raíces y la superficie del suelo de dos especies del pastizal y digitaria, a partir de la aguada. Cualquiera sea la distancia a la aguada, *Elionurus muticus* (paja amarga) presentó fitómeros más profundos ($4,1 \pm 0,8$ cm) que *Sorghastrum pellitum* (forrajera nativa estival: $1,9 \pm 0,7$ cm) y *Digitaria eriantha* ($2,5 \pm 0,5$ cm) (Fig. 4.3: a,b,c). Se concluyó que ante la herbivoría bovina, *S. pellitum* y *D. eriantha* pueden comprometer su adaptación al pastoreo con altas y sostenidas intensidades de pastoreo al considerarse el superficial enterramiento de los fitómeros (Privitello et al., 2016).



a) *D. eriantha*



b) *E. muticus*



c) *S. pellitum*

Figuras 4.3 a, b, c: Profundidad de enterrado de puntos de crecimiento (Privitello, MJL)

La diferenciación del ápice ocurre como respuesta a cambios en la longitud del día. En esta etapa, las yemas formadoras de macollos se expanden y forman las ramificaciones de la inflorescencia. También se expanden las yemas de hojas (estructura doble arruga a los costados del ápice) y más tarde cesa la generación foliar. Los segmentos que ya habían producido hojas comienzan a elongarse y elevan a la inflorescencia en formación por dentro de las vainas. Los segmentos que no han producido hojas también se elevan y forman el raquis de la inflorescencia (Gonzalez, 1974).

En las gramíneas, la inducción del ápice es un proceso que ocurre con cierta anticipación a la aparición de la inflorescencia. Con la inducción se desencadenan cambios morfológicos y fisiológicos importantes. Junto con el desarrollo reproductivo, normalmente se acelera la aparición de hojas. El alargamiento de entrenudos acelera la velocidad de aparición de hojas, llevando a que en esta fase se incremente el número

promedio de hojas vivas por macollo, respecto del número máximo durante la etapa vegetativa (Colabelli et al., 1998).

En San Luis, revisiones bibliográficas realizadas por Veneciano (2006) expresan que el rebrote de digitaria se inicia habitualmente (en respuesta al incremento de la temperatura) alrededor de la segunda quincena de agosto, aunque es sistemáticamente afectado por las heladas que suelen sucederse hasta octubre inclusive. Sueldo (2015) observó que tanto los macollos como las plantas, elongan a fin de octubre-medio de noviembre (aproximadamente a los 60 días a partir del rebrote). El periodo de crecimiento intenso se inicia a comienzos de diciembre, en coincidencia con la floración, fenofase que alcanza su plenitud a fin del mismo mes (Veneciano y Terenti, 1997).

Rossi (2018) determinó que, con subsidio de N y agua, la aparición de la inflorescencia se adelanta y la duración de la elongación se acorta. La fertilización adelanta el comienzo de las etapas reproductivas y, además, muestra una tendencia al aumento de la duración de la antesis y estimula la producción de tallos florales (9 vs. 79 tallos/planta, sin fertilizar y fertilizado con 200 kg N/ha, respectivamente).

Paralelamente con la formación de la inflorescencia, la planta de digitaria inhibe el desarrollo de nuevas yemas de hijuelos y raíces en los nudos inferiores. La aparición de la inflorescencia en un vástago supone, al igual que en toda gramínea, el fin de la generación de hojas y yemas vegetativas nuevas en ese tallo, e impide además la formación de nuevos macollos en las yemas ya presentes. A mediados de enero una primera generación de macollos reproductivos ha alcanzado el grado de madurez, apreciándose una proporción creciente de desgrane. Hasta el final de la estación de crecimiento, sin embargo, se verifica una proliferación continua de macollos en la periferia de la mata, que rápidamente tienden a su diferenciación. Consecuencia de ello es que a través de todo el periodo estival coexisten inflorescencias con distinto grado de madurez. El número de tallos florales por planta varía con amplitud (10 a 35 o más) (Veneciano, 2006).

La intensidad de pastoreo afecta el crecimiento y generación de estructuras en la pastura, llegando a duplicarse la producción total de varas en plantas menos degradadas por efecto del pastoreo. Comparando sectores de un potrero en función a la distancia a la aguada, el número de varas florales por planta en el sector más alejado fue el doble que en el cercano (cerca: 39, medio: 66, lejos: 78) (Bacha et al., 2016).

Sustancias de reserva

Los carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa, pectinas) forman parte de la pared celular vegetal y no están disponibles para el metabolismo energético de la planta y, a excepción de las pectinas, poseen una fermentabilidad potencial lenta y limitada. Las reservas de las plantas están constituidas por carbohidratos no estructurales (CNE) y se almacenan en raíces, rizomas, estolones, coronas, vainas de hojas y partes inferiores del tallo (Fig. 4.4). Estos órganos o par-



Figura 4.4: Base de macollos de digitaria en mayo (Privitello, MJL)

tes no deberían ser dañados por el pastoreo. Los principales CNE en los tejidos de forrajeras son monosacáridos (glucosa y fructosa), disacáridos (sucrosa y maltosa) y polisacáridos (almidones y fructosanos) (Gonzalez, 1974; Pagliaricci y Saroff, 2008).

Las gramíneas forrajeras almacenan, principalmente, fructosanos solubles. No existen reservas nitrogenadas, existen casos sí en que el rebrote depende más del contenido proteico del área foliar remanente al corte que de los glúcidos, pero esto no debe interpretarse en términos de reservas (Gillet, 1984).

Los CNE poseen un potencial de fermentación rápida y total en el rumen. Proporcionan la energía para el rebrote de las forrajeras y las ayudan a sobrevivir durante periodos ambientales adversos (sequía, inundación, altas o bajas temperaturas), proporcionándole energía durante el periodo de latencia y para el crecimiento cuando las condiciones se tornan nuevamente favorables (Pagliaricci y Saroff, 2008).

Existe una relación entre acumulación de reservas, fotosíntesis neta (FN) y crecimiento ($\text{Reservas} = \text{FN} - \text{Crecimiento}$). Variaciones entre FN y el crecimiento darán como resultado la acumulación o gasto de reservas. Cuando los requerimientos energéticos para el crecimiento exceden a la FN, disminuye el nivel de reservas, mientras que si FN produce más energía que la usada para crecimiento se acumulan reservas en la planta. En consecuencia, cualquier factor que produzca una restricción relativamente mayor en crecimiento que en fotosíntesis, resultará en acumulación de reservas (Gonzalez, 1974).

Cuando los niveles de CNE son altos, procesos como la elongación de hojas y de raíces son rápidos. Por efecto de la defoliación los niveles de reservas almacenados se reducen, entonces las raíces detienen su crecimiento o mueren y el crecimiento de las hojas también se reduce (Mattew and Hodgson, 1997).

La síntesis de carbohidratos está ligada al proceso fotosintético y este es dependiente de las variaciones diurnas de la luz solar. Whyte et al. (1971, citado por Veneciano, 2006) opinan que el ciclo de almacenamiento y consumo de los hidratos de carbono estar íntimamente relacionado con el ciclo estacio-

nal de luz y temperatura, asociándose el almacenamiento de reservas con los días más cortos y las temperaturas más bajas del otoño. Las fluctuaciones estacionales en los hidratos de carbono almacenados permiten planear de manera apropiada la defoliación de la pastura, ya que dichas reservas son utilizadas en la producción de tejido fotosintético después del corte o pastoreo, o incluso, una vez finalizado el período de latencia.

El efecto de las reservas en el rebrote depende del área foliar remanente. Si la pastura fue completamente defoliada, el rebrote inicial dependerá de las reservas, luego la fotosíntesis de las hojas nuevas proveerá energía para el crecimiento y a los pocos días de iniciado el rebrote éste dejará de depender de las reservas quienes comenzarán a reponerse (Gonzalez, 1974). Mattew and Hodgson (1997) expresan que las reservas de la vaina foliar proveen energía para el crecimiento de la mitad de una hoja, por lo que la continuación del rebrote depende de la fotosíntesis la cual se acelera gradualmente a medida que el área foliar aumenta.

Si con la defoliación se deja un área foliar remanente activo, la velocidad del rebrote será independiente del nivel de reservas (Gonzalez, 1974). Es necesario que las especies perennes acumulen buenos niveles de carbohidratos antes de entrar en latencia para asegurar el rebrote posterior, para lo cual se debe permitir que las plantas acumulen suficiente masa foliar o lleguen a floración o antes del comienzo de dicho proceso (Pagliaricci y Saroff, 2008). En digitaria, dicha recuperación debería producirse durante el otoño, para que la planta sobreviva el invierno en estado de latencia y garantice el rebrote inicial de primavera (septiembre). A su vez se requiere, luego del período de reposo otoñal o de pastoreo, dejar un área foliar remanente (10 - 15 cm de altura) para garantizar un activo rebrote y proteger los puntos de crecimiento de factores ambientales.

En general, la cantidad relativa de CNE (carbohidratos no estructurales) disminuye con el inicio del crecimiento (rebrote) después del período de latencia o de un corte o pastoreo y aumenta con el desarrollo de la planta o hacia floración, siendo la fracción pseudotallo la que presenta mayor concentración respecto a la de hoja y raíz (Fig. 4.5).

Digitaria, sometida a pastoreo diferido en el área medanosa de San Luis, presenta entre 14 a 10 % del material foliar compuesto por vainas; variando la superficie de corona de 36 a 29 cm² y la producción de vainas entre 57 a 98 kg materia seca (MS)/ha (en correspondencia con la de lámina foliar: 338 a 896 kg MS/ha), según las plantas estén cerca o lejos de la aguada (Bacha y Privitello, 2020).

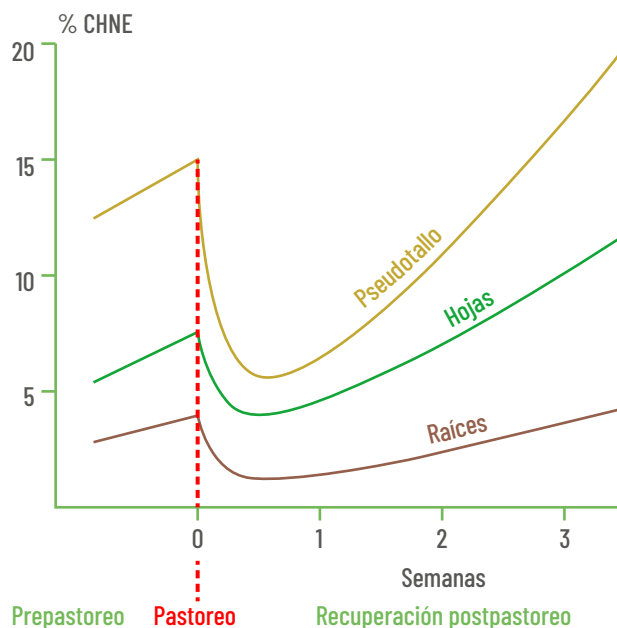


Figura 4.5: Evolución de las reservas en distintas partes de la planta sometida a pastoreo (Adaptación de Alberde, 1960, Mattew and Hodgson, 1997)

Metabolismo C4

Las vías metabólicas C4 y CAM se encuentran solo en plantas vasculares. De las especies estudiadas, aproximadamente el 89 % son C3, el 10 % son CAM y el restante 1 % son C4; adicionalmente se conocen unas cuantas especies que son intermedias C3-C4 (Benavides). Las C4, aptas para zonas áridas o semiáridas, tienen mecanismos para concentrar el CO₂ en el entorno de la rubisco, y presentan diferentes anatomías foliares que hacen disminuir la fotorrespiración y la pérdida de agua por transpiración. Las vías C4 y CAM involucran mecanismos especializados, con un costo mayor de energía, para la concentración y transporte del CO₂ a los sitios de fijación de la enzima rubisco. La eficiencia fotosintética de estos dos grupos de plantas es superior a la de las plantas C3 bajo las mismas condiciones ya que evolutivamente han desarrollado estrategias para reducir el proceso de fotorrespiración (Labarthe y Pelta).

La ruta metabólica C4 es una adaptación de las plantas para tener una mayor eficiencia en la utilización del agua (EUA mayor que las C3). La fotorrespiración, característica de las C3, es un fenómeno relacionado con el cierre estomático parcial o total de la planta para no perder agua lo que impide la entrada del CO₂ atmosférico e impacta sobre la productividad de los cultivos. La enzima que fija el carbono en el ciclo de Calvin (rubisco), fija O₂ en lugar de CO₂, lo cual significa un desperdicio de energía (ATP). Este proceso se ve favorecido cuando la planta está sometida a estrés por alta temperatura, estrés hídrico o salino (INTAGRI, 2018).

Las C4 y CAM poseen una enzima adicional, la PEP carboxila-

sa, que es capaz de fijar CO_2 sin ser inhibida por la presencia de O_2 (como ocurre con la rubisco). El mecanismo empleado por las plantas C4 consiste en la formación de un compuesto de 4 carbonos llamado oxalacetato, a partir del cual se produce la enzima malato en los cloroplastos del mesófilo. Este compuesto es transportado a las células del haz de la vaina donde libera el CO_2 , que es fijado definitivamente por la rubisco e incorporado al ciclo de Calvin. Es decir que existe una separación espacial entre la fijación primaria de la PEP carboxilasa y la definitiva de la rubisco (Labarthe y Pelta). Con la acción de este mecanismo de concentración y bombeo de CO_2 hacia los sitios de fijación por rubisco la planta es capaz mantener tasas altas de asimilación de CO_2 en presencia de baja concentración intercelular de dicho gas (Benavides). Dado que las células del mesófilo constantemente bombean CO_2 en forma de malato hacia las células del haz vascular, siempre hay una alta concentración de CO_2 alrededor de la rubisco. Esta estrategia reduce al mínimo la fotorrespiración. Una planta C3, bajo condiciones ambientales favorables, pierde por los estomas aproximadamente 100 moléculas de H_2O por molécula de CO_2 que entra por ellos. En zonas con aporte constante de agua este hecho no representa un problema, pero en regiones áridas y semiáridas si llega a serlo. Aquellas condiciones que lleven a un balance desfavorable entre CO_2 ganado/ H_2O perdida (alta temperatura e irradiancia, alto déficit de presión de vapor entre mesófilo y atmósfera, aporte limitado de agua edáfica o conductividad eléctrica muy alta en la solución de agua del suelo), tenderán al incremento en la restricción difusiva del agua con el cierre parcial o total estomático. Sin embargo, dicho cierre estomático también impacta negativamente la difusión de CO_2 lo cual se traduce en aumento en la actividad fotorrespiratoria de la planta, cosa que no ocurre en las plantas C4 o CAM. Por lo que en ambientes con restricciones hídricas constantes, estacionales o diarias las plantas C4 y CAM funcionan con mayor EUA en comparación con las plantas C3. Las modificaciones bioquímicas que permiten esto se relacionan con el aumento en la cantidad y eficiencia de acción de la anhidrasa carbónica (aumenta la concentración de CO_2 en cloroplastos para incrementar la tasa de carboxilación de la enzima rubisco) y con la acción de un sistema de bombeo del CO_2 (Benavides). Las especies C4 usualmente no alcanzan la saturación de radiación en luz solar directa, lo cual significa que ellas usan altos niveles de radiación más eficientemente que las especies C3. Pero, éstas últimas usan más eficientemente la radiación a bajos niveles de radiación solar directa (Gardner et al., 1985). Las plantas C4 no se saturan fácilmente, en términos de radiación, aún en pleno verano. Por lo que son muy eficientes para producir biomasa con altas radiaciones y temperaturas, pero en condiciones ambientales distintas, las C₃ son más eficientes. El mecanismo de las plantas C3 funciona bien en ambientes frescos, mientras que las plantas C4 y CAM están adaptadas a climas cálidos y secos. Recordar que aumentos de radiación conllevan a aumentos térmicos. Sintetizando, las especies C4 presentan mayor eficiencia en la captación del CO_2 atmosférico con altas temperaturas y alta radiación y tienen mayor resistencia estomática a la

perda de agua por lo que en ambientes semiáridos son muy eficientes en el uso del agua. Durante el periodo estival, normalmente libre de heladas, la disponibilidad hídrica y la temperatura permiten una producción forrajera de alto nivel con gramíneas perennes megatérmicas del tipo C4, entre ellas, *Digitaria eriantha*.

Factores ambientales que influyen en el crecimiento y desarrollo de la planta

Agua

Entre los constituyentes de la materia seca vegetal (MS), la mayoría del hidrógeno y oxígeno proviene del agua. El papel esencial del agua es el de constituir el medio interno de las plantas (75 - 90 %), en la cual “se baña” la MS. Para que la planta funcione saludablemente debe conservar agua de imbibición equilibrando las pérdidas (transpiración) con la absorción de agua del suelo. Si la absorción satisface la demanda de la transpiración, el gasto de agua será igual a dicha demanda y no absorberá más. Si no puede satisfacer dicha demanda, se crea un déficit y corre el riesgo de perder su agua de imbibición (sequía). Ante condiciones de sequía las plantas van a tratar de reducir la transpiración, y para ello cuentan con tres medios de eficacia creciente: disminución de la velocidad de crecimiento, regulación estomática y entrada en reposo (Gillet, 1984).

La distribución geográfica de los diferentes subtipos de C4 está fuertemente correlacionada con las precipitaciones. Se podría esperar que estas diferencias de distribución estén vinculadas a las diferencias en la eficiencia del uso del agua (Ghannoum et al., 2011). Las plantas C4 no son más tolerantes al estrés hídrico severo que las C3; esto es, el mecanismo C4 es una adaptación encaminada al uso eficiente del agua, no a la tolerancia al estrés hídrico (Benavides). La mejora de la eficiencia en el uso del agua (EUA) de las hojas y las plantas en las especies C4 se debe tanto a las mayores tasas fotosintéticas por unidad de superficie foliar como a la menor conductancia estomatal (Ghannoum et al., 2011).

Para la zona de Villa Mercedes (centro-este de San Luis), Pritivello et al. (2009) mencionan valores de EUA en digitaria de 1,34 g MS/mm.m² en pleno verano (enero) sometida a riego (capacidad de campo) y fertilizada (150 kg N/ha), mientras que, sin fertilizar ya sea en secano o suelo en capacidad de campo, la eficiencia disminuye significativamente (0,29 g MS/mm.m²). Rossi (2018), sometió a plantas de digitaria (ubicadas en macetas) a tratamientos de riego y fertilización nitrogenada (200 kg N/ha) y determinó valores más bajos (0,65 vs. 0.2 g MS/mm.m², con y sin el agregado de N, en ambos casos con riegos eventuales cuando fueron necesarios). En tanto que, EUA de pasto llorón en verano fue superior, de 1,80 g MS/mm.m² al fertilizado (150 kg N/ha) y manteniendo el suelo en capacidad de campo, y de 1,50 g MS/mm.m² en secano-sin fertilizar (Rossi, 2011). En las especies forrajeras de un

pastizal psamófilo en Granville (San Luis), de condición muy buena a excelente y con 90 % de la producción aportada por estivales, la EUA fue de 0,2 - 0,3 g MS/mm.m² durante un año de acumulación de biomasa forrajera, similar a la de digitaria sin subsidio de N (Privitello et al., 2005a).

Carbono (C)

El C constituye al menos 40 - 50 % de la MS, el N representa entre 1 al 5 % y los demás macroelementos difícilmente superan el 1,5 % de MS, los oligoelementos se presentan en dosis ínfimas. Por lo que la nutrición carbonada es el factor esencial de producción vegetal. El C es absorbido por los órganos verdes aéreos (principalmente hojas) a partir del anhídrido carbónico del aire, gracias a la energía provista por la luz (fotosíntesis). La cantidad de gas carbónico en condiciones naturales varía muy poco. A partir del C fijado, la planta sintetiza todas las moléculas de las cuales está formada. Para satisfacer los requerimientos energéticos la planta debe proveerse de energía, parte de la cual es provista directamente por la luz y otra parte por medio de la respiración (oxidación del C, principalmente de moléculas de glúcidos) (Gillet, 1984). La evolución ha seleccionado especies aptas para construir reservas carbonadas para los periodos en que las necesidades sean superior a las posibilidades de fijarlo, como en el caso de las gramíneas forrajeras que han sido seleccionadas por la naturaleza para conservar carbono de reserva (glúcidos) en la base de los macollos para resistir ante el pastoreo frecuente o cortes (Gillet, 1984). Digitaria, sometida a elevadas presiones de pastoreo, tiende a modificar su estructura foliar (crecimiento cespitoso), favoreciendo la acumulación de reservas (principalmente en vainas) y la cantidad relativa de estructuras reproductivas con baja altura (44 vs. 32 % del total de la planta, en situaciones contrastantes de presión de pastoreo) como respuesta de resiliencia ante la herbivoría bovina (Fig. 4.6) (Bacha y Privitello, 2021).



Figura 4.6: Cambio de estructura de digitaria sometida a altas presiones de pastoreo (sector cercano a la aguada)(Privitello, MJL)

Radiación

El principal factor que limita el crecimiento de la pastura es la energía solar. La incidencia de radiación en las distintas regiones varía en función de la latitud y la nubosidad. Los valores más altos de energía disponible a lo largo del año corresponden a climas tropicales y sub-tropicales.

El ambiente lumínico de una cubierta vegetal es normalmente heterogéneo. La parte superior del mismo recibe la totalidad de la luz incidente (RI), disminuyendo exponencialmente con la profundidad de los estratos foliares. La banda fotosintéticamente activa de la luz va de los 400 a los 700 nm de longitud de onda, y esta es comúnmente denominada luz visible (RI). Dado que las longitudes de onda roja y azul son absorbidas preferencialmente por los pigmentos fotosintéticos, las mismas resultan poco transmitidas a los estratos inferiores del canopeo o reflejadas por este (Fig. 4.7). Así, la cantidad y la calidad de la radiación solar se reducen y modifican drásticamente desde la parte superior a la parte inferior de un canopeo denso (hacia abajo: menor Rojo/Rojo lejano). En este sentido, es esperable que en general los canopeos bajos y abiertos presenten un ambiente lumínico más homogéneo y más ricos que los muy densos. La variación de características estructurales de las pasturas tales como densidad y tamaño de macollos en respuesta a variaciones en el ambiente lumínico, pueden ser explicadas a partir de mecanismos de plasticidad fenotípica desarrollados por las plantas (Colabelli et al., 1998).

De la radiación solar incidente (RI), 48 % corresponde a aquellas longitudes de onda que absorben los pigmentos fotosintéticos y se la conoce como radiación fotosintética activa (RFA=PAR). La RFA se calcula corrigiendo RI por 0,48 (RFA: RI*0,48). Del total de RFA, solo la fracción interceptada se utiliza para la producción de biomasa, la cual se denomina radiación fotosintética activa interceptada "RFAi". Para su cálculo, se debe determinar la intercepción de radiación (IR) mediante equipos específicos como el "Ceptómetro". Este equipo permite calcular la relación matemática entre la radiación fotosintética activa (RFA) por debajo y por encima de la canopia (τ : radiación no capturada). Conceptualmente, IR es la proporción de radiación que puede capturar la canopia de un cultivo y surge del cociente entre la cantidad de radiación capturada por la planta (diferencia entre la RFA por encima y por debajo de la canopia) y la RFA por encima de la canopia, sintetizando $IR = 1 - \tau$. Finalmente, de la relación entre la RFA con IR se obtiene la "RFAi" (RFA*IR) (Fig. 4.8: a,b,c) (Rossi, 2018).

En Villa Mercedes, en pleno verano, digitaria fertilizada con urea a razón de 150 kg N/ha y mantenida con aportes hídricos (226 mm bajo riego y 274 mm como agua pluvial) presenta mayor eficiencia de utilización de la RFAi (EURFAi: 0,3 g MS/MJ) que en secano y sin fertilizar (EURFAi: 0,1 g MS/MJ). Por lo que aportes diferenciales de agua y nitrógeno permiten mayor acumulación de RFAi, estimulan la acumulación de biomasa aérea y por ende la eficiencia de la utilización de la radiación (Privitello et al., 2009; Frigerio et al., 2009). Cual-

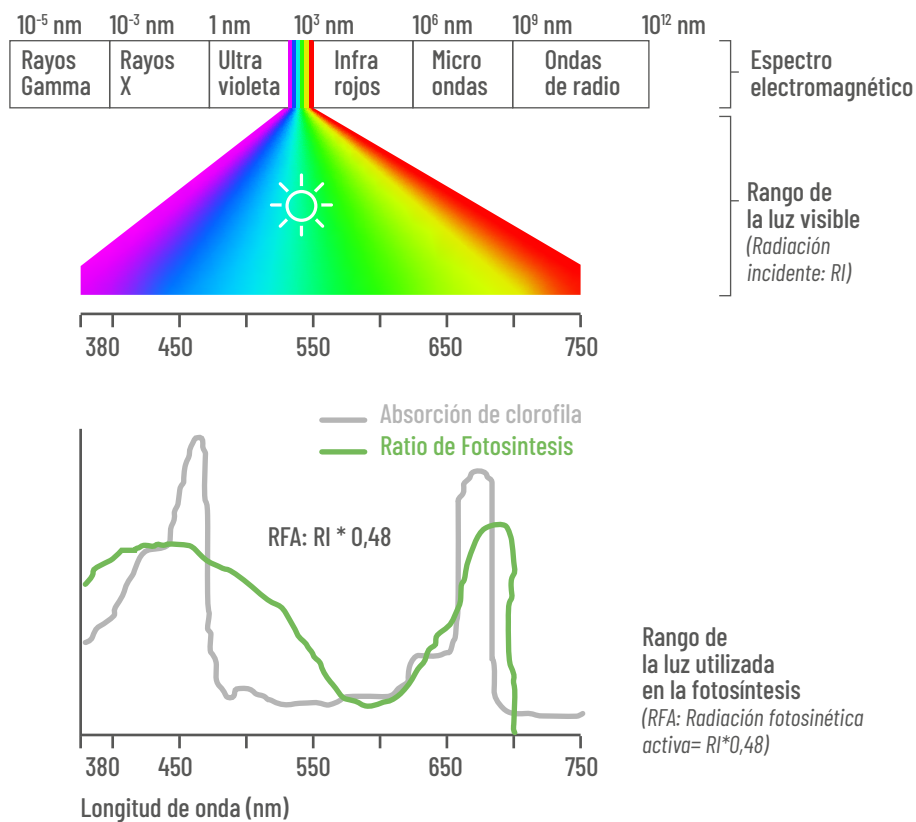


Figura 4.7: Esquema de Radiación (Imagen extraída y redibujada de Google)

quier aumento del rendimiento conduce a una interceptación suplementaria de luz (forrajera en estado vegetativo, no excesivamente densa) de manera que el rendimiento aumenta más, hasta que la pastura se cierra (completamente densa). Rossi (2018) al investigar en plantas ubicadas en macetas, determinó las mayores EURFAi en tratamientos fertilizados con nitrato de amonio a razón de 200 kg N/ha (0,5 g MS/

MJ) respecto a los no fertilizados (0,2 g MS/MJ) en el verano. El aumento de la disponibilidad de N permitió mejorar la utilización de la radiación interceptada. El autor indica que la respuesta de digitaria a la interceptación de la radiación con la fertilización, es generada por cambios en la estructura de la planta que favorecen la captura de radiación (porte más erecto al encañar más tempranamente y mayor tamaño foliar).



a) Control Ceptómetro

b) Medición RFA arriba canopia

c) Medición RFA debajo canopia

Figuras 4. 8 a b, c: Digitaria sometida a riego y fertilización: medición de IR e IAF con ceptómetro (Accupar AR LP-80) (Privitello, MJL)

Temperatura

Un factor importante que afecta el crecimiento es la temperatura, que actúa tanto en forma directa como indirecta al modificar la actividad biológica del suelo, principalmente la mineralización y la fijación de nitrógeno. Las reacciones bioquímicas que ocurren dentro de las plantas se producen con mayor intensidad cuando la temperatura es la óptima y ésta no es la misma para las distintas especies. Las especies C3 (templadas) poseen un rango de temperatura óptimo de crecimiento entre 18 - 25 °C, disminuyendo rápidamente el crecimiento cuando éstas están por debajo de los 5 - 8 °C; el rango en las C4 (tropicales) es de 28 - 35 °C y por debajo de los 12 - 15 °C se ve afectado el crecimiento. Estos límites se modifican cuando la planta es fertilizada (Romero, 2008). Gillet (1984) opina que el óptimo de temperatura no evoca la condición ideal para la planta sino que solo significa que la velocidad de un proceso considerado es la mayor, ya que pueden darse ciertas condiciones desfavorables para el cultivo.

En las gramíneas, y durante la fase de crecimiento vegetativo, la temperatura condiciona principalmente la tasa de aparición de hojas, tasa de elongación, senescencia y el largo final de la hoja. En cuanto al efecto de esta sobre el macollaje, puede decirse que existe una gran dependencia. Durante el desarrollo reproductivo, se acelera la tasa de aparición de hojas. Además de la velocidad de crecimiento propia de la hoja, se suma la velocidad de ascensión del tallo verdadero por el alargamiento de los entrenudos. Esto, sumado a que el ritmo de senescencia es proporcional a la elongación foliar, lleva a que en esta fase el número de hojas vivas por macollo se incrementa respecto del número máximo durante la etapa vegetativa. Como consecuencia de los cambios de temperatura y radiación incidente a lo largo del año, las tasas de crecimiento de las especies también sufren variaciones (Romero, 2008).

Gillet (1984) explica que la velocidad de los numerosos procesos biológicos que ocurren en un vegetal (reacciones bioquímicas, alargamiento y formación de órganos, crecimiento global de la planta) depende de numerosos factores como la nutrición o la fase de desarrollo, pero reacciona primero e instantáneamente a la temperatura. La velocidad de los fenómenos biológicos reacciona con la temperatura según una curva en campana, que sube lentamente hasta un máximo y luego cae rápidamente a temperaturas superiores, aunque, en tanto las temperaturas no sean demasiado elevadas, el linealizar esta relación (sector ascendente de la curva) es suficientemente preciso. Dicha reacción ante la temperatura, ocurre según algunos principios como el de la integral térmica (suma térmica) y el cero de vegetación (temperatura base "Tb" constante), permitiendo predecir el comportamiento de la planta. Como resultado, el progreso de un fenómeno biológico es proporcional a la suma de las temperaturas medias diarias, contadas por encima de Tb, desde el principio del fenómeno.

Se denomina tiempo térmico, grados diarios de crecimiento o suma térmica (ST), a la acumulación de temperatura media diaria por encima de Tb a partir de la cual la planta comien-

za los procesos de crecimiento. Se estima como la diferencia entre la temperatura media diaria y Tb propia de cada especie (ST, expresada en °Cd). En Villa Mercedes, en distintos ciclos de crecimiento de digitaria, Sueldo (2015) y Rossi et al. (2018) determinaron Tb de 9,5 y 7 °C al relacionar la aparición de cada hoja con la temperatura media de crecimiento.

Privitello et al. (2012a y 2021) indican que digitaria sometida o no a cortes o subsidios de N y agua, al relacionar la longitud foliar con suma térmica (ST) y precipitaciones acumuladas (PP) de Villa Mercedes, responde a los factores climáticos considerados sea o no sometida a cortes, durante todo el ciclo; pero ST se comporta como mejor predictor del crecimiento foliar, principalmente en rebrotes primaverales o con subsidio de N sin restricción hídrica.

La elongación de las hojas aumenta proporcionalmente con la temperatura, a medida que progresa estacionalmente el aumento de las temperaturas medias diarias, lo hacen también, la velocidad de aparición de hojas, la senescencia y el recambio foliar. A su vez, el aumento del largo de las hojas con las temperaturas, coincide con el alargamiento de los días y el incremento de la radiación incidente. Esto se traduce en un incremento de la tasa de senescencia foliar frente a aumentos de la temperatura y por lo tanto, el recambio de tejido se acelera (Colabelli et al., 1998).

Borcosqui (2014) menciona que el tamaño foliar disminuye al final del ciclo y es afectado por ST en primavera y las precipitaciones (PP) en los rebrotes de fin de primavera-verano y otoño. Durante el crecimiento de la especie, desde el rebrote inicial de primavera hasta el inicio de senescencia, la longitud foliar de los macollos describe una función polinomial cuadrática al relacionarla con los días desde el rebrote y alcanza valores máximos ajustados de 600 mm al encañe (coincidente con una ST de 1400 °Cd, fin de enero). A partir de allí, las nuevas hojas alcanzan mayor longitud foliar, respondiendo al progreso de las temperaturas y al efecto positivo que el desarrollo reproductivo tiene sobre el crecimiento aéreo.

Sueldo (2015) determinó que tanto ST como las PP explican la extensión foliar desde el rebrote inicial de primavera hasta la fenofase de fructificación (febrero), acumulando cerca de 1700 °Cd y 600 mm de PP para que los macollos alcancen una longitud de lámina foliar acumulada de 722 mm en promedio. Para el mismo lugar, pero en otro ciclo, Rossi (2018) informa que las plantas de digitaria que reciben subsidio de nitrógeno desarrollan todas sus hojas con menor acumulación de tiempo térmico, fertilizadas con 200 kg N/ha y riegos frecuentes generan 10 hojas a los 800 °Cd, mientras que regadas eventualmente presentan 9,5 hojas al acumular 1000 °Cd. En cambio, sin fertilización nitrogenada, con riegos eventuales, expanden más las hojas y alcanzan una meseta con 2000 °Cd de ST cuando aparece la 13ª hoja, con riegos frecuentes a los 2300 °Cd en 12ª hoja. Durante las mediciones se detectó que las plantas no fertilizadas tenían menor porte y en los macollos vegetativos se observó que sus hojas comenzaron a presentarse finas y muy largas a partir de mediados hacia finales de ciclo.

Nitrógeno

El metabolismo del N en la planta comprende 4 etapas: 1) La absorción por las raíces, esencialmente dada en forma de nitratos (NO_3^-). La forma amoniacal es absorbida como complemento o cuando los NO_3^- están ausentes. 2) Reducción de los NO_3^- a amoníaco (NH_3) y la organización del N en cadenas carbonadas (N orgánico), en un principio pequeñas y solubles (mayoritariamente aminoácidos). Esta etapa está regulada por la enzima nitrato-reductasa, situada principalmente en órganos verdes. 3) Síntesis de proteínas (verdaderas), elaboradas a partir de moléculas procedentes de la organización. 4) La mayoría de las cadenas proteicas son complejas e insolubles y, si las condiciones son propicias, desencadenan la última etapa, el crecimiento de la planta. Es la aceleración del crecimiento la que ocasiona una dilución de las proporciones de todas las formas nitrogenadas y demás minerales. Como este proceso es la principal fuente de consumo de glúcidos, la energía luminosa se convierte en el principal factor de variación. Otros factores que inciden en la reducción y organización del N son: el contenido de NO_3^- de los tejidos y la nutrición potásica favoreciéndola y la sequía perjudicándola (Gillet, 1984).

Entre las características propias de las gramíneas estivales (C4), se cita la alta eficiencia de utilización de nitrógeno (N) que se traduce en una elevada productividad de MS aún a expensas de la dilución del contenido de N en sus tejidos. Situación observada incluso bajo condiciones de fertilización (Veneciano y Frigerio, 2008).

Las especies con la vía fotosintética C4 han desarrollado mecanismos bioquímicos de concentración de CO_2 que permiten a la enzima rubisco funcionar en un entorno de alto CO_2 . Esto aumenta tanto su eficiencia en el uso del agua como del nitrógeno en contraposición con las especies C3 (Ghannoum et al., 2011).

Una comparación entre los pastos C4 australianos y datos globales revela que las especies C4 tienen mayores tasas de asimilación de CO_2 que las especies C3 para un determinado nitrógeno foliar cuando ambos parámetros se expresan en base a la masa o al área. Mientras que las especies C3 y C4 invierten una fracción similar de N de la hoja en componentes fotosintéticos, las C4 asignan menos a la proteína de rubisco y más a otras proteínas solubles y componentes tilacoides (Ghannoum et al., 2011). Estos componentes forman pilas de discos conocidos como grana y constituyen el sitio de las reacciones dependientes de la luz en los cloroplastos. Dichos autores opinan que la fuerza motriz que aumenta la tasa de asimilación de CO_2 por unidad de nitrógeno de la hoja en las especies C4 es una mayor tasa de renovación catalítica de la rubisco in vivo.

En las especies C4, la disminución del requerimiento de N por parte de rubisco es parcialmente compensada por el requerimiento de N de las enzimas dicarboxilato, en particular la PEPc. Sin embargo, debido a que éstas últimas manifiestan una tasa catalítica máxima de carboxilación diez veces mayor, se requieren concentraciones mucho menores de

PEPc, en relación a rubisco. Rubisco y PEPc en las especies C4 requieren menos de la mitad de la cantidad de N invertida en rubisco en las C3 (Reddy y Hodges, 2000). En cambio, las C3 invierten un 40 % del N foliar en la síntesis de la enzima rubisco y necesitan más N para gastos en fotorrespiración y mantener el nivel y capacidad enzimática de la rubisco.

Una menor cantidad de N en la hoja y una mayor tasa de fotosíntesis foliar de las especies C4 dan como resultado una mayor eficiencia en el uso de N fotosintético (EUNF). La mayoría de las comparaciones de EUNF se han realizado en condiciones de buena fertilización, en suelos deficientes en N, e indican que la EUNF de los cultivos de C4 puede ser el doble que la de los C3 (Reddy y Hodges, 2000).

En el ambiente de Villa Mercedes, la eficiencia agronómica de la utilización del N aplicado "EAUN" (200 kg N/ha) en planta entera de digitaria (en macetas), sometida a riego eventual o frecuente, fue en promedio de 25,5 g MS/g N aplicado dado que el régimen hídrico pluvial durante el ciclo de crecimiento (790 mm, 57 % acontecidas en verano y 34 % en primavera) podría haber enmascarado el efecto de las frecuencias de riego planteadas (Rossi, 2018). Para un período estival con menores precipitaciones (274 mm), Privitello et al. (2009) informan mayor EAUN en parcelas de digitaria fertilizadas (150 Kg N/ha) y suelo en capacidad de campo (36 g MS/g N aplicado) pero menor en condiciones de secano (19 g MS/g N). Estos resultados se encuentran dentro del rango informado por Veneciano y Terenti (1997) con valores entre 19 y 45 g MS/g N para diferentes años y frecuencias de defoliación para digitaria fertilizada con 127 kg N/ha. En consecuencia, el incremento en el nivel de un recurso limitante como el N edáfico permite una mayor eficiencia de utilización de recursos como agua y radiación, cuando estos no son limitantes (Rossi, 2018). En contrapartida, cuando algún factor limita el crecimiento parece limitar también la EUN sobre el rendimiento, pues ésta es a grosso modo paralela a las posibilidades de crecimiento y es mayor en especies con mayor capacidad productiva (Gillet, 1984).

En un pastizal psamófilo de Nueva Escocia (San Luis), luego de un corte de limpieza (agosto) y la aplicación de un herbicida de hoja ancha (octubre), se aplicaron 4 tratamientos en correspondencia a 4 dosis de N cuando el rebrote alcanzó 15 cm (mediado de noviembre) y un testigo sin fertilizar (dosis entre 0 y 120 kg urea/ha, crecientes en 30 kg urea/ha cada una). Posteriormente, se realizó un corte al final del ciclo de las especies estivales forrajeras (mediado de febrero). Los resultados indican que estas especies presentan una EAUN de 22 g MS/g N aplicado/ha como valor promedio de los tratamientos. En particular, la dosis de 30 kg urea/ha, mostró la mayor EAUN (44 g MS/g N), siendo menor con 120 kg urea/ha (17 g MS/g N). En esta experiencia la recuperación aparente del N osciló (RAN) entre 33 al 25 %, para igual orden de tratamientos (Privitello, 2007). En otro ciclo de crecimiento, aumentos de dosis de N (140 - 240 kg urea/ha) tampoco mejoraron la eficiencia, sino todo lo contrario, ésta disminuyó aún más (5

- 6 g MS/g N) (Privitello et al., 2012b). Por lo que se infiere una alta EAUN en el pastizal con bajo subsidio de N, pero que tiende a disminuir al aumentar la dosis de fertilizante. También, dicho comportamiento indica, claramente, que el factor limitante de la producción no fue el N y habría que pensar en otros (agua, entre ellos). De todas maneras, el rango de valores de EAUN señalado en un principio para el pastizal con bajas dosis de urea resulta similar al de digitaria fertilizada con altas dosis de N y variables condiciones hídricas.

IAF e Intercepción de la radiación (IR)

Según Gardner et al. (1985):

- Para que un cultivo use eficientemente la radiación solar, gran parte de ésta debe ser absorbida por los tejidos fotosintéticos. Las hojas, principales órganos responsables de la fotosíntesis e intercepción de luz, se desarrollan en el embrión de las semillas y en los tejidos meristemáticos de los tallos. En la primavera, cuando las temperaturas favorecen el crecimiento, nuevas hojas son generadas a partir de yemas dormantes. En los cultivos perennes los órganos regenerativos son las yemas invernales. Los cultivos eficientes tienden a invertir la mayor parte de su crecimiento temprano en expandir su área foliar, lo que resulta en un mejor aprovechamiento de la radiación solar.

- Algunas prácticas agronómicas tales como fertilización de arranque, altas densidades de siembra y un mejor arreglo espacial de las plantas (ejemplo: hileras estrechas), son usadas para acelerar la cobertura del suelo e incrementar la intercepción de luz. A medida que el área foliar se desarrolla, la radiación interceptada por las hojas se incrementa. Inicialmente el área foliar aumenta a una tasa exponencial, pero ésta al comienzo es pequeña y la radiación interceptada no es significativa por varias semanas. En floración el desarrollo del área foliar finaliza, siendo el objetivo de las prácticas culturales maximizar la fotosíntesis del cultivo interceptando prácticamente toda la radiación solar incidente.

- Watson (1947) concibió el término “índice de área foliar” (IAF), como la relación del área de hojas (tomada sobre una sola cara de las mismas) del cultivo con respecto al área de suelo. Debido a que la radiación solar cubre toda la superficie de suelo, el IAF es una medida robusta de área foliar por unidad de radiación solar disponible. La tasa de asimilación neta (TAN) es una medida promedio de la tasa de intercambio neto de CO₂ por unidad de área foliar del canopeo de los cultivos. Cuando TAN es multiplicada por el IAF, el producto es la tasa de crecimiento del cultivo (TCC).

- La bibliografía indica especies con respuesta IAF crítico (trigo y alfalfa) y con respuesta IAF óptimo (pasto ovillo después de floración), según su canopeo

- Brougham (1956) definió al IAF en donde se alcanza la máxima TCC y se logra interceptar el 95 % de la luz como el “IAF crítico”. Como respuesta al IAF crítico, las hojas nuevas (superiores) de la planta cubren o sombrean las hojas viejas basales. Se ubica por debajo del máximo de la curva de acumulación de biomasa aérea (punto de inflexión), con mínima senescencia las hojas viejas (inferiores) y donde la tasa marginal alcanza su máximo. Las hojas viejas parecen no importar fotosíntatos, disminuyen su fotosíntesis pero también la respiración. Entonces, la fotosíntesis neta o aparente permanece constante (FN = F. verdadera - respiración).

- Watson (en 1958) comprendió al “IAF óptimo” como aquel en donde también se alcanza la máxima TCC, para luego declinar con aumentos de IAF por arriba del óptimo. Como respuesta al IAF óptimo, las hojas nuevas sufren sombreo. En ese momento se está más próximo al máximo de acumulación de biomasa aérea en la curva de crecimiento, y en donde la tasa promedio acumulada alcanza su máximo. Las hojas superiores (viejas) manifiestan senescencia y las hojas nuevas (inferiores) importan fotosíntatos de las viejas y aumentan la respiración. Entonces, a partir de este IAF la fotosíntesis neta o aparente disminuye, indicando el balance del carbono que ha quedado en la planta a pesar de las pérdidas por respiración.

- Los canopeos que presentan tanto un IAF crítico como óptimo, muestran un incremento en la TCC con aumentos del IAF hasta un valor en el que la mayor parte de la radiación es interceptada, difiriendo estos dos conceptos a causa de la respiración. En definitiva, aunque el IAF crítico y óptimo disienten en su definición, ambos representan el máximo IAF para alcanzar la máxima TCC y en ambos casos se asume un IAF que intercepta la mayor cantidad de la radiación incidente.

La integración de estos conceptos sugiere considerar un estrecho rango de IAF, que incluya al crítico-óptimo, como indicador del momento propicio de inicio del pastoreo (máxima TCC e IR, alta: fotosíntesis/respiración y calidad forrajera, con mínima o muy baja senescencia foliar, en elongación-floración para el caso de gramíneas e inicio de floración en el de leguminosas tipo alfalfa). Al respecto, en un ensayo conducido en el mes de enero de 2008, se relacionaron las variables IAF y producción de MS, con la radiación y el aporte de nitrógeno y agua sobre una pastura de digitaria implantada en el año 1998 (campo experimental de INTA EEA San Luis) (Fig. 4.9: a,b,c,d).



a) Digitaria fertilizada y sin fertilizar



b) Analizador LICOR LAI-2000



c) Digitaria con riego



d) Rebrote estival de digitaria sin riego

Figuras 4.9 a, b, c, d: Ensayo estival: digitaria sometida a riego y fertilización. Medición de IR e IAF (Privitello. MJL)

Para lo cual, los rebrotes estivales de digitaria se sometieron a diferentes tratamientos de agua (secano y bajo riego) y fertilización nitrogenada (en secano: 0 y 150 kg N/ha y bajo riego: 0, 150 y 300 kg N/ha, con urea), y se determinó que:

- La especie alcanza el IAF crítico (máxima tasa diaria de crecimiento foliar "TDCF" e interceptación de la radiación "IR") a los 36 días del rebrote. Los resultados indican bajos IAF e IR en situaciones de secano sin fertilización, y que el subsidio de N (150 kg N/ha) más agua (suelo capacidad de campo) incrementan los valores de dichas variables (1,7 vs. 5,8 de IAF y 75 vs. 97 % de IR, respectivamente), como así también la TDCF (2,4 vs. 8,2 g/m².día, en igual orden). Esta experiencia indicó que, manteniendo al suelo en capacidad de campo, digitaria alcanza su potencial productivo con aportes de 150 kg N/ha, dado el aumento en producción de tallos, la longitud foliar, eficiencia en la utilización del N y luz y el elevado IAF crítico (Privitello et al., 2009).

- También, que existieron variaciones en el IAF, durante el crecimiento acumulado de la especie y entre

tratamientos que provocaron diferencias en la radiación fotosintética activa interceptada (RFAi). Por lo que resulta posible explicar cambios en la producción de digitaria en relación directa con RFAi e IAF ante factores ambientales (agua y N) que favorecen su crecimiento estival (Frigerio et al., 2009).

En plantas de digitaria ubicadas en macetas y sometiénolas a tratamientos de agua (con riegos frecuentes y eventuales) y fertilización nitrogenada (0 y 200 kg N/ha), la especie alcanzó los máximos IAF con valores de 5,06 y 3,64; según presente o no subsidio de agua y N. Relacionando IR con IAF durante el ciclo de crecimiento y a partir de los valores de ajuste de la curva de regresión se detectaron los valores más altos de IR y su correspondiente IAF. Sin fertilización nitrogenada la especie llegó a un IAF subcrítico de 4 (con 84 % de IR). Mientras que, con fertilización, alcanzó un IAF crítico de 5 (con 94 % de IR). Esto pone de manifiesto que cuando existió un subsidio de nitrógeno edáfico el IAF llegó a valores más altos, logrando un mayor crecimiento de la canopia (Rossi, 2018). En una experiencia previa, Rossi et al. (2015) mencionan para digitaria sin fertilizar un IAF crítico de 5 (95 % IR), también a partir de un modelo matemático que relaciona IAF con IR.

5



PRODUCCIÓN DE DIGITARIA ERIANTHA Y CALIDAD NUTRICIONAL DE FORRAJERAS SEMIÁRIDAS

Por:

Dra. M. J. Liliana Privitello

Dpto. Cs. Agropecuarias-FICA-UNSL

En Villa Mercedes, en cultivos de 3 años de implantación en suelos con bajos contenidos en MO y N, se evaluó la acumulación de la biomasa aérea y el rendimiento de rebrotes mensuales durante el ciclo de crecimiento de digitaria sin subsidio de N (Privitello y Gabutti, 2004):

- La especie (ciclo: septiembre 1998 - agosto 1999) inicia su crecimiento a principio de septiembre, florece a mediados de diciembre, fructifica en enero y disemina en febrero. La senescencia de la planta comienza después de las primeras heladas (mediado de abril). En floración produce 2500 kg MS/ha, siendo la máxima acumulación de biomasa aérea en fructificación-diseminación en que alcanza valores de 3200 kg MS/ha. Del total de la producción primavero-estival, un 80 %

se concentra en primavera y el 20 % restante en verano. Veneciano y Terenti (1996) informan un rendimiento anual de MS similar (2800 kg MS/ha).

- El crecimiento acumulado alcanza las máximas tasas diarias de crecimiento (33 - 35 kg MS/ha.día) en vegetativo-floración (noviembre a mediados de diciembre). A partir de febrero, la tasa se hace nula y más tarde negativa a consecuencia de una baja o ausente aparición foliar, la caída de semillas y panojas y por la senescencia foliar acorde a la ontogenia de la planta y condiciones ambientales adversas para el crecimiento. Por otro lado, Veneciano (2006) indica que en floración, la velocidad de crecimiento para planta entera puede llegar a 80 kg MS/ha.día, explicado por la formación

de las varas florales a partir de mediados de diciembre, y que hasta el final de la estación estival hay una generación continua de macollos que rápidamente tienden a diferenciarse, coexistiendo simultáneamente en la planta inflorescencias con distintos grados de desarrollo.

- Con defoliaciones mensuales, el cultivo se mantiene en estado vegetativo hasta mayo, salvo en diciembre en que florece. La producción de rebrotes es máxima en floración (500 kg MS/ha en diciembre), posteriormente muestra una constante disminución. La distribución porcentual de la producción resulta máxima en primavera (56 %), disminuye en verano (32 %), siendo escasa en otoño (12 %). La producción total de los rebrotes es de alrededor de 2000 kg MS/ha, y la tasa máxima de crecimiento entre 15 - 16 kg MS.ha⁻¹. día⁻¹ en estado vegetativo-floración (noviembre-diciembre). Al diferir el crecimiento primavero-estival se traslada al invierno entre 2600 - 2800 kg MS/ha (90 % MS), pero con un corte en diciembre la producción diferida se reduce a 1115 kg MS/ha.

- Al relacionar las tasas diarias de producción de MS (acumulada y de rebrotes) con PP y temperaturas medias, se encontró que solamente las PP incidieron sobre los incrementos de biomasa aérea acumulada diariamente y que entre los 200 - 300 mm se produjeron las máximas tasas. En cuanto a las tasas diarias de producción de los rebrotes, se determinó que ambas variables climáticas explicaron su variación, requiriéndose cerca de 50 mm de PP y 20 °C de T°Me entre cortes para alcanzar las máximas tasas de crecimiento diario de rebrotes.

- Para las condiciones ambientales de este estudio, digitaria no se adapta a defoliaciones mensuales ya que afectan su capacidad productiva. Considerando que en verano (enero-febrero) alcanza los máximos rendimientos acumulados de MS, se debe optar por aprovechar dicho crecimiento o diferirlo a época de escasez de pasto, dependiendo de las necesidades del sistema ganadero.

Se ha descrito la acumulación del crecimiento de digitaria correspondiente a los ciclos 2001 - 2004, con fertilización nitrogenada (60 kg N/ ha.año). La información fue obtenida en Villa Mercedes (San Luis), en un suelo ustípsamente típico con perfil poco evolucionado (tipo A - AC - Cca), de escurrimiento medio y alta permeabilidad, textura arenosa y bajos contenidos de C orgánico (0,42 %) y N total (0,062 %) (Veneciano et al., 2006). Se informa que:

- › El incremento de la frecuencia de defoliación afectó negativamente la acumulación de forraje (aproximadamente: 4000 - 5000 vs. 5000 - 6000 kg MS/ha.año con cortes cada 28 y 42 días, respectivamente). Cortes únicos al final

del ciclo (marzo-abril) brindaron producciones de 6000 a 7000 kg MS/ha.año. En otro cultivo fertilizado, Veneciano y Terenti (1996) obtuvieron en un rendimiento anual medio superior a 7000 kg MS/ha.

- › Respecto a la acumulación foliar, el rendimiento inferior correspondió a los tratamientos con un corte al final del ciclo (2700 a 3150 kg MS/ ha.año, esto es, 43 % del total acumulado de MS de la planta entera) que difirió de los cortes más frecuentes (3160 a 3600 kg MS/ha.año).
- › El número de rebrotes varió con la frecuencia de corte, siendo iguales a 5 (cada 28 días) ó 4 (cada 35 o 42 días). En todos los casos, la máxima acumulación de MS total (1200 ó 2500 kg MS/ha.año, con cortes cada 28 y 42 días respectivamente) y de láminas (1000 - 1300 kg MS/ha.año) ocurrió en la tercera fecha de corte (enero-febrero).
- › Los autores concluyen que para las condiciones de Villa Mercedes (San Luis) frecuencias del orden de 35 - 45 días entre defoliaciones sucesivas son apropiadas para la acumulación de MS de planta entera y de lámina foliar, adelantando el uso en momentos de alta proliferación de tallos (mediados de diciembre y segunda mitad de febrero).

En Soven (centro oeste de San Luis), con importantes restricciones de lluvia y suelo, investigadores de la EEA INTA San Luis evaluaron la acumulación de materia seca y el contenido de proteína bruta (PB) de digitaria con dos niveles de fertilización nitrogenada (30 y 50 kg/ha.año) y dos momentos de aplicación (octubre y enero). Al finalizar la estación de crecimiento, el cultivo sin fertilizar alcanzó un rendimiento medio de 1039 (planta entera) y 764 (hoja) kg MS/ha.año, con 4,7 % PB en el follaje (Veneciano, 2006). Con subsidio de N, destacan:

- › Incremento significativo de la productividad de la pastura con el nivel más elevado de fertilizante (140 % en planta entera y 58 % en hoja), respecto del aumento registrado para el nivel inferior (98 % en planta entera y 37 % en hoja).
- › Para ambos niveles de fertilización y momentos de aplicación, un importante incremento en la proporción de tallos florales.
- › Incremento moderado (17 - 19 %) en el contenido de PB de hoja al final de la estación de crecimiento sólo con el nivel más alto de fertilización y/o la aplicación tardía del nitrógeno.
- › Mejores condiciones para la aplicación tardía del fertilizante (enero), dado lo erráticas de las precipitaciones de comienzo de primavera.

En otro estudio, realizado en la EEA San Luis INTA, se planteó como objetivo evaluar el efecto de diferentes modalidades de fertilización nitrogenada sobre la producción de forraje, composición de la MS y contenido foliar de PB de digitaria durante 6 años de mediciones. Los tratamientos (T) fueron: sin fertilización (S) y con fertilización (F) nitrogenada (60 kg de N/ha.año) para lo cual se aplicó como urea, distribuida en dos (2) momentos: mediados de primavera (después de una lluvia de no menos de 20 mm) y luego del 1º corte. Considerando los 6 años de estudio, Los tratamientos quedaron determinados de la siguiente manera: T1: nunca F, T2: 2 años F, T3: 3 años F, T4: 4 años F, T5: 5 años F, todos de manera consecutiva; T6: siempre F, T7: F año por medio y T8: F alternada, cada 2 años consecutivos sin F. Cada año, el corte inicial se efectuó cuando alguno de los tratamientos alcanzó la fase fenológica de floración, y las defoliaciones posteriores se realizaron según el crecimiento evidenciado, totalizando 3-4 cortes por estación, de acuerdo con las condiciones ambientales de cada año (Veneciano y Frigerio, 2008). Los resultados arrojaron que:

- Con relación a la productividad de MS de planta entera y follaje, se aprecia una superioridad del tratamiento T6 “todos los años con aporte de N” y T5 “5 de los 6 años con aporte de N” (7300 y 6400 kg MS planta entera/ha) respecto de los restantes (4300 a 5400 kg MS planta entera/ha) que duplican los rendimientos correspondientes a “T1: nunca fertilizado” (2600 kg MS planta entera/ha).

- Con relación a la composición de MS, la fracción foliar de T1 “nunca fertilizado” constituyó el 77 % de la MS, correspondiendo el valor inferior a T6 (66 %), y valores intermedios para los demás tratamientos, lo cual pone de manifiesto que el aporte de N estimuló un mayor desarrollo del componente tallos florales.

- De mucha menor magnitud fue la incidencia de la fertilización nitrogenada sobre el contenido porcentual de PB foliar; T6 y T5 alcanzaron los niveles superiores (7,4 y 7,9 %), correspondiendo los inferiores a los tratamientos con menor número de años con fertilización: T1 “nunca fertilizado” y T2 “2 años con aporte de N” (6,1 y 6,4 %). En 1998, se registró para el cultivo de digitaria fertilizado un incremento del 25 % en el contenido de PB del material de rebrote; mientras que en otros estudios no se observó una respuesta apreciable de la fertilización en el contenido de PB de la pastura diferida. En este caso, la explicación parcial emitida puede estar dada por la migración de los compuestos nitrogenados desde los órganos envejecidos como mecanismo de reutilización que el vegetal realiza de la proteína.

- Los resultados obtenidos en la experiencia indican que es factible incrementar de manera notoria la productividad de forraje de digitaria a través del agregado de N, con independencia de la edad de la pastura. Se verificaron efectos significativos incluso sobre la pro-

ductividad de la estación de crecimiento posterior a la de la fertilización (efecto residual). La respuesta a la fertilización nitrogenada en el contenido de PB del follaje fue de inferior magnitud, y no se detectó efecto residual para esta variable. Gillet (1984) opina que, cuando los aportes de N son pequeños o nulos la planta exporta más de lo que ha recibido empobreciendo el suelo, mientras que, con dosis elevadas, la planta no exporta todo lo que es aportado, de manera que el suelo se enriquece y quedan restos que podrán ser utilizados en rebrotes posteriores.

Como toda pastura perenne, cuando se trata de cultivos deprimidos y de varios años de uso, resulta aconsejable efectuar una labor mecánica de escarificado del suelo y división de matas, y comenzar con niveles de fertilización bajos para realizar un “renuevo” de la misma. Estudios realizados por Vetore et al. (2007) señalan que en un suelo haplustol éntico (franco-arenoso) de V. Mercedes (S. L.), labranzas con arado rastra o con cincel a dos profundidades (10 y 20 cm) al final del invierno, sobre cultivos envejecidos de digitaria, provocan cambios favorables en la producción y estructura del cultivo (menor densidad de plantas por unidad de superficie y mayor altura floral) al cabo de dos años (Fig. 5.1: a,b).



a) Estructura rastrera en agosto 2005



b) Renuevos en mayo 2006

Figuras 5.1 a, b.: Digitaria cespitosa y renovada mecánicamente (Privitello, MJL)

Calidad nutricional de forrajeras semiáridas

Las C4 tienen aptitud de crecimiento en climas cálidos, pero en términos de calidad forrajera traen aparejada una disminución de la digestibilidad del forraje. Las gramíneas estivales C4 poseen una menor calidad debido a un alto contenido de lignina y pared celular y bajo contenido de nitrógeno, una difícil digestión de la vaina parenquimática, alta proporción de varas floríferas y un rápido pasaje de estado vegetativo a reproductivo. Estas diferencias de calidad en estados tempranos de desarrollo son menos evidentes. La digestibilidad media de la MS de las gramíneas templadas es significativamente mayor (68 %) que la de las gramíneas tropicales (55 %) (Melo y Boetto, 1993).

En un cultivo de digitaria de tres años de implantación (en suelos de bajo contenido en materia orgánica y nitrógeno) y durante el crecimiento acumulado de la especie, Privitello y Sager (2001) registraron valores máximos de PB entre 16 y 8,2 % (octubre y noviembre, respectivamente), manteniendo posteriormente valores cercanos al 4 % hasta pleno invierno. En los rebrotes mensuales de primavera-verano, PB varió entre 16 - 9,5 % (octubre y noviembre, respectivamente), conservando mayor contenido proteico durante el resto del año (7,4 %) que el crecimiento acumulado. Al diferir la producción, luego de un aprovechamiento en el mes de diciembre (floración), se pudo mejorar el tenor de PB pero la producción del diferido se redujo en 50 %. La degradabilidad promedio del ciclo de la especie varió entre 65 a 77 %, según se trate del material acumulado (hojas y tallos) o de rebrotes mensuales (foliosos o en floración).

Las distintas fracciones nitrogenadas tienden a disminuir a medida que avanza el ciclo de la especie, pero el aumento de las precipitaciones en un lapso de 10 días previos a su utilización puede ocasionar moderados cambios parciales en el perfil nutricional (mayor PB) y por ende favorecer la respuesta animal (Privitello et al., 2001).

La calidad del diferido de digitaria supera claramente a la del pasto llorón por tener menor contenido de lignina (6 vs. 9 %) y pared celular (67 vs. 76 %) y mayor degradabilidad de la MS (DMS: 62 vs. 41 %). Considerando únicamente el material folioso, digitaria satisface las necesidades en energía metabólica (EM) y proteína metabólica (PM) para mantenimiento de los vientres durante todo el año, pero no así los requerimientos totales. Entre junio-septiembre (preparto) manifiesta déficit en PM y de EM en lactación, solamente entre abril-junio (vaca preñada post-destete) presenta superávit en EM (Privitello, 2004; Privitello et al., 2004).

Según Frasinelli y Ferrer (en Veneciano y otros, 1999) en los sistemas de cría se puede mejorar el peso de los terneros de destete y el estado de las vacas de rechazo en verano, mientras que en invierno es capaz de cubrir los requerimientos de los vientres preñados hasta el último mes de gestación, sin suplementación. Sin embargo, el diagnóstico nutricional planteado anteriormente sugiere algunas estrategias de manejo para moderar el déficit nutricional invernal, principal-

mente proteico, como la suplementación nitrógeno-energética, con el fin de satisfacer las demandas totales de la vaca de cría en sistemas con especies megatérmicas introducidas "todo el año".

Se describió y comparó gráficamente la calidad forrajera estacional (PB, FDN, lignina y degradabilidad de la MS en %) de varias especies megatérmicas introducidas: *D. eriantha* cv. Irene (digitaria), *E. curvula* cv. Tanganyka (pasto llorón) y *P. coloratum* cv. Klein Verde (kleingrass) (Fig. 5.2: a,b), *Tripsacum dactyloides* (maíz perenne), diferido invernal de *Bothriochloa bladhii* cv. Bill Dahl (Dahl) y *B. ischaemum* var. *ischaemum* cv. WW-Spar (Spar) y de especies del pastizal natural pampeano, clasificadas como invernales (PNI): *Poa ligularis* (poa), *Piptochaetium napostaense* (flechilla negra) y chauchas de *Prosopis caldenia* (caldén) en mayo y estivales: *Sorghastrum pellitum* (pasto de vaca), a través de distintos indicadores nutricionales durante su crecimiento acumulado (Fig. 5.3, 5.4, 5.5 y 5.6).

A su vez, se comparó el tenor de PB durante el crecimiento acumulado de las pasturas con los requerimientos proteicos de la vaca de cría según el National Research Council (NRC, 1973) (Fig. 5.3). Para el NRC el requerimiento proteico para una vaca de cría seca-preñada (abril-agosto) de 400 kg de peso vivo es de 5,9 % y en lactación (septiembre-marzo) los requerimientos de proteína total aumentan a 9,2 %.



a) Pasto llorón



b) Kleingrass

Figuras 5.2 a, b: Gramíneas megatérmicas semiáridas (Privitello, MJL)

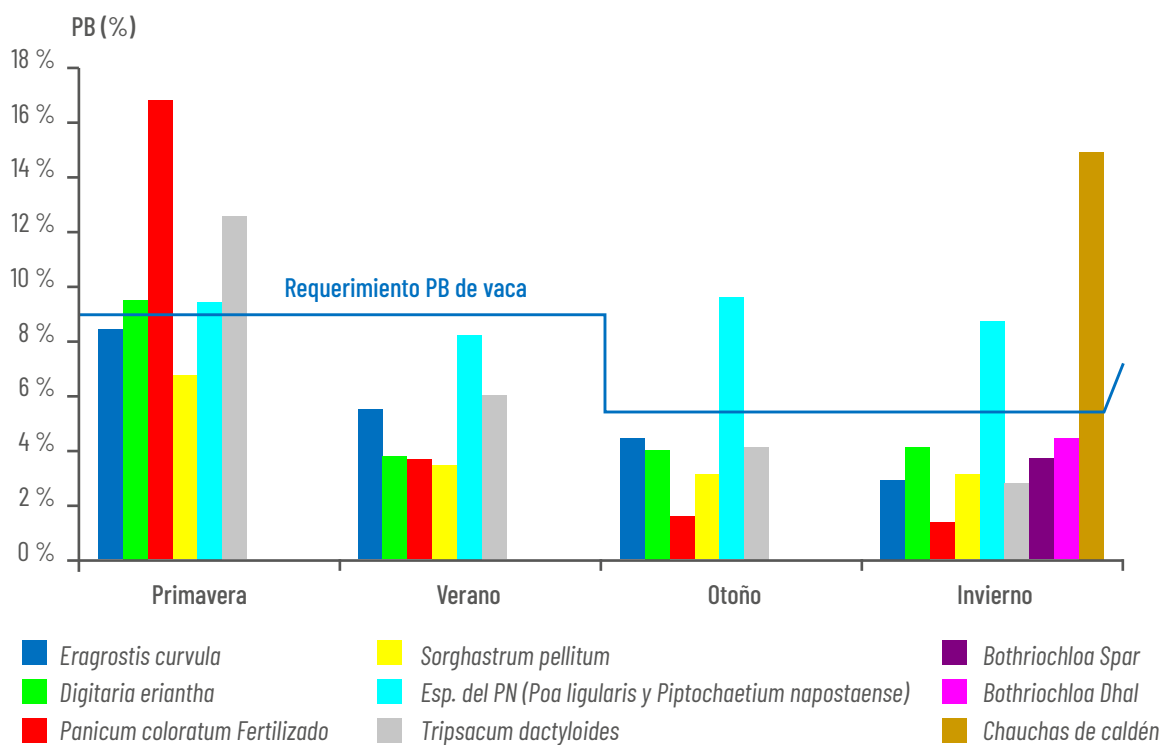


Figura 5.3: Variación estacional de proteína bruta (% PB) en la biomasa aérea acumulada de especies perennes megatérmicas introducidas y del pastizal natural (Adaptación de Privitello, 2004)

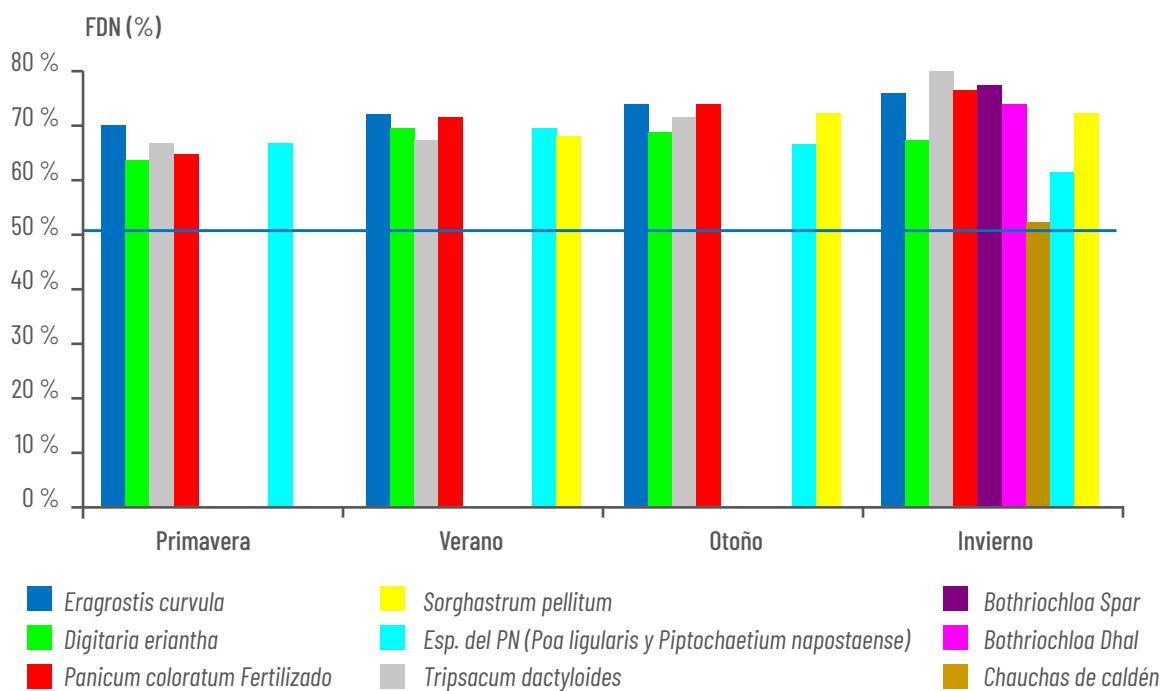


Figura 5.4: Variación estacional de la fibra detergente neutro (% FDN) en la biomasa aérea acumulada de especies perennes megatérmicas introducidas y del pastizal natural (Adaptación de Privitello, 2004)

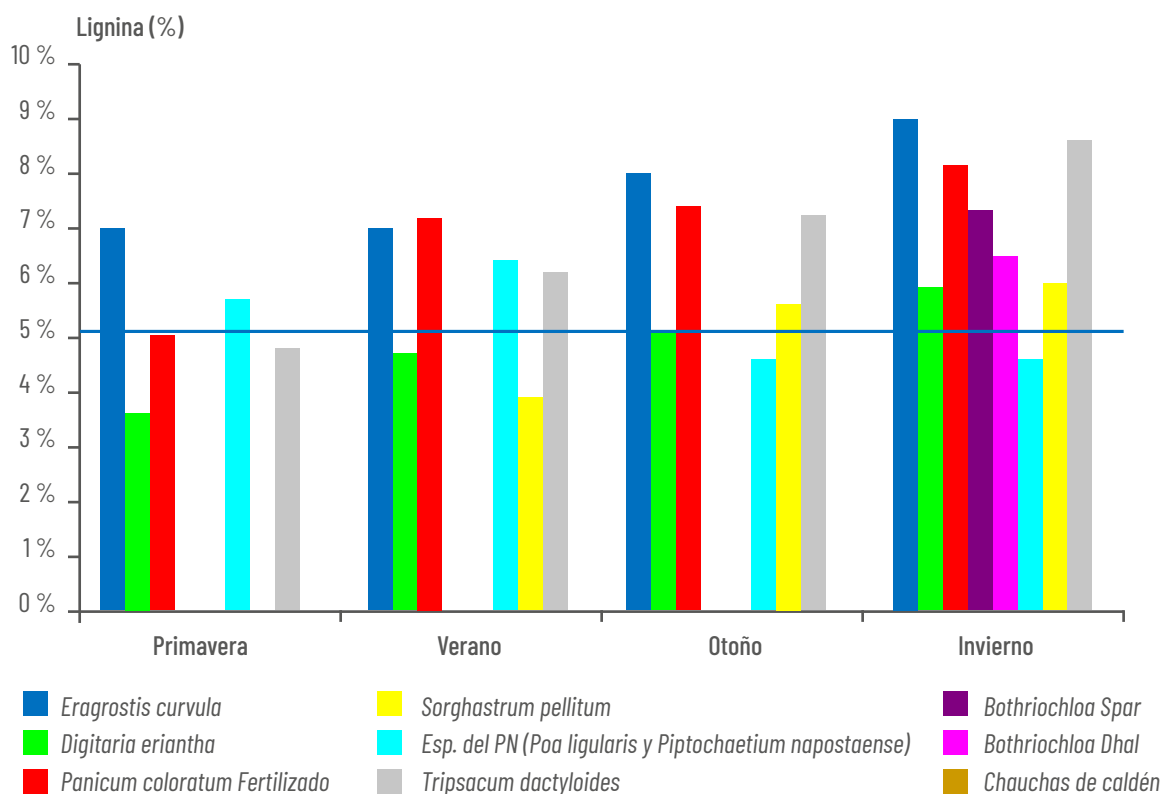


Figura 5.5: Variación estacional de lignina (%) en la biomasa aérea acumulada de especies perennes megatérmicas introducidas y del pastizal natural (Adaptación de Privitello, 2004)

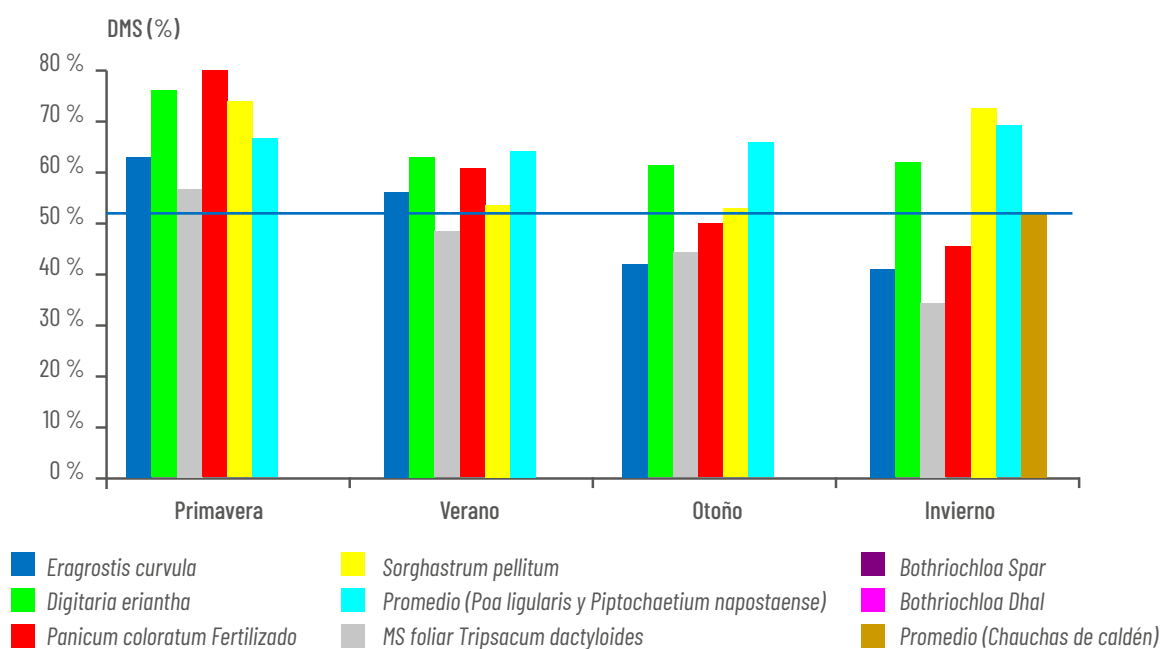


Figura 5.6: Variación estacional de la degradabilidad de la materia seca (% DMS) en la biomasa aérea acumulada de especies perennes megatérmicas introducidas y del pastizal natural (Adaptada de Privitello, 2004)

Del análisis de las gráficas se deduce que:

- › El avance de los estados fenológicos provoca pérdidas de calidad.
- › Las especies megatérmicas son una importante fuente de fibra durante todo el ciclo de crecimiento (65-75 %).
- › En el rebrote inicial de primavera, las especies megatérmicas introducidas evaluadas superan el 50 % de DMS por lo que el consumo no se vería limitado, y satisfacen los requerimientos proteicos de la vaca de cría en parición. La acumulación de biomasa aérea hace que a partir del verano disminuyan el contenido de PB, adquiriendo valores por debajo de los requeridos por la vaca de cría (lactación-gestación). También, en esta situación, superan el 4 % de lignina hasta alcanzar, algunas de ellas en invierno, valores próximos al 9 % (pasto llorón, maíz perenne y kleingrass) lo cual deprime la degradabilidad de la MS consumida (vaca seca-gestante) (Privitello, 2004; Privitello y Cozzarin, 2007a).
- › Pasto llorón presenta, luego de emitir las varas florales (diciembre), una continua pérdida de la calidad nutricional. Esto lo ubica en situación de desventaja respecto de digitaria, que retarda su crecimiento-desarrollo y posee menos lignina (6 vs. 9) y mayor DMS en invierno (62 vs. 41 % la fracción foliar) (Privitello, 2004).
- › Las fracciones foliares de *Bothriochloa sp.*, diferidas al invierno, detentan tenores proteicos por debajo de los requerimientos totales de la vaca. El cv. Dahl manifiesta cierta ventaja nutricional al compararlo con Spar (Privitello et al., 2005b).
- › Las especies nativas invernales, prácticamente cubren los requerimientos en PB durante todo el año, en primavera-verano (elongación-encañe) presentan un leve déficit. Manifiestan una DMS próxima a 66 % (promedio). Por todo esto, resultan nutricionalmente aptas para la salida del invierno en los sistemas de cría de la región medanosa de San Luis (Estelrich y Cano, 1996; Aguilera, 2003; Privitello, 2004; Gabutti et al., 2005; Cozzarin et al., 2006). El tenor proteico de las especies invernales del pastizal natural semiárido, sugiere un aporte nutricional, sujeto a la abundancia de las mismas (probablemente escasa), en la dieta de vacas que pastorean diferidos megatérmicos como los de digitaria.
- › La especie nativa estival *S. pellitum* manifiesta un leve déficit proteico en primavera-verano (vegetativo-encañe), pero cubre los requerimientos proteicos de la vaca el resto del año (Veneciano et al., 1996; Cozzarin et al., 2006; Privitello y Cozzarin, 2007b).
- › Las chauchas de caldén brindan en mayo (caídas bajo los árboles) un alto tenor proteico (15 %) y moderada degradabilidad de la MS (52 %) por la baja digestibilidad de la pared celular (30 %) (Privitello y Gabutti, 1988).

- › Dada la pérdida de calidad que tienen las especies megatérmicas introducidas, por la propia genética y ontogenia de la planta, es necesario resaltar que cuando se las somete a defoliaciones periódicas ofrecen forraje de mejor calidad durante el período estival, pero bajo estas condiciones el rendimiento total tiende a deprimirse y, en situaciones extremas, puede alterarse la estructura de la planta.

Impacto de la fertilización nitrogenada

La absorción de N es difícil de medir sobre todo en condiciones naturales, existe un método indirecto y es a través de las exportaciones (rendimientos * % N Total). Este método no tiene en cuenta el N de las raíces y de la base de los macollos donde se concentra, en forma variable, un 30 % del N Total de la planta. Si se aporta N a una pastura en crecimiento, al comienzo hay una rápida absorción de N y una producción relativamente lenta de MS. A medida que el área fotosintetizante comienza a aumentar, la producción de MS, como consecuencia de la síntesis de carbohidratos y proteínas, supera la absorción de minerales y debido al proceso de dilución natural, el contenido de nutrientes minerales disminuye. La meseta de absorción se alcanza cuando no ha sido absorbido todo el aporte y el crecimiento sigue aumentando (Gillet, 1984).

Rodríguez Sanfuentes (1993) menciona que, en 22 especies vegetales con una nutrición nitrogenada adecuada, la relación entre el contenido de N y la biomasa total es explicada por una función exponencial negativa. Al acumularse una mayor proporción de materiales no proteicos disminuye exponencialmente la concentración de N a medida que se incrementa la biomasa del cultivo, tornándose asíntota respecto al aumento de la biomasa.

Luego de una fertilización nitrogenada las exportaciones aéreas aumentan rápidamente al principio, durante algunas semanas, después lentamente y por último se estabilizan. La meseta de absorción se alcanza cuando no ha sido absorbido todo el aporte y el crecimiento sigue aumentando por lo que "a corto plazo un aporte de N actúa sobre los contenidos de materias nitrogenadas totales (MNT) y a largo plazo, incide principalmente sobre el rendimiento de MS". El desfase entre aporte y corte permite comprender que la dosis de N aportada no ejerce prácticamente ningún efecto retardado sobre los contenidos en MNT de rebrotes ulteriores. Si la planta se corta antes de dicha estabilización, quedan todavía restos del N aplicado en el suelo, tanto más cuanto más temprano se haya cortado. Estos restos estarán disponibles y podrían ser utilizados para otra producción vegetal (depende del tipo de fertilizante, suelo, condiciones ambientales etc.). Mientras que, si después de un corte, se espera una cantidad suficiente de crecimiento aéreo antes de fertilizar, se comprueba un enriquecimiento en MNT en el corte siguiente, debido a que la exportación fue más fuerte, porque mejoró la absorción, y no porque se acorte el desfase entre aporte y corte. Puede suponerse que una can-

tidad suficiente de hojas verdes permite una mayor reducción de NO_3^- y por lo tanto, se acelera su absorción y mejora la metabolización del N (Gillet, 1984).

El uso apropiado de fertilizantes contribuye a la protección del ambiente y a la producción sostenible de los cultivos: promueve un vigoroso crecimiento de las plantas, mejora el sistema radicular y la cobertura del suelo, propicia un uso más eficiente del agua y una mayor resistencia del cultivo al estrés, todo lo cual previene la degradación del suelo (Roberts, 1996, citado por Veneciano y Frigerio, 2008).

Investigaciones del INTA San Luis indican que la fertilización nitrogenada con 100 kg N/ha.año provoca incrementos de 60 - 100 % en los rendimientos de digitaria, según la condición del cultivo y el nivel de lluvias de la estación de crecimiento (Veneciano, et al., 1999). Es factible incrementar de manera notoria la productividad de forraje de digitaria a través del agregado de N, con independencia de la edad de la pastura. Se verifican efectos significativos incluso sobre la productividad de la estación de crecimiento posterior a la de la fertilización (efecto residual). La respuesta a la fertilización nitrogenada en el contenido de PB del follaje es de inferior magnitud, y no se detecta efecto residual para esta variable (Veneciano y Frigerio, 2008). Se han reseñado valores promedios de PB y digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) correspondientes a planta entera, para cultivos de digitaria con y sin fertilización nitrogenada y con una frecuencia de 35 días entre utilidades sucesivas. La PB de digitaria fertilizada fluctúa entre 11 - 15 % (62 - 65 % DIVMS) en primavera, en verano es 9 % (65 % DIVMS) y en otoño de 10 - 11 % (65 % DIVMS). Sin fertilizar, en primavera varía de 9 - 12 (61- 65 % DIVMS), en verano es 7 % (65 % DIVMS) y en otoño varía entre 8 - 11 % (65 % DIVMS). Se advierte la clara incidencia de la fertilización sobre el tenor de PB, verificable a través de toda la estación de crecimiento, y el menor contenido proteico de la pastura en pleno verano (enero-febrero), en coincidencia con el período de más baja foliosidad y mayor velocidad de crecimiento del cultivo. Este comportamiento es característico de las gramíneas megatérmicas, que ante condiciones altamente favorables de luminosidad, temperatura y humedad, maximizan su intensidad de crecimiento aún en detrimento de la calidad. Una frecuencia de defoliación relativamente alta en este momento del año es la recomendación comúnmente propuesta para atenuar la reducción de la calidad. No obstante, la digestibilidad de la planta no varió en el tiempo y tampoco fue alterada por la fertilización nitrogenada, hallándose siempre por encima del 60 %, un nivel considerablemente alto para plantas del tipo C4 (Veneciano en Veneciano y otros, 1999).

Veneciano y Terenti (1996) registraron para el cultivo de digitaria fertilizado un incremento del 25 % en el contenido de PB del rebrote; mientras que Frasinelli y Veneciano no observaron una respuesta apreciable de la fertilización en el contenido de PB de la pastura diferida (Veneciano y Frigerio, 2008).

En pleno verano, aportes diferenciales de agua y nitrógeno (agua: en capacidad de campo y N: 150 a 300 kg/ha) aumentan la biomasa aérea y por ende la eficiencia en la utilización radiación (tasa de crecimiento foliar promedio: 8 vs. 1,85 g/m². día sin N subsidiado). Manteniendo al suelo en capacidad de

campo, digitaria alcanza su potencial productivo con aportes de 150 kg N/ha, dado el aumento de la fracción tallo, longitud foliar, EUN, EURFA y elevado IAF crítico (3,8). Sin N subsidiado, los indicadores de crecimiento se deprimen. En esta ocasión, se constató que durante el crecimiento estival (enero) y aproximadamente a los 36 días de la fertilización, el tenor proteico foliar aumentó considerablemente respecto a cuándo no se fertilizó con N (6 vs. 12 %) (Privitello et al., 2009).

Guillet (1984) opina que la sequía disminuye la absorción del N y que unos 30 °C sería una temperatura óptima para este proceso. La disponibilidad de N para la planta de digitaria tiene mayor efecto cuando hay agua disponible en el suelo. La combinación de ambos factores sinergiza sus efectos individuales (Frigerio et al., 2016). En el ambiente semiárido la disponibilidad de agua en el suelo a menudo determina la respuesta de la planta al N. Un déficit de agua produce una baja disponibilidad de N en el suelo, reprime la absorción de NO_3^- y la capacidad de reducir el mismo en la planta. La falta de agua del suelo restringe relativamente más el rendimiento de las plantas que su contenido de N, en suelos en que la mineralización pueda continuar cuando se secan más allá del punto de marchitez de las plantas. Si en un ciclo de sequía, la planta puede obtener, gracias a un importante sistema radicular, agua de las capas más profundas, donde la disponibilidad de nutrientes es menor (la mayor concentración de nutrientes extraíbles e intercambiables se ubica en la parte superficial del suelo debido a una mayor acumulación de MO y al ciclaje de nutrientes), se podría esperar una menor absorción de nutrientes (como ocurre con *Eragrostis curvula*). Una vez más, todo lo que limita el crecimiento parece limitar la eficacia del N sobre el crecimiento. Así en invierno o verano dicha eficacia es mejor en especies y variedades con mayor capacidad productiva.

La acumulación de nitrógeno se incrementa con la acumulación de temperatura tanto en primavera como en verano, pero no de igual forma. Mientras que en condiciones no limitantes en agua y N responde a la mayor acumulación de temperatura, en condiciones naturales no se muestra muy afectada por esta variable climática. Con respecto a la relación de la acumulación de N con la acumulación de temperatura se cuantifican 500 °Cd para alcanzar la meseta de acumulación de N en planta en primavera-verano, con y sin subsidio de N y/o agua (Frigerio et al., 2016).

Por otro lado, son reconocidos los amplios beneficios que producen en el suelo las cianobacterias como su contribución a la agregación de las partículas del suelo. A su vez, la mayoría son fijadoras de N atmosférico y algunas de ellas lo pueden realizar en aerobiosis. En un diagnóstico preliminar de la ficoflora edáfica autóctona de ambientes psamófilos de San Luis, en sitios cultivados con digitaria y pasto llorón o el propio pastizal natural, se constató, como era de esperar, una muy escasa diversidad algal (6 géneros correspondientes a las familias *Chroococcaceae*, *Oscillatoriaceae* y *Nostocaceae*. Las dos primeras, son principalmente consolidadoras y mejoradoras de la estructura del suelo, pudiendo fijar N en condiciones anaeróbicas, mientras que la familia *Nostocaceae* (5 especies) fija N atmosférico en condiciones aeróbicas (Fernández Belmonte, 2007).

6



MORFOGÉNESIS FOLIAR DE DIGITARIA ERIANTHA A NIVEL DE MACOLLO

Fundamentos morfogenéticos para el manejo pastoril

Por:

Dra. M. J. Liliانا Privitello

Dpto. Cs. Agropecuarias-FICA-UNSL

La morfogénesis se define como el estudio del origen y desarrollo de los diferentes órganos de la planta. Abarca los cambios que determinan la formación, expansión y muerte de éstos en el espacio y tiempo (Chapman y Lemaire, 1993). Hodgson et al. (1981) establecieron que la producción y pérdida de forraje son procesos simultáneos, producto del crecimiento y senescencia de las plantas, por lo que las pasturas pueden definirse como entidades dinámicas.

Barbosa y Perozo Bravo (2013) realizaron una integración de conceptos concernientes a la morfogénesis y explican que ésta posee control genético y ambiental. Los factores del ambiente que mayor incidencia tienen son: la luz (intensidad y composición espectral), la disponibilidad de agua y de nutrientes. Cada planta representa un mecanismo genéticamente determinado por la morfogénesis, cuya realización es gobernada por la temperatura, variable climática que controla las tasas de expansión y división celular. También para Anslow (1966) la temperatura resulta el principal factor climático que determina el desarrollo foliar, la dinámica de producción y pérdida de forraje de las pasturas.

En un macollo la diferenciación de células del meristema apical origina primordios de hojas, yemas axilares y nuevos macollos. El programa morfogénico determina el funcionamiento y la coordinación de los meristemas (producción y expansión de nuevas células), define la expansión de los órganos en crecimiento (hojas, entrenudos y pseudotallos) y la demanda de carbono y nitrógeno necesaria para sustentar la expansión de los órganos en términos de volumen (Durand et al., 1991, citado por Barbosa y Perozo Bravo, 2013).

Investigaciones referidas por Barrios-Gómez y López-Castañeda (2009), indican que en condiciones naturales las plantas están expuestas a las variaciones térmicas del medio físico y éstas tienen gran influencia en los diferentes procesos fisiológicos, bioquímicos y metabólicos conducentes a su crecimiento y desarrollo. Por lo tanto, el estudio de la respuesta de las plantas a la temperatura es importante para determinar su influencia en el desarrollo del área foliar y la acumulación de MS durante el ciclo biológico de la planta.

En muchas especies, la relación entre el número de hojas y la temperatura es lineal, es decir se puede relacionar con alto grado de precisión el tiempo de aparición de hojas (filocrono), con la acumulación de la temperatura por encima de un umbral o temperatura base, particular para ese proceso (Lequizamón et al., 2013).

La temperatura base de crecimiento (Tb) o temperatura más baja a que las hojas dejan de crecer, en gramíneas forrajeras perennes y otras especies megatérmicas, varía entre 8 -15 °C (Van Esbroeck et al., 1997; Jones, 1985; Ferri et al., 2006 y 2008; Romero, 2008; Duran Puga et al., 2011; Novoa Soto-Aguilar, 2014). Tb tiene gran importancia en el cálculo de los grados día o unidades calor (°Cd) que definen la suma térmica (ST) (Barrios-Gómez y López-Castañeda, (2009). Se entiende como suma térmica (ST, en °Cd): al producto entre intervalo en días y la temperatura media diaria del intervalo restada la temperatura base de crecimiento.

Definiciones de parámetros morfogénicos, según Van Esbroeck et al., 1997; Colabelli et al., 1998 y Ferri et al., 2006 y 2008.

Filocrono (Fc):

Intervalo de tiempo cronológico (IAH en días) o térmico (°Cd) entre la aparición de dos hojas sucesivas o, el tiempo necesario para la formación de una hoja nueva.

Intervalo de aparición de hoja (IAH):

Tiempo cronológico transcurrido (días) entre la aparición visual de dos hojas consecutivas en un macollo (Filocrono),

Vida media foliar (VMF):

*Intervalo de tiempo cronológico o térmico transcurrido entre la aparición de una hoja y el comienzo de su senescencia, se expresa en días o °Cd (VMF: Fc * N° de hojas vivas/macollo). Para el cálculo de Fc y VMF se utiliza la suma térmica (ST).*

Tasa de aparición de hoja (TAH):

Cantidad de hojas que aparecen, por unidad de tiempo (inversa del filocrono, TAH: 1/Fc), se expresa como hojas por macollo por día u hojas por macollo por °Cd.

Tasa de elongación de hoja (TEF):

Incremento en longitud de una hoja de gramínea por unidad de tiempo en mm por día o °Cdía.

La dinámica de generación y expansión de la forma de la planta en el espacio implica una relación entre TAH, TEF y VMF (variables morfogénicas) y los componentes estructurales de las plantas (tamaño foliar o longitud foliar, densidad de macollos, cantidad de hojas verdes por macollo). Las variables morfogénicas y estructurales determinan el índice de área foliar o cantidad de hojas vivas por unidad de superficie capaces de absorber energía solar (IAF), definiéndose así la expansión del área foliar (crecimiento) bajo condiciones ambientales favorables (Fig. 6.1).

Dichos parámetros, definen el crecimiento y las estrategias de manejo del forraje para persistir ante diferentes regímenes de defoliación. La morfogénesis puede ser definida a nivel de planta completa o a nivel de unidad vegetativa funcional, el macollo en gramíneas, tallo o estolón en leguminosas (Chapman y Lemaire, 1993; Lemaire y Chapman, 1996).

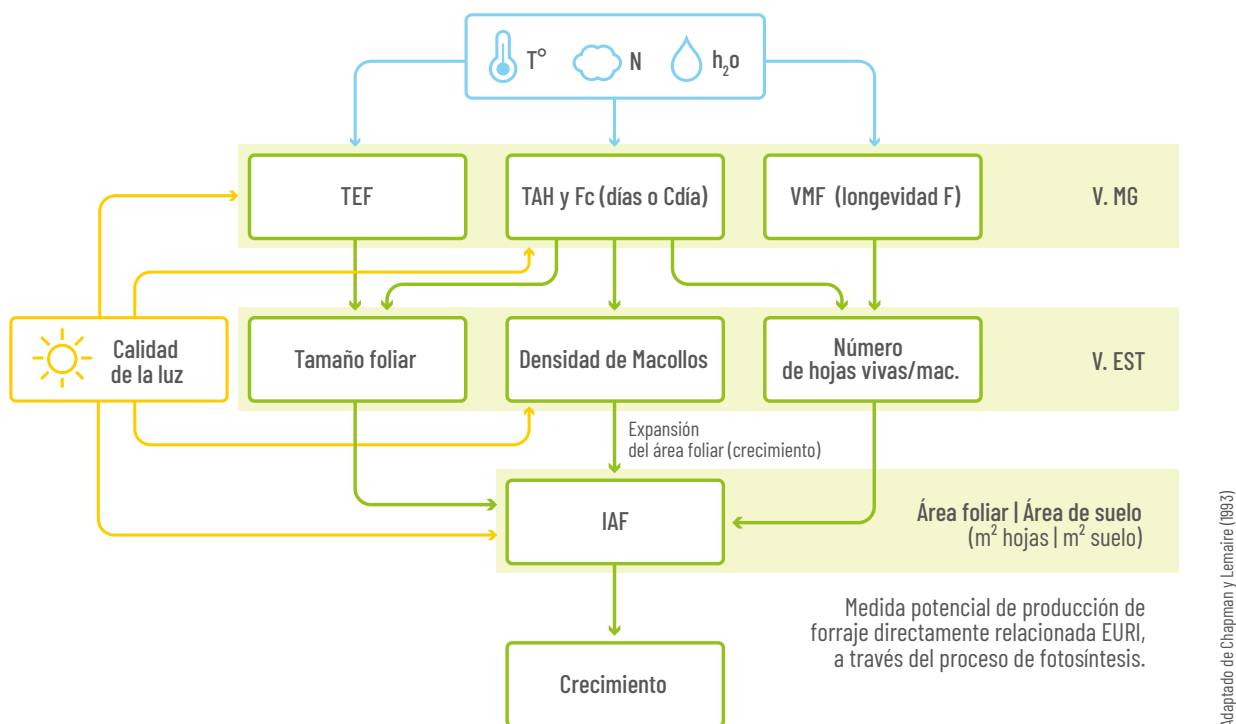


Figura 6.1: Morfogénesis de gramíneas y su relación con características estructura (Adaptado de Chapman y Lemaire, 1993).

La TAH se considera la característica más importante de la morfogénesis debido a su influencia directa en los tres componentes principales de la estructura del dosel de la planta (Lemaire y Chapman, 1996). Barbosa y Perozo Bravo (2013) hacen alusión a varios aspectos relacionados con las variables morfogénicas como son: La TEF se correlaciona positivamente con la producción de MS y de tallo, y VMF resulta del equilibrio entre los procesos de crecimiento y senescencia foliar. La asociación de estos tres componentes (TEF, TAH y VMF) determina los componentes estructurales del dosel (longitud final de la lámina foliar, densidad poblacional de tallos y número de hojas verdes por tallo). El tamaño de la hoja proviene de la relación entre TAH y TEF, dado que para un determinado genotipo, el período de alargamiento de una hoja es una fracción constante del intervalo de aparición de hojas sucesivas (IAH). La TEF está directamente relacionada con el tamaño final de la hoja. Las hojas de menor tamaño están asociadas a valores elevados de TAH. También, en el tamaño final de la hoja, influye la longitud de la vaina (a mayor longitud de vaina, mayor fase de multiplicación celular y por ende mayor longitud final foliar). La longitud de la lámina foliar es una característica plástica que responde a la intensidad de defoliación, considerada como una estrategia morfológica de escape, capaz de conferir a la planta variables grados de resistencia al pastoreo.

El crecimiento y desarrollo foliar muestra un cierto patrón de comportamiento de la pastura frente a la defoliación. Por un lado, determinan la regeneración del área foliar, que en si constituye la vía más rápida para recuperar la capacidad de

sintetizar asimilatos y por otro, definen la cantidad de yemas que potencialmente pueden desarrollar macollos (Saroff et al., 2003). Luego de una defoliación puede haber crecimiento foliar a través de la expansión y aparición de hojas o bien el origen de nuevos individuos (macollos). Las gramíneas forrajeras tienen un máximo número de hojas vivas y llegado ese valor, por cada hoja nueva que se produce, la hoja más vieja muere, lo cual explica que este fenómeno está íntimamente ligado con el crecimiento neto de la cubierta vegetal de acuerdo con Davies (1988).

Según cita Barbosa y Perozo Bravo (2013), las gramíneas megatérmicas (tropicales), en particular aquellas de crecimiento erecto, presentan el alargamiento de los tallos como otro componente importante del crecimiento, que interfiere significativamente en la estructura del dosel y en el equilibrio del proceso de competencia por luz. El desarrollo de los tallos puede favorecer el aumento de la producción de MS, sin embargo, también puede ocasionar efectos negativos en el aprovechamiento y valor nutritivo del forraje producido, alterando el comportamiento ingestivo de los animales y el consumo de forraje.

La información básica para comprender la dinámica de la producción y pérdida de material vegetal a partir de la cuantificación de los procesos de aparición, expansión y senescencia foliar a nivel de macollos de gramíneas (morfogénesis) podría determinar estrategias adecuadas para el manejo de las especies forrajeras en pastoreo.

Privitello et al. (2012a) identificaron macollos de plantas de *Eragrostis curvula* (cv. Tanganika), *Digitaria eriantha* (cv. Ire-

ne) y *Panicum coloratum* (kleingrass) ubicadas en parcelas del campo de agronomía de la UNSL (Sede Villa Mercedes) para evaluar las variables morfofenéticas: IAH, VMF y TAH (ciclo: septiembre 2010 - diciembre 2010) durante primavera-verano (Fig. 6.2: a,b,c):

- › Todas las especies formaron cinco hojas vivas/macollo, en primavera e inicio del verano. Al comparar las características morfofenéticas de dichas especies ocurrió que, tanto en el rebrote primaveral como en el de inicio del verano, pasto llorón presentó menor VMF y mayor TAH, también mayor velocidad de aparición foliar (hoja/día u hoja/°Cd) y tasa de extensión de lámina foliar. Digitaria le siguió en velocidad de aparición, longevidad y crecimiento de láminas. Kleingrass tuvo mayor VMF y menor TAH y por ende menor velocidad de recambio de hojas, respecto a digitaria.
- › Pasto llorón manifestó en primavera un crecimiento inicial rápido, por lo que debe analizarse si ante el pastoreo se privilegia la calidad de forraje, respetando VMF y TAH, o el volumen de éste, retardando su aprovechamiento sin considerar la velocidad de recambio foliar. En kleingrass y digitaria se recomienda esperar el crecimiento de la pastura en cualquier situación.
- › Se concluyó que para un aprovechamiento eficiente del forraje producido se requieren defoliaciones progresivamente más rápidas en el sentido *P. coloratum*, *D. eriantha*, *E. curvula*. Lo cual sugiere utilizar el rápido de crecimiento y la calidad de pasto llorón en primavera y desplazar el uso de las otras forrajeras hacia el verano. Para las condiciones de este ensayo, ST y PP resultaron predictores del crecimiento foliar primaveral de pasto llorón, pero en digitaria solo ST explicó de manera moderada la mencionada variable respuesta.



a) Digitaria



b) Kleingrass



b) Pasto llorón

Figuras 6.2 a, b, c.: Macollos identificados de digitaria, kleingrass y pasto llorón (Privitello, M.JL)

En otro ciclo de crecimiento de *Digitaria eriantha* (septiembre 2013 - abril 2014), se determinó un IAH de 14 días, acumulando 156 °Cd, una TAH de 0,07 hoja/día y VMF de 56 días (613 °Cd) (Rossi et al., 2015).

Para el ciclo septiembre 2014 - mediado febrero 2015, se calculó una Tb de 9,5 °C, un IAH de 12 días (139 °Cd) y una VMF de 40 días (40 días, 436 ± 115 °Cd). En esta oportunidad se determinó que la extensión de la lámina foliar está moderadamente estimulada por ST y PP (Fig. 6.3: a,b) (Sueldo, 2015).



a) Macollo identificado



b) Parcela de *D. eriantha*

Figuras 6.3: a, b: *Digitaria* con macollos identificados (Privitello, MJL)

En otra experiencia realizada por Rossi (2018), pero con plantas ubicadas en macetas, bajo dos frecuencias de riego: eventual (Re: cuando aparecían síntomas de marchitez) y frecuente (Rf) y dos niveles de fertilización: testigo (N0) y 200 kg N/ha (N200), se evaluaron características morfológicas y estructurales, entre otras variables de la planta (Fig. 6.4: a,b y Fig. 6.5: a,b,c,d,e,f).



a) Macollo identificado



b) Nitrato de amonio en macetas

Figuras 6.4: a, b: Macollos identificados de plantas de *digitarias* en macetas fertilizadas (Privitello, MJL)

- › Para las condiciones ambientales de este ciclo, primavera lluviosa y con temperaturas medias menores a los promedios históricos (septiembre 2015 - fin marzo 2016), Tb fue de 7 °C (Rossi et al., 2018).
- › El IAH varió entre 14 a 9 días (139 a 69 °Cd), según las condiciones de N mejor propendan al crecimiento y desarrollo de la planta. En esta oportunidad, se pudo detectar que el agua no tuvo un efecto marcado en el Fc, en cambio, sí lo tuvo el N. La VMF varió en función del N y condiciones hídricas aplicadas (Re/Rf). En condiciones restrictivas de N se alcanzó a los 45/56 días, mientras que en los tratamientos con fertilización ocurrió más tempranamente, a los 38/48 días (VMF: 406/572 a 325/365 °Cd, para igual orden). En cualquier caso, el aporte frecuente de agua (/ Rf) prolongó la longevidad foliar.
- › El autor concluye que el comportamiento morfogénético, estructural, productivo, fenológico y la calidad forrajera de la especie se modifica por efecto de condiciones diferenciales de humedad y nitrógeno edáfico. De manera general, el N aumenta el tamaño foliar y del macollo, acelera la morfogénesis y el proceso de diferenciación de los macollos; mientras que el agua favorece el mantenimiento del tejido verde (mayor VMF), retrasa la senescencia, y favorece el efecto del N en el crecimiento foliar. La interacción entre dichos factores genera un efecto sobre la cantidad de hojas verdes o vivas que puede mantener el macollo, lo que implica que, para un determinado nivel de N aplicado, es necesario garantizar el agua suficiente para que exista efecto sobre la densidad foliar.



a, b) Estado Vegetativo: octubre



c, d) Estado Vegetativo: noviembre



e, f) Estado Reproductivo con cañas florales: diciembre

Figuras 6.5: a, b, c, d, e, f. Fenofases de digitaria sometida a riego y fertilización (Privitello, MJL)

Fundamentos morfogénéticos para el manejo pastoril:

El estudio de la morfogénesis foliar de las especies utilizadas como pasturas permite programar un manejo eficiente de las mismas para maximizar la producción de forraje y la cosecha de raciones del ganado. Un pastoreo del tipo intenso asegura una cosecha eficiente de MS en contraposición al tipo laxo que privilegia la acumulación de MS con pérdida de área foliar fotosintéticamente activa. Un pastoreo liviano resulta ventajoso en producción primaria, pero se pierde eficiencia de cosecha debido a la cantidad de biomasa senescente presente antes que el animal pueda llegar a consumirla. El manejo óptimo de la defoliación resulta del compromiso entre la necesidad de retener área foliar para sintetizar, y la necesidad de remover tejido foliar antes de que una alta proporción senesca según Pearson (1988, citado por Colabelli et al., 1998).

La observación y cuantificación de los procesos de aparición, expansión y senescencia foliar a nivel de macollos de gramíneas (morfogénesis) para comprender la dinámica de la producción y pérdida de forraje, determinan las estrategias más apropiadas para el manejo y el uso eficiente de las pasturas. Por lo tanto, la estructura y dinámica de generación y muerte foliar de especies forrajeras deberían analizarse dentro de un marco en el cual el proceso de defoliación se relacione con las características morfogénéticas que determinan la capacidad de las plantas de rebrotar. Este enfoque implica que el manejo de la defoliación se subordine a las características morfogénéticas de las pasturas (Colabelli et al., 1998).

Procurando complementar las pasturas de pasto llorón, de muy baja calidad en invierno, a partir de la década de 1990 se evaluaron numerosas especies introducidas, de las cuales las más difundidas son digitaria (*Digitaria eriantha*) y mijo perenne (*Panicum coloratum* cv. Verde). Es posible formular sistemas de cría bovina sobre la base de estas gramíneas megatérmicas como únicos recursos forrajeros, e incluso hacer planteos de recría y engorde en condiciones pastoriles con suplementación estratégica, o bien complementados con el uso del corral (Frasinelli y Veneciano, 2014).

Dado este fundamento, resulta de importancia aportar conocimientos del manejo de la defoliación acorde a las características morfogénicas de las especies introducidas. Por lo que, sobre parcelas de *Digitaria eriantha* cv Irene ubicadas en el campo experimental de agronomía de UNSL (V. Mercedes), se realizaron algunas experiencias; como así también en otras gramíneas perennes megatérmicas (*Eragrostis curvula*, *Tripsacum dactyloides*, *Panicum coloratum*, *Tetrachne dregei*, *Chloris gayana*).

En San Luis, los primeros estudios de morfogénesis se realizaron sobre macollos de digitaria durante la estación primaveral (20 de octubre a diciembre 2006). Los resultados indicaron: 5 hojas vivas/macollo, IAH de 10 - 12 días (100 - 120 °Cd) y una VMF a fin de noviembre de 50 - 58 días (500 - 600 °Cd) en estado vegetativo-floración, y una extensión foliar de

200 mm. Sometida a cortes periódicos e intensos, con 25 - 30 días de descanso y 10 - 15 cm de remanente foliar, los macollos no alcanzaron a desarrollar 5 hojas vivas/macollo (sino 4 hojas) aunque su longitud se mantuvo, por lo cual se infirió que la especie no se adaptaba a la defoliación planteada ya que pastoreos frecuentes afectaron la acumulación foliar (Mendez y Privitello, 2008).

Posteriormente, dicha forrajera fue sometida a defoliaciones intensas (cortes en inicio de senescencia de hoja y a 10 cm del suelo) durante su ciclo (septiembre 2011 - principio mayo 2012). Ante tal situación, brindó 3 rebrotes, correspondientes a primavera (septiembre-noviembre), fin de primavera-inicio del verano (noviembre-enero) y otoño (marzo-abril), después de un corte de limpieza el 9 de septiembre. La longitud foliar distal del macollo (LFd) fue estimulada por ST en primavera y por PP en los rebrotes de fin primavera-inicio verano y de otoño, decreciendo hacia el final del ciclo. LFd máxima varió entre 354 - 311 y 234 mm y las tasas de elongación foliar (TEF) fueron de 6, 12 y 10 mm/día, según orden correlativo estacional. El número de hojas vivas por macollo osciló de 5 en primavera a 3 en otoño. El intervalo de tiempo para la aparición de dos hojas sucesivas (IAH) fluctuó entre los 14 - 16 días. VMF, expresada en tiempo cronológico, fue mayor en el rebrote primaveral (78 días, fenofase vegetativa) y menor en los rebrotes de fin de primavera-verano (57 días, fenofase reproductiva) y de otoño (49 días, fenofase vegetativa) por lo que aceleró su senescencia. Expresada en tiempo térmico, respondió a las temperaturas estacionales del ciclo (650 °Cd, 816 °Cd y 300 °Cd, para mismo orden) (Borcosqui, 2014).

En consecuencia, digitaria se comporta como una especie de recambio foliar lento en primavera y más rápido en verano-otoño. Lo cual sugiere, para manejos subordinados a las características morfogénicas de las forrajeras, pastoreos rotativos que contemplen la acumulación del crecimiento primaveral partir de septiembre (entrada al pastoreo con 4 en hojas verdes/macollo promedio o incipiente senescencia de una hoja en el macollo) y, posteriormente, reducir los períodos de descansos. Los períodos de descanso acordes a VMF permiten almacenar reservas en las raíces y garantizar un vigoroso rebrote si las condiciones ambientales y la propia genética de la planta así lo permiten. El período de pastoreo no debe superar IAH para que el macollo consumido no vuelva a ser cortado por el animal en un mismo tiempo de ocupación del potrero (Fig. 6.6: a,b).

La culminación de la etapa reproductiva a fin de enero y la posibilidad de extender el crecimiento foliar hasta el final del período estivo-otoñal, indicaron que no es conveniente realizar cortes más allá del principio de marzo, último momento de definición del período de rezago, si se pretende acumular material folioso durante el final del verano-otoño para aprovecharse en el invierno. Dicho diferido brindará menor producción que el acumulado en toda la estación de crecimiento



a) Macollo identificado de digitaria



b) Digitaria sometida a cortes (TF y VMF)

Figuras 6.6: a, b. Digitaria sometida a defoliación (Privitello, MJL y Borcosqui, A)

to, sin embargo, la oferta estará representada por material principalmente folioso y por ende menos lignificado. Esto se asemeja a lo citado por Ferri et al. (2006) para *P. coloratum* al evaluar la aparición de hojas y longitud foliar de rezagos a partir de diciembre e infiere que el período de diferimiento no debería comenzar, en la región semiárida pampeana de Argentina, antes de fines de enero o principio de febrero. Por lo que el productor deberá analizar si, para el invierno, privilegia disponer de mayor volumen de MS o sacrificar cantidad por calidad de forraje (Fig. 6.7: a,b).



Figuras 6.7: a, b. Diferidos de digitaria al invierno (Privitello, MJL y Bacha, EF)

En el mismo campo experimental, Rossi et al. (2015) evaluaron el impacto de diferentes frecuencias de defoliación en variables indicadoras del crecimiento de digitaria (ciclo: septiembre 2013 - abril 2014): índice de área foliar (IAF), intercepción de la radiación (IR), radiación fotosintéticamente activa interceptada (RFAi) y producción por planta. Para ello, se plantearon tratamientos con 3 frecuencias de corte: final de ciclo "FC" (un solo corte al final del ciclo), corte en vida media foliar "VMF" (inicio senescencia) y corte a tiempo fijo "TF" (cortes cada 30 días a partir de noviembre) (Fig. 6.8).



Figura 6.8: Parcela de digitaria sometida a defoliación: FC y TF (Privitello, MJL)

- › Durante el ciclo de crecimiento, digitaria alcanzó el 95 % de IR con un IAF de 4,72 a mediados de noviembre, previo inicio de senescencia foliar.
- › Comparando los tratamientos sometidos a defoliaciones, se hallaron intercepciones máximas de 80 % en cortes a VMF (cada 65 días, en promedio) y de 65 % con cortes a TF (cada 30 días). TF brindó 5 cortes, mientras que cortes en VMF solo 3 pero fue superior en producción de MS por corte (52 vs. 96 g/planta) por lo que, al considerar la producción total de MS de los distintos tratamientos, se comportaron de manera similar. El mayor número de cortes para altas frecuencias de defoliación no logró compensar la captura de radiación (841; 1072 y 1648 MJ/m² para TF, VMF y FC, respectivamente), lo que afectó la producción de biomasa foliar.
- › Se puede inferir que una adecuada defoliación de la pastura se logra con cortes al inicio de senescencia (VMF), logrando un sincronismo entre producción y calidad del forraje. Defoliaciones ajustadas a la morfogénesis de la planta, aseguran una mayor intercepción de la radiación y acumulación de MS en cada corte, aunque ello implique reducir el número de pastoreos realizados durante un ciclo de crecimiento.

La utilización de altas frecuencias de pastoreo puede modificar la estructura de las pasturas y afectar su productividad a través del tiempo. Ante esta premisa se planteó también, en el

ensayo anterior, determinar la densidad de macollos/unidad de superficie. TF presentó los mayores valores de densidad (3772 macollos/m²), que la planta compensó con una menor altura foliar. VMF y FC no tuvieron diferencias (2376 macollos/m², en promedio). Por lo que pudo concluirse que altas frecuencias de defoliación en *Digitaria eriantha* aumentan la densidad de macollos y modifican la estructura de la pastura. Frecuencias de pastoreo que respeten la morfogénesis de la especie, no alteran la densidad de la pastura durante un ciclo de pastoreo (Rossi et al., 2016).

En dicho predio, pero durante el ciclo de crecimiento septiembre 2015 - fin de marzo 2016, Rossi y Privitello (2019) estudiaron el efecto de las defoliaciones en la producción de forraje, la estructura y la eficiencia de utilización de la radiación y del agua de digitaria (Fig. 6.9: a,b,c,d). Se evaluaron idénticos tratamientos de defoliación según se detalló previamente. Para VMF, FC y TF, hubo diferencias en la acumulación de biomasa aérea (1019; 801 y 676 g MS foliar/m² con 82, 11 y 17 g MS tallo/m², respectivamente) y número de cortes (4, 1 y 6, respectivamente). Altas frecuencias, alteraron la estructura vertical al disminuir la producción de tallos y la horizontal al aumentar la densidad de macollos, originando una menor producción de biomasa total. TF mejoró la relación hoja/tallo (TF: 45 vs. VMF: 16) y aumentó la densidad de macollos (TF: 3773 vs. VMF: 2264 macollos/m²). VMF no mostró alteraciones en la estructura horizontal, sin embargo, generó una alta producción foliar que permitió maximizar la eficiencia de uso del agua y de la radiación (1,4 g MS/mm.m² y 1,3 g MS/MJ, respectivamente).

Con defoliaciones al inicio de la senescencia (VMF), se resintió la intercepción (IR: 85 %), IAF máx. (2,4) y captura de la radiación (RFAi: 846 MJ/m²) respecto del corte al final del ciclo "FC" (IR: 97; IAF máx.: 6,5 y RFAi: 1431 MJ/m²), pero ambos tratamientos resultaron superiores a TF (IR: 73; IAF máx.: 1,6 y RFAi: 642 MJ/m²). La menor intercepción en VMF respecto a FC, no repercutió en la producción de hojas. En la Fig. 6.10 se detalla la relación entre intercepción de la radiación (IR) e índice de área foliar (IAF) sin discriminar tratamientos de defoliación, y se ubican los sectores donde coinciden los máximos IAF de cada tipo de defoliación (Rossi, 2018; Rossi y Privitello, 2019).

Esto implica que manejos tendientes a mantener la pastura con altos valores de IAF y máximas intercepciones permitirían una mayor acumulación de biomasa, pero con significativos niveles de senescencia en el forraje ofrecido. En cambio, defoliaciones en VMF aseguran una armonización entre el rendimiento productivo y nutricional del forraje; imponer a la pastura cortes frecuentes implicaría restringir la oferta de MS, aunque la calidad de lo ofrecido aventaje a los otros tratamientos (solo hojas vivas). El manejo de la defoliación influye sobre la estructura del cultivo e incide en la oferta forrajera. Gestionar los forrajes bajo conceptos morfogenéticos induce un aprovechamiento equilibrado de producción y calidad, y mejora la eficiencia del uso de los recursos ambientales (Rossi y Privitello, 2019).



a, b) VMF, TF y FC



c) TF y FC

d) TF y VMF

Figuras 6.9: a, b, c, d. Parcela de digitaria sometida a tratamientos de defoliación: TF, VMF y FC (Privitello, MJL)

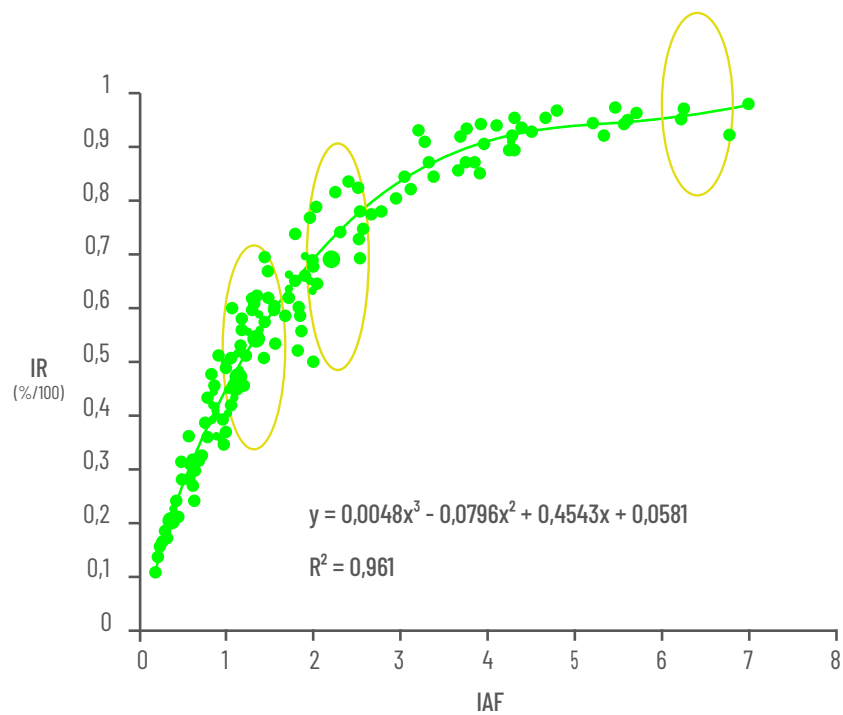


Figura 6.10: Relación entre intercepción de la radiación (IR) e índice de área foliar (IAF), sin discriminar tratamientos de defoliación (Rossi, 2018, Rossi y Privitello, 2019).

7



UTILIZACIÓN DE DIGITARIA ERIANTHA EN SISTEMAS PASTORILES SEMIÁRIDOS

Por:

Dra. M. J. Liliana Privitello

Dpto. Cs. Agropecuarias-FICA-UNSL

En San Luis, el uso agrícola, ganadero y/o forestal produjo y continúa produciendo grandes cambios en los ecosistemas naturales, en particular en zonas originariamente cubiertas por bosques y pastizales, lo cual provoca variaciones en la presencia, abundancia relativa y producción de las distintas especies.

La marcada aptitud ganadera de la provincia de San Luis está dada por las limitaciones que el ambiente impone a actividades más intensivas, como la agricultura de cosecha. La erosión, la pérdida de la fertilidad de los suelos, la degradación de los pastizales naturales o la falta de producción y calidad sostenida, entre otros inconvenientes, hacen que muchas veces la oferta forrajera no se ajuste o sincronice con los requerimientos del animal, siendo susceptible a déficit nutricionales por cantidad y/o calidad, en algún momento del año. La aplicación de tecnologías de insumo (fertilización, suplementación estratégica, incorporación de especies perennes) y de proceso para el manejo de los recursos forrajeros cultivados y/o naturales (descansos oportunos, rotaciones, regulación de la carga animal, entre otras), originan cambios en la cantidad y distribución de los rendimientos y la calidad de la oferta forrajera en general, e incluso de la composición florística del pastizal. Dichas tecnologías son compatibles con la capacidad de los sistemas productivos para conservar y mejorar los recursos naturales.

En el ambiente semiárido de San Luis, el correcto eslabonamiento de las cadenas forrajeras permite uniformar y aumentar la receptividad, recuperar los pastizales naturales

degradados y reemplazar los verdeos estacionales. En dicho eslabonamiento desempeña un rol preponderante la incorporación de gramíneas perennes megatérmicas (tipo C4), siempre y cuando sean asignadas a ambientes propicios. Estudios realizados por diversos autores consideran a estas especies aptas, por sus condiciones productivas y nutricionales, para los sistemas de cría de la región semiárida. Las pasturas introducidas (*Eragrostis curvula* y *Digitaria eriantha* en el sur, *Panicum coloratum* en el centro-sur y *Cenchrus ciliaris* en el noroeste provincial) resultan una alternativa forrajera, acorde con los requerimientos de las vacas, al combinarlas con los pastizales naturales en sistemas de cría semiáridos (Privitello, 2004).

Nieto (2018) y Nieto et al. (2020) indican para sistemas de cría del sur del Dpto. Juan Martín de Pueyrredón de San Luis (sudeste pcial.) que aplican o adoptan alguna o varias técnicas de mejora en el manejo productivo de estos sistemas, entre ellas: implantación de pasturas perennes megatérmicas como digitaria y pasto llorón, pastoreo rotativo, reordenamiento de las categorías y ajuste de carga animal, manejo reproductivo y sanitario animal, etc., mermas en las emisiones de “gases efecto invernadero” (GEI) cuando se los compara con sistemas de cría-recría y recría.

Digitaria ofrece distintas alternativas de utilización en los sistemas de cría, ya sea como único recurso forrajero durante todo el año o en combinación con pasto llorón y pastizal natural “invernal” de buena condición (Frasinelli y Marínez Ferrer en Veneciano y otros, 1999).

Una estructura forrajera que integra fundamentos basados en las características morfogénicas de las hojas (ritmo de aparición, extensión y senescencia foliar) como así también de disponibilidad-distribución de la MS y calidad nutricional, para cubrir los requerimientos de MS, proteína y energía metabólica de la vaca de cría en ambiente semiárido (Bosque de caldén y Pastizal pampeano de San Luis) a través del año es la descrita en **Tabla 7.1:**

El manejo de la pastura de digitaria se realiza en forma rotativa, con un mínimo de dos parcelas, aunque lo recomendado sea cuatro. Se mencionan algunos ejemplos:

- › Rotativo alternado: cada parcela es utilizada durante 1 año completo y la otra descansa durante el mismo período. De esta manera, aunque la carga en cada división se duplica, los vientres utilizan dos ciclos de crecimiento de la pastura en diferentes estados fenológicos a lo largo del año. El manejo podrá variar según las condiciones climáticas de cada año. Otro sistema, también con dos parcelas, consiste en utilizar una de ellas el verano y otra en el invierno (Fig. 7.1: a,b). Aunque lo conveniente es realizar rotaciones en las estaciones de uso. Es decir, un año se utiliza una mitad en el verano y al año siguiente en el invierno. De esta manera, año por medio, la mitad de la pastura de digitaria descansa durante todo el ciclo de crecimiento (Veneciano y otros, 1999).



a) Pastoreo estival

b) Pastoreo invernal

Figuras 7.1: a, b. Digitaria en pastoreo estival e invernal (Privitello, MJL, Bacha, EF)

Tabla 7.1: Cadena Forrajera de ambiente semiárido: centro-sur de San Luis

Época	Noviembre - Diciembre	Enero - Marzo	Abril - Mayo	Mayo - Julio	Agosto - Oct.
<i>Estado Vaca (Momento)</i>	› Lactación › Parto (nov.) › Servicio (dic.)	› Preñez - Lactación › Servicio (ene.-feb.) › Destete (marzo)	› Seca - Gestante › Tacto (mayo)	› Seca - Gestante	› Parto-parición › Parto (sept.-oct.)
<i>Pastura</i>	Pasto llorón: rápido rebrote y alta calidad	Digitaria: al alcanzar 4 hojas verdes/macollo	Pasto llorón: de fin de ciclo	Digitaria diferida: con déficit proteico	Pastizal mixto: y acumulado

- › Rotativo de cuatro potreros: de los cuales tres son digitaria y el que resta es de pasto llorón. Con las condiciones ambientales de inicio de primavera, pasto llorón comienza su rebrote y aproximadamente a mediados de octubre comienza a pastorearse. Desde ese momento hasta fines de diciembre se concentra toda la hacienda en el módulo de llorón donde, generalmente, se producen las particiones. A fin de diciembre, principios de enero, cuando decae la calidad del pasto llorón, se inician los pastoreos de los potreros de digitaria, rápido y solo despuntado, hasta que se produce el destete y el fin de servicio (fin de febrero). A partir de ahí, con las vacas preñadas y sin ternero al pie, se vuelve al rebrote de pasto llorón, con baja calidad pero que compensa los bajos requerimientos del rodeo en ese período. A partir de las primeras heladas, cuando el llorón pierde totalmente la calidad, las vacas pasan al circuito en rotación de los tres lotes de digitaria diferida y así se cierra el ciclo (Becerra y Bossi, 2008).
- › Pastoreo diferido: implica el descanso de algunos potreros durante ciertos períodos antes de iniciarse la época seca en la cual serán utilizados. La práctica de conservar “heno en pie” es un ejemplo. La desventaja de este sistema es que, para el período en que el animal utiliza los potreros, el pasto por su excesiva madurez muestra una aceptabilidad y un valor nutricional muy pobre, contribuyendo exclusivamente una ración de mantenimiento. En digitaria, como se explicó anteriormente, se puede utilizar un diferido de toda la estación de crecimiento o trasladar al invierno el crecimiento de fin de verano-otoño (febrero-marzo-abril), según se quiera optar por mayor producción o mejor calidad durante el invierno.
- › La *ganadería regenerativa* (manejo holístico) asocia el secuestro del carbono (C) de los pastos con una “bomba de agua” de 2 movimientos (carga y descarga), y, análogamente, considera que las pasturas también funcionan con una fase de carga y otra de descarga. En la fase de carga (período de rebrote primaveral en especies megatérmicas) la planta crece y acumula biomasa (C) tanto aérea como subterránea. Cuando alcanza su mayor crecimiento, la “bomba” necesita descargarse mediante el pastoreo (períodos de utilización muy breves con importante apotreramiento), reduciendo el animal el material en superficie (defoliación) y eliminando cierto porcentaje de raíces que mejora la vida del suelo. Posteriormente, la planta necesita cargar nuevamente esa “bomba” luego del pastoreo (períodos de descanso prolongados) y así reiniciar ciclos de carga y descarga. Este tipo de pastoreo contribuye a la biología y funcionalidad del ecosistema suelo por mejorar su cobertura y producción de raíces (mayor materia orgánica), disminuir el efecto del pisoteo, aumentar la concentración y distribución de heces, incrementar la densidad de descomponedores y organismos mutualistas, mejorar la infiltración de agua en suelos pesados, entre otros beneficios. En San Luis, existen incipientes modelos de ganadería regenerativa (predios chicos) principalmente en

base a pastizal natural y más recientemente con alguna introducción de especies megatérmicas, con miras a la certificación de la producción, a posteriori de la verificación de resultados ecológicos (EOV: métrica que evalúa la verdadera regeneración del Instituto Savory). Un manejo que respete VMF (inicio senescencia), como indicadora del inicio del pastoreo, tendría un período de carga de C (generación biomasa) similar al del manejo regenerativo, pero con uno de descarga más extenso (días acorde a IAH vs. 1 día de utilización, con alta densidad de animales, en manejo holístico). Estas visiones del manejo de las pasturas, se sustentan en que las plantas no están preparadas para el pastoreo permanente ni períodos muy extensos de utilización, todo lo contrario, los pastos evolucionaron con los herbívoros y se acostumbraron a períodos de pastoreo y descanso, mientras los herbívoros se movían grupalmente en pos de su alimentación y resguardo de los depredadores.

Comportamiento estructural-productivo y de órganos de reservas de digitaria sometida históricamente a pastoreos diferidos

Dos factores centrales impactan sobre el rebrote de las plantas forrajeras después de un aprovechamiento: la energía de reserva de las plantas y los meristemas para el rebrote. Las especies forrajeras sobreviven el increíble estrés causado por la defoliación casi completa, porque ellas guardan grandes cantidades de azúcares, almidones, y proteínas en los órganos de almacenamiento especializados. En las gramíneas existen una gran variedad de órganos de almacenamiento, tales como rizomas, estolones, vainas de hojas y bases del tallo (primeros centímetros de tejido de la planta inmediatamente sobre la superficie del suelo). Las reservas de energía guardadas son importantes, pero los meristemas también son esenciales para el crecimiento del forraje en primavera y para el rebrote después del aprovechamiento. Estos meristemas axilares, son las pequeñas protrusiones dentro de las vainas de las hojas que forman el tallo basal de los pastos. Los meristemas pueden dañarse y afectar el rebrote de la planta forrajera en primavera y después de cada aprovechamiento, expuestos al frío excesivo del invierno pueden morir. Cualquier daño producido a la corona de una planta forrajera puede comprometer o hasta eliminar el rebrote. El ganado puede dañar los meristemas por sobrepastoreo al eliminarlos físicamente o el pisoteo excesivo, sobre todo cuando el suelo tiene exceso de humedad (Volenc, 2005).

En apartados anteriores se ha comentado una evaluación, previo al pastoreo, de cambios cuantitativos estructurales y de producción, como así también en órganos de reservas, a distancias de 250: “C”; 1000: “M” y 2300 m: “L” desde la aguada (cerca-medio-lejos, respectivamente), en un potrero de 450

ha de digitaria en el centro de San Luis (Establ. El Centenario) pastoreado históricamente de manera diferida por vacas de cría. Los resultados de este estudio indican que frente a una presión de pastoreo moderada “M” disminuye su producción, pero sin manifestar importantes cambios en la estructura de la planta, al compararla con la situación con menor intensidad de pastoreo “L” (488 vs. 994 Kg MS. ha⁻¹). Al incrementar la presión de pastoreo “C” la extensión foliar disminuye y la disponibilidad de MS se ve muy afectada (395 Kg MS. ha⁻¹), pero se incrementan las superficies de coronas, la proporción de vainas respecto al total foliar y la de estructuras reproductivas que alcanzan menores alturas (Bacha y Privitello, 2021). Por lo que se concluye que cambios desfavorables en disponibilidad forrajera, componentes morfológicos y aspectos estructurales de la planta, como también la escasa profundidad de enterrado de los puntos de crecimiento en digitaria (Privitello et al., 2016), y otros favorables como la cantidad relativa de sitios de reservas glucídicas (vainas), observados y registrados en el sector cercano a la aguada, conllevan a inferir que pastoreos intensos y sostenidos afectan el crecimiento de la pastura; lo cual no solo puede afectar su productividad sino también su persistencia, dejando espacio, luz y nutrientes disponibles para la aparición de especies indeseables al pastoreo.

Comportamiento animal en pastoreo: actividad sobre pasturas de digitaria

El comportamiento de los animales en pastoreo sobre recursos forrajeros del semiárido, puede ser estudiado de acuerdo a la utilización de los forrajes (cambios de disponibilidad, cobertura y estructura, etc.), distancia recorrida y características de los potreros (tamaño, número y ubicación de aguadas, etc.), entre otros factores que lo afectan (por ejemplo, los ambientales).

En un sistema de cría bovina del centro-sur de San Luis (Establ. El Centenario), Bacha et al. (2012a) y Bacha et al. (2013a) determinaron efectos del pastoreo sobre la cobertura y disponibilidad de MS de una pastura de *Digitaria eriantha* diferida, con presencia de especies invernales del pastizal natural. Para el estudio se utilizó un potrero de forma cuadrada, con una superficie de 525 ha y aguada única ubicada en uno de sus vértices. Se demarcaron 3 sectores en relación a la distancia a la aguada: cercano (C: 250 m), medio (M: 1000 m) y lejos (L: 2300 m). Antes y después del período de pastoreo (60 días) se calculó la cobertura y disponibilidad forrajera en cada sector. En “C”, previo a la entrada de los animales, la pastura presentó menor cobertura, por ser un sector de concentración y permanencia de los animales al acercarse al agua de bebida. En los tres sectores, se registró una disminución de la cobertura y disponibilidad de digitaria luego del pastoreo, a pesar de que en “L” ambas variables pudieron ser afectadas por la entrada externa de animales. Así mismo, las especies nativas invernales mostraron una disminución cuantitativa

en su cobertura en los sectores “C” y “M”, y no así en “L” donde ya era baja previo al pastoreo. La menor superficie utilizada correspondió al sector “L”, “C y M” manifestaron un comportamiento similar (Tabla 7.2). Para esta situación, las variables analizadas demuestran la existencia de un gradiente de utilización de la pastura de digitaria, asociado a la distancia a la aguada y a la intensidad del pastoreo bovino (Fig. 7.2: a,b,c,d) (Bacha et al., 2012a y 2013a).

Tabla 7.2: Variación de la cobertura (C: referida al 100 % del décimo cuadrado) y disponibilidad forrajera (DF: kg MS.ha⁻¹) de digitaria diferida (De) y especies invernales nativas de valor forrajero (In) por efecto del pastoreo. (Bacha et al., 2012a y 2013a)

Potrero: Establecimiento El Centenario			
	Cerca “C”	Medio “M”	Lejos “L”
Superficie	35,96 %	44,35 %	19,69 %
CDe - Entrada	40.1 ± 6.8 aA	60.8 ± 13.9 abA	65 ± 11.2 bA
CDe - Salida	38.3 ± 4.3 aA	43.4 ± 14.4 aA	*1 37.1 ± 22.6 aA
CIn - Entrada	4.6 ± 5	5.7 ± 4.4	3.3 ± 0.1
CIn - Salida	4.1 ± 2.3	4.0 ± 3.5	3.3 ± 1.1
DF - Entrada	1037.5 ± 661.1 aA	1453.3 ± 560.5 aA	1562.2 ± 489.1 a
DF - Salida	90.8 ± 217.9 aB	520.0 ± 594.1 aB	*2 sin dato

*En filas: letras minúsculas distintas, indican diferencias estadísticas entre sectores. En columnas: letras mayúsculas distintas, indican diferencias entre momentos. (Duncan, p<0,05). * Datos afectados (*) o faltantes (*2) por la entrada de animales desde un potrero lindante.*



a) Aguada



b) cerca "C"



c) Medio "M"



d) Lejos "L"

Figuras 7.2: a, b, c, d. Sectores pastoreados desde la aguada Establ. El Centenario (Privitello, MJL, Bacha EF)

Se llega a una similar conclusión al analizar la variación del número de deposiciones de excretas sólidas de vacas de cría según la distancia a la aguada, que indica una mayor presencia animal en "C" y menor en "L" al comparar potreros con digitaria diferida (400 ha), pastizal psamófilo (700 ha) y pastizal del bosque bajo de San Luis (700 ha) (Tabla 7.3). El animal a partir de los 1000 - 1700 m recorridos (sectores medios a partir de la aguada) merma su movimiento en búsqueda de alimento (Bacha et al., 2013a, Privitello et al., 2015). El gradiente de deposición de heces muestra el movimiento de los animales en

el potrero y zonas con distintas concentraciones de pastoreo, esto último asociado a la intensidad de pastoreo y al tiempo de permanencia de los animales en el área (White et al., 2001; Loydi y Distel, 2010), como así también, advierte sobre áreas menos accesibles de pastoreo. La mayor accesibilidad al agua de bebida en potreros con lagunas implica un cambio en el comportamiento de los animales en pastoreo. Para la situación evaluada en el Establ. Don Hernán, no se determinó el mismo gradiente de utilización del forraje.

En comparación con lo expresado, Bavera (2010) opina que,

Tabla 7.3: Gradiente de distribución de heces desde la aguada (número promedio de heces/10 m² por sector): Comparación de potreros con distintos subsistemas forrajeros de San Luis (Privitello et al., 2015)

Sector según tamaño potrero y distancia a la aguada (m)	Digitaria diferida en área medanosa* (400 has) Establ. Centenario	Pastizal Psamófilo (700 has) Establ. Don Ubaldo	Bosque Bajo (700 has) Establ. San Bernardo
Cerca: 300 - 400	1,85	0,61	0,11
Medio: 1000 - 1700	0,33	0,60	0,10
Lejos: 2200 - 3000	0,14**	0,43	0,03

*Con N en agua de bebida.

** Movimiento de animales afectado por rotura alambrado

para pastorear pasturas naturales en la zona semiárida de forma razonable, la presión de pastoreo no debe superar el 50-60 % del forraje disponible. Según esto, la presión de pastoreo será apropiada entre los 750 y 1200 m lineales a la aguada. A distancias inferiores el pastoreo es excesivo afectando con el tiempo la condición del pastizal, haciendo desaparecer especies valiosas y aumentando por consiguiente especies menos valiosas o indeseables. A distancias superiores a 1250 m el subpastoreo permitirá la producción de especies valiosas, pero sólo esporádicamente serán aprovechadas por el ganado cuando, por ejemplo, a causa de lluvias se formen fuentes de agua temporarias que permitirán un mayor alejamiento en el pastoreo de la fuente estable de agua. Bacha et al. (2015ab) al evaluar el comportamiento de vacas de cría mediante el uso de GPS (Establ. Don Ubaldo), con cargas ajustadas a la productividad forrajera de un pastizal psamófilo sanluiseño, que pastoreaban un potrero (rectangular de 750 ha) con aguada única durante 150 días, manifestaron el siguiente comportamiento: durante la primera mitad del período (septiembre-noviembre) permanecieron el 46% de los días a distancias menores a 2000 m. En el tiempo restante y de manera equitativa, se detectó que llegaron a 2000 - 2500 m o a distancias superiores. Durante la segunda mitad del período de estudio (diciembre-enero) pocos días se concentraron cerca de la aguada, en el 60 % del tiempo se trasladaron a sectores más lejanos (mayor a 2500 m), sin

regresar al agua de bebida en 1/3 de los días considerados. En esta misma experiencia se determinó que los vientres en pastoreo (septiembre-enero) no consumen agua de manera diaria, y pueden permanecer varios días sin aproximarse a la aguada, aún en condiciones críticas tanto por las condiciones ambientales como por el estado fisiológico de los animales. El efecto combinado de la disminución de la temperatura e intensidad de la radiación estival parecen incidir en la llegada del animal al sector de la aguada.

La distancia recorrida diariamente por los bovinos en condiciones extensivas, es una característica fundamental para entender su comportamiento de pastoreo. Se comparó la distancia individual diaria recorrida por vacas de cría, con dispositivos GPS, en potreros con digitaria de mediana superficie (300-500 ha) y con pasto llorón de mayor superficie (1000-1100 ha), en establecimientos característicos de los sistemas de cría bovina del sur-oeste de Villa Mercedes, San Luis (El Centenario y Paso Ancho). Se monitoreó la actividad de vacas de cría adultas (6) en distintos potreros, durante un promedio de 13 días cada una, a través de la utilización de dispositivos GPS (GPS logger) (Fig. 7.3: a,b,c). De acuerdo a los resultados encontrados, durante la primavera-verano, una vaca adulta camina alrededor de 4250 m/día, cuando se encuentra en un potrero de 300 a 1000 has y aguada única, pastoreando digitaria o llorón en pleno crecimiento (Bacha et al., 2012b).



a) Collar con GPS



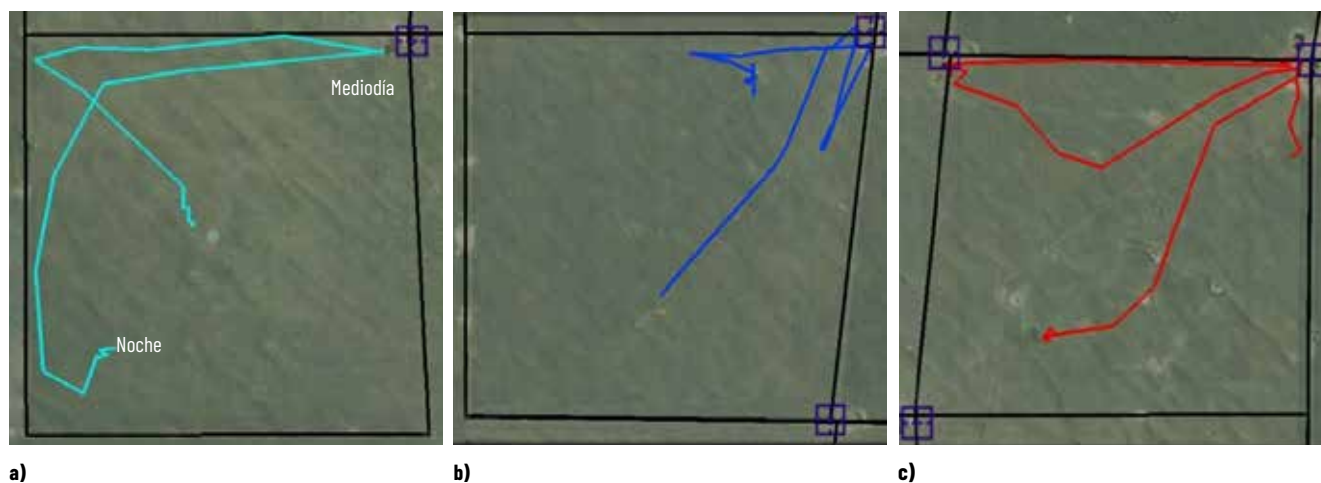
b) Colocación collar GPS



c) Vientre con collar GPS

Figuras 7.3: a, b, c. Animales con collares GPS (Privitello, MJL y Bacha, EF)

La extensión recorrida varía con la disponibilidad de agua y forrajes. Se monitoreó el desplazamiento de 4 vientres bovinos mediante collares GPS, entre el 15 de septiembre y el 15 de octubre de 2011, en un establecimiento ganadero al centro-sur de Villa Mercedes, San Luis (Establ. El Centenario). Los animales pastorearon alternadamente potreros similares de 400 - 430 ha implantados con digitaria con 1, 2 ó 3 aguadas de buena calidad. De acuerdo a los registros obtenidos se puede inferir que en potreros de 400 - 450 ha, con cultivo de *digitaria*, la presencia de dos aguadas favorece el desplazamiento diario de vacunos en pastoreo, mientras que con tres aguadas no se genera este efecto positivo y resultarían innecesarias (Fig. 7.4: a,b,c) (Bacha et al., 2013b).

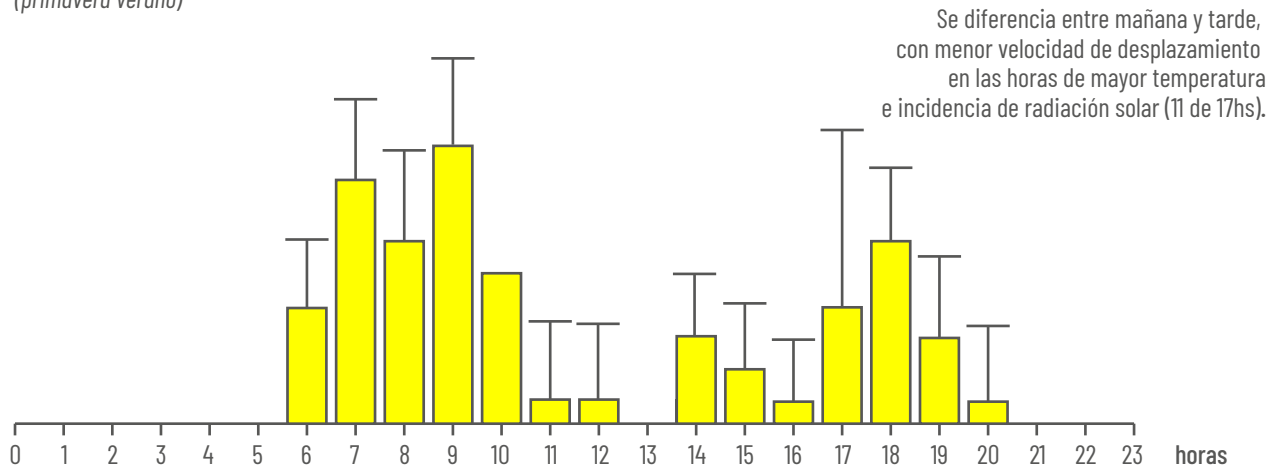


Figuras 7.4: a, b, c. Actividad diaria del animal en potrero de digitaria con hasta 1 a 3 aguadas en área medanosa de San Luis. (Bacha, EF, 2013)

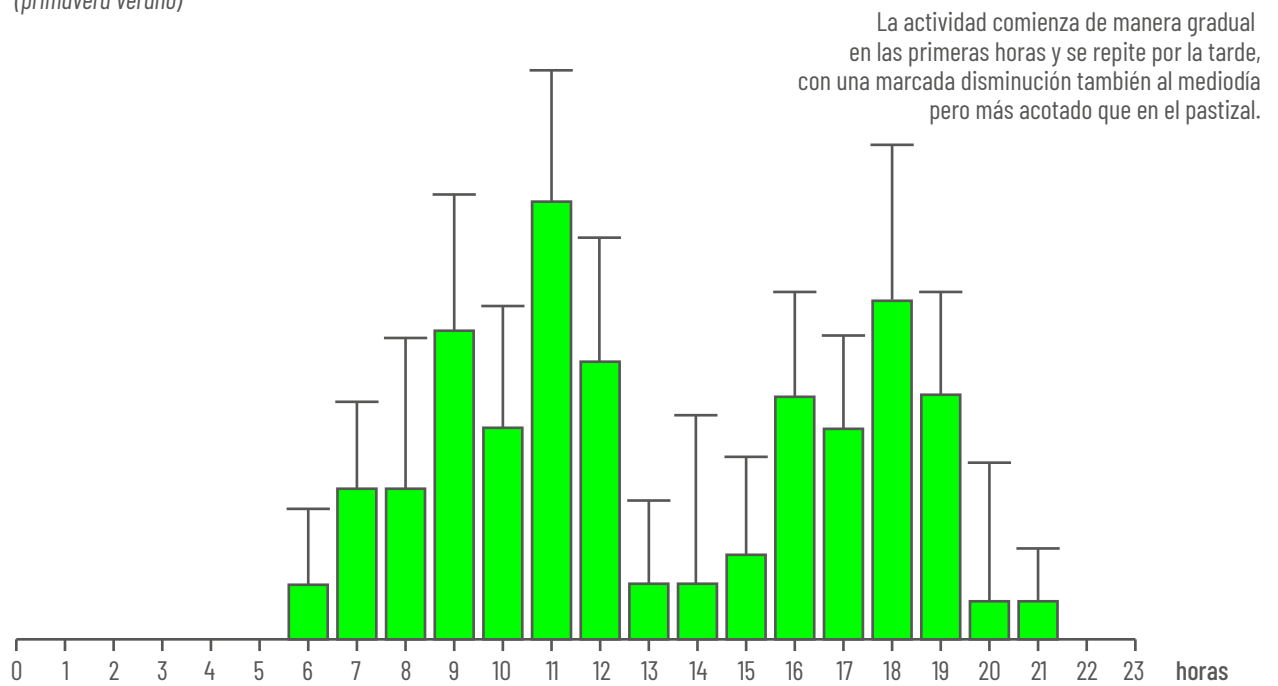
Es posible estimar el período de actividad del pastoreo de vacas de cría en digitaria diferida al invierno y pastizal psamófilo en primavera-verano, mediante el monitoreo de la velocidad de desplazamiento con equipos GPS. El desplazamiento de las vacas de cría permite describir su comportamiento en pastoreo y establecer un patrón de actividad diario. En primavera-verano se denota un mayor periodo de descanso en horas el mediodía y primeras de la tarde, posiblemente por las mayores temperaturas, en consecuencia, el animal reduciría sus gastos energéticos para la búsqueda de alimento (Bacha et al., 2019). En ambos recursos forrajeros, la concentración de registros de localizaciones bovinas muestra similar respuesta, siendo más altos en sectores cercanos a la aguada (Fig. 7.5) (Bacha y Privitello, 2019).

Todo esto indica que el movimiento de la vaca de cría estaría relacionado con la disponibilidad forrajera, tipo y composición florística de la pastura, presión de pastoreo (forraje demandado:forraje disponible), tamaño del potrero y tiempo de permanencia en el mismo, disponibilidad y ubicación del agua de bebida, momento del día y factores climáticos como temperatura y radiación, entre otros aspectos (por ejemplo: estado fisiológico y frame del animal, etc.).

Actividad de vacas de cría sobre Pastizal Natural
(primavera verano)



Actividad de vacas de cría sobre pastura de digitaria diferida
(primavera verano)



“Períodos de actividad”
(desplazamiento - búsqueda - pastoreo): concentrados en horas diurnas con disminución alrededor del mediodía.

“Períodos de reposo”
(asociados a descanso - rumia)

Figura 7.5: Patrón de actividad diaria de vacas de cría en pastizal natural (Establ. Don Ubaldo) y digitaria diferida al invierno (Establ El Centenario) en función del movimiento (Bacha E.F, 2019).

En síntesis, si bien han transcurrido cerca de 32 años desde su introducción en San Luis, *digitaria* sigue siendo una forrajera promisoriosa en el ambiente semiárido. Por lo que se insta a seguir investigando sobre su eco-morfofisiología y alternativas técnicas de implantación a fin de mejorar la receptividad de los campos. A su vez, se insiste en continuar los estudios referidos al manejo, sin dejar de entender la interacción suelo-planta-animal-agua de bebida de un determinado ambiente y sus efectos (estructura sistémica), para una mejor comprensión del comportamiento del sistema de producción bovina pastoril cuya base forrajera sea *Digitaria eriantha*, bajo una concepción holística y procurando la sustentabilidad del mismo.

Bibliografía (Apartados: 4 a 7)

- Aguilera, M.O.** 2003. Uso ganadero de los pastizales naturales de San Luis. En: Aguilera, M.O. y Panigatti, J.L.(Eds.), *Con las metas claras. Estación Experimental Agropecuaria San Luis: 40 años en favor del desarrollo sustentable.* INTA, Argentina. 89 – 124.
- Anslow, R.C.** 1966. The rate of appearance of leaves on tillers of the Gramineae. *Herb. Abstr.* 36. 149-155.
- Bacha, E.F., Privitello, M.J.L., Gabutti, E.G., Cozzarin, G.I., Ruiz, M.O., Vetore, O.S., Borcosqui, A.A., Rossi, R.** 2012a. Efecto del pastoreo sobre la cobertura y disponibilidad forrajera de una pastura de *Digitaria eriantha* diferida. 35° Congreso Argentino de Producción Animal. Asociación Argentina de Producción Animal. AAPA. Córdoba. Vol. 32. Supl. 1.
- Bacha, E.F., Privitello, M.J.L., Sager, R.L., Benitez, L., Magallanes, C.** 2012b. Distancia diaria recorrida por vientres bovinos sobre pasturas megatérmicas, en potreros de distintos tamaños con aguada única. 35° Congreso Argentino de Producción Animal. Asociación Argentina de Producción Animal. AAPA. Córdoba. Vol. 32. Supl. 1.
- Bacha, E.F., Privitello, M.J.L., Gabutti, E.G., Cozzarin, G.I., Ruiz, M.O., Vetore, O.S., Garbulsky, M.** 2013a. Gradiente de pastoreo bovino desde la aguada según la permanencia animal en *Digitaria eriantha* diferida. *Revista de la Fac. de Agr. UNLPam.* Vol 22, Serie supl. 2. (9-15). ISSN: 0326-6184.
- Bacha, E.F., Privitello, M.J.L., Vetore, O.S., Ruiz, O.M., Gabutti, E.G., Cozzarin, G.I.** 2013b. Effect of the number and location of watering point on animal activity on *Digitaria eriantha* pasture. XXXI Reunión Científica Anual de la Sociedad de Biología de Cuyo. Mendoza. *Biocell* 37 (3). ISSN 0327-9545. <https://sbcuyo.org.ar/reuniones-anales-antiores/>
- Bacha, E.F., Privitello, M.J.L., Rosa, S.T., Vetore, O.S.** 2015a. Foraging livestock movement on a paddock during five months grazing period. *Biocell* 39 (2): A146. ISSN 1667-5746 (online versión).
- Bacha, E.F., Privitello, M.J.L., Rosa, S.T., Vetore, O.** 2015b. Influencia ambiental sobre movimiento y comportamiento de vacas en pastoreo extensivo. 38° Congreso Argentino de Producción Animal. AAPA. La Pampa. https://www.produccion-animal.com.ar/agua_bebida/241-pastoreo_extensivo.pdf

- Bacha, E.F., Privitello, M.J.L., Vetore, O.S., Zanón, L.D., Mirco, L.M.** 2016. Presence of flowering stems and height of botanical components in the accumulated growth of *Digitaria eriantha*, at different grazing intensities. XXXIV Reunión Científica Anual Sociedad Biológica de Cuyo. Mendoza. Biocell 40 (3): A104. ISSN 1667-5746. <https://sbcuyo.org.ar/reuniones-anales-antiores/>
- Bacha, E.F., Privitello, M.J.L.** 2019. Sig applied in the evaluation of spatial and temporal gradient of bovine grazing at paddock level. XXXVII Reunión Científica Anual de la Sociedad de Biología de Cuyo. San Luis. <https://sbcuyo.org.ar/reuniones-anales-antiores/>
- Bacha, E.F., Privitello, M.J.L., Vetore, O.S., Rosa, S.T.** 2019. Inferences of grazing activity of breeding cows by speed of movement. XXXVII Reunión Científica Anual de la Sociedad de Biología de Cuyo. San Luis. <https://sbcuyo.org.ar/wp-content/uploads/2019/12/Libro-BIOCELL-2019.pdf>
- Bacha, E.F., Privitello, M.J.L.** 2021. Structural variables and reservation storage sites in *Digitaria eriantha* pasture under grazing. *Biocell*, Vol. 45, Suppl. 3. ISSN 0327- 9545- ISSN 1667-5746 (online version). IV Reunión conjunta de Sociedades Biológicas de la Rca. Argentina. XXXVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Cuyo (2020). Mendoza.
- Barbosa, R.A., Perozo Bravo, A.D.** 2013. Aspectos morfofisiológicos relacionados al manejo del pastoreo. *Manejos de pastos y forrajes tropicales*. En: David Perozo Bravo (Ed.), *Manejos de pastos y forrajes tropicales. Cuadernos Científicos Giraz.13*.
- Bavera, G.A.** 2010. Curso de Producción Bovina de Carne II, FAyV- UNRC. *Manejo de las aguadas y pasturas*. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/a_curso_Bovino_Carne_II_2010/10-manejo_aguadas.pdf
- Barrios-Gómez, E.J., López-Castañeda, C.** 2009. Temperatura base y tasa de extensión foliar en frijol. *Agrociencia* 43: 29-35.
- Becerra, R., y Bossi, C.** 2008. *Digitaria* y llorón, dos socios que darán que hablar. *Horizonte Agropecuario Pampeano-Puntano.78*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Santa Rosa - La Pampa ISSN 0327-3180.
- Benavides, A.** Fotosíntesis: Diferencias en las vías metabólicas C3, C4 y CAM. <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Fotosintesis%20C3,C4%20y%20CAM.pdf>
- Borcosqui, A.A.** 2014. Análisis morfofogenético a nivel de m-
collo de *Digitaria eriantha* Steudel subesp. *eriantha* en el semiárido sanluiseño. *Trabajo Final. Fac. Ing y Cs. Agrop. UNSL*.
- Chapman, D., Lemaire, G.** 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. *International Grassland Congress*. 95-104.
- Colabelli, M., Agnusdei, M., Mazzanti, A, Labreveux, M.** 1998. El proceso de crecimiento y desarrollo de las gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. *Boletín Técnico* N° 148. EEA INTA Balcarce. ISSN 0522-0548.
- Cozzarin, I.G., Privitello M.J.L. y Gabutti, E.G.** 2006. Calidad forrajera del pastizal psamófilo de la provincia de San Luis. *RCA. Revista Científica Agropecuaria*, Facultad de Ciencias Agropecuarias - UNER - 10 (2): 95-99.
- Davies, A.** 1988. The regrowth of grass swards. In: Jones M.B., Lazenby A. (Eds). *The Grass Crop (The physiological basis of production)*. Springer, Dordrecht.
- Durán Puga, N., Ruiz Corral, J.A., González Eguiarte, D. R., Núñez Hernández, G., Padilla Ramírez, F. J., Contreras Rodríguez, S.H.** 2011. Development cardinal temperatures of the planting-emergence stage for 11 forage grasses. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 2(3). 347-357.
- Estelrich, H.D. y Cano, A.E.** 1996. Dinámica de la degradabilidad ruminal in sacco de la fitomasa aérea de especies nativas de la Región Semiárida Pampeana (Argentina). *Rev. Fac. Agronomía - UNLPam*. Vol. 9N° J 6300. Santa Rosa - Argentina. ISSN 0326-6184.
- Fernandez Belmonte, C.** 2007. Ficoflora edáfica de San Luis. En: Privitello, M.J.L. (Ed.), *Experiencias en ecosistemas pastoriles del área medanosa de San Luis-Argentina* Aula Virtual Forrajes UNSL: <http://claroline.fcejs.unsl.edu.ar/claroline1812/claroline/course/index.php?cid=FORRAJES> Documentos y enlaces: Pastizales. 46-49.
- Ferri, C.M., Brizuela, M., Cid, S. y Stritzler, N.P.** 2006. Dinámica de la acumulación de láminas foliares y estructura del forraje diferido de *Panicum coloratum* L. *Agricultura Técnica*. Chillán, Chile.
- Ferri, C.M., Stritzler, N.P. Pagella, H.J.** 2008. Tasa de aparición de hojas durante tres temporadas de crecimiento en *Panicum coloratum* L. cv. Verde. *Revista Argentina de Producción Animal*. AAPA. Vol 28 (3): 193-200.

- Frasinelli, C.A. y Martínez Ferrer, J.** 1999. Resultados preliminares en cría e invernada. En: *Veneciano y otros. 3º Jornada Técnica sobre Digigrass (Digitaria eriantha)*. EEA INTA San Luis. Inf. Técnica 156. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/66-digitaria.pdf
- Frasinelli, C.A. y Veneciano, J.H.** 2014. Prólogo. En: Carlos Alberto Frasinelli y Jorge Hugo Veneciano (Eds.), *Sistemas bovinos sobre gramíneas megatérmicas perennes en San Luis*. Ediciones INTA, Estación Experimental Agropecuaria (EEA) San Luis Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). ISBN 978-987-521-472-9.
- Frigerio, K., Panza, A., Frasinelli, C., Privitello, M.L.** 2009. Efecto de RFA interceptada acumulada sobre el crecimiento estival de *Digitaria eriantha* cv Irene. 32º Congreso Argentino de Producción Animal. AAPA. Malargüe Mendoza. Vol. 29. Supl. 1. 588-589.
- Frigerio, K.L., Blanco, E.M., Privitello, J.M.L., Panza, A.A., Frasinelli, C.A.** 2016. Curva de dilución e índice de nutrición nitrogenada para *Digitaria eriantha* cv. Irene bajo diferentes regímenes de agua y nitrógeno. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*. RIA. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-23142016000200010
- Gabutti, E.G., Privitello, M.J.L. y Cozzarín, G.** 2005. Características forrajeras de *Piptochaetium napostaense* (Speg.) Haeckel". XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal A.C. XIX Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Archivos Latinoam. Prod. Anim. ALPA. Tampico-México. Vol 13. Supl. 1 -Biotam Nueva Serie. Edición Especial. Tomo II. ISSN: 0187-8476. 360-362.
- Gardner, F.P., Brent Pearce, R, Mitchel, R.L.** 1985. Fijación de carbono por los cultivos. Carbon fixation by crop canopies. In: *Physiology of Crop Plants*. Iowa State University Press. 31-57.
- Ghannoum, O., Evans, J.R., Von Caemmerer, S.** 2011. Nitrogen and Water Use Efficiency of C4 Plants (Chapter 8), In: *C4 Photosynthesis and Related CO2 Concentrating Mechanisms*. ISSN: 1572-0233.
- Gillet, M.** 1984. Las gramíneas forrajeras. Editorial Acribia, España. 353 pág.
- Gonzalez, E.P.** 1974. Morfofisiología de forrajeras y manejo del pastoreo. En: Andrew L. Gardner (Ed.), *Producción y utilización de pasturas*. INTA - EERA Balcarce.
- Hodgson, J., Birchman, J., Grants, S., King J.** 1981. The influence of cutting and grazing management on herbage growth and utilization. In: Wright C.E. (Ed.) *Plant Physiology and Herbage Production*. Occasional Symposium of the British Grassland Society. N°13. 51-62.
- INTAGRI.** 2018. Plantas C3, C4 y CAM. *Serie Nutrición Vegetal*, N° 125. *Artículos Técnicos de INTAGRI*. México. 5 pág.
- Jones, C.A.** 1985. C4 grasses and cereals: growth, development and stress response. 1st Ed. Wiley & Sons (Eds). New York. US. 417 pág.
- Labarthe, F.S. y Pelta, H.R.** Introducción básica a la fotosíntesis y características de especies forrajeras megatérmicas. INTA Tornquist. EEA Bordenave. Centro Regional Buenos Aires Sur (CERBAS). Sitio Argentino de Producción Animal.
- Leguizamón, E.S., Benítez, C.; Galetti, L., Benítez, G.** 2011. Bases para la optimización de la eficacia herbicida: predicción de la generación de hojas de *Conyza bonariensis* (L. Cronquist), en función de la acumulación de grados-día (GD). *Quinto Congreso de la Soja del Mercosur-Primer Foro de la Soja Asia-Mercosur*. Rosario, Argentina.
- Lemaire, G., Chapman, D.** 1996. Tissue flows in grazed plant communities. In: Hodgson, J.; Illius, A.W. (Eds.) *The ecology and management of grazing system.*, CAB International. 3-36.
- Loydi, A; Distel, R.A.** 2010. Diversidad florística bajo diferentes intensidades de pastoreo por grandes herbívoros en pastizales serranos del Sistema de Ventania, Buenos Aires. *Ecología Austral* 20: 281-291
- Melo, O.E. y Boetto, G.C.** 1993. Gramíneas tropicales y templadas. Características y zonas de adaptación. *Cuadernillo N°1, colección "Ganadería en zonas cálidas"*. Ed. Hemisferio Sur.
- Mattew, C. and Hodgson, J.** 1997. Forma y función de las gramíneas. Institute of Natural Resources - Massey University - Macromedia Quick time.
- Mendez, R. y Privitello, M.J.L.** 2008. Relación entre el manejo de la defoliación y parámetros de estructura y morfogénesis de gramíneas forrajeras. *Informe Pasantía Categoría A, realizada en el marco del P- 51205 "Evaluación del potencial forrajero de los pastizales naturales y especies perennes cultivadas del ambiente semiárido de la provincia de San Luis*. UNSL.

- Nieto, M.I.** 2018. Gestión de los sistemas ganaderos extensivos bovinos basados en pastos naturales de San Luis (Argentina) y su incidencia en la emisión de gases efecto invernadero. *Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza*. 240 pág.
- Nieto, M.I., Frigerio, K., Reiné, R., Barrantes, O., Privitello, M.J.L.** 2020. The management of extensive livestock systems and its relationship with greenhouse gas emissions. *Rev. FCA UNCUYO*. ISSN (en línea) 1853-8665. 13 pág.
- Novoa Soto-Aguilar, R.**, 2014. Principios Agronómicas: Base para una Teoría Agronómica. *Soc. Agronómica de Chile*. Santiago, Chile. 108 pág.
- NRC.** 1973. Necesidades nutritivas del ganado vacuno de carne (National Research Council). *Consejo Nacional de Investigaciones*. 1ra. Ed Hemisferio Sur. 77pág.
- Pagliaricci, H. y Saroff, C.** 2008. Morfofisiología de plantas forrajeras. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto. 34 pág.
- Privitello, M. y Gabutti E.** 1988. Producción de vainas de caldén (*Prosopis caldenia* Burk.) y análisis de la calidad forrajera. *VI Congreso Forestal Argentino*. Santiago del Estero. 169-179.
- Privitello, M.J.L. y Sager, R.L.** 2001. Nutritional quality of *Digitaria eriantha* Subsp. *eriantha* cv. Irene. *XIX International Grassland Congress'01*. Sao Paulo Brasil.
- Privitello, M.J.L., Sager, R.L., Del Bosco, G.H.** 2001. Diagnóstico nutricional de *Digitaria eriantha* cv. Irene para la vaca de cría en el ambiente semiárido argentino aplicando el Sistema CNCPS. *XVIII Reunión de ALPA*. Habana, Cuba.
- Privitello, L.** 2004. Evaluación comparativa de la calidad forrajera en especies subtropicales y nativas en la provincia de San Luis (Argentina). *Pastos y Forrajes*. Vol. 27, N°. 2. Cuba. 165-176
- Privitello, M.J.L. y Gabutti, E.G.** 2004. Evaluación de la producción acumulada y de rebrotes de *Digitaria eriantha* Steudel subsp. *eriantha* cv. Irene. En: Privitello, M.J.L. y Gabutti, E.G. (Eds.), *Producción y calidad nutricional de forrajeras cultivadas y nativas del semiárido sanluiseño*. 97-105.
- Privitello, M.J.L., Sager, R.L., Del Bosco, G.H.** 2004. Diagnóstico nutricional de *Digitaria eriantha* cv. Irene. Para la vaca de cría en el ambiente semiárido argentino aplicando el sistema CNCPS. En: Privitello, M.J.L. y Gabutti, E.G. (Eds.), *Producción y calidad nutricional de forrajeras cultivadas y nativas del semiárido sanluiseño*. 151-157.
- Privitello, M.J.L., Guzmán, F., Gabutti, E.G., Leporatti, J.L., Cozzarin, G.I.** 2005a. Impacto de la siembra de *Digitaria eriantha* en un pastizal natural del área medanosa de la provincia de San Luis. *VIII Congreso de Ingeniería Rural (CADIR 2005)*. *Avances en Ingeniería Agrícola*. Merlo-San Luis-ISBN. 987-05-0140-0. 283-288.
- Privitello, M.J.L., Cozzarin I.G., Veneciano J.H.**, 2005b. Diagnóstico nutricional de dos cultivares de *Bothriochloa* sp. diferida al invierno. *XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal A.C. XIX Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal*. *Archivos Latinoam. Prod. Anim.* Vol. 13. Supl. 1. Tampico-México.- *Biotam Nueva Serie. Edición Especial. Tomo II*. ISSN: 0187-8476. 2005. 424-426.
- Privitello, M.J.L.** 2007. Impacto de la fertilización nitrogenada sobre el pastizal: Utilización del nitrógeno. En: Privitello, M.J.L. (Ed.), *Experiencias en ecosistemas pastoriles del área medanosa de San Luis-Argentina*. Aula Virtual Forrajes UNSL: <http://claroline.fcejs.unsl.edu.ar/claroline1812/claroline/course/index.php?cid=FORRAJES>
Documentos y enlaces: Pastizales. 21-30.
- Privitello, M.J.L., Cozzarin I.G.** 2007a. Diagnóstico nutricional de *Tripsacum dactyloides* (L.) L. (Maíz perenne) fertilizado. 2- Integración nutricional mediante el CNCPS (Cornell net Carbohydrate and protein System). *XX Reunión ALPA - XXX Reunión APPA. V Congreso Internacional de Ganadería de doble propósito*. *Archivos Latinoam. Prod. Anim.* Cusco, Perú. Vol. 15 Supl. 1. 6 pág.
- Privitello, M.J.L., Cozzarin I.G.** 2007b. Diagnóstico nutricional de *Sorghastrum pellitum* (Pasto de vaca) mediante el uso del CNCPS. *I Congreso del Mercosur sobre manejo de pastizales naturales. IV Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales Naturales*. Villa Mercedes -San Luis-. CD. 11 pág.
- Privitello, M., Frigerio, K., Panza, A., Frasinelli, C.** 2009. Potencial productivo estival de *Digitaria eriantha* en el semiárido templado". *FICES (UNSL) - EEA INTA SAN LUIS. 32º Congreso Argentino de Producción Animal*. AAPA. Malarгүйe Mendoza. Vol. 29. Supl. 1. 583-584.
- Privitello, M.J.L., García V., Bacha, E.F., Borcosqui, A.A.** 2012a. Morfogénesis a nivel de macollo en rebrotes de gramíneas megatérmicas. *35º Congreso Argentino de Producción Animal. Asociación Argentina de Producción Animal*. AAPA. Córdoba. Vol. 32. Supl. 1. 367.

- Privitello, L., Lorenzoni, L., Rosa, S.T., Leporati, J.L., Frigerio, K.** 2012b. Fertilización nitrogenada en un pastizal psamófilo de San Luis, Argentina. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. Vol: 46. N° 2. 217-220.
- Privitello, M.J.L., Bacha, E.F., Vetore, O.S., Ruiz, M.O., Rossi, R.E., Gabutti, E.G., Lucero, E.** 2015. Effect of accessibility to drinking water on the behavior of grazing breeding cows. XXXII Reunión Científica Anual de la Sociedad de Biología de Cuyo. Estancia Grande -San Luis-. *Biocell* 39 (2): A162. ISSN 1667-5746. <https://sbcuyo.org.ar/reuniones-anales-antiores/>
- Privitello, M.J.L., Bacha, E.F., Vetore, O.S., Leporati, J., Frigerio, K.** 2016. Buried of growing points of two native species and a megathermic pasture on sandy grassland area of San Luis, Argentina. XXXIV Reunión Científica Anual Soc. Biológica de Cuyo. Mendoza. *Biocell* 40 (suppl. 3). ISSN 1667-5746. A1-A212. <https://sbcuyo.org.ar/reuniones-anales-antiores/>
- Privitello, M.J.L., Rossi, R.E., Borcosqui, A., Bacha, E.F., Sueldo, R., Vetore, O.S.** 2021. Relationship between the foliar extension of *Digitaria eriantha* (digitaria) and variables climatic of Villa Mercedes, San Luis, Argentina. *Biocell*, Vol. 45, Suppl. 3. ISSN 0327- 9545- ISSN 1667-5746 (online version). IV Reunión conjunta de Sociedades Biologías de la Rca. Argentina. XXXVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Cuyo (2020). Mendoza.
- Reddy, K.R. and Hodges, H.F.** 2000. Nutrient deficit in Climate change and global crop productivity. Edited by K.R Reddy and H.F Hodges. CAB International. ISBN 0-85199-439-3.
- Rodríguez Sanfuentes, J.** 1993. Fertilización nitrogenada. La fertilización de los cultivos. Un método racional. Colección en Agricultura. Pontificia Universidad Católica de Chile. 79 - 97.
- Romero, L.** 2008. Pasturas templadas y tropicales. INTA Rafaela. XXI Curso Internacional de Lechería para Profesionales de America Latina. 37-60 pág.
- Rossi, R.E.** 2011. Potencial productivo de *Eragrostis curvula* en el semiárido templado. Trabajo Final de Ing. Agrónomo. FICES-UNSL.
- Rossi, R., Privitello, M., Bacha, E. y Bornand, C.** 2015. Intercepción de la radiación y producción de *Digitaria eriantha* sometida a defoliación. 38 Congreso Argentino de Producción Animal. Asociación Argentina de Producción Animal. AAPA. La Pampa. 35 (1): 231.
- Rossi, R., Privitello M.J.L., Lucero E., Bacha E.F.** 2016. Tillers density of *Digitaria eriantha* Steud at different cutting frequencies. XXXIV Reunión Científica Anual Sociedad Biológica de Cuyo. Mendoza. *Biocell* 40 (suppl. 3). ISSN 1667-5746 A1-A212. <https://sbcuyo.org.ar/reuniones-anales-antiores/>
- Rossi, R., Privitello, M.J.L., Bacha, E.F.** 2018. Prediction of the growth base temperature of *Digitaria eriantha* Steudel in pots. XXXV Reunión Científica Anual Sociedad Biológica de Cuyo. Villa de Merlo -San Luis- *Biocell* 42 (suppl. 1). ISSN 1667-5746. A1 - A185. <https://sbcuyo.org.ar/reuniones-anales-antiores/>
- Rossi, R.E.** 2018. "Evaluación de características morfogénéticas y productivas de *Digitaria eriantha* Steudel: Su relación con variables ambientales y frecuencias de defoliación". Tesis Maestría en Ciencias Agropecuarias de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional Río Cuarto. 182 pág.
- Rossi, R.E. y Privitello, L.M.J.** 2019. Defoliación de *Digitaria eriantha* Steudel: producción forrajera, estructura y eficiencia de uso de las radiaciones y el agua. *Pastos y Forrajes*, Vol. 42, No. 2, Cuba. 114-124. ISSN electrónico: 2078-8452; impreso: 0864-0394.
- Saroff, C., Pagliaricci, H., Ferreira V.** 2003. Efecto de la defoliación sobre la dinámica del crecimiento de triticale. *Agricultura Técnica*. Vol. 63, N° 3.
- Sueldo, R.** 2015. Evaluación de variables morfogénéticas en *Digitaria eriantha* (digitaria). Informe de Pasantía, realizada en el marco del PN° 14-0812: Evaluación del potencial forrajero y utilización de pasturas cultivadas y naturales del ambiente semiárido de San Luis. UNSL.
- Van Esbroeck, G.A., Hussey, M.A. and Sanderson, M.A.** 1997. Leaf Appearance rate and final leaf number of switchgrass cultivars. *Published in Crop Sci.* 37: 864-870.
- Veneciano, J.H. y Terenti, O.A.** 1996. Producción anual y estacional de forraje de *Digitaria eriantha*, con y sin fertilización, en San Luis (Arg.). *Rev. UNRC* 16 (2): 113-122.
- Veneciano, J.H., Terenti, O.A., Sager, R., Bertón, J.A.** 1996. Variación estacional de rendimiento, proteína bruta y minerales en *Sorghastrum pellitum* (Hackel) Parodi (pasto de vaca). *Información Técnica* N° 139. INTA. EEA San Luis. 29 pág.
- Veneciano, J. y Terenti O.** 1997. Efectos de la defoliación y la fertilización nitrogenada en el rendimiento y calidad de

Digitaria eriantha Steudel subsp. *eriantha* cv. Irene. *Revista de la Facultad de Agronomía - UNLPam*: 9: 41-56.

- Veneciano, J.H.** 1999. Producción y calidad de forraje. En: *Veneciano y otros. 3º Jornada Técnica sobre digigrass (Digitaria eriantha)*. EEA INTA San Luis. Inf. Técnica 156. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/66-digitaria.pdf
- Veneciano, J.H.** 2006. Gramíneas estivales perennes para ambientes semiáridos: Características y productividad. *Información Técnica* N° 171. ISSN 0327-425X. EEA San Luis-INTA. 84 pág.
- Veneciano, J.H., Frigerio, K.L., Frasinelli, C.A.** 2006. Acumulación de forraje e indicadores de calidad en *Digitaria eriantha* cv. Irene bajo diferentes frecuencias de defoliación. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*. RIA: 35 (3): 121-133. INTA. Argentina.
- Veneciano, J.H. y Frigerio, K.L.** 2008. Efecto de la fertilización nitrogenada en digitaria (*Digitaria eriantha* Steudel). *Informaciones Agronómicas del Cono Sur* 37. Instituto Internacional de Nutrición de Plantas. Programa Latinoamericana - Cono Sur. 12-16 pág.
- Vetore, O.S., Rosa, S.T., Privitello, M.J.L., Harrison, R.H.; Cozzarin, I.G. y Gabutti, E.G.** 2007. Evaluación de sistemas de labranza para la renovación de *Digitaria eriantha* en San Luis Argentina. *II Congreso Internacional de Producción Animal Tropical*. CD: Pastos y Forrajes. 4 pág.
- Volenc, J.** 2005. Cuidando las plantas. Grazing Forages: Taking Care of the Plant. *Great Lakes International Grazing Conference proceedings*. www.produccion-animal.com.ar
- White, S.L.; Sheffield, R.E.; Washburn, S.P.; King, L.D. and Green, J.T. Jr.** 2001. Spatial and time distribution of dairy cattle excreta in an intensive pasture systems. *J. Environ. Qual.* 30: 2180-2187.

8



EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LA PRODUCCIÓN DE DIGITARIA ERIANTHA EN SAN LUIS

Por:

Dra. María Laura Guzmán.

Dpto. Cs. Agropecuarias-FICA-UNSL - EEA INTA San Luis

La sostenibilidad de un sistema productivo agrícola ganadero busca satisfacer la demanda mundial de alimentos en relación con el medio ambiente y la equidad dentro y entre generaciones humanas, considerando la mirada económica. Ante este nuevo enfoque, el incremento de productividad en zonas con limitaciones ambientales es clave para alcanzar el desarrollo sustentable.

En este sentido, la aplicación de tecnologías de insumo, como es el caso de pasturas introducidas en la provincia de San Luis (*Eragrostis curvula* y *Digitaria eriantha* en el sur, *Panicum coloratum* en el centro-sur y *Cenchrus ciliaris* en el noroeste provincial), resultan una alternativa forrajera acorde con el requerimiento bovino, al combinarlas con los pastizales naturales en sistemas de cría semiáridos (Privitello, 2004). El impacto de la incorporación de especies megatérmicas, como digitaria, tiene un aporte en términos de base forrajera que permitiría su utilización como único recurso forrajero durante todo el año o en combinación con pasto llorón y pastizal natural en la cría bovina (Frasinelli y Martínez Ferrer en Veneciano y otros, 1999). Esta mejora del sistema genera un salto productivo en comparación a la vegetación natural, pero además provee servicios ecosistémicos como la captación de carbono, fijación de nitrógeno y retención de agua.

Una estrategia de sostenibilidad de la ganadería pastoril de la región semiárida, sería aumentar la superficie de pasturas megatérmicas. Sin embargo, al considerar un análisis holístico existen controversias de opiniones. Habiéndose detectado importantes vacíos de información en relación al funcionamiento y al mantenimiento de largo plazo de los componentes del ecosistema de las pasturas megatérmicas resulta indispensable generar conocimiento que garanticen su conservación y sostenibilidad. Por lo expresado, se busca generar conocimiento del impacto ambiental sobre los recursos (suelo, agua y aire) y el nivel de daño que producen a la salud humana y ecosistema, la producción de pasto (*Digitaria eriantha*) bajo condiciones ambientales de máxima y mínima, en la provincia de San Luis, a través del uso de indicadores ambientales.

Los eco-indicadores permiten la valoración ambiental a través de números, se emplea normalmente la unidad de milipuntos (mPt). El valor absoluto de los puntos no es demasiado relevante ya que el objetivo principal es el de comparar las diferencias relativas entre productos o componentes. La escala se ha elegido de tal forma que el valor de un punto (1 Pt) represente una centésima parte de la carga ambiental anual de un ciudadano europeo medio (este valor no es fijo, se calcula dividiendo la carga ambiental total en Europa entre el número de habitantes y multiplicándola por 1000). Existen diferentes modelos para la cuantificación de indicadores de sostenibilidad, este estudio basa su análisis con la metodología de ReCiPe 2016 (Acrónimo que representa las instituciones integrantes del proyecto, Re: RUN, Radboud University Nijmegen y RIVM, Bilthoven, Netherlands, Ci: CML, University of Leiden, Netherlands, Pe: PRé Consultants, Amersfoort, Netherlands) que integra una perspectiva orientada a problemas y otra orientada a daños, considerando importantes ambos enfoques. El primero define las categorías de impacto en un nivel medio, conocidos como midpoints, el inconveniente es que conduce a muchas variables, lo que dificulta la extracción de conclusiones. El otro, conocido como de efectos finales o endpoints, da como resultado solo tres categorías de impacto, lo que facilita la interpretación, pero el nivel de incertidumbre es mayor (Huijbregts et al., 2016). Dentro de las categorías de impacto ReCiPe se listan 18 indicadores, considerando para este análisis los siguientes:

- › **Toxicidad humana, Ecotoxicidad terrestre, Ecotoxicidad marina y Ecotoxicidad del agua dulce:** Estos cuatro indicadores se basan en el análisis de compuestos químicos cuyo factor de caracterización de la toxicidad indica la persistencia ambiental (destino), la acumulación en la cadena alimentaria humana (exposición) y la toxicidad (efecto) de la sustancia.
- › **Formación de partículas:** Las partículas en suspensión que tienen un tamaño menos de $10\mu\text{m}$ se denominan PM10, y pueden estar constituidas por multitud de contaminantes diferentes, procedentes del polvo del suelo. Presentan efectos nocivos ambientales al influir en la temperatura atmosférica por su capacidad de absorber o emitir radiación, alterar la cubierta nubosa y servir de medio para reacciones químicas.
- › **Cambio climático:** se indica a través de la huella de carbono (HC). Proporciona información sobre la contribución de un producto a las emisiones de GEI. El factor de caracterización del cambio climático es el potencial de calentamiento global.
- › **Ocupación de tierras agrícola y Ocupación de tierras urbanas:** Este indicador hace referencia a la cantidad de tierra agrícola o urbana ocupada durante un tiempo determinado. La unidad es $\text{m}^2 \cdot \text{año}$.
- › **Eutrofización marina y Eutrofización del agua dulce:** Se define como el enriquecimiento de nutrientes en sistemas acuáticos, el cual provoca cambios en la diversidad del cuerpo de agua generando una pérdida de la calidad del agua, así como condiciones anóxicas. El factor de caracterización de la eutrofización marina explica la persistencia ambiental (destino) de la emisión de nutrientes que contienen nitrógeno (en aguas marinas) y la persistencia ambiental de la emisión de nutrientes que contienen fósforo en agua dulce.
- › **Agotamiento de minerales y Agotamiento de combustibles fósiles:** El factor de caracterización del agotamiento de los fósiles es la cantidad de combustible fósil extraído, en función del valor calorífico inferior. La unidad es kg equivalente de petróleo (1 kg de petróleo equivalente tiene un poder calorífico inferior de 42 MJ). El factor de caracterización del agotamiento de los minerales es la disminución de hierro. La unidad es equivalente en kg de hierro (Fe).
- › **Agotamiento de agua dulce:** El factor del agotamiento del agua dulce es la cantidad de consumo de agua dulce. La unidad es m^3 . Coexisten múltiples indicadores que pueden dar información sobre las propiedades de sostenibilidad de un determinado sistema, acá se ha seleccionado por su relevancia a la unidad funcional (1 kg MS) un número limitado de ellas. A nivel de punto final, estas categorías de impacto de punto medio se agrupan en tres

categorías, que se definen según el tipo de daño:

- › **Daño a la Salud humana:** expresado como el número de años de vida perdidos y el número de años que ha sufrido una enfermedad. Estos se combinan como años de vida ajustados por discapacidad (AVAD), un índice que también utilizan el Banco Mundial y la OMS. La unidad son años.
- › **Daño al Ecosistemas:** expresada como la pérdida de especies en un área determinada, durante un tiempo determinado. La unidad son años.
- › **Daño a los recursos:** Los costos excedentes de recursos, expresados como el exceso de energía que se necesitara para extraer minerales y combustibles fósiles en el futuro. La unidad es en dólares.

Estas tres categorías de criterios de valoración se normalizan a una única unidad y constituyen en una única puntuación (Pt), de esta manera se puede realizar la comparación del impacto ambiental que se generaría en una hectárea de digitaria. Para tal propósito se identificaron los procedimientos del cultivo de la especie, a través de información científica recopilada de páginas oficiales (www.argentina.gob.ar/inta, www.fontagro.org), trabajos publicados (Frigerio et al., 2016; Privitello et al., 2004 y 2009; Veneciano et al., 2006), tesis (Rossi, 2011; Torres Peña, 2018) y encuestas telefónicas con referentes de la temática. Se evaluaron dos sistemas de producción en un mismo ambiente caracterizado por presentar un semestre seco y frío (otoño-invierno) que contrasta nítidamente con el semestre cálido, en el que se concentra más de 70 % del total anual de lluvias, y cuyo suelo es de escaso desarrollo y alta susceptibilidad a sufrir procesos erosivos.

El proceso describe el pasto promedio cultivado en una hectárea en un campo de cría típico en San Luis (bajo condiciones de secano y sin agregado de insumos) cotejado con la producción potencial del cultivo (suelo en capacidad de campo con el agregado de 150 kgN.ha⁻¹ y fertilizado con fosfato simple y 231 mm de riego). Los límites del sistema de este proceso son de puerta a puerta, es decir de la entrada de insumos para la producción hasta la salida del producto como kg MS, no se discurre la transformación en carne por el animal.

Las actividades consideradas incluyen todas las labores e insumos de siembra, consumo de combustible, aplicación de agroquímicos y agua para riego, estos últimos solo para la producción potencial. Los flujos elementales incluyen emisiones de campo al aire, suelo y agua. El forraje se produce para el consumo del ganado, por lo cual se consideró una fracción del estiércol que es excretado y depositado en el suelo de acuerdo a la carga anual en función a la productividad del cultivo (3,7 ha. vientre⁻¹ vs 0,45 ha. vientre⁻¹ en secano y potencial respectivamente), sin embargo, no se contabilizó las emisiones entéricas del animal.

El rendimiento de pasto es el promedio de la zona bajo las características de secano fue de 1000 kg MS. ha⁻¹, y 8000 kg MS. ha⁻¹ en el caso de potencial el obtenido bajo condiciones de estudio. En cada sistema se asignó iguales valores en relación

a ocupación de tierra.

En la Fig. 8.1 se muestra la comparación relativa entre los eco-indicadores seleccionados por kilo de materia seca (1 kg MS) generada en una hectárea.

La variabilidad en los resultados puede atribuirse a la elección de una unidad funcional basada en masa (kg MS) y en superficie (ha), lo cual proporciona una visión equilibrada de los impactos abordar el uso racional de los recursos comunes. Al analizar el indicador de calentamiento global, se generarían de manera potencial 3,5 kg CO₂ eq.kg MS⁻¹ y 1,22 kg CO₂ eq.kg MS⁻¹ en secano. La bibliografía afirma que aquellos sistemas más productivos e intensificados tienen menores emisiones de carbono. En este estudio, se observó un comportamiento contrario, el cual puede deberse a que la principal fuente de emisión corresponde al metano procedente de la fermentación entérica (Buratti et al., 2017; Zervas y Tsiplakou, 2012), ya que los sistemas extensivos producen una mayor cantidad de metano en relación con la dieta de los animales en pastoreo que está compuesta básicamente por alimentos fibrosos (Hegarty et al., 2010; Desjardins et al., 2016). El análisis se limitó a la pastura, no se consideró el animal, atribuyendo la diferencia entre ambos cultivos a la mayor producción de CO₂ por combustión con el uso de maquinarias en las labores del suelo, la mayor cantidad de metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) por excretas animal (al considerar una carga mayor) y N₂O producto de la fertilización. El secuestro de carbono por el suelo es un factor significativo en estos sistemas (Viglizzo et al., 2019) aunque no ha sido incluido en el estudio debido a que el IPCC no lo considera para los inventarios de gases de efecto invernadero (GEI), sin embargo, se considera necesario valorar el balance de carbono en los sistemas productivos. En el caso del factor uso de suelo, al ajustar el resultado en función del rendimiento y expresarse el parámetro por unidad funcional (1 kg MS), el efecto negativo es mayor para el sistema de secano, indicando que se necesitaría más extensión de terreno para producir la misma cantidad, dejando menor superficie para esparcimiento, biodiversidad, etc. Este mismo razonamiento se aplica con el parámetro referido a eco-toxicidad, Guinée (2002) se refiere a eco-toxicidad acuática como a los impactos de las sustancias químicas sobre los ecosistemas acuáticos y a los efectos de los tóxicos sobre los ecosistemas terrestres a eco-toxicidad terrestre. En el análisis en secano la magnitud de ambos indicadores fue mayor, pero se detecta un mayor impacto tóxico en el ecosistema terrestre donde con 25 % menos de contaminación por efecto de la fertilización se disminuye con 75% más de producción. Al considerar el daño que causan se encuadran dentro del impacto sobre ecosistema, expresados en términos de desaparición de especies, determinado valores de 1,51⁻¹³ en secano versus 1,08⁻¹³ especies/año para potencial y en la eco-toxicidad acuática 8,29⁻¹¹ vs 4,77⁻¹¹ especies/año, respectivamente. Los efectos de estudio de la escasez de combustible fósil indican una cuantía levemente inferior bajo condiciones potenciales (USD: 0,16 vs 0,17 en secano), compensando el mayor rendimiento de pasto el costo extra de las actividades e insumos.

El consumo de agua dulce tiene un impacto negativo a la sa-

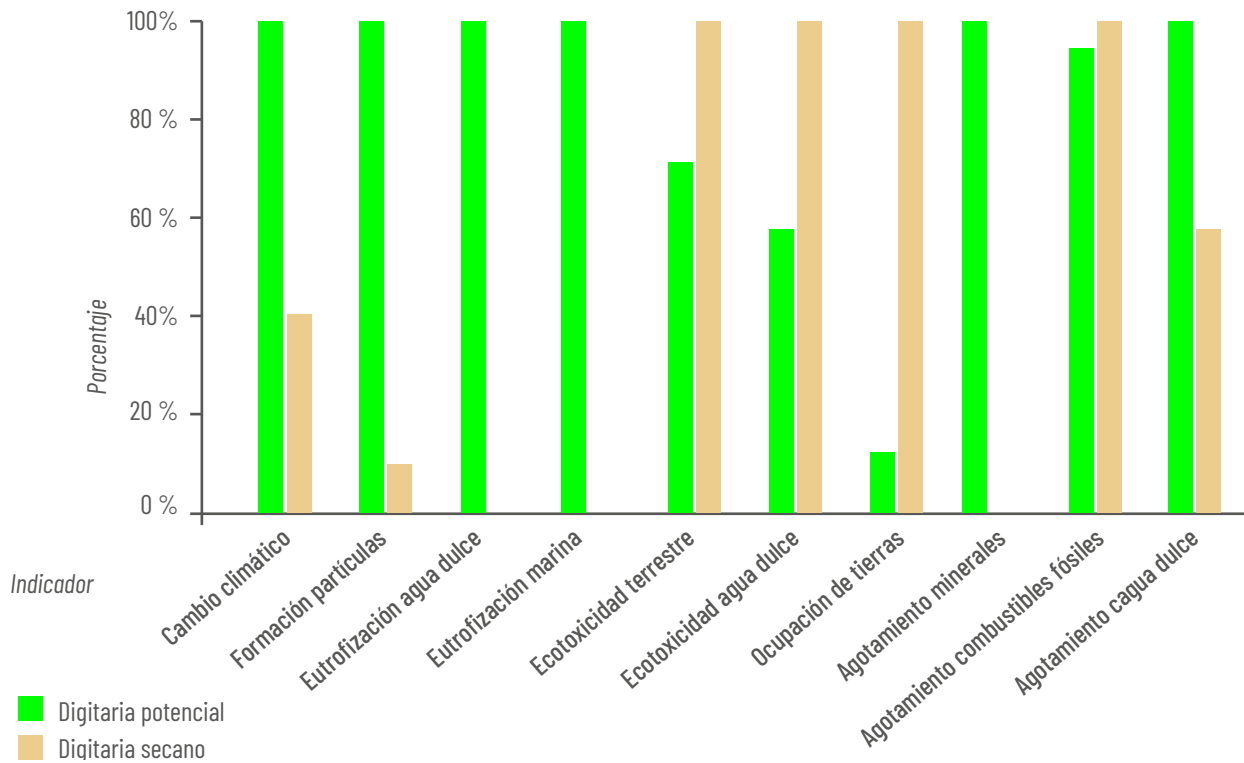


Figura 8.1: Comparación relativa de dos modelos de producción de Digitaria eriantha, a través de eco-indicadores (Método ReCipe)

lud humana, y este es mayor con el uso para riego determinando $2,42^{10}$ daly para producción potencial y $1,41^{10}$ daly en secano. Al causar el daño a la salud humana, se expresan en años de vida sometidos a una discapacidad (daly), unidad de referencia que es usada por OMS y banco mundial.

Con respecto a las partículas en suspensión que tienen un tamaño menos de $10\mu\text{m}$ generadas por las tareas agrícolas y el pisoteo animal, mayor en el escenario potencial, presentan efectos nocivos ambientales al influir en la temperatura atmosférica por su capacidad de absorber o emitir radiación, alterar la cubierta nubosa y servir de medio para reacciones químicas. Estas partículas permanecen de forma estable en el aire durante largos periodos de tiempo sin caer al suelo pudiendo ser trasladadas por el viento a distancias importantes, presentado el efecto sobre la salud humano ya que presentan mayor capacidad de penetrar al interior del organismo por medio de las vías respiratorias produciendo irritación de las mismas.

En lo referente al agotamiento mineral le corresponde la totalidad del impacto a la producción potencial, esto se debe porque al necesitar más insumos para la realización, se extrae minerales reduciendo la calidad de los recursos restantes. Las generaciones futuras experimentarán el daño referente a los recursos ya que tendrán que emplear más esfuerzo para extraer los recursos restantes, valorando este esfuerzo extra como excedente de energía.

Las discusiones de medio ambiente resultan controvertidas, no siendo clara aún su definición. Una forma de comparar estos indicadores es a través del daño que causan, por eso la importancia de las categorías de punto final que muestran el

daño a la salud humana, al ecosistema y a los recursos. Cuando se analizan las categorías de daños (Fig. 8.2), se observan diferencias significativas entre ambos cultivos de digitaria, siendo la productividad potencial la causante de mayor daño en salud humana ($8,19^{-5}$ vs $1,27^{-5}$) y ecosistema ($2,27^{-7}$ vs $1,28^{-7}$). Esta diferencia se debe a la mayor cantidad de insumos que generan mayor tipo y fuentes de emisiones. En relación al daño sobre los recursos, se denota que el exceso de energía que se necesitará para extraer minerales y combustibles fósiles en el futuro, expresados en dólares, son similares (USD: 0,016 vs 0,017 para potencial y secano respectivamente). Es necesario aclarar que si bien el análisis no incluye la sección económica del sistema productivo, si se observarían diferencias monetarias a consecuencia de la mayor producción animal en el producción potencial a causa de la mayor disponibilidad de alimento.

En la Fig. 8.2 se evidencia el mayor impacto de la producción en secano sobre el recurso, una de las razones puede ser por el aporte de fertilizantes en el sistema potencial aumentando la producción y calidad del pasto, favoreciendo los procesos de mineralización en suelo, incrementando la capacidad de soporte y prolongando su capacidad productiva, para finalmente reflejarse en la mejor respuesta animal. A su vez, estos mismos fertilizantes generan mayor cantidad de emisiones al aire, suelo y agua, afectando el ecosistema y salud humana. Finalmente, a las diferentes categorías de daños se les modifica la unidad de medida a una común, obteniendo eco-puntuación característica de cada alternativa dando una abstracción cuantitativa de la importancia del daño, siendo menor en digitaria en secano, con una puntuación de 0,108 Pt y 0.405

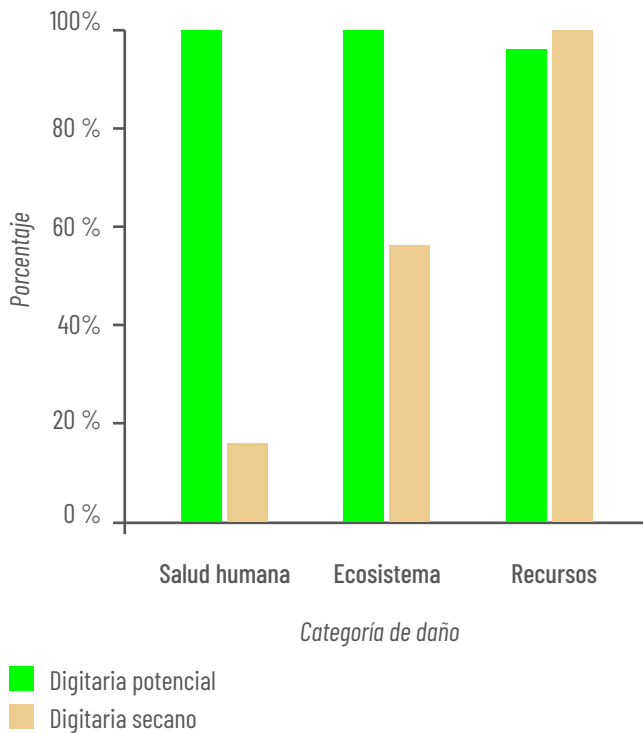


Figura 8.2: Evaluación de daño comparando 1kg de digitalia producida en seco y bajo condición potencial

Pt digitalia potencial. Esta evaluación tiene como función principal la de resumir la enorme complejidad del ambiente dinámico en una cantidad manejable de información significativa, sin embargo, un valor en sí mismo no nos dice nada y es necesario insertarlo dentro de un espacio de valores para que tenga significado.

Las discusiones sobre sostenibilidad son amplias, algunos autores dan a este concepto una connotación ética centrando la atención en la conducta humana y el deber moral a la naturaleza y a las generaciones futuras, con la mínima modificación del entorno (Beekman, 2004; Marie, 2011; Oliveira de Paula et al., 2000; Worrell y Appleby, 2000) en este sentido considerarían la producción en seco correcta. Otros autores, describen una práctica sostenible cuando los recursos necesarios para llevarla a cabo son previsibles y no se hacen cero (Faeth, 1993; Thompson y Nardone, 1999) suponiendo la producción potencial más sustentable debido a la mayor producción que generan. Esto demuestra que el análisis del sistema desde un enfoque parcial muestra resultados contrastantes. Dada la complejidad de los sistemas ganaderos, aclaramos la necesidad de considerar la interacción en diferentes ámbitos, el ganado emite GEI y las prácticas agrícolas también pueden contribuir al secuestro de GEI, la ganadería puede generar productos que sustituyen a los combustibles fósiles, y las pasturas se ven afectados por el cambio climático, son vulnerables y tendrán que adaptarse a él. Además, cuestiones como que no sólo la cantidad sino también la calidad de los recursos utilizados es importante en la medición del impacto ambiental, por ejemplo, no es lo mismo usar gra-

no comestible por el ser humano para alimentar animales, que pastos de tierras marginales, como es el caso de digitalia. En síntesis, se puede inferir que las pasturas son ecosistemas antropizados que ofrecen recursos para la alimentación de rumiantes. La sostenibilidad es indivisible, debe cumplir simultáneamente con la dimensión ambiental, social y económica, razón por lo cual se podría decir que ninguno de los dos sistemas planteados es sostenible. Si consideramos que son los extremos productivos, la sostenibilidad se alcanzaría en un equilibrio, con una menor dosis de fertilizantes y considerando las condiciones hídricas del suelo. Es necesario enfocarse simultáneamente en aspectos ambientales y económicos, por lo cual es clave el uso eficiente de insumos y prácticas adecuadas. Además, se debe considerar que este análisis ha sido realizado desde un enfoque parcial del sistema (solo la pastura) considerando indispensable adoptar una perspectiva holística que tome como unidad de análisis a la explotación en su conjunto.

Como conclusión final se destaca que los sistemas pastoriles son importantes para el desarrollo auténticamente sustentable, siendo necesario para su mantenimiento seguir investigando en los beneficios sociales, económicos y ambientales que proporcionan, estableciendo proyectos multidisciplinarios que analicen la sostenibilidad en todos sus aspectos, así como promover una política en apoyo a su mejora y conservación, basada en información real y objetiva que pueda ser monitorizada para incentivar aquellas prácticas agrícolas y ganaderas más sostenibles en el tiempo.

Bibliografía

- Beekman, V.** 2004. Sustainable development and future generations. *Journal of Agricultural & Environmental Ethics*, 17: 3-22.
- Buratti, C.; Fantozzi, M.; Barbanera, E.; Lascaro, M.; Chiorri, L.; Cecchini L.** 2017. Carbon footprint of conventional and organic beef production systems: *An Italian case study. Science of The Total Environment*. 576: 129-137.
- Desjardins, R.; Worth, D.; Dyer, J.A.; Vergés, X.; McConkey, B.G.** 2020. The Carbon Footprints of Agricultural Products in Canada. In: Muthu S. (Ed.) *Carbon Footprints. Environmental Footprints and Eco-design of Products and Processes*. Springer, Singapore.
- Faeth, P.** 1993. An economic framework for evaluating agricultural policy and the sustainability of production systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 46: 161-173.
- Frigerio, K.; Blanco, E.; Privitello, J.M.L.; Panza, A. y Frasinelli, C.** 2016. Curva de dilución e índice de nutrición nitrogenada para *Digitaria eriantha* cv. Irene bajo diferentes regímenes de agua y nitrógeno. *RIA*. 42: 175-185.
- Guinée, J.B.** 2002. Handbook on life cycle assessment, operational guide to the ISO standards. *Int J Life Cycle Assessment*. 7: 311-313.
- Hegarty, R.; Alcock, D.; Robinson, D.; Goopy, J.; Vercoe, E.** 2010. Nutritional and flock management options to reduce methane output and methane per unit product from sheep enterprises. *Animal Production Science*. 50: 1026-1033.
- Huijbregts, M.; Steinmann, Z.; Elshout, P.; Stam, G.; Verones, F.; Vieira, M.; Zijp, M.; Hollander, A.** 2016. ReCiPe2016: A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level. *Report I: Characterization*. RIVM Report 2016- 0104. National Institute for Human Health and the Environment, Bilthoven.
- Marie, M.** 2011. Evaluation of small ruminant systems sustainability. From conceptual frameworks to implementation. En: Bernués A., Boutonnet J.P., Casasús I., Chentouf M., Gabaña D., Joy M., López-Francos A., Morand-Fehr, P., Pacheco, F. *Economic, social and environmental sustainability in sheep and goat production systems*. Ed.: CIHEAM / FAO / CITADGA. Zaragoza, España. 61 -74.
- Oliveira de Paula, G. y Negrão Cavalcanti, R.** 2000. Ethics: Essence for sustainability. *Journal of Cleaner Production*. 8: 109-117.
- Privitello, M. J. L.** 2004. Evaluación comparativa de la calidad forrajera en especies subtropicales y nativas en la provincia de San Luis (Argentina). *Pastos y Forrajes*. 27: 165-176.
- Privitello, M. J. L.; Panza, A.; Frigerio, K. & Frasinelli, C.** 2009. Potencial productivo estival de *Digitaria eriantha* en el semiárido templado. *32º Congreso de Producción Animal*. 29: 583-584.
- Rossi, R.** 2011. Efecto de variables ambientales sobre el crecimiento primavero-estival de pasto llorón, *Eragrostis curvula* (Schrad) Nees, en el semiárido templado. *Trabajo Final de la carrera de Ing. Agronómica. FICES - UNSL*.
- Thompson, P.B. y Nardone, A.** 1999. Sustainable livestock production: Methodological and ethical challenges. *Livestock Production Science*. 61: 111-119.
- Torres Peña, Rosario.** 2018. Caracterización y valorización de la ganadería pastoral de pequeños rumiantes de razas autóctonas a través del análisis de su sostenibilidad y la calidad de sus productos. *Tesis Doctoral. Programa de Doctorado en Ingeniería Agraria, Alimentaria, Forestal y del Desarrollo Rural Sostenible. Universidad de Sevilla*.
- Veneciano, J.; Frasinelli, C.; Martínez Ferrer, J.; Terenti, O. y Garay, J.** 1999. 3ª Jornada Técnica sobre digigrass (*digitaria eriantha*). *Boletín EEA INTA San Luis*.
- Veneciano, J.; Frigerio, K. & Frasinelli, C.** 2006. Acumulación de forraje e indicadores de calidad en *Digitaria eriantha* cv. Irene bajo diferentes frecuencias de defoliación. *RIA*. 35: 121-133.
- Viglizzo, E.; Ricard, M.; Taboada, M.; Vazquez Amabile, G.** 2019. Reassessing the role of grazing lands in carbon-balance estimations: Meta-analysis and review; Elsevier; *Science of the Total Environment*. 661: 531- 542.
- Worrell, R. y Appleby, M.** 2000. Stewardship of natural resources: Definition, ethical and practical aspects. *Journal of Agricultural & Environmental Ethics*. 12: 263-277.
- Zervas, G. y Tsiplakou, E.** 2012. An assessment of GHG emissions from small ruminants in comparison with GHG emissions from large ruminants and monogastric livestock. *Atmospheric Environment*. 49: 13-23,

9



SUPLEMENTACIÓN INVERNAL EN PASTURAS DE CALIDAD RESTRINGIDA COMO DIGITARIA ERIANTHA DIFERIDA

Por:

Dra María Laura Guzmán^{1,2} y Dra. M. J. Liliana Privitello¹

¹Dpto. Cs. Agropecuarias-FICA-UNSL - ²EEA INTA San Luis

Salvado el problema de disponibilidad y accesibilidad del alimento en los sistemas extensivos de cría bovina, debe considerarse el problema de calidad, principalmente en los períodos de invierno y comienzo de primavera, cuando las vacas preñadas se acercan a los máximos requerimientos nutricionales (periparto) y necesitan recuperar su condición corporal para parir adecuadamente, desarrollar su glándula mamaria, amamantar un ternero de forma apropiada y reiniciar la actividad sexual lo antes posible para aumentar las posibilidades de preñez (Fig. 9.1).

Si bien *Digitaria eriantha* se caracteriza por su resistencia a las bajas temperaturas lo que les confiere una especial aptitud para ser usadas como diferidos, presenta limitantes importantes desde el punto de vista nutricional como la baja digestibilidad de la materia seca (DMS) que es menor a 55 %, menos de 6 % de proteína bruta (PB), descenso de carbohidratos solubles, beta caroteno y fósforo (Del Curto et al., 2000). En el Apartado 5 se describe el perfil nutricional de esta especie.



Figura 9.1: Suplementación en comederos (Privitello, MJL)

La proteína de la dieta usualmente se expresa como PB, engloba tanto a las proteínas verdaderas (cadenas de AA unidas por enlaces peptídicos) como al Nitrógeno No Proteico (NNP) (AA libres, ácidos nucleicos, amoníaco, urea, etc.), ambas fracciones se usan como fuente de nitrógeno (N) para la síntesis de Proteína Bruta Microbiana (PBM). El término Proteína Metabolizable (PM) hace referencia aminoácidos disponibles a nivel intestinal para ser utilizados por el animal. Estos provienen de la degradación de PB de la dieta en el rumen (transformada en proteína microbiana) y de la proteína dietaria no degradada a nivel ruminal (proteína by-pass), se emplea para designar la proteína verdadera que es digerida post-ruminalmente y absorbida como AA en el intestino delgado, actualmente los requerimientos proteicos de los rumiantes se expresan como PM (AFRC, 1993; NRC 2000, 2001). El déficit de N en el rumen reduce la síntesis de PBM y en consecuencia reduce el aporte de PM para el animal, además, actúa como factor limitante de la ingestión de energía porque deprime la digestión de la celulosa. Una deficiencia de PM en los rumiantes reduce el consumo de alimentos, la producción

y la eficiencia de conversión (Ellis y col., 2000; Leng, 1990; Leng y col., 1993). La concentración mínima de N necesaria para rumiantes que consumen dietas con digestibilidad entre 40 y 50 % debería ser de 0,8 a 1,6 %, siendo 1 % el valor más recomendado (Stritzler et al., 1983). En el caso de especies megatérmicas diferidas, debe valorarse la contribución de proteína que pueden brindar las especies nativas invernales (aproximadamente 8 - 10 %) que derivan del banco de semillas del pastizal y que fue removido para la implantación de estas pasturas, sin embargo, numerosa bibliografía (Arelovich, 2003; Laborde et al., 2001; Stafford et al., 1996) muestra que no alcanza a cubrir la demanda animal. Ensayos a campo realizados en la estación experimental de INTA San Luis demuestran que la recría de vaquillonas con *Digitaria eriantha* diferida, como único recurso forrajero, no alcanza para cubrir los requerimientos de esta categoría, obteniendo ganancia de pesos vivo diarias de: 237 g cab⁻¹ día⁻¹, - 139 g cab⁻¹ día⁻¹, - 66 gr cab⁻¹ día⁻¹ evaluadas durante 3 periodos invernales (Frasinelli y Col., 2014).

Existe una relación entre la suplementación nitrogenada y el consumo de energía, dado que, si se favorece la síntesis microbiana por medio de la suplementación proteica, se incrementa la digestibilidad, la tasa de pasaje y el consumo de materia seca (MS); de esta forma se generan mayores cantidades de productos de la fermentación ruminal disponibles para el animal (PBM y AGV) por unidad de MS consumida y por unidad de tiempo (Nocek y Russell, 1988). Los microorganismos del rumen necesitan un adecuado balance de nitrógeno - energía para realizar una eficiente digestión ruminal (Cochran et al., 1998; Galyean y Goetsch, 1993). Cuando la relación entre Nutrientes Digestibles Totales (NDT) y PB es mayor a 7, el forraje presenta déficit de N en relación a su contenido en energía y en consecuencia respondería positivamente a la suplementación proteica (Bodine y Purvis, 2003; Kunkle y Bates, 1998). Una correcta suplementación tiende a lograr dietas con una relación NDT: PB entre 4 y 6 (McCollum, 1997). El requerimiento mínimo de proteína es energético dependiente y la provisión de ambos nutrientes debe ser simultánea y distribuida en el tiempo (Stritzler et al., 1983).

Suplementar hace referencia a suministrar a los animales los nutrientes específicos para complementar una dieta base. Por lo que, la suplementación proteica, es una herramienta estratégica en el manejo del rodeo de cría sobre pasturas diferidas, clave para obtener un resultado productivo y económicamente favorable. Para que esto suceda se requieren dos factores fundamentales: primero el forraje debe ser de baja calidad, con alto contenido en fibra y bajo en pro-

teína, y segundo la oferta forrajera no debe ser limitante, (Allenden, 1981; Del Curto et al., 2000; Koster et al., 1996). La producción animal responde a la ley del nutriente más limitante, es decir aquel nutriente que satisface en menor cantidad los requerimientos del animal dicta el nivel de producción (NRC, 2000), siendo para el caso de dietas en base a pasturas diferidas la proteína. En bovinos, un programa de suplementación debe estar enfocado a suplir aquel o aquellos nutrientes que son deficientes para los microorganismos del rumen, por ello hablamos de nitrógeno, fósforo, azufre, etc. Si alguno es deficiente la actividad microbiana disminuye, la tasa de digestión ruminal se enlentece y el consumo y la digestibilidad de la dieta se deprimen reduciéndose así la respuesta animal (Van Soest, 1994; Nocek y Russell, 1988).

Para cubrir las demandas nutricionales existen diversos suplementos, materiales concentrados (energéticos, proteicos y minerales) como voluminosos (forrajes concentrados), por lo cual es necesario considerar el forraje base, el animal y los objetivos, al momento de suplementar, una elección inadecuada del tipo y/o nivel de suplementación puede acentuar el desbalance de la dieta e impactar negativamente ocasionando una respuesta negativa.

Se menciona brevemente las principales características de suplementos usados en pasturas diferidas:

Balanceados:

productos formulados por empresas (balanceados comerciales) generalmente a bases de granos, subproductos con el agregado de vitaminas y minerales, molidos y en proporciones determinadas para alcanzar u determinado valor nutricional. Los más comunes en estos sistemas extensivos son los bloques multi-nutricionales de lamer, de consumo voluntario (Fig. 9.2). Están compuestos por urea, melaza, minerales, cal, sal, y pueden tener algún otro suplemento energético también. La cal actúa como endurecedor y puede ser reemplazada por cemento. La urea representa el 6 al 8 % del bloque y la melaza el 30 a 35 %, recomendada en sistemas con alta salinidad en el agua de bebida. El uso de bloques permite lograr un nivel constante de



Figura 9.2: Bloque nutricional (Sager, RL)

amoníaco en rumen evitando excesos.

Los bloques de consistencia muy dura impiden que los animales consuman la cantidad asignada de suplemento mientras que los bloques de consistencia muy blanda tienden a desgranarse fácilmente en el campo y llevar a un sobreconsumo del mismo (Bowman y Sowell, 1997). Los balanceados caseros como una mezcla de grano de maíz y soja (50/50), 1 kg por vaca y por día, presentan complicaciones como la preparación y distribución diaria. Mezclas con NNP requieren de un acostumbramiento previo de los animales para evitar riesgos de intoxicación por urea (Sager y Molina).

Granos:

Los concentrados con baja proteína (PB Maíz: 8 - 10 %) deprimen el consumo de forraje y no mejoran la fermentación de la fibra (hidratos de carbono estructurales) por lo que no son alternativa para suplementar bovinos en forraje de bajo nivel proteico, al menos cuando se suministran en ausencia de N o proteína (Fig. 9.3). Esto se debe, por un lado, a la alta concentración en hidratos de carbono solubles que poseen y a la modificación del ambiente ruminal (disminución del pH) que su fermentación provoca y, como consecuencia, la alteración de la actividad de las bacterias celulolíticas. Por otro lado, se mantiene la deficiencia de N, el cual es utilizado prioritariamente por las bacterias amilolíticas, deprimiendo la digestión de la fibra potencialmente digestible (De León et al., 2004).



Figuras 9.3: Suplementación de vientres con grano partido (EEA INTA San Luis) (Privitello; MJL)

Subproductos industriales:

los residuos de oleaginosas (pellets de girasol: 26 al 34 % de PB, según método de extracción de grasa aplicado), de la molienda seca de cereales (afrechillo de trigo: 14 - 17 % PB) o de la molienda húmeda (gluten feed de maíz: 20 - 25 %, húmedo), solos o mezclados entre ellos y con sal común para limitar el exceso de consumo constituyen otra alternativa de suplementación (Sager y Molina). Los granos de oleaginosas y

subproductos proveen, además de proteínas, energía adicional y otros nutrientes específicos (ácidos grasos esenciales, minerales). Con ellos la respuesta animal es mayor debido a que además de la estimulación de la fermentación y el aumento en el consumo de forraje, se suma la energía suministrada por el suplemento y se logra un mejor balance de los nutrientes absorbidos (De León et al., 2004).

Forrajes conservados:

como henos de buena calidad (18-20 % PB y 65-70 % de DMS.) se pueden obtener incrementos en la digestibilidad de la dieta, a pesar de una disminución de la digestibilidad de la pared celular del forraje base (De León et al., 2004).

Forrajes verdes:

El suministro mediante pastoreos complementarios (como verdes invernales) actúa no solo aportando N y algo de energía, sino que también favorece la digestión de la fibra de la pastura base, mediante el incremento en la velocidad de colonización por parte de las bacterias celulolíticas (De León et al., 2004).

Nitrógeno no proteico (NNP):

la urea, biuret, fosfatos di y monoamonio, etc. Se encuadran en este grupo de suplementos proteicos para rumiantes. La urea es la más comúnmente empleada en la alimentación de rumiantes por su bajo costo. Es mejor aprovechada por los microorganismos del rumen con dietas altas en energía fermentescible, sin embargo, en dietas a base de forraje maduros genera un efecto adición con estímulo al consumo al favorecer el crecimiento de los microorganismos que utilizan amonio como su principal fuente de N (bacterias celulíticas principalmente) mejorando la degradabilidad de las fibras no lignificadas, tasa de pasaje y por ende el CMS. Es necesario acompañar la urea con algo de Energía (E) para balancear la relación (N-E), caso contrario se genera un desbalance entre la alta oferta de nitrógeno y la escasa y lenta entrega de energía de los hidratos de carbono estructurales produciendo una baja utilización del N, por lo que se hidrolizada en rumen muy rápidamente hasta amoníaco (NH₃) eliminándose hacia torrente sanguíneo (Bach y col., 2005; Del Curto y col., 2000). Los valores de crecimiento microbiano evidencian que la utilización del N por los microorganismos es más eficiente y que la proteína y demás componentes de las células microbianas es significativamente mayor cuando el nivel de carbohidratos no estructurales, y por ende el energético, aumenta (Garriz y López, 2002).

Es importante considerar el aporte de azufre en la dieta, generalmente se recomienda suministrar 3 g de azufre inorgánico por cada 100 g de urea (McDowell 1992). La suplementación proteica es inefectiva si la dieta presenta un déficit de azufre (Minson, 1990; Un-

derwood y Suttle, 1999).

Se debe asegurar un nivel constante de nitrógeno amoniacal en el rumen a fin de maximizar el metabolismo microbiano, la urea puede descomponerse en NH₃ más rápido que lo que las bacterias pueden convertirla en proteína. Ello dependerá, por un lado, de la frecuencia de consumo del suplemento durante el día y de la cantidad consumida, y por otro, de la fracción de NNP presente en la dieta base. En planteos de alimentación en feedlot, se puede asegurar el consumo regular de urea durante el día; pero en pastoreo, el suministro se reducirá a una o dos veces por día, provocando picos de producción de amoníaco en rumen que difícilmente puedan ser aprovechados por las bacterias dado que no se equilibraría el aporte de energía y nitrógeno. Por lo tanto, sería recomendable combinar urea con otra fuente proteica de degradación más lenta (harina de soja), agregar una fuente energética de fácil disponibilidad (granos de rápida digestión: cereales de invierno) y asegurar la completa homogeneización de la mezcla para evitar elevados picos de amoníaco ruminal. Otra manera de manejar esto, sería disminuyendo la velocidad de producción de NH₃ con fuentes de NNP de hidrólisis lenta (urea protegida) o favoreciendo el descenso del pH para disminuir la absorción de amoníaco a nivel ruminal (fosfato diamónico), entre otras formas (Kolb, 1971). A pesar de la gran importancia del amoníaco para el crecimiento de los microorganismos del rumen, no pueden nunca utilizar completamente el amoníaco presente en el rumen, ya que existe un límite en la cantidad que pueden fijar estos microorganismos. La síntesis de proteína en el rumen alcanza un máximo cuando la concentración de amoníaco en el rumen se encuentra entre 5 y 8 mg por 100 ml (Satter y Roffler, 1975).

La adaptación del animal a la dieta también limita la cantidad de urea que puede ser usada en el comienzo de la suplementación. Se establece que la retención de nitrógeno absorbido se mejora en 3 % por cada período de 10 días de suministro de urea. La máxima capacidad de los microorganismos del rumen para asimilar el amoníaco se alcanza a los 19 a 22 días de iniciar el consumo de una dieta rica en urea. Briggs (1967) recomienda que la urea usada como suplemento proteico, puede reemplazar un tercio (1/3) del total de la proteína, o componer un 3 % de la MS del concentrado o un 1 % del total de la MS de la ración.

Suplementos líquidos:

se suministran en forma de autoconsumo en lameaderos con rodillos o bateas, los ingredientes se encuentran en suspensión, tienen la ventaja de mayor operatividad y menos hora-hombre de trabajo, además pueden ser portadores de proteína verdadera y/o NNP en diferentes cantidades (Fig. 9.4: a,b). Quintans y Miller (2006), sugieren que la melaza, por su rápida

disponibilidad de energía a nivel ruminal, puede ser un buen acompañante de la urea en suplementación. Existen numerosos estudios, menciona Martin (2004), donde se experimentó la utilización de la melaza líquida con urea para adicionar N a forrajes de alta y baja calidad. Hay una amplia variedad de suplementos líquidos en la oferta comercial en la actualidad, y los mismos pueden variar significativamente en su composición química.



Figuras 9.4: a, b. Suplementación líquida (melaza + NNP) en pastoreo (Lauric, A; Torres Carbonell, C; De Leo, G)

En la región semiárida los sistemas de cría se caracterizan por un bajo nivel tecnológico y reducida mano de obra, por lo que la suplementación diaria es una tarea difícil de llevar a cabo, siendo una práctica factible de adoptar la suplementación discontinua. Existen antecedentes de que la suplementación proteica de degradabilidad ruminal, en forrajes de baja calidad, se puede realizar en forma discontinua, teniendo un impacto mínimo en el consumo de nutrientes totales o su digestión final (Bohnert et al., 2002; Atkinson et al., 2010) que se refleja en la performance animal (Farmer et al., 2001; Ludden et al., 2002). En este sentido, hay poca información cuando se consideran aspectos cualitativos de la proteína (PM, PBM, NNP) y su impacto en el consumo de nutrientes digestibles, siendo un factor clave al momento de definir las estrategias de suplementación.

La transformación de subproductos, de bajo costo, en un alimento de alto valor biológico para los seres humanos, como son carne y leche, no solo mejora significativamente el resultado económico del sistema productivo, sino también, reduce los riesgos de contaminación ambiental. En la EEA INTA San Luis (Martínez et al., 2020) se evaluó, bajo un diseño completamente aleatorizado, la performance animal mediante alternativas de suplementación estratégica (proteica) en vaquillonas pastoreando digitaria diferida. Se comparó la suplementación diaria y en días alternos (lunes, miércoles y viernes), con un subproducto a base de granos destilados de maíz en forma de macropellet (2,2 cm de diámetro por 5 cm de longitud, con 32,3 PB y 93,8% DIVMS) (Fig. 9.5: a). Previo al inicio del ensayo, se realizó un periodo de acostumbamiento

de 15 días para evaluar el comportamiento del consumo de los macropellets, la suplementación fue al 1% PV para ambos grupos homogéneos. El producto se entregó por la mañana en el suelo, lo cual constituye una ventaja al no necesitar comederos (Fig. 9.5: a,b). Se registró el peso vivo de los animales cada 15 días. Luego de cada pesada, se ajustó la suplementación según el peso vivo promedio de cada grupo y se realizó el cambio de parcela, de manera que todos los grupos (12 animales por grupo) pasaron por las 4 parcelas. No se observó diferencia significativa en la ganancia de peso vivo diaria correspondiendo $750 \text{ g} \cdot \text{día}^{-1}$ para el suministro continuo y $730 \text{ g} \cdot \text{día}^{-1}$ suministro discontinuo, determinando que la utilización de este suplemento derivado de un subproducto permitió mejorar la tasa de crecimiento en la recría de vacunos, lo que permitiría adelantar la edad del primer servicio de vaquillonas, y así acortar el periodo de producción de carne, aumentando el potencial de producción de los campos de la zona.

Resulta clave el suministro en el piso del suplemento, pero se deben considerar ciertas características como el espacio lineal (50 a 75 cm por bovino adulto y de 30 a 45 cm por ter-



Figuras 9.5: a,b. Ensayo de suplementación estratégica para recría de bovinos con subproducto a base de granos destilados de maíz (macropellet) (EEA INTA San Luis).

nero) y la altura (50 cm o más por encima del nivel del suelo) para evitar que los animales pisoteen y ensucien el suplemento (Latimori y Kloster, 1997). Por último, la elección de un subproducto, de alto volumen de generación, busca disminuir la utilización de granos que podrían ser destinados a consumo humano, y bajar los costos de la alimentación, como la contaminación ambiental.

La impactación ruminal y abomasal es una afección mundialmente conocida, pero en Argentina son escasas las descripciones de este trastorno. Esta afección se produce cuando los rumiantes consumen alimentos de baja digestibilidad, como digitaria diferida, de bajo contenido proteico y energético (Ashcroff, 1983), causando la mortandad de vacas de cría. Los signos clínicos son anorexia, pérdida de estado hasta que los animales caen sin posibilidades de incorporarse y posteriormente mueren. Relling y Mattioli (2013) han denominado a este trastorno como "indigestión por rendimiento deficiente de la flora microbiana ruminal" e indican que la reducción en la cantidad de microorganismos totales, reduce la velocidad de fermentación de los alimentos lo cual conduce a una acumulación paulatina de material sin digerir en el rumen. En general, los trastornos de impactación de origen primario se deben a la ingestión de grandes cantidades de forraje de baja calidad y puede estar o no asociada a restricción hídrica (Blikslager et al., 1995). En Norteamérica describen cuadros de impactación abomasal en vacas de cría en los meses de invierno debido al consumo de alimentos de baja calidad con poca o nula agua disponible (Hoffsis y McGuirk, 1993; Guard, 2006), siendo mayor la incidencia en vacas en gestación avanzada (Pope, 1961; Merrit & Boucher, 1967; Blikslager et al., 1995). Coincidiendo con esto, Mitchell (1991) indica que las vacas preñadas en época invernal son más propensas a desarrollar la enfermedad debido al aumento de la demanda orgánica por su estado fisiológico. Lo que pone en manifiesto que este trastorno puede ser muy frecuente en los rodeos bovinos que son mantenidos sobre pasturas diferidas, por lo cual una forma de prevención sería mejorando la calidad de la dieta a través de la suplementación proteica.

El éxito de un programa de suplementación no solo depende de la correcta elección del suplemento y de la adecuada disponibilidad de forraje, también depende de diversos factores externos que pueden llevar a que los animales no ingieran la cantidad asignada de suplemento o cambien de tal forma su conducta de pastoreo que repercuta en una pobre respuesta a la suplementación. Considerando todos los factores es clave la suplementación invernal en los rodeos de cría sobre pasturas de calidad restringida como digitaria diferida para mejorar la productividad de los sistemas.

Bibliografía

- AFRC.** 1993. Necesidades energéticas y proteicas de los rumiantes. Editorial Acribia, Zaragoza, España. 75.
- Allden, W.** 1981. Energy and protein supplements for grazing livestock. En: F. H. W. Morley (Ed.): *Grazing Ruminants*. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam. 289-307.

- Arelovich, H.** 2003. Harina de girasol como suplemento de forraje de baja calidad para bovinos. En: Usos alternativos del girasol en la alimentación animal. ASAGIR. Cuadernillo informativo N° 4. 32.
- Ashcroft, R.A.** 1983. Abomasal impaction of cattle in Saskatchewan. *Can. Vet. J.* 24. 375-380.
- Atkinson, R.L., Toone, C.D., Robinson, T.J., Harmon, D.L. and Ludden, P.A.** 2010. Effects of ruminal protein degradability and frequency of supplementation on nitrogen retention, apparent digestibility, and nutrient flux across visceral tissues in lambs fed low-quality forage. *J. Anim. Sci.* 88. 727-736.
- Bach, A.; Calsamiglia, S.; Stern, M.** 2005. Nitrogen metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.* 88 (E. Suppl.). E9-E21.
- Blikslager AT, Anderson KL, Bristol DG, Fubini SL, Anderson DE,** 1995. Abomasal impaction in cattle. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 15. 571-573.
- Bodine, T; Purvis, H.** 2003. Effects of supplemental energy and/or degradable intake protein on performance, grazing behavior, intake, digestibility, and fecal and blood indices by beef steers grazed on dormant native tallgrass prairie. *J. Anim. Sci.* 81. 304-317.
- Bohnert, D.W., Schauer, C.S., and Del Curto, T.** 2002. Influence of rumen protein degradability and supplementation frequency on performance and nitrogen use in ruminants consuming low-quality forage: Cow performance and efficiency of nitrogen use in wethers. *J. Anim. Sci.* 80. 1629-1637.
- Bowman, J; Sowell, B.** 1997. Delivery method and supplement consumption by grazing ruminants: A review. *J. Anim. Sci.* 75. 543-550.
- Briggs, M. H.** 1967. Urea as a protein supplement. 216.
- Cochran, R; Koster, H; Olson, K; Heldt, J; Mathis, C; Woods, B.** 1998. Supplemental protein sources for grazing beef cattle, *Proc. 9th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*, University of Florida, Gainesville.
- De León, M., Peuser, R., Bulaschevick, M., Boetto, C.** 2004. Suplementación de pasturas de baja calidad. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/66-sup_pas-turas_baja_calidad.pdf
- Del Curto, T; Hess, B; Huston, J; Olson, K.** 2000. Optimum supplementation strategies for beef cattle consuming low-quality roughages in the western United States, *Proc. of Am. Soc. of Anim. Sci.* 1999
- Ellis, W.; Poppi, D.; Matis, J.** 2000. Feed intake in ruminants: kinetic aspects. En: J. P. F. D'Mello (Ed.), *Farm Animal Metabolism and Nutrition*, CAB International, Wallingford. 335-363.
- Farmer, C.G., Cochran, R.C., Simms, D.D., Klevesahl, E.A., Wickersham, T.A. and Johnson, D.E.** 2001. The effects of several supplementation frequencies on forage use and the performance of beef cattle consuming dormant tall-grass prairie forage. *J. Anim. Sci.* 79. 2276-2285.
- Frasinelli, C., Panza, A. y Veneciano, J.** 2014. 1.3.1 Cría sobre pasto llorón y digitaria sin fertilización en establecimiento "Don Hernán" (Soven). En: Carlos Alberto Frasinelli y Jorge Hugo Veneciano (Eds.), *Sistemas bovinos sobre gramíneas megatérmicas perennes en San Luis*. EEA INTA. San Luis, Villa Mercedes, San Luis: Ediciones INTA
- Galyean, M.; Goetsch, A.** 1993. Utilization of forage fiber by ruminants. En: H. G. Jung, D. R. Buxton, R. D. Hatfield y J. Ralph (Eds.). *Forage cell wall structure and digestibility*, ASA-CSSA-SSSA, Madison. 33-71.
- Garriz, M. y Lopez, A.** 2002. Suplementación con nitrógeno no proteico en ruminantes. *Monografía. Cátedra de Nutrición y Alimentación Animal de la Facultad de Veterinaria de la Univ. de Bs. As.*
- Guard C.** 2006. Impactação abomasal. En: Smith BP (Ed.). *Tra-tado de Medicina Interna de Grandes Animais*. 3ª edição. Manole, São Paulo. 763-765.
- Hoffsis GF y McGuirk SM.** 1993. Abomasal impactions in cattle. En: Howard JL y Smith RA (Eds.). *Current Veterinary Therapy 3: Food Animal Practice*. WB. Saunders Company Ltd., Philadelphia, USA. 732-733.
- Kolb, E.** 1971. Microfactores en nutrición animal. 60 pág.
- Koster, H; Cochran, R; Titgemeyer, E; Vanzant, E; Abdelgadir, I; StJean, G.** 1996. Effect of increasing degradable intake protein on intake and digestion of low-quality, tall-grassprairie forage by beef cows. *J. Anim. Sci.* 74. 2473-2481
- Kunkle, W; Bates, D.** 1998. Evaluating feed purchasing options: energy, protein, and mineral supplements, *Proc. of the 47 th Annual Florida Beef Cattle Short Course*, University of Florida, Gainesville.

- Laborde, H; Amela, M.; Torrea, M; Brevedan, R. y Arelovich, H.** 2001. Sustainability of agricultural systems through protein supplementation of low quality roughages. In *Ecosystems and sustainable development, III Villacampa, Brevia y Uso*. Ed. Witt Press. Southampton, UK. 677.
- Latimori, N; Kloster, A.** 1997. Suplementación sobre pasturas de calidad. En: *Invernada bovina en zonas mixtas*, INTA Centro Regional Córdoba, pp. 93-114.
- Leng, R. A.** 1990. Factors affecting the utilization of poor quality forages by ruminants particularly under tropical conditions. *Nutr. Res. Rev.* 3. 277-303.
- Leng, R., Jessop, N.; Kanjanapruthipong, J.** 1993. Control of feed intake and the efficiency of utilisation of feed by ruminants. *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*, 12. 70-88.
- Ludden, P.A., Hess, B.W. and Nayigihugu, V.** 2002. Effects of ruminal protein degradability and supplementation frequency on lamb growth and gastrointestinal organ mass. *Proc. West. Sect. Am. Soc. Anim. Sci.* 53. 523-526.
- Martín, P.C.** 2004. La melaza en la alimentación del ganado vacuno Avances en Investigación Agropecuaria, Vol. 8, núm. 3. 1-13.
- Martínez, M.; Carosio, A.; Bengolea, A.; Guzmán M.L.; Frigerio, K.L.** 2020. Recría en pastura diferida (*Digitaria eriantha*) suplementada con macropellet derivado de la industria del maíz. *Rev. Prod. Animal*.
- McCullum, T.** 1997. Supplementation strategies for beef cattle, Texas A & M University System, *Texas Agric. Ext. Service*, Publ. B- 6067.
- McDowell, L. R.** 1992. Minerals in animal and human nutrition, *Academic Press*, 524 p.
- Merritt AM y Boucher WB.** 1967. Surgical treatment of abomasal impaction in the cow. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 150. 1115-1120.
- Minson, D.** 1990. Forage in ruminant nutrition. *Academic Press*. 483 pág.
- Mitchell KJ.** 1991. Dietary abomasal impaction in a herd of dairy replacement heifers. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 198. 1408-1409.
- Nocek, J. And Russell, J.** 1988. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. *J. Dairy Sci.* 71. 2070-2107.
- NRC.** 2000. Nutrient requirements of beef cattle, 7th Revised Edition: Update 2000, Washington D.C., *National Academy Press*. 248 pág.
- NRC.** 2001. Nutrient requirements of dairy cattle, 7th. Revised Edition, *National Academy Press*. 408 pág.
- Pope DC.** 1961. Abomasal impactation of adult cattle. *Vet. Rec.* 73. 1174-1176.
- Quintans y Miller.** 2006. Alternativas tecnológicas para enfrentar situaciones de crisis. *Adaptado de Serie Técnica 74: Buenas prácticas de manejo e impacto ambiental*. INIA, IPA, INAC y CIDA.
- Relling AE y Mattioli GA.** 2013. Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. Segunda edición. Ed. *CCB Academic Press*, Argentina. 106.
- Sager, R.L. y Molina G. INTA.** Horizonte Agropecuario en Sitio de Producción Animal
- Satter, L. and Roffler, R.** 1975. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 58. 1219-1237.
- Stafford, S., Cochran, R., Vanzant, E., Fritz, J.** 1996. Evaluation of the potential of supplements to substitute for low quality, tallgrass prairie forage. *J. Anim. Sci.* 74. 639.
- Stritzler, N.; Gallardo, M. y Gingins, M.** 1983. Suplementación nitrogenada en forrajes de baja calidad. *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol. 3, N°4. 283-309.
- Underwood, E.; Suttle, N.** 1999. The mineral nutrition of livestock, 3rd. Edition, *CAB International*. 614 pág.
- Van Soest, P.** 1994. Nutritional ecology of the ruminant. (Ed.2). Ithaca. USA. Comstock Publishing Associates.

10



AGUA DE BEBIDA PARA BOVINOS EN SITUACIÓN DE PASTOREO DE DIGITARIA ERIANTHA

Por:
Dr. Ricardo L. Sager.
Dpto. Cs. Agropecuarias-FICA-UNSL - EEA INTA San Luis

Digitaria eriantha, forrajera adaptada para condiciones extensivas y semiáridas, plantea algunos desafíos de manejo apropiados. Los parámetros de calidad nutricional de digitaria son similares en las diferentes condiciones agroecológicas de la zona semiárida central, así como los cambios regulares que se conocen a lo largo de su ciclo vegetativo.

Estos parámetros son suficientes para sostener un rodeo de cría bovina durante todo el año, sin embargo, presenta algunas limitaciones de calidad, principalmente durante el invierno, por lo que hay que monitorear su disponibilidad y chequear la evolución de la condición corporal del rodeo para realizar los ajustes que puedan ser necesarios, cambio de potreros o suplementaciones estratégicas. La cantidad, accesibilidad y calidad del agua de bebida dada por su composición química, juega un rol muy importante sobre la eficiencia productiva de los sistemas ganaderos semiáridos. Diferentes publicaciones constatan lo anterior (Sager y Casagrande, 1998; Casagrande y Sager, 2000; Sager, 2001; 2003 y 2008).

El agua de bebida en los sistemas pastoriles bovinos es el alimento indispensable que posibilita el uso de la dieta sólida. Los bovinos van a consumir alimentos en la medida que tengan agua disponible para desarrollar todos sus procesos de ingestión, degradación ruminal, digestión posruminal y excreción. Al tener un papel tan importante en el proceso, la limitación de la cantidad de agua que necesitan los animales va a impactar negativamente sobre todo estos procesos de degradación y síntesis que sufren los alimentos de los bovinos para transformarlos en productos de origen animal de alto valor biológico. Las limitaciones de cantidad y/o calidad de agua se expresarán con pobre condición corporal, bajos porcentajes de preñez y destetes, bajo peso al nacer y al destete de los terneros y otras consecuencias más indirectas, como enfermedades por deficiencias nutricionales o una mayor susceptibilidad a enfermedades infecciosas y parasitarias.

El agua de bebida muestra amplia variabilidad zonal e incluso variaciones muy significativas dentro de unidades productivas, presentando un desafío resumir las diferentes situaciones observadas. Como una guía, en la **Tabla 10.1**, se proponen valores apropiados de sólidos disueltos totales “SDT” según composición química (sales totales, aniones y elementos) del

agua de bebida para diferentes sistemas de producción bovina (Sager, 2020).

Las limitaciones por el agua de bebida se pueden dar por escasez natural de agua, baja disponibilidad por cantidad o accesibilidad o por la composición química que modifica las condiciones organolépticas y genera condiciones de estímulo o depresión para su consumo, y como consecuencia de los alimentos disponibles (Sager y Casagrande, 1998).

El agua de bebida puede reconocerse por su sabor, en **aguas dulces** (baja concentración de sólidos disueltos totales “SDT”, predominio de carbonatos y bicarbonatos), **aguas saladas** (media o alta concentraciones de cloruros) y **aguas amargas** (media o alta concentración de sulfatos). Es necesario realizar el análisis químico completo de todas las fuentes de agua existentes en los establecimientos a la que tienen acceso los animales, sean lagunas, arroyos, surgentes o de perforaciones subterráneas para identificar su calidad y planificar su distribución y aprovechamiento estacional.

El agua que contiene entre 2 y 4 g de SDT, con predominio de cloruros, es lo que regularmente se denominan **“aguas engordadoras”**, porque la experiencia indica que es con la que mejor respuesta animal se obtiene. Cualquier agua que este por debajo de ese nivel necesitará una suplementación mineral apropiada, y aquellas que estén por encima expresarán una disminución en su consumo traduciéndose en una menor respuesta en la productividad animal.

En repetidas ocasiones, se compran tierras para producción ganadera por su valor, accesibilidad, calidad de suelo y/o condiciones agroecológicas en general y sólo se consulta si hay agua, sin preocuparse por su calidad y caudal disponible. Se continúa invirtiendo en el desarrollo del sistema ganadero y recién, después de ver que los resultados productivos no responden a los planificados, se empieza a considerar la calidad de agua de bebida. Muchas veces porque no hay otra

Tabla 10.1: Parámetros químicos del agua de bebida considerados más apropiados para producción de carne y leche. (Sager, R.L. elaboración propia 2020)

Parámetro	Cría Bovina	Tambo Bovino	Inverna da Bovinos	Engorde a Corral
Sales Totales	2 - 4 g/L	Hasta 2 g/L	2 - 4 g/L	Hasta 2 g/L
Sulfatos	< 0,5 g/L	< 0,5 g/L	< 0,5 g/L	< 0,5 g/L
Cloruros	2 - 4 g/L	Hasta 2 g/L	2 - 4 g/L	Hasta 2 g/L
Mg	< 0,500 g/L	< 0,250 g/L	< 0,250 g/L	< 0,250 g/L
Nitratos	< 200 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm	< 100 ppm
Flúor	< 1,5 ppm	< 1,5 ppm	< 1,5 ppm	< 1,5 ppm
Arsénico	< 0,2 ppm	< 0,2 ppm	< 0,2 ppm	< 0,2 ppm

fuentes, otras porque son muy costosos los procesos para mejorar su calidad, lo cual hace que estos sistemas presenten escasa o nula sustentabilidad.

Hay muchas tierras disponibles cuya agua de bebida es de alta salinidad, más de 7 g de SDT/l, donde con el tiempo los animales se adaptan o sobreviven, pero con baja capacidad productiva, bajos porcentajes de preñez y baja condición corporal principalmente en verano. Es decir, poco se puede mejorar con genética animal o pasturas mejoradas porque cuanto mayor presión se ponga al sistema productivo, menor respuesta animal se obtendrá.

Con esta idea, se analizarán situaciones de calidad de agua por debajo de los 2 g de SDT/l, entre 2 y 4 g de SDT/l y de

4 a 8 g de SDT/l y recomendaciones de manejo para cuando se pastorean recursos forrajeros como *Digitaria eriantha* (Fig. 10.1). El esquema hace referencia a respuestas productivas que tienden a ser similares en los distintos sistemas de producción (Cría: índices de producción, condición corporal - Invernada: aumento diario de peso vivo - Tambo: producción láctea), lo que cambia es el producto y la magnitud de la respuesta para cada situación de calidad planteada, siendo esta última de estímulo o depresión (flechas en concordancia con curva). En cuanto a los tipos de agua, indica la concentración de SDT que puede presentarse. En este apartado, se acentuará el análisis para sistemas de cría en base a digitaria.

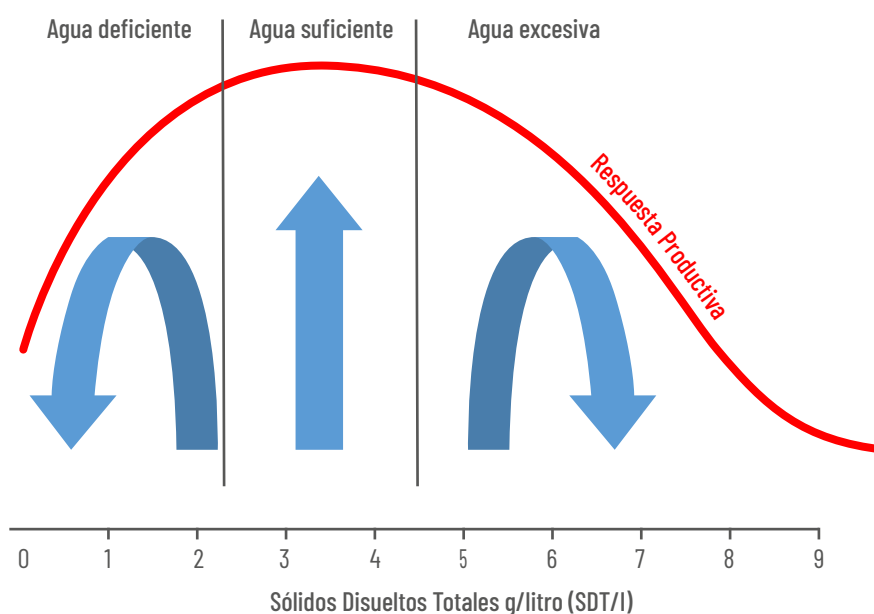


Figura 10.1: Respuesta animal a la calidad de agua

Condiciones de agua de bebida por debajo de 2 g SDT/l

La sugerencia es que se asignen a los rodeos bateas con sal (Cloruro de Na) para consumo voluntario durante todo el año. Esta simple suplementación estimula el consumo de forraje y de agua de bebida y ayuda en los períodos calurosos a mantener los animales mejor hidratados.

El consumo estimado de vacas adultas en estado reproductivo puede variar entre 150 y 250 g de sal por animal y por día. No se necesita adaptar los animales a su consumo y seguramente habrá un alto consumo inicial e irá disminuyendo con el tiempo (30 - 60 días) hasta estabilizarse en los niveles sugeridos. La principal precaución es que no debe faltar el

agua de bebida, si falta, la respuesta productiva animal decae. Para esto es conveniente dejar establecido en los potreros de digitaria, pequeños techos debajo de los que se pueden poner las bateas de suplemento y protegerla de la lluvia. Estas pequeñas construcciones pueden servir también de depósito temporario de suplementos permitiendo reponer productos con facilidad (Fig. 10.2 y 10.3).

La simple suplementación anual mencionada, puede servir de vehículo para la administración de nitrógeno no proteico (urea) durante los meses de consumo del forraje diferido y de magnesio si fuera necesario también durante períodos

invernales. En estos casos los animales deben ser adaptados al consumo de urea, iniciando con un 30 % de la asignación planificada e ir aumentando hasta el 100 % en un plazo de 20 - 30 días. Como precaución, no debe faltar agua de bebida y si se interrumpe la administración de urea por 4 - 5 días seguidos, iniciar la adaptación otra vez, aunque se puede llegar al máximo asignado en alrededor de 10 - 15 días.



Figura 10.2: Bateas de suplemento de uso múltiple, mineral permanente o creep feeding. (Azul, Bs. As.) (Poklepovic, S)



Figura 10.3: Techo bajo el cual se ubican bateas de suplemento (San Ignacio, Prov. Velasco, Bolivia) (Harrison, G)

Condiciones de agua de bebida con 2 y 4 g de SDT/l

Con “aguas engordadoras”, el consumo de digitaria fresca durante períodos cálidos puede no necesitar ninguna suplementación adicional, sin embargo, podría incorporarse como práctica regular el ofrecer sal (ClNa) a voluntad como en la situación anterior, aunque seguramente los animales van a consumir menos cantidad diaria. No es necesario adaptarlos para su consumo, y se debe cuidar de que haya abundante agua a disposición de estos para obtener altas respuestas productivas. La suplementación con sal también puede ser usada como vehículo de nitrógeno no proteico y magnesio de consumo oral voluntario, con las mismas recomendaciones y atenciones e igual adaptación y disponibilidad de agua que las ya expresadas.

Condiciones de agua con 4 y 8 g de SDT/l

Con estos niveles de SDT/l los animales se restringen voluntariamente y manifiestan una disminución de consumo de agua y como consecuencia de forrajes, especialmente en la condición de diferido. Muchas veces los rodeos de vacas en estas condiciones, se ven con mejor condición corporal durante los períodos fríos, porque necesitan menos volumen de agua diaria (vaca seca y gestante) y en consecuencia reducen el impacto negativo de la alta salinidad del agua de bebida. Estos animales requieren suplementación nutricional (principalmente proteica) durante periodos más prolongados, de 3 a 5 meses, pero por la alta salinidad del agua de bebida, el uso de sal (cloruro de Na) como en las condiciones anteriores, no es una solución dado que no se verían estimulados a consumirla. Para el caso en que se supere el nivel de 8 g de SDT/l de agua, todo lo descrito anteriormente empeorará. En digitaria diferida al invierno, se hace necesaria la suplementación proteica con atractivos “dulces” (Sager y González Anta, 1994, 1995 y 1998) como puede ser la melaza mezclada y compactada con nitrógeno no proteico (urea), algunos mi-

nerales y vitaminas. Se ofrecen también a voluntad y, dependiendo de la formulación, su consumo puede oscilar entre 300 y 600 g por animal y por día. Son suplementos más costosos, pero si se administran apropiadamente, pueden impactar muy significativamente en los parámetros productivos de los rodeos, aumento de tasa de preñez y porcentaje y peso de terneros de destete. No es necesario adaptar los animales, lo van haciendo con los días, y por lo general toma entre 20 y 30 días obtener el consumo máximo. Su administración debe ser permanente durante el periodo planificado sin que se produzcan cortes de suministro de más de 3 - 4 días porque esto genera un retroceso en el desarrollo de la actividad microbiana ruminal. El período ideal de suplementación es desde 2 meses antes del inicio de la parición hasta un mes después de iniciada (3 meses total). Se debe asegurar una suficiente disponibilidad forrajera porque esta suplementación estimula mucho el consumo de forraje, aspecto importante a considerar si se pretende mantener una carga animal estable. Esta última recomendación, asegurar la disponibilidad de materia seca, también es aplicable a las demás condiciones de salinidad de agua y se refiere a que sea accesible para las vacas. La accesibilidad, en períodos críticos invernales, está dada por la distancia al agua de bebida. Abundantes trabajos se están realizando en la zona donde como dato sugerido, la aguada debe estar disponible a una distancia no mayor a los 2000 metros para que las vacas accedan diariamente a la misma y a los forrajes sin aumentar el gasto de desplazamiento y pastoreo. Es una situación común observar en potreros de grandes dimensiones, en extremos opuestos y distantes de la aguada, que la disponibilidad forrajera sea muy buena, cuando en un área de alrededor de 1000 m de la aguada la disponibilidad forrajera es inexistente con alta cantidad de bostas secas y mucho pisoteo de los animales (Apartado 7). El comentario es "las vacas se amontonan cerca del agua, están con baja condición corporal y hay comida en el potrero". Esta situación se corrige, ajustando la carga animal a la disponibilidad forrajera dentro de este radio de 2000 m desde la aguada o incorporando alguna aguada extra según las características del potrero y es aplicable a todas las calidades de agua de bebida.

El pastoreo animal sustentable, que beneficie al ambiente y al animal es un equilibrio difícil de conseguir porque involucra como mínimo a 5 componentes principales, el animal, el forraje, el agua de bebida, las condiciones ambientales y las pautas de manejo del sistema implementado por el hombre. Son por ende sistemas complejos y de lenta respuesta, por lo que se hace necesario planificar mucho, medir apropiadamente y ejecutar con precisión.

Bibliografía

- Casagrande, H y Sager, R. L.** 2000. Efecto de la composición salina del agua de bebida sobre la evolución de peso vivo de bovinos. 23º Congreso Argentino de Producción Animal. Corrientes. Argentina.
- Sager, R.L.** 2001. Calidad de Agua de Bebida. En: *Invernada - Cuaderno de Actualización Técnica* N° 64. ISSN 1514-1276. Editorial: AACREA. Vol. 64. 110-119.
- Sager, R.L.** 2003. Calidad de agua y desbalances minerales. En: *Cría Vacuna - Cuaderno de Actualización Técnica* N° 66. ISSN 1514-1276. Editorial: AACREA. Volumen 66. 62-67.
- Sager, R.L. y Casagrande H.** 1998. Efecto de la salinidad del agua de bebida sobre el consumo y la digestibilidad de heno de Pasto llorón (*Eragostris curvula*) y Alfalfa (*Medicago sativa*). *Investigación Agraria: Producción y Sanidad Anima*. Vol. 13, N° 1, 2 y 3. 69-75. España.
- Sager, R.L. y González Anta G.** 1994. Suplementación de pasturas de baja calidad durante el período invernal. *Marca Líquida*, Año IV, N° 36. 27-28.
- Sager, R.L. y González Anta G.** 1995. Suplementación de pasturas de baja calidad durante el periodo invernal. *Gaceta Agronómica*, Vol. XV, N° 85. 198-202.
- Sager, R.L.; González Anta G.** 1998. Suplementación de Pasturas de baja calidad durante el período invernal. *Informe Ganadero* N° 318. 18-19.
- Sager, R.L.** 2008. Agua de bebida y riesgos de deficiencias de minerales en bovinos. En: Gabutti, E.G., Privitello, M.J., Barbosa, O.A (Eds.), *El Caldenal Puntano, caracterización ecológica y utilización sustentable*. ISBN 978-987-23372-8-4. 79-85

11



PAUTAS Y HERRAMIENTAS DE MANEJO DEL RODEO DE CRÍA BOVINA

Sistemas de cría en el centro-sur
y centro-este de San Luis.

Por:

Ing. Esp. Sergio Tulio Rosa.

Dpto. Cs. Agropecuarias-FICA-UNSL

En la geografía provincial existen ambientes con manejos diferenciados entre sí para la producción de carne bovina. Prácticamente la totalidad de los establecimientos de secano realizan ganadería sobre campo natural. Según Frasinelli et al. en idia XXI y Frasinelli et al. (2003), San Luis presenta 4 regiones ganaderas: oriental (I), occidental-sur (II), Norte (III) y serrana (IV), ocupando el 30 %, 34 %, 31 % y 5 % de la superficie provincial respectivamente.

Los sistemas predominantes en la región I son cría, recría e internada, y en las tres últimas regiones ganaderas existe preponderancia de la actividad cría (Fig. 11.1).

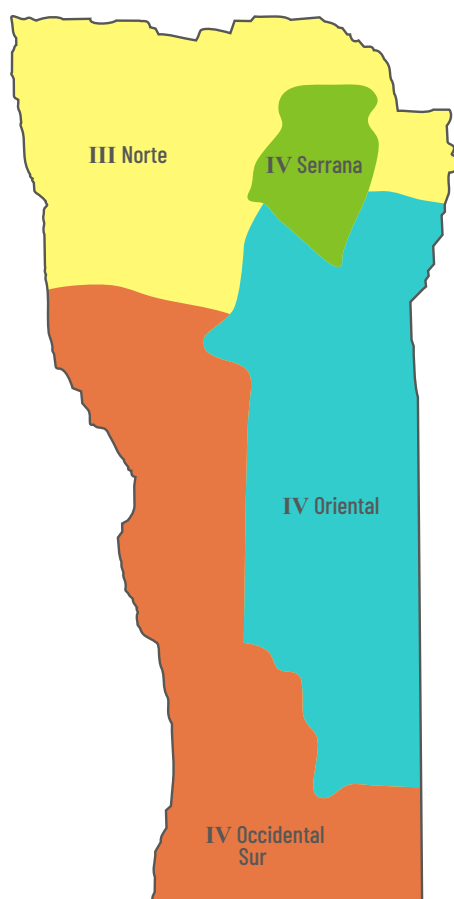


Figura 11.1: Grandes regiones ganaderas de San Luis (Adaptado de Veneciano, 1998, citado por Frasinelli et al. en idia XXI y Frasinelli et al., 2003)

El sur provincial abarca gran parte de las dos primeras regiones. La I está conformada, principalmente, por la formación vegetal del caldenal y parte de los pastizales pampeanos que han sido progresivamente reemplazados por sistemas agrícola-ganaderos por tener suelos más fértiles y estructurados (Frasinelli et al. en idia XXI, Frasinelli et al., 2003). Dicha región contiene poco más del 50 % de las existencias bovinas de la provincia, y un porcentaje ligeramente inferior de la categoría vacas. (Veneciano, 2016). Existen problemas de erosión física y química (pérdida de fertilidad edáfica), altos costos de producción y bajos niveles de ganancia diaria de peso vivo), que al prolongar el engorde incide negativamente en la eficiencia del proceso. Se han postulado una serie de sistemas mejorados para la cría y la recría de bovinos sobre la base de un estricto manejo sanitario y nutricional del rodeo -incluyendo el uso de la suplementación estratégica-, mejora

sustancial de los índices de procreo, y utilización creciente de pasturas plurianuales sobre la base de gramíneas, atribuyendo a estas especies un rol significativo en la disminución de los riesgos de erosión, mejoramiento progresivo de la estructura edáfica, reducción de los costos de producción y una importante contribución al manejo racional del pastizal, que determina mayor productividad del recurso, premisas que pueden ser aplicables a todo el territorio provincial (Frasinelli y Stritzler 2003, citados por Veneciano, 2016).

En la región II, coexisten tres formaciones vegetales: el bosque bajo de algarrobo, arbustal de jarilla y chañar, la porción occidental del área medanosa con pastizales e isletas de chañar y el bosque de caldén en el sur-este. Los suelos se caracterizan por presentar severa erosión eólica, baja capacidad de retención de humedad y bajo contenido de materia orgánica (Frasinelli et al. en idia XXI, Frasinelli et al., 2003). En esta región (ganadería sobre base pastoril de pastizal y gramíneas megatérmicas cultivadas), el subsector sur es caracterizado por cierta actividad de ciclo completo, y el resto con predominio de sistemas de cría, sobre la base de pastizal con proporciones reducidas de pasturas cultivadas. Contiene alrededor del 30 % de los vacunos de la provincia, y una proporción similar de la categoría vacas. Existen deficiencias en el manejo del rodeo y en especial del pastizal natural. Se han propuesto sistemas mejorados a partir de la implementación de descansos programados en el pastizal y un mayor protagonismo de las gramíneas cultivadas plurianuales (Veneciano, 2016). Los establecimientos San Bernardo y la Maleva pertenecen a esta región, mientras que el Tapayo a la región ganadera I (modelos en Apartado 13).

El sur provincial se caracteriza por ser propicio, en mayor o menor grado, para el cultivo de digitaria, práctica tecnológica que permite conformar sistemas ganaderos simples, rentables, estables y conservar recursos naturales como el suelo y los pastizales naturales. Este apartado hace referencia a algunas pautas y herramientas de manejo del rodeo de cría que deben considerarse al realizar presupuestaciones o planificaciones forrajeras para sistemas de cría bovina que se ubiquen en dichas regiones ganaderas (Apartado 12). Con el mismo fin se comentan experiencias, surgidas de investigaciones realizadas por INTA San Luis, visitas a establecimientos ganaderos y propias, referidas a alternativas de oferta forrajera para potenciar la producción de carne en los ambientes centro-sur y centro-este de San Luis, aptos para el cultivo de digitaria en San Luis.

Pautas y herramientas de manejo del rodeo de cría

Para la presupuestación forrajera de un sistema se debe describir el componente animal, entre otros más, considerando la composición del rodeo y su dinámica anual, raza y factores

de manejo como la reposición de vientres, momento de servicio de vaquillonas, condición corporal y épocas de destete, servicio y parición.

Composición del rodeo: Categorías del sistema de cría

La integración básica del rodeo de cría comprende a toros, vacas, vaquillonas y, como productos inmediatos, los terneros. Los toros constituyen sólo una pequeña fracción del rodeo, por lo general 3 a 7 toros por cada 100 vacas, porcentaje que varía en función de las condiciones de producción (tamaño de potreros, topografía, presencia de monte, etc.). El nombre genérico de vacas se aplica a las hembras adultas que ya han tenido cría por lo menos una vez. Ese nombre genérico se acompaña de un calificativo que designa con mayor precisión el estado fisiológico de la misma. Vaca preñada es la que gesta un ternero, y vaca vacía la que no lo hace. Vaca lactando o en lactancia es la que está amamantando a su cría, y vaca seca la que no está criando al ternero y por lo tanto no produce leche. Las vaquillonas son las hembras desde aproximadamente un año de edad (inicio de ciclado) hasta la primera parición, y se las designa como vaquillonas de reposición si su finalidad es integrar el plantel reproductivo. Terneros al pie de la madre o mamones son las crías amamantadas por las vacas (Veneciano y Frasinelli, 2014). Después de separados de sus madres pasan a ser novillitos o vaquillonas, según el sexo. Las vaquillonas hasta aproximadamente el año de edad se las denomina "R1" y desde el año hasta la parición "R2". Las vacas de descarte o refugio, son todas las hembras adultas que ya no se destinarán a la reproducción. Los criterios para refugar las vacas pueden estar determinados por varias causas entre las cuales se destacan la edad, diagnóstico de preñez, condición sanitaria (problemas al parto, enfermedades en general, etc.), defectos físicos, poca habilidad materna y decisiones particulares del productor (Saravia et al., 2011). Las vacas CUT (cría último ternero) o UP (última parición) son animales de refugio.

Reposición de vientres

Para mantener el rodeo con un número estable de vientres se deben reponer los animales dados de baja (Veneciano y Frasinelli, 2014). Estas bajas son generadas al hacer uso de algunas herramientas de manejo como el diagnóstico de preñez y boqueo, y por otras causas de refugio (muertes, ventas, enfermedades, etc.).

La reposición puede efectuarse con vaquillonas de la propia

producción, o por compra de vaquillonas para entorar o con preñez garantida. Con animales de la propia producción se conoce en detalle su historia, particularmente lo atinente a sanidad y la selección por fertilidad (Veneciano y Frasinelli, 2014). Los porcentajes de reposición son variables en función de las causas mencionadas y también de la edad de primer servicio de la vaquillona (15 -20 %).

Servicio de vaquillonas

El primer servicio de las vaquillonas puede realizarse a tres edades: 15, 20 y 27 meses. Esto depende de la base forrajera que disponga el sistema ganadero. Son tres realidades muy diferentes que plantean distintos aumentos diarios de peso (ADPV) en la etapa de recría, a fin de que estos vientres alcancen al momento del primer servicio alrededor del 70 % del peso vivo de la vaca madre adulta (sujeto al frame). En razas británicas con un frame mediano el peso adulto es de aproximadamente 440 kg, mientras que un frame mayor pesan 480 - 500 kg, distinto es para las razas continentales o cruzas indicas de gran porte que alcanzan los 500 - 550 kg. Servicios a los 15 meses de edad deben lograr ADPV próximos a 650 - 700 g/día, mientras que a los 20 meses entre 450 - 500 g/día y a los 27 meses solo de 400 g/día promedio. Sin duda, la posibilidad o no de contar con recursos forrajeros de alta calidad y disponibilidad permitirán intensificar aún más el sistema y definir el tipo de servicio que puede implementarse. Previo a la toma de esta decisión, es muy importante planificar una correcta alimentación posterior al servicio de las futuras madres, sabiendo que al momento del parto deberán tener aproximadamente un 85% del PV de las madres adultas y, posteriormente, continuar con un buen ajuste nutricional en su primera lactancia a los fines de criar bien el ternero, completar su propio crecimiento y estar en condiciones de volver a preñarse en el próximo servicio.

Condición Corporal (CC)

Para la determinación de la CC se utilizan tablas con valores de 1 a 5 (Van Niekerk y Louw 1982, citado por Frasinelli et al., 2004), sabiendo que ésta es una apreciación subjetiva que se lleva a cabo a través de la observación y/o palpación de ciertos puntos del animal (apófisis transversas y espinosas, costillas, punta de cadera, base de cola y paleta) (Fig. 11.2 y 11.3). Para un mejor manejo de cualquier sistema de cría se debe lograr, a lo largo del año, una CC aproximada de 3, sobre todo en los momentos de mayor requerimiento que corresponden a los 45 días parto y 75 días posparto.

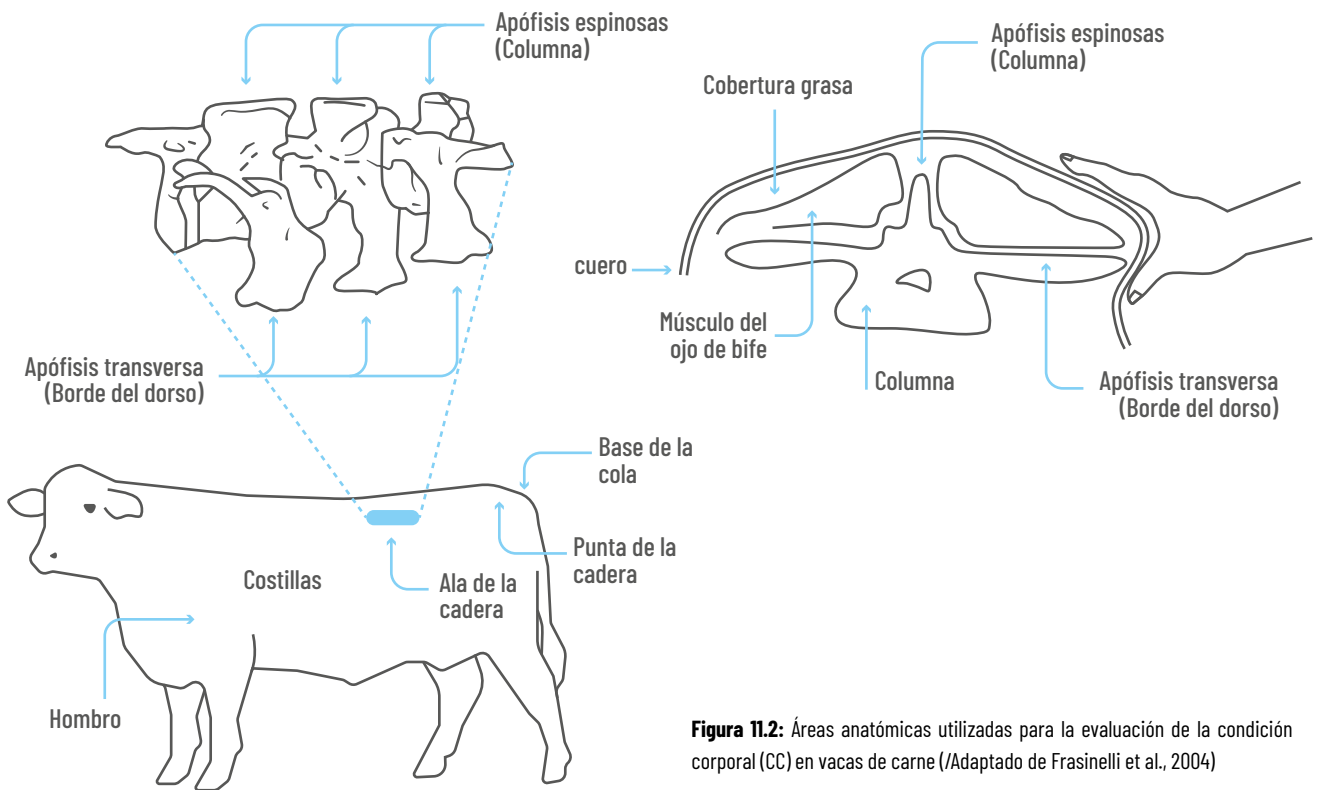


Figura 11.2: Áreas anatómicas utilizadas para la evaluación de la condición corporal (CC) en vacas de carne (Adaptado de Frasinelli et al., 2004)

Grado de condición corporal	Vértebra en la espalda	Aspecto posterior del hueso pélvico	Aspecto lateral de la línea entre las caderas	Cavidad entre cola y la tuberosidad isquiática	
				Aspecto posterior	Aspecto lateral
1 Subcondicionamiento severo					
2 Esqueleto obvio					
3 Buen balance de esqueleto y tejidos superficiales					
4 Esqueleto no tan obvio como tejidos superficiales					
5 Sobrecondicionamiento severo					

Figura 11.3: Grados de condición corporal (Adaptado de: Edmonton et al., 1989, citado por Frasinelli et al., 2004).

Destete

Una herramienta muy importante en el manejo de los sistemas de cría, es el destete (interrupción de la lactancia) y se los clasifica como:

1. Destete Hiperprecoz
2. Destete Precoz
3. Destete Anticipado
4. Destete Tradicional

El destete hiperprecoz se realiza a los 30 días de vida del ternero, con aproximadamente 45 kg de PV. Se realiza ante una situación extrema de CC de los vientres al momento del parto por baja disponibilidad de forraje. El objetivo es preservar tanto la producción actual (mayor PV del ternero respecto al que le correspondería en un destete tradicional, como así también menor mortalidad) como la producción futura (mejor porcentaje de preñez en el próximo servicio). Resulta una técnica de alto costo (principalmente por alimentación) y de manejo estricto.

El destete precoz se realiza a los 60 días de vida del ternero, con aproximadamente 70 - 80 kg de PV. Este se plantea ante una baja CC o con balance energético negativo de los vientres al momento del inicio del servicio. Cortar la lactancia genera una mayor ovulación, producto de la activación del eje hipotálamo-hipofisario por interrupción de la prolactina, activándose la ciclicidad de la hembra y por ende la posibilidad de preñez.

En estos dos tipos de destete se debe tener en cuenta que el ternero es un lactante exclusivo donde todavía no ha desarrollado correctamente su rumen y por lo tanto la alimentación se restringe a alimentos especialmente formulados y manejo muy especial con personal capacitado e instalaciones apropiadas, no debe improvisarse.

El destete anticipado se realiza con un ternero de 120 días de aproximadamente 110 -120 kg de PV que ya se comporta como rumiante. En este caso, el recurso forrajero brinda un aporte de MS importante en su dieta. Es más sencillo de ejecutar, y se plantea fundamentalmente cuando CC de los vientres, durante el verano, puede verse afectada por una escasa disponibilidad de forraje por inclemencias climáticas (sequía, incendio, etc.).

El destete tradicional es el que se hace a los 150 - 180 días de vida del ternero que tendrá 150 y 160 kg de PV, dependiendo de la CC de las madres y de la base forrajera de otoño que aportará el resto de los nutrientes requeridos por el ternero. A esta edad, el aporte de la leche materna es mínimo y la lactancia se interrumpe observando CC de la madre que deberá sobrellevar la peor de las estaciones del año (invierno), caracterizada por su déficit en calidad y disponibilidad forrajera.

El destete hiperprecoz, precoz o anticipado se hacen en función de la madre, mientras que el tradicional, si bien afecta a ambos, está orientado a las necesidades del ternero.

Sistemas ganaderos en ambientes de las regiones ganaderas I y II

Tanto la caracterización y las pautas de manejo de los recursos forrajeros como del ganado de un ambiente determinado, entre otros factores intervinientes en la planificación forrajera, permiten definir y gestionar el sistema productivo.

Sector Centro-Sur

Este sector comprende gran parte del área 1 y partes del área 2 (centro y sur) de las Formaciones Vegetales de San Luis (Anderson, 1970, Fig. 11.4) y se extiende dentro de las regiones ganaderas I y II. Se ubica sobre una línea imaginaria entre las localidades de Granville, Fraga y Liborio Luna, y desde allí al sur exceptuando el sector oriental de la provincia. Los límites están dados por las Rutas Nacionales N°7 y N° 188 al norte y sur provincial, y las Rutas Provinciales N° 3 y N° 55 al oeste y este (Fig. 11.5).

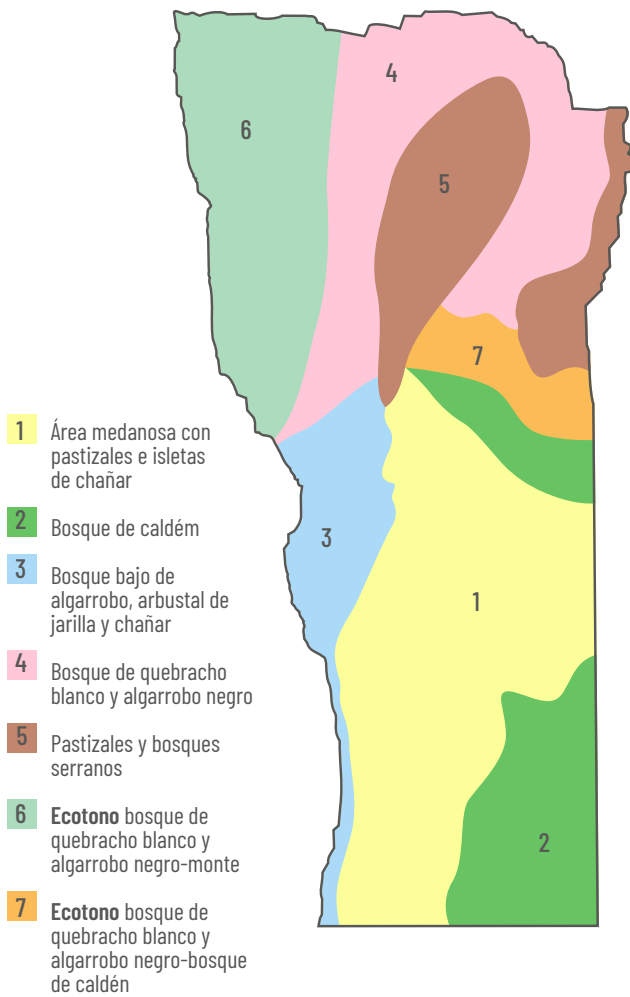


Figura 11.4: Formaciones Vegetales de San Luis (Anderson et al., 1970)

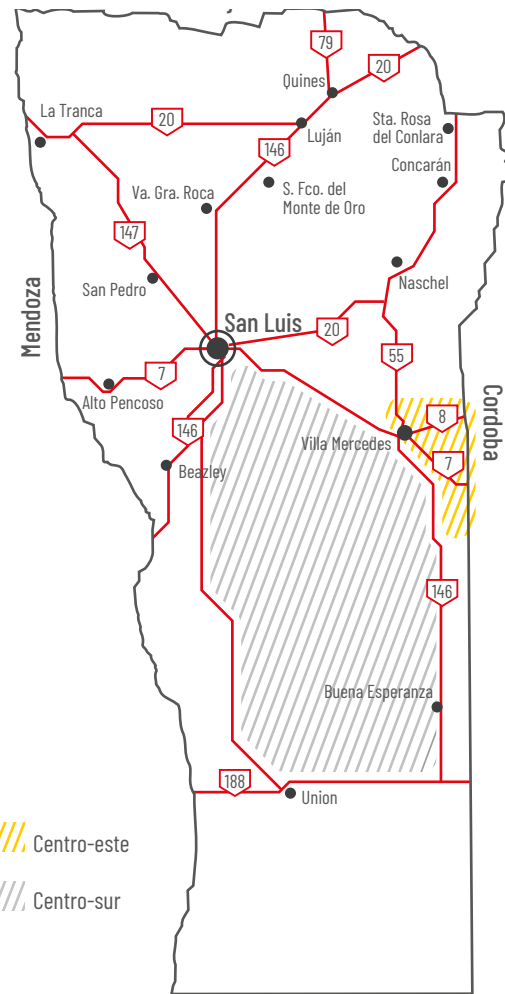


Figura 11.5: Sectores centro-sur y centro-este de San Luis

La base forrajera de los sistemas de cría está integrada por pastizales naturales, en este caso y a diferencia del nor-este provincial son de composición mixta (especies tanto de crecimiento invernal como estival), especies megatérmicas implantadas largamente perennes como *Eragrostis curvula* (pasto llorón) (Fig. 11.6), *Digitaria eriantha* (digitaria), *Panicum coloratum* (mijo perenne) y en algunos sitios la posibilidad de realizar algún cultivo anual (verdeos de invierno y/o verano). Cabe destacar que, en muchos sitios, también se desarrollan sistemas agrícolas que aplican rotaciones con gramíneas y leguminosas (Fig. 11.7 y 11.8), como así también de recría y terminación de bovinos de carne (Fig.11.9).



Figura 11.6: Pastoreo de pasto llorón en sistema de cría. Transición área medanosa - caldenal (San Luis) (Rosa, ST)



Figuras 11.7: Cultivo agrícola de maíz (Rosa, ST).



Fig. 11.8: Cultivo agrícola de soja (Rosa, ST).



Figura 11.9: Feed Lot "El Piquiyi" (Rosa, ST)

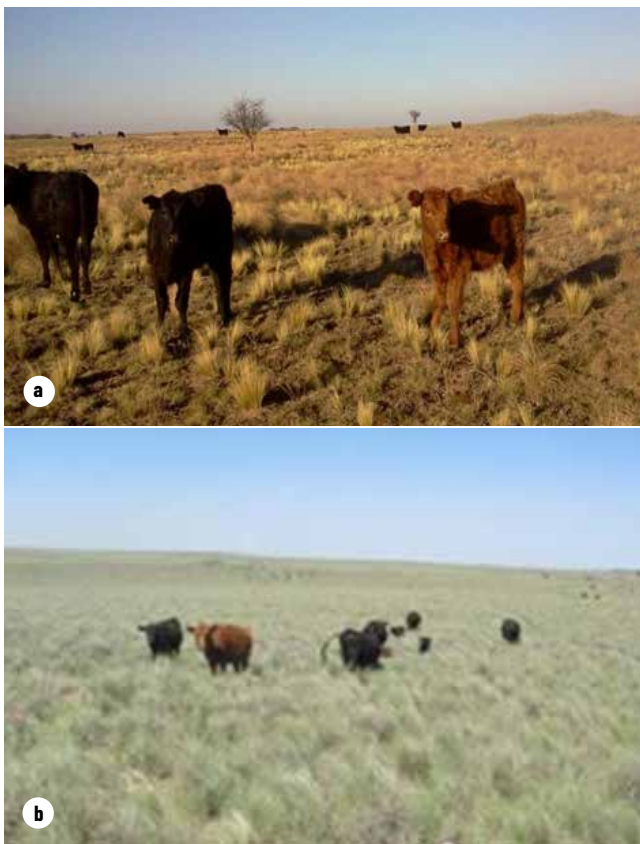
De las especies megatérmicas mencionadas, pasto llorón fue la primera que se incorporó en esta región, fines de la década del 50, con un propósito inicial de fijar médanos y ante los buenos atributos de esta forrajera, rápidamente se lo combinó con el pastizal natural para mejorar sustancialmente los índices productivos y económicos de los sistemas de cría. Esto permitió un incremento de la carga animal, una mejora en la CC de los vientres y un mejor manejo de los pastizales (programación de épocas de uso y descanso). De esta manera, se realizaron diferentes planteos de alimentación combinando estos dos recursos forrajeros. Se implementaron estructuras forrajeras muy simples, pasto llorón en la etapa de crecimiento (noviembre hasta mayo) y pastizal natural el resto del año, sometiendo a este último a un buen descanso en el momento de crecimiento de las especies estivales lo que a través del tiempo llevó a la "veranización" del pastizal. Por lo que se planteó el uso alternado del pasto llorón durante noviembre-enero y del pastizal natural en febrero-marzo para que los vientres, destetados y fuera de la época de servicio (menores requerimientos), pastoreen los excedentes del pasto llorón en abril-junio, reservando de esta manera el pastizal de buena calidad y disponibilidad para el periodo de mayor requerimiento de los vientres (julio-octubre) y mitigando su "veranización".

Con el paso del tiempo, se evaluó la necesidad de mejorar la alimentación de los vientres en la etapa invernal, segundo

tercio de gestación hasta el momento del parto, esta mejora requería de mayor disponibilidad y calidad forrajera a fin de asegurar una buena CC (3 o más) e incrementar sustancialmente la carga animal de los sistemas, con el propósito de acrecentar la producción de terneros y rentabilidad por unidad de superficie. Para esto, a través de un convenio privado entre la EEA INTA San Luis y Forrajeras Avanzadas S.A se trabajó en la introducción de gramíneas megatérmicas, entre las que se destacó *Digitaria eriantha*.

Para lograr los objetivos productivos planteados, a fines del siglo pasado (década del 90) comenzó la introducción de digitaria, conformando con pasto llorón y el pastizal natural una excelente combinación forrajera para estos sistemas. En la región centro-sur de San Luis, esta pastura logró solucionar los grandes baches forrajeros invernales que hasta ese momento eran cubiertos por el pastizal que, generalmente, produce entre 500 - 800 kg MS.ha⁻¹ (Marchi y col., 1989). Los pastizales del área medanosa dominados por paja amarga (*Elionurus muticus*) presentan variabilidad en su producción (condición utilitaria buena: 1.000 kg MS.ha⁻¹ y condición utilitaria regular: 700 kg MS.ha⁻¹ de forrajimasa). Las planicies intermedanasas tienen una abundante presencia de especies forrajeras de ciclo invernal, mientras que en las lomadas arenosas la producción de especies invernales alcanza valores muy bajos (5%). Estos pastizales poseen limitada proporción de especies invernales y la productividad anual total alcanza

los 200 kg MS.ha⁻¹ de forrajimasa. (Fig. 11.10: a,b) Los pajonales de *Nassella tenuissima* provienen de una sucesión secundaria por labranza y abandono de tierras y en algunos casos presentan abundancia de especies invernales (600 kg MS.ha⁻¹) de alto valor forrajero (*Piptochaetium napostaense*, *Nassella tenuis* y *Poa ligularis*) (Aguilera, 2003). En una zona de transición entre el bosque de caldén y el área medanosa se determinó una producción acumulada (agosto a febrero) de especies forrajeras estivales de 900 kg MS.ha⁻¹ y de invernales forrajeras de 350 kg MS.ha⁻¹ (Privitello, 2008).



Figuras 11.10: a, b. Sistemas de cría en pastizales degradados (a: Don Ubaldo y b: Don Hernán) (Privitello, MJL)

Digitaria en estado diferido ofrece alrededor de 1325 kg MS.ha⁻¹ (media ponderada de potrero, Bacha et al., 2012 y 2013) por lo que su introducción impactó sustancialmente en la receptividad de los sistemas. Frasinelli et al. (1998 y 2003) y Frasinelli (2016), como otros estudios llevados a cabo por el INTA San Luis en modelos productivos del sector, han planteado diferentes modelos productivos, desde la sola combinación del pasto llorón con digitaria en un típico 6-6 en que se reemplazaba directamente el pastizal por esta última, a otros donde se integraba el uso de dos especies megatérmicas (pasto llorón y digitaria) con el pastizal. En este último caso, se usa al pastizal durante 45 - 60 ó 90 días para cubrir el aumento de los requerimientos nutricionales de la vaca en preparto por ofrecer mejor calidad. En otros planteos, el uso de digitaria se analiza como mejoradora de la CC durante el

servicio (2 últimos meses) cuando decae la calidad del pasto llorón (enero-febrero) y, como efecto secundario, se dispone de su posterior rebrote (febrero/marzo-abril) para diferirlo al invierno, siendo este de mejor calidad que el de toda la estación de crecimiento en virtud de un mayor porcentaje de hojas, aunque su producción se afecta sustancialmente (700 - 800 kg MS.ha⁻¹, según Com. Pers. de Gonzalo Molina, 2021). Dichos sistemas funcionan perfectamente para alimentar los vientres y para la categoría de reposición de 27 meses de edad. Se destaca que en algunos nichos de este sector existe la posibilidad de realizar la reposición a los 15 ó 20 meses dado que se dispone de ambientes con potencial productivo para verdeos (verano e invierno) y otros, en menor grado, para alfalfa. La oportunidad de contar con pasturas cultivadas anuales o perennes posibilita adelantar la reposición a los 15 meses con el beneficio que ello significa (una categoría improductiva menos en el campo, un año más en la vida reproductiva de los vientres) (Fig. 11.11, 11.12 y 11.13). En este caso, la alimentación debe garantizar el peso adecuado de las vaquillonas al inicio del servicio y en su posterior gestación, es fundamental propender a la finalización de su óptimo desarrollo durante la primera gestación y lactación. Un factor que no debe desconocerse es el costo de la alimentación, como así también, no descuidar las atenciones durante el parto, etc.

La producción anual de las pasturas es muy variable en este amplio sector provincial (centenos: 2250 kg MS.ha⁻¹, promedio variedades según Funes et al., 2000; sorgos forrajeros: 3000 - 6000 kg MS.ha⁻¹) por diferencias de ambientes, rotaciones, manejo, etc. En cuanto a alfalfa, la variabilidad productiva está en función de la distribución y acumulación de las precipitaciones, lo que se refleja en una mayor variabilidad de producción (3000 - 6000 kg MS.ha⁻¹).



Figura 11.11: Pastoreo en sorgo forrajero, Nueva Escocia - San Luis - (Rosa, ST)



Figura 11.12: Rastrojo de maíz, Las Isletas (San Luis) (Rosa, ST)

De no poder realizar el servicio a los 15 meses debe analizarse una situación intermedia que es el servicio a los 20 meses (fines de otoño-inicio de invierno), sabiendo que este último presenta algunas ventajas respecto al anterior como una mayor facilidad para lograr el desarrollo adecuado de las vaquillonas al momento del inicio del servicio y facilidad al parto, pero también algunas desventajas sobre los servicios de fines de primavera-verano (típico para vaquillonas de 15 y 27 meses desde diciembre a febrero) como es la de una presupuestación forrajera adecuada para atender una parición desfasada (altos requerimientos) al otoño. Para lo cual se necesita de pasturas cultivadas y/o destetes no tradicionales a fin de satisfacer los requerimientos nutricionales de las futuras madres.

La IATF es una herramienta muy usada en estos ambientes en combinación con el destete del tipo precoz o anticipado. Estas tecnologías permiten, con una alimentación y CC óptimas, tener mayor concentración de nacimientos en un menor lapso de tiempo e incrementar la cabeza de parición, lo cual permitirá obtener terneros con mayor edad y peso al momento de su venta, incrementándose, de esta forma, los valores de producción de carne. Una mayor cabeza de parición posibilita que el intervalo parto-primer servicio sea mayor y de esta manera cuando este último se inicie habrá mayor cantidad de vientres ciclando.

Sector Centro-Este

Este ambiente corresponde al área oriental de San Luis dentro de una franja del bosque de caldén en la región ganadera I. Se circunscribe a las áreas colindantes con las localidades de Villa Mercedes, Juan Jorba y Justo Daract hasta el límite con la provincia de Córdoba (Fig. 11.5). Las receptividades son mayores que en el sector anterior. La alimentación de los vientres está dada por las megatérmicas anteriormente mencionadas



Figura 11.13: Pastoreo de sorgo forrajero en sistema de cría. Liborio Luna (San Luis) (Rosa, ST)

(*Eragrostis curvula*, *Digitaria eriantha* y *Panicum coloratum*) y por la pastura mesotérmica agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*) que se adapta muy bien en algunos microambientes (bajos salinos) para la alimentación invierno-primaveral. En esta área, se realizan cultivos anuales con mejores producciones que en la zona anterior y perennes como *Medicago sativa* (alfalfa) que encuentra el ambiente propicio (presencia de una napa freática útil) para producir de manera sostenible. Las categorías de reposición son, en un gran porcentaje, de 15 meses, dado el mejor escenario de alimentación. Los vientres del rodeo general tienen, sobre las especies megatérmicas, una ventana de producción algo mayor (por ejemplo, pasto llorón ofrece buen número de raciones a partir de octubre). Pasto llorón brinda un rendimiento de 2000 - 4000 kg MS.ha⁻¹ (Frasinelli et al., 1998), digitaria: 1500 - 2800 kg MS.ha⁻¹ (Frasinelli, 2014) (Fig. 11.14), mijo perenne: 1609 - 2263 kg MS follaje.ha⁻¹ (Veneciano, 1997 y 1999) y agropiro hasta 3500 kg MS.ha⁻¹ (Privitello et al., 1999). En cambio, la producción del pastizal puede alcanzar, en el caso de las gramíneas forrajeras estivales 650 kg MS ha⁻¹ y en las invernales 400 kg MS.ha⁻¹ (Gabutti, 1999, citado por Privitello, 2008).

Ésta es un área con incorporación de tecnologías de destetes (precoz y anticipado), IATF e incluso factible de incorporar el creep feeding como una alimentación diferenciada del ternero al pie de la madre (Fig. 11.15).



Figura 11.14: Sistema de recría bajo pastoreo rotativo de digitaria en E.E.A. INTA San Luis (Privitello, MJL)



Figura 11.15: Comederos de Creep Feeding "La Querencia", Liborio Luna (San Luis) (Rosa, ST)

En estas dos áreas caracterizadas, la raza de hacienda preponderante en la mayoría de los sistemas es Aberdeen Angus, sin dejar de resaltar que también existen rodeos, en menor cantidad, de raza Hereford de muy buena calidad. También, pero en menor escala, cruzas como Brangus (Angus x Brahman) y Bradford (Hereford x Brahman).

Bibliografía

- Aguilera, M.O.** 2003. Uso ganadero de los pastizales naturales de San Luis (Cap. 6). En: Aguilera, M.O. y Panigatti, J.L. (Eds.). *Con las metas claras. La estación Experimental Agropecuaria san Luis: 40 años a favor del desarrollo sustentable*. INTA. 89-124.
- Anderson, D.L., del Aguila, J.A. y Bernardón, A.E.** 1970. Las formaciones vegetales en la provincia de San Luis. *RIA*. S2. VII (3): 153-183.
- Bacha, E.F., Privitello, M.J.L., Gabutti, E.G., Cozzarin, G.I., Ruiz, M.O., Vetore, O.S., Borcosqui, A.A., Rossi, R.** 2012. Efecto del pastoreo sobre la cobertura y disponibilidad forrajera de una pastura de *Digitaria eriantha* diferida. 35º Congreso Argentino de Producción Animal. Asociación Argentina de Producción Animal. AAPA. Vol. 32. Supl. 1. Córdoba.
- Bacha, E.F., Privitello, M.J.L., Gabutti, E.G., Cozzarin, G.I., Ruiz, M.O., Vetore, O.S., Garbulsky, M.** 2013. Gradiente de pastoreo bovino desde la aguada según la permanencia animal en *Digitaria eriantha* diferida. *Revista de la Fac. de Agr. UNLPam*. Vol 22, Serie supl. 2. (9-15). ISSN: 0326-6184.
- Frasinelli, C.A., Casagrande, H.J. y Veneciano, J.H.** 2004. La condición corporal como herramienta de manejo en rodeos de cría bovina. *Información Técnica* N° 168. ISSN 0327-425X. INTA- Estación Experimental Agropecuaria San Luis.
- Frasinelli, C.A.; Ávila, J.D. y Belgrano Rawson, A.J.** 1998. El pasto llorón y los sistemas de producción en San Luis. INTA, EEA San Luis. 83 pág.
- Frasinelli, C.A., Veneciano J.H., Belgrano Rawson A. J., Frigerio K.L.** Sistemas de cría y recría de bovinos Caracterización de la Ganadería en San Luis. *IDIA XXI*. 79-82.
- Frasinelli, C.A., Veneciano J.H., Belgrano Rawson A. J., Frigerio K.L.** 2003. Sistemas extensivos de producción bovina: Productividad y Rentabilidad. En: Aguilera, M.O. y Panigatti, J.L. (Eds.). *Con las Metas Claras. Estación Experimental Agropecuaria San Luis: 40 años a favor del desarrollo sustentable*. INTA. ISBN 987-521-074-9. 141-158.
- Frasinelli, C.A.** 2014. Sistema de cría de bovinos sobre la base de digitaria (*Digitaria eriantha* Steudel subsp. *eriantha*) como único recurso pastoril. En: Carlos Alberto Frasinelli y Jorge Hugo Veneciano (Eds.), *Sistemas bovinos sobre gramíneas megatérmicas perennes en San Luis*. Ediciones INTA, Estación Experimental Agropecuaria (EEA) San Luis Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). ISBN 978-987-521-472-9.
- Frasinelli, C.A.** 2016. Sistemas de producción bovina con base pastoril. En: Ing. Agr. José Daniel Giulietti - Ing. Agr. Mario Oscar Funes (Eds.). *Producción Científico-Técnica del INTA San Luis*. ISBN 978-987-521-712-6. 31-49
- Funes, M.O.; Veneciano, J.H.; Terenti, O.A.** 2000. Centeno en la provincia de San Luis. *Revista Oeste Ganadero*, No 7.
- Marchi y Colaboradores.** 1989. Mapas descriptos de variables relacionadas con la producción agropecuaria de la provincia de San Luis. EEA INTA San Luis.
- Privitello M.J.L., Harrison R.U., Romero M.B.** 1999. Respuesta productiva a cortes estacionales de *Elytrigia elongata* (Agropiro alargado). XIX Reunión de La Asociación Argentina de Ecología - Horco Molle (Tucumán).
- Privitello M.J.L.;** 2008. Potencial forrajero del caldenal. En: Gabutti, E.G., Privitello, M.J., Barbosa, O.A (Eds.), *El Caldenal Puntano, caracterización ecológica y utilización sustentable*. ISBN 978-987-23372-8-4. 67-78
- Saravia A., César D., Montes E., Taranto V., Pereira M.** 2011. Principales características de las categorías que componen el rodeo de cría (Cáp. 1). En: Lic. Guaymirán Boné e Ing. Agr. Ana Perugorriá (Ed.) *Manejo del rodeo de cría sobre campo natural. Plan Agropecuario*. ISBN 978-9974-7603-2-5. 8-1.
- Veneciano, J.H.** 1997. Evaluación preliminar de gramíneas perennes estivales (1992-3/1996-7). CVT INTA - Forrajeras Avanzadas S.A., Informe.
- Veneciano, J.H.** 1999. Evaluación forrajera preliminar de dos gramíneas estivales promisorias. INTA San Luis, *Información Técnica* 152.
- Veneciano, J.H. y Frasinelli, C.A.** 2014. Cría y recría de bovinos. En: Mg. Hernando Casagrande (Ed.). *Cát. Producción Animal - Ingeniería Agronómica Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de San Luis*. 50 pág.
- Veneciano, J.H.** 2016. Cultivos forrajeros en San Luis, algunas reflexiones. En: Ing. Agr. José Daniel Giulietti - Ing. Agr. Mario Oscar Funes (Eds.). *Producción Científico-Técnica del INTA*.

12



DIGITARIA ERIANTHA EN MODELOS GANADEROS DE LA PROVINCIA DE SAN LUIS

Por:

Ing. Esp. R. Becerra - Ing. Esp. S. T. Rosa.

Dpto. Cs. Agropecuarias-FICA-UNSL

Para este apartado, se realizaron entrevistas a precursores y referentes en la introducción, utilización y el manejo de *Digitaria eriantha* vinculados a la EEA INTA San Luis (Ing. Agr. Carlos Frasinelli) e importantes empresas agropecuarias del medio (Ing. Agr. Carlos Bossi, Ing. Agr. Javier Falabella, Ing. Agr. Gonzalo Molina, Med. Vet. Juan Cola y Med. Vet. Ariel Pérez) por lo que se sintetizarán sus experiencias y opiniones. Adicionalmente, se incluyen experiencias propias del autor (Ing. Esp. Carlos Rodrigo Becerra) en el Establecimiento La Maleva de San Luis.

En la provincia, digitaria fue introducida como un potenciador de la oferta forrajera de los sistemas ganaderos pastoriles, recurso que, para la vaca de cría, brinda un aporte sustancial en la dotación de raciones que incrementa de manera sustentable la receptividad ganadera de modelos provinciales.

Tras el impacto que el pasto llorón (*Eragrostis curvula*) produjo con su llegada, cuyo aporte en materia seca (MS) provoca un salto sustancial en la disponibilidad de forraje durante el período primavera-estivo-otoñoal respecto a la que ofrece el pastizal natural, la limitante seguía siendo el invierno, ya que los recursos forrajeros nativos no brindan el volumen de pasto requerido para alimentar los rodeos en esta época. Por tal razón, la incorporación del pasto llorón durante seis meses del año permitió a los modelos de cría alcanzar una receptividad de 1 E.V. ha⁻¹, mientras que con el pastizal natural se requieren entre 5 y 8 ha.EV⁻¹, según su condición, para cubrir la cantidad de forraje que este mismo EV demanda en los seis meses restantes. Esta situación llevó a EEA INTA San Luis, bajo un convenio público-privado con la empresa Abrasivos Argentinos S.A., a trabajar en el tema, siendo su primera actuación el desarrollo a modo comercial de una especie nativa, la poa (*Poa ligularis*, Nees ex Steud).

Al estudiar las posibilidades de generar una cadena forrajera sustentable para la ganadería de San Luis, el proyecto de domesticación de poa contó con limitantes propias del caso, ya que a pesar de ser una especie de excelentes aptitudes, la adecuación de maquinarias para su cosecha, acondicionamiento y siembra no fueron barrera, pero si sus aptitudes en cuanto a germinación, siendo esta una condición propia de la especie por su adaptación a las adversidades climáticas en las cuales se desarrolla y debe proliferar. Ante esta situación y en base al apuro para encontrar una especie que lograra impactar en la receptividad del sistema de cría provincial, para acompañar al pasto llorón, se comenzaron a evaluar otras alternativas forrajeras para cumplir con este cometido y fue así como la atención de los técnicos se centró en las parcelas de introducción que hacía varios años manejaba el INTA. Fue allí que, dentro de las especies que sobresalían por su adaptación, se encontraban *Digitaria eriantha*, la cual se analizaba en comparación con *Panicum coloratum*, *Tripsacum dactyloides*, *Tetrachne dregei* y otras que se habían introducido desde Sudáfrica para analizar su resiliencia.

En base a las experiencias en las parcelas de introducción, digitaria entra en reposo con las bajas temperaturas, al igual que las otras especies megatérmicas, pero se distinguía por su calidad nutricional al diferirse su crecimiento estival al invierno, permitiendo cubrir las demandas básicas de una vaca en gestación. A pesar de no poseer las mismas características de calidad que poa, ya que esta última vegeta en invierno, el diferido de digitaria manifestaba una considerable disponibilidad de MS con aceptable digestibilidad (alrededor del 50 %), característica que vislumbraba una gran oportunidad para los proyectos de potenciación de la oferta forrajera en el semiárido.

Enfocados en probar el potencial de esta especie, dos empresas del medio realizaron las primeras experiencias a campo, en las cuales, cultivos de digitaria se sometieron a pastoreo

en sistemas con bovinos. El establecimiento Don Roberto, ubicado a 40 km al sur de Villa Mercedes, y la propia empresa Abrasivos Argentinos S.A. en un campo de su propiedad denominado La Esperanza, a 5 km de dicha ciudad, realizaron sus ensayos. En ambos casos, las introducciones desarrolladas se ubicaron en la isolinia de los 500 mm de precipitaciones, componente ambiental que hasta ese momento se veía limitante para la pastura. La firma Abrasivos Argentinos S.A. realizó la siembra en un potrero en el cual podía darle riego complementario si hacía falta, mientras que Antiguas Estancias Don Roberto S.A. implantó aproximadamente 2000 ha sin posibilidad de riego, contando con un jardín de introducción propio de 16 especies en las que sobresalía digitaria por su adecuación al medio.

En los ensayos a campo en Don Roberto y La Esperanza, los resultados fueron buenos y demostraron que su grado de adaptación superaba las expectativas, por lo que se decidió avanzar en su implantación. Para lo cual ambas empresas, pioneras de este cultivo, contaban con campos de significativa extensión para proyectar este recurso forrajero como un excelente aliado al pasto llorón. Fue así que en El Centenario de la firma Antiguas Estancias Don Roberto S.A. y Don Hernán de Abrasivos Argentinos S.A., ambos ubicados dentro del área N°1 de las Formaciones Vegetales de San Luis en cercanías a la intersección de las rutas provinciales 27 y 43, distantes a unos 100 km al suroeste de Villa Mercedes (SL), se realizaron las primeras implantaciones en la década de los 90 de manera extensiva, reemplazando pastizales naturales de baja producción y exclusivamente herbáceos en los que la paja amarga (*Elionurus muticus* Spreng.) ocupaba la mayor parte de la cobertura y el pasto de vaca (*Sorghastrum pellitum* Hack) solo sectores puntuales por efecto de la selectividad y por ende la presión de pastoreo ejercida por el animal.

En la implantación, El Centenario buscó potenciar la receptividad de sus 54000 ha al igual que Don Hernán en sus 29000 ha, pero en ambos casos, la infraestructura original estaba asociada a la restringida oferta de forraje, por lo que el apotreramiento y distribución de agua demandaron grandes cambios cuando se comenzaron a observar los resultados derivados de la implantación de especies megatérmicas. El Centenario, llegó a cumplimentar campañas de siembra de 6000 ha.año⁻¹, transformando los pastizales degradados en áreas de pasturas que, tras los descansos posteriores a su implantación, comenzaban a ofrecer ventajas productivas al mejorar significativamente la receptividad de estos campos. De acuerdo con las referencias de los técnicos entrevistados (Ing. Agr. Gonzalo Molina por parte de Antiguas Estancias Don Roberto S.A., los Ings. Agrs. Carlos Bossi y Javier Falabella por Abrasivos Argentinos S.A. y desde INTA el Ing. Agr. Msc. Carlos Frasinelli), la implantación original se llevó a cabo sobre pastizales naturales con diferente grado de degradación. Para ello, cada potrero se aislaba mediante una picada perimetral, se eliminaba la biomasa aérea por medio de fuego y posteriormente, mediante una labranza mecánica, se procedía a su siembra. Sin mucha experiencia previa, la profundidad de siembra fue un problema en un principio, presentando nacimientos muy variables al no tener en cuenta este condi-

cionante para una correcta implantación, llegando más tarde a la conclusión que la semilla no cuenta con las suficientes reservas para emerger cuando se ubica a 5-6 cm de profundidad del suelo. Para salvar esta situación, las siembras se llevaban a cabo con arado de rastra, pero a estos se les adosaba mínimas labranza en líneas distanciadas a 40 cm y con rueda sunchada para la compactación de la semilla, teniendo como premisa que la semilla peleteada se debía ver en superficie. Con respecto a las fechas de siembra, considerando las malezas como otro factor que influye en la implantación del cultivo por la competencia inter-específica que provoca, estas se realizaban desde principio de julio hasta fines agosto con 3 kg.ha⁻¹, siendo una distribución de 120 semillas por m² el objetivo. En la actualidad, esas fechas y densidad están en discusión, ya que resulta más promisorio realizar siembras a fines del verano para disminuir la incidencia de las malezas sobre el crecimiento y desarrollo de las nuevas plántulas y aplicar una densidad de 5 kg.ha⁻¹.

La recomendación de INTA y el objetivo buscado en estos predios fue intervenir pastizales naturales de verano degradados y de bajo producción, conservando áreas de pastizales naturales de invierno por su significativa contribución para sostener los requerimientos del parto de la vaca de cría. Bajo este concepto, la instalación de digitaria se llevó a cabo en módulos que fueron variando en su proporción hasta concluir que 25 % de pasto llorón y 75 % de digitaria en cada módulo es la proporción óptima, presentando variantes de 50 - 50 % y 33 - 67 % en Don Hernán o de 20 - 80 % y 20 - 70 % con participación del pastizal natural en El Centenario, pero siempre arribando a la conclusión de que la proporción ideal es la de 25 % de pasto llorón y 75 % de digitaria. Teniendo en cuenta esta necesidad, otro punto de importancia fue el tamaño de los rodeos. Conforme a la información recabada tras 28000 tactos en El Centenario, al superar las 450 vacas el rodeo sufre caídas en los porcentajes de preñez, lo cual atenta contra los índices reproductivos del sistema.

Respecto a la participación de digitaria en la estructura pastoril de dichos establecimientos, se la considera como un complemento al pasto llorón que brinda forraje diferido en invierno. En base a ello, a digitaria se la utiliza, principalmente, desde las primeras heladas y hasta mediados de octubre de manera diferida, aunque también en pleno verano para la vaca en lactación. La calidad estival de esta especie, cuando se la compara con la del pasto llorón, permite pastoreos durante 30-40 días en verano, siendo este uso a partir del 15 de diciembre en El Centenario y 1 de enero en el caso de Don Hernán. Esto permite la recuperación de la condición corporal de la vaca posdestete en el caso de Don Hernán y aporta para el último mes de lactancia en El Centenario, coincidiendo en ambos casos con la necesidad de preservar la condición corporal de la vaca y permitir su servicio en tiempo y forma tras destetes realizados de manera precoz en Don Hernán y anticipada en El Centenario.

Dentro de los módulos que cada uno de estos establecimientos tiene, existen variantes respecto al tiempo de uso de digitaria diferida, utilizando pastizales naturales en el último periodo de gestación o incluyendo algún forraje anual

para categorías de mayor demanda en calidad nutricional. Con este recurso, como integrante significativo de la cadena forrajera de la vaca de Cría, Don Hernán logró alcanzar su máxima carga animal con 3,43 ha.vientre⁻¹ cuando el predio alcanzó los 8500 vientres en producción. De igual manera, El Centenario, con la incorporación de digitaria en su estructura pastoril, logró un salto exponencial en su receptividad, con una carga animal de 5,68 ha.vientre⁻¹ en producción. En este último debe considerarse que, de las 54000 has que lo conforman, 33000 ha son de digitaria, 11000 ha corresponden a pasto llorón y que aún se conservan 10000 ha de pastizales naturales.

Estos sistemas de producción basan su reposición en terneras seleccionadas de la misma producción anual, rescatando la cabeza de parición y toda hembra que represente las características sobresalientes del rodeo. La recría, proveniente de los mismos establecimientos, lleva tiempos de producción asociados a la disponibilidad y calidad forrajera, posibilitando un primer servicio a 15 meses en el caso de Don Hernán en base a silo de planta entera de maíz, alfalfa y verdeos, mientras que en El Centenario el servicio se lleva a cabo a los 24 meses utilizando estratégicamente alfalfa, pasto llorón y suplementación para lograr un correcto desarrollo en dicha etapa.

De acuerdo a las experiencias locales, digitaria es una especie que con pastoreos estivales recurrentes se transforma en cespitosa, condición que hace necesaria una renovación del cultivo (fines invierno) para mantener su productividad. Para esto, la renovación mecánica de la pastura es una práctica que sería conveniente realizar cada 7 - 8 años como máximo, siendo esto llevado a cabo a través de un sistema que divida matas para la reactivación de su rebrote, reduzca la competencia entre plantas y mineralice nutrientes para la potenciación del nuevo crecimiento foliar y la producción de semillas. De manera secundaria, la renovación actúa controlando renovales de leñosas y activa el banco de semillas para la repoblación del área. Con esta práctica se logra mantener la pastura con producciones aceptables, existiendo experiencias en las cuales se desarrollan siembras de cultivos como girasol o maíz, los cuales brindan grano o forraje aprovechando la disponibilidad de nutrientes que se genera al roturar el suelo para la siembra del cultivo agrícola.

En San Luis, digitaria no solo ha sido introducida en áreas de pastizales naturales degradados, con mejores condiciones de lechos de siembras se obtienen resultados más favorables, siendo las malezas el principal factor de competencia durante su implantación. Siembras directas en lotes laborables, con y sin cultivo acompañante han generado excelentes implantaciones, en donde los barbechos y la minimización del banco de semillas de malezas determina el éxito en la implantación de la pastura. La cobertura de suelo con restos de cultivos de cosecha reduce significativamente la evaporación, condición necesaria para asegurar la elongación de las raíces y resguardar cada plántula. Ante ocasionales invasiones de malezas latifoliadas, en este tipo de ambientes, las pulverizaciones selectivas son una herramienta, dando la posibilidad de aplicaciones de herbicidas hormonales que actúan sobre las

malezas sin generar daños sobre la pastura.

A continuación, se exponen técnicas de implantación y aspectos a considerar en la utilización de *Digitaria eriantha*, además de lo mencionado en El Centenario y Don Hernán, en otros tres modelos ganaderos de San Luis (Fig. 12.1).

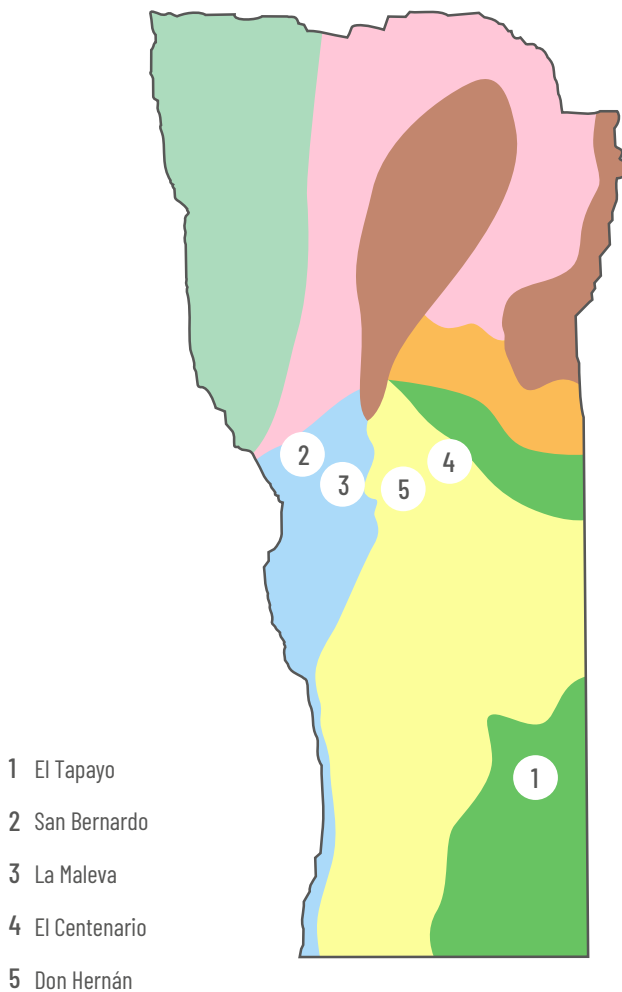


Figura 12.1: Ubicación de establecimientos ganaderos en tres Formaciones Vegetales de San Luis correspondientes al Área medanosa, Caldrenal y Bosque bajo

El tapayo:

Con el transcurso de los años y bajo diferentes experiencias en cuanto a la adaptación de *digitaria* a los suelos y climas de San Luis, los suelos sueltos y ocupados por pastizales naturales de baja productividad dejaron de ser los únicos ambientes asociados a esta pastura, siendo el Establecimiento El Tapayo uno de los precursores de las siembras aéreas con *digitaria*, la cual se instaló en la región del caldenal (sur) (Área 2: “Bosque de Caldén” de las Formaciones Vegetales de San Luis; Anderson et al., 1970) con excelentes resultados.

Este predio, manejado por la familia COLA, cuenta con 3000 ha de bosque. A partir de 2005 comenzó a desarrollar una serie de ensayos a fin de mejorar la receptividad bovina, los cuales comenzaron con pasto llorón debido a su rusticidad y al historial de uso con el que se contaba en la zona. Con el tiempo, al realizar siembras aéreas de mezclas de especies plurianuales, se vio que *digitaria* junto al mijo perenne (*Panicum coloratum*) rompían los miedos que se tenían en cuanto al porcentaje de logro y adaptación, resultando especies de excelente adecuación al sotobosque, superando ampliamente a otras megatérmicas como el gattón panic (*Megathyrsus maximus*), grama rhodes (*Chloris gayana*) y demás probadas en esa práctica. A partir del año 2010, las siembras de El Tapayo se replantearon y se utilizaron siembras de pasturas polifíticas compuestas por pasto llorón, *digitaria* y mijo perenne, las que actualmente se simplificaron a las dos últimas, conclusión abordada tras la respuesta a la siembra y supervivencia de las especies, mejor calidad forrajera y tipo de manejo que cada una de estas gramíneas requiere.

Como se expresó, la técnica de siembra de estas especies es aérea, independientemente del factor año, el cual tiene un gran impacto en el porcentaje de logro. Lo ideal es preparar una buena cama de siembra para hacer reserva de humedad, disminuir competencia inter-específica, controlar plagas y eliminar la broza superficial para posibilitar un íntimo contacto entre la semilla y el suelo. El caldenal, según su historial de uso y porcentaje de cobertura del estrato leñoso, cuenta con poblaciones de herbáceas, compuestas por pajonales de escaso o nulo valor forrajero y latifoliadas anuales (generalmente indeseables) en sotobosques muy cerrados, condiciones que afectan la posibilidad de implantación de gramíneas forrajeras si no se controlan dichas especies. Para ello, la técnica utilizada consiste en un tratamiento aéreo con aplicación de herbicidas (glifosato y metsulfurón) en otoño. Dicha combinación controla la cobertura presente y genera una acción preemergente destinada a diezmar la posibilidad de nacimientos otoñales que consuman la humedad del suelo, resguardando la reserva hídrica destinada a cubrir los requerimientos de la futura pastura. En primavera, con una lluvia que predisponga el ambiente para una quema fría, se elimina la broza seca del pajonal controlado con la pulverización, ya que, dependiendo de la cobertura de estas gramíneas, la semilla puede caer sobre ellas perjudicando su germinación por falta de contacto con el suelo.

Analizando las condiciones climáticas, la siembra está en

condiciones de realizarse a partir de octubre. En el Tapayo, mediante la siembra aérea se dispersan 8 kg de semilla (4 kg.ha⁻¹ de digitaria y 4 kg.ha⁻¹ de mijo perenne), acción que se lleva a cabo en paralelo con la pulverización destinada a controlar los nacimientos primaverales de malezas e insectos (hormigas) que constituyen una gran amenaza para la siembra (Fig. 12.2). Para lo cual, se utiliza glifosato con algún agroquímico específico para latifoliadas anuales, cuando la densidad de estas especies es muy alta, y siempre con la adición de un insecticida con poder residual para el control de hormigas, ya que en el bosque estos insectos revisten un significativo riesgo para el logro de la pastura. En esta instancia, el herbicida

metsulfurón, para malezas de hojas anchas y anuales, no se utiliza ya que genera fitotoxicidad y disminuye el porcentaje de logro.

Una vez realizada la distribución de semillas, el pisoteo con hacienda realiza otro aporte para mejorar las condiciones de implantación, ya que, por la acción de la presión ejercida por las pezuñas del animal, las semillas se ponen en contacto con el suelo y se crean las condiciones necesarias para la germinación de las mismas. El pisoteo se lleva a cabo con alta carga en un corto periodo de tiempo, actividad que se realiza considerando el tamaño de las parcelas y la disponibilidad de forraje durante ese periodo (Fig. 12.3).



Figura 12.2: Megatérmicas implantadas (siembra 2021). Establecimiento El Tapayo (Becerra, R)



Figura 12.3: Logro de siembra aérea en sotobosque (digitaria, mijo perenne y pastizal natural). Enero 2022 (siembra: Septiembre 2021). Establecimiento El Tapayo (Becerra, R)

El aprovechamiento forrajero del primer ciclo de crecimiento de la pastura y del pastizal natural generado, se realiza en mayo del año siguiente, tiempo necesario para que las plantas logradas desarrollen un sistema radicular con buen anclaje para evitar que sean arrancadas ante el pastoreo y favorecer una correcta exploración subterránea para la extracción de agua y nutrientes. Esta práctica de uso se lleva a cabo

en parcelas de 30 - 40 ha, superficie que, de acuerdo con el tamaño de los rodeos del establecimiento, ofrece forraje a rotaciones que involucran 7 días de uso como máximo. Una vez establecida la pastura, a partir de noviembre se pastorea 2 - 3 veces durante su ciclo de crecimiento, dejando como diferido el crecimiento otoñal para sumar raciones a la oferta del pastizal natural de invierno. Bajo estas condiciones, las originales ofertas forrajeras de 30 - 50 raciones.ha⁻¹ que el caldenal produce son potenciadas a 147 raciones promedio.ha⁻¹ con este planteo productivo, lo que sin duda impacta sobre los índices del sistema (básicamente receptividad). Estas raciones se cosechan con una carga de un rodeo de 500 vacas madres estables y 1700 novillitos como carga variable, siendo esta última ajustada a la real oferta anual que el caldenal con este manejo ofrece en El Tapayo.

Teniendo en cuenta el sistema forraje - animal, en este modelo productivo se lleva a cabo, entre diciembre y enero, un destete anticipado, el cual pasa a formar parte de la recría que se desarrolla durante el verano en los potreros intervenidos por esta práctica. Esta recría, con suplementación proteica logra ganancias de 700 g.día⁻¹.an⁻¹ (promedio) sobre la consociación de gramíneas megatérmicas (digitaria y mijo perenne) hasta el ingreso a los verdes de invierno y suplementación con silo picado de planta entera de maíz. La misma finaliza sobre los rebrotes primaverales de digitaria y mijo perenne (abras y sotobosque) hasta el mes de diciembre que, con aproximadamente 300 kg de peso vivo, ingresan a corral para su terminación con peso de faena.

San Bernardo

En la colonización de ambientes con digitaria, otras experiencias de significativa notoriedad se emplazan en el oeste provincial (Área N° 3: "Bosque bajo de algarrobo, arbustal de jarilla y chañar" de las Formaciones Vegetales de San Luis; Anderson, 1970), ambientes dominados por bosque bajo en donde las arbustivas compiten significativamente por recursos escasos (agua, luz, nutrientes). En esta área la pluviometría es restrictiva, contando en los últimos años con registros que van desde los 454 mm (2016) a los 280 mm anuales (2020), según datos relevados en el establecimiento San Bernardo. En este establecimiento, reutilizando antiguos círculos de riego realizados previo desmonte, se efectuaron siembras de gramíneas megatérmicas (pasto llorón, buffel grass "*Cenchrus ciliaris*" y digitaria) que forman parte de la base forrajera (en seco) del ganado bovino del establecimiento. En el caso de digitaria, la siembra se efectuó en septiembre bajo dos metodologías: directa y arado rastra con mínima labranza. Los resultados brindaron un 50 % de logro en ambos casos, condición atribuida a los registros pluviométricos de los años de implantación (2016 y 2017) y sobre todo por la competencia que ofreció *Trichloris crinita*, gramínea perenne estival nativa de este ambiente, durante la implantación de la pastura (principalmente, con sistema de siembra directa). El primer pastoreo de digitaria se realizó en invierno, sobre el material

diferido del crecimiento primavera-estival, condición que dio lugar a un crecimiento sin restricciones de la gramínea nativa, afectando la cobertura y productividad deseada en la especie introducida.

Los resultados de la implantación de digitaria en áreas de desmonte en San Bernardo indican un marcado beneficio del uso del arado rastra con cajón sembrador (sistema mínima labranza) en relación a la siembra directa, ya que la modificación de la cobertura de suelo previa redujo la presencia de *Trichloris crinita* y por ende su competencia, permitiendo cubrir temporariamente las demandas hídricas y nutricionales que la pastura requiere para su correcto crecimiento (Fig. 12.4). Estas áreas implantadas con digitaria han sostenido la densidad inicial, condición que el pasto llorón no pudo preservar en los años de menores precipitaciones, mientras que buffel grass mejoró su stand de plantas por resiembra natural. La producción foliar de digitaria está muy relacionada con la cantidad y distribución anual de las lluvias, con marcados picos de buenas y malas producciones de biomasa, pero aun así sin pérdidas de plantas.



Figura 12.4: Pastizal natural del bosque bajo con presencia de *Trichloris crinita* Establ. San Bernardo (Privitello, MJL)

A partir del segundo año de implantada, la digitaria se utiliza desde septiembre hasta fines de enero, período en el que se aprovecha el diferido otoñal (crecimiento acumulado desde febrero hasta las primeras heladas de abril) más el crecimiento vegetativo primavera-estival (Fig. 12.5).



Figura 12.5: Digitaria en septiembre 2019. Establ. San Bernardo (Becerra, R)

La calidad de este recurso forrajero lo convierte en la principal fuente de alimentación de los vientres a partir del parto y durante la lactancia por cubrir los requerimientos de la vaca de cría en momentos claves de su ciclo productivo y reproductivo (lactancia y servicio). Bajo este esquema de uso, brinda 120 – 140 raciones anualmente, de las cuales el 50 % se consume como reserva diferida del crecimiento otoñal (inicio momento rezago: febrero), mientras que el 50 % restante forma parte del forraje producido durante el ciclo de crecimiento, manejo que brinda sostenibilidad productiva a una pastura con 5 años de implantación. A modo de prueba, se realizó un aprovechamiento del forraje acumulado durante un ciclo de crecimiento (desde noviembre hasta mediados de marzo), este manejo brindó 220 raciones anuales, pero se afectó la posibilidad trasladar forraje al invierno (solo 30 raciones pudieron diferirse, complicando el manejo del rodeo en pre y posparto).

Para evitar complicaciones en el sistema, la reposición de hembras se realiza con vacas de segundo servicio. Esta categoría proviene de otro predio de la firma, en el que las vaquillonas entran a su primer servicio (mediante inseminación) a los 15 meses de edad con condiciones óptimas de alimentación. Esta hembra pare su primer ternero bajo estas condiciones, es destetada y con su segunda gestación en curso se lleva a San Bernardo en donde ya no presenta grandes riesgos por haber completado su etapa de desarrollo y asegurado su estructura y futura vida reproductiva dentro del sistema. Con un porcentaje de preñez objetivo de 85 – 90 %, el servicio se inicia a mediados de diciembre y se extiende por tres meses, etapa coincidente con la mejor calidad de digitaria. Se realiza con inseminación artificial a tiempo fijo (IAFT) en vacas cabeza de parición, o al menos con 45 días posparto mínimamente, realizando el repaso con toros durante el tiempo indicado. Respecto a los destetes, para llegar al porcentaje de preñez objetivo, se realizan de manera anticipada con 90 – 110 kg, experiencias con pesos superiores impactan negativamente en la condición corporal de la vaca y con ello sus índices productivos.

La Maleva

Muy cercano a San Bernardo se emplaza otro sistema ganadero en el cual digitaria forma parte de los recursos pastoriles, en este caso implantada mediante rolados selectivos de alta y baja intensidad. Este predio denominado La Maleva, se ubica dentro del área N°3 de la de las Formaciones Vegetales de San Luis (Anderson, 1970).

Cuenta con más de 10 años de experiencias en rolados y siembra de especies megatérmicas (pasto llorón, buffel grass y mijo perenne) además de digitaria, siendo esta y buffel grass las que se conservan y persisten asociadas a gramíneas, especies arbustivas y arbóreas nativas.

A diferencia de los modelos descritos con anterioridad, en La Maleva, digitaria se implanta en sitios con restricciones ambientales, debiendo incrementar su capacidad competitiva

por espacio, luz y nutrientes respecto a la flora nativa. Resulta el principal complemento del pastizal natural, ofreciendo calidad y volumen en la época de lluvias, material que se pastorea respetando los descansos que demandan las especies claves del recurso nativo. De esta manera, digitaria ha logrado conservar e incrementar la densidad y cobertura de plantas luego de implantada, adaptación positiva en comparación a las pérdidas de plantas que sufrieron otras megatérmicas introducidas en este establecimiento (pasto llorón, buffel grass y mijo perenne). Los potreros en los que estas últimas se sembraron llegan al momento de rerolados con una escasa o nula presencia, siendo el pastizal natural la única fuente de forraje que se resguarda debajo de arbustivas y arbóreas.

El sistema productivo está conformado por un rodeo de cría estable cuya producción de terneros destetados es alimentada exclusivamente en feed lot y una recría estacional -de oportunidad- que ingresa al sistema durante el ciclo de crecimiento de digitaria u otras plurianuales megatérmicas (buffel grass y rezagos de pasto llorón y mijo perenne) o forrajeras nativas, conforme a la oferta de forraje disponible y sin comprometer las necesidades del rodeo de cría.

En este establecimiento, en el año 2010, se inicia una intervención del área boscosa con rolos pesados (3 - 4 t) que, con un sistema de siembra básico, logran distribuir 4 - 5 kg de digitaria acompañando el disturbio ocasionado por sus cuchillas (Fig. 12.6). La función de este equipo es reducir la competencia para favorecer la germinación de la pastura implantada y activar el banco de semilla nativo, así mismo, al realizar un movimiento de suelo mínimo, aumenta la capacidad de infiltración de agua y deja el sustrato edáfico en condiciones para que las semillas germinen y den lugar a plántulas vigorosas. Por lo que, mediante la práctica del rolado y siembra de digitaria, se mejora sustancialmente la densidad de gramíneas forrajeras (nativas y megatérmica introducida) y aumenta la receptividad del campo ante una mayor disponibilidad de recursos (agua, luz y nutrientes) que, en condiciones naturales, son capturados normalmente por las arbustivas dominantes en estos ambientes (Fig. 12.7 y 12.8). En el caso de La Maleva, con un promedio pluviométrico muy similar a San Bernardo, la productividad forrajera del bosque “sin disturbios” difícilmente supera las 35 raciones.año⁻¹, ascendiendo a 80-120 raciones.año⁻¹ cuando se combina el pastizal natural y especies megatérmicas tras los rolados.

Digitaria muestra respuestas inmediatas a las lluvias, la primavera y el otoño constituyen las estaciones de mejor expresión foliar por mayores precipitaciones y menor evapotranspiración, lo cual redundando en un balance hídrico favorable para su crecimiento y desarrollo. A pesar de las escasas precipitaciones (concentradas en período estival) que este ambiente ofrece, digitaria logra germinar y desarrollarse en combinación con el pastizal natural, dando una mayor productividad al ambiente cuando las lluvias lo permiten y quedando en latencia en periodos secos y de bajas temperaturas sin disminuir su densidad como pasa con el pasto llorón en este tipo de suelo y condiciones de implantación y manejo.



Figura 12.6: Rolado en diciembre 2019. Establ. La Maleva (Becerra, R)



Figura 12.8: Pastizal Natural roloado e introducción de digitaria. Febrero 2022 (Becerra, R)



Figura 12.7: Pastizal Natural roloado e introducción de digitaria. Marzo 2021 (Becerra, R)

Según la categorización de bosque de las áreas involucradas en la práctica (Ley N° IX-0297-2009 de Protección Ambiental de los Bosque Nativos de la Provincia de San Luis), los diseños de los rolados se llevan a cabo a potrero completo respetando solo árboles aislados cuando la categoría de bosque es III (Verde) o con vedas internas en isletas o bosquetes en las áreas con categoría II (Amarilla). En ambas situaciones, esta práctica se realiza durante casi todo el año (excepto en enero por las altas temperaturas), siendo el motivo la reducida velocidad de avance de los equipos involucrados que cuentan con una autonomía de 5 - 10 ha diarias de trabajo. Es importante aclarar que, por la rusticidad de la intervención, demanda un trabajo diurno. La recuperación de la dominancia de las especies leñosas, hace que a los 5 - 8 años se debe llevar a cabo un re-rolado, acción que se realiza mediante la misma modalidad de trabajo, pero generalmente sin la añadidura de semillas o con pocos kg por efecto del banco de semillas acumulado. Como resultado de esta práctica se detecta una recuperación del stand de plantas del pastizal y de digitaria debido al funcionamiento del banco de semillas que se activa al romper la costra superficial del suelo y mejorar la infiltración de agua, lo cual genera una potenciación en la producción de los ciclos venideros.

Una vez implantado el modulo pastoril, área que comprende 4 potreros (100 - 250 ha cada uno) con una aguada en el centro, la pastura descansa durante todo un ciclo de crecimiento. Este tiempo permite la emergencia de plántulas de la especie introducida y del pastizal natural, el desarrollo de su sistema radicular y la semillazón. Los pastoreos son rotativos, de alta intensidad y baja frecuencia.

El establecimiento cuenta con un rodeo Bradford en formación (550 vacas madres) y una recria de oportunidad de 800 - 1200 cabezas como carga animal variable, cuyo tiempo de permanencia a campo depende del año climático (lluvias y temperaturas). Para lo cual, el excedente de forraje, tras cubrirse las demandas anuales del rodeo de cría, es destinado a dicha recria.

Bajo este aprovechamiento pastoril que se lleva a cabo en 4000 ha roladas y sembradas, las 25 - 35 raciones anuales que producían estos ambientes logran potenciarse a 80 -120 con una primera intervención y hasta 160 raciones cosechables por pastoreo tras los rerolados, productividad asociado a las condiciones climáticas, al stand de plantas de gramíneas logradas (nativas deseables y megatérmicas), a la potencialidad del ambiente y a las reservas acumuladas en raíces por adecuado manejo de la defoliación, entre otros factores (Fig. 12.9).



Figura 12.9: Rodeo de cría de La Maleva sobre rolados. Enero 2021 (Becerra, R)

En La Maleva, acorde a la época del año con mayores precipitaciones y por ende de alto rendimiento foliar, se inicia el servicio natural a mediados de diciembre y finaliza a mediados de marzo, con una dotación de un 4 - 5 % de toros.

Con un 80-85% de terneros destetados, la condición corporal de la vaca se conserva durante el año entre 2,8 y 3,5 a pesar de llevarse a cabo destetes de 130 - 150 kg (destete convencional en marzo), reflejando la calidad nutricional que ofrecen las megatérmicas en conjunto con el pastizal natural durante el periodo de lactancia. La reposición del rodeo se con recría de vaquillonas propias y de compra, ya que el crecimiento del rodeo en formación cuenta con el aporte de rusticidad de las hembras criadas en el establecimiento y la genética que se va introduciendo de la compra de vaquillonas de reconocidas cabañas de la zona.

Gran parte del año, los rodeos en pastoreo de La Maleva cuentan con suplementación energética-proteica líquida con un residuo líquido de melaza enriquecido con levaduras muertas (*Smarfeed* o *Smarfeed proteico*) (Fig.12.10). Estas dos presentaciones se destinan a mejorar la digestibilidad y consumo del material primavero-estival o del diferido al invierno, respectivamente (Fig. 12.11). Las altas temperaturas estivales (enero) desecan la biomasa aérea y afectan la calidad del forraje por lo que resulta muy importante suplementar. El pastoreo en tales condiciones, permite que las lluvias de febrero-marzo favorezcan la producción de rebrotes limpios de buena calidad nutricional.



Figura 12.10: Consumo de suplemento energético-proteico líquido La Maleva. Enero 2022 (Becerra, R)



Figura 12.11: Rodeo de cría preñado en digitaria - pastizal natural (diferidos La Maleva. Agosto 2021 (Becerra, R)

A modo de conclusión de las experiencias provinciales con digitaria, su historial de uso demuestra una excelente adaptación a diferentes condiciones en las cuales ha sido implantada, dando la posibilidad de una mayor productividad a sitios donde el pastizal natural está degradado. Desde los suelos arenosos del sur provincial a los limosos del oeste, esta forrajera logra germinar, perseverar y producir conforme a lo que las condiciones climáticas permitan. Para su persistencia el manejo pastoril es clave, si este es el adecuado, se logra almacenar reservas en la base de los macollos y en el sistema radicular para asegurar el rebrote de la planta, por lo que, pastoreos de alta intensidad y baja frecuencia son ideales para una pastura que en San Luis encontró ambientes ideales para su instalación, producción y permanencia.

Bibliografía

Anderson, D.L., del Aguila, J.A. y Bernardón, A.E. 1970. Las formaciones vegetales en la provincia de San Luis. RIA. S2. VII (3): 153-183.

13



PLANIFICACIÓN FORRAJERA. APLICACIÓN EN MODELOS PASTORILES EN BASE A DIGITARIA ERIANTHA

Por:

Ing. Agr. Emmanuel Fernando Bacha.

Dpto. Cs. Agropecuarias-FICA-UNSL

La planificación forrajera es una herramienta de previsión y toma de decisiones, que todo técnico o profesional debería utilizar para poder desarrollar sistemas ganaderos con un nivel productivo determinado y rentabilidad económicamente eficiente, en función de la sustentabilidad de la explotación agropecuaria. Consiste en el conjunto de planes forrajeros que permiten la previsión en el tiempo, del balance entre la oferta alimenticia y la demanda ganadera (Galli, 1997). Permite al profesional técnico modelizar de manera espacial y temporal, la producción de los recursos forrajeros y su utilización.

Con la planificación se contrasta el forraje disponible con la dotación animal y sus requerimientos en un periodo determinado de tiempo. Tiene como objetivo lograr una óptima relación entre la producción de forraje y los requerimientos de las distintas categorías animales (Bavera et al., 2005) que conforman el rodeo, a través del balance entre la oferta y demanda a lo largo de un año o periodo productivo. Por lo tanto, mediante esta herramienta se podrá estimar la disponibilidad forrajera que se afrontará en un futuro o situación cercana (próximos meses o año siguiente) y contar con un margen de tiempo suficiente para la toma anticipada de decisiones, que pueden ser la compra o venta de animales, cantidad de insumos necesarios, precisión en la superficie necesaria de especies forrajeras o cambios en la elección de las mismas, confección de reservas, etc.

La planificación forrajera posibilita desarrollar estrategias para hacer frente a condiciones ambientales variables, gracias a su carácter predictivo más o menos correcto en función de la información o input que se disponga. Se puede realizar en base a valores promedios, valores históricos o simplemente tomados de publicaciones de referencia, pero a medida que la información corresponda o se acerque al establecimiento para el cual se está utilizando esta herramienta, la modelización realizada del sistema ganadero tendrá un mayor ajuste y el valor predictivo de la planificación desarrollada será más concreto.

Si bien en la presupuestación se utilizarán valores referenciales de un año promedio, sería muy valioso considerar distintos escenarios posibles de acuerdo a las variaciones temporarias y esperables que puedan enfrentarse, principalmente en lo que respecta a rendimientos productivos. De esta manera, la planificación va a contribuir a la gestión de una empresa ganadera tanto en lo productivo y físico como en lo económico, por lo que, la aplicación de tecnologías complejas no es suficiente para resolver problemas básicos debidos a una falta de planificación del establecimiento.

El equilibrio entre la oferta y demanda forrajera, implica considerar e integrar distintas aristas del sistema ganadero. La oferta forrajera, estará íntimamente relacionada a los cultivos y pasturas asignados, la disponibilidad de reservas y el nivel de suplementación a utilizar. Con respecto a la demanda, se deben identificar los requerimientos individuales y de esta manera el ajuste de la carga animal.

Dentro de los planes forrajeros involucrados en una planificación, se diferencian los de corto, mediano y largo plazo (Galli, 1997). Esta clasificación involucra la escala de aplicación, el plazo de resolución y los aspectos técnicos involucrados en cada uno.

En el **largo plazo**, el principal plan a realizar es la conformación de la *estructura forrajera*, que actuará como determinante del tipo de explotación a desarrollar. A partir de esa estructura conformada se decidirá la rotación a implementar de acuerdo al uso ganadero y/o agrícola de los lotes o ambientes disponibles. Como resultado, se obtiene en esta instancia la definición de recursos forrajeros (tipo y composición de cultivos y pasturas), el tipo de reservas forrajeras que serán necesarias de acuerdo a las bases forrajeras y el

apotrerramiento a realizar. Modificar la estructura forrajera o incluso la rotación a realizar, es un proceso que puede demorar varios años por cambio de uso de los potreros, la longevidad de pasturas y el tiempo que demanda su implantación. A **mediano plazo**, los planes forrajeros involucran principalmente la *presupuestación forrajera y receptividad*. La presupuestación forrajera, como herramienta de planificación, es la predicción de la producción de los recursos forrajeros. A este nivel de plan forrajero, tomando como referencia el desarrollo de Galli (1997), se necesita disponer de estimaciones de la distribución, producción y tasa de crecimiento de los recursos, como así también de la calidad de los mismos. La presupuestación forrajera implica confrontar el forraje disponible con la dotación animal, para un periodo determinado (Irigoyen, 2011). La receptividad del establecimiento surge de la estimación de carga animal, a partir de la producción forrajera esperada y su relación con los requerimientos de la categoría animal involucrada.

El plazo de aplicación de una presupuestación comprende normalmente un año calendario y en función de las decisiones tomadas puede tomar diferentes sentidos: adaptar la oferta forrajera a la demanda ganadera, o adaptar esa demanda manteniendo la oferta (Galli, 1997). En caso de sistemas ganaderos que demanden un plazo diferente, como pueden ser procesos de engorde que duran más o menos que doce meses, esta metodología se puede adecuar perfectamente a ese tiempo.

Garantizar la adecuada alimentación del rodeo en lo referente a cantidad de materia seca disponible, con la calidad suficiente para satisfacer los requerimientos de los animales en el sistema productivo, es uno de los pilares en el establecimiento ganadero y uno de los ejes de la planificación. Para delinear esto, se debe tener claro el nivel productivo de los recursos forrajeros; en esta etapa surge el poder predictivo de la producción forrajera. Los productores que apuntan a una alta productividad por hectárea necesitan usar regularmente algún método de presupuestación (Galli, 1997).

Dentro de las decisiones involucradas en la planificación de la presupuestación forrajera, se encuentran el ajuste a la carga animal, definición de época de servicio y consecuentemente de pariciones y destetes. También se incluyen la previsión de utilización de reservas y detectar la necesidad de suplementación, principalmente del tipo estratégica, en el caso de sistemas ganaderos extensivos semiáridos. Todos estos aspectos están estrechamente relacionados con las definiciones tomadas anteriormente (receptividad, carga animal, y presión de pastoreo), y condicionados fuertemente por las características agroclimáticas del ambiente.

Del contraste entre la producción forrajera, expresada como kg de MS disponible, y los requerimientos cuantitativos del rodeo, en kg de MS requeridos, surgirán seguramente periodos en los cuáles la disponibilidad excede a la demanda, y otros en los que la situación puede ser inversa. El exceso o déficit forrajero actúa como un indicador de ajuste del sistema. En el caso de la producción excedente, hay que evaluar la forma de transferir ese volumen forrajero al periodo deficitario, con una calidad adecuada. Si aun con esta estrategia

no se utiliza toda la producción generada, hay que reducir ese excedente mediante el ajuste en la superficie del recurso forrajero en cuestión o evaluar la posibilidad de optimizar su aprovechamiento, por ejemplo, mediante la confección de henificados que puedan comercializarse. Por el contrario, si el déficit no puede ser cubierto con los excesos, las estrategias se deben enfocar en utilizar cultivos anuales, incrementar la superficie de los recursos que posibilitan la confección de reservas, o evaluar las suplementaciones

A **corto plazo**, la planificación del pastoreo y el balance nutricional constituyen las decisiones que derivan de la planificación forrajera. La primera considera el método de pastoreo a utilizar en cada situación, pero implica como resultante la toma de decisiones concretas en cuanto a la asignación periódica de superficies en función del tiempo de utilización de los forrajes, la asignación forrajera necesaria y conocimiento del ritmo de crecimiento de las especies en pastoreo.

Etapas de una presupuestación forrajera

1. Caracterización precisa del establecimiento

La definición del establecimiento consiste en la caracterización de los factores bióticos y abióticos que componen el sistema, incluida la capacidad empresarial del mismo. Estos son principalmente las condiciones agroclimáticas, recursos forrajeros, infraestructura disponible y organización empresarial, para definir y llevar a cabo un sistema productivo determinado.

Condiciones agroclimáticas

La zona agroecológica o región permite a nivel macro o general, una aproximación al ambiente, tipo de producciones ganaderas predominantes y los niveles productivos medios de la región.

Clima:

Para desarrollar una presupuestación eficiente, con decisiones técnicas y de manejo adecuadas y sustentables, es necesario disponer de datos precisos del clima, tomadas de alguna estación meteorológica o agrometeorológica cercana que permita manejar una mayor precisión en las previsiones. Esta información puede ser tomada por ejemplo de estaciones meteorológicas y agrometeorológicas desde el Servicio Meteorológico Nacional (www.smn.gov.ar), del SEPA (Área de Observatorio Permanente de los Agroecosistemas del Instituto de Clima y Agua -CIRN-INTA- www.sepa.inta.gov.ar), estaciones agrometeorológicas de alguna estación cercana de INTA o Universidad, o en el caso de la provincia de San Luis también se dispone de información generada por la Red de Estaciones Meteorológicas REM ([\[sanluis.gov.ar\]\(http://sanluis.gov.ar\)\). Cuando se disponga de datos propios del establecimiento, estos se pueden utilizar como complementarios de la información obtenida a escala zonal y ajustar las predicciones.](http://www.clima.</p></div><div data-bbox=)

Los principales parámetros a conocer del clima son: radiación solar incidente, precipitaciones (mensuales y anuales de los últimos años) y temperaturas (máximas, mínimas y medias: mensuales y anuales), en lo posible, no solo del aire sino también a nivel de superficie y primeros centímetros del suelo. También, respecto a temperaturas, es importante conocer las fechas medias y extremas de primera y última helada y la frecuencia con la que ocurren las extremas. Por último, el conocimiento del balance hídrico y evapotranspiración zonal son importantes de conocer.

Suelo:

Respecto al tipo de suelo se debe caracterizar en función de la textura, estructura, profundidad del perfil utilizable de suelo y presencia de tosca o impedimentos; comportamiento de la napa freática en cuanto a profundidad y dinámica en caso de ascensos y descensos; calidad del agua subterránea y superficial disponible. La determinación de las características mencionadas *in situ*, realizadas por el profesional interviniente, es la alternativa más eficaz y segura, pero también lo es el soporte bibliográfico para alcanzar una buena aproximación y suficiente detalle de dichas características. Las cartas de suelo son una opción disponible, sin embargo, aportan muy poco en relación a la fertilidad de los suelos (Barbosa et al., 1997). En el caso particular de la provincia de San Luis, es uno de los pocos territorios que cuenta en la totalidad de su superficie con una cartografía de suelos semi-detallada, con escalas en torno a 1:100000 y 1:200000, que posibilitan su utilización como datos de entrada en modelos agronómicos (Colazo, 2015).

En el caso de la totalidad del país, los suelos pueden obtenerse desde el Inventario del recurso suelo del país, con una clasificación de los mismos y evaluación de las tierras en escala gráfica 1:500.000 o 1:1.000.000 dependiendo la provincia. Corresponde a una versión digital corregida y ajustada en base a la información original vectorizada a partir de los mapas de suelos provinciales que integran el Atlas de Suelos de la República Argentina, digitalizados en el Instituto de Suelos. Incluye múltiples correcciones y ajustes mediante técnicas actuales de ingeniería SIG

(<http://www.geointa.inta.gov.ar/2013/05/26/suelos-de-la-republica-argentina>).

Toda la información mencionada anteriormente, determinará la aptitud productiva del establecimiento e incluso de cada potrero, las potenciales especies forrajeras a utilizar de acuerdo con el ambiente (en el largo y mediano plazo), y la planificación precisa de distintas labores culturales, oportunidad de siembra, etc. (en un plazo relativamente corto de tiempo).

Planificación de recursos forrajeros potenciales (o existentes) en el establecimiento):

En la caracterización de los recursos forrajeros del establecimiento, se deben considerar los naturales o nativos (pastizales), y los implantados.

Pastizal natural:

Es importante tener en cuenta que no solo se requiere conocer el tipo de pastizal, sino que la caracterización debe considerar su productividad, distribución y dinámica de la calidad mensual y forma de utilización. Se deben identificar las comunidades vegetales y especies claves presentes, al igual que la condición en que se encuentra cada potrero o sector en función de la cobertura de las especies presentes. Estas características servirán de referencia para planificar el ciclo productivo, periodo de utilización conveniente y sistema de pastoreo del pastizal a aplicar.

Especies implantadas:

las pasturas se caracterizan por la especie y cultivar al que pertenecen y responden a factores que condicionan su productividad y manejo como el tiempo transcurrido desde su siembra (edad) y cobertura, también al requerimiento de alguna práctica como la renovación mecánica en caso de ser largamente perennes como digitaria. Los cultivos anuales probablemente sean los más flexibles del sistema, ya que en una planificación debidamente realizada son el recurso que mayor versatilidad y posibilidad de cambio presentan, aunque con un costo económico considerable en la rentabilidad del sistema. A modo de ejemplo, no es lo mismo presupuestar con un maíz para utilizar bajo pastoreo en estado folioso, en diferido, o realizar con el cultivo un silo. En las tres situaciones la superficie destinada al cultivo debe considerarse, pero los kg considerados (expresados como kg/ha) varían y también la calidad que ofrece el “maíz” en cada situación. En casos no tan extremos sucederá lo mismo, en una pastura de *Eragrostis curvula* o *Digitaria eriantha*, la calidad y producción ofrecidas a través del ciclo presenta variaciones y una dinámica particular.

En el caso de que el establecimiento ya tenga determinada la secuencia de cultivos en un mismo potrero o un planteo de rotación en ejecución, la presupuestación debe ajustarse a esta y cualquier cambio a implementar será probablemente de implementación programada. Es muy importante considerar para planificar las diferentes especies forrajeras a utilizar, el cultivo antecesor y en la medida posible el historial de labores realizados de cada potrero arable del establecimiento.

Infraestructura del establecimiento:

La información requerida incluye distintos aspectos. La superficie ganadera o destinada a esta actividad es

la más importante para la presupuestación, con respecto a la total del establecimiento. A partir del N° de hectáreas y la estructura o cadena forrajera, se realizan las estimaciones finales de disponibilidad y balance forrajero, que serán las determinantes para poder calcular la productividad a nivel de establecimiento. Se debe saber con precisión la ubicación de las distintas aguadas en el establecimiento, tanto artificiales como naturales, y la distribución de potreros. De acuerdo al sistema ganadero, tipo de recursos forrajeros y capacidad operativa es posible realizar subdivisiones rápidas como puede ser la instalación de alambrados eléctricos, pero en diversas situaciones y principalmente en sistemas de cría extensivos del ambiente semiárido, la distribución de agua de bebida y apotreramiento del establecimiento puede ser una limitante en cortos plazos de tiempo.

Organización empresarial:

La organización empresarial del establecimiento productivo influye en la planificación desde diferentes aspectos. La capacidad financiera del establecimiento en cuestión, puede ser condicionante de los cambios e innovaciones al momento de diagramar la estructura o cadena forrajera, y la posibilidad de generar cambios importantes en el sistema. Estos cambios pueden ser los que implican un costo o inversión económica, como por ejemplo el reemplazo de pastizales por pasturas perennes, el cambio de uso del suelo, o aspectos que no se evalúan económicamente como por ejemplo la preferencia de una especie forrajera sobre otra, o cualquier factor a considerar en el sistema (por ejemplo, preferencias en el manejo del rodeo, decisiones de compra-venta de animales o condicionamiento en determinadas especies).

El personal que aporta la mano de obra en el establecimiento es determinante en aspectos cotidianos como puede ser la posibilidad de aplicar esquemas de pastoreos o suplementaciones, o en el caso de siembra de especies y labores culturales determinadas se debe considerar la disponibilidad y contratación del mismo.

2. Caracterización del sistema.

Realizada la caracterización del establecimiento y sus recursos se puede definir el sistema ganadero a presupuestar partiendo de la base existente y con un panorama de posibles mejoras tecnológicas o productivas a implementar (Fig. 13.1).

Los sistemas ganaderos tradicionales de la región, a nivel general, son los de cría o de invernada posterior al destete. Dentro de esta última se diferencian la invernada larga y la invernada corta de acuerdo al ritmo de crecimiento estimado y tiempo de permanencia de los animales, y la estructura forrajera, entre otros indicadores. Otros sistemas ganaderos posibles bajo pastoreo son la producción lechera, la cría de alguna categoría en particular (por ejemplo, de reproductor-

res o recría pastoril previo al engorde a corral). De acuerdo al sistema ganadero, se debe describir el componente animal, principalmente desde la raza, composición del rodeo de acuerdo a las distintas categorías, y aspectos principales de manejo: épocas de servicio, parición y destete en el caso de sistemas de cría, al igual que el momento de servicio de vaquillonas (Apartado 11); compra y venta de animales, para la invernada. La dinámica de las categorías del rodeo a

lo largo del año debe ser conocida, porque puede influir en la presupuestación (por ejemplo, diferentes requerimientos individuales de los animales por su peso, edad o estado fisiológico, alimentación diferencial de alguna categoría, necesidad de manejar más de una tropa o lote de animales en determinados meses, pastoreo conjunto o separado de distintas categorías).

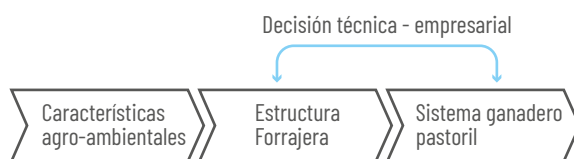


Figura 13.1: Esquema de un sistema productivo ganadero pastoril

3- Cadenas o estructuras forrajeras:

La cadena o estructura forrajera está formada por la secuencia de utilización de forrajes para alimentar las distintas categorías animales que componen un rodeo. Consiste en el diseño mensual (en algunas situaciones puede ser quincenal o en periodos determinados en función de la programación del pastoreo de esa especie forrajera) de la asignación de las bases forrajeras en las que se basa el sistema ganadero.

Tradicionalmente, la ganadería semiárida se basó en la utilización de pastizales naturales. Con el objetivo de mejorar la productividad de dichos sistemas y desde el enfoque forrajero, surge la necesidad de mejorar la oferta y distribución de MS y calidad forrajera de manera amigable con el ambiente, procurando su estabilidad y sustentabilidad, es donde las gramíneas megatérmicas perennes cumplen un rol muy importante. La correcta estructuración de las cadenas forrajeras permite uniformar y aumentar la receptividad, recuperar los pastizales naturales degradados y reemplazar los verdeos estacionales (Privitello y Bacha, 2012). Los cultivos anuales que en diversas situaciones se utilizan como amortiguadores de los cambios de producción primaria del sistema frente a variaciones interanuales por las condiciones ambientales, incrementan el costo productivo anual si se comparan con un adecuado eslabonamiento de especies forrajeras perennes. Inicialmente se generaron conocimientos de *Eragrostis curvula* (pasto llorón) y *Cenchrus ciliaris* (buffel Grass) en las décadas de 1970 y 1980 desde el INTA, y a partir de la década de 1990 y procurando complementar las pasturas de pasto llorón de muy baja calidad invernal, dentro de las especies evaluadas se utiliza digitaria (*Digitaria eriantha*). Es posible formular sistemas de cría bovina sobre la base de estas pasturas megatérmicas como recursos forrajeros únicos, e incluso desarrollar planteos de recría y engorde en condiciones pastoriles con suplementación estratégica, o bien complementados con el uso del corral (Frasinelli y Veneciano, 2014). Este tipo de suplementación, estratégica, es aquella que se utiliza de ma-

nera controlada y en periodos determinados, para corregir problemas o déficit específicos.

Una de las principales características a considerar para la incorporación de *Digitaria eriantha* en los sistemas ganaderos es su mejor calidad nutricional, cuando se la difiere al invierno, respecto al pasto llorón (Privitello, 2004). Esta característica competitiva entre las dos especies largamente perennes predominantes en los ambientes semiáridos sanluiseños, le otorga un posicionamiento clave en las cadenas forrajeras cuando pasto llorón y digitaria se complementan, y versatilidad en su utilización, cuando es combinada con pastizal natural o incluso como única base forrajera.

Ejemplos de cadenas forrajeras tradicionales (Tabla 13.1), para un sistema de cría de la provincia:

Tabla 13.1: Estructuras forrajeras para cría bovina en el centro-este de San Luis Frasinelli, et al. (2003)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
a)	Pll	Pll	Pll	De	De	De	De	Pn	Pn	Pn	Pll	Pll
b)	Pll	Pll	Pll	De	De	De	De	De	De	Pll	Pll	Pll

Pll: pasto llorón. | De: digitaria | Pn: pastizal natural.

Ambas estructuras fueron planteadas por Frasinelli et al. (2003). En la cadena a, la introducción del pasto llorón y digitaria propone el aprovechamiento de las pasturas durante 9 meses, y restringe la utilización del pastizal natural hacia fines de invierno y principios de primavera. La condición del pastizal natural y su reducida oferta de raciones, implicaron

una intervención antrópica importante para mejorar la estructura forrajera. El pasto llorón es pastoreado durante el periodo primavera-estival hasta la ocurrencia de primeras heladas, momento en que finaliza su ciclo y la calidad nutricional presenta niveles críticos para sostener un sistema de cría. Digitaria cubre el bache otoñal y la primera mitad del invierno, ofreciendo una calidad nutricional próxima a la requerida para el mantenimiento de los vientres.

La cadena *b* plantea una intensificación más profunda del sistema mediante el reemplazo total del pastizal por especies largamente perennes, o al menos su exclusión de la superficie destinada a la ganadería bovina. En esta propuesta se modifica la estrategia de alimentación invernal mediante el incremento de la superficie de digitaria, con una utilización marcadamente otoño-invernal. Esta estructura, desarrolla un típico planteo “seis por seis” cuando se consideran los meses de utilización de ambas pasturas.

Tanto la cadena *a*, como la cadena *b* (sistemas 1.4 y 1.2.4.1, respectivamente, de Frasinelli et al., 2003), son recomendadas para la región ganadera I y sector oriental de la región II. Las condiciones ambientales pueden favorecer un temprano rebrote primaveral del pasto llorón (octubre) en la región centro-este provincial (*b*) o reducir la productividad de la especie, posponer el rebrote y por ende su aprovechamiento (noviembre) como en el centro-sur de San Luis (*a*).

Una propuesta que ajusta aspectos puntuales sobre la utilización y combinación de las especies, es la que se propone a continuación (*c*). Con cambios poco contrastantes, pero con marcadas implicancias en uso de las megatérmicas, se busca hacer su aprovechamiento sin reemplazar totalmente los pastizales naturales. Esta secuencia permite respetar la distribución de nutrientes ofrecidos en las bases forrajeras, la producción de las mismas y la morfogénesis de las especies, de una manera integrada a lo largo del año (Tabla 13.2).

Tabla 13.2: Cadena Forrajera de ambiente semiárido: centro-sur de San Luis

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
c)	De	De	De	Pll	De _(d)	De _(d)	De _(d)	Pn	Pn	Pn	Pll	Pll
	Pll: pasto llorón. De: digitaria De _(d) : digitaria diferida Pn: pastizal natural.											

Al evaluar el balance nutricional de esta propuesta, se mejora la combinación entre la oferta nutricional forrajera y la demanda animal, debido a que se respeta la distribución de nutrientes de acuerdo al aporte de fibra y proteína metabólica de las diferentes bases forrajeras. Como resultado, es posible mejorar el estado nutricional de los vientres y aumentar el consumo (Apartados 5 - 7: Tabla 7.1).

El pasto llorón utilizado en primavera, presenta un mayor ritmo de crecimiento. En esta época de alta calidad nutricional, con mayores cantidades relativas de proteína bruta y energía, ocurren las pariciones del rodeo, los vientres se encuentran

en lactancia y hacia diciembre comienzan el servicio. Es sumamente importante acompañar los momentos del rodeo y estados fisiológicos demandantes, con calidad forrajera acorde a las exigencias.

Con respecto a la utilización de digitaria en los meses de verano, se permite respetar su vida media foliar, alcanzada en el estado promedio de 4 hojas verdes en el macollo (Apartado 6). Este pastoreo rotativo en pleno crecimiento favorece la composición foliosa de la pastura, mientras los vientres se encuentran en servicio y lactancia con requerimientos nutricionales altos. Al final del ciclo de esta megatérmica (marzo-abril), se realiza el destete y los requerimientos del rodeo con vacas “secas” disminuyen.

En abril-mayo, el pastoreo de llorón puede estar sujeto a dos prácticas de manejo del rodeo: destete al inicio y tacto al final (mayo). Además de consumir el crecimiento estivo-otoñal de llorón, se elimina el material acumulado e inicia el periodo de latencia o reposo invernal en condiciones adecuadas para asegurar la calidad del próximo rebrote primaveral.

Las vacas gestantes pasan a los potreros con digitaria diferida (clausurados durante todo el ciclo de crecimiento) desde mayo a julio. En este estado, presenta cierto déficit proteico, sin embargo, este es factible de corregir mediante suplementaciones (Apartado 8).

En esta estructura forrajera, el pastizal natural de tipo mixto es pastoreado durante la salida del invierno, en los meses de agosto y septiembre. Los vientres se encuentran finalizando la gestación y comienzan a ocurrir las pariciones. Esto implica que la calidad de la dieta debe ser mejorada y la composición de especies forrajeras nativas en ese tipo de comunidad vegetal presenta una calidad equilibrada, acorde a los requerimientos de los vientres.

Utilización de planillas Excel para la modelización de subsistemas forrajeros

(Privitello M.J.L., Rosa S.T. y Bacha E.F.)

Las asignaturas “Forrajes” y “Producción Animal I” de la carrera de Ing. Agronómica de la FICA-UNSL utilizan desde hace algunos años y facilitan a los estudiantes, la estructura desarrollada sobre un Libro Excel (planillas) para la aplicación de conceptos e información cuantitativa referidos a “Presupuestaciones Forrajeras” (Privitello y Rosa, 2017; Rosa, 2020 y actualización por Privitello y Rosa, 2022). Dichas planillas permiten realizar una estimación de la demanda, disponibilidad y balance forrajero, con la generación automática de gráficas comparativas.

En el caso de la *demanda*, a partir de la incorporación del consumo diario por cabeza, se obtiene la demanda total, mensual y anual, para un sistema de cría o de invernada, considerando para el primer caso cada una de las categorías involucradas. Con respecto a los pesos vivos “PV” (kg) que se deben consignar en la planilla, son el de entrada de los vientres al sis-

tema en el momento en que, mediante el tacto y boqueo, se determina la salida de las vacas de descarte y el ingreso de vaquillonas preñadas (de compra o producción propia como en ejemplo expuesto en planillas), el peso promedio de los vientres correspondientes al mes medio del período de parición, el peso promedio de terneros al destete, el peso de los toros y variaciones de peso de las categorías en el año de acuerdo al estado fisiológico y las restricciones presupuestadas. Estos resultan indicadores de la condición animal en momentos claves del rodeo.

La hoja de cálculo correspondiente a la oferta faculta consignar la cadena forrajera con la producción total distribuida mensualmente, días de utilización y factor de uso a considerar, para obtener el balance final. Dado que se encuentra diseñada con fórmulas enlazadas, con cada modificación se actualizan los resultados, además de posibilitar a los usuarios la adecuación de la misma en caso de requerir algún ajuste particular (por ejemplo, modificar la duración, dotación de animales o superficie).

Dentro de los resultados que arroja la presupuestación, se destaca la visualización mensual de la producción forrajera útil, es decir la disponibilidad forrajera, calculada por la producción asignada a ese mes y corregida por el factor de uso aplicado. Se obtiene también, información de capacidad de carga y receptividad mensual. El detalle mensual de estos indicadores y

su variación a lo largo del año, si bien están sujetos al ritmo de crecimiento de cada especie en la zona, contribuye a identificar los momentos en que se pueden generar déficit o excesos y considerar esas variaciones.

De acuerdo al valor promedio de receptividad mensual de cada especie y la sumatoria de estos valores se dimensiona la superficie total necesaria por cada unidad ganadera (Total ha/UG). A partir de estos valores (receptividad media y Total ha/UG) se estima la distribución de superficie para cada cultivo (porcentual y absoluta) y el tamaño total del rodeo y de cada categoría animal que puede sostener la superficie propuesta inicialmente (3000 ha, en este caso). Por otro lado, se puede proponer un determinado número de vientres y a partir de este calcular la dotación de las distintas categorías que componen el sistema y la superficie requerida para cada forraje.

A continuación, se comparan cuatro modelos con cadenas forrajeras semiáridas (“a”, “b”, “c”, “d”) para un sistema de cría en la zona centro-sur (hacia el oeste) de San Luis con destete convencional, en base a las estructuras propuestas por Frasinelli et al. (2003) y experiencias a campo de los autores.

Para el llenado y utilización de las planillas (A, B1, B2, B3 y B4), se brindan mayores detalles en un material audiovisual disponible en la plataforma de Caroline “Forrajes” FICA-UNSL (Bacha, 2020a; 2020b; 2020c).

A: Planificación ganadera de un sistema de cría semiárido con servicio a 27 meses (Datos entrada: PV en celdas verdes y variaciones mensuales de PV en rojo y celdas blancas)

Mes	Días	Estado Fisiológico	Peso Destete (kg)				PESO TOROS (kg)	Peso Parición (kg)	Consumo	Consumo Diario	Consumo Mensual		
			Peso entrada (kg)	150	Peso							600	380
		Servicio: 1 Diciembre VIENTRES		VAQ R1	VAQ R2	VAQ R2	CUT	TORO	TOTAL	(% Peso vivo)	(kg MS/UG)	(kg MS/UG)	
			Peso (kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	Condición Corporal (CC)	% Peso UG	kg MS	kg MS
ENE.	31	Servicio -Lactación	400		235	310	400	600	619	3,00	2,20	13,62	422
FEB.	28	Servicio -Lactación	380		245	320	380	600	599	3,00	2,20	13,18	369
MAR.	31	Lactacion	370		255	330	370	600	591	2,90	2,20	13,00	403
ABR.	30	Destete-Vaca seca	355	150	260	335	355	600	605	2,80	2,20	13,31	399
MAY.	31	Tacto - Vaca seca	330	150	260		330	600	508	2,70	2,20	11,18	346
JUN.	30	Vaca seca	340	150	265		340	600	521	2,70	2,20	11,46	344
JUL.	31	Vaca seca - Parto	345	160	265		345	600	529	2,80	2,20	11,64	361
AGO.	31	Vaca seca - Parto	350	160	270		350	600	536	2,90	2,20	11,79	366
SEP.	30	Parición - Lactación	360	170	275		360	600	551	3,00	2,20	12,12	364
OCT.	31	Parición - Lactación	380	180	280		380	600	578	3,00	2,20	12,72	394
NOV.	30	Parición - Lactación	390	200	290		390	600	596	3,00	2,20	13,11	393
DIC:	31	Servicio -Lactación	405	220	300		405	600	620	3,00	2,20	13,64	423

Total kg MS/an./año

4584

Casilleros a llenar

B₂: Planificación forrajera de la estructura "a": (datos de entrada en rojo)

kg MS/ha P. Ilorón	2000
kg MS/ha Digitaria Diferida	1000
kg MS/ha Pastizal Natural	700

ha Establ. 3000		Producción Forrajera Mensual	Días uso mes	Factor de Uso	Producción Forrajera Util Mensual	Capacidad de Carga Mensual	Receptividad Mensual	ha/UG	ha/UG	ha/UG
Especie	Mes	(kg MS/ha)	(días)	(%)	(kg MS/ha)	(UG/ha)	(ha/UG)	Pasto Ilorón	Dig. Dif.	P. Natural
PII	ENE	400	31	0,7	280	0,66	1,51	1,55	2,50	2,67
PII	FEB	350	28	0,7	245	0,66	1,51			
PII	MAR	200	31	0,8	160	0,40	2,52			
Dig. (dif. total)	ABR	300	30	0,6	180	0,45	2,22			
Dig. (dif. total)	MAY	300	31	0,6	180	0,52	1,92			
Dig. (dif. total)	JUN	200	30	0,6	120	0,35	2,87			
Dig. (dif. total)	JUL	200	31	0,6	120	0,33	3,01			
PN	AGO	234	31	0,6	140	0,38	2,60			
PN	SEP	233	30	0,6	140	0,38	2,60			
PN	OCT	233	31	0,6	140	0,35	2,82			
PII	NOV	500	30	0,7	350	0,89	1,12			
PII	DIC	550	31	0,7	385	0,91	1,10			

Total ha/UG 6,73

	%	ha	UG							
ha PLL	23	691	446							
ha Dig	37	1116								
ha PN	40	1192								
Total	100	3000		Vientres	Vaq R1	Vaq R2	CUT	Toros	Total	
				270	54	54	54	14	446	Animales para las ha disponibles
Vientres	300			300	60	60	60	15	495	Animales disponibles para calcular necesidad de ha

P. Ilorón	768
Digitaria diferida	1239
Pastizal Natural	1324
Total ha	3331

para mantener 495 animales

B₂: Planificación forrajera de la estructura "b": (datos de entrada en rojo)

kg MS/ha P. Ilorón | 2000
kg MS/ha Digitaria Diferida | 1000

ha Establ. 3000		Producción Forrajera Mensual	Días uso mes	Factor de Uso	Producción Forrajera Util Mensual	Capacidad de Carga Mensual	Receptividad Mensual	ha/UG	ha /UG
Especie	Mes	(kg MS/ha)	(días)	(%)	(kg MS/ha)	(UG/ha)	(ha/UG)	Pasto Ilorón	Dig. Dif.
PII	ENE	350	31	0,7	245	0,58	1,72	2,26	3,65
PII	FEB	300	28	0,7	210	0,57	1,76		
PII	MAR	200	31	0,7	140	0,35	2,88		
PII	ABR	100	30	0,8	80	0,20	4,99		
Dig. (dif. total)	MAY	200	31	0,6	120	0,35	2,89		
Dig. (dif. total)	JUN	160	30	0,6	96	0,28	3,58		
Dig. (dif. total)	JUL	160	31	0,6	96	0,27	3,76		
Dig. (dif. total)	AGO	160	31	0,6	96	0,26	3,81		
Dig. (dif. total)	SEP	160	30	0,6	96	0,26	3,79		
Dig. (dif. total)	OCT	160	31	0,6	96	0,24	4,11		
PII	NOV	500	30	0,7	350	0,89	1,12		
PII	DIC	550	31	0,7	385	0,91	1,10		
Total ha/UG								5,92	

	%	ha	UG							
Has PLL	38	1147	507							
Has Dig	62	1853								
Total	100	3000		Vientres	Vaq R1	Vaq R2	CUT	Toros	Total	
				307	61	61	61	15	507	Animales para las ha disponibles
Vientres	300			300	60	60	60	15	495	Animales disponibles para calcular necesidad de ha

P. Ilorón	1120
Digitaria diferida	1809
Total ha	2929

para mantener 495 Animales

B₃: Planificación forrajera de la estructura "c": (datos de entrada en rojo)

kg MS/ha P. Ilorón	2000
kg MS/ha Digitaria verde	1500
kg MS/ha Digitaria diferida	1000
kg MS/ha Pastizal Natural	700

ha Establ. 3000		Producción Forrajera Mensual	Días uso mes	Factor de Uso	Producción Forrajera Util Mensual	Capacidad de Carga Mensual	Receptividad Mensual	ha/UG	ha/UG	ha/UG	ha/UG
Especie	Mes	(kg MS/ha)	(días)	(%)	(kg MS/ha)	(UG/ha)	(ha/UG)	Pasto Ilorón	Digitaria Verde	Digitaria Dif.	Pasto Nat.
Dig	ENE	750	31	0,7	525	1,24	0,80	0,92	1,30	1,75	2,67
Dig	FEB	450	28	0,7	315	0,85	1,17				
Dig	MAR	300	31	0,7	210	0,52	1,92				
PII	ABR	950	30	0,8	760	1,90	0,53				
Dig. (dif. Todo ciclo)	MAY	334	31	0,6	200	0,58	1,73				
Dig. (dif. Todo ciclo)	JUN	333	30	0,6	200	0,58	1,72				
Dig. (dif. Todo ciclo)	JUL	333	31	0,6	200	0,55	1,81				
PN	AGO	234	31	0,6	140	0,38	2,60				
PN	SEP	233	30	0,6	140	0,38	2,60				
PN	OCT	233	31	0,6	140	0,35	2,82				
PII	NOV	500	30	0,7	350	0,89	1,12				
PII	DIC	550	31	0,7	385	0,91	1,10				
								Total ha/UG	6,64		

	%	ha	UG
ha PII	14	414	452
ha Dig. Dif.	26	791	
ha Dig. Verde	20	586	
ha PN	40	1208	
Total	100	3000	
		Vientres	Vaq R1
		274	55
		Vaq R2	CUT
		55	55
		Toros	Total
		14	452
		Vientres	300
		300	60
			60
			60
			15
			495

Animales para las ha disponibles

Animales disponibles para calcular necesidad de ha

P. Ilorón	453
Pastizal Natural	1324
Digitaria Verde	643
Dig. Dif. Total	867
Total ha	3287

para mantener 495 animales

B₄: Planificación forrajera de la estructura "c": (datos de entrada en rojo)

kg MS/ha P. Ilorón	2000
kg MS/ha Digitaria verde	750
kg MS/ha Digitaria diferida febr.	750
kg MS/ha Pastizal Natural	700

ha Establ. 3000		Producción Forrajera Mensual	Días uso mes	Factor de Uso	Producción Forrajera Útil Mensual	Capacidad de Carga Mensual	Receptividad Mensual	ha/UG	ha/UG	ha/UG
Especie	Mes	(kg MS/ha)	(días)	(%)	(kg MS/ha)	(UG/ha)	(ha/UG)	Pasto Ilorón	Digitaria	Pasto Nat.
Dig	ENE	750	31	0,7	525	1,24	0,80	1,12	1,70	5,01
PN	FEB	400	28	0,7	280	0,76	1,32			
PII	MAR	500	31	0,7	350	0,87	1,15			
PII	ABR	450	30	0,8	360	0,90	1,11			
Dig. (dif. feb-ab.)	MAY	250	31	0,7	175	0,51	1,98			
Dig. (dif. feb-ab.)	JUN	250	30	0,7	175	0,51	1,96			
Dig. (dif. feb-ab.)	JUL	250	31	0,7	175	0,49	2,06			
PN	AGO	100	31	0,6	60	0,16	6,09			
PN	SEP	100	30	0,6	60	0,16	6,06			
PN	OCT	100	31	0,6	60	0,15	6,57			
PII	NOV	500	30	0,7	350	0,89	1,12			
PII	DIC	550	31	0,7	385	0,91	1,10			
								Total ha/UG	7,83	

	%	ha	UG						
ha PII	14	429	383						
ha Dig.	22	652							
ha PN	64	1919							
Total	100	3000							
			Vientres	Vaq R1	Vaq R2	CUT	Toros	Total	
			232	46	46	46	12	383	Animales para las ha disponibles
Vientres	300		300	60	60	60	15	495	Animales disponibles para calcular necesidad de ha

P. Ilorón	555
Pastizal Natural	2480
Digitaria	843
Total ha	3878

para mantener 495 animales

Consideraciones y cálculos de variables realizados en celdas de planillas Excel

A. En la planificación ganadera de cría:

- › **Raza bovina:** británica, frame chico en estas modelizaciones (sujeto a cambios para otras).
- › **Peso del animal mensual por categoría:** se extrae de un sistema real o estima según fuente bibliográfica acorde.
- › **Destete convencional a los 6 meses (índice destete: 80%).**

› **Reposición a los 27 meses (propia producción).**

› **Peso Total:** mensualmente, se realiza la sumatoria del peso animal (kg) correspondiente a las categorías que conforman la UG: vientres (100 %), reposición "R" (20 % R1, 20 % R2), vacas CUT (20 %) y Toros (4- 5 %).

› **Consumo MS UG.año⁻¹ (media ponderada):** 2,2 % del Peso Total, considerando un CMS de los vientres adultos entre 3 % a 1,5 % del PV, según sea su estado fisiológico (3 meses posparto a período seco, respectivamente), y los correspondientes al resto de las categorías que conforman la UG.

B: En la estructura forrajera:

- › **Superficie ganadera:** colocar como dato de entrada, en este caso 3000 ha.
- › **Distribución mensual de la oferta:** la carga el usuario, conforme al ritmo de crecimiento de la especie en las condiciones para las que se desarrolla la modelización (Privitello y Bacha, 2020).
- › **Factor de uso:** también es asignado por el usuario, sujeto a la estructura de la planta (principalmente hebéceas), producción forrajera (principalmente en maíz y sorgo con granos) e intensidad de pastoreo planteada (laxo, intenso). La asignación de un determinado factor de uso es una decisión muy importante ya que requiere la comprensión de la estructura de la planta en ese momento y, por ejemplo, en el caso de diferidos o rebrotes primaverales de especies megatérmicas, del tipo de manejo previo o posterior.
- › En las presupuestaciones realizadas, prima el Factor o Coeficiente de uso 0,7, con el consecuente remanente del 30 %, para cuando forrajeras como pasto llorón (pll) o digitaria (Dig. verde) manifiestan altas tasas de crecimiento (primavera-verano), con la idea de asegurar un área foliar fotosintéticamente activa y proteger los puntos de crecimiento basales que promueven el rebrote.
- › Para el caso en que pasto llorón puede ser aprovechado tempranamente en primavera (octubre) por condiciones ambientales favorables (precipitaciones), se pretende una utilización menos intensa que la anterior (0,5 - 0,6) para promover el rebrote rápido de la planta pastoreada al inicio de su ciclo vegetativo. Por otro lado, un coef. de 0,7 - 0,8 en otoño (marzo-abril-mayo) permite, la remoción de la producción estival acumulada de restringida calidad (limpieza), propendiendo a una oferta de forraje tierno en primavera, desprovista de excesivo material lignificado o muerto.
- › En el caso de digitaria diferida al invierno, la utilización puede ser de 0,6 cuando se ha transferido la totalidad del crecimiento primavero-estival a la estación fría (Dig. dif.) y se pretende que el animal seleccione el material folioso, considerando que las cañas restan accesibilidad a la forrajimasa de la planta (ejemplos en planillas). Se puede incrementar, por ejemplo, a 0,7, cuando previamente se realiza un pastoreo estival en enero (inicio período rezago a partir de febrero) lo que posibilita diferir hacia el invierno material mayormente folioso, con menor contenido de cañas, a pesar de que se afecte la producción de hojas por las condiciones ambientales de la época (Dig. dif. desde feb.).
- › El coeficiente de utilización en un pastizal natural mixto (PN: centro-sur de San Luis) de condición regular a buena, por su cobertura y producción (600 - 700 kg MS/ha),

es 0,5 - 0,6. En las estructuras planteadas, un coeficiente de 0,6 permitiría la remoción del crecimiento estival acumulado al final del invierno-inicio primavera, evitando que se acumule demasiado material senescente. Se podría plantear una alternativa de uso del pastizal más racional (fase de diseminación de especies estivales y de rebrote de las invernales) mediante el pastoreo del crecimiento primavero-estival en febrero, con un coeficiente de 0,7, para no “veranizar” el pastizal con el tiempo y propiciar el ambiente vegetal para el rebrote posterior de las especies invernales. Obviamente, estos cambios de manejo del sistema pastoril implican variaciones de distribución de la producción total en las planillas. Resulta importante evaluar estas situaciones para decidir el valor, y no utilizar el factor de uso como un regulador en el balance forrajero de la presupuestación, ya que los resultados finales son muy sensibles ante estas variaciones

- › **CA:** “carga animal”, expresada en animales.ha^{-1} , la planilla la calcula mediante la relación: Disponibilidad/Requerimientos.
- › **R:** “receptividad”, surge de la inversa de CA, en ha.animal^{-1}
- › **ha/UG:** para el cálculo, la planilla considera el valor promedio de receptividad mensual de cada recurso forrajero que al sumarse dan el Total ha/UG.
- › **% superficie de cada recurso forrajero:** deriva de la relación indirecta entre ha recurso forrajero/UG y Total ha/UG que aplicada a la superficie ganadera total (por ejemplo, 3000 ha) estima el número de ha para cada recurso.

Cálculos finales para la planificación ganadera:

- › Cantidad UG: se obtiene al relacionar indirectamente la superficie ganadera total con el Total ha/UG.
- › **Animales para ha disponibles:** considerando un número de vientres del 100%, reposición “R” (20 % R1, 20 % R2), 20 % CUT y 5 % Toros.
- › En el cálculo de las Unidades Ganaderas “UG”, se considera el total de categorías que componen el rodeo general, es decir la sumatoria de los porcentajes expresados anteriormente. Por lo tanto, de acuerdo a la composición detallada, cada categoría se puede estimar como: vacas: $UG \cdot 100/165$, R1: $UG \cdot 20/165$, R2: $UG \cdot 20/165$, CUT: $UG \cdot 20/165$, Toros: $UG \cdot 5/165$.
- › **Animales disponibles para cálculo de ha:** aplicando los % mencionados sobre el número de vientres deseado (en este ejemplo 300).

Gráficos comparativos de resultados obtenidos a partir de las modelizaciones

El sistema “b” (introducción especies pluri anuales megatér- micas en el total de las hectáreas ganaderas) muestra mejor receptividad cuando se considera el requerimiento de super- ficie para cada unidad ganadera (Fig. 13. 2), y consecuentemente soporta un mayor stock ganadero (Fig. 13. 3), en particular de vientres totales (“b”: 369, “a” y “c”: 327 promedio y “d”: 279 kg), cuando se fija la superficie total como en el ejemplo plan- teado (3000 ha). Por lo que, al considerar la receptividad y carga referida al total de vientres, “b” también supera a las otras estructuras planteadas (Fig.13.4). Si bien se logra mejorar el sistema por el incremento de la producción forrajera con la introducción de pasto llorón y digitaria (38 y 62 % de super- ficie, respectivamente) respecto a los sistemas con pastizal natural (% superficie total: “a”: 23 pll y 37 Dig.dif., “c”: 14 pll y 26 Dig.dif. + 20 Dig. verde, “d”: 14 pll y 22 Dig. verde y dif. desde feb., el % restante corresponde a PN en cada estructura), es necesario considerar que se trata de un sistema con re- emplazo total de vegetación nativa en la superficie ganadera, situación no frecuente en los establecimientos productivos y zonas de la provincia. Por otro lado, dicha estructura no se ajusta nutricionalmente a los requerimientos de los vientres en algunos momentos del año por los cambios de estados fi-

siológicos (por ejemplo, en preparto o lactación) y avance de los estados fenológicos de los forrajes, cuestiones que debe- rán subsanarse mediante suplementación estratégica, com- plementando con otro forraje de calidad, etc.

Los sistemas “a”, “c” y “d”, más “sustentables” por la conser- vación de pastizal natural en la estructura forrajera, a pesar de no manifestar mayores índices productivos que “b”, ajus- tan la oferta forrajera, en cantidad y calidad, al requerimien- to de los vientres (por ejemplo, pastizal natural en preparto, rebrote tierno de pasto llorón en posparto, digitaria en plea- na lactación). Además, la utilización forrajera de las especies megatér- micas acorde a parámetros morfogenéticos respeta la dinámica de generación y muerte foliar, lo cual facilita sin- cronizar producción con calidad de forraje en el momento oportuno de inicio pastoreo “vida media foliar o inicio de se- nescencia”. Tal es el caso de la estructura “c”, en que para el pastoreo “en verde” de digitaria se espera a enero, mientras se aprovecha el rápido crecimiento primaveral de pasto llorón. En “d” además, se impide la “veranización” del pastizal natural (pastoreo en febrero) mientras se traslada al invierno material diferido de digitaria de mejor calidad luego de su pastoreo en pleno verano, extendiéndose así el tiempo de uso de un mismo lote de digitaria y pastizal, aunque “d” pierde en receptividad total cuando se la compara con el resto de las estructuras.

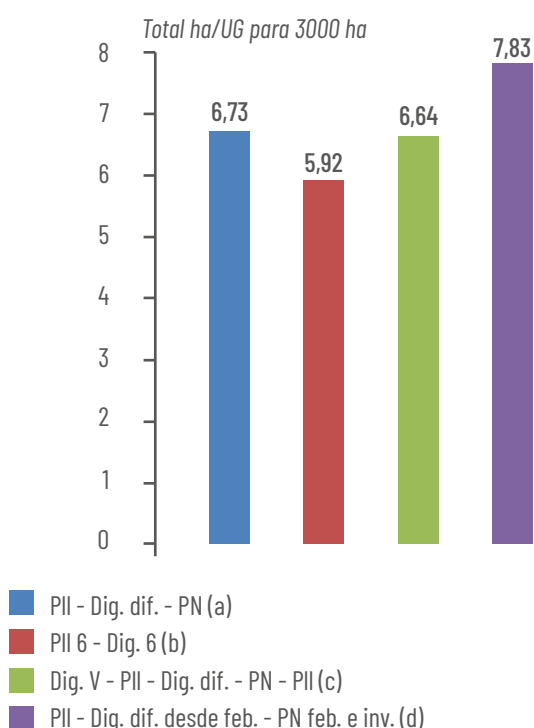


Figura 13.2: Comparación de receptividades para 3000 ha

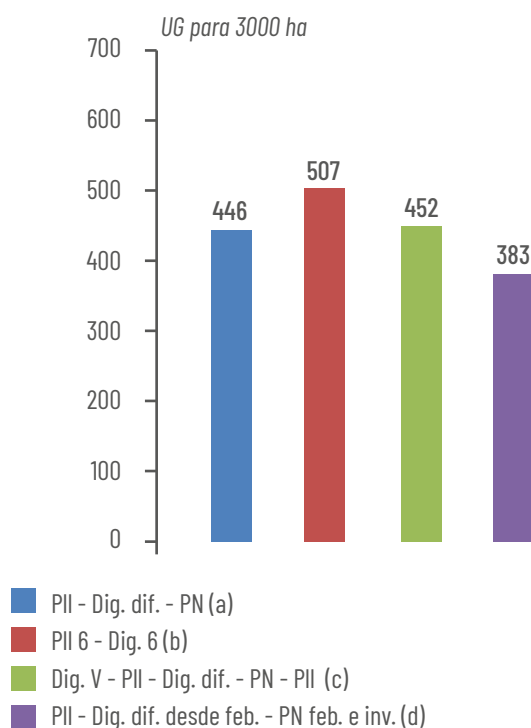


Figura 13.3: Comparación de UG considerando un total de 3000 ha

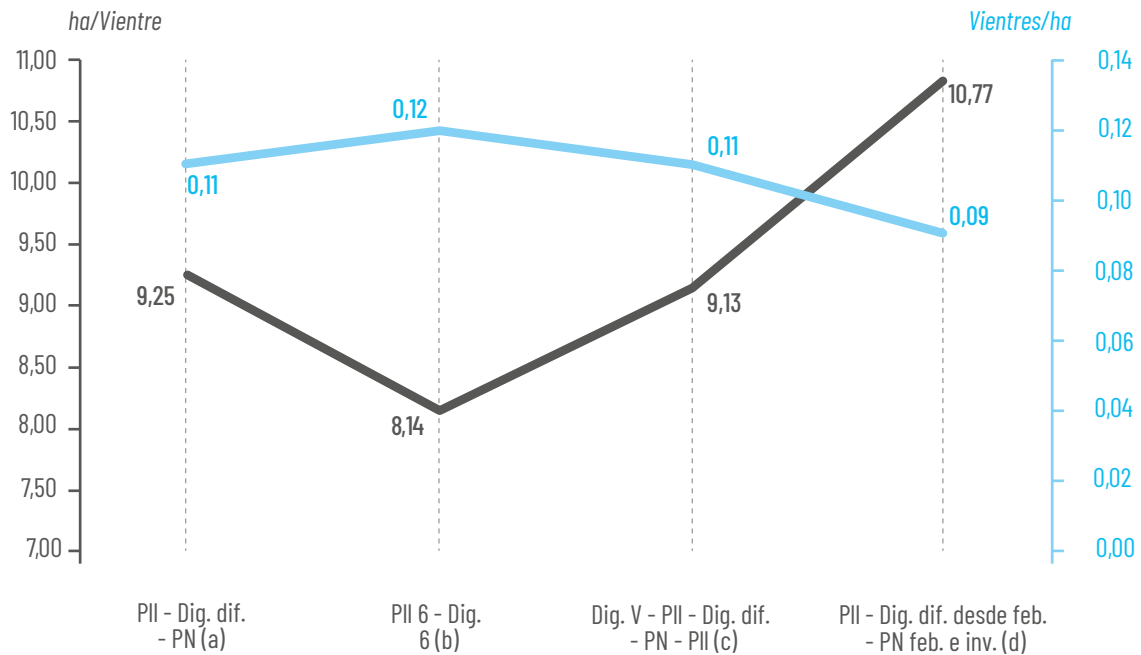


Figura 13.4: Comparación de receptividad para el total de vientres (ha/Ventre) y carga por unidad de superficie (Vientres/ha)

Otra de las alternativas con una planificación forrajera, es comparar los sistemas para un número de vientres fijo. En el ejemplo presentado, se estableció un rodeo de 300 vacas, y de acuerdo a la composición establecida del rodeo, implica un total de 495 animales de distintas categorías. En “b”, la mayor productividad de la superficie ganadera implantada con fo-

rrajeras megatérmicas como digitaria y pasto llorón, permite sostener la cantidad de animales propuesta con menos cantidad de hectáreas. Cuando se evalúan comparativamente las cadenas que conservan una proporción de la superficie del campo con pastizal natural (“a”, “c”, “d”), dicha dotación animal requiere mayor superficie total, principalmente con “d” (Fig. 13.5).

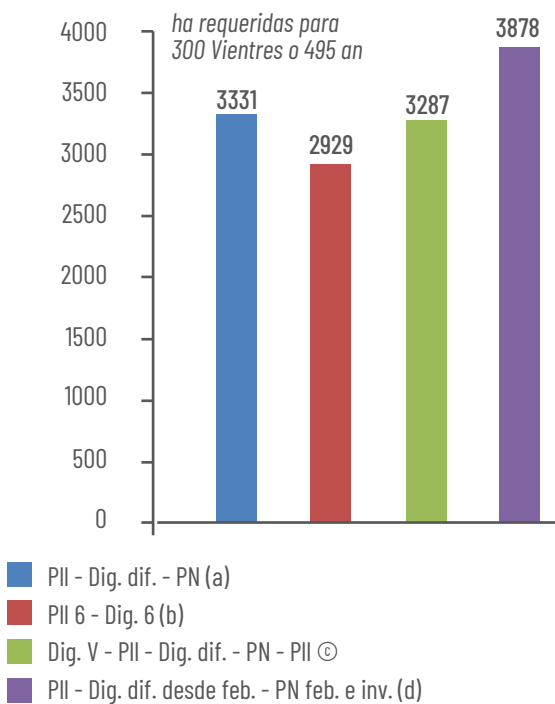


Figura 13.5: Comparación de hectáreas requeridas para 300 vientres (o su equivalente a 495 animales en el rodeo)

Esta práctica elemental de modelización de la planificación forrajera tiende a contrastar la oferta forrajera disponible con el requerimiento animal y obtener algunos indicadores productivos cuando se provocan cambios de estructura forrajera en sistemas de cría bovina, pero sin desconocer que existen otros factores que inciden en la planificación y pueden variar los resultados. Estos factores están relacionados con lo nutricional (requerimiento animal, necesidad de suplementar, calidad del agua de bebida, etc.), las alteraciones ambientales que puedan impactar sobre el rendimiento de forraje (sequía), determinadas estrategias para mejorar la oferta de MS de calidad (introducción de especies, posibilidad de hacer reservas de forrajes, fertilización, riego, etc.), el manejo del pastoreo y de rodeos, análisis y decisiones económico-financieras, entre muchos otros que intervienen en la gestión de sistemas ganaderos sustentables.

Bibliografía

- Bacha, E.F.** 2020a. Presupuestación Forrajera- Introducción y cría. *Material didáctico multimedia, formato mp4*. <http://claroline.fcejs.unsl.edu.ar/claroline1812/claroline/course/index.php?cid=FORRAJES>: Documentos y enlaces: Trabajos Prácticos: Presupuestación Forrajera.
- Bacha, E.F.** 2020b. Presupuestación para invernada. *Material didáctico multimedia, formato mp4*. <http://claroline.fcejs.unsl.edu.ar/claroline1812/claroline/course/index.php?cid=FORRAJES>: Documentos y enlaces: Trabajos Prácticos: Presupuestación Forrajera.
- Bacha, E.F.** 2020c. Presupuestación IC con diferido y Melilotus. *Material didáctico multimedia, formato mp4*. <http://claroline.fcejs.unsl.edu.ar/claroline1812/claroline/course/index.php?cid=FORRAJES>: Documentos y enlaces: Trabajos Prácticos: Presupuestación Forrajera.
- Bavera, G.A.; Bocco, H.A.; Beguet C. y Peñafort C.** 2005. Raciones de suplementos y pasturas y presupuestación forrajera. *Cursos de Producción Bovina de Carne*, FAV-UNRC. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/77-raciones_y_presupuestacion_forrajera.pdf
- Barbosa, O.A.; Galarza, F.M.; Medina, L.A.; Taboada, M.A.** 1997. Método simple de estimación de deficiencias nutritivas bajo condiciones de invernáculo. *Congreso Brasileiro de Engenharia Agrícola*, 26. SBEA, CD Rom.
- Colazo, J.C.** 2015. Evaluación de suelos y tierras para diferentes fines. En: Saenz C.A. & Colazo J.C. -1ª Ed.-. *Gestión de suelo y agua en sistemas productivos de la provincia de San Luis*. Ediciones INTA. ISBN 978-987-521-633-4
- Frasinelli C. A. y Veneciano J. H (Editores).** 2014. Sistemas bovinos sobre gramíneas megatérmicas perennes en San Luis. Ediciones INTA. ISBN 978-987-521-472-9. 180 p.
- Frasinelli, C.A.; Veneciano, J.H.; Belgrano Rawson, A.J. y Frigerio, K.L.** 2003. Sistemas extensivos de producción bovina: productividad y rentabilidad. En: Aguilera, M.O. y Panigatti, J.L. (Eds.) *Con las metas claras. La estación Experimental Agropecuaria san Luis: 40 años a favor del desarrollo sustentable*. INTA. ISBN: 987-521-074- pp: 141-157.
- Galli, J.R.** 1997. Planificación forrajera. En C. A. Cangiano (Ed.) *Producción Animal en Pastoreo*. ISBN: 987-96163-1-6. Capítulo 9, pp: 129-145.
- Irigoyen, A.** 2011. Presupuestación forrajera. Instituto Plan Agropecuario. ISBN 978-9974-563-89-6. 19 p.
- Privitello, M.J.L.** 2004. Evaluación comparativa de la calidad forrajera en especies subtropicales y nativas en la Provincia de San Luis (Argentina). *Revista Pastos y Forrajes*, Vol. 27, Nº 2. ISSN 0864-0394.
- Privitello, M.J.L. y Bacha, E.F.** 2012. Especies megatérmicas del ambiente semiárido de San Luis (Guía de buenas prácticas de especies megatérmicas). <http://claroline.fcejs.unsl.edu.ar/claroline1812/claroline/course/index.php?cid=FORRAJES>: Documentos y enlaces, *Especies Forrajeras: Perennes, Megatérmicas*.
- Privitello, M.J.L. y Bacha E.F.** 2020. Producción de especies forrajeras, generalmente de la provincia de San Luis. <http://claroline.fcejs.unsl.edu.ar/claroline1812/claroline/course/index.php?cid=FORRAJES> Documentos y enlaces: Trabajos Prácticos, *Presupuestación Forrajera*.
- Privitello, MJL y Rosa, S.T.** 2017. Presupuestaciones forrajeras para sistemas de cría (servicio 24 meses) e Invernada (corta y larga). Planillas Excel. <http://claroline.fcejs.unsl.edu.ar/claroline1812/claroline/course/index.php?cid=FORRAJES>: Documentos y enlaces: Trabajos Prácticos: *Presupuestación Forrajera*.
- Rosa, S.T.** 2020. Actualización de Presupuestaciones forrajeras para sistemas de cría (comparación servicio 24 y 15 meses). Planillas Excel. <http://claroline.fcejs.unsl.edu.ar/claroline1812/claroline/course/index.php?cid=FORRAJES>: Documentos y enlaces: Trabajos Prácticos: *Presupuestación Forrajera*.

14



SOSTENIBILIDAD DE DIGITARIA ERIANTHA: ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO

Por:
Ing. Agr. Mag. Jorge Raúl Díaz.
Dpto. Ciencias Económicas - FCEJS - UNSL -

Para llevar a cabo un desarrollo territorial sostenible, es imprescindible evaluar el sistema en forma holística, teniendo en cuenta los componentes y sus interrelaciones para un aprovechamiento racional de los recursos e inversiones orientados a la innovación y desarrollo tecnológico que impacten socialmente a mediano y largo plazo. Por tal motivo es necesario realizar una valoración:

- › **Económica:** Para asignar los recursos con eficiencia económica, además de la predicción de la rentabilidad.
- › **Ambiental:** Preservando y mejorando los recursos, teniendo en cuenta la capacidad de carga y regeneración de los ecosistemas.
- › **Social:** El arraigo familiar que implica la ganadería, genera una demanda de insumos y servicios para satisfacer las necesidades humanas impulsando la economía en torno al intercambio de los individuos o las familias.

Por lo tanto, con la finalidad de mejorar la rentabilidad y sostenibilidad de los sistemas ganaderos en la región semiárida, del centro oeste de San Luis, se ha generado abundante información tecnológica y económica, del uso utilitario del pastizal natural, destacándose la búsqueda de una especie que se complemente con el pasto llorón.

Para lo cual, a partir de 1991, se incorpora la especie de sp "digitaria", mientras que paralelamente varias instituciones entre ellas INTA, UNSL y Gobierno de la provincia, grupos CREA y Cambio Rural, se asociaron conformando una red público-privada para investigar, evaluar y difundir su introducción en los sistemas de producción.

Según el CNA 2018 de un total relevado de 212.227 ha de forrajeras perennes, 113.805 son de pasto llorón y 29.173 ha de digitaria, alcanzando a cerca de 90.000 ha sembradas en el 2000 (Díaz et al., 2010).

La adopción de especies megatérmicas aportan sostenibilidad, siempre y cuando se realice un uso racional, respeten los periodos de descanso y genere forraje en distintas épocas del año. Para una correcta utilización, es muy importante aprovechar las diferencias en producción en distintas épocas del año, con cadenas forrajeras que generen protección de los recursos (suelo, pastizal natural) y disminuyan los riesgos climáticos y ciclos ganaderos, lo cual se traducirá en una mayor rentabilidad, consecuentemente se mejorará la calidad de vida y promoverá el arraigo familiar.

En Argentina y la provincia de San Luis se incrementó la agricultura debido al progreso de la biotecnología, la siembra directa y los avances en maquinaria e implementos agrícolas, que hacen posible la siembra en zonas ambientales más frágiles.

Todas estas innovaciones tecnológicas provocaron el corrimiento de la agricultura hacia las áreas marginales por la posibilidad de una mayor rentabilidad financiera y rápida rotación, factibilidades de arrendamientos de campos para hacer escala y por la alta demanda internacional de granos. A su vez, generando desventajas como la inestabilidad del sistema (riesgo), menores puestos de trabajo que la ganadería, falta de rotaciones, desequilibrio en la extracción de nutrientes y el impacto ambiental.

En todo este contexto el sector ganadero recibe abundante información útil para la formulación de planteos más sostenibles, aunque con baja o media adopción.

Por tal motivo, en este apartado se hará hincapié en la utiliza-

ción indicadores económicos y financieros, parámetros concernientes a uno de los tres componentes que determinan la sostenibilidad de digitaria en un sistema productivo.

El área de estudio corresponde a la llanura medanosa central muy pronunciada de San Luis, ubicada entre las isohietas de 400 a 500 mm. Los suelos son débilmente desarrollados con perfil muy sencillo del tipo A-AC-C o AC-C y textura arenosa. Son excesivamente drenados de permeabilidad muy rápida, baja retención de la humedad y poco provistos de materia orgánica (Peña Zubiate, 2003). Dichas limitaciones climáticas y edáficas de la zona han delimitado su aptitud al uso ganadero, con pastoreos sobre pastizal natural y eventualmente pasturas perennes.

Como bien lo anticipó Veneciano (1999): *En los planteos ganaderos extensivos el factor que más incide sobre los resultados físicos del sistema es la productividad forrajera. La conformación de cadenas alimenticias basadas en especies forrajeras perennes con probada adaptación al ambiente se ha postulado como una de las vías posibles para revertir la situación actual por medio del planteo de sistemas mejorados estables preservadores de la estabilidad del suelo, rentables y de implementación sencilla.*

Identificación de modelos ganaderos

Para el análisis de los modelos y sus resultados, en función de indicadores de rendimiento y riesgo, se tuvieron en cuenta algunas alternativas entre las muchas variantes posibles, según sea el estado del pastizal, posibilidad de incorporar pasturas megatérmicas, distribución de mejoras y accesos al agua.

La combinación de recursos forrajeros como el pastizal natural, pasto llorón y la digitaria, puede ser en distintos porcentajes en función de su posible producción y momentos de uso, en base a la producción y resultado económico esperado del manejo del rodeo.

En este trabajo se comparan 3 ejemplos modales posibles de realizar en la zona y son:

- A) Cría sobre pastizal natural y pasto llorón
- B) Cría sobre pastizal natural, pasto llorón y digitaria
- C) Cría sobre pasto llorón y digitaria.

El resultado económico se determinó por el margen bruto (MB) calculado como: Ingreso Neto o Valor Bruto de la producción (IN: Ventas - Compras +/- Diferencia de Inventario) menos Costos Directos (CD) que incluye gastos (alimentación, personal y sanidad), amortizaciones vinculadas a la actividad e intereses que se utilizan en los análisis de decisión.

$$MB = IN - CD$$

Se analizaron tres opciones de todas las posibles, obtenidas de distintas fuentes, recorridas, reuniones y/o informes de avance y publicaciones como Frasinelli et al. (2004 y 2017), Veneciano et al. (1999), entre tantas disponibles.

Opción A: cría sobre pastizal natural (80 %) y pasto llorón

La cría sobre pastizal natural y pasto llorón tiene como base forrajera 80 % de pastizal natural con una producción consumida de 480 kg MS.ha⁻¹ y 20 % de pasto llorón, con un consumo de 1900 kg MS.ha⁻¹, y manejo adecuado para la zona.

Esta productividad del forraje permite una receptividad anual de 6,4 ha.vaca⁻¹.año⁻¹, de acuerdo a la simulación simplificada utilizando un consumo de 10 kg de materia seca por equivalente vaca, lo que es un promedio de distintas variantes del manejo forrajero y del rodeo.

La actividad es cría vacuna con venta al destete. El porcentaje de destete es 80 %. El peso de venta de los terneros es 170 kg (promedio) y las terneras con 150 kg. Las vacas de descarte son vendidas a un peso de 390 kg de promedio.

La producción de carne estimada es de 26,0 kg.ha⁻¹.año⁻¹.

Determinación de resultados

Para esta determinación se tomaron los siguientes precios en dólares por kilo vivo de cada categoría (dólar febrero 2022: Precios Revista Márgenes Agropecuarios) siendo el ternero: 2,89 U\$S.kg⁻¹, ternera: 2,48 U\$S.kg⁻¹, vaca: 1,53 U\$S.kg⁻¹, toros: 1,49 U\$S.kg⁻¹ y compra de toros en 2.100 U\$S.

El Margen bruto (MB) del modelo A fue de 45,7 U\$S.ha⁻¹ y con amortizaciones de 37,6 U\$S.ha⁻¹.

Opción B) Cría en pastizal natural, pasto llorón y digitaria

Esta es la combinación de recursos con más variaciones posibles, se consideró una base forrajera es 39 % de pastizal natural con una productividad consumida de 480 kg MS.ha⁻¹, 25 % de pasto llorón, consumo de 1900 kg MS.ha⁻¹ y 36 % de digitaria, consumo de 900 kg MS.ha⁻¹.

Una estimación rápida, permite una receptividad anual de 4,9 ha.vaca⁻¹.año. La producción de carne es de 34,0 kg.ha⁻¹.año⁻¹.

El Margen bruto (MB) del modelo B fue de 57,9 U\$S.ha⁻¹ y con amortizaciones de 46,3 U\$S.ha⁻¹.

Opción C) Cría en pasto llorón y digitaria

En este modelo se simula la incorporación del 100 % de pasturas, este sistema en la región se utiliza en situaciones extremas de potreros que vienen de agricultura con laboreos o situaciones de degradación del pastizal natural. La base forrajera es 40 % de pasto llorón con una productividad consumida de 1900 kg MS.ha⁻¹ y 60 % de digitaria, consumo de 900 kg MS.ha⁻¹. Estos porcentajes son validados de acuerdo a la producción de cada recurso, momentos de uso y manejo del rodeo.

Esta productividad del forraje permite una receptividad anual

de 3,7 ha. vaca⁻¹.año⁻¹. La producción de carne es de 44,4 kg MS.vaca⁻¹.año⁻¹.

El Margen bruto (MB) del modelo C fue de 72,0 U\$S.ha⁻¹ y con amortizaciones 56,0 U\$S.ha⁻¹ (Tabla 14.1).

Tabla 14.1: Indicadores relevantes de tres modelos de cría

	Modelo A	Modelo B	Modelo C
Pasto llorón (% sup.)	20	25	40
Digitaria (% sup.)	0	36	60
Campo Natural (% sup.)	100	39	0
ha/vientre	6,4	4,9	3,7
Destete (%)	80,0	80,0	80,0
Producción de Carne (kg.ha-1)	26,0	34,0	44,4
Ingreso por Ventas U\$S			
Terneros	30,8	39,7	52,5
Terneras	11,7	16,0	19,9
Vacas	16,4	21,1	27,9
Toros	1,4	1,8	2,4
Ingreso Bruto (U\$S.ha-1)	60,2	78,6	102,6
Gastos Venta	4,6	5,9	7,8
Compra Toros	3,6	4,5	6,0
Ingreso Neto (U\$S.ha-1)	52,1	68,1	86,9
Gastos (U\$S.ha-1)			
Personal	3,4	4,4	7,3
Sanidad	2,0	2,6	3,4
Mantenimiento pasturas	0,9	3,1	6,0
Total, Gastos Directos	6,3	10,0	16,7
Margen Bruto (U\$S.ha-1) sin amortización.	45,7	57,9	72,0
Amortizaciones	8,0	11,7	16,0
Margen Bruto (U\$S.ha-1) con amortización.	37,6	43,3	56,0

Fuente: Elaboración propia (valores de febrero 2022)

Análisis financiero

El análisis económico-financiero se realiza en un proyecto para medir su rentabilidad y analizar su viabilidad. Se estiman las necesidades de capital, financiamiento, capacidad de devolución y riesgo.

En este sentido, el objetivo de la evaluación no es la búsqueda de la precisión de los antecedentes económicos que dan origen a un resultado, sino más bien analizar y estimar con un cierto orden de magnitud un conjunto de variables que permitan juzgar la conveniencia de su implementación (Sapag Chain et al., 2014).

Las inversiones se realizan antes de la implementación y las que se realizan durante su operación, pueden durar varios meses o años, como ocurre en los proyectos ganaderos, no sólo por la limitación del capital sino por motivos biológicos. El resultado de la preparación del proyecto es el flujo de caja que se confecciona en varias columnas con los momentos en que ocurren los egresos e ingresos de un proyecto. Si el ho-

rizonte es de 10 años se debe construir un flujo de caja con once columnas.

Las comparaciones entre ingresos y egresos se realizan sobre una proyección de n años (periodo de planificación) cuya duración puede establecerse de acuerdo a varios criterios, tomando el componente más importante de la inversión y su vida útil; o si el financiamiento es mediante un crédito se debe tener en cuenta el periodo de devolución, y si no se realiza por estos criterios existe una convención para realizar análisis a 10 años (Román, 2004).

La construcción de los flujos de caja puede basarse en esta estructura general (Sapag Chain, 2001). Su construcción es muy sencilla, tan solo se debe contar el dinero que entra y sale de la empresa, debe replicar la realidad de lo que va a ocurrir, cuanto mayor sea la volatilidad de los ingresos y los egresos tanto más difícil será diseñar un flujo de fondos (Delgado, 2006)

1. Ingresos y egresos afectos a impuestos: son todos aquellos que aumentan o disminuyen la utilidad de la empresa.

2. Gastos no desembolsables: son los gastos que pueden descontarse de impuestos que no ocasionan salidas de caja como la amortización de toros y pasturas, por lo tanto, se restan primero para aprovechar su descuento tributario.

3. Cálculo del descuento tributario.

4. Ajuste por gastos no desembolsables: Se suman las amortizaciones.

5. Costos y beneficios no afectos a impuestos: son el valor de desecho del proyecto y la recuperación del capital de trabajo

Sin embargo, cuando la empresa se evalúa en “empresas en marcha” se pueden presentar distintas situaciones que deben ser comprendidas. Una primera forma de determinar la conveniencia de una inversión que genere un cambio frente a una situación existente es mediante la proyección de dos flujos de caja cuyos resultados deben ser comparados, uno para lo que se denomina “situación base o sin proyecto” y otro para la “situación con proyecto” (Sapag Chain et al., 2014) O sea, que para determinar el verdadero impacto de una nueva inversión se valoran los egresos e ingresos en la “situación con proyecto” y se comparan con la “situación sin proyecto”. Los principales métodos que utilizan el concepto de flujo de caja descontado son el **valor actual neto (VAN)** y la **tasa interna de retorno (TIR)**. (Sapag Chain et al., 2014). En los cuales se considera el valor del dinero en el tiempo: 1. *Un peso de hoy vale más que un peso de mañana.* 2. *Un peso sin riesgo vale más que un peso con riesgo.* (Delgado, 2006).

Valor actual neto (VAN)

El VAN es uno de los métodos más conocido y generalmente más aceptado por los evaluadores de proyectos. Si el resultado es mayor que cero, indica cuanto se gana recuperando la inversión sobre la tasa representativa de un estándar (costo del capital, costo del capital más riesgo). Se define como la sumatoria de los valores actuales de los flujos de fondos futuros menos la inversión inicial: $VAN = - Inv + \sum F_t / (1 + r)^n$

La idea del beneficio monetario (riqueza) que agrega un nuevo proyecto de inversión en el momento cero, es de fácil comprensión y visualización y permite comparar alternativas con diferentes periodos.

La tasa debe reflejar el costo de financiamiento, la rentabilidad mínima requerida y el costo de oportunidad. El **monto actual de un valor futuro** puede calcularse de la siguiente manera: $montos\ actual = monto\ futuro / (1 + r)^n$, donde “r” es la tasa y “n” es el año.

La tasa de retorno exigida a la inversión realizada en un proyecto es para compensar el costo de oportunidad de los recursos propios destinados a ella, la variabilidad del riesgo y el costo financiero de los recursos obtenidos en préstamo, si se recurriera a esa fuente de financiamiento- (Sapag Chain et al., 2014).

Tasa interna de rendimiento (TIR)

Es una medida relativa (porcentual) de rentabilidad periódica de la inversión. Es propia del proyecto y permite determinar si éste es conveniente a través de su comparación con la tasa de costo de capital (r).

Análisis financiero de la incorporación de digitaria

A partir de la información disponible, se evalúan las inversiones necesarias, partiendo de la situación sin proyecto, tomando en cuenta la inversión en pasturas, hacienda, su impacto en la producción y los ingresos. Existen muchas posibilidades de análisis, momentos de incorporación de las pasturas, porcentaje por año, incremento de la cantidad total de vientres y por año, retención de terneras o compra de vaquillonas preñadas. Para visualizar su metodología se muestran dos pasajes de los múltiples posibles.

Para su cálculo se puede considerar una “transición gradual” que consiste en implantar el pasto llorón y digitaria gradualmente para llegar al décimo año con un 100 % de la superficie implantada, lo que conlleva a que el crecimiento del rodeo de hembras se realice en función de la retención de terneras de producción propia.

Otra manera es una “transición acelerada” que consiste en

implantar el pasto llorón y digitaria de forma acelerada para que lo más rápido posible se tenga el 100 % de la superficie implantada, lo que implica además que el crecimiento del rodeo de hembras sea en función de la adquisición de vaquillonas preñadas.

Se analizaron los pasajes de dos alternativas: el pasaje de cría bovina sobre 20 % de pasto llorón (A) a la opción de cría bovina sobre pastizal natural, digitaria y pasto llorón (B) y el 100 % de pasturas (C) (pasto llorón y digitaria), de acuerdo a los modelos productivos con promedios de productividad forrajera. Se considera solo el efecto de digitaria sin modificar el ordenamiento del rodeo, por lo que el aumento de productividad se basa en el aumento de carga y los resultados económicos se corresponden con el aumento de producción. Interviene la incorporación de pasturas y, sobre la base del incremento de la oferta disponible, se incrementaron los vientres mediante compra de vaquillonas preñadas.

Pasaje de cría bovina sobre pastizal y 20 % de pasto llorón (A) a cría sobre pastizal, digitaria y pasto llorón (B).

La situación sin proyecto se corresponde con la actividad actual de cría bovina sobre pastizal natural y 20 % de pasto llorón.

El pasaje de la alternativa propuesta requiere realizar inversiones productivas que permitan alcanzar los resultados esperados en situación productiva estabilizada.

La superficie modal analizada de acuerdo a los distintos estratos prediales del área de estudio es de 3.000 ha.

El cronograma de inversiones se muestra en las Tablas 14.2 y 14.3. El total de inversiones requeridas es de U\$S 234.292, lo que representa 78,1 U\$S.ha⁻¹.

Los ingresos y egresos de la situación sin proyecto fueron determinados a los efectos del cálculo de los incrementales. La evolución de las ventas se determinó sobre la base de la evolución del rodeo y de los indicadores técnicos de procreo. Para el cálculo se determina la **tasa de corte (r)**, tomando como referencia la tasa libre de riesgo del bono del tesoro americano y como prima de riesgo una referencia de acuerdo a estadísticas disponibles. Se considera este valor bajo en relación a otras actividades, debido a que el sector se comporta como un commodities y el riesgo depende más del clima y variación de los ciclos de precio vendiendo el 100 % de la producción.

$$r = 1,9 \% + 10 \% = 11,9 \%$$

De acuerdo a lo expresado se confeccionó un flujo donde se determinó un horizonte de proyecto de 10 años y se agregó un año más para el momento cero y las inversiones consideraron los momentos de desembolso y su implicancia financiera en los costos e ingresos incrementales (Tabla 14.4).

Tabla 14.2: Cronograma de inversiones en producto

Ítems	Vida Útil	Unidad	Cantidad			
			Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Vaquillonas preñadas	0	vaquillona	0	0	68	68
Toros	4	toro	0	1	2	3
Implantación pasto llorón	25	ha	141	0	0	
Implantación digitaria	25	ha	366	366	365	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14.3: Cronograma de inversiones en moneda (U\$S)

Ítems	Precio Unitario U\$S	U\$S			
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Vaquillonas preñadas	990	0	0	67.320	67.320
Toros	2.100	0	2.100	4.200	6.300
Implantación pasto llorón	65	9.165	0	0	0
Implantación digitaria	71	25.986	25.986	25.915	0
TOTAL		35.151	28.086	97.435	73.620

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14.4: Flujo de fondos

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
terneros machos		30,79	30,79	35,24	39,70	39,70	39,70	39,70	39,70	39,70	39,70
terneras hembras		11,66	11,66	14,23	16,03	16,03	16,03	16,03	16,03	16,03	16,03
vacas refugio		16,36	18,73	20,49	21,09	21,09	21,09	21,09	21,09	21,09	21,09
toros refugio		1,40	1,60	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81
Costo de Comercialización		-4,59	-4,88	-5,53	-5,98	-5,98	-5,98	-5,98	-5,98	-5,98	-5,98
compra toros con gtos comerc		-4,74	-4,07	-4,58	-4,58	-4,58	-4,58	-4,58	-4,58	-4,58	-4,58
Total Ingreso Neto		50,88	53,82	61,66	68,07	68,07	68,07	68,07	68,07	68,07	68,07
personal		-3,42	-3,92	-4,42	-4,42	-4,42	-4,42	-4,42	-4,42	-4,42	-4,42
sanidad		-2,01	-2,30	-2,60	-2,60	-2,60	-2,60	-2,60	-2,60	-2,60	-2,60
mant pasturas		-0,91	-0,91	-0,91	-1,13	-1,13	-1,13	-1,77	-1,77	-3,10	-3,10
Total Costos Directos		-6,35	-7,14	-7,93	-8,14	-8,14	-8,14	-8,78	-8,78	-10,11	-10,11
= UTILIDAD NETA		44,53	46,68	53,73	59,93	59,93	59,93	59,29	59,29	57,96	57,96
depreciaciones		-16,61	-18,80	-20,98	-21,41	-21,41	-21,41	-21,41	-21,41	-21,41	-21,41
utilidad antes de impuestos		27,91	27,88	32,75	38,52	38,52	38,52	37,88	37,88	36,55	36,55
impuestos		-8,37	-8,37	-9,82	-11,56	-11,56	-11,56	-11,36	-11,36	-10,96	-10,96
utilidad despues de impuestos		19,54	19,52	22,92	26,96	26,96	26,96	26,51	26,51	25,58	25,58
depreciaciones		16,61	18,80	20,98	21,41	21,41	21,41	21,41	21,41	21,41	21,41
Inversion	-11,72	-9,36	-32,48	-24,54							
Capital de trabajo				-0,79	-0,21						1,00
Valor de recupero											75,00
Flujo de fondos	-11,72	26,79	5,84	18,58	48,16	48,37	48,37	47,92	47,92	46,99	122,99
flujo sin proyecto		34,42	34,42	34,42	34,42	34,42	34,42	34,42	34,42	34,42	34,42
Flujo incremental	-11,72	-7,63	-28,58	-15,84	13,74	13,95	13,95	13,50	13,50	12,57	88,57

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al flujo los resultados fueron: la TIR 17,0 y el VAN 15,7 U\$\$.ha-1, con una tasa de costo de capital del 12 %, indicadores que muestran la factibilidad de este proyecto de inversión generado por el pasaje analizado.

Pasaje de cría con el 20 % de pasto llorón (A) a cría sobre 100 % de pasturas (C).

La situación sin proyecto se corresponde con la actividad cría bovina con 20 % de pasto llorón (B), sobre la cual se realiza la incorporación del 100 % de pasturas (C).

El cronograma de inversiones muestra que se puede calcular el total de inversiones requeridas, que es de 517.890 U\$ (febrero 2022) y 173 U\$\$.ha⁻¹ (Tablas: 14.5 y 14.6).

Tabla 14.5: Cronograma de inversiones

Ítems	Vida Útil	Unidad	Cantidad				
			Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Vaquillonas preñadas	0	vaquillona	0	50	70	100	111
Toros	4	toro	0	0	4	4	4
Implantación pll	25	ha	200	300	100		
Implantación digitaria	25	ha	300	300	600	600	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. 6: Cronograma de inversiones (U\$)

Ítems	Precio Unitario U\$	U\$				
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Vaquillonas preñadas	990	0	49.500	69.300	99.000	109.890
Toros	2.100	0	0	8.400	8.400	8.400
Implantación pll	65	13.000	19.500	6.500	0	0
Implantación digitaria	70	21.000	21.000	42.000	42.000	0
TOTAL		34.000	90.000	126.200	149.400	118.290

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo expresado se confeccionó el flujo de caja (Tabla 14.7).

Tabla 14.7: Flujo de fondos

CONCEPTOS	Año 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
terneros machos		30,79	37,99	37,99	45,20	52,47	52,47	52,47	52,47	52,47	52,47
terneras hembras		11,66	14,38	18,25	21,16	21,19	21,19	21,19	21,19	21,19	21,19
vacas refugio		16,36	20,19	25,13	27,08	27,08	27,08	27,08	27,08	27,08	27,08
toros refugio		1,40	1,73	1,71	2,09	2,39	2,39	2,39	2,39	2,39	2,39
Costo de Comercialización		-4,59	-5,66	-6,46	-7,34	-7,81	-7,81	-7,81	-7,81	-7,81	-7,81
compra toros con gtos comerc		-3,55	-5,85	-4,35	-5,29	-6,06	-6,06	-6,06	-6,06	-6,06	-6,06
Total Ingreso Neto		52,06	62,79	72,28	82,90	89,27	89,27	89,27	89,27	89,27	89,27
personal		-4,28	-5,28	-6,28	-7,30	-7,30	-7,30	-7,30	-7,30	-7,30	-7,30
sanidad		-2,01	-2,48	-2,96	-3,43	-3,43	-3,43	-3,43	-3,43	-4,40	-4,40
mant pastura		-0,91	-0,91	-1,07	-0,91	-1,83	-1,83	-3,66	-3,66	-3,66	-3,66
Total Costos Directos		-7,21	-8,68	-10,31	-11,64	-12,56	-12,56	-14,38	-14,38	-15,35	-15,36
Utilidad neta		44,85	54,10	61,97	71,26	76,71	76,71	74,88	74,88	73,91	73,91
depreciaciones		-15,64	-20,39	-21,63	-25,65	-28,90	-28,90	-28,90	-28,90	-28,90	-28,90
Utilidad antes impuestos		29,22	33,71	40,34	45,61	47,81	47,81	45,98	45,98	45,01	45,01
impuesto		-8,77	-10,11	-12,10	-13,68	-14,34	-14,34	-13,79	-13,79	-13,50	-13,50
Utilidad despues impuestos		20,45	23,60	28,24	31,93	33,47	33,47	32,19	32,19	31,51	31,51
depreciaciones		15,64	20,39	21,63	25,65	28,90	28,90	28,90	28,90	28,90	28,90
Inversion	-11,33	-30,00	-42,07	-49,80	-39,43						
Capital de trabajo			-1,47	-1,63	-1,33						4,43
Valor de recupero											170,00
Flujo de fondos	-11,33	6,09	0,45	-1,56	16,82	62,37	62,37	61,09	61,09	60,41	234,84
flujo sin proyecto		34,42	34,42	34,42	34,42	34,42	34,42	34,42	34,42	34,42	34,42
Flujo incremental	-11,33	-28,33	-33,97	-35,98	-17,60	27,95	27,95	26,67	26,67	25,99	200,42

Fuente: Elaboración propia

Según el flujo los resultados fueron: la TIR 16,2 % y VAN 26,25 U\$\$.ha⁻¹, con una tasa de costo de capital del 12,0, indicadores que muestran la factibilidad de este proyecto de inversión generado por el pasaje analizado.

Análisis de modelos planteados en Apartado 13

Se analizan, además, los modelos planteados en apartado 13 de acuerdo a distintas referencias tomadas en el cálculo del rodeo y carga animal (Tabla 14. 8).

Tabla 14.8: Indicadores relevantes de cuatro modelos de cría con distintas combinaciones de cadena forrajera

	"a" pll.5 + dig.dif.4 + nat.3	"b" pll.6 + dig.dif. 6	"c" pll.3 + dig. verde 3 + dig. dif. 3 + nat.3	"d" pll.4 + dig. verde 1 + dig. dif. feb. 3 + nat.4
Planteo Técnico				
Pasto llorón (% sup.)	23	38	14	14
Digitaria verde (% sup.)	0	0	20	0
Digitaria diferida (% sup.)	37	62	26	22
Campo Natural (% sup.)	40	0,0	40	64
Datos Técnicos				
ha.vientre-1	9,25	8,15	9,12	10,79
ha/UG	6,73	5,92	6,64	7,83
Producción de Carne (kg. ha-1)	19,9	20,1	17,9	17,2
Ingreso Neto (U\$\$/ha)	40,1	39,6	35,9	30,3
Total, Gastos Directos (U\$S)	14,4	14,5	6,9	4,9
Margen Bruto (\$/ha) sin amortiz.	33,21	25,5	28,9	25,4
Amortizaciones	7,5	9,0	7,6	5,9
Margen Bruto (\$/ha) con amortiz.	25,7	34,6	21,4	19,4

Fuente: Elaboración propia (valores de febrero de 2022)

Análisis financiero

(1) Pasaje de cría bovina sobre pastizal a cría con pastizal, digitaria todo el ciclo y pasto llorón

La situación sin proyecto se corresponde con la actividad actual de cría bovina sobre pastizal natural consumiendo 430 kg MS.ha⁻¹ con una receptividad de 12,8 ha.vientre⁻¹, lo que genera un flujo de fondos sin proyecto de 17,0 U\$\$.ha⁻¹ que se plantea sin modificaciones del año 1 al año 10.

Los pasajes de la alternativa propuesta requieren realizar inversiones productivas que permitan alcanzar los resultados esperados en situación productiva estabilizada. Se analiza el pasaje acelerado y gradual. La superficie modal analizada de acuerdo a los distintos estratos prediales del área de estudio es de 3.000 ha

- **Pasaje acelerado**

El cronograma de inversiones requeridas fue de 91 vaquillonas preñadas, 4 toros, 701 ha de pasto llorón y 1.102 ha de digitaria, lo que totaliza U\$S 222.297 y representa 74,1 U\$\$/ha. Año de pleno desarrollo 4. La TIR fue de 11,6 % y el VAN -1,4 U\$\$/ha.

- **Pasaje gradual**

El cronograma de inversiones requeridas fue solo de pasturas, lo que totaliza 123.807 U\$S y representa 41,3 U\$\$/ha. Año de pleno desarrollo 7.

La TIR fue de 10,7 % y el VAN -2,4 U\$\$/ha.

(2) Pasaje de cría bovina sobre pastizal a cría con digitaria diferida de todo el ciclo y pasto llorón

La situación sin proyecto es la misma que la situación anterior.

- **Pasaje acelerado**

El cronograma de inversiones requeridas fue de 135 vaquillonas preñadas, 5 toros 1.142 ha de pasto llorón y 1.858 ha de digitaria, lo que totaliza U\$S 350.298 y representa 116,7 U\$\$.ha⁻¹. Año de pleno desarrollo 5. La TIR fue de 10,3 % y el VAN -7,4 U\$\$/ha.

- **Pasaje gradual**

El cronograma de inversiones requeridas fue solo de las pasturas, lo que totaliza 143.590 U\$\$ y representa 68,7 U\$\$/ha⁻¹. Año de pleno desarrollo 6.

La TIR fue de 10,9 % y el VAN -3,1 U\$\$/ha.

(3) Pasaje de cría bovina sobre pastizal a cría con digitaria verde y diferida todo el ciclo y pasto llorón.

- **Pasaje acelerado**

El cronograma de inversiones requeridas fue de 96 vaquillonas preñadas, 4 toros, 414 ha de pasto llorón y 1.377 ha de digitaria, lo que totaliza U\$\$ 228.117 y representa 76,04 U\$\$/ha⁻¹. Año de pleno desarrollo 5.

La TIR fue de 9,5 % y el VAN -7,9 U\$\$/ha.

- **Pasaje gradual**

El cronograma de inversiones requeridas, fue solo de las pasturas, lo que totaliza 124.677 U\$\$ y representa 41,56 U\$\$/ha⁻¹. Año de pleno desarrollo 6.

La TIR fue de 9,3 % y el VAN -5,6 U\$\$/ha.

(4) Pasaje de cría bovina sobre pastizal a cría con digitaria verde y diferida desde febrero y pasto llorón

- **Pasaje acelerado**

El cronograma de inversiones requeridas fue de 45 vaquillonas preñadas, 3 toros, 429 ha de pasto llorón y 652 ha de digitaria, lo que totaliza U\$\$ 122.927 y representa 40,98 U\$\$/ha⁻¹.

La TIR fue de 6,5 % y el VAN -10,1 U\$\$/ha.

- **Pasaje gradual**

El cronograma de inversiones requeridas totaliza U\$\$ 74.177 y representa 24,73 U\$\$/ha⁻¹.

La TIR fue de 5,9 % y el VAN -7,4 U\$\$/ha.

Síntesis de los cuatro pasajes de inversiones y producción esperada

Los cuatro pasajes tienen resultados distintos en los pasajes acelerados y graduales, estos últimos tienen menor monto total de inversiones, y solo la disminución de ingresos por menor cantidad de terneras y obtienen rentabilidad distinta. Los modelos 1 y 2 tienen resultados cercanos a la tasa de corte ya que, con un posible incremento de precios en la venta o menor costo de implantación de pasturas y valor de las vaquillonas preñadas, se aceptarían.

La decisión de inversión de cada productor, se realiza de acuerdo a su situación y perspectivas acerca del futuro cer-

cano del sector, utilizando distintos formatos de siembra de pasturas y compra de vaquillonas, que realiza mayormente en los casos de posibilidad de acceso a créditos para retención de hembras y compra de vaquillonas.

Análisis del riesgo agropecuario

Se entiende por riesgo una medida de la variabilidad de los rendimientos esperados de un proyecto o conjunto de inversiones que obviamente, a menor variabilidad, menor riesgo. Si se tiene conocimiento del grado de probabilidad de que se presente algún resultado o flujo de fondos, se está en riesgo; cuando no se dispone de series históricas para establecer una distribución de probabilidades, se está en presencia de incertidumbre.

El efecto del factor riesgo en la evaluación de proyectos de inversión se puede realizar mediante diversas herramientas teniendo en cuenta que las actividades ganaderas enfrentan riesgos climáticos, de mercado, productivos y de incertidumbre macroeconómica.

La observación de las variaciones de los criterios de análisis de inversiones (TIR, VAN) ante cambios de algunos parámetros que componen el flujo de fondos, permaneciendo constante el resto es el análisis de sensibilidad que examina por separado los cambios en una variable sobre el VAN o TIR del proyecto. (Dumrauf, 2003). Si el VAN o la TIR experimenta un cambio grande para cambios relativamente pequeños de esa variable, el riesgo del proyecto que está relacionado con la misma es alto.

Análisis del riesgo ganadero

El riesgo tiene múltiples causas que pueden derivar de variaciones de precios, rendimientos esperados según manejo y factores climáticos adversos entre otros. Estos últimos pueden obtenerse de series históricas y se observan los análisis de media, desviación estándar y coeficiente de variación del clima de tres localidades en [Tabla 14.9](#).

Por otra parte, también es necesario analizar la probabilidad de ocurrencia de precipitaciones en esta región, menores a 400 mm, siendo para el periodo analizado en Batavia de 27,5 %, Nahuel Mapa de 54 % y Unión de 29,7 % (mayores que en Villa Mercedes, otro ambiente de San Luis, donde la probabilidad es de 7,3 %).

Tabla 14.9: Precipitaciones mensuales (mm) de las localidades de Unión (período 1935-1968/1976-1990), Nahuel Mapá (período 1961-1989) y Batavia (1960-1990)

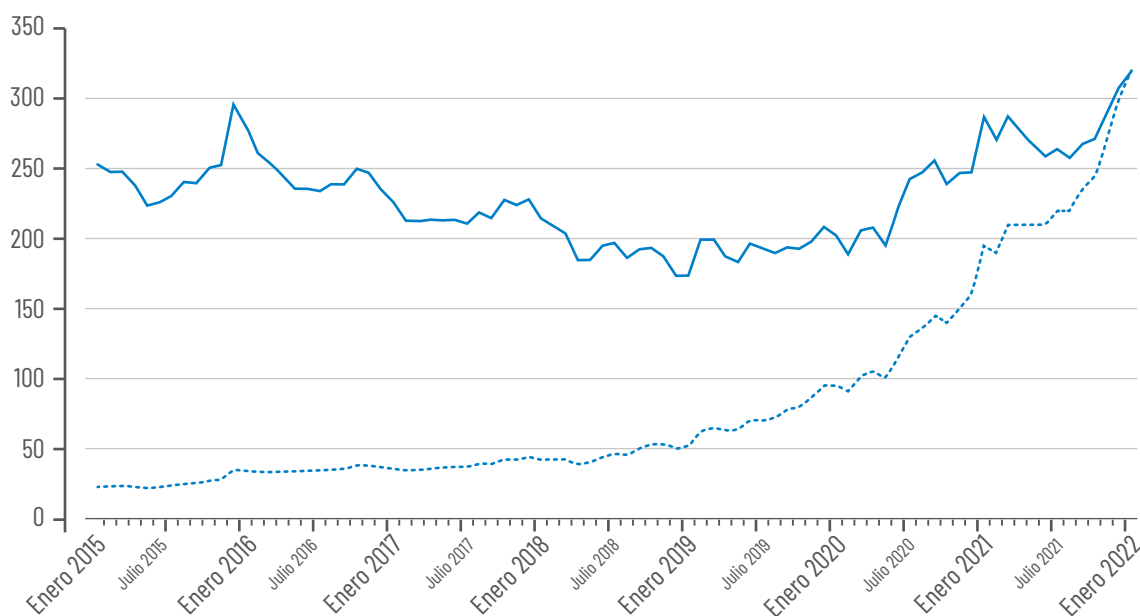
Mes	Unión			Nahuel Mapá			Batavia		
	Media	Desv. Típica	CV (%)	Media	Desv. Típica	CV (%)	Media	Desv. Típica	CV (%)
Ene	85,4	69,9	81,9	85,9	81,4	94,7	65,8	55,8	84,8
Feb	70,9	51	71,9	51,8	41,5	80,1	54,7	38,3	69,9
Mar	60	40,8	68	62,8	63,9	101,7	72,9	73,3	59,9
Abr	46,5	38,8	83,5	32,2	28,2	87,6	46,3	48,3	104,5
May	21,5	23,6	109,5	10,6	13,1	123,8	8,7	11,7	135,3
Jun	17,7	22,1	125	9,6	15,9	165,2	7,2	9,7	134,4
Jul	14,5	25,6	176,9	6,9	10,4	151,4	7,4	11,9	159,6
Ago	11,3	14,6	129,1	8,1	14,1	174	8,9	16,8	188,5
Sep	28,9	28,9	99,8	27,3	26,7	97,7	22	26,5	120,5
Oct	54,7	46,3	84,9	34,6	32,8	94,9	41,4	30,7	74,1
Nov	62,9	42	66,8	68,7	43,6	63,5	59,2	34,9	58,9
Dic	77,1	58,6	76	72,6	60,7	83,7	74,2	54,5	73,4
Total	506,9	193,2	38,1	378,4	181,4	47,9	452,1	141,8	31,4

Fuente: Elaboración propia con datos suministrados por la Cátedra de Climatología de la UNSL (2006)

Otro análisis importante es el precio en el riesgo, para conocer la evolución y variabilidad de precios se realizó un análisis sobre la base de la serie de precios de ternero, novillo y vaca tomando valores constantes por índice I.P.C. de la provincia de San Luis de enero de 2022 (Fig.: 14.1, 14.2 y 14.3).

El promedio del precio del ternero del periodo es de \$ 229,05, desviación estándar de 32,95 y coeficiente de variación (CV) de 14 %. A mayor CV mayor riesgo (Fig. 14.1).

Pesos (\$) kg Ternero

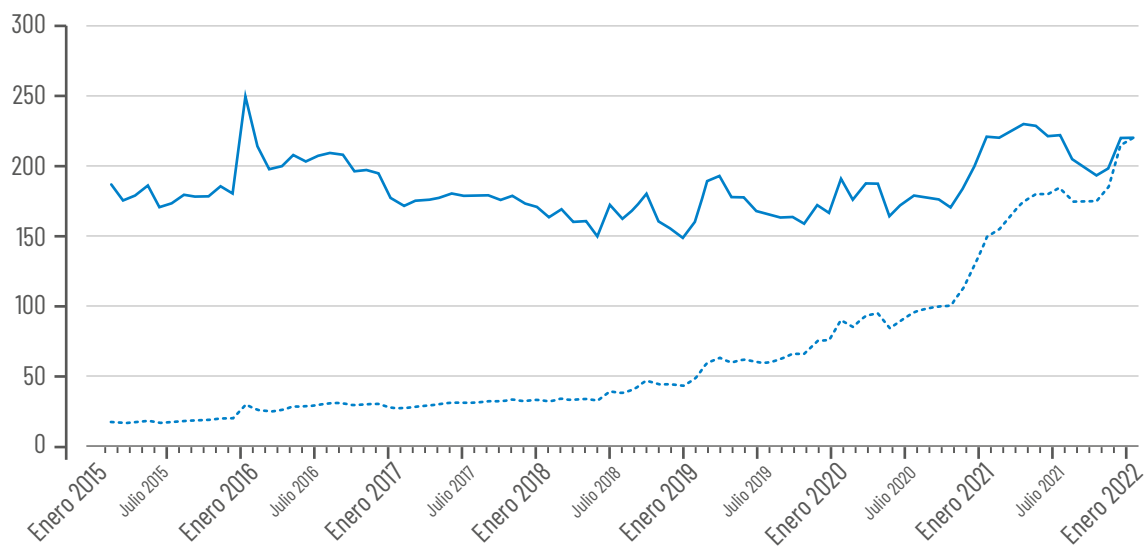


Fuente: Elaboración propia con serie de precios de Márgenes Agropecuarios a moneda enero 2022 (IPC Gobierno de San Luis)

Figura 14.1: Precio del ternero corriente y constante enero 2015 - enero 2022 (IPC enero 2022)

El promedio del precio del novillo del periodo es de \$ 185,22, desviación estándar de 20,71 y coeficiente de variación (CV) de 11 % (Fig. 14.2).

Pesos (\$) kg Novillo

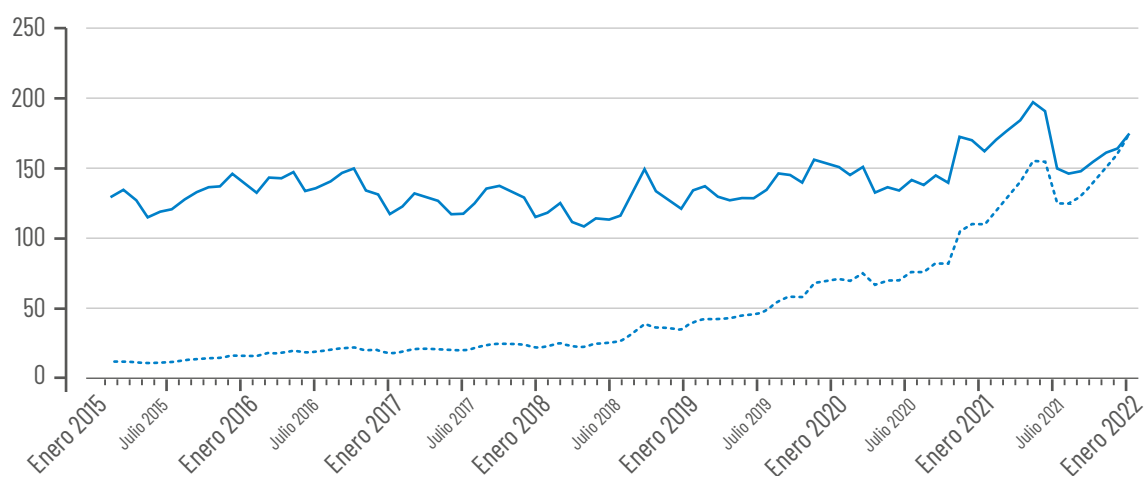


Fuente: Elaboración propia con serie de precios de Márgenes Agropecuarios a moneda enero 2022 (IPC Gobierno de San Luis)

Figura 14.2: Precio del novillo corriente y constante ene 2015 - enero 2022 (IPC enero 2022)

El promedio del precio de la vaca del período es de \$ 139,00, la desviación estándar de 18,1 y coeficiente de variación (CV) de 13 % (Fig. 14.3).

Pesos (\$) kg Vaca



Fuente: Elaboración propia con serie de precios de Márgenes Agropecuarios a moneda enero 2022 (IPC Gobierno de San Luis)

Figura 14.3: Precio de vaca corriente y constante ene 2015 - enero 2022 (IPC enero 2022)

A partir de esta información se puede determinar la variabilidad del rendimiento para calcular el margen bruto esperado basándose en informaciones calificadas de técnicos y productores para cuantificar el efecto de las precipitaciones sobre el rendimiento de estos sistemas, de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia de años secos, años regulares y años buenos, lo que se estima a partir de los datos estadísticos de precipitaciones.

Para la zona en que se contemplan las situaciones, no existe información bibliográfica del impacto de las precipitaciones sobre la producción de carne por lo que se estima a partir de informes del seguimiento de sistemas reales de INTA San Luís, según los cuales se observa que el impacto sobre la producción de carne no es lineal.

Por otra parte, en años de menores precipitaciones merma el impacto, aplicando técnicas tales como el destete anticipado o precoz y la reducción del peso de venta en un 30 %. En el caso del pastizal natural éste absorbe la variabilidad ambiental, casi sin afectar la productividad de carne.

Considerando que el comportamiento racional del inversor es que desea rentabilidad y rechaza el riesgo, se tiene que buscar la que presenta el menor riesgo posible para un nivel determinado de rentabilidad.

También se debe considerar que no todos los inversionistas tienen el mismo grado de hostilidad al riesgo y, por lo tanto, la tasa a la que cada inversionista prefiere canjear más riesgo por más rendimiento es variable y subjetiva.

En el caso analizado estos pasajes en el análisis de sensibilidad resultaron afectados a la disminución de los precios de venta de las categorías. En los resultados positivos el análisis de sensibilidad disminuyendo un 10 % de los ingresos no se acepta el proyecto.

Un análisis posterior es evaluar créditos que dependen de la oferta del sector financiero y/o de las políticas públicas que en muchos momentos subsidian la tasa de interés, y que junto con el periodo de gracia pueden “apalancar estos proyectos”.

La evaluación económica financiera ofrece distintos resultados para la toma de decisiones de la incorporación de digitaria al pastizal natural, considerando la inversión necesaria y proyección del aumento de carga en forma gradual o acelerada.

Los resultados son diversos que además se muestran muy sensibles a la volatilidad de precio y precipitaciones, se observó que una reducción del 10 % de los ingresos afecta la aceptación del proyecto, cuando las posibilidades de variación de precio y precipitaciones son mayores.

Esto puede ser “apalancado” por créditos necesarios para su adopción, en el marco de una política agropecuaria que, entre otras acciones, incida sobre el subsidio de la tasa de crédito y eleve el periodo de gracia y amortización de su devolución, considerando la contribución de las especies megatermicas como la “digitaria” puede incrementar el ingreso de los productores.

Es de esperar que este tipo de análisis contribuya a que las políticas brinden las oportunidades para el desarrollo territorial, que puede generar digitaria, en sus aspectos económicos, ambientales y sociales.

Bibliografía

- Censo Nacional Agropecuario** (2018). CNA 2018. Publicado por Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. CABA.
- Delgado G.** (2006). Finanzas rurales decisiones financieras aplicadas al sector agropecuario. Ediciones INTA.
- Díaz, J.; Echeverría, J.; Veneciano, J.; Pérez Epinal, J.; Iacovino R.; Frasinelli, C.** 2010. El cultivo de *Digitaria eriantha*: Un caso de innovación socioinstitucional y trabajo en red. *Primer Encuentro Nacional de Extensión Rural y Economía Agraria*. Organizado por AAEA y AADER. Potrero de los Funes, San Luis Argentina.
- Dumrauf, G.** (2003) finanzas Corporativas. Ed. Grupo Guía. Bs. As.
- Frasinelli, C.A.; Veneciano J.H. y Díaz J.** 2004. Sistemas de cría bovina en San Luis. *Información Técnica* N° 166. INTA EEA San Luis.
- Frasinelli, C.; Díaz, J.; Martínez, M.** 2017. Recría de novillos en base a gramíneas perennes estivales en la provincia de San Luis: Análisis físico y económico. *Información Técnica* N° 194. INTA EEA San Luis. ISSN 0327-425X.
- Peña Zubiato Carlos A., d Hiriart Alberto, Cortes M.** 2003. Potencial productivo de las tierras de San Luis. En: Aguilera, M.O. y Panigatti, J.L. (Eds.) *Con las metas claras. La estación Experimental Agropecuaria san Luis: 40 años.* 25-37.
- Revista Márgenes Agropecuarios.** 2022
- Román, M.** (2004) Diseño y evaluación financiera de proyectos agropecuarios. Editorial Facultad de Agronomía. UBA.
- Sapag Chain, N.** 2001. Evaluación de proyectos de inversión en la empresa. Editorial Pearson Education.
- Sapag Chain, N, Sapag Chain, R. y Sapag Puelma, J.** 2014. Preparación y evaluación de proyectos. Sexta edición. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A.
- Veneciano, J.; Frasinelli C.; Martínez Ferrer, O. Terenti, O. y Garay J.** 1999. Terceras Jornadas Técnicas sobre *Digitaria eriantha*. www.produccion-animal.com.ar
- Veneciano, J.H.** 1999. El cambio climático global y el futuro de los agroecosistemas extensivos de San Luis: una mirada preliminar. *Rev. Oeste Ganadero.* Año 1 N° 6.



Universidad
Nacional de San Luis

Av. Ejército de los Andes 950,
D5700 BPB, San Luis
0266 452-0300
www.unsl.edu.ar

ISBN 978-950-609-092-0



9 789506 090920