

Gramíneas estivales perennes para ambientes semiáridos: Características y productividad

Veneciano, J.H.

Estación Experimental Agropecuaria San Luis



Ediciones

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria



EEA SAN LUIS – INTA. INFORMACIÓN TÉCNICA N° 171 ISSN
0327-425X

EEA San Luis - INTA EEA San Luis Casilla de Correo 17 5730 - Villa Mercedes (San Luis,
Argentina) Tel-Fax: (02657) 422616 e-mail: esanluis@sanluis.inta.gov.ar

Tirada: 300 ejemplares

DIRECTOR: Carlos Esteban Rossanigo

DIAGRAMACIÓN: Marina Andrea Martín

Veneciano, J.H.

Gramíneas estivales perennes para ambientes semiáridos: Características y
productividad. EEA San Luis, 2006.
84 p. (Información Técnica n° 171)

Í N D I C E

CAPÍTULO I. ORIGEN Y PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Introducción

Características generales

Especies consideradas

1. Tribu *Paniceae* R. Brown
 - 1.1. *Anthephora pubescens* Nees
 - 1.2. *Digitaria eriantha* Steudel ssp. *eriantha*
 - 1.3. Género *Panicum* L.:
 - 1.3.1. *Panicum coloratum* L.
 - 1.3.2. *Panicum virgatum* L.
2. Tribu *Andropogoneae* Dumort.
 - 2.1. Género *Bothriochloa* Kuntze:
 - 2.1.1. *Bothriochloa bladhii* (Retz.) S.T. Blake
 - 2.1.2. *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng
 - 2.2. *Schizachyrium scoparium* (Michaux) Nash
 - 2.3. Género *Sorghastrum* Nash:
 - 2.3.1. *Sorghastrum nutans* (L.) Nash
 - 2.3.2. *Sorghastrum pellitum* (Hackel) L. Parodi
3. Tribu *Eragrosteae* Stapf
 - 3.1. Género *Eragrostis* Wolf:
 - 3.1.1. *Eragrostis lehmanniana* Nees
 - 3.1.2. *Eragrostis superba* Wawra & Peyr.
 - 3.1.3. *Eragrostis trichodes* (Nutt.) Wood
 - 3.2. *Tetrachne dregei* Nees
4. Tribu *Chlorideae* Kunth
 - 4.1. Género *Bouteloua* Lagasca:
 - 4.1.1. *Bouteloua curtipendula* (Michaux) Torrey
 - 4.1.2. *Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lagasca ex Griffiths
5. Tribu *Maydeae* Dumort.
 - 5.1. *Tripsacum dactyloides* (L.) L.
6. Tribu *Pappophoreae* Kunth
 - 6.1. *Pappophorum caespitosum* R.E. Fries
- 2 Tribu *Sporoboleae* Stapf
 - 7.1. *Sporobolus airoides* (Torrey) Torrey

Descripción de las especies

Las gramíneas perennes estivales y el ambiente CAPÍTULO II. PRODUCTIVIDAD DE MATERIA SECA

Introducción

Crecimiento de la planta

1. Crecimiento del cultivo sin defoliación *Digitaria eriantha* *Panicum coloratum* *Bothriochloa bladhii* *Panicum virgatum* *Tetrachne dregei* Otras especies

2. El cultivo bajo defoliación

2.1. Curvas de producción

- 2.1.1. *Digitaria eriantha*
- 2.1.2. *Panicum coloratum*
- 2.1.3. *Sorghastrum pellitum*
- 2.1.4. *Tetrachne dregei*

2.2. Efecto de la frecuencia de defoliación

- 2.2.1. *Digitaria eriantha*
- 2.2.2. *Panicum coloratum*
- 2.2.3. *Bothriochloa bladonii*
- 2.2.4. *Sorghastrum pellitum*
- 2.2.5. Otras especies

2.3. Uso diferido de la producción

- 2.3.1. *Digitaria eriantha*
- 2.3.2. *Panicum coloratum*
- 2.3.3. *Bothriochloa bladonii*
- 2.3.4. *Tetrachne dregei*

Consideraciones finales

Agradecimiento

Bibliografía citada

CAPÍTULO I. ORIGEN Y PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

INTRODUCCIÓN

En los sistemas extensivos de producción el complejo de factores edáficos y climáticos (ambiente abiótico) condiciona en alto grado el tipo de especies vegetales que pueden prosperar y el nivel de rendimientos que ellas manifiestan. La escasa estructuración de gran parte de los suelos de San Luis y, consecuentemente, su tendencia a sufrir procesos erosivos, tornan recomendable para los sistemas ganaderos extensivos la conformación de planteos de producción basados en pasturas perennes. Entre ellas, las gramíneas estivales (subtropicales, megatérmicas o C₄) ejercen una clara supremacía, y su valoración ha constituido la columna vertebral de la temática que sobre forrajeras ha desarrollado la Estación Experimental del INTA en San Luis, en particular lo atinente al pasto llorón (*Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees), el principal cultivo forrajero perenne de la región. Las propias comunidades vegetales nativas tienen en su composición un acentuado predominio de gramíneas forrajeras estivales. Así sucede, por ejemplo, con las formaciones vegetales de nuestra provincia, en las que 70 a 100 % de las especies integrantes de la comunidad, según el área, corresponde a gramíneas estivales (INTA, 1989). La marcada estacionalidad de las lluvias (régimen de tipo monzónico), la intensidad de la radiación solar y su variación a través del año, y el régimen térmico imperante, justifican dicha conformación.

La familia de las gramíneas (*Poaceae*) se encuentra presente en todas las latitudes y es una de las más ricas del reino vegetal: comprende alrededor de setecientos géneros y cerca de diez mil especies en todo el mundo (Mc Ilroy, 1980; Nicora y Rúgolo de Agrasar, 1987). Mundialmente las gramíneas constituyen el principal componente de la dieta de los bovinos en pastoreo, y nuestro país no es la excepción. Entre las especies de esta numerosa familia existen diferencias respecto del mecanismo de asimilación de CO₂ (fotosíntesis), que les confieren distintas potencialidad en la productividad de materia seca y eficiencia en la utilización del agua, aspectos relevantes tanto desde el punto de vista agronómico como de la producción animal. E incluso determinan diferencias en épocas de crecimiento, composición química de los tejidos y distribución geográfica, entre otros aspectos (Melo y Boetto, 1993).

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Entre las características citadas para las gramíneas estivales (C₄) respecto de las especies templadas (C₃), se señalan (Ayerza, 1989; Deregibus y Kropfl, 1982; Hernández, 1985; Renolfi, 1989):

- Hábito de crecimiento vigoroso y basto.
- Elongación continua de tallos.
- Requerimiento de días acortándose para inducción de floración.
- Temperatura óptima de crecimiento igual a 30 -35°C, con serias dificultades para crecer por debajo de los 15°C (Hernández, 1985). La estación de crecimiento se inicia con el incremento de la temperatura que, en la región, se verifica a partir de mediados de agosto, desencadenándose un rebrote de escasa importancia (rebrote térmico) que, si no es acompañado de disponibilidad de agua y ausencia de heladas severas, se detiene y/o muere. El crecimiento efectivo se inicia con las primeras lluvias importantes de la primavera.

- Elevado ritmo fotosintético (50 - 70 mg CO₂ por dm² h), que duplica prácticamente al de las especies templadas. La absorción de CO₂ se incrementa a medida que la intensidad lumínica aumenta, sin llegar a saturarse aun a pleno sol. Esta mayor tasa de fijación de CO₂ a igual base de área foliar determina para las especies C₄, respecto de las C₃, una mayor productividad potencial en términos de peso de C asimilado en los tejidos vegetales (Melo y Boetto, 1993).
- Resistencia a la sequía.
- Alta eficiencia en el uso del agua (carácter ligado al anterior): la eficiencia en el uso del agua (que se expresa como gramos de agua transpirada por gramo de materia seca generada) es de alrededor de 300 para especies C₄ y más de 600 en las C₃.
- Adaptación a altas temperaturas.
- Elevada relación fotosíntesis : transpiración.
- Alta eficiencia en la utilización del nitrógeno, característica que sería indicadora de su capacidad para sobrevivir en condiciones de baja disponibilidad de nitrógeno edáfico; esto es, con igual disponibilidad de nitrógeno en suelo una planta C₄ puede duplicar las tasas de crecimiento de una C₃, captando doble cantidad de energía y sintetizándola como materia seca, aunque naturalmente diluyendo el contenido de nitrógeno en sus tejidos (Deinum, 1984): las plantas C₄ usan el nitrógeno para acumulación de materia seca con al menos el doble de eficiencia que las plantas C₃ a todos los niveles de disponibilidad de nitrógeno en el suelo.
- Inferior contenido proteico en los tejidos de las gramíneas estivales respecto de las templadas, aun bajo condiciones de fertilización nitrogenada, tal cual se señalara en el apartado precedente.
- Composición química diferenciada: además de lo atinente al contenido proteico, otras características están igualmente relacionadas con la vía de fijación del CO₂. Los carbohidratos, principales depósitos de la energía fotosintética, constituyen 50 a 80 % de la materia seca de los forrajes. Sus características nutritivas para la alimentación animal son variables, dependiendo de los azúcares que los componen y sus enlaces. Las gramíneas estivales acumulan almidón y sacarosa como carbohidratos de reserva en sus hojas. Las gramíneas templadas acumulan sacarosa y fructosanos en forma más significativa que almidón, y lo hacen principalmente en los tallos (Melo y Boetto, 1993). Los hidratos de carbono estructurales (celulosa, hemicelulosa, sustancias pécticas), situados en la pared celular junto con otras sustancias menores (taninos, proteínas, minerales y lignina), son determinados en laboratorio bajo las denominaciones de fibra detergente neutro (FDN, pared celular) y fibra detergente ácido (FDA, fracción de la pared celular compuesta por celulosa y lignina). Las gramíneas estivales tienen mayor contenido de fibra que las especies templadas, por su mayor proporción de tejido vascular, y tienden a poseer mayores contenidos de lignina, que es el principal determinante del grado en que puede ser digerida la pared celular. De allí que las ventajas agronómicas de las gramíneas C₄ (mayores productividad y eficiencia en la captación energética y el uso de agua y nitrógeno) no se manifiesten en la misma proporción en la producción animal obtenible: la materia seca de las gramíneas estivales es menos y más lentamente digestible que la de las especies templadas (Wilson y Minson, 1980 - citado por Melo y Boetto, 1993 -). Minson y McLeod (1970, citados por Hernández, 1985) encontraron que la digestibilidad media de los pastos C₃ fue mayor en 13 puntos a la de los pastos C₄. La alta resistencia ofrecida para la degradación mecánica por la anatomía foliar especializada de las gramíneas estivales puede

parcialmente explicar el mayor tiempo de retención ruminal (menor velocidad de digestión) de estos forrajes y el consecuente menor consumo voluntario. La mayor relación superficie aérea : peso para los tejidos del mesófilo y vaina parenquimática de estas especies restringe, además, la accesibilidad de las células vegetales a la digestión microbiana en rumen, disminuyendo en consecuencia la tasa de digestión. Por otro lado, las especies C₄ se cultivan en regiones tropicales y subtropicales bajo condiciones de altas temperatura e irradiación, factores que afectan de modo negativo la calidad: se produce un engrosamiento de las paredes celulares y hay mayor deposición de lignina. Y si bien estos efectos tienen validez para ambos tipos de especies, adquieren mayor trascendencia en las gramíneas C₄ porque la calidad es generalmente su principal factor limitante.

ESPECIES CONSIDERADAS

En la presente comunicación se brinda una semblanza de 18 especies, correspondientes a 12 géneros que se agrupan en 7 tribus de la familia *Poaceae* (ex *Gramineae*), a saber:

1. Tribu *Paniceae* R. Brown
 - 1.1. *Anthephora pubescens* Nees
 - 1.2. *Digitaria eriantha* Steudel ssp. *eriantha*
 - 1.3. Género *Panicum* L.:
 - 1.3.1. *Panicum coloratum* L.
 - 1.3.2. *Panicum virgatum* L.
2. Tribu *Andropogoneae* Dumort.
 - 2.1. Género *Bothriochloa* Kuntze:
 - 2.1.1. *Bothriochloa bladhii* (Retz.) S.T. Blake
 - 2.1.2. *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng
 - 2.2. *Schizachyrium scoparium* (Michaux) Nash
 - 2.3. Género *Sorghastrum* Nash:
 - 2.3.1. *Sorghastrum nutans* (L.) Nash
 - 2.3.2. *Sorghastrum pellitum* (Hackel) L. Parodi
3. Tribu *Eragrosteae* Stapf
 - 3.1. Género *Eragrostis* Wolf:
 - 3.1.1. *Eragrostis lehmanniana* Nees
 - 3.1.2. *Eragrostis superba* Wawra & Peyr.
 - 3.1.3. *Eragrostis trichodes* (Nutt.) Wood
 - 3.2. *Tetrachne dregei* Nees
4. Tribu *Chlorideae* Kunth
 - 4.1. Género *Bouteloua* Lagasca:
 - 4.1.1. *Bouteloua curtipendula* (Michaux) Torrey
 - 4.1.2. *Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lagasca ex Griffiths
5. Tribu *Maydeae* Dumort.
 - 5.1. *Tripsacum dactyloides* (L.) L.
6. Tribu *Pappophoreae* Kunth
 - 6.1. *Pappophorum caespitosum* R.E. Fries
- 2 Tribu *Sporoboleae* Stapf
 - 7.1. *Sporobolus airoides* (Torrey) Torrey

1. Tribu *Panicaceae* R. Brown

1.1. *Antheophora pubescens* Nees: Antéfora (Sudáfrica: Bottlebrush; Australia: Wool grass): Figura 1.1.

El género *Antheophora*, muy relacionado con *Cenchrus*, comprende alrededor de 6 especies africanas y 1 de América tropical (Nicora y R. de Agrasar, 1987). *Antheophora pubescens* Nees es una especie apomíctica ampliamente distribuida en Sudáfrica, en áreas con 250 - 650 (más comúnmente 350) mm anuales de precipitación, y es cultivada asimismo en Australia. Predomina en suelos arenosos con pH 5,8 -6,8 y sobre sitios rocosos no cultivados con suelos de pH neutro o levemente ácido. Tolera altas temperaturas y crece bien en ambientes cálidos semiáridos con moderada a elevada alternancia térmica. Se destaca asimismo su tolerancia a la sequía (t Mannetje, 2004). Entre los atributos de su cultivo Donaldson (1992) cita su facilidad de establecimiento sobre una amplia variedad de suelos, su alta palatabilidad y la relativamente baja sensibilidad que la especie manifiesta frente a condiciones nutricionales pobres. Con relación a su calidad, Virasoro y F. Senestrari (1987) determinaron, en proximidades de Deán Funes (Cba.), valores de PB y digestibilidad *in vitro* en el cultivo diferido que confirman sus cualidades forrajeras. No debe ser sometida, en cambio, a pastoreo severo, particularmente en su primera estación de crecimiento, pues los macollos periféricos pueden ser arrancados (el centro de la mata por lo general está muerto). Con el tiempo, los fragmentos periféricos terminan por constituir pequeñas subplantas. Brinda heno de alta calidad. No tolera anegamientos. También el fuego puede tener efectos adversos sobre el rebrote, aunque en algunas regiones (Sudáfrica, SO de Queensland) es usado para estimular la producción de semilla (Skerman y Riveros, 1990; Cook *et al.*, 2005). La semilla puede permanecer con dormancia por más de 9 meses después de la cosecha, la que puede romperse rápidamente por remoción de las glumas. El material seminal (fascículos = glomérulos) debe sembrarse en superficie, con compactación (Cook *et al.*, 2005). La producción seminal es alta, facilitándose su cosecha por la nítida elevación de las inflorescencias por encima del follaje. La emergencia de las inflorescencias continúa por alrededor de un mes, con un pico 7 días después de emergida la primera panoja, y permitiendo usualmente la cosecha 28 - 32 días después de la emergencia (Cook *et al.*, 2005). Los mismos autores informan que, con adecuados niveles de riego y fertilización, son posibles dos recolecciones al año (al inicio del verano y en otoño), con rendimientos más altos cuando la cosecha es manual. El cv. Wollie (proveniente de Swartruggens, North West Province, Sudáfrica) fue seleccionado por Agricol Seed de un campo de semilla comercial de la variedad común, buscando mayor uniformidad en el hábito de crecimiento.

En San Luis los primeros lotes establecidos con antéfora datan de la primavera de 1994 (Establecimiento La Esperanza, 5 km al S de Villa Mercedes), aunque un año antes se habían implantado parcelas de alrededor de 4 ha en Soven (Est. Don Hernán), Nahuel Mapá (Est. El Tala) y Tilisarao (Est. Sr. E. Cignetti).

Descripción de la planta

Antéfora es una gramínea de reproducción apomíctica perteneciente a la Tribu *Panicaceae* R. Brown. Es una especie perenne de crecimiento primavero estival que conforma matas erectas, con tallos no ramificados y rizomas cortos y vigorosos. En su primer ciclo de crecimiento en parcelas del campo experimental del INTA San Luis, las plantas desarrollaron coronas de 9 - 14 cm de diámetro, alcanzando una altura modal del follaje de alrededor de 50 cm (120 - 125 cm considerando los tallos florales). Hojas con láminas planas y largas (12 - 36 cm) de aproximadamente 0,7 cm de ancho, color verde a verde azulado, enrolladas con tiempo seco. Lígula membranosa de 2 - 5 (o más) mm de longitud, con pelos en los márgenes, pelos que se extienden igualmente a los bordes de toda la vaina. Vaina muy

pubescente en la base de la cara externa. Inflorescencia espiciforme de 5 - 15 (más comúnmente 10 - 12) cm de longitud, color pajizo. En su primera estación de crecimiento puede desarrollar más de 30 (y hasta 60) inflorescencias por planta. Espiguillas reunidas en racimos comprimidos (fascículos, glomérulos), caedizos a la madurez. Cada fascículo está integrado por 2 - 11 (más comúnmente 2 - 4) espiguillas, 1 - 2 de ellas estériles o reducidas, rodeadas por un involucro que consta de 4 piezas a modo de brácteas rígidas, blanquecinas, con la cara externa totalmente pilosa y la cara interna con 5 nervios verdes bien notables. Estas brácteas se unen por sus bases y de esta manera contienen a las espiguillas (Veneciano *et al.*, 1994).

1.2. *Digitaria eriantha* Steudel ssp. *eriantha*: Digitaria (= common finger grass = digit grass = crabgrass): Figura 1.2.

Incluye asimismo a lo clasificado anteriormente como *Digitaria smutsii* Stent (woolly finger grass = pasto esmut = smuts finger grass), entre otras denominaciones. *Digitaria eriantha* Steudel comprende, además de la ssp. *eriantha*, otras tres subespecies: ssp. *pentzii* (Stent) P.D.F. Kok (pasto pangola), ssp. *stolonifera* (Stapf) P.D.F. Kok y ssp. *transvaalensis* P.D.F. Kok († Mannetje, 2004).

Digitaria es una especie nativa del África oriental y del sur (Whyte *et al.*, 1971) extremadamente variable, comprimida en un número de formas específicas morfológicamente diferentes. En general es perenne, algunas veces estolonífera, o cespitosa y rizomatosa, con rizomas vigorosos y no ramificados (Cook *et al.*, 2005). Resistente a la sequía, se la caracteriza como adaptada a regiones tropicales y subtropicales con lluvias estivales no inferiores a 500 mm, aunque Hardy y Gray (1989) establecen para Australia un rango de precipitaciones de 400 a 1.000 mm año⁻¹. Introducida experimentalmente en el NO de Australia (Nueva Gales del Sur) en 1956 por el NSW Soil Conservation Service y el NSW Dep. of Agriculture, demostró adaptación y persistencia en sitios y condiciones muy variadas. Clarke *et al.*, (2003) citan su comportamiento destacado en condiciones de años muy secos (1956-7), desplazando del tapiz a *Bothriochloa decipiens* (pitted blue grass, especie nativa), así como su persistencia en algunos casos superior a 35 años bajo condiciones de pastoreo en suelos de variada textura. Soporta bien el pastoreo intenso. Se puntualiza igualmente su tolerancia al fuego. Con relación al frío, temperaturas de hasta -18,2°C a 0,05 m sobre el nivel del suelo, en inviernos típicos de la región, no han afectado al cultivo (campo experimental del INTA San Luis). Sin embargo, en 1999 condiciones invernales benignas (temperatura elevada y disponibilidad de humedad) desencadenaron en pleno julio un rebrote vigoroso de los cultivos estivales jóvenes, que fueron seguidos de heladas intensas (extremo de -18,0°C) en la segunda semana de agosto. Este fenómeno atípico - que afectó en grado variable a las especies perennes estivales - se trasuntó en una importante mortandad de plantas de un año, aunque no dañó a cultivos de dos o más años de edad, de rebrote más tardío y menor vigor.

Requiere una cama de siembra firme y limpia para su establecimiento, y es sensible a la competencia en los primeros estadios de crecimiento. La semilla es suavemente pubescente, deslizándose con dificultad en los dispositivos de siembra; la mezcla de la semilla con superfosfato, o su pelleteado, facilitan su distribución (Cook *et al.*, 2005). Tolera condiciones de escasa fertilidad, pero se torna improductiva. Responde muy bien al aporte de N.

El cultivar más difundido es Irene (Sudáfrica, década del 40), caracterizada por Cook *et al.* (2005) como heterogénea y con dificultades para la producción de semilla y su establecimiento. Del mismo origen es Tip Top (1995), variedad diploide seleccionada a partir de Irene por ARC en procura de calidad de semilla, homogeneidad de la forma de crecimiento, floración temprana y mejor relación hoja : tallo. En Australia se comercializa el

cv. Premier (CPI 38869, 1986, con germoplasma procedente de Sudáfrica), mientras que Apollo es caracterizado como de crecimiento levemente más temprano en primavera y de menor rendimiento de semilla. Las diferencias entre ambos cultivares, aunque experimentalmente significativas, no han sido reportadas como de importancia económica (Clarke *et al.*, 2003). Advance (Australia, 1989) es una variedad sintética proveniente de la hibridación entre CPI 38869 y CPI 16778A, que inicialmente fue registrada como Apollo; produce menos semilla que Premier, y no es usada comercialmente (Cook *et al.*, 2005). Por su parte, el cv. Avanzada INTA, emergente del convenio INTA San Luis - Forrajeras Avanzadas S.A., aún no se encuentra disponible comercialmente.

En Argentina digitaria fue introducida hace más de dos décadas en San Luis y La Pampa por las respectivas Estaciones Experimentales del INTA con el propósito de evaluar su comportamiento en la región templada semiárida. Se definió como recurso promisorio en función de su perennidad, sanidad, y una superior calidad forrajera con respecto del pasto llorón en cualquier época del año. En San Luis la primera implantación de cierta magnitud se realizó en la primavera de 1989 (lote 4 del campo experimental del INTA), sumándose al año siguiente otras dos implantaciones (lote 14 INTA y establecimiento "El amanecer", situado al SO de Villa Mercedes), con apoyo de la Asoc. Cooperadora del INTA San Luis y el Gob. de San Luis (Coprocyt) (Frasinelli *et al.*, 1992), aunque la difusión activa de su cultivo se impulsó a partir de 1992 (Veneciano *et al.*, 1998). Quince años más tarde la superficie implantada con digitaria en San Luis se estima en más de 70.000 ha.

Descripción de la planta*

Digitaria es una gramínea perenne perteneciente a la Tribu *Paniceae* R. Brown. Su rebrote 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. Conforman matas voluminosas que alcanzan una altura modal del follaje de 40 a 70 cm, y más de 100 cm considerando las cañas florales. Pastoreada con intensidad por ovinos manifiesta un hábito postrado (Clarke *et al.*, 2003). Desarrolla rizomas cortos. Las láminas (20 - 40 cm de longitud por 0,5 - 1,2 cm de ancho) son planas, agudas, con pelos en la porción basal de ambas caras, que se encuentran igualmente en la cara externa de la vaina. Lígula triangular membranácea con borde fimbriado. 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. Paralelamente con la formación de la inflorescencia se 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 hijuelos en las yemas ya presentes (Whyte *et al.*, 1971). 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). Posee inflorescencia en panoja digitada (verticilo simple) o subdigitada (2 o más verticilos), formada por racimos espiciformes divergentes de 1,0 - 23,5 (más comúnmente 5,0 - 19,5) cm de longitud, dispuestos con mayor frecuencia en 7 - 11 verticilos. Pedúnculos florales de 20 - 30 (hasta más de 50) cm de longitud. Cañas erguidas con nudos glabros. Espiguillas con 2 flores, la inferior rudimentaria, la superior fértil. Espiguillas en pares, una subsésil y la otra cortamente pedicelada, a veces 3 - 4 por soporte, alternadas en 2 hileras sobre dos de los lados de un raquis triquetro con aristas aserradas. Espiguillas lanceoladas, caedizas, con pedicelos persistentes. Glumas membranáceas, la inferior reducida a una pequeña escama enervia de 0,3 - 0,4 mm;

la superior 3 -5 nervia, de 0,4 x 2,0 mm, densamente pilosa. Pálea del antecio estéril rudimentaria. Lemma estéril 5 - 7 nervia, pilosa, que cubre al antecio fértil. Antecio fértil cerrado en su extremidad superior, con lemma cartilaginosa glabra, de borde hialino (0,8 x 2,5 mm). Pálea del antecio fértil glabra, de igual textura que la lemma, de 2,4 - 2,7 x 1,3 mm. Ambas (lemma y pálea) con coloraciones verde violáceas. Peso de los 1.000 antecios muy variable (0,12 - 0,56 g), encontrándose desde 300 a más de 2.000 unidades por inflorescencia. Los cariopses, de color amarillo-blanquecino cuando inmaduros, viran a tonalidades tostadas, a veces con cierta pigmentación morada (en plantas jóvenes y vigorosas). El peso de las 1.000 unidades puede oscilar entre 0,15 y 0,46 g (Veneciano *et al.*, 1994).

* La descripción corresponde a ejemplares del cultivar Irene.

1.3. Género *Panicum* L.

Género con aproximadamente 550 especies distribuidas en regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo, poco representado en áreas templadas (Nicora y R. de Agrasar, 1987).

1.3.1. *Panicum coloratum* L.: Mijo perenne (= kleingrass = pasto Klein = klinegrass = kleinpanic): Figura 1.3.

Especie nativa del África oriental y adaptada a zonas templado cálidas a tropicales con precipitaciones moderadas -700 a 1.250 mm anuales- (Whyte *et al.*, 1971). Se lo define como recurso resistente a la sequía (prospera bien con un mínimo de 400-500 mm de lluvia por año, de ocurrencia estival) y a heladas (De León, 1991). Este último aspecto es particularmente marcado en el cultivar Verde, que habitualmente conserva algunas hojas verdes en la base de la planta durante gran parte del invierno, y que en la región no ha registrado mortandad con heladas de hasta -18°C (Petruzzi *et al.*, 2003). El cv. Verde (PI 483444) fue obtenido en 1981 en Texas (EE.UU.) a partir de aproximadamente 4.000 plantas individuales provenientes de 30 introducciones de germoplasma sudafricano, seleccionadas por tamaño seminal (peso). Las plantas selectas y su progenie de polinización abierta se establecieron a campo y fueron evaluadas por tamaño de semilla; los ejemplares superiores (progenitores de Verde) fueron intercruzados en un bloque de cruzamiento aislado. Las semillas de Verde son 20 - 25 % más pesadas que las de Selection 75, y el crecimiento de las plántulas es 20 - 60 % más vigoroso 30 días después de emergencia (Cook *et al.*, 2005). Estas propiedades, sumadas a un alto potencial de producción y buena calidad forrajera incluso como cultivo diferido, le confieren posibilidades de amplia distribución en ambientes semiáridos. Es altamente apetecido por el ganado, tanto en pastoreo directo como henificado (Pratt *et al.*, 1990). El cultivar Selection 75 (PI 166400, obtenido en 1969 en Texas, EE.UU.) procede de germoplasma de Cape Province, Sudáfrica. Bambatsii (CPI 13372), de origen australiano, pertenece a la var. *Makarikariense*, y su germoplasma procede de Zimbabwe; es una mata erecta, cortamente rizomatosa, pocas veces estolonífera, de porte más alto, hojas de coloración azulada o glauca con la nervadura central blanca y menor foliosidad que el cultivar Verde, y su resistencia a heladas es considerablemente inferior, por lo que su difusión cobró importancia en ambientes más cálidos (N de Córdoba); su producción seminal es alta. El material comercializado en Australia deriva de una mezcla de Bambatsii, Burnett y Pollock, cuyo cruzamiento ha producido un variable pero vigoroso y plástico cultivar (Cook *et al.*, 2005).

En San Luis no existe información relacionada con la utilización de este cultivo para la confección de reservas, si bien algunas experiencias resultan promisorias: el valor nutritivo

de rollos de mijo perenne hechos en primavera verano es muy alto, y también los rollos de cola de máquina (en marzo, después de cosechar semilla) han mostrado valores interesantes de calidad (Petruzzi *et al.*, 2003), destacando los autores la facilidad de confección de los mismos.

De alta palatabilidad, que decae con la madurez, como ocurre con la mayoría de las gramíneas tropicales. Crece bien con leguminosas (por ej. siratro: *Macroptilium atropurpureum*, alfalfa: *Medicago sativa*, soja perenne: *Neonotonia wightii*, trébol subterráneo: *Trifolium subterraneum*, vicia: *Vicia sp*) y otras gramíneas, pero puede ser pastoreado selectivamente si se asocia con especies menos palatables (Cook *et al.*, 2005).

Puede ocurrir fotosensibilización en el ganado que pastorea *Panicum coloratum*, aunque esa situación -que es muy poco frecuente- se verifica más comúnmente bajo condiciones húmedas y cálidas, pareciendo ser más afectado el ovino. Se piensa que las saponinas en el pasto son la causa de la formación de sustancias cristaloides en el sistema biliar, que seguidamente obstruyen el conducto biliar y causan fotosensibilización secundaria (Cook *et al.*, 2005).

La producción de semilla es alta; sin embargo, madura desigualmente durante un periodo que suele exceder de dos semanas, sin picos de maduración, y se cae tan pronto como madura, lo que afecta la eficiencia de recolección. Cook *et al.* (2005) informan que puede cosecharse a los 22-25 días posteriores a anthesis para optimizar rendimiento y calidad de la simiente, que mejoran cuando el material seminal se deja un par de días en hileras de 20 cm de espesor antes del secado.

En San Luis los primeros lotes establecidos con mijo perenne datan de la primavera de 1997, estimándose que la superficie actual implantada con este recurso es de alrededor de 10.000 ha.

Descripción de la planta*

El mijo perenne es una gramínea perteneciente a la Tribu *Paniceae* R. Brown. Perenne, herbácea, de crecimiento primavero estival, su rebrote - que puede registrarse a fin de agosto o bien entrado septiembre, según las características del año - adquiere relevancia a partir de la primera quincena de octubre. No es afectada en forma importante por heladas tardías. Conforman matas que en su primera estación de crecimiento alcanzan una altura total promedio de alrededor de 90 cm (con extremos superiores a 1 m), láminas planas, glabras, de 15 - 30 cm de longitud por 6 - 10 mm de ancho, color verde

o azul verdosas; lígula pestañosa de 0,5 - 1,0 mm de longitud. El inicio del panojamiento se alcanza en la primera semana de diciembre, y plena floración después de la tercera semana del mismo mes; a mediados de enero se verifican indicios claros de diseminación. De allí en adelante la planta mantiene simultáneamente macollos reproductivos con distinto grado de desarrollo. Las cañas florales son finas, normalmente con nudos rojizos, de 60

-100 cm de longitud, excediendo largamente de 50 el número de inflorescencias planta (puede hallarse incluso 1 - 3 inflorescencias por caña floral). Inflorescencias en panojas laxas, generalmente muy ramificadas. Espiguillas bifloras, el antecio apical con flor hermafrodita y el basal masculino

o sin flor; comprimidas dorsiventralmente u ovas, pediceladas. Glumas 2, con los nervios muy visibles, herbáceas, agudas, muy desiguales; la inferior en general diminuta. La superior igual a la lemma estéril, tan larga como el antecio fértil. Lemma estéril glumiforme, normalmente con pálea y una flor masculina en su axila; antecio fértil comprimido dorsiventralmente, con la extremidad cerrada aguda; lustroso, con lemma y pálea endurecidas, cartilaginosas, la lemma con los bordes enrollados sobre la pálea, aún en el ápice. Lodículas 2, cuneiformes; estambres 3, estilos con 2 estigmas que salen apenas por

debajo del ápice del antecio durante la antesis. Cariopse elipsoide, con escudete embrional ancho e hilo sub-basal pequeño (Veneciano *et al.*, 1994).

* La descripción corresponde a ejemplares del cultivar Verde.

1.3.2. *Panicum virgatum* L.: Pasto varilla (= Switchgrass): Figura 1.4.

Especie nativa de América del Norte (difundida desde Québec hasta México), que llega a extenderse incluso a América Central (Whyte *et al.*, 1971). Adaptada a climas templados o subtropicales con lluvias de verano y suelos bien drenados (Launchbaugh, 1970). Está conceptuada como especie decreciente, de buen valor forrajero y muy palatable, aunque no difiere bien. Los cultivares más difundidos son: Álamo (con germoplasma proveniente del S de Texas), Blackwell (Kansas), Kanlow (Oklahoma), Dacotah (North Dakota), Forestburg (South Dakota), Cave-in-rock (Illinois) y Nebraska 28 (Nebraska).

De establecimiento lento, se ve afectado en los primeros estadios de crecimiento por las malezas (particularmente gramíneas anuales). Es considerada una de las especies con mayor capacidad para el secuestro de C (reducción del CO₂ atmosférico). Se cultiva solo o acompañado de *Andropogon gerardii* Vitman (big bluestem), para pastoreo directo o henificación; en el primer caso se recomienda la implementación de sistemas rotativos alternando cada año la parcela de inicio de pastoreo (Mitchell *et al.*, 1996). El pastoreo debe iniciarse antes del desarrollo de los tallos florales, cuando la calidad y la palatabilidad del forraje son altas. Es aconsejable asimismo dejar un remanente de 15 a 20 cm a la finalización de la estación de crecimiento y, como regla general, después de cada periodo de uso. La defoliación severa de las gramíneas perennes estivales después de marzo resulta en rebrote primaveral pobre, reducción del vigor de la mata, eventual pérdida de algunos ejemplares y, en consecuencia, mayor ocupación del suelo por parte de las malezas. Para henificación, el cultivo se cosecha antes de la emergencia de las inflorescencias, buscando optimizar la calidad del heno y la condición del rebrote posterior. Si el heno está destinado a animales de reducidos requerimientos, en cambio, el corte puede demorarse hasta la aparición de las inflorescencias, perdiendo calidad aunque maximizando el rendimiento de materia seca.

Al igual que en *Sorghastrum nutans* (L.) Nash, en esta especie los entrenudos se alargan estando las plantas aún en su fase vegetativa y los vástagos alargados permanecen erectos. Los puntos de crecimiento apicales y muchas de las yemas axilares quedan muy por encima de la superficie del suelo y por lo tanto expuestos a ser eliminados con el corte (mecánico o pastoreo). Como resultado de esto no pueden producirse nuevas hojas ni yemas en los puntos vegetativos, ni pueden surgir nuevos vástagos o raíces nodales de las yemas axilares superiores. Las plantas que tienen este hábito de crecimiento ("hierbas altas") no toleran la defoliación frecuente y desaparecen rápidamente con pastoreo intenso. Son, sin embargo, buenas competidoras por luz y producen altos rendimientos de forraje, resultando de valor para la henificación u otras formas de conservación, aplicando siega moderada (Whyte *et al.*, 1971). Un efecto similar se registra en las especies anuales, en las que - aunque en general hay poco alargamiento de los entrenudos hasta el desarrollo floral - todos los tallos producen inflorescencias en la primera estación y no quedan vástagos vegetativos para el año siguiente.

Se trata de un recurso con aptitud para planteos de alta productividad.

Descripción de la planta*

Gramínea perenne perteneciente a la Tribu *Paniceae* R. Brown, con rizomas largos. En su

primer año ciclo de crecimiento en Villa Mercedes (campo experimental del INTA San Luis) las plantas alcanzaron una altura modal del follaje de 90 -95 cm y 110 -125 cm las cañas florales, conformando coronas de 9 -12 cm de diámetro. Las láminas, glabras y planas, alcanzaron 30 - 40 cm de longitud (hasta 60 cm en ejemplares adultos), con 13 - 14 mm de ancho en su tercio proximal. Lígula pilosa con largos pelos desiguales de 2 - 5 mm de longitud. Nudos glabros blanco purpúreos. Inflorescencia en panoja laxa ramificada. Inflorescencias en número superior a 40 - 50 por planta. Espiguillas bifloras, el antecio apical con flor hermafrodita y el basal masculino o sin flor; comprimidas dorsiventralmente, pediceladas. Glumas 2, con nervios muy visibles, herbáceas, con manchas violáceas. No tan desiguales como en *Panicum coloratum* L., aunque de similar longitud. Muy agudas a cortamente aristuladas. La lemma estéril glumiforme. Antecio fértil comprimido dorsiventralmente, con la extremidad cerrada aguda, con lemma y pálea endurecidas, la lemma con los bordes enrollados sobre la pálea. Cariopse elipsoide, con escudete embrional ancho e hilo sub basal pequeño (Veneciano *et al.*, 1994).

* La descripción corresponde a ejemplares del cultivar Álamo.

2. Tribu *Andropogoneae* Dumort.

2.2. Género *Bothriochloa* Kuntze

Género integrado por 25 - 30 especies distribuidas en regiones tropicales y subtropicales de Europa, Asia, África, Australia y América, de gran afinidad con *Andropogon* y *Dichanthium* (Nicora y R. de Agrasar, 1987; Cook *et al.*, 2005). Las especies cultivadas del género *Bothriochloa*, conocidas como “Old World bluestems” por su procedencia, provienen de Eurasia central y meridional, donde alcanzan una amplísima distribución geográfica que se extiende desde las costas atlánticas del O de Europa hasta las costas pacíficas de China y Taiwan (Whyte *et al.*, 1971; Paccapelo *et al.*, 1995). Introducidas varias décadas atrás en EE.UU. para su utilización en áreas erosionadas de las Grandes Llanuras centrales y del S, se determinó que reaccionaban como plantas de una sucesión secundaria. Harlan *et al.* (1964, cit. por Paccapelo *et al.*, 1995) iniciaron la selección de líneas promisorias en la universidad estatal de Oklahoma, incluyendo en sus planes de mejoramiento el cruzamiento entre líneas, para evitar que la significativa apomixia facultativa que presentaban estas especies diera lugar a materiales altamente uniformes y, consecuentemente, también susceptibles a adversidades biológicas y variaciones climáticas. Se trabajó a partir de 750 accesiones, habiéndose librado hasta mediados de la década anterior 6 variedades (Berg *et al.*, 1994).

Las especies del género *Bothriochloa* constituyen un recurso forrajero perenne adaptado a regiones semiáridas tropicales y subtropicales con lluvias de verano, que sobresalen por su rusticidad, resistencia a la sequía, alta persistencia y agresividad (con importante resiembra espontánea). Tienen un patrón de producción eminentemente estival, que complementa bien al crecimiento más temprano del pasto llorón. Presentan escasa tolerancia a la sal.

2.1.1. *Bothriochloa bladhii* (Retz.) S.T. Blake (antes *B. intermedia*, y antes *Andropogon intermedius* R. Br. - Terrell *et al.*, 1986 -): Australian bluestem = Caucasian bluestem: Figura 1.5.

Incluye lo antes clasificado como *Andropogon bladhii* Retz., *A. caucasicus* Trin., *A. intermedius* R. Br. y *Bothriochloa caucasica* (Trin.) C. Hubbard (USDA, 2001). Cook *et al.* (2005) lo clasifican como *B. bladhii* S.T. Blake subsp. *glabra* (Roxb.) B.K. Simon. Apomíctica

facultativa. Fue usada primariamente como pastura permanente para suelos de escasa fertilidad. Desarrolla en áreas con precipitaciones por encima de 750 mm año⁻¹, aunque tolera bien 600 mm año⁻¹. Tiene baja a moderada tolerancia a la sombra. Es tolerante al pastoreo pesado, adoptando un hábito de crecimiento postrado para adaptarse a esa presión. Es muy tolerante al fuego. Destaca por su ciclo particularmente extenso: el rebrote suele verificarse a comienzos de septiembre, alcanzando las fases de prefloración a mediados de enero y fin de anthesis en la primera semana de marzo. La semilla madura a comienzos de abril. La emisión y diferenciación reproductiva de macollos se continúa hasta el final de la estación de crecimiento (Veneciano, 1999a), siendo recomendable el pastoreo para reducir la proliferación de tallos florales. El follaje adquiere una coloración verde intensa, y toda la planta desprende un olor característico (The Texas Agricultural Exp. Station, 1983). Rabotnikof *et al.* (1986a) determinaron que los porcentajes de lignina y pared celular de esta especie bajo condiciones de diferimiento eran inferiores a los de pasto llorón, a la vez que notoriamente superior la desaparición de materia seca en bolsitas suspendidas en el rumen (72 h). Los valores de digestibilidad *in vitro* (Rabotnikof *et al.*, 1986b) e *in vivo* (Stritzler *et al.*, 1986) determinados para el mismo material corroboran la aptitud de este recurso para ser utilizado como cultivo diferido. En verde, Cook *et al.* (2005) informan valores de 7-14 % PB y DIVMS superior a 58 %, declinando rápidamente la calidad con la edad del rebrote y con la floración.

Más de 1,5 millones de unidades seminales kg⁻¹. Recién cosechada, la semilla tiene escasa germinación, que se optimiza después de 6 - 7 meses (Cook *et al.*, 2005). Crece bien con leguminosas y otras gramíneas, aunque puede hacerse dominante cuando se siembra con gramíneas más palatables como digitaria (Cook *et al.*, 2005). Los mismos autores señalan que en Australia el cultivo puede ser afectado por *Balclutha rubrostriata* (Cicadellidae), que infesta la inflorescencia, y *Puccinia duthiae* (roya de la hoja), esta última al final de la estación de crecimiento y particularmente severa con tiempo lluvioso. El cultivar Swann (CPI 11408, origen: Australia, 1994) fue seleccionado por persistencia en condiciones de baja fertilidad y suelos duros de altura en el subtrópico subhúmedo. El cv. WW B. Dahl (PI 300857, A 8965, WW 857, origen: EE.UU., 1994) proviene de Manali (India); ampliamente probado en Texas, es de mayor rendimiento pero menos resistencia al frío que otros botriocloas (Cook *et al.*, 2005).

El cultivar WW Bill Dahl se caracteriza por su floración tardía y elevada foliosidad, atributo éste que adquiere especial relevancia al promediar el verano. De buena productividad en condiciones de secano, responde de forma notable al aporte adicional de agua. Su resistencia a heladas es inferior a la de Plains y WW Spar (Berg *et al.*, 1994), no habiéndose apreciado efectos importantes de las heladas en las condiciones de Villa Mercedes (San Luis) sobre plantas que han superado ya los 10 años. En San Luis los primeros lotes de magnitud establecidos con *B. bladhii* (Retz.) S.T. Blake cv. Bill Dahl datan de la primavera de 1997 (Establecimiento El Tala, Nahuel Mapá).

Descripción de la planta*

Es una gramínea de reproducción apomíctica cuyo follaje alcanza una altura modal de 25 - 40 (o más) cm, y 75 a más de 100 cm las inflorescencias. Las matas desarrollan coronas de 12 - 18 cm de diámetro. El follaje está constituido por hojas de lámina plana con pelos largos (1 - 3 mm) y ralos en ambas caras, más abundantes y largos en la zona ligular. La lámina es larga (frecuentemente 18 - 23 cm de longitud, aunque el rango puede ampliarse a 15 - 40 cm) y relativamente ancha (0,5 - 1,0 cm). Lígula membrano pestañosa de 0,7 a 0,9 mm. La vaina es de mayor longitud que los internodios. El número de inflorescencias suele ser superior a 50 en cultivos de un año de edad. Las cañas son macizas, geniculadas en la base, con nudos y entrenudos glabros. Inflorescencias en panojas terminales, erguidas,

emergentes de la última vaina. Inflorescencia en panoja subdigitada con racimos de colores verde a púrpura en número muy variable (20 - 66, aunque más frecuentemente 27 - 34 racimos), de 2 - 9 (más generalmente 7) cm de largo, articulados, pedicelados, dispuestos sobre un eje más largo que ellos (7 - 15 cm), originando así una panoja oblonga. Artejos planos, pilosos. Espiguillas reunidas de a dos, una hermafrodita, la otra estéril. Espiguilla estéril pedicelada, lanceolada, de 2,5 mm de longitud. Espiguilla fértil sésil, lanceolada, de 4 mm de longitud. Callo obtuso y piloso. Gluma superior aquillada, 3-nervia, hialina. Dorso con una mancha de coloración rojiza muy notoria. Gluma inferior hialina, con una depresión punctiforme muy marcada en su cara externa, que origina en la cara opuesta (interna) una saliencia verrugosa. 7-nervia, con bordes y base pilosos. Lemma de flor inferior reducida casi exclusivamente a la arista: antrorsoáspira, de 0,8 - 1,4 cm de longitud. Pálea hialina, reducida. Androceo

3. Estigma bífido o plumoso de color cobrizo (Veneciano *et al.*, 1994).

* La descripción corresponde a ejemplares del cultivar B. Dahl.

2.1.2. *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng var. *ischaemum* (antes *Andropogon ischaemum* - Terrell *et al.*, 1986 -): Turkestan (= Turkistan) bluestem (= yellow bluestem = King Ranch bluestem): Figura 1.6.

Especie rústica, resistente a la sequía y de alta persistencia, que crece en sitios pedregosos secos, bordes de campos, pendientes de tierras agotadas y a orillas de caminos, constituyendo con frecuencia la gramínea dominante. Adecuada para conservación de suelos y resiembra de suelos erosionados. Naturalmente distribuida en ambientes con un rango de precipitación anual de 350 a 500 mm, y 10 a 17°C de temperatura media anual e inviernos extremadamente fríos. Planta cespitosa, semierecta, con tallos delgados, erectos (a veces decumbentes en la base), simples o escasamente ramificados; desnudos en la parte superior; acanalados de un lado, de color verde claro que torna a amarillento con la madurez, y nudos más oscuros, glabros en la subsp. *ischaemum* y barbados (con pelos cortos apretados) en la subsp. *songarica*. Planta de reproducción asexual (apomíctica). Semilla lanosa, que presenta algo de dormición post cosecha; puede procesarse con moladora a martillo para desaristarla, y pelleteado posterior, para facilitar su paso a través del equipo sembrador. Se establece adecuadamente sembrada al inicio del verano sobre una cama de siembra limpia y firme, cubriéndose de manera muy ligera, y compactando seguidamente. Aunque es tolerante a ambientes de baja fertilidad, responde bien a la fertilización, con incrementos de materia seca de aproximadamente 30 kg por cada kg de N aplicado. La respuesta al agregado de este nutriente, en rendimiento de materia seca y proteína, es lineal hasta alrededor de los 200 kg ha⁻¹ (Cook *et al.*, 2005).

En las condiciones de Villa Mercedes (San Luis) rebrota en la primera quincena de septiembre, iniciándose la floración entre el 20 de noviembre y la primera semana del mes siguiente, según el cultivar. Al promediar diciembre alcanza plena floración, iniciándose en la primera mitad de enero la fase de diseminación. La emisión de macollos y su diferenciación reproductiva prosiguen hasta el final de la estación de crecimiento (Veneciano, 1999a).

El cultivar Plains (PI 477958, EE.UU., 1970) fue liberado en 1972; es fruto de la combinación de 30 estirpes provenientes de Pakistán, Irán, Iraq, India, Turquía y Afganistán, seleccionadas para otorgarle elevada plasticidad frente a plagas y enfermedades así como ante condiciones climáticas y edáficas diversas. WW Spar (PI 301573, WW 573, EE.UU.), liberado en 1982, es una de las líneas formadoras de Plains, cultivar al que supera en resistencia a heladas, tolerancia a sequía y productividad forrajera. Es un prolífico productor de semilla. WW Iron Master (PI 301535, WW 535) fue liberado conjuntamente por USDA-ARS y USDA-SCS (1987). Presenta como atributos diferenciales una mejor adaptación a suelos con pH alcalino y deficiencias de hierro (menos clorosis que otros cultivares), y más alta relación hoja / tallo (Sims, 1991, com. personal; Cook *et al.*, 2005). Su productividad

forrajera es algo inferior a la de WW Spar, aunque es más resistente a frío que Plains y WW Spar, y su ciclo de crecimiento es levemente más prolongado. Sus características le confieren una digestibilidad ligeramente superior a la de los cultivares WW Spar, Plains, Caucasian y Ganada, particularmente cuando progresa la estación de crecimiento en verano. La productividad seminal es limitada (Berg *et al.*, 1994). Caucasian es un cultivar que sobresale por su resistencia al frío y alta productividad bajo condiciones favorables de humedad; en secano, sin embargo, sus rendimientos se resienten considerablemente. Las matas tienen área basal reducida, por lo que no se lo recomienda para tierras con pendientes pronunciadas en las que la erosión hídrica puede ocasionar problemas. El cv. Ganada (PI 107017, EE.UU., 1979) es de mayor resistencia al frío e inferior productividad que WW Spar y WW Iron Master. Proviene de Tajikistan, y ha sido usado para revegetación de tierras áridas y sectores disturbados (Cook *et al.*, 2005). Tiene comportamiento destacado en áreas con más de 750 mm anuales de lluvia, pero se ha establecido igualmente con éxito en zonas desérticas de Nuevo México (Plant Materials Center, 1988). El cv. El Kan (KG 495, EE.UU.) es de origen no dilucidado, de mediana foliosidad y productividad, adaptado a ambientes áridos. En San Luis los primeros lotes establecidos con *B. ischaemum* (L.) Keng datan de la primavera de 1996 (Establecimiento El Centenario, 100 km al SO de Villa Mercedes), y correspondieron al cv. WW Spar.

Descripción de la planta*

Gramínea de crecimiento primavero estival y reproducción apomítica, cuyo follaje alcanza una altura modal de 20 - 35 cm, y 70 - 75 cm las cañas florales, con diámetro de corona de 12 a 18 cm, según el cultivar. El follaje está constituido por hojas con lámina conduplicada, color glauco, con pelos largos y ralos en su base. La lámina es delgada (2 - 4 mm), de poca longitud (6 - 13 y hasta 25 cm, según el cultivar), áspera en su cara superior, con espínulas en los bordes. La vaina es glabra y menor que los internodios. Lígula membrano pestañosa, de 0,5 a 0,8 mm. El número de inflorescencias por planta es muy variable, pudiendo oscilar entre 60 y hasta más de 130. Las cañas son delgadas, macizas, de marcado color amarillo, con una longitud que frecuentemente oscila entre 55 y 70 cm, y con algunos genículos en los nudos inferiores. Cañas 3-4nodos. Nudos glabros, de coloración oscura. Entrenudos glabros. Inflorescencia en panojas terminales, de 6 - 10 cm de longitud, formadas por racimos de 5 - 9 cm, articulados y pedicelados, en número de 5 a 16, según la variedad, dispuestos sobre un eje más corto que ellos (2 - 3 cm), originando una panoja corimbiforme. Artejos planos y sumamente pilosos. Espiguillas reunidas de a 2, una hermafrodita, la otra estéril. Espiguilla fértil sésil, lanceolada, de 5 mm de longitud. Callo obtuso con pelos. Gluma superior 3-nervia, blanquecina, con manchas verdes y rojizas. Gluma inferior 10-nervia, de coloración verdoso rojiza, con la base muy pilosa. Borde con espínulas. Lemma de la flor fértil reducida a una arista larga (1,0 - 1,5 cm). Pálea hialina y transparente, con ápice lascinado. Espiguilla estéril pedicelada, lanceolada, de 4 mm de longitud. Androceo 3. Estigma bifido y plumoso (Veneciano *et al.*, 1994).

* La descripción corresponde a ejemplares del cultivar Spar.

2.2. *Schizachyrium scoparium* (Michaux) Nash: Little bluestem: Figura 1.7.

Schizachyrium scoparium (Michaux) Nash (antes *Andropogon scoparium*) es una especie nativa de EE.UU., a la que se encuentra en sitios rocosos y pendientes bien drenadas, entre los 1.000 y 3.000 msnm, comportándose como especie decreciente (Launchbaugh, 1970). Se adapta a ambientes con lluvias de no menos de 400 mm año⁻¹. Su palatabilidad es regular mientras crece, de acuerdo con lo señalado por Gay y Dwyer (1984), en tanto que Launchbaugh (1970) la califica como recurso de buen valor nutricional y muy palatable, aunque coincidiendo los autores citados en el bajo valor forrajero al estado de cultivo

diferido. La planta desarrolla mejor cuando es pastoreada durante la estación de crecimiento, pero es imprescindible una utilización racional del recurso a los efectos de impedir su reemplazo por otras especies. Entre los cultivares más difundidos se hallan: Cimarrón (producto de una combinación de 45 accesiones del SO de Kansas y adyacencias de Colorado,

N. México, Texas y Oklahoma - Heizer, 1983 -), Aldous (Kansas) y Pastura (Nuevo México) (National Plant Materials Center, 1990).

De notable adaptación al ambiente de San Luis y muy buena respuesta al aporte nitrogenado, su aptitud exclusivamente estival plantea una alta sobreposición de roles con el pasto llorón. La semilla es de características complejas, alta dehiscencia, y probablemente recolección y distribución dificultosas.

Descripción de la planta

Little bluestem es una gramínea perenne de crecimiento primavero estival y ciclo muy prolongado: el rebrote se verifica a mediados de septiembre, alcanzando plena fructificación - en su segunda estación de crecimiento - a fines de marzo. Planta foliosa, desarrolla matas erectas de alrededor de 40 cm de altura modal (follaje), y 80 a 110 cm las cañas florales, con coronas de 9 -12 cm de diámetro. Follaje de coloración verde glauco (azulado) durante el crecimiento, y marrón rojizo oscuro cuando seco. Hojas con lámina estrecha, plana o conduplicada, de 8 a 25 y hasta 40 (más frecuentemente 15 - 30) cm de longitud y 3 - 6 mm de ancho. Pequeños pelos abundantes en la cara superior de la lámina. Lígula membranosa, corta (0,9 mm), de color rosado (rojizo amarronado al madurar la planta). Tallos aplanados en la base, al igual que las vainas. Floración tardía. Inflorescencias numerosas (más de 100 por planta), en racimos subincluidos de la vaina foliar. Racimos espiciformes de 2 - 4 cm de longitud, a veces aproximados formando una falsa panoja. Raquis frágil y articulado, deshaciéndose a la madurez. Artejos pestañosos aumentados de espesor igual que los pedicelos, y terminados en una cúpula asimétrica y dentada en la que se inserta más o menos profundamente el artejo siguiente. Espiguillas geminadas, de coloración verdoso rojiza, una sésil, hermafrodita, la otra pedicelada, masculina o estéril, reducida. Pedicelo con pelos blancos basales. Ambas espiguillas caedizas junto con el artejo contiguo. Espiguilla sésil biflora: glumas coriáceas amarillas. Gluma inferior biaquillada con márgenes inflexos; aguda, de 8 mm de longitud. Gluma superior aquillada; borde de la quilla antrorsoáspera; aguda, de 7 mm de largo. Antecio inferior reducido a la lemma, mútica e hialina. Antecio superior con lemma hialina bifida, con arista geniculada y retorcida, saliendo del medio de la lemma. Pálea ausente. Espiguilla pedicelada menor que la sésil, en general representada sólo por las glumas. Estigma bífido, plumoso, de color ocre. Androceo 3 (Veneciano *et al.*, 1994).

2.3. Género *Sorghastrum* Nash

El género *Sorghastrum* comprende unas 15 especies presentes en regiones cálidas de América y África; se estima que en Argentina viven 5 - 6 especies cuya delimitación es confusa. *S. pellitum* (Hackel) L. Parodi es un pasto nativo de nuestro país, que crece asimismo en Brasil, Uruguay y Paraguay. Esta especie ha sido considerada subespecie de *S. nutans* (L.) Nash (Nicora y R. de Agrasar, 1987).

2.3.1. *Sorghastrum nutans* (L.) Nash: Indiangrass: Figura 1.8.

Especie nativa de EE.UU., común en sitios arenosos o bajos, entre los 1.300 y 2.500 msnm (Gay y Dwyer, 1984), así como en sitios altos rocosos y pendientes bien drenadas

(Launchbaugh, 1970). De buen valor forrajero y muy palatable cuando crece, se comporta como especie decreciente; es afectada por el pastoreo pesado, en particular cuando se la consume con alta frecuencia, siendo reemplazada por especies de menor valor. Brinda elevada cantidad de forraje, y es utilizada asimismo para producción de heno. Su calidad al estado de diferido, en cambio, es muy pobre. Algunos de los cultivares más difundidos son: Cheyenne (que deriva de germoplasma proveniente de Oklahoma), Llano (Nuevo México), Osage (Kansas -Oklahoma), Lometa (cerca de Lometa, Texas) y Tomahawk (N y S Dakota) (National Plant Materials Center, 1990).

Descripción de la planta*

Gramínea perenne de crecimiento primavero estival (rebrotan en la primera quincena de septiembre) y ciclo de crecimiento muy extendido en el tiempo, con floración tardía: en el año de establecimiento y en las condiciones de Villa Mercedes (campo experimental del INTA San Luis) los tallos elongaron en la segunda mitad de marzo. Posee rizomas escamosos cortos. Las matas alcanzan 55 - 65 cm (altura modal del follaje) y 95 - 100 cm las cañas florales, con coronas de 8 - 10 cm de diámetro. Follaje de coloración verde azulada, que vira a pajizo opaco cuando seco (a veces con alguna tonalidad púrpura). Hojas con lámina plana, larga (30 - 50, y más frecuentemente 25 - 40 cm de longitud) y ancha (10 - 14 mm), glabra, con una notoria lígula membranácea, gruesa, con forma de uña, de 4 mm de longitud. Inflorescencias en número variable. Panoja terminal ramificada, con forma de pluma dorada, ramas delgadas sosteniendo cortos racimos espiciformes; artejos frágiles y velludos. Espiguillas apareadas, la sésil 2-flora, hermafrodita; la pedicelada reducida al pedicelo. La espiguilla sésil apical de los racimos acompañada por dos pedicelos. Glumas 2, subiguales, coriáceas, color pardo amarillento; lanceoladas, de 5 - 7 mm de longitud. La inferior con la cara externa velluda y los bordes curvados sobre la superior. Ambas con nervios verdes bien marcados en sus caras internas. Antecio inferior estéril, reducido a la lemma hialina, con margen superior ciliado. Antecio superior fértil con lemma hialina que presenta dos lóbulos apicales y arista retorcida y geniculada de 7 - 9 mm. Pálea hialina. Estambres 3 (Veneciano *et al.*, 1994).

* La descripción corresponde a ejemplares del cultivar Lometa.

2.3.2. *Sorghastrum pellitum* (Hackel) L. Parodi: Pasto de vaca (=paja colorada = sorgastrum): Figura 1.9.

En nuestro país ha desaparecido en forma casi total de su área original, quedando sólo algunos relictos. Se lo puede hallar en el S de Buenos Aires, Entre Ríos, Santa Fe, Córdoba, La Pampa y San Luis (Nicora y R. de Agrasar, 1987). En nuestra provincia es integrante principal del "Área medanosa de pastizales e isletas de chañar", formación vegetal que abarca alrededor de

2.000.000 ha y actualmente con alto grado de disturbio, en la que el pasto de vaca se constituía en especie dominante en la condición climax (Anderson, 1979). Puede encontrarse asimismo en el pastizal serrano (Rosa *et al.*, 2005). Su crecimiento se extiende entre mediados de agosto y mayo, y su significación ecológica y aptitud forrajera han sido resaltadas por numerosos autores (Anderson *et al.*, 1970, 1978; Oriente y Anderson, 1978; Anderson, 1979, 1980, 1982a,b; Bianco *et al.*, 1987; Alliney *et al.*, 1987; Cano *et al.*, 1988). En su hábitat, el pastoreo mal conducido determina la desaparición de las especies de buen valor forrajero y conduce a un pajonal dominado por paja amarga (*Elyonurus muticus* (Sprengel) Kuntze), de preferencia animal nula (Anderson, 1983). Conceptos equivalentes son vertidos por Cano *et al.* (1985) en referencia a los pastizales psammófilos del centro norte y centro de La Pampa. Para revertir este proceso Anderson (1982a) propuso la domesticación del pasto de vaca a los efectos de facilitar su posterior incorporación en

potreros degradados, con la finalidad de recuperar el potencial forrajero del pastizal. La sobreposición de roles con el pasto llorón y el escaso rendimiento de semilla fueron algunos de los aspectos que desalentaron las expectativas depositadas en su domesticación, a pesar de haberse avanzado considerablemente en la mecanización de implantación y cosecha de esta especie (Veneciano *et al.*, 2003).

Descripción de la planta

Gramínea perenne cespitosa de 40 - 120 cm de altura, con cañas erectas, plurinodos. Vainas abiertas, glabras o pilosas. Lígula membranácea, truncada. Lámina plana o convoluta, lanceolada, a menudo flexuosa o circinada; pubescente o a veces glabra en la cara abaxial. Inflorescencia en panoja terminal castaño - rojiza, ramificada, con ramas pubescentes, delgadas, que llevan cortos racimos espiciformes, paucifloros; raquis frágil, pubescente, con mechones de pelos blancos en los nudos. Racimos con raquis pilosos con 1 a 4 espiguillas sésiles, acompañadas por los pedicelos de las espiguillas estériles; artejos y pedicelos barbados o pilosos; base de la espiguilla rodeada de pelos generalmente cortos. Espiguillas lanceoladas, castañas, apareadas, la sésil 2-flora, hermafrodita, aristada; la pedicelada rudimentaria o reducida sólo al pedicelo velludo. Glumas 2, subiguales, coriáceas. Antecio inferior estéril reducido a la lemma hialina, lanceolada, ciliada en el margen superior. Antecio superior fértil. Lemma hialina, con 2 lóbulos apicales más o menos desarrollados y arista aplanada hacia la base, recta, retorcida o geniculada, glabra o pilosa. Pálea reducida, hialina o ausente. Lodículas 2. Flor hermafrodita. Estambres 3. Ovario con 2 estilos y estigmas plumosos de emergencia lateral. Cariopse oblongo (Nicora y R. de Agrasar, 1987; Rúgolo de Agrasar *et al.*, 2005).

3. Tribu *Eragrosteae* Stapf

3.1. Género *Eragrostis* Wolf

Género cosmopolita con alrededor de 250 especies mega y mesotérmicas, tropicales y subtropicales. En Argentina viven unas 30 especies, desde Jujuy hasta el N de la Patagonia (Nicora y R. de Agrasar, 1987).

3.1.1. *Eragrostis lehmanniana* Nees: Pasto Lehman (= Lehmann lovegrass): Figura 1.10.

Gramínea perenne de crecimiento estival. Nativa de Sudáfrica, fue introducida primeramente en el SO de EE.UU. para ambientes con pastizales deteriorados. Grandes áreas fueron implantadas en la década de 1930, aunque en muchos casos la especie no persistió. Entre 1940 y 1980 se establecieron más de 70.000 ha. En Texas, N. México y centro de Arizona desapareció en los cinco años posteriores a la siembra. Prosperó exitosamente, en cambio, en el SE de Arizona, llegando incluso a comportarse como invasora. La pérdida de palatabilidad estival, su abundante producción de semilla y la facilidad de establecimiento en suelos con algún nivel de disturbio (remoción) se han considerado como los factores que explican su agresividad en ese ambiente y su capacidad para desplazar del tapiz herbáceo a especies nativas. Crece en alturas de 1.000 a 1.500 msnm, sobre suelos arenosos a gredosos, en ambientes con inviernos benignos y al menos 250 300 mm anuales de precipitación, de ocurrencia básicamente estival. Conforman un importante banco de semillas en suelo. La acción del fuego favorece su expansión vía seminal, y parcialmente también a partir de estolones.

Constituye matas de 45 - 60 cm de altura. La planta forma una corona compacta con numerosos tallos basales. En su mayoría éstos permanecen erectos, aunque algunos, procumbentes, pueden enraizar en los nudos. Se propaga por semilla y por estolones. La

semilla es muy pequeña (9,2 - 14,3 millones kg^{-1}), altamente dehiscente, y presenta un periodo de dormancia de 6 a 9 meses después de su madurez. En condiciones naturales el fuego rompe dormancia. En condiciones de laboratorio puede recurrirse a procedimientos de escarificación por medio de calor seco a 70°C. El pasto es bien comido en primavera y también como diferido, en invierno, y menos buscado por la hacienda en pleno verano. Su implantación es relativamente lenta (Uchtyl, 1992).

3.1.2. *Eragrostis superba* Wawra & Peyr.: Garrapata (EE.UU.: Wilman lovegrass; Sudáfrica: Sawtooth love grass; Kenya: Masai love grass): Figura 1.11.

Es una gramínea cespitosa nativa de Sudáfrica y E de África hasta Sudán. Prospera generalmente en regiones con buen nivel de precipitaciones (requiere 500 - 875 mm año^{-1}), aunque se extiende hacia la zona semiárida de África oriental, y es descripta como tolerante a la sequía. Se ha introducido asimismo en India, Australia y EE.UU. (Hoare, 2004). Desarrolla mejor en sitios bien drenados, no tolerando el anegamiento. Prospera en suelos arcillosos o arenosos e incluso rocosos, y con frecuencia se la encuentra en sitios disturbados, en alturas no mayores a 2.000 msnm. Tiene alta tolerancia a salinidad y alcalinidad, y en algunos sitios se siembra conjuntamente con pasto salinas (*Cenchrus ciliaris* L.). Humphrey, 1960 (citado por Hoare, 2004), señala su susceptibilidad a heladas inferiores a -11°C; en Villa Mercedes, con un valor extremo de -17°C a 0,05 m sobre el nivel del suelo, la mortandad verificada no superó el 20 % (Veneciano, 1999b). El cultivo semilla abundantemente y se resiembró bien. El cultivar Palar fue obtenido en EE.UU. a partir de germoplasma originario de Sudáfrica.

Descripción de la planta*

Gramínea perenne de crecimiento estival. En las condiciones de Villa Mercedes el cultivo rebrota en la primera quincena de septiembre, floreciendo 45 - 60 días más tarde; las primeras panojas maduran (y diseminan) en la segunda mitad de diciembre. No obstante ello, la emisión y posterior diferenciación de nuevos macollos se prolonga hasta el final de la estación de crecimiento. La planta conforma matas erectas de color verde claro, cuyo follaje alcanza una altura modal de 30 - 40 cm en su primer ciclo de crecimiento (65 - 90 cm considerando los tallos florales). En plantas de más edad el follaje puede alcanzar 50 cm, superando el metro de altura las cañas florales. El diámetro de corona oscila entre 9 y 14 cm en el año de su establecimiento, y hasta 18 cm en plantas de más edad. El follaje está compuesto por hojas glabras, con láminas de 20 - 38 cm de longitud y 5 - 9 mm de ancho. Con aspérulos en su cara interna. La lígula es pestañosa, con largos y abundantes pelos en los márgenes de la zona ligular. Las cañas son macizas, con pocos genículos basales. Nudos, entrenudos y vainas glabros. La inflorescencia es una panoja amplia con abundantes ramificaciones, frecuentemente con más de 30 cm de longitud. El número de inflorescencias por planta puede variar de 10 a más de 40. Las espiguillas son amplias y muy aplanadas, generalmente de 6 - 16 x 3 - 10 mm, totalmente caedizas con sus glumas cuando maduras. El número de espiguillas por inflorescencia oscila desde 30 a alrededor de 100, conteniendo cada una de ellas 6 a 30 flores hermafroditas. Las glumas, aquilladas, de aproximadamente 2 - 4 mm de longitud, son membranosas, 1-nervias. Nervio verde y antrorsoáspero. Lemma de 3,0 - 4,5 mm de largo, membranosa, 3-nervia, fuertemente aquillada. Quilla antrorsoáspera. Pálea biaquillada, con quillas muy expandidas y borde antrorsoáspero, 2-nervia. Androceo 3 (Veneciano *et al.*, 1994).

* La descripción corresponde a ejemplares del cultivar Palar.

3.1.3. *Eragrostis trichodes* (Nutt.) Wood: Pasto de las arenas (=Sand lovegrass):

Figura 1.12.

Eragrostis trichodes (Nutt.) Wood es una especie nativa de América del Norte, que se da en los suelos arenosos de las Grandes Llanuras centrales y meridionales, comportándose como especie decreciente (Launchbaugh, 1970). Está adaptada a regiones templadas o subtropicales con lluvias de verano, y conceptuada como menos resistente a la sequía que las especies sudafricanas de *Eragrostis* introducidas en los EE.UU., aunque más resistente a las heladas (Whyte *et al.*, 1971). Los cultivares Bend (Kansas, Oklahoma) y Nebraska 27 (Nebraska) corresponden a *E. trichodes* (Nutt.) Wood (sand lovegrass), en tanto que el cv. Mason (proveniente de Texas) corresponde a *E. trichodes* (Nutt.) Wood var. *pilifera* (Scheele) Fem. (sandhill lovegrass, antes *E. pilifera* -National Plant Materials Center, 1990 -). De alta palatabilidad, su utilización por el ganado debe ser manejada apropiadamente para no resentir su sobrevivencia, información corroborada en experiencias efectuadas por el INTA San Luis en la década del '60 (Galvani, 1979).

Descripción de la planta*

Eragrostis trichodes (Nutt.) Wood es una gramínea perenne, cespitosa, de crecimiento primavero estival. Con tendencia a formar matas con abundantes hojas basales; en su primer ciclo de crecimiento el follaje alcanzó una altura modal de 50 - 60 cm y los tallos florales oscilaron entre 120 y 140 cm de altura (Villa Mercedes, campo experimental del INTA San Luis). Las coronas de las matas alcanzaron diámetros de 10 - 12 cm. Láminas foliares planas, glabras, largas (20 a 40, y más frecuentemente 25 - 35 cm) y anchas (6 - 9 mm) y poco coriáceas. Lígula formada por una línea de pelos, de 0,2 - 0,5 mm de longitud, y pelos largos de 0,5 mm también presentes en la base de la lámina. Inflorescencia en panoja laxa, difusa, con ramas solitarias, opuestas, alternas o verticiladas. Panojas abundantes (50 - 70 por planta en su primera estación de crecimiento), grandes. Vainas purpúreas en su base y pubescentes cerca del cuello. Espiguillas multifloras, 4 - 7 mm de largo, hermafroditas, las superiores reducidas; en general comprimidas y muy imbricadas, pediceladas. Raquilla articulada arriba de las glumas y entre los antecios, con lemmas caducas y páleas persistentes. Glumas 1-nervias, de 3 mm de longitud por 0,5 mm de ancho. Lemma 3-nervia, aguda, ordinariamente glabra, nervios prolongados en breve mucrón. Pálea igual o menor que su lemma, aquillada, con las carinas escabrosas. Flores con 1, 2 o 3 estambres, las anteras normalmente diminutas; ovario glabro. Cariopse pequeño, libre, surcado o no en su cara ventral, con hilo punctiforme basal (Veneciano *et al.*, 1994).

* La descripción corresponde a ejemplares del cultivar Mason.

3.2. *Tetrachne dregei* Nees: Tetracne (= pasto verde): Figura 1.13.

Especie perenne de crecimiento primavero estival, introducida al país por el INTA San Luis en 1970 (Galvani, 1979). Es originario de los "Veld" ("vegetación sin árboles": hábitats abiertos), pastos de altura de la región semiárida del centro y S de Orange y NE de la Prov. del Cabo (Sudáfrica), zona de meseta comprendida entre los 1.200 y 1.500 msnm, con suelos arenosos y precipitaciones que oscilan entre 400 y 600 mm, condiciones que guardan bastante analogía con las de Villa Mercedes, San Luis (Milano y R. Sáenz, 1971), o mejor aún con el área serrana (Galvani, 1979). En su región de origen permanece como integrante del pastizal natural, sin haber sido incorporado al cultivo (Roux, com. personal), aunque Hoare (2004) lo cita como especie presente en Pakistán y cultivado en pequeña escala en Sudáfrica. Este mismo autor lo señala como la mejor gramínea de pastoreo en su lugar de origen, frecuentemente sobrepastoreada (lo que ha determinado su desaparición en buena parte de su área de distribución) y particularmente valiosa para ovinos. Ha sido clasificada

como especie climática decreciente. En parcelas experimentales del INTA San Luis se ha manifestado como una pastura largamente perenne que, al estado de diferida, conserva cierta proporción de material verde y una calidad que posibilitaría cubrir los requerimientos de mantenimiento de una vaca de cría en la estación invernal (Frasinelli *et al.*, 1993), característica de importancia para los planteos ganaderos de la región templada semiárida. Tiene dificultades para propagarse naturalmente por semilla, especialmente en suelos duros, aunque germina más fácilmente en sitios con grava o mantillo en superficie, y su establecimiento es lento (Hoare, 2004).

Descripción de la planta*

Es una gramínea perenne cespitosa, rizomatosa, que constituye un género monotípico (con una única especie) (Nicora y R. de Agrasar, 1987). Su rebrote se verifica a comienzo de septiembre. La planta constituye matas densas de color verde claro, con un diámetro de corona que puede oscilar entre 17 y 30 cm (hasta 60 cm en ejemplares aislados). El follaje, que puede alcanzar una altura modal de 26 -42 cm, está compuesto por hojas lanceoladas, involutas, glabras, de 12 a 25 cm de longitud por 3 -6 mm de ancho, con enrulamiento parcial cuando secas. La vaina es glabra y la lígula densamente pestañosa, con pelos blancos más largos en los extremos. Los macollos son comprimidos en su parte basal.

La floración tiene lugar a partir de noviembre. Las cañas floríferas (30 - 65 cm o más) son delgadas, geniculadas, con nudos glabros, y se hallan en una cantidad muy variable (10 a más de 30 por planta, según edad de planta, densidad, vigor). La inflorescencia está conformada por racimos espiciformes, en número de 5 a 15 (hasta 18), aunque particularmente concentrado entre 7 y 10; de 0,5 a 3,6 cm en su eje longitudinal x 0,7 a 1,0 cm de ancho, alternos a lo largo del eje, el cual presenta leves depresiones en el lugar donde se insertan aquellos. De acuerdo con su ubicación en la inflorescencia, el número de espiguillas por racimo varía considerablemente: 12 a 26 espiguillas (más frecuentemente 12 - 18) en racimos apicales; 16 a 45 espiguillas (más frecuentemente 26 - 30) en racimos de ubicación media; y 10 a 38 unidades (más frecuentemente 24 -25) en racimos basales. Espiguillas de aproximadamente 5 x 4 mm, con 4 a 8 (más comúnmente 5 - 6) flores. Antecio de 3,7 - 4,0 x 1,2 mm. Lemma y pálea de coloración blanquecina, transparentes, con nervios color verde claro. Los 2 - 3 antecios basales estériles, reducidos a una lemma aquillada; los restantes - hermafroditas - son fructíferos. A fin de enero - inicio de febrero madura la semilla. El peso ponderado de 1.000 espiguillas es de 7,15 g, aunque las espiguillas procedentes de racimos medios manifiestan mayor peso que las de racimos apicales y basales, a raíz de su mayor fertilidad. Suele apreciarse normalmente una marcada retención de espiguillas en las cañas florales. El fruto es un cariopse pequeño (1,2 - 1,9 x 0,6 mm), en toda la gama del color marrón, cuya maduración tiene lugar entre enero y marzo. El número de cariopses por cada 1.000 espiguillas varía igualmente según la ubicación de los racimos; así, en espiguillas procedentes de racimos apicales el rango es de 480 a 1.260 cariopses; en espiguillas de racimos medios, por su parte, oscila de 620 a 1.620 cariopses; en espiguillas de racimos basales, de 420 a 1.400. Los 1.000 antecios pesan 0,370 a 0,392 g. Los cariopses, separados en dos tamaños mediante el uso de tamizador homogeneizador, registraron pesos de $0,3636 \pm 0,0012$ ("pesados") y $0,1326 \pm 0,0032$ ("livianos") g las 1.000 unidades. Cualquiera sea la ubicación de los racimos, hay un predominio de los frutos de mayor tamaño: 65,0 a 74,6 % del total correspondió a cariopses "pesados", siendo los porcentajes superiores para espiguillas procedentes de racimos medios y basales. La fertilidad calculada, expresada como el número de cariopses formados por cada 100 antecios, fue del 17,9 % (Veneciano *et al.*, 1994).

* La descripción corresponde a ejemplares de la población clonal del INTA San Luis.

4. Tribu *Chlorideae* Kunth

4.1. Género *Bouteloua* Lagasca

El género *Bouteloua* es originario de América y cuenta con alrededor de 40 especies, la mayoría de ellas procedentes del O de EE.UU., México y el Caribe. En América del Sur se halla en los países andinos, hasta la Argentina y Uruguay (Nicora y R. de Agrasar, 1987).

4.1.1. *Bouteloua curtipendula* (Michaux) Torrey: Banderitas (= banderilla = pasto bandera = side oats grama): Figura 1.14.

Bouteloua curtipendula (Michaux) Torrey está muy extendida en América del Norte, desde Canadá hasta México, en regiones situadas al E de las Montañas Rocosas; su localización principal corresponde a las Grandes Llanuras centrales de EE.UU., sobre todo en los sitios más húmedos, ubicados entre los

1.000 y 3.000 msnm (Whyte *et al.*, 1971). *B. curtipendula* var. *caespitosa* Gould et Kapadia es nativa del centro-O de nuestro país, y se la encuentra asimismo en Uruguay, Bolivia y Perú (Nicora y R. de Agrasar, 1987), hallándose en las áreas serranas de San Luis por encima de los 800 msnm (Galvani, 1979). Presenta moderada tolerancia a salinidad. Los cultivares Niner y Vaughn, originarios de Nuevo México, destacan por su comportamiento en ambientes de Colorado y N. México con 200 a 400 mm anuales de lluvia (Plant Mat. Center, 1988). Algunos otros cultivares son: El Reno (proveniente de Oklahoma), Haskell, muy rizomatoso (procedente de Texas), Trailway y Butte (Kansas), Pierre (South Dakota) y Killdeer (North Dakota) (Nat. Plant Mat. Center, 1990). La alta palatabilidad de la especie ha determinado su desaparición por sobrepastoreo en vastas regiones del hemisferio Norte. Conserva valor alimenticio a través de todo el año (Whyte *et al.*, 1971).

En San Luis el primer lote establecido con *B. curtipendula* (Michaux) Torrey cv. Vaughn data de la primavera de 1996 (Establecimiento El Centenario, 100 km al SO de Villa Mercedes). Alta producción de tallos (en particular los cultivares de mejor adaptación a nuestras condiciones ambientales: Niner, Vaughn); la semilla, en cambio, es de características complejas.

Descripción de la planta

Banderitas es una gramínea de reproducción apomíctica o sexual (en el segundo caso el viento es el agente polinizador), perenne, de crecimiento primavero estival. Rebrotará a fin de agosto, elongando sus tallos al final de la primavera, aunque con importante variación entre cultivares. En diciembre alcanza plena floración, madurando la semilla a mediados de febrero. De raíces profundas, se propaga también por medio de rizomas cortos escamosos. En su primer ciclo de crecimiento las plantas desarrollaron matas con coronas de 8 - 10 cm (Killdeer) y 9 - 13 (Niner, El Reno, Haskell) cm de diámetro, con una altura modal del follaje igual a 9 - 10 (Killdeer) y 28 - 31 (Niner, El Reno, Haskell) cm (Villa Mercedes, campo experimental del INTA San Luis). La altura total de las plantas, incluyendo las inflorescencias, osciló entre 40 - 45 (Killdeer) y 60 - 70 (Niner, El Reno y Haskell) cm, respectivamente. Hojas verde azuladas, relativamente estrechas (3 - 6 mm, algo más anchas en los cultivares El Reno y Haskell), con lígula generalmente pilosa (1 mm). Lámina plana, de longitud variable, según el cultivar: 5 - 10 (Killdeer) y 12 - 30 (Niner, El Reno y Haskell) cm. Láminas y nudos glabros, a veces con coloración verde lilácea (Launchbaugh, 1970, describe pelos glandulares conspicuos sobre los márgenes de la lámina). Vaina con el interior notablemente más claro que el resto de la hoja. Inflorescencia en racimos espiciformes unilaterales, de 5 - 10 mm de longitud, alternos sobre dos caras de un eje recto y levemente excavado en el lugar de inserción de los racimos. El número de inflorescencias por planta varió entre 25 a más de 60 en los cultivares Killdeer, El Reno y Niner, y entre 30 y

40 en Haskell. El número de racimos por inflorescencia fue menor (12 - 23) en Killdeer, variando entre 35 -50 para el Reno - Haskell y 55 - 80 para Niner. Espiguillas sésiles de 5 - 7 mm de longitud por 1 mm de ancho, con una flor fértil basal y rudimentos de uno o varios antecios, dispuestas en dos hileras sobre uno de los lados del raquis, que es plano convexo. Glumas uninervias, agudas, la inferior menor que la superior. Lemma fértil 3-nervia, de 4 - 5 mm, nervios prolongados en aristas apicales, rectas, reducidas a mucrones, en general con lóbulos o dientes entre ellas. Pálea biaquillada, bidentada, menor que la lemma (4 mm). Estambres 3. Cariopse elipsoide, encerrado por la lemma, con embrión grande e hilo basal pequeño. Flores estériles 3-aristadas, en general más largas que las de la flor fértil (3 mm); la primera normalmente masculina, las otras neutras o rudimentarias (Veneciano *et al.*, 1994).

4.1.2. *Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lagasca ex Griffiths: Navajitas (= blue grama): Figura 1.15.

Navajitas es una especie ampliamente distribuida en América del Norte, desde Canadá a México, en ambientes con un amplio rango de precipitaciones. Décadas atrás tuvo presencia en alrededor de 100.000.000 ha (Stoddart *et al.*, 1955, citados por Requejo y Harguindeguy, 1992), especialmente en las praderas de hierba corta situadas a alturas no mayores a 3.000 (más frecuentemente 1.000 a 2.500) msnm (Whyte *et al.*, 1971; Pinto *et al.*, 1985). Galvani (1979) recomienda su introducción en localidades situadas a más de 500 msnm y con veranos frescos. Adaptada a suelos francos moderadamente pesados, crece asimismo sobre suelos arenosos, limosos, y en sitios bajos. Es bastante resistente a la sequía, aunque el stand de plantas por unidad de superficie se resiente en años secos. Largamente perenne y de notable rusticidad.

De alta palatabilidad, como diferida para el invierno conserva buena calidad, reteniendo en este estado hasta un 50 % de su valor nutritivo (Gay y Dwyer, 1984). Produce abundante follaje y soporta bien el pastoreo intenso, incrementándose incluso la densidad de plantas donde el pastoreo ha sido severo (Launchbaugh, 1970, la define como especie creciente por su respuesta al pastoreo). Sin embargo, en estas condiciones provee una pobre protección al suelo y se resiente su productividad. El cultivar más difundido es Hachita (con germoplasma procedente de Hachita Mountain, N. México -Nat. Plant Mat. Center, 1990), de características similares al cv. Alma. La accesión 9063064 procede de North Dakota.

Semilla de características complejas.

Descripción de la planta

Navajitas es una gramínea perenne, cespitosa, rizomatosa, de crecimiento primavero estival. El rebrote se verifica a fin de agosto, iniciando su floración al final de la primavera. A mediados de marzo alcanza la fase de semilla madura, aunque conservando racimos inmaduros e incluso macollos en diferenciación. Se extiende formando césped o bien se dispone, en condiciones de mayor aridez, en matas aisladas. Follaje de altura variable: 8 - 10 (ac. 9063064) o 35 - 40 (cv. Hachita y Alma) cm, con tallos florales que en su primera estación de crecimiento alcanzan 25 -35 (ac. 9063064) y 60 - 70 (cv. Hachita y Alma) cm de altura (Villa Mercedes, campo experimental del INTA San Luis). Las matas desarrollan en ese lapso coronas de 8 - 12 cm de diámetro. De color verde grisáceo, su follaje vira a gris o amarillo pajizo cuando seco. Hojas basales finas con láminas planas de 2 - 3 mm de ancho y largo variable según el cultivar: 4 - 6 (ac. 9063064) y 10 - 25 (cv. Hachita y Alma) cm. Cañas delgadas, glabras, 2-4nodes (más delgadas en ac. 9063064), de 15 - 35 (ac. 9063064) y 25 - 70 (cv. Hachita y Alma) cm de longitud. La vaina foliar, glabra, es más corta que el entrenudo. Lígula pequeña (0,5 mm), pestañosa. Lámina

con pelos largos en su base (zona ligular), distribuidos en mechones en la ac. 9063064. Inflorescencias racimosas espiciformes, unilaterales, con aspecto de ramas, dispuestas a lo largo de un eje, en número de 1 - 3 (generalmente 2) por eje. El número de inflorescencias oscila entre 16

- 60 (ac. 9063064) y 20 - 140 (cv. Hachita y Alma) por planta. Con ejes más largos en el cv. Alma. Racimos de 3 - 5 cm de longitud por 4 - 5 mm de ancho (cv. Hachita y Alma) y de 1 - 3 cm por 3 - 4 mm en la ac. 9063064. Gluma inferior de 1,8 - 2,0 mm de largo, uninervia, aquillada, escabrosa, aguda, con ápice aristulado (breve arista) en los cv. Hachita y Alma. Gluma superior de 5,5 - 6,5 mm de longitud (3,5 mm en ac. 9063064), de iguales características que la inferior, y con notable coloración marrón en el cv. Alma. Lemma 3nervia, los 3 nervios prolongados en aristas (5,8 mm de longitud), con pelos lanosos en el dorso y callo. Pálea biaquillada de 4,5 - 4,8 mm de longitud (algo menor en ac. 9063064). Espiguillas dispuestas en dos hileras formando el racimo. La espiguilla tiene sólo una flor fértil y varios rudimentos de flores estériles (Veneciano *et al.*, 1994).

5. Tribu *Maydeae* Dumort.

5.1. *Tripsacum dactyloides* (L.) L.: *Tripsacum* (= eastern gamagrass= pasto guatemala): Figura 1.16.

Género de América que comprende alrededor de 15 especies distribuidas a través del continente desde 42° latitud N hasta 24° latitud S, y desde cerca del nivel del mar hasta 2.100 msnm, lo que representa un rango inusualmente amplio de temperaturas medias anuales para una especie (desde menos de 12 hasta alrededor de 24°C). Las plantas sobreviven a temperaturas tan bajas como -30°C (Cook *et al.*, 2005). Es un género estrechamente relacionado con *Zea* (maíz), especie con la que ha sido cruzado experimentalmente (Nicora y R. de Agrasar, 1987).

Es un recurso destacado entre los de mayor eficiencia para la captación de la energía solar. Por lo tanto, con aptitud para la formulación de planteos de altísima productividad, esto es, para ambientes con elevada disponibilidad hídrica (precipitaciones de 600 a más de 1.000 mm año⁻¹, o aporte de agua por riego) y fertilidad edáfica: se hace mención a productividades cercanas a 20 tn MS ha⁻¹ año⁻¹ (4 cortes) con no menos de 14 % de proteína y 65 % de DIVMS en el momento óptimo, empleando riego limitado y fertilización, calidad que declina por debajo de 8 % de proteína y 47 % de DIVMS al final de la estación de crecimiento (Sims, com. personal; Cook *et al.*, 2005). Dicho potencial productivo no impide, sin embargo, que tenga moderada tolerancia a la sequía, en virtud al profundo sistema radicular que desarrolla. La palatabilidad es elevada, al igual que la ganancia diaria de peso vivo en vacunos.

El rebrote es temprano (segunda quincena de agosto), y la planta ofrece alta foliosidad. Se adapta al pastoreo rotativo (con 4-6 semanas de reposo entre usos, iniciando el pastoreo cuando el pasto tiene 45-60 cm de altura) y al corte, utilizándose para henificación (cortes cada 45 días, aproximadamente) y silaje. Admite el uso eventual del fuego para remover el material de baja calidad, recomendándose efectuarlo al inicio del rebrote. Los cultivos para semilla se siembran habitualmente en líneas separadas por 90-120 cm; los macollos permanecen en estado vegetativo el primer año, y devienen en reproductivos a partir de la segunda o tercera estación de crecimiento. La inflorescencia terminal emerge cuando el tallo elonga, seguida 10-14 días más tarde por una o más inflorescencias laterales de los nudos axilares. Esto resulta en un cultivo de semilla asincronizado. El cultivo se limpia (por corte) el otoño anterior, y se fertiliza con N en primavera, cuando el rebrote alcanza 5 cm. La semilla

se cosecha alrededor de 15 días después que las espiguillas terminales comienzan a diseminarse (Cook *et al.*, 2005).

El cultivar luka (Woodward, Oklahoma, EE.UU.; 1995) es un diploide compuesto, desarrollado a partir de una colección de más de 500 plantas de Oklahoma, Texas, Kansas y Arkansas; 21 plantas fueron seleccionadas por valor forrajero destacado. Pete (PI 421612, PMK-24; EE.UU., 1988) es un diploide compuesto por 70 accesiones provenientes de poblaciones nativas de Kansas y Oklahoma, con aptitud para adaptarse a ambientes de 34-43° latitud. El cv. Jackson (PI 595896, NRCS 9043740; Texas, EE.UU.; 1998) es un tetraploide seleccionado a partir de 80 colecciones de numerosas jurisdicciones de Texas, que fueron evaluadas por rendimiento de forraje, producción seminal, vigor de plantas y persistencia. El cv. Highlander (PI 634941, NRCS 9062680; Mississippi, EE.UU.; 2003) es un tetraploide proveniente de Montgomery County, Tennessee (36,5° lat. N), seleccionado a partir de 72 colecciones iniciales y 12 selecciones destacadas por vigor superior, hábito de crecimiento, resistencia a enfermedades y atributos forrajeros. Se reproduce por apomixis facultativa. Cultivares como Martin y St. Lucie (Florida, EE.UU.; 2000) o Medina, Texas Sue y San Marcos (Texas, EE.UU.; 2000) provienen de ambientes más cálidos (Cook *et al.*, 2005).

Las dificultades de implantación en condiciones de secano (requerimiento de un periodo prolongado con humedad edáfica para su germinación), el elevado costo de la semilla y la necesidad de tratamiento previo de la misma antes de su siembra, así como las consecuencias derivadas de la escasa producción seminal, constituyen en la actualidad limitaciones de relevancia para su difusión en nuestra región.

Descripción de la planta

Especie perenne de reproducción apomítica, monoica, multicaule, de gran porte (cañas de no menos de 2 m de altura) y extrema variabilidad. Posee rizomas cortos, fibrosos, nudosos, y raíces profundas. Cañas ramificadas, que enraizan desde los nudos inferiores. Vaina foliar glabra, a menudo con tonalidad púrpura. Lámina plana, lanceolada acuminada, de hasta más de 1 m de longitud, generalmente glabra; márgenes escabrosos; lígula pestañosa; nervadura central prominente. Inflorescencias terminales o axilares de las vainas superiores. La inflorescencia terminal formada por 1 - 10 o más racimos espiciformes, fasciculados o digitados sobre el raquis, péndulos o erectos; la porción distal con el raquis tenaz llevando espiguillas masculinas, deciuo en conjunto; la porción basal con el raquis frágil excavado, alojando las espiguillas femeninas. Espiguillas míticas dimorfas, las masculinas 2-floras dispuestas en la porción distal de los racimos, apareadas unilateralmente sobre el raquis, sésiles o una sésil y la otra pedicelada. Glumas 2, nerviadas, la inferior con los márgenes inflexos cubriendo los bordes de la superior. Lemmas y páleas hialinas. Lodículas 2, truncadas. Estambres 3. Espiguillas femeninas dispuestas en la porción basal de los racimos, bifloras, solitarias en excavaciones profundas del raquis y dispuestas en forma dística. Gluma inferior rígida, coriácea, aplicada contra el raquis encerrando la cavidad del mismo. Gluma superior coriácea, cubriendo la cavidad interna del raquis. Antecio inferior estéril, lemma membranácea, acuminada; pálea hialina. Antecio superior fructífero con la lemma hialina y la pálea tan larga como la misma. Estambres ausentes. Ovario con un estilo corto y 2 estigmas barbados. Cariopse encerrado entre la gluma inferior y el artejo del raquis, caedizos en conjunto a la madurez (Nicora y R. de Agrasar, 1987; Cook *et al.*, 2005).

6. Tribu *Pappophoreae* Kunth

6.1. *Pappophorum caespitosum* R.E. Fries: Pasto blanco: Figura 1.17.

Género propio de ambientes secos y semiáridos de regiones cálidas de América, que comprende unas diez especies, de las cuales seis habitan en la Argentina. El pasto blanco, de amplia distribución geográfica (desde Jujuy hasta Río Negro), se encuentra principalmente en suelos alcalinos o salinos, y se lo aprecia comido por los animales antes de la maduración de sus frutos (Nicora y Rúgolo de Agrasar, 1987). Es una especie perenne de crecimiento estival ampliamente difundida en San Luis en el Área IV (Bosque de quebracho blanco y algarrobo negro), aunque también se la puede encontrar en el área fitogeográfica de algarrobal y arbustal (Anderson *et al.*, 1970). Brinda buena producción de forrajimasa de alta preferencia animal, manteniendo buena calidad como diferido (Kunst *et al.*, 1995; De León *et al.*, 1995).

Descripción de la planta

Planta de cañas erectas. Vainas generalmente más largas que los entrenudos. Lígula pilosa. Láminas planas o convolutas, rígidas. Panojas laxas, plurifloras o contraídas a subespiciformes, a menudo subincluidas en la última hoja. Espiguillas cortamente pediceladas. Espiguillas 3-6-floras, antecios inferiores fértiles, los superiores estériles y a menudo reducidos. Raquilla articulada por arriba de las glumas, tenaz entre los antecios, que caen en conjunto. Glumas 2, membranáceas, subiguales, 1-nervia, carinadas, agudas o mucronadas. Lemma papirácea, generalmente pilosa, con el dorso redondeado, 7-9-nervia, con nervios bien visibles en su cara interna, con más de 13 aristas apicales, simples o ramificadas desde la base, escabrosas o plumosas, mayores que el cuerpo de la lemma, formando un penacho más o menos rígido. Pálea papirácea, casi tan larga como el cuerpo de la lemma, 2-carinada, con carinas pronunciadas, escabroso-cilioladas, con ápice bidentado. Lodículas 2, truncadas. Flor hermafrodita. Estambres 3. Ovario con 2 estilos breves y estigmas plumosos. Cariopse aovado, dorsalmente comprimido, libre entre las glumelas, mácula embrional $\frac{1}{2}$ de la longitud del fruto o algo mayor, sin surco ventral; hilo basal oval (Nicora y R. de Agrasar, 1987).

7. Tribu *Sporoboleae* Stapf

7.1. *Sporobolus airoides* (Torrey) Torrey: Alkali sacaton: Figura 1.18.

Gramínea perenne de crecimiento primavero estival, tosca, muy rústica y longeva. Nativa de EE.UU., se la encuentra en altitudes de 1.000 a 3.000 msnm, sobre suelos alcalinos de sitios bajos y planos, así como en planicies arenosas y lixiviadas. El cv. Saltalk es el de mayor difusión.

Descripción de la planta

Forma matas densas de más de 30 cm de diámetro. El follaje es de color verde pálido con un ligero tono grisáceo mientras crece; hojas abundantes, a veces de hasta 45 cm de largo, enrolladas en las puntas. Inflorescencia piramidal con ramificaciones ampliamente extendidas. Palatable en estado vegetativo, cuando seco es un recurso pobre. En pasturas polifíticas el sobrepastoreo conduce a la desaparición de otras especies más palatables (Gay y Dwyer, 1984).

LAS GRAMÍNEAS PERENNES ESTIVALES Y EL AMBIENTE

A los efectos de graficar las principales limitaciones ambientales de la región, basta con citar un par de ejemplos que, en este caso, corresponden a Villa Mercedes (San Luis):

* En el invierno de 1999 tuvo lugar un lapso de 20 días (22 julio a 10 agosto) con temperaturas máximas (en abrigo) inusualmente elevadas, con promedio de 22,2 °C (rango = 10,7 - 29,5) (INTA San Luis, 1999), que promovió el rebrote generalizado y un crecimiento considerable de las especies estivales perennes. Le sucedió una semana con heladas intensas que, a 0,05 m del suelo (sin abrigo), alcanzaron un valor extremo de -18°C, ocasionando una mortandad importante de especies herbáceas e incluso leñosas. En pleno verano la temperatura máxima puede alcanzar y aun superar los 40°C, lo que es indicativo de los extremos térmicos a que deben adecuarse las especies perennes en la región.

* El nivel promedio de precipitaciones de primavera es igual a 225,6 mm (rango = 44,0 - 525,0 mm, para el período 1903 - 2004) (Veneciano y Federigi, 2005). Para dicho trimestre, valores inferiores a 90 mm sólo se han verificado cinco veces en el último siglo, y todos los casos con anterioridad a 1948. Sin embargo, en la primavera de 2003 el total de precipitaciones fue de 84,1 mm, ocasionando esta severa sequía una importante mortandad de plantas, incluso en lotes de pasto llorón y pastizal natural.

* El promedio mensual de precipitaciones 1903 - 99 correspondiente a mayo es de 19,9 mm (Veneciano *et al.*, 2000). En mayo de 2004, sin embargo, la lluvia totalizó 208,2 mm, hecho sin precedentes en algo más de cien años de registros.

Esta extrema variabilidad climática, cuyos efectos sobre el vegetal presumiblemente se potencien por la escasa fertilidad edáfica y el manejo no siempre apropiado del pastoreo, factores que inciden sobre el vigor de la planta y su desarrollo radical, no debe sorprendernos, ni se trata de sucesos irrepetibles. Más bien es una característica de nuestro ambiente frente a la cual debemos extremar los recaudos conducentes a conformar sistemas de producción con herramientas que contrarresten semejante variabilidad.

En nuestra región, algunas de las condiciones que un planteo ganadero debe cumplir a los efectos de conformar un sistema de producción físicamente sostenible, son:

- conservar o mejorar las propiedades físicas y biológicas del suelo (preservación del capital natural esencial), minimizando el laboreo,
- maximizar el aprovechamiento de los factores naturales de crecimiento de mayor disponibilidad, esto es, la radiación solar y el agua de lluvia, recursos que, con algunas variaciones, ingresan puntualmente cada año al sistema,
- mantener el nivel de nutrientes del suelo, evitando su exportación con el producto.

Los planteos basados en pasturas megatérmicas perennes aportan a las dos primeras exigencias. Y la identificación de especies capaces de tolerar condiciones ambientales altamente cambiantes, de lo cual el presente texto constituye un aporte seguramente parcial, es un paso relevante para la conformación de los sistemas productivos que la región requiere.



CAPÍTULO II. PRODUCTIVIDAD DE MATERIA SECA

INTRODUCCIÓN

La capacidad potencial de una pastura para proveer nutrientes al animal está determinada, en un momento dado, por la cantidad de forraje disponible y su valor nutritivo, este último aspecto no desarrollado en la presente recopilación. La idea de potenciales es una simplificación conceptual para interpretar la producción de carne como resultado de una capacidad potencial de los animales para aumentar de peso y una capacidad potencial de las pasturas para proporcionar nutrientes. La realidad es bastante más compleja, porque ambos potenciales son dinámicos, varían continuamente, y uno u otro puede actuar como limitante en distintos momentos, siendo difícil mantener el equilibrio entre ambos (Lange, 1980).

El potencial pastura para cada especie forrajera está determinado genéticamente, pero su manifestación se ve controlada por factores ambientales tales como fertilidad edáfica, disponibilidad de agua, fitosanidad y manejo de la defoliación, entre otros (Viglizzo, 1981), y la correspondiente interacción genotipo ambiente. Al respecto, para las gramíneas aquí estudiadas y las condiciones que caracterizan a la ganadería bovina extensiva de la región, la incidencia del factor fitosanitario es prácticamente nula. Así lo atestiguan la información experimental recogida localmente en estos años y la información bibliográfica procedente de los sitios de origen de aquéllas. La escasa significación de las adversidades biológicas (plagas animales y enfermedades) en el cultivo establecido ha sido uno de los atributos tenidos en cuenta en su valoración como recursos forrajeros promisorios. Adversidades que pueden adquirir relevancia, sin embargo, en el momento de implantación de la pastura, en especial lo atinente a malezas gramíneas anuales.

Las características edáficas y la disponibilidad de agua, por su parte, pueden considerarse - en las actuales circunstancias - factores escasamente controlables en condiciones de producción extensiva. La adaptación al medio, además, reconoce como requisito esencial la capacidad de las pasturas para sobrevivir y producir con las restricciones térmicas y pluviales propias de la región semiárida central.

Un aspecto particularmente relevante de la fertilidad edáfica es el relacionado con el nitrógeno (N), el nutriente que con mayor frecuencia limita el crecimiento y la calidad de las gramíneas tanto en pasturas monofíticas como consociadas con leguminosas. Y si bien la respuesta al agregado de N ha sido corroborada en numerosos trabajos nacionales e internacionales y destaca entre las técnicas disponibles para mejorar el rendimiento de forraje por su alto impacto productivo y económico, en nuestro país su aplicación está escasamente difundida en pasturas cultivadas y es casi inexistente respecto de pastizales naturales (Marino y Agnusdei, 2004).

En general las deficiencias minerales determinan una reducción de la actividad fotosintética de las plantas, y el N es probablemente el elemento mineral que más afecta dicha actividad, pudiendo imputarse esto a los efectos depresivos que su déficit ejerce sobre el consumo de carbono (C), la actividad metabólica de los cloroplastos y la concentración de N en los tejidos de asimilación. La mayoría de los autores admite que el desarrollo del área foliar (esencialmente la estimulación del macollaje y la elongación foliar y, en mucha menor medida, el ancho de hoja) y el aumento correlativo de la cantidad de energía luminosa interceptada constituyen la principal causa del incremento de la producción de forraje resultante de la fertilización nitrogenada (Woledge y Pearse, 1985 -cit. por Mazzanti, 1994-; Gastal y Lemaire, 1988). Además, la tasa de fotosíntesis de hojas no limitadas nutricionalmente es superior a la correspondiente a hojas con deficiencias de N (Mazzanti,

1994).

No sólo el crecimiento sino también el valor nutritivo de las pasturas dependen en alto grado del abastecimiento de N y fósforo (P). Ambos nutrientes controlan la expansión de las hojas, que determina la superficie foliar de la planta y permite la captación de luz y carbono, elementos esenciales para la construcción de nuevos tejidos (Marino y Agnusdei, 2004). A diferencia del P, el N es altamente móvil e inestable en el ambiente, pudiendo hallarse en estado sólido, líquido o gaseoso y pasar de uno a otro rápidamente (Mengel y Kirkby, 2000). Su disponibilidad en el sistema presenta marcadas variaciones estacionales. Las condiciones climáticas, principalmente temperatura y disponibilidad de agua, controlan las reacciones químicas y la actividad microbiana del suelo que a su vez inciden sobre la disponibilidad del N, afectada además por las características edáficas y / o tipo de laboreo realizado (Marino y Agnusdei, 2004). En verano tienen lugar elevadas tasas de mineralización de la materia orgánica (MO) y se registra la mayor disponibilidad de N en la solución del suelo. Pero, tratándose de pasturas monofíticas de gramíneas perennes estivales, también en dicha estación es máxima la extracción de este nutriente.

Una parte del N contenido en el forraje consumido por el ganado retorna al suelo a través de las deyecciones. Sin embargo, esta recuperación presenta limitaciones. En primer lugar, la superficie cubierta por las deyecciones representa menos del 20 % del área pastoreada, aún con sistemas intensivos de pastoreo (Díaz-Zorita y Barraco, 2002), lo que acentúa la natural heterogeneidad en la distribución del N. Por otro lado, si bien casi el 70 % de la orina de los bovinos es urea, su recuperación por las plantas en crecimiento es relativamente escasa debido a las pérdidas por volatilización de amonio y denitrificación, a la inmovilización por los microorganismos y al desfase existente entre el aporte y la demanda por las plantas (Marino y Agnusdei, 2004).

Agnusdei y Marino (2005) resaltan la importancia de la fertilización nitrogenada de pasturas como herramienta para incrementar sus rendimientos, induciendo cierta mejora en el contenido proteico de la materia seca (MS), estabilización productiva en el tiempo y mejor distribución estacional del crecimiento.

Queda por discutir con más detalle la incidencia del manejo de la defoliación. En el presente capítulo revisaremos la información disponible relacionada con la productividad de forraje de las gramíneas perennes estivales evaluadas los últimos años, con el propósito de contar con elementos que nos permitan caracterizar de mejor modo recursos de utilidad para la diversificación, siempre sobre base perenne, de la oferta forrajera de la región. Dicha información ha sido obtenida con diferencias de sitio, año y método de trabajo, lo cual genera también una gama diversa de resultados, que se procura reseñar en las páginas que siguen.

CRECIMIENTO DE LA PLANTA

El crecimiento es el cambio (generalmente aumento) en la biomasa, que puede ser referido a una hoja, una planta o una pastura. En buena medida el crecimiento de una pastura es equivalente a su productividad, y se mide en kg o tn de forraje ha⁻¹ año⁻¹. Sucede a una tasa variable en el tiempo y con una duración que depende del ciclo de vida de las plantas y, como se señaló antes, de su ambiente y manejo.

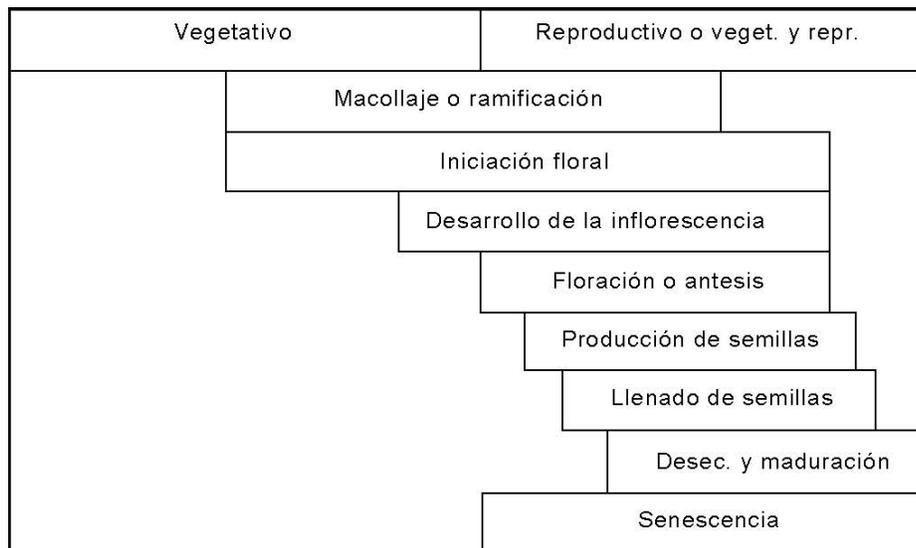
El ciclo de vida de una planta forrajera se divide en dos fases de desarrollo (Figura 2.1): vegetativa y reproductiva, según los meristemas produzcan más hojas o flores respectivamente. Esta clasificación superficial es ampliamente utilizada en la agronomía de pasturas y con frecuencia es la base de su manejo (Pearson e Ison, 1994).

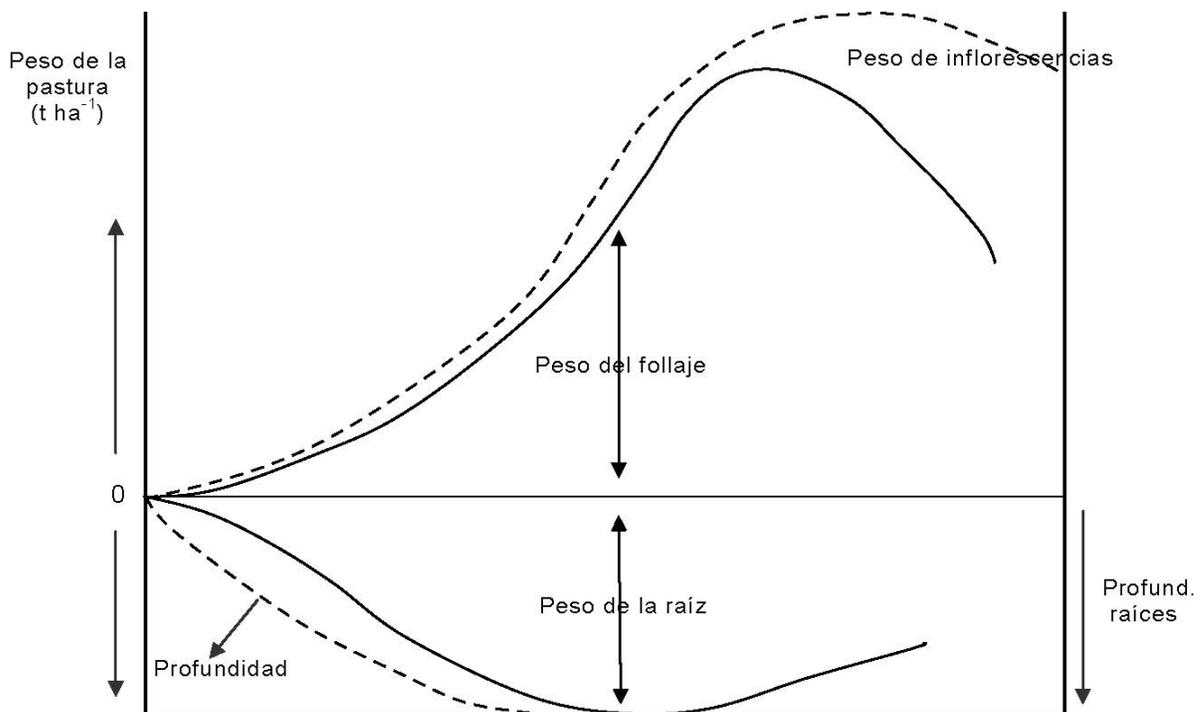
El proceso de acumulación de forraje de la planta perenne puede ser representado por una función sigmoidea en la que se distinguen una fase inicial de acumulación lenta; una segunda etapa de rápida aceleración, y una tercera en la que se alcanza un estado de equilibrio (la tasa de acumulación se hace nula, ya que la formación de nuevas hojas, tallos y raíces es aproximadamente igualada por la muerte de los órganos viejos). El crecimiento (rebrote) posterior a una defoliación (corte o pastoreo) suele ser asumido como lineal (Anslow y Green, 1967).

De conformidad con Pearson e Ison (1994) la tasa de crecimiento depende de:

- Intercepción de la radiación solar, que cambia en función de patrones estacionales de acuerdo con la latitud; es atenuada por la profundidad de la atmósfera, las nubes y las partículas sólidas.
- Diferencias genéticas en la capacidad para usar la energía radiante, relacionadas con los caminos fotosintéticos y la estructura de la planta, tal cual se describiera brevemente en el Capítulo 1: en las gramíneas tropicales se realiza una combinación de los pasos de fotosíntesis de Hatch-Slack (C₄), en las células buliformes del parénquima que envuelve al floema, y el ciclo de Calvin (C₃), en las células del mesófilo foliar. Esta combinación parece ser (al menos bajo alta radiación o temperatura) intrínsecamente más eficiente que el ciclo C₃ solo, que ocurre en las leguminosas y gramíneas templadas. Inciden también en este aspecto factores de regulación relacionados con el estado de desarrollo de la planta y su estructura, factor éste que afecta a la intercepción de la luz solar.
- Balance de carbono: es el balance de intercambio neto de dióxido de carbono entre la fotosíntesis y la respiración y muerte diarias, que habitualmente genera una ganancia neta de materia seca (en el caso del crecimiento, por ejemplo).
- Ambiente, en particular: **agua** (de especial importancia en la determinación del crecimiento pastoril en sitios con estaciones secas definidas, como la región semiárida central de nuestro país), **temperatura** (factor frente al cual los vegetales responden en forma instantánea), **luz, estructura y fertilidad del suelo**.
- Manejo fitosanitario y de la defoliación.

Figura 2.1. Fases de desarrollo durante el ciclo vital de una planta (Adaptado de Pearson e Ison, 1994)





La clasificación usual de las formas vivas ideada por Raunkiaer (1934, cit. por Whyte *et al.*, 1971) se basa en la posición de las yemas perennizantes que sobreviven a la estación climática desfavorable, cuando la sequía y / o el frío actúan como factores restrictivos. Sin embargo, aunque la adaptación climática es relevante, las gramíneas forrajeras tienen que ser asimismo plantas resistentes a disturbios bióticos tales como el pastoreo, el corte mecánico (siega) y la quema. El crecimiento inicial de la plántula es similar en todas las gramíneas, pero el hábito de crecimiento de la planta madura varía mucho entre las distintas especies y se ve afectado principalmente por el alargamiento de los entrenudos y la dirección del crecimiento de los tallos alargados. En numerosas gramíneas perennes el macollamiento o ahijamiento es rápido y los entrenudos no se alargan demasiado hasta el comienzo del desarrollo floral. Durante el ciclo vegetativo, por lo tanto, los puntos de crecimiento y los meristemas de la base de las hojas están por debajo del nivel de defoliación, y pueden generarse hojas nuevas y vástagos incluso bajo pastoreo intenso. Las plantas que tienen este hábito de crecimiento son particularmente resistentes al pastoreo. Los entrenudos de especies tales como *Sorghastrum nutans* (L.) Nash y *Panicum virgatum* L., en cambio, se alargan cuando las plantas están todavía en su fase vegetativa, y los vástagos alargados permanecen erectos. Los puntos de crecimiento apicales y muchas de las yemas axilares quedan muy por encima de la superficie del suelo y pueden ser removidos con el corte o el pastoreo. Como resultado de ello no pueden generarse nuevas hojas ni yemas en los puntos vegetativos, ni surgir nuevos vástagos o raíces nodales de las yemas axilares superiores. Las plantas que tienen este hábito de crecimiento no toleran la defoliación frecuente y desaparecen rápidamente con pastoreo intenso (Whyte *et al.*, 1971).

Al alargarse los brotes vegetativos puede ocurrir que en vez de crecer erectos se arrastren al nivel del suelo y formen estolones, produciendo en los nudos raíces e hijuelos laterales, que se desarrollan también en forma de estolones. Este hábito de crecimiento no sólo hace que todos los puntos axilares de crecimiento y muchos de los apicales estén por debajo del nivel de defoliación, sino que supone también un método eficaz de propagación vegetativa y de exploración del suelo en busca de agua y elementos nutritivos. Aún después de un pastoreo intenso se conservará una cantidad considerable de tejido fotosintetizante y un buen número de puntos de crecimiento. Las especies estoloníferas aumentan su densidad

con el pastoreo intenso (Whyte *et al.*, 1971).

En otros casos los tallos vegetativos, al alargarse, pueden crecer horizontalmente bajo el suelo y formar rizomas. Si bien este hábito de crecimiento sirve para la propagación vegetativa y la exploración de nuevas capas de suelo, tiene además otros dos importantes efectos: permite el almacenamiento de hidratos de carbono en los rizomas, y hace que algunos puntos vegetativos queden bajo tierra, donde permanecen más eficazmente protegidos contra las heladas, la sequía o el fuego. Por lo general las gramíneas perennes resistentes a la sequía son rizomatosas (Whyte *et al.*, 1971). Los mismos autores señalan que las especies rizomatosas quizá no son tan resistentes al pastoreo intenso como las estoloníferas, ya que los tejidos remanentes después de la defoliación no realizan fotosíntesis, por lo que el rebrote depende de las reservas disponibles en los rizomas.

En conclusión, mientras que las necesidades térmicas e hídricas son los principales factores que determinan la capacidad de adaptación climática de una especie, es el hábito de crecimiento el que determina su respuesta a la defoliación.

1. Crecimiento del cultivo sin defoliación

1.1. *Digitaria eriantha*

En el Cuadro 2.1 se ha reseñado la acumulación del crecimiento de *Digitaria eriantha* Steudel ssp. *eriantha* cv. Irene correspondiente a la estación 2002-03, con fertilización nitrogenada ($60 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$). La información fue obtenida en Villa Mercedes (San Luis), en un suelo Ustipsamente típico con perfil poco evolucionado del tipo A - AC - C_{ca}, de escurrimiento medio y alta permeabilidad, textura arenosa y bajos contenidos de C orgánico (0,42 %) y N total (0,062 %).

Las condiciones térmicas e hídricas previas a noviembre restringen la posibilidad de crecimiento temprano, alcanzándose tasas de producción no superiores a $10 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$, que corresponden casi exclusivamente a tejido foliar. Las más altas tasas de producción están asociadas al estado reproductivo, fase en la que a su vez comienza a declinar en forma acelerada el valor nutritivo de la pastura, con reducción de la digestibilidad y del contenido de proteína bruta e incremento en el contenido de fibra; la disminución de calidad nutritiva durante el envejecimiento de las hojas es un fenómeno común a todas las gramíneas forrajeras y al que concurren dos procesos principales: la baja degradabilidad que adquiere la pared celular con el tiempo, y la exportación de compuestos solubles desde las hojas más viejas hacia aquellas que están en formación (Agnusdei y Marino, 2005). En floración la velocidad de crecimiento de digitaria para planta entera puede llegar a $80 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$, y se explica en alto grado por la formación de tallos florales (Privitello y Gabutti, 2004; Veneciano *et al.*, 2005). En un año normal, semejante intensidad de crecimiento determina que al finalizar la primavera la pastura no defoliada haya acumulado cerca del 80 % de la materia seca anual correspondiente a planta entera y al menos el 70 % de las láminas de que dispondrá el cultivo al final de la temporada. Decaen considerablemente las tasas de producción en enero, para incrementarse el mes siguiente, con nueva formación de tallos y la presencia ya ostensible de material senescente. A partir de marzo las tasas de producción son negativas, a consecuencia de la casi nula formación de hojas y la diseminación y caída de semilla y panojas maduras. Tal cual indican Whyte *et al.* (1971), el ciclo de almacenamiento y consumo de los hidratos de carbono parece estar íntimamente relacionado con el ciclo estacional de luz y temperatura, asociándose el almacenamiento de reservas con los días más cortos y las temperaturas más bajas del otoño. El conocimiento de

las fluctuaciones estacionales en los hidratos de carbono almacenados permite 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.

Cuadro 2.1. Acumulación del crecimiento en *Digitaria eriantha* fertilizada. INTA San Luis (Adaptado de Veneciano *et al.*, 2005).

Fecha	pp (mm)	T°C media	Fenofase	MS (kg ha ⁻¹) Lámina Tallo Pl. entera				% lámina		
				entera	Lámina	Tallo	Pl.			
12-Nov	59,8	15,5	Vegetativo Inicio	721	0	721	2.137	235	100	90,1
3-Dic	52,0	20,3	floración 75 % infl.	2.372	2.354	1.823	4.177		56,4	46,1
24-Dic	100,6	21,5	emergidas Semilla	2.152	2.519	4.672	3.034		47,2	59,6
14-Ene	123,4		madura Disem.	3.399	6.433	3.160	2.140			
25-Feb	81,7		avanzada Cese	5.300						
29-Abr	147,6		crecimiento							

Para la pastura no fertilizada y el mismo sitio, Privitello y Gabutti (2004) informan tasas máximas de producción algo superiores a 30 kg MS ha⁻¹ día⁻¹, y un rendimiento acumulado al concluir la estación de crecimiento (abril) ligeramente mayor a 3.000 kg MS ha⁻¹. Representa esto aproximadamente el 60 % de la productividad del cultivo fertilizado con 60 kg N ha⁻¹ año⁻¹, aplicado como urea.

Veneciano (1998b) informa la evaluación de una colección de 28 accesiones de digitaria provenientes del Range and Forage Institute (Rep. de Sudáfrica). De ellas, cuatro correspondieron a plantas de porte rastrero, con lámina foliar estrecha, raíces superficiales y desarrollo pronunciado de estolones, y otras cuatro de porte semirastrero, con desarrollo de estolones de notable longitud, ninguna de las cuales sobrevivió al primer invierno. Las restantes 20 accesiones, que manifestaron plena sobrevivencia, estuvieron integradas por plantas de porte erecto definido, con (1 ac.) y sin (19 ac.) desarrollo de estolones. Los rendimientos medios de planta entera fueron iguales a 5.555 (año 1), 4.073 (año 2) y 3.363 (año 3) kg MS ha⁻¹, apreciándose una acentuada declinación productiva atribuible a la reducción en la disponibilidad edáfica de nutrientes antes que a variaciones en el aporte de lluvias. A diferencia de ello, los rendimientos de lámina se vieron escasamente afectados, alcanzando en promedio 3.155, 2.744 y 2.805 kg MS ha⁻¹ para los años 1, 2 y 3 respectivamente.

En Soven (centro oeste de San Luis), con importantes restricciones de lluvia y suelo, Frasinelli y Veneciano (com. personal) han evaluado la acumulación de materia seca y contenido de PB de digitaria con dos momentos de aplicación (octubre y enero) y dos niveles de fertilización nitrogenada (30 y 50 kg ha⁻¹ año⁻¹). Al finalizar la estación de crecimiento el cultivo sin fertilizar alcanzó un rendimiento medio de 1.039 (planta entera) y 764 (hoja) kg MS ha⁻¹ año⁻¹, con 4,7 % PB en el follaje. A modo de conclusiones preliminares los autores 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 %

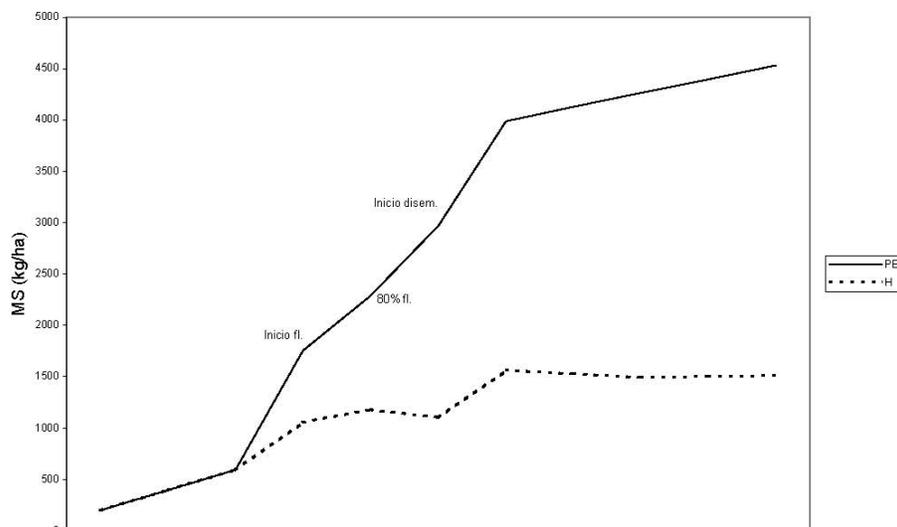
en hoja). -Para ambos niveles de fertilización y momentos de aplicación, un importante incremento en la proporción de tallos florales. Recuérdese que la fertilización nitrogenada no afecta significativamente la tasa de aparición de hojas en gramíneas forrajeras; esta relativa independencia podría ser explicada en función de que en todo momento la planta otorga prioridad a la traslocación y utilización de asimilatos para la generación de hojas en comparación con la de otros órganos. Sólo en condiciones muy extremas de deficiencias de N se ha verificado reducción en el número de hojas vivas por macollo, probablemente por la acción de un programa de senescencia que determina una redistribución del nutriente hacia órganos prioritarios (Mazzanti, 1994).

- 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 N.
- Mejores condiciones para la aplicación tardía del fertilizante (enero), dado lo erráticas de las precipitaciones de comienzo de primavera.

1.2. *Panicum coloratum*

En la Figura 2.2 se describe la acumulación de materia seca de *Panicum coloratum* L. cv. Verde, bajo condiciones análogas a las referidas para digitaria (Veneciano *et al.*, inédito). De León (2004) indica que, a diferencia de las especies templadas, que manifiestan una fase vegetativa definida y prolongada, las gramíneas subtropicales presentan un corto periodo de rebrote, pasando enseguida a formar tallos florales de manera continua. Esto es particularmente notorio en el mijo perenne, que ya a comienzos de diciembre ha producido cerca del 80 % del follaje que acumulará en toda la estación, con tasas máximas próximas a $80 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$. A fines de diciembre el cultivo, plenamente panojado, atenúa su ritmo de producción, que repunta parcialmente en la segunda mitad de enero, siempre con preeminencia acentuada de la formación de tallos florales. Al cesar el crecimiento (abril) las láminas no representan más del 35 % de la materia seca total.

Figura 2.2. Acumulación del crecimiento en *P. coloratum* cv. Verde fertilizado. INTA San Luis (Veneciano *et al.*, inéd.).



En la misma localidad y distinto sitio, y para un cultivo fertilizado con fosfato diamónico y urea (50 y 150 kg ha⁻¹, respectivamente), Privitello et al. (2004) registraron para planta entera un rendimiento de más de 12.000 kg MS ha⁻¹ al final de la estación de crecimiento, con 30 % de follaje, habiendo alcanzado en diciembre una tasa máxima de 138 kg MS ha⁻¹ día⁻¹.

Para Villa Mercedes y en cultivos no fertilizados se han registrado rendimientos acumulados medios de 4.133 y 6.021 kg MS ha⁻¹ (planta entera), con 1.609 - 2.263 kg MS ha⁻¹ correspondientes a follaje, según el año (Veneciano, 1997, 1999a). Es interesante destacar que al finalizar la estación de crecimiento inicial el cultivo evidencia un desarrollo exuberante, con alta producción de tallos florales. A partir de entonces se verifica una reducción progresiva de los rendimientos de planta entera (años 2 y 3), no explicada por el nivel de lluvias (Figura 2.3), y atribuida a la baja disponibilidad de nutrientes edáficos, esencialmente N. La tendencia se revierte con el aporte de N (años 4 y 5). Las oscilaciones en el rendimiento de lámina, por su parte, son menos bruscas. Cantero Gutiérrez *et al.* (1985) señalan que las pasturas de gramíneas con varios años de implantadas tienen bajos niveles de mineralización del N orgánico y gran parte de lo mineralizado se inmoviliza, factor que agrava en la región la ya escasa disponibilidad edáfica de este nutriente.

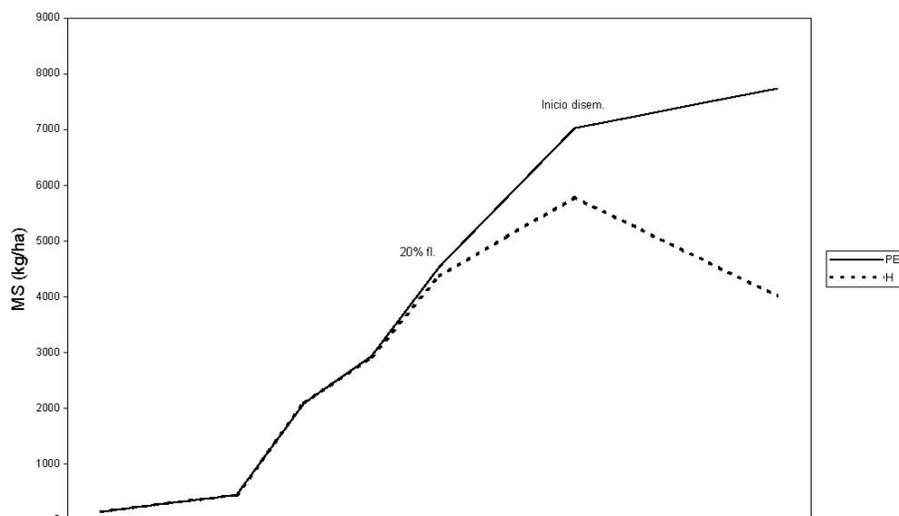
Figura 2.3. Crecimiento acumulado de *P. coloratum*. INTA San Luis (Veneciano, 1997).

1.3. *Bothriochloa bladhii*

El patrón de crecimiento de *Bothriochloa bladhii* (Retz.) Blake cv. Bill Dahl fertilizado difiere en algunos aspectos de digitaria y mijo perenne (Figura 2.4). El rebrote tiene lugar en la primera quincena de septiembre y el crecimiento es pobre en los dos meses siguientes (alrededor de 6 kg MS ha⁻¹ día⁻¹). Se acelera a fines de noviembre - inicio de diciembre, alcanzando tasas de producción de hasta 78 kg MS ha⁻¹ día⁻¹, aun al estado vegetativo, que se prolonga hasta los primeros días de enero. En enero - febrero el crecimiento es intenso (con tasas de producción de 59 - 76 kg MS ha⁻¹ día⁻¹), ahora sí en concordancia con la floración (Veneciano *et al.*, inédito). La máxima producción de follaje se verifica en febrero, con numerosos macollos al estado de prefloración, y decae posteriormente al emerger los tallos florales. Han sido registrados rendimientos algo superiores, con aplicación de 90 kg N ha⁻¹ año⁻¹ en forma de urea (Veneciano, 1999b).

Figura 2.4. Acumulación del crecimiento en *Bothriochloa bladhii* fertilizado. INTA San Luis (Veneciano y Frigerio, inédito).

En el cultivo sin defoliar, el contenido proteico decae aceleradamente a través de toda la estación de crecimiento, tal cual se aprecia en el Cuadro 2.2: la concentración de N en los tejidos vegetales decrece en la medida que aumenta la cantidad de biomasa de forraje acumulada en una pastura. Este comportamiento general obedece a que el N tiende a ser ubicado en los horizontes adecuadamente iluminados. Ello resulta en una redistribución interna del mineral desde las hojas sombreadas hacia las que ocupan los estratos superiores de la cubierta, modificación que ha sido interpretada como una adaptación de las plantas para tornar más eficiente la función fotosintética del N (Agnusdei y Marino, 2005). Esta característica es particularmente notoria en las gramíneas megatérmicas perennes y fue señalada con anterioridad.



Cuadro 2.2. Variación del contenido de PB (%) del follaje de gramíneas megatérmicas fertilizadas en la estación de crecimiento. INTA San Luis (Veneciano *et al.*, inédito).

Fecha	<i>D. eriantha</i>	<i>P. coloratum</i>	<i>Both. bladhii</i>
12 Nov.	9,9	10,9	9,3
3 Dic.	6,6	8,0	6,4
24 Dic.	5,6	6,0	5,0
14 En.	5,7	6,9	5,2
25 Feb.	4,3	3,8	3,4
29 Abr.	2,9	3,4	2,2

Como ya fue mencionado, la curva de producción de forraje de *Bothriochloa bladhii* tiene su pico productivo desplazado hacia fines del verano. Esta característica hace que pueda constituirse en un recurso forrajero importante para la región, dado que podría tener una relación complementaria y no competitiva con otras gramíneas perennes estivales. Sin embargo, su estudio se ha visto parcialmente desalentado a causa de las características de la semilla y la dinámica de su maduración, que demandan maquinaria específica para su cosecha y siembra.

1.4. Otras especies

Considerado de buena adaptación a las condiciones edafoclimáticas del E de San Luis y con un potencial productivo presumiblemente superior al del pasto llorón, *Panicum virgatum* participa sin embargo de limitaciones de calidad similares a las de aquella especie (valor nutricional nulo al estado de cultivo diferido). Requiere de sistemas de manejo que no

impliquen elevada frecuencia de defoliación, y del aporte de N para sostener sus niveles de productividad en el tiempo. Para Villa Mercedes, Veneciano (1998a), trabajando con el cv. Álamo (con germoplasma del S de Texas), registró un rendimiento acumulado medio de 8.225 kg MS ha⁻¹ año⁻¹ (planta entera) con muy alto CV (75,9 %) y casi 50 % de follaje. Su más alto rendimiento coincidió con la segunda estación de crecimiento, en la que manifestó pleno desarrollo reproductivo; a partir de entonces declinó en forma pronunciada su productividad y también la generación de inflorescencias. La fertilización nitrogenada de cultivos con más de tres años estabilizó su productividad en 7.369 kg MS ha⁻¹ año⁻¹, con un CV claramente inferior (12,9 %): Cuadro 2.3.

Tetracne, por su parte, podría jugar un rol de mucha importancia en planteos que contemplen la utilización de forraje diferido. Más que la cantidad de forraje que puede acumular, esta especie destaca por su valor nutritivo al estado de cultivo diferido y su excelente comportamiento bajo condiciones de sequía (Ruiz *et al.*, 2004)

Para Villa Mercedes, Veneciano (1998a) obtuvo un rendimiento medio de 4.285 kg MS ha⁻¹ año⁻¹ (CV= 65 %), con alrededor del 80 % de follaje. En un cultivo con más de tres años, la fertilización nitrogenada estabilizó su productividad en 5.080 kg MS ha⁻¹ año⁻¹, con un CV= 4,8 %. Dicha práctica no incrementó de manera importante la formación de tallos florales: Cuadro 2.3.

En el mismo cuadro se han reseñado valores medios de acumulación de materia seca y PB con una única defoliación al final de la estación de crecimiento para otras gramíneas perennes estivales. La información, de índole experimental, ha sido obtenida en Villa Mercedes (San Luis).

Cuadro 2.3. Materia seca acumulada al final de la estación de crecimiento en gramíneas perennes estivales. Rendimientos medios y contenido proteico. INTA San Luis.

MS (kg ha ⁻¹ año ⁻¹)				PB follaje	pp
Pastura	n	N	PE CV, % H CV, %	% CV, %	mm CV, %
Sporobolus airoides	3	No	2.463 36,3 2.224 39,0	6,6 13,1	533 12,9
cv. Salado	2	Sí	2.208 1,0 2.092 0,3	6,3 13,5	473 7,2
Bothriochloa ischaemum	5	No	5.947 22,2 2.900 34,9	5,3 29,1	537 9,5
cv. WW Iron Master	4	Sí	6.824 68,7 3.755 68,5	5,9 14,7	507 9,5
cv. Plains	4	Sí	5.206 17,3 2.125 35,3	4,7 36,1	509 42,3
cv. WW Spar	2	No	7.437 49,1 2.660 32,2	sd sd	542 5,1
	6	Sí	5.688 35,6 2.637 58,2	6,0 8,3	519 32,4
ac. 107017	5	No	2.594 49,1 1.286 32,5	6,2 14	551 9,9
	2	Sí	3.122 26,4 1.668 3,1	6,1 0	473 7,2
Bouteloua gracilis	3	No	4.665 32,0 2.929 55,0	5,3 16,8	533 12,9
cv. Alma	2	Sí	3.704 39,1 2.151 40,4	8,0 0,9	473 7,2
cv. Hachita	5	No	3.074 69,4 1.983 53,2	5,4 16,3	551 9,9
	2	Sí	3.502 36,1 2.071 22,8	7,8 1,8	473 7,2
ac. 9063064	3	No	1.323 80,8 1.067 96,5	9,0 6,9	533 12,9
	2	Sí	1.316 6,4 1.170 15,7	8,9 10,3	473 7,2
Bouteloua curtipendula	3	No	3.748 50,1 2.539 63,9	4,4 13,1	533 12,9
cv. Haskell	2	Sí	3.376 25,6 2.556 10,8	4,9 8,7	473 7,2

cv. El Reno	3	No	3.833	42,1	2.763	59,1		5,0	12,2	533	12,9
	2	Sí	3.490	5,8	2.810	12,6		5,4	0	473	7,2
cv. Killdeer	3	No	944	58,9	785	67,8		8,7	17,7	533	12,9
	2	Sí	1.012	30,7	846	29,1		6,9	5,1	473	7,2
cv. Vaughn	4	Sí	3.364	20,5	2.034	6,3		5,9	7,2	509	42,3
cv. Niner	5	No	3.121	42,8	1.629	41,0		5,7	7,4	551	9,9
	2	Sí	4.270	6,7	1.889	4,1		6,5	6,5	473	7,2
<i>Panicum virgatum</i>	5	No	8.225	75,9	4.081	60,9		6,7	16,0	502	14,0
cv. Álamo	4	Sí	7.369	12,9	3.730	24,5		7,8	2,7	598	19,4
<i>Sorghastrum nutans</i>	5	No	4.333	71,6	3.283	57,6		4,8	20,9	502	14,0
cv. Lometa	4	Sí	4.756	32,5	3.750	27,5		3,7	9,6	598	19,4
<i>Sorghastrum pellitum</i>	3	No	2.200	21,9	2.093	27,4		sd	sd	527	15,0
<i>Eragrostis superba</i>	7	No	6.069	37,5	2.932	31,8		6,8	27,1	511	12,0
cv. Palar	6	Sí	6.630	31,9	3.193	23,1		5,2	16,3	577	16,8
<i>Eragrostis trichodes</i>	5	No	6.759	42,3	4.034	60,1		4,7	20,1	502	14,0
cv. Mason	3	Sí	3.645	14,0	1.933	31,7		6,4	13,3	564	20,6
<i>Anthephora pubescens</i>	10	No	3.950	28,6	3.290	25,6		5,9	32,2	520,2	12,0
	4	Sí	4.266	27,3	4.025	26,4		4,5	6,3	598	19,4
<i>Schizachyrium scoparium</i>	5	No	4.468	61,5	3.427	48,2		5,5	67,5	551	9,9
ac. 9029926	2	Sí	4.798	56,7	3.532	26,2		5,4	14,5	473	7,2
<i>Tetrachne dregei</i>	7	No	4.285	65,0	3.464	61,7		4,9	24,8	523	13,0
	4	Sí	5.080	4,8	4.792	5,2		4,6	13,7	598	19,4
<i>Pappophorum caespitosum</i>	3	No	4.025	16,7	2.395	21,8		7,2	31,3	533	12,9
ac. Bella Vista	2	Sí	3.208	10,4	1.932	1,5		7,1	4,0	473	7,2

Ref.: n= n° de casos; N= fertilización nitrogenada; PE= planta entera; H= follaje; pp= precipitaciones Acumuladas en la estación de crecimiento.

Fte.: Veneciano (1997), (1998a,b), (1999a,b); Veneciano y Frigerio (2003); Veneciano *et al.* (2004); Veneciano *et al.* (inéd.); Veneciano y Terenti (1993).

2. El cultivo bajo defoliación

En la interacción compleja que tiene lugar en el proceso dinámico del pastoreo pueden determinarse tres efectos principales del herbívoro sobre el vegetal: corte, pisoteo, y aporte de deyecciones. Naturalmente, en las evaluaciones con parcelas de corte sólo incide el primero de los factores mencionados, y es el caso de la mayor parte de las experiencias reseñadas en el capítulo presente.

El corte involucra la defoliación del vegetal con la consecuente pérdida de área foliar y de tejido meristemático, y es el efecto que mayor incidencia tiene sobre la morfología de plantas individuales y de la canopia en general (Gillet, 1984 - cit. por Perreta y Vegetti, 1997 -), además de modificar el microclima, pues expone el suelo a la radiación directa, tanto más cuanto más intensa haya sido la defoliación. Con ello se eleva la temperatura del suelo, lo que actúa sobre el crecimiento y a la vez modificando la respiración y por lo tanto el balance de carbono. Se alteran asimismo la cantidad y calidad de la luz, las relaciones hídricas y otros factores microambientales y, consecuentemente, variables fisiológicas importantes. El

pisoteo, por su parte, está relacionado con daño mecánico, y las deyecciones con una oclusión de la luz, por un lado, y con una concentración diferencial de nutrientes por el otro (Pearson e Ison, 1994).

La defoliación elimina parte o todo el tejido con capacidad fotosintética, y las reservas de hidratos de carbono se transfieren desde las raíces y otros órganos de almacenamiento a las regiones meristemáticas remanentes, que pronto producen hojas nuevas y vástagos. Aunque el consumo de las reservas produce una pequeña pérdida de peso en las raíces, el efecto principal de la defoliación consiste en la reducción del tamaño y número de las raíces a formarse con posterioridad. Las reservas de las gramíneas forrajeras son principalmente fructosanos, glúcidos no demasiado voluminosos y en su mayoría solubles que pueden ser inmediatamente transportados hacia las zonas de crecimiento donde aseguran un rebrote rápido. Estos fructosanos no se acumulan en las raíces sino principalmente en la base de los vástagos, y son más útiles para la planta cuando se sitúan lo más cerca posible del nivel donde se efectuará el rebrote (Perreta y Vegetti, 1997).

El reemplazo potencial de nuevas hojas (restablecimiento del área foliar) es una función característica de los ápices del vegetal. El crecimiento puede ocurrir más rápidamente desde los meristemas intercalares, siguiendo luego por el desarrollo de los nuevos primordios foliares y más lentamente desde las yemas axilares basales. El crecimiento desde los meristemas intercalares resulta de la expansión de células previamente diferenciadas, mientras que el crecimiento desde las yemas axilares es retardado por el tiempo necesario para la diferenciación y el desarrollo de primordios foliares. No obstante, las yemas axilares aseguran la perennidad por proveer una fuente meristemática para la producción de macollos (vástagos axilares). Por ello, si bien son importantes los meristemas intercalares en la etapa inmediata a la defoliación, el crecimiento está más directamente asociado con la actividad de las yemas basales (Perreta y Vegetti, 1997).

Los mismos autores señalan que las tasas fotosintéticas del follaje en plantas defoliadas son generalmente más altas que aquellas de plantas no defoliadas. Esta respuesta (fotosíntesis compensatoria) refleja un rejuvenecimiento de las hojas o una inhibición de la declinación en la capacidad fotosintética de las hojas viejas y senescentes. La fotosíntesis compensatoria, que persiste por unas pocas semanas, puede resultar de cambios en el ambiente lumínico, o en factores endógenos, o por una combinación de ambos.

Cuando se han vuelto a generar suficientes tejidos con capacidad fotosintética, se reponen los hidratos de carbono en los órganos subterráneos. Si la defoliación se efectúa a intervalos demasiado frecuentes o en las estaciones en que las reservas de hidratos de carbono son bajas, puede producirse un agotamiento grave y acumulativo de éstas, y de la planta finalmente. Como se señaló, además del efecto sobre las reservas de hidratos de carbono, la defoliación elimina el tejido con capacidad fotosintética, y la rapidez del rebrote depende en buena medida de la cantidad remanente de dicho tejido (Whyte *et al.*, 1971).

En la respuesta a la defoliación incide también la fase fenológica del cultivo en el momento del corte. En la etapa vegetativa los ápices están a ras del suelo. En consecuencia el corte no los elimina: afecta sólo a las hojas adultas y a hojas en crecimiento. Las hojas basales generalmente no son cortadas pero están en avanzado desarrollo y se tornan senescentes. A otras hojas el corte sólo les deja la base de la vaina, en consecuencia amarillean o, si han quedado provistas de zona de crecimiento, completan los milímetros que le quedaban por crecer y luego amarillean. A aquellas hojas que estaban a punto de expandirse el corte les secciona parte de la lámina; el alargamiento del limbo está inconcluso, y el de su vaina apenas había comenzado. La parte remanente de lámina (basal) es la zona de crecimiento y, en consecuencia, continuará su expansión, empujada por la vaina que también crece a partir de su meristema intercalar basal. Pasadas algunas semanas, estas hojas también se tornarán senescentes. Las hojas que estaban a punto de aparecer en el momento de la

defoliación no eran más que primordios foliares del ápice y, en consecuencia, continuarán su desarrollo paralelamente con el envejecimiento de las hojas basales antes mencionadas. La permanencia del ápice del eje principal y de los macollos mantiene la vigencia de la dominancia apical y, por lo tanto, el corte en el estado vegetativo no estimula el desarrollo de más yemas axilares y no se incrementa el grado de ramificación de la planta (Perreta y Vegetti, 1997).

Por su parte, la formación de una inflorescencia en cualquier tallo pone fin a la producción de nuevas hojas en el punto principal de crecimiento y hace ascender muchos de los nudos más altos por encima del nivel del suelo (alargamiento de entrenudos); existen más posibilidades de que el ápice del eje principal, al estar elevado, sea removido por el corte. En la fase reproductiva se imposibilita el desarrollo de macollos en los nudos inferiores y disminuyen asimismo las reservas. El periodo activo de reproducción, desde el alargamiento de la inflorescencia hasta la maduración de la semilla, es crítico en el ciclo vital; las reservas están en su nivel mínimo, así como el número de yemas vegetativas que pueden formar nuevos tejidos con capacidad fotosintética. Cuanto mayor sea la proporción de tallos que espigan, más vulnerable será la planta a la defoliación. Si el ápice es eliminado se rompe la dominancia apical y en consecuencia se estimula el desarrollo de macollos desde las yemas axilares basales, que habían sido inhibidas, o bien de las yemas axilares de los macollos nuevos. Así, la altura del corte cambia la locación de las yemas que soportan el rebrote: si se corta cerca del suelo se producirán rebrotes en la base de los tallos y rizomas; los cortes a mayor altura permiten que las yemas axilares de los tallos anulen a su vez el rebrote de las yemas que están por debajo de ellas. Estudios del rebrote de *Pennisetum* demuestran que los macollos con ápices rebrotan más rápido y se elongan más que los tallos decapitados, en los cuales los ápices fueron removidos. El rebrote más rápido de los macollos intactos estuvo relacionado con una reducción inicial en el peso de los tallos y una pérdida relativamente alta de carbohidratos solubles, con una mayor traslocación de carbohidratos desde los tallos a las partes nuevas, y con cierta movilización de fuentes carbonadas de menor solubilidad (proteínas y polisacáridos) desde los tallos viejos y las vainas. Los tallos decapitados rebrotan principalmente produciendo ramificaciones en las axilas de las hojas (Pearson e Ison, 1994).

De acuerdo con estos autores, cuando las plantas forrajeras son defoliadas su ritmo y forma de rebrotar depende de: -que el meristema apical haya sido removido o no, -los niveles de hidratos de carbono en los órganos remanentes, -la tasa potencial de fotosíntesis de las hojas y tallos previamente removidos, -la biomasa y actividad radicular, y -el ambiente, en especial la temperatura.

La concentración de carbohidratos en los órganos remanentes luego de una defoliación puede ser importante en la determinación de la tasa de rebrote, porque la respiración - especialmente la radicular - aumenta luego de una defoliación. El aumento de la respiración y la falta de fotosintatos parecen ser razones para la disminución del peso de la raíz y la detención de su crecimiento hasta 20 semanas posteriores a la defoliación, de modo que la distribución de las raíces en profundidad cambia según los usos que se le impongan.

2.1. Curvas de producción

2.1.1. *Digitaria eriantha*

En Villa Mercedes se evaluó *digitaria* trabajando durante tres años (1992-5) con una metodología de cortes secuenciales y cinco series desfasadas semanalmente (Veneciano y Terenti, 1996a). Para el cultivo fertilizado (100 kg N + 70 kg P + 70 kg S ha⁻¹ año⁻¹) se obtuvo un rendimiento anual medio de 7.333 ± 1.685 kg MS ha⁻¹ año⁻¹ (planta entera), con 4.227 ± 1.168 kg MS ha⁻¹ año⁻¹ (lámina).

Grunow y Rabie (1985), con igual dosis de N pero con frecuencia de 42 días entre cortes, obtuvieron un rendimiento análogo, con un nivel de precipitaciones ligeramente superior. Utilizando un intervalo de 56 días, que posibilita una más plena manifestación reproductiva, los mismos autores registraron una productividad 80 % superior, lo que denota la importante respuesta de la especie a la longitud del periodo entre defoliaciones sucesivas.

El cultivo no fertilizado tuvo un rendimiento anual medio de 3.638 ± 1.062 y 2.432 ± 936 kg MS ha⁻¹ año⁻¹ para planta entera y lámina, respectivamente, evidenciando menor propensión a la formación de tallos florales respecto de la pastura fertilizada. El incremento porcentual de rendimiento atribuible a la fertilización osciló entre 85 y 139 % para planta entera, y algo menos para la fracción lámina. El total de lluvias en la estación de crecimiento fue de 581 ± 50 mm (Veneciano y Terenti, 1996a).

La distribución estacional de los rendimientos se reseña en el Cuadro 2.4, apreciándose el perfil marcadamente estival de digitaria: alrededor del 70 % de la producción se obtuvo en esa estación a partir del 52 % de la lluvia, y aproximadamente 20 % de la materia seca en primavera con el 39 % del total de precipitaciones. Esto guarda relación con la afirmación de Hernández (1985), quien sostiene que en la zona O de la llanura pampeana la producción otoñal de las pasturas estivales perennes es muy limitada, citando valores inferiores a 8 % del total producido durante el año para pasto llorón. En Pretoria (Sudáfrica), Grunow y Rabie (1985) obtuvieron para digitaria una distinta distribución de rendimientos: 58 % del total anual de la materia seca se generó en primavera, con el 48 % de las lluvias, y sólo 37 % del rendimiento total en verano, con el 45 % de las precipitaciones.

Cuadro 2.4. Distribución estacional de la materia seca de digitaria, con y sin fertilización. INTA San Luis (Adaptado de Veneciano y Terenti, 1996a).

Rendimiento medio	Primavera	Verano	Otoño
Con fertilización: kg MS ha ⁻¹ año ⁻¹ y CV (%) Contribución estacional (%)	1.422 -30,5 19,4	5.212 -21,9 71,1	700 -28,4 9,5
Sin fertilización: kg MS ha ⁻¹ año ⁻¹ y CV (%) Contribución estacional (%)	887 -40,2 24,4	2.398 -23,6 65,9	353 -45,0 9,7
Precipitaciones: mm y %	226 (38,9)	303 (52,2)	51 (8,8)

Los autores destacan la productividad más elevada del primer ciclo de crecimiento respecto de los siguientes, atribuyendo al bajo nivel de reservas de la planta en otoño los menores rendimientos primavero estivales del cultivo. Como ya se señalara, los carbohidratos de reserva, utilizados para la supervivencia invernal, la iniciación del crecimiento temprano en primavera y la promoción del rebrote después de cada defoliación, se acumulan más acentuadamente al final de la estación de crecimiento, en consonancia con las condiciones ambientales favorables que ofrece el otoño. De modo que la ausencia de descanso de la pastura en este periodo habrá de reflejarse en la productividad del ciclo siguiente.

Además del mayor rendimiento, en el periodo inicial las curvas de crecimiento bajo defoliación fueron bimodales (Figura 2.5), manifestando un primer pico de producción en la segunda semana de enero, y otro sesenta días más tarde, coincidiendo en ambos casos con fases de abundante formación de tallos florales. Fueron seguidos por una rápida declinación de la tasa de crecimiento (consecuencia de la remoción de macollos diferenciados reproductivamente), lo cual constituye un comportamiento generalizado en gramíneas

forrajeras perennes (González, 1982). Las tasas máximas alcanzaron valores de 38,3 a 104,7 y 16,5 a 46,6 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ para los tratamientos con y sin fertilización, respectivamente.

Figura 2.5. Curvas de digitaria con y sin fertilización, año 1. INTA San Luis.

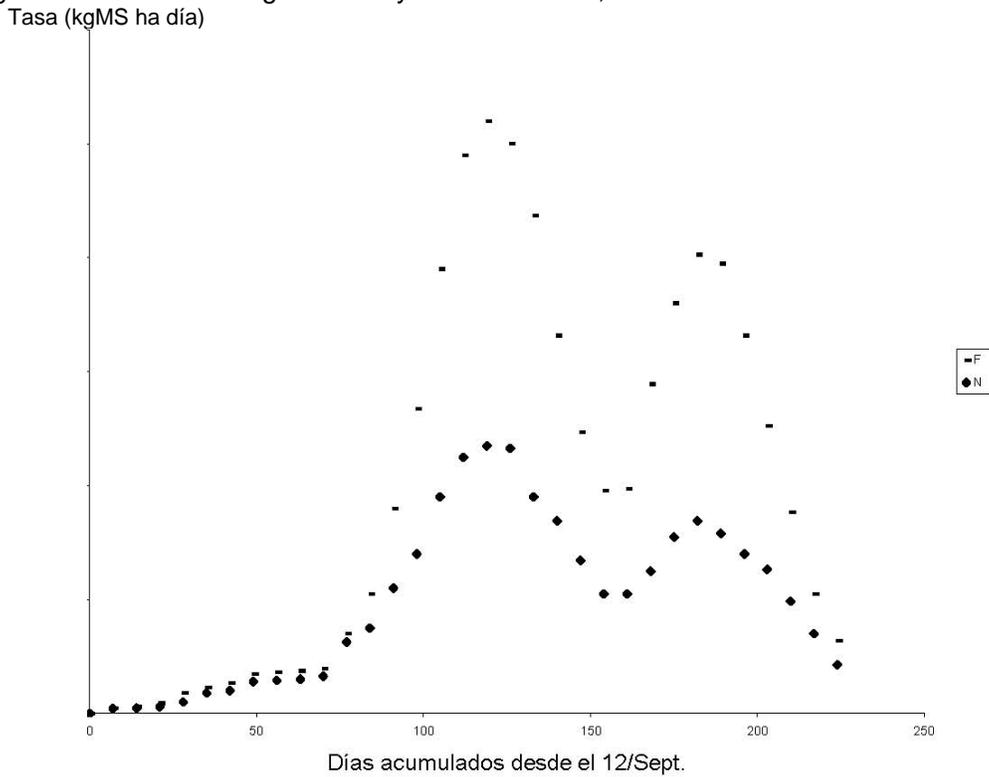
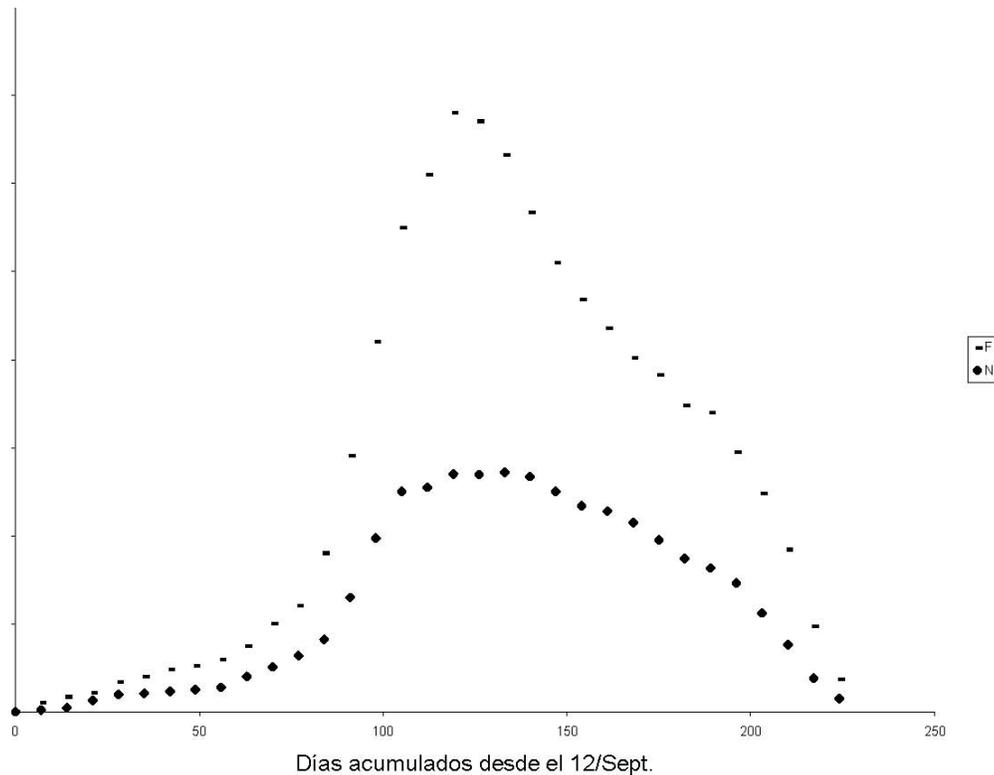


Figura 2.6. Curvas de digitaria con y sin fertilización, años 2 y 3. INTA San Luis.

Tasa (kgMS ha día)



En los dos años subsiguientes las curvas fueron unimodales (Figura 2.6), con tasas máximas a mediados de enero de 69,7 y 27,4 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ para el cultivo con y sin fertilización, respectivamente. Esto guarda relación con lo acontecido con el pasto de vaca (*Sorghastrum pellitum* (Hackel) Parodi) (Veneciano *et al.*, 1993), cuyo patrón de producción se alteró de modo acentuado después del primer ciclo, sufriendo desplazamientos en tiempo y magnitud.

Para la frecuencia de defoliación utilizada (35 días entre cortes sucesivos) los valores medios de PB variaron de manera relevante entre meses (Cuadro 2.5), con el nivel más bajo en enero - febrero, en coincidencia con el periodo de menor foliosidad del cultivo y más alta intensidad de crecimiento. Esto es congruente con el antagonismo entre elevados rendimientos de materia seca y elevado contenido proteico a que la bibliografía alude (Cangiano y Mombelli, 1977; Hernández, 1977; Gargano y Adúriz, 1984; Gillet, 1984 -cit. por Gargano *et al.*, 1988-), que conlleva a una mayor dilución del nutriente referido en la materia seca generada. Veneciano y Terenti (1997) han informado asimismo valores de PB de digitaria discriminados por fracción (lámina y tallos florales) corroborando valores mínimos para el mes de enero. Caracterizan a este mes altos niveles de temperatura e irradiación, factores ambos que inciden negativamente sobre la calidad del forraje (Hernández, 1985). Cuadro 2.5. Valores medios mensuales de PB (%) en planta entera de digitaria, con y sin fertilización (Veneciano *et al.*, 1998).

Mes	Fertilizada	No fertilizada
Noviembre	14,9	11,9
Diciembre	11,5	9,0
Enero	9,1	6,7
Febrero	8,9	7,2
Marzo	9,9	7,7
Abril	11,2	10,7

La fertilización influyó claramente en los valores de PB, resultando éstos alrededor de 25 % más altos para el cultivo fertilizado. Cantero Gutiérrez *et al.* (1985) han señalado la incidencia positiva de la fertilización nitrogenada sobre el contenido proteico en diversas gramíneas, confirmado en el caso específico de digitaria (para producción de rebrotes) por Grunow y Rabie (1985) y por Veneciano y Terenti (1997).

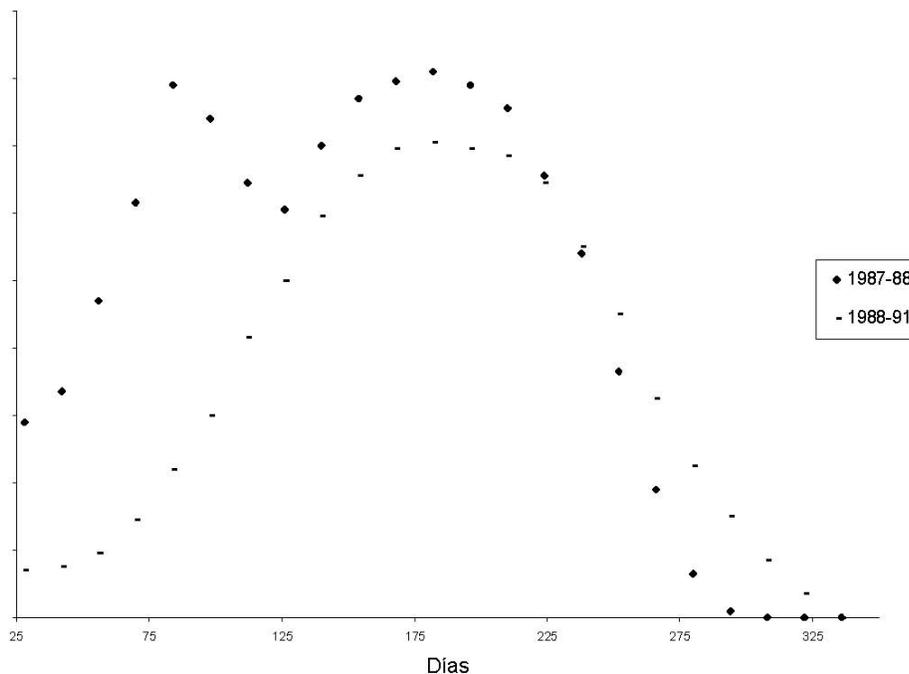
La recuperación aparente del N fue más alta para el primer periodo de crecimiento ($84 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$), más lluvioso que los posteriores, condición que puede contribuir a explicar dicho resultado si la mayor disponibilidad de agua edáfica estimula la producción de materia seca y consecuentemente la absorción de N (Cantero Gutiérrez *et al.*, 1985). En los dos años siguientes la recuperación aparente del N fue de alrededor de $70 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ (Veneciano *et al.*, 1998).

2.1.2. *Sorghastrum pellitum*

La evaluación se efectuó en Villa Mercedes en el periodo 1987 - 91 con una metodología de cortes secuenciales que implicó una frecuencia de 42 días entre cortes sucesivos (Veneciano *et al.*, 1993). El rendimiento anual medio fue de $2.595 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ (CV= 21,6 %), con casi el 30 % más de productividad para el primer ciclo de mediciones respecto de los tres años siguientes. Estos valores se sitúan muy por encima del rendimiento actual promedio de los pastizales naturales que corresponden al área de difusión de esta especie en San Luis.

En el periodo inicial las tasas de producción de forraje se incrementaron rápidamente a partir del rebrote, alcanzando un pico de $15,9 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$ a mediados de noviembre, en correspondencia con la fase de plena floración (33 % de lámina respecto de planta entera): Figura 2.7. La velocidad de crecimiento declinó seguidamente, llegando a valores inferiores a $12 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$ en la segunda quincena de diciembre. En esta fase el retraso en el rebrote es una respuesta esperada debido a la remoción por el corte de los ápices ya diferenciados y encañados. Este comportamiento de la planta ha sido descrito, en gramíneas, por González (1982) y Lutz (com. personal) y mencionado igualmente por otros autores (Orbea, 1981; Deregibus y Sánchez, 1981). A diferencia de muchas gramíneas megatérmicas perennes, pasado el impulso reproductivo únicamente hubo producción de follaje en el pasto de vaca, verificándose un periodo extenso con ritmo sostenido de crecimiento (fin de enero a mediados de marzo). En abril la productividad decayó con rapidez, hasta cesar prácticamente a fin de mayo. Hasta entonces el follaje permaneció verde, soportando en esas condiciones las primeras heladas.

Figura 2.7. Curva de crecimiento de *S. pellitum*. (Adaptado de Veneciano *et al.*, 1996a).
MS (kg ha día)



En los periodos siguientes no sólo se redujeron los rendimientos de materia seca sino que se modificó el perfil mismo de la curva, caracterizado ahora por un único pico de crecimiento que se extendió entre fines de enero y comienzos de abril (Figura 2.7). La depresión del crecimiento primaveral fue muy pronunciada, y prácticamente no hubo manifestación reproductiva (ínfima generación de tallos florales). Condiciones ambientales desfavorables en esta estación pueden explicar en buena medida dicho comportamiento; sin embargo, Gargano y Adúriz (1984) señalan que en gramíneas perennes tales como el pasto llorón la defoliación en el periodo otoñal afecta negativamente los rendimientos primavero - estivales del cultivo. Pagliaricci *et al.* (1991), haciendo referencia a alfalfa, han señalado al descanso otoñal como un factor de relevancia para la obtención de buenos rendimientos de forraje en primavera, para mantener la densidad de plantas y para mejorar la productividad de las pasturas. Estos conceptos brindan elementos como para sugerir que la depresión primaveral del crecimiento de las gramíneas perennes megatérmicas puede responder en buena medida a la ausencia de descanso otoñal, haciendo la salvedad que corresponde respecto de la incidencia decisiva de los factores climáticos.

En promedio, el periodo estival concentró el 44 - 54 % del total de la forrajimasa producida. La producción primaveral manifestó la más alta variabilidad entre años, brindando 21 - 39 % del total anual. La correlación entre tasas de producción y lluvias fue alta para el periodo estival, pero no en primavera y otoño, estaciones en que las lluvias son condición necesaria pero no suficiente para determinar un crecimiento óptimo, y en las que la temperatura desempeñaría un rol condicionante adicional (Veneciano *et al.*, 1996).

Respecto del contenido proteico en planta entera, los valores más elevados (promedio de 10,2 %) se registraron en octubre, con las plantas en fase de prefloración, declinando con suavidad en noviembre y manteniéndose desde diciembre hasta abril entre 7,0 y 8,3 %, con el valor más bajo en febrero.

2.2. Efecto de la frecuencia de defoliación

2.2.1. *Digitaria eriantha*

De acuerdo con Whitehead (1970) las especies difieren ampliamente respecto de la frecuencia e intensidad óptimas de defoliación para cada una de ellas, aunque en general los cortes frecuentes reducen la producción de biomasa, y cuanto más severos y frecuentes son mayor es la depresión ocasionada (Jameson, 1964), modificándose asimismo la estructura de la planta, que tiende a estar conformada por mayor número y menor tamaño de macollos por unidad de superficie (Colabelli y Agnusdei, 1994).

Por otro lado, bajas frecuencias de utilización promueven el desarrollo y lignificación de tallos, afectando la calidad del forraje producido y la capacidad de rebrote. Grunow y Rabie (1985) han señalado que la calidad de digitaria tiende a declinar rápidamente después de 5 - 6 semanas. Probablemente esto sea explicado en parte por la reutilización que el vegetal hace de la proteína, migrando los compuestos nitrogenados desde los órganos envejecidos a los tejidos meristemáticos (Meyer *et al.*, 1970). Y, tal cual se señaló, periodos prolongados sin defoliación, particularmente en las fases de elevada intensidad de crecimiento, conducen a una composición desfavorable de la materia seca generada, con abundante formación de tallos florales. Cuando jóvenes, las inflorescencias son buscadas con avidez por la hacienda, lo que no sucede una vez que envejecen.

Para las condiciones de Villa Mercedes la defoliación cada 35 días aparece como la más apropiada para el cultivo fertilizado de digitaria (Cuadro 2.6), ya que brinda alrededor de 3.700 kg MS ha⁻¹ año⁻¹ de follaje con valores de PB superiores al 8 %. Una frecuencia mayor resiente la productividad de la pastura (Veneciano *et al.*, 2005). Veneciano y Terenti (1997), efectuando la primera defoliación en la fase de prefloración y con cortes posteriores cada 35 días, informaron rendimientos comparables para el cultivo fertilizado; la productividad del cultivo sin aporte de N representó un poco más del 50 % de aquéllos. La eficiencia de utilización del nutriente fue algo superior a 30 kg MS por cada kg N aplicado. Debe precisarse aquí que en las experiencias conducidas en el INTA San Luis la aplicación de N no se ha efectuado con el criterio de búsqueda de la máxima respuesta productiva de las gramíneas evaluadas, sino procurando revertir la tendencia declinante de los rendimientos, para aproximarse a los obtenidos en los años iniciales del cultivo y lograr su estabilización en el tiempo.

Las distintas frecuencias de defoliación, además de diferencias de rendimiento, implican alguna modificación en la distribución de la producción, ya que la postergación de la defoliación se traduce en un incremento del rendimiento de materia seca de ese corte en particular, pero ocasiona un efecto depresivo en la defoliación siguiente.

Cuadro 2.6. Rendimiento medio de forraje y PB de digitaria fertilizada, con distintas frecuencias de defoliación (Veneciano *et al.*, 2005).

Frecuencia de defoliación	Rendimiento (kg MS ha ⁻¹ año ⁻¹)		PB (%)
	Planta entera	Hoja	
28 días entre cortes	4.221	3.355	8,3
35 días entre cortes	5.090	3.669	8,7
42 días entre cortes	5.701	3.762	7,6
Corte único	6.790	2.937	2,9

Para el cultivo no fertilizado y trabajando con una frecuencia de 30 días entre cortes, Privitello y Gabutti (2004) registraron un rendimiento medio de 2.164 kg MS ha⁻¹ año⁻¹; el 56 % de ese total se verificó en primavera, y el 32 y 12 % en verano y otoño respectivamente. El contenido medio de PB fue de 10,7 % (primavera), 7,6 %

(verano) y 7,1 % (otoño) (Privitello y Sager, 2004).

En un suelo areno franco de Bahía Blanca con bajo contenido de MO, Gargano *et al.* (1997), trabajando con una frecuencia de 45 días entre cortes obtuvieron rendimientos promedios totales de 4.575 (1° ciclo) y 2.896 (2° ciclo) kg MS ha⁻¹ año⁻¹, con niveles de precipitaciones de 558 y 393 mm respectivamente. La distribución estacional de la materia seca fue del 50 % en primavera y el 50 % restante en verano otoño.

2.2.2. *Panicum coloratum*

En Villa Mercedes, sobre un cultivo con fertilización nitrogenada, Veneciano *et al.* (inédito) obtuvieron rendimientos superiores de materia seca (planta entera y follaje) con 42 días entre cortes sucesivos respecto de frecuencias mayores (28 y 35 días), sin reducción notoria en el contenido proteico del follaje: Cuadro 2.7. La producción más elevada correspondió al cultivo con un único corte al final de la estación de crecimiento, aunque con una desfavorable composición de la materia seca (34 % de follaje) y apenas 3,7 % de PB.

Cuadro 2.7. Rendimiento medio de forraje y PB de mijo perenne fertilizado, con distintas frecuencias de defoliación (Veneciano *et al.*, inédito).

Frecuencia de defoliación	Rendimiento (kg MS ha ⁻¹ año ⁻¹) Valores medios y CV (%)		
	Planta entera	Hoja	PB (%)
28 días entre cortes	2.995 15,1	2.307 6,2	9,8
35 días entre cortes	3.325 15,3	2.477 6,8	9,9
42 días entre cortes	4.308 17,5	2.852 10,5	9,0
Corte único	4.759 8,4	1.622	3,7

En el mismo sitio pero con frecuencias de defoliación muy moderadas, Veneciano (1997, 1999a) registró rendimientos medios de 3.645 y 2.151 kg MS ha⁻¹ año⁻¹ para planta entera y follaje, respectivamente, en cultivos de más de 3 años fertilizados con 90 kg N ha⁻¹ año⁻¹, y con 507 mm de lluvia en la estación de crecimiento. El contenido medio de PB del follaje fue igual a 11,7 %.

Por su parte, Privitello *et al.* (2004a,b) registraron un elevado rendimiento de planta entera (8.680 kg MS ha⁻¹ año⁻¹) en un cultivo fertilizado con 80 y 11 kg ha⁻¹ año⁻¹ de N y P, respectivamente, con un valor medio de 12,7 % de PB.

En cultivos de reciente implantación no fertilizados y con 524 mm de lluvia en la estación de crecimiento, Veneciano (1997, 1999a) informó rendimientos promedio de 4.900 (planta entera) y 2.758 (follaje) kg MS ha⁻¹ año⁻¹, con 9,4 % PB en el follaje.

2.2.3. *Bothriochloa bladhii*

Veneciano *et al.* (2004), trabajando en Villa Mercedes sobre un cultivo fertilizado con N, registraron rendimientos promedio de alrededor de 6.000 kg MS ha⁻¹ año⁻¹ (planta entera), con 95 % de hoja, para frecuencias de 28, 35 y 42 días entre cortes consecutivos, sin diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 2.8). El contenido de PB del follaje superó en todos los casos el 8 %. Las tasas medias de crecimiento alcanzaron su máximo

valor entre la segunda quincena de diciembre y la primera de enero, con 88 (planta entera) y 82 (hoja) kg MS ha⁻¹ día⁻¹ y 11 % PB.

Cuadro 2.8. Rendimiento medio de forraje y PB de *B. bladhii* fertilizado, con distintas frecuencias de defoliación (Veneciano *et al.*, 2004).

Frecuencia de defoliación	Rendimiento (kg MS ha ⁻¹ año ⁻¹)		PB (%)
	Planta entera	Hoja	
28 días entre cortes	6.712	6.514	9,5 8,6 8,2 4,9
35 días entre cortes	24,6	22,0	
42 días entre cortes	5.920	5.595	
Corte único	30,2	11,1	
	38,3	34,8	
	5.374	4.985	
	7.231	4.662	

Veneciano (1999b), trabajando en un cultivo joven no fertilizado con frecuencias de defoliación muy moderadas (7 semanas entre cortes), obtuvo rendimientos medios de 8.149 (CV= 23,5 %) y 4.934 (CV= 5,6 %) kg MS ha⁻¹ año⁻¹ para planta entera y hoja, respectivamente, con 6,9 % de PB en esta última fracción. La misma pastura, con más de tres años de implantada y aporte de N, brindó 5.349 (CV= 6,4 %) y 4.485 (CV= 14,0 %) kg MS ha⁻¹ año⁻¹ para planta entera y hoja, respectivamente, y 9,5 % PB en el follaje.

2.2.4. *Sorghastrum pellitum*

Veneciano y Terenti (1996b,c) midieron rendimientos durante cuatro ciclos de crecimiento sobre un cultivo implantado de pasto de vaca, trabajando con cuatro frecuencias de defoliación que fueron definidas en función de la altura modal de las plantas (para las cuales se indica asimismo la equivalencia correspondiente en número promedio de días entre cortes): Cuadro 2.9. Se aprecia con claridad que con cortes más frecuentes se resiente la productividad de la pastura, alcanzando como contrapartida valores más elevados de PB. El rendimiento del primer año de mediciones (con 562 mm de lluvia) fue, para todos los tratamientos, más de 30 % superior al de los tres años posteriores, que tuvieron un promedio de 594 mm año⁻¹.

Cuadro 2.9. Rendimiento medio de forraje y PB de *Sorghastrum pellitum*, con distintas frecuencias de defoliación (Veneciano y Terenti, 1996b,c).

Frecuencia de defoliación	Rendimiento (kg MS ha ⁻¹ año ⁻¹)	CV (%)	PB (%)	CV (%)
26 cm (25 días e / cortes)	2.075	15,4	9,9	4,0
33 cm (39 días e / cortes)	2.449	21,8	8,8	3,0
40 cm (53 días e / cortes)	3.008	16,4	8,0	10,5
47 cm (64 días e / cortes)	3.326	16,7	7,2	8,4

2.2.5. Otras especies

En el Cuadro 2.10 se han resumido rendimientos medios de materia seca y valores de PB correspondientes a otras gramíneas perennes estivales, con diferentes frecuencias de defoliación. La información, de índole experimental, ha sido obtenida en Villa Mercedes (San Luis). La diversidad de condiciones ambientales y de manejo involucradas en las experiencias reseñadas impide efectuar consideraciones concluyentes, aunque sí ofrece un panorama cierto de la productividad a esperar de este tipo de recursos. Corresponde aquí

precisar nuevamente que no es válida la comparación del efecto fertilización sobre los rendimientos, ya que en la mayor parte de los casos se hace referencia al aporte de N a cultivos ya deprimidos por varios años de defoliación sin restitución de nutrientes. Aún así, para la población de datos puede apreciarse cierta tendencia a una inferior variabilidad de rendimientos en las experiencias con fertilización (menor CV) y un contenido proteico ligeramente superior.

Cuadro 2.10. Rend. medio de materia seca y contenido proteico de gramíneas perennes estivales con moderada frecuencia de corte. INTA San Luis.

MS (kg ha⁻¹ año⁻¹)

Pastura	n	CV CV				PB %	CV, %	Pp mm	CV, %	
		N	PE	%	H %					
Sporobolus airoides	2	No	3.528	21,0	2.846	25,9	9,3	3,8	517	17,1
cv. Salado	2	Sí	4.265	1,8	3.161	1,0	8,8	8,0	473	7,2
Bothriochloa ischaemum	4	No	5.965	16,5	4.017	24,2	9,0	28,0	538	11,9
cv. WW Iron Master	4	Sí	4.892	22,5	3.972	25,4	9,4	13,8	507	9,5
cv. Plains	10	Sí	5.037	24,9	3.793	20,8	8,6	13,4	509	38,7
cv. WW Spar	2	No	8.152	29,7	3.599	19,3	10,0	41,5	542	5,1
	12	Sí	5.083	32,2	3.579	27,9	9,1	13,6	514	34,8
ac. 107017	2	No	5.074	11,7	3.000	20,6	8,2	26,7	517	17,1
	2	Sí	4.102	12,5	2.926	2,2	8,2	6,0	473	7,2
Bouteloua gracilis	2	No	7.540	57,5	4.524	29,5	7,0	17,2	517	17,1
cv. Alma	2	Sí	5.560	10,1	3.335	3,5	8,5	5,8	473	7,2
cv. Hachita	2	No	7.850	31,0	4.334	12,2	8,2	16,4	517	17,1
	2	Sí	5.252	20,2	3.237	0,2	8,7	0,8	473	7,2
ac. 9063064	2	No	2.532	48,9	1.910	67,7	11,4	9,3	517	17,1
	2	Sí	2.410	7,6	1.813	6,3	10,8	0,7	473	7,2
Bouteloua curtipendula	2	No	6.064	12,7	4.748	28,1	6,8	12,5	517	17,1
cv. Haskell	2	Sí	4.778	21,0	4.110	10,1	6,8	2,1	473	7,2
cv. El Reno	2	No	5.872	6,6	4.944	17,7	6,6	5,4	517	17,1
	2	Sí	4.615	18,7	3.831	10,5	7,3	1,9	473	7,2
cv. Killdeer	2	No	2.066	20,7	1.712	34,4	9,7	10,9	517	17,1
	2	Sí	1.676	4,1	1.308	3,0	7,9	0,9	473	7,2
cv. Vaughn	10	Sí	4.250	33,9	3.472	24,4	8,4	17,3	509	38,7
cv. Niner	2	No	5.174	16,2	2.338	36,7	6,5	2,2	517	17,1
	2	Sí	5.166	13,2	2.051	5,6	7,6	2,8	473	7,2
Panicum virgatum	2	No	8.440	74,2	7.523	66,0	8,0	2,7	514	17,9
cv. Álamo	2	Sí	6.558	16,8	4.260	23,8	9,5	3,0	598	23,8
Sorghastrum nutans	2	No	3.648	71,8	3.636	71,6	6,1	7,0	514	17,9
cv. Lometa	2	Sí	4.718	14,8	4.333	7,6	5,9	12,0	598	23,8
Eragrostis superba	4	No	7.000	29,4	2.577	36,3	9,5	20,2	513	12,9
cv. Palar	4	Sí	6.092	14,9	2.708	21,9	9,5	27,2	567	16,3
Eragrostis trichodes	2	No	2.798	85,8	2.026	98,7	5,9	22,8	514	17,9
cv. Mason	1	Sí	1.012	0,0	564	0	7,6	0	497	0
Antheophora pubescens	2	No	3.660	79,3	3.260	73,9	6,3	6,7	514	17,9
	2	Sí	2.794	4,4	2.668	1,5	6,2	13,7	598	23,8
Schizachyrium scoparium	2	No	7.150	32,3	5.622	18,5	6,4	18,8	514	17,9
ac. 9029926	2	Sí	5.226	64,9	3.898	39,6	6,8	5,2	598	23,8
Tetrachne dregei	2	No	5.790	59,0	3.664	49,8	6,0	8,2	514	17,9

	2	Sí	3.688	28,4	2.727	1,2	7,0	8,1	598	23,8
Pappoph. caespitosum	2	No	4.604	14,5	2.840	28,5	8,4	4,2	514	17,9
ac. Bella Vista	2	Sí	3.886	0,7	2.148	2,4	8,6	6,6	598	23,8

Ref.: n= n° de casos; N= fertilización nitrogenada; PE= planta entera; H= follaje; pp= precipitaciones acumuladas en la estación de crecimiento.
 Fte.: Veneciano (1997), (1998a,b), (1999a,b); Veneciano y Frigerio (2003); Veneciano *et al.* (2004); Veneciano *et al.* (inéd.); Veneciano y Terenti (1993).

2.3. Uso diferido de la producción

En toda la región semiárida central la mayor parte de la materia seca forrajera disponible en la época invernal es la proveniente del crecimiento acumulado de los pastos en el semestre cálido y húmedo. En invierno este recurso se encuentra en avanzado estado de madurez, con bajo contenido proteico, elevada cantidad de fibra lignificada y, en consecuencia, escasa calidad, lo cual limita su ingestión por parte del bovino. Además, la falta de utilización de la pastura durante el ciclo de producción impide la activación de nuevos puntos de crecimiento y aumenta la proporción de tallos, los que en forrajes maduros son menos digestibles que las hojas (Poppi *et al.*, citados por De León *et al.*, 1995).

Un énfasis especial ha sido puesto por el INTA San Luis en procura de identificar especies perennes aptas para atenuar el marcado déficit de calidad en la estación invernal. El propósito buscado es reducir o evitar el empleo de cultivos forrajeros anuales (verdeos) en sistemas de cría, con la finalidad de preservar de mejor modo el recurso suelo y reducir costos de producción.

Varias de las especies objeto de tratamiento en esta recopilación han sido caracterizadas como de mayor calidad nutricional que el pasto llorón en cualquier momento del año y, por consiguiente, con aptitud para complementar a éste en la conformación de una base forrajera cuyos atributos salientes son, entre otros: perennidad, rusticidad, estabilidad productiva en el tiempo, bajos costos, y sencillez de manejo. No obstante, a menudo el diferimiento completo del crecimiento primavero estival proporciona un material extremadamente basto, que obliga a observar muy cuidadosamente el manejo nutricional del rodeo. De allí que con frecuencia se haya pensado en la realización de un uso moderado de la pastura durante la estación de crecimiento como práctica útil para atenuar la declinación de calidad del material por diferir.

2.3.1. Digitaria eriantha

En Villa Mercedes se condujo una experiencia destinada a precisar el efecto que una o más defoliaciones en la estación de crecimiento ocasiona en el cultivo fertilizado de digitaria por diferir (Veneciano *et al.*, inédito): Cuadro

2.11. Se aprecia allí que el rendimiento de planta entera y hoja se redujo a no más del 20 % cuando la pastura fue cortada tres veces en el periodo primavero estival, con escasa modificación en la composición de la biomasa aérea y un moderado incremento del contenido proteico. La realización de una o dos defoliaciones previas a su diferimiento no alteraron la proporción de follaje ni el contenido de PB de esta fracción.

Cuadro 2.11. Materia seca diferida y PB del follaje de digitaria con distintos tratamientos de defoliación previa (Veneciano *et al.*, inédito).

	Disponibilidad invernal (kg MS ha ⁻¹ año ⁻¹)		
Tratamientos	Pl. entera %	Hoja %	PB

			(%)
T0: sin defoliación previa T1: con 1 defoliación previa T2: con 2 defoliaciones previas T3: con 3 defoliaciones previas	5.920 100 4.998 84 3.356 57 1.057 18	3.448 100 2.653 77 1.691 49 687 20	2,7 2,5 2,6 3,8

2.3.2. *Panicum coloratum*

Veneciano *et al.* (inédito) observaron que menos de tres defoliaciones en la estación de crecimiento no bastaron para alterar en invierno la composición de la biomasa aérea ni el contenido de PB del follaje de mijo perenne fertilizado, mientras que un número mayor de cortes redujo notoriamente la disponibilidad del material por diferir (Cuadro 2.12).

Cuadro 2.12. Materia seca diferida y PB del follaje de mijo perenne con distintos tratamientos de defoliación previa (Veneciano *et al.*, inéd.).

Tratamientos	Disponibilidad invernal (kg MS ha ⁻¹ año ⁻¹)		
	Pl. entera %	Hoja %	PB (%)
T0: sin defoliación previa T1: con 1 defoliación previa T2: con 2 defoliaciones previas T3: con 3 defoliaciones previas	3.937 100 3.004 76 2.092 53 547 14	1.352 100 935 69 710 53 380 28	3,1 3,1 3,0 4,1

Privitello (2004), por su parte, midió en el cultivo diferido de mijo perenne fertilizado rendimientos de 11.830 y 3.580 kg MS ha⁻¹ año⁻¹ para planta entera y hoja, respectivamente, y 5.015 (pl. entera) y 1.700 (hoja) kg MS ha⁻¹ año⁻¹ para la pastura sin fertilización, con niveles de PB en hoja de 3,3 y 1,7 % para los tratamientos con y sin fertilización respectivamente.

2.3.3. *Bothriochloa bladhii*

Veneciano y Frigerio (2003) determinaron para esta especie el efecto de la defoliación primavera estival sobre los rendimientos, composición de la materia seca y contenido proteico del material diferido. En la experiencia el diferimiento íntegro del cultivo fertilizado con N (T0) fue contrastado con manejos que implicaron 1 (T1), 2 (T2) y 3 (T3) defoliaciones en la estación de crecimiento previas a su diferimiento. Como se aprecia en el Cuadro 2.13, las defoliaciones previas ocasionaron una reducción muy significativa de la disponibilidad invernal, tanto de planta entera como de follaje, manteniendo como contrapartida un más alto tenor proteico de su follaje. La magnitud de la depresión de rendimientos obliga a ser cautelosos con la utilización previa del cultivo, que en cualquier caso deberá ser moderada. Los autores señalan, asimismo, que en recursos caracterizados por su propensión a desarrollar gran cantidad de tallos florales en ausencia de defoliación (como es el caso de algunos cultivares de *Bothriochloa ischaemum*), la realización de alguna utilización estival redundaría en una composición más favorable del material por diferir.

Cuadro 2.13. Materia seca diferida y PB del follaje de *B. bladhii* con distintos tratamientos de defoliación previa (Adapt. de Veneciano y Frigerio, 2003).

Tratamientos	Disponibilidad invernal (kg MS ha ⁻¹ año ⁻¹)		
	Pl. entera %	Hoja %	PB (%)

T0: sin defoliación previa T1: con 1 defoliación previa T2: con 2 defoliaciones previas T3: con 3 defoliaciones previas	8.333 100 4.646 56 1.767 21 1.128 14	4.579 100 3.156 69 1.317 29 820 18	3,6 3,6 4,7 6,5
---	---	---------------------------------------	--------------------

CONSIDERACIONES FINALES

La sostenibilidad física de los agroecosistemas es un imperativo social irrenunciable. Y constituye una falsa opción la dicotomía “*producir o conservar*”: los sistemas productivos están para producir y abastecer a una población en constante crecimiento, pero deben hacerlo, inexcusablemente, de manera sostenible. En ambientes con limitaciones edáficas importantes, como es el caso de San Luis, para la formulación de sistemas ganaderos productivos y físicamente sostenibles es condición relevante la integración de una base pastoril con especies perennes, nativas e introducidas, procurando atenuar los riesgos de erosión y pérdida de fertilidad edáficas, a la vez que reducir costos de producción.

El trabajo en procura de la conformación de sistemas de producción bovina sobre una base pastoril perenne ha sido una línea distintiva en el accionar del INTA San Luis, y adquiere plena vigencia ante la necesidad cada vez más acuciante de incrementar la productividad de carne en los ambientes adonde la actividad ganadera va siendo confinada por la expansión agrícola. Las gramíneas estivales plurianuales aparecen hoy como las mejor posicionadas para tal fin. Y entre ellas, probablemente algunas de las descritas de modo preliminar en esta comunicación. En todos los casos, incluidos recursos ampliamente conocidos (tales como el pasto llorón y el pasto salinas -*Cenchrus ciliaris* L.-), es preciso contemplar el aporte de N al sistema como requisito indispensable, derivado de la necesidad de producir proteína (carne) a partir de suelos escasamente provistos de dicho nutriente. Gran parte del territorio provincial carece de aptitud para el cultivo de las leguminosas herbáceas plurianuales conocidas, por lo que la indagación de formas alternativas de fijación biológica de N aparece como una necesaria línea experimental. La determinación de usos estratégicos de la fertilización nitrogenada de gramíneas perennes y la cuantificación de la respuesta productiva son igualmente aspectos por desarrollar.

Las dificultades de implantación en suelos con alguna historia de laboreo constituyen otro desafío relevante, cuya resolución posibilitará promover una más efectiva difusión de este tipo de pasturas.

Las alteraciones en la oferta estacional de pasto, afectada por la alta variabilidad climática que caracteriza al ambiente de San Luis, es un aspecto que también demanda la formulación de alternativas imaginativas que coadyuven a su mitigación. En esa línea pueden inscribirse opciones tales como la conformación de pasturas compuestas u otras. Al respecto, puede señalarse que, si se hace excepción del pastizal natural, la imagen de pasturas compuestas (esto es, integradas por dos o más especies) se asocia de inmediato con ambientes húmedos o subhúmedos. Sin embargo, y partiendo precisamente del concepto del pastizal originario, es válido analizar, al menos en teoría, la posibilidad de conformar pasturas perennes compuestas para ambientes semiáridos y áridos. La vegetación natural se caracteriza por su alta diversidad; según la formación fitogeográfica a que corresponda, puede estar integrada por especies herbáceas y leñosas, anuales y plurianuales, de crecimiento primavero estival (*especies de verano*) y de crecimiento otoño primaveral (*especies de invierno*), con y sin valor forrajero, entre otras particularidades. Y buena parte de la capacidad de ajuste que se reconoce a estas comunidades (esto es, su habilidad para amortiguar el impacto que las variables ambientales pueden ejercer sobre la pastura en su conjunto) se deriva precisamente de esta heterogénea integración.

Las pronunciadas variaciones intra e interanuales de las condiciones ambientales, en

particular el caso de las precipitaciones (a que se hizo referencia en el Cap. I), demanda la formulación de planteos productivos de naturaleza muy flexible, esto es, conformados por elementos con alta capacidad de ajuste frente a las alteraciones ambientales que pudieran verificarse. Es conocida, asimismo, la oscilación de la calidad forrajera de una pastura monofítica durante el transcurso de la estación de crecimiento, sea por caso la del pasto llorón, que se agudiza después de diciembre y suele tornarse crítica en otoño. La integración multiespecífica de la pastura ofrecería al animal mejores condiciones para ejercer su natural habilidad selectiva. Más aún si la comunidad vegetal está integrada por especies con distinto ciclo de crecimiento (gramíneas invernales y estivales, por ejemplo) y, eventualmente, con pertenencia a distintas familias botánicas (gramíneas y leguminosas, idealmente).

El trabajo experimental efectuado en las últimas décadas en el INTA San Luis ha permitido la identificación de gramíneas estivales perennes introducidas con buena adaptación al medio y superior calidad que la del pasto llorón, tal cual se ha descrito en estas páginas, especies que, sumadas a las forrajeras nativas valiosas, hacen posible postular, al menos en forma preliminar, la integración de pasturas polifíticas que ofrezcan buena capacidad de ajuste frente a condiciones ambientales de alta variabilidad, y a la vez suministren forraje con oscilaciones de calidad menos bruscas que las de una pastura monofítica. Así, para el caso de suelos conducidos por el desmanejo a condiciones utilitariamente pobres, con agotamiento del banco de semillas de especies con valor forrajero, es posible al menos en teoría reconstituir una biodiversidad seminal a partir de especies con probada capacidad de sobrevivencia en el ambiente sanluiseño, desencadenando sucesiones que, según el manejo y el sitio, podrán dar lugar a composiciones florísticas diversas.

La idea de conformar pasturas compuestas para los ambientes áridos y semiáridos de San Luis no pasa de ser hoy una cuestión conceptual, aunque la relevancia del tema y su carácter innovador justifican su consideración y, eventualmente, su desarrollo como línea experimental. Estos y otros aspectos requieren ser abordados con el propósito de contribuir a que las gramíneas perennes estivales, que potencialmente disponen de un rol significativo, efectivamente se integren de manera plena a los agroecosistemas ganaderos de la región.

AGRADECIMIENTO

A los ing. Néstor Stritzler, Carlos Frasinelli, Liliana Privitello y Horacio Petruzzi, por los múltiples aportes efectuados en años de trabajo compartido.

Al personal de apoyo en las tareas de campo, sin cuyo esfuerzo el exigente trabajo con parcelas no hubiese sido posible. En especial a Jorge Sánchez, Humberto Sánchez, Claudio Villegas, Víctor Páez, Nicolás Di Lacio y Carlos Basconcello'.

A la empresa Forrajeras Avanzadas S. A., que colaboró sin condicionamientos en distintas etapas de las evaluaciones.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Agnusdei, M. y Marino, M.A. 2005. Producción y utilización del pasto: aspectos que deben conciliarse en una ganadería pastoril confiable y competitiva. *In*: Forrajes 2005. Seminario técnico "Claves para una ganadería rentable y sustentable en un escenario productivo diferente" (Buenos Aires, 29 y 30 de marzo): 177-194.

Alliney, J.E.; D'Andrea, S.E. y Montani, N. 1987. Utilización de especies forrajeras en la Sierra de Comechingones. UNRC, II Jornadas científico-técnicas de la Fac. Agr. y Vet. Actas de resúmenes: 149.

Anderson, D.L. 1979. La distribución de *Sorghastrum pellitum* (*Poaceae*) en la Prov. de San Luis y su significado ecológico. *Kurtziana*, 12-13: 37-45.

- Anderson, D.L. 1980. La recuperación y mejoramiento de los pastizales naturales. *Ecología Arg.* 4: 9-11.
- Anderson, D.L. 1982a. Una reliquia del pastizal natural. INTA San Luis, *Inf. Rural* año VII n° 17: 3-5.
- Anderson, D.L. 1982b. Gramíneas de San Luis y el S de Córdoba: "pasto de vaca", "paja colorada". Serie Especies naturales. INTA San Luis, *Inf. Rural* año VII n° 17: 7.
- Anderson, D.L. 1983. Compatibilidad entre pastoreo y mejoramiento de los pastizales. *Asoc. Arg. Prod. Animal, Rev. Arg. Prod. Anim.* 10: 3-22.
- Anderson, D.L.; Del Águila, J.A. y Bernardón, A.E. 1970. Las formaciones vegetales en la Prov. de San Luis. INTA, *Rev. Inv. Agr. S. 2* (3): 153-183.
- Anderson, D.L.; Oriente, E.L. y Vera, J.C. 1978. Una reliquia del pastizal natural de San Luis. *Ecología Arg.* 3: 151.
- Anslow, R.C. y Green, J.O. 1967. The seasonal growth of pasture grasses. *Journal agricultural Scientist (Cambridge)* 68: 109-122.
- Ayerza, R. 1989. Producción de semillas forrajeras en el Chaco seco. *In: FAO, Forrajeras y cultivos adecuados para la región chaqueña semiárida:* 71-79.
- Berg, W.A.; Dewald, C.L. y Sims, P.L. 1994. Old World bluestem selection, establishment and management. USDA-ARS, Southern Plains Range Research Station-Woodward, Oklahoma.
- Bianco, C.A.; Kraus, T.A.; Anderson, D.L. y Cantero, J.J. 1987. Formaciones vegetales del SO de la Prov. de Córdoba. *Rev. UNRC Vol. 7* (1): 4-64.
- Cangiano, C. A. y Mombelli, J.C. 1977. Efecto del descanso otoñal con dos frecuencias de corte, sobre la producción de materia seca en pasto llorón (*E. curvula* Nees) cv. Tanganyika. INTA, *Revista de Investigaciones Agrarias* 2-13 (3): 105-116.
- Cano, E.; Estelrich, H.D.; Sosa, A.; Fernández, B. y Kasic, E. 1985. Disponibilidad forrajera de un pastizal de *S. pellitum* en La Pampa. *Asoc. pampeana prof. cs. naturales-UNLPam. Actas I Jornadas de geología de La Pampa, Serie Suplementos* (1): 6-11.
- Cano, E. Estelrich, H.D. y Fernández, B. 1988. Comunidades vegetales en una catena topográfica de área medanosa. *Rev. Fac. Agronomía UNLPam Vol. 3* (2): 31-42.
- Cantero Gutiérrez, A.; Bonadeo, E. y Marcellino, J. 1985. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el comportamiento de agropiro criollo (*A. scabrifolium* (Doell) Parodi). I. Producción de materia seca, proteína bruta y semillas. *Revista de la UNRC* 5 (1): 5-18.
- Clarke, B.; Mullen, C.; Bowman, A. y Freebaim, R. 2003. Digit grass, a versatile warm-season grass. www.agric.nsw.gov.au.
- Colabelli, M. y Agnusdei, M. 1994. Relación entre manejo de la defoliación y parámetros de estructura y morfogénesis para gramíneas. INTA, Unidad integrada Balcarce - Cerbas. Curso de actualización sobre ecofisiología de cultivos y pasturas: 16 p.
- Cook, B.; Pengelly, B.; Brown, S.; Donnelly, J.; Eagles, d.; Franco, A.; Hanson, J.; Mullen, B.; Partridge, I.; Peters, M. y Schultze-Kraft, R. 2005. Tropical Forages, An interactive selection tool (CD-ROM). CSIRO Sustainable Ecosystems (CSIRO), Department of Primary Industries and Fisheries (DPI&F Queensland), Centro Internacional de Agric. Tropical (CIAT) and Int. Livestock Research Inst. (ILRI).
- Deinum, B. 1984. Chemical composition and nutritive value of herbage in relation to climate. 10° Gen. Meeting (Norway), *Proc.:* 338-350.
- De León, M. 1991. Nuevas forrajeras promisorias para el N de Córdoba. 2° jornada de producción ganadera en zonas semiáridas (Jesús María). INTA, *Proy. de ganadería extensiva centro-norte de Córdoba:* 13-28.
- De León, M. 2004. Pautas para el manejo de pasturas subtropicales. INTA Manfredi, *Proy. Ganadero Regional Mejoramiento de la productividad y calidad de la carne bovina en la prov. de Córdoba.* Informe técnico 6.

De León, M.; Boetto, G.; Peuser, R.; Bulashevich, M. y Luna, G. 1995. Efecto de la época de diferimiento sobre la producción total, disponibilidad invernal y calidad forrajera de gramíneas subtropicales. Memorias XIVa. Reunión ALPA – 19° Congreso Arg. Prod. Animal. AAPA, Revista Argentina de Producción Animal 15 (1): 236-238.

Deregibus, V.A. y Kropfl, A.I. 1982. La cosecha de luz solar mediante el sistema fotosintético C₄. Gaceta Agronómica 11 (7): 407-416.

Deregibus, V.A. y Sánchez, R.A. 1981. Influencia de la densidad del canopeo en el macollaje de gramíneas forrajeras. Asoc. Arg. Prod. Anim., Producción Animal 8: 254-261.

Díaz-Zorita, M. y Barraco, M. 2002. ¿Cómo es el balance de fósforo en los sistemas pastoriles de producción de carne en la región pampeana? INPOFOS, Informaciones Agronómicas del Cono Sur n° 13: 8-11.

Donaldson, C.H. 1992. Bottlebrush grass (*A. pubescens* Nees). Cultivated pastures and fodder crops A.2. Farming in S. Africa. Dep. of Agric. Development (South Africa): 3-6.

Fish, Lyn 2002. South Africa National Biodiversity Institute. <http://www.plantzafrica.com>.

Frasinelli, C.A.; Stritzler, N.P.; Veneciano, J.H.; Casagrande, J.R.; Marchi, A. y Funes, M.O. 1992. *Digitaria eriantha*. Una forrajera estival promisoría. Coprocyt, La ciencia y tecnología en el desarrollo de la prov. de San Luis. Rev. de divulgación 2 (Gov. de San Luis).

Frasinelli, C.A.; Veneciano, J.H.; Funes, M.O. y Marchi, A. 1993. Evaluación de *Tetrachne dregei* Nees bajo condiciones de diferimiento. Asoc. Arg. Prod. Animal, Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 13 Supl.1: 51-2.

Galvani, A.R. 1979. Observaciones sobre el comportamiento de 123 especies en la prov. de San Luis. INTA San Luis. Boletín de divulgación.

Gargano, A.O. y Adúriz, M.A. 1984. Rendimiento y calidad de cuatro cultivares de pasto llorón, *E. curvula*. Asoc. Arg. Prod. Anim., Rev. Arg. de Producción Animal 4 (6-7): 683-694.

Gargano, A.O.; Adúriz, M.A. y Laborde, H.E. 1988. Evaluación de cuatro gramíneas templadas perennes. 2. Digestibilidad *in vitro* y proteína bruta. Asoc. Arg. Prod. Anim., Revista Argentina de Producción Animal 8 (5): 385-395.

Gargano, A.O.; Adúriz, M.A. y Saldungaray, M.C. 1997. Evaluación de *Digitaria eriantha* y *Eragrostis curvula* durante el ciclo de crecimiento y en diferimiento. 1. Rendimiento de materia seca. Asoc. Arg. Prod. Anim., Rev. Arg. Prod. Anim. 17: 365-373.

Gastal, F. y Lemaire, G. 1988. Study of tall fescue sward growth under nitrogen deficiency conditions. In: Proc. of the XII General meeting of the European Grassland Federation. Dublin, Ireland: 323-327.

Gay, C.W. y Dwyer, D.D. 1984. New Mexico Range Plants. Univ. New Mexico St., Circ. 374.

González, E.P. 1982. Consideraciones morfológicas para la defoliación de forrajeras perennes. Asoc. Arg. Prod. Anim., Revista Argentina de Producción Animal 2 (1): 37-67.

Grunow, J.O. and Rabie, J.W. 1985. Production and quality norms of certain grass species for fodder flow planning. Pretoria area. Journal Grassland Society South Africa 2 (2): 23-28.

Hardy, M.B. y Gray, N. 1989. Beef production from *D. eriantha* in a sub-tropical environment. XVI Int. Grassland Congress, Nice (Francia): 1205-6.

Heizer, R.B. 1983. Promising new plant material releases by the Soil Conservation Service. In: Range and pasture seeding in the Southern Great Plains (Proceedings). Texas A&M Univ. Agr. Res. and Ext. Center (Vernon, Tx): 1-3.

Hernández, O.A. 1977. Manejo de defoliaciones en pasto llorón (*E. curvula*). I. Efecto de la frecuencia e intensidad de defoliación sobre el rendimiento de forraje y proteína cruda. INTA, Rev. de Investigaciones Agrarias 2-13 (1): 1-10.

Hernández, O.A. 1985. Avances en el conocimiento de algunos factores que afectan la producción de las pasturas cultivadas. Asoc. Arg. Prod. Anim., Rev. Arg. Prod. Animal 5 (1-2): 41-66.

Hoare, D.B. 2004. Gramineae. www.fao.org.

INTA 1989. Mapas descriptivos de variables relacionadas con la producción agropecuaria de la prov. de San Luis. C.R. La Pampa-San Luis.

INTA San Luis 1999. Informe agrometeorológico EEA San Luis. Inf. Técnica 155.

Jameson, D. 1964. Effect of defoliation on forage plant physiology. *Forage Plant Physiology and Soil*. American Society of Agronomy (special public.). Kunst, C.; Renolfi, R.; Pérez, H. y Dalla Tea, F. 1995. Preferencia de bovinos por gramíneas nativas de bosques y arbustales de la región chaqueña occidental. *Memorias XIV^a Reunión ALPA, 19° Congreso AAPA*. Asoc. Arg. Prod. Animal, Rev. Arg. Prod. Anim. 15 (1): 110-113.

Lange, A. 1980. Suplementación de pasturas para la producción de carnes. CREA, Colección Investigación aplicada (2° ed.).

Launchbaugh, J.L. 1970. Characteristics of certain western Kansas range grasses and forbs. Contribution n° 192 Fort Hays Branch, Kansas Agric. Exp. Station, Hays.

Marino, M.A. y Agnusdei, M. 2004. Algunos conceptos básicos para el manejo del N en pasturas de la región pampeana. *In: Forrajes 2004. Seminario técnico "Cómo producir y aprovechar el forraje eficientemente en la empresa agropecuaria del futuro"* (Buenos Aires, 24 y 25 de febrero): 85-89.

Mazzanti, A. 1994. Análisis del efecto del nitrógeno sobre el crecimiento de gramíneas forrajeras. INTA, Unidad integrada Balcarce - Cerbas. Curso de actualización sobre ecofisiología de cultivos y pasturas: 6 p.

Mc Ilroy, R.J. 1980. Introducción al cultivo de los pastos tropicales. Ed. Limusa (México).

Melo, O.E. y Boetto, G.C. 1993. Gramíneas tropicales y templadas. Características y zonas de adaptación. Ed. Hemisferio Sur, Colección "Ganadería en zonas cálidas" (Cuadernillo 1).

Mengel, K. y Kirkby, E.A. 2000. El suelo como medio nutritivo vegetal. *In: Instituto Internacional de la Potasa (Basilea, Suiza), Principios de nutrición vegetal (cap. 2): 25-99.*

Meyer, B.S.; Anderson, D.B. y Bohning, R.H. 1970. Introducción a la fisiología vegetal. EUDEBA (2° ed.), cap. XVI: 351-373.

Milano, V.A. y Rodríguez Sáenz, A.J. 1971. Analogías climáticas e importancia de los grados de abundancia para la introducción de especies forrajeras. Ejemplo en *Tetrachne dregei* Nees. INTA, IDIA 280: 29-39.

Mitchell, R.; Moser, L.; Anderson, B. y Waller, S. 1996. Switchgrass and Big bluestem for grazing and hay. <http://ianrpubs.unl.edu/range/g1198.htm>.

National Plant Materials Center 1990. Improved conservation plant materials released by SCS and cooperators through december 1990. USDA-Soil Cons. Service (Beltsville, MD).

Nicora, E.G. y Rúgolo de Agrasar, Z.E. 1987. Los géneros de gramíneas de América austral. Ed. Hemisferio Sur (1° ed.).

Orbea, J.R. 1981. Evaluación de cultivares de pasto ovillo. AAPA, Producción Animal 8: 229-244.

Oriente, E.L. y Anderson, D.L. 1978. Influencia del fuego en un área relicto del sorgastral. *Ecología Arg.* 3: 111-116.

Paccapelo, H.A.; Lorda, H.O. y de Ferramola, L.A. 1995. Efectos directos e indirectos de algunos caracteres sobre la producción de forraje de var. cv. Spar. INTA, Rev. Inv. Agr. 26 (1): 127-136.

Pagliaricci, H.R.; Saroff, A.C. y Ohanian, A.E. 1991. Densidad de plantas y producción de forraje de alfalfa (*Medicago sativa* L.) con diferentes frecuencias de corte y descansos de otoño. *Asoc. Arg. Prod. Animal, Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol. 11 (3): 285-293.

Pearson, C.J. y Ison, R.L. 1994. Agronomía de los sistemas pastoriles. Hemisferio Sur (1° ed.).

Perreta, M. y Vegetti, A. 1997. Formas de crecimiento y efectos del corte en gramíneas forrajeras. UNL, Revista FAVE I y II: 68-80.

Petruzzi, H.J.; Stritzler, N.P.; Adema, E.O.; Ferri, C.M. y Pagella, J.H. 2003. Mijo perenne. INTA Anguil "Ing. Agr. G. Covas", Publicación Técnica 51.

Pinto, C.; Zambruno, O. y Cano, E. 1985. Producción forrajera de *B. gracilis* en una temporada de crecimiento. UNLPam, Actas IX Jornadas de Biología y II Jornada de Geología de La Pampa. Serie Suplementos n°1: 25-29.

Plant Materials Center 1988. Improving plants for conservation. USDA-Soil Cons. Service, The Los Lunas P.M.C. Program.

Pratt, J.N.; Novosad, A.C. y Holt, E.C. 1990. Kleingrass. Texas Agric. Ext. Service (The Texas A&M Univ. System).

Privitello, M.J.L. 2004. Efecto de la fertilización nitrogenada en la producción y perfil nutricional de *Panicum coloratum* L. (kleingrass) cv. Klein Verde diferido. In: Privitello y Gabutti (ed.), Producción y calidad nutricional de forrajeras cultivadas y nativas del semiárido sanluiseño: 177-182.

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. In: Privitello y Gabutti (ed.), Producción y calidad nutricional de forrajeras cultivadas y nativas del semiárido sanluiseño: 97-105.

Privitello, M.J.L. y Sager, R.L. 2004. Calidad nutricional y dinámica de la degradabilidad ruminal de la materia seca de *D. eriantha* Steudel subsp. *eriantha* cv. Irene. In: Privitello y Gabutti (ed.), Producción y calidad nutricional de forrajeras cultivadas y nativas del semiárido sanluiseño: 107-129.

Privitello, M.J.L.; Del Bosco, G.H.; Romero, M.B.; Gorina, F. y Sager, R.L. 2004a. Producción acumulada de materia seca y de rebrotes de *Panicum coloratum* cv. Klein grass en la región semiárida pampeana. In: Privitello y Gabutti (ed.), Producción y calidad nutricional de forrajeras cultivadas y nativas del semiárido sanluiseño: 163-167.

Privitello, M.J.L.; Sager, R.L.; Harrison, R. y Gabutti, E.G. 2004b. Perfil nutricional de *Panicum coloratum* L. cv. Klein Verde fertilizado en crecimiento acumulado y rebrotes. In: Privitello y Gabutti (ed.), Producción y calidad nutricional de forrajeras cultivadas y nativas del semiárido sanluiseño: 169-170.

Rabotnikof, C.M.; Hernández, O.A.; Stritzler, N.P.; Gallardo, M.; Funes, E. y Villa, C.A. 1986a. Evaluación de especies forrajeras estivales en la región pampeana semiárida. I. Determinación de pared celular, lignina y desaparición de materia seca en bolsitas de *B. intermedia*, *E. curvula*, *D. eriantha*, *P. antidotale* y *S. leiantha* bajo condiciones de diferimiento. Asoc. Arg. Prod. Anim., Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 6 (1-2): 47-56.

Rabotnikof, C.M.; Stritzler, N.P. y Hernández, O.A. 1986b. Evaluación de especies forrajeras estivales en la región pampeana semiárida. II. Determinación de producción de materia seca, persistencia, proteína y digestibilidad *in vitro* de *B. intermedia*, *E. curvula*, *D. eriantha*, *P. antidotale* y *S. leiantha* bajo condiciones de diferimiento. Asoc. Arg. Prod. Anim., Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 6 (1-2): 57-66.

Renolfi, R.F. 1989. Producción y manejo de forrajeras introducidas y nativas en el Chaco semiárido. In: FAO, Forrajeras y cultivos adecuados para la región chaqueña semiárida: 59-69.

Requejo, V.I. y Harguindeguy, J.J. 1992. Producción forrajera de *B. gracilis* durante una temporada de crecimiento. Rev. Fac. Agron. (UNLPam) Vol. 6 n° 2: 53-62.

Rosa, E.B.; Bianco, C.A.; Mercado, S.E. y Scappini, E.G. 2005. Poáceas de San Luis. Distribución e importancia económica. UNSL-UNRC (1° Ed.).

Rúgolo de Agrasar, Z.E.; Steibel, P.E. y Troiani, H.O. 2005. Manual ilustrado de las gramíneas de la provincia de La Pampa. UNLPam-UNRC (1° Ed.).

Ruiz, M.A.; Adema, E.O.; Rucci, T. y Babinec, F.J. 2004. Producción y calidad de forraje de gramíneas perennes en diferentes ambientes del caldenal. INTA, EEA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas", Publicación Técnica 54.

Skerman, P.J. y Riveros, F. 1990. Tropical grasses. FAO, Plant Production and Protection Series n° 23.

Stritzler, N.P.; Rabotnikof, C.M.; Lorda, H.O. y Pordomingo, A. 1986. Evaluación de especies forrajeras estivales en la región pampeana semiárida. III. Digestibilidad y consumo de *D. eriantha* y *B. intermedia* bajo condiciones de diferimiento. Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 6 (1-2): 67-72.

Terrell, E.E.; Hill, S.R.; Wiersema, J.H. y Rice, W.E. 1986. A checklist of names for 3,000 vascular plants of economic importance. Agric. Handbook 505 (USDA).

Texas A & M University. Grass images. <http://www.csdl.tamu.edu>.

The Texas Agr. Exp. Station, 1983. T-587 Old World bluestem. A germplasm release.

't Mannetje, L. 2004. Grassland and pasture crops. www.fao.org.

Uchtyl, R.J. 1992. *Eragrostis lehmanniana*. In: Fire effects information system. U.S. Dep. of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Res. Station, Fire Sc. Laboratory. <http://www.fs.fed.us>

USDA 2001. Natural Resources Cons. Service. Plants Database. <http://plants.usda.gov/>

Veneciano, J.H. 1997. Evaluación preliminar de gramíneas perennes estivales (1992-3 / 19967). CVT INTA - Forrajeras Avanzadas S.A., Informe.

Veneciano, J.H. 1998a. Evaluación preliminar de gramíneas perennes estivales (1993-4 / 1997-8). CVT INTA - Forrajeras Avanzadas S.A., Informe.

Veneciano, J.H. 1998b. Evaluación preliminar de colecciones de digitaria y antéfora. INTA, EEA San Luis, Información Técnica 144.

Veneciano, J.H. 1999a. Evaluación forrajera preliminar de dos gramíneas estivales promisorias. INTA San Luis, Inf. Técnica 152.

Veneciano, J.H. 1999b. Evaluación preliminar de tres cultivares de *Bothriochloa sp*: rendimiento de materia seca y contenido proteico. INTA San Luis, Inf. Técnica 150.

Veneciano, J.H. y Federigi, M.E. 2005. Las erráticas lluvias de primavera. INTA San Luis, Informativo Rural año 2 n° 6: 4-5.

Veneciano, J.H. y Frigerio, K.L. 2003. Efecto de la defoliación de primavera-verano sobre los rendimientos, composición de la materia seca y contenido proteico del material diferido de gramíneas megatérmicas. INTA, Revista de Investigaciones Agrarias 2 (1): 5-15.

Veneciano, J.H. y Terenti, O.A. 1993. Compendio de experiencias con cultivos forrajeros correspondientes a la zona de influencia de la EEA San Luis (INTA): I.1983-1991. CR La Pampa-San Luis. INTA, Información Técnica 132.

Veneciano, J.H. y Terenti, O.A. 1996a. Producción anual y estacional de forraje de *Digitaria eriantha*, con y sin fertilización, en San Luis (Argentina). Revista de la UNRC 16 (2): 113-122.

Veneciano, J.H. y Terenti, O.A. 1996b. Respuesta de la "paja colorada" (*Sorghastrum pellitum* (Hackel) L. Parodi) a distintas frecuencias de defoliación. I. Rendimientos de materia seca. Revista de la UNRC 16 (1): 69-78.

Veneciano, J.H. y Terenti, O.A. 1996c. Respuesta de la "paja colorada" (*Sorghastrum pellitum* (Hackel) L. Parodi) a distintas frecuencias de defoliación. II. Efecto sobre indicadores de calidad. Revista de la UNRC 16 (1): 79-87.

Veneciano, J.H. y Terenti, O.A. 1997. Efectos del momento de defoliación inicial y la fertilización nitrogenada en *Digitaria eriantha* Steudel subsp. *eriantha* cv. Irene. Rendimientos y calidad de la forrajimasa. UNLPam, Revista de la Facultad de Agronomía 9 (2): 41-56.

Veneciano, J.H.; Frigerio, K.L. y Frasinelli, C.A. 2004. Acumulación de forrajimasa e indicadores de calidad de gramíneas perennes fertilizadas. UNLPam, Revista de la Facultad de Agronomía Vol. 15 n° 1/2: 43-55.

Veneciano, J.H.; Frigerio, K.L. y Frasinelli, C.A. 2005. Crecimiento acumulado de digitaria fertilizada con N: rendimiento y calidad forrajera. In: IVª Reunión de producción vegetal y IIª de producción animal del NOA (Tucumán, 28 y 29 de abril). Facultad de Agronomía y Zootecnia, UNT. Formato electrónico.

Veneciano, J.H.; Rosa, M.A. y Giulietti, J.D. 1994. La introducción de germoplasmas forrajeros en San Luis. Una somera descripción de recursos promisorios. CVT INTA San Luis-Forrajeras Avanzadas S.A.

Veneciano, J.H.; Sager, R.L. y Bertón, J.A. 1993. Producción anual y estacional de forraje de *Sorghastrum*

pellitum (Hackel) L. Parodi. AAPA, Revista Argentina de Producción Animal 13 (1): 81-90.

Veneciano, J.H.; Terenti, O.A. y del Castello, E.R. 1998. Variación estacional de rendimientos y calidad de *Digitaria eriantha*, con y sin fertilización. INTA San Luis, Inf. Técnica 146.

Veneciano, J.H.; Terenti, O.A. y Federigi, M.E. 2000. Villa Mercedes (SL): reseña climática del siglo XX. INTA San Luis, Información Técnica 156.

Veneciano, J.H.; Terenti, O.A. y Funes, M.O. 2003. Valoración de recursos forrajeros nativos e introducidos. *In*: Aguilera, M.O. y Panigatti, J.L. (Ed.) INTA, Con las metas claras. La EEA San Luis: 40 años a favor del desarrollo sustentable, Cap. 7: 125-139.

Veneciano, J.H.; Terenti, O.A.; Sager, R.L. y Bertón, J.A. 1996. Variación estacional de rendimiento, proteína bruta y minerales en *Sorghastrum pellitum* (Hackel) Parodi (pasto de vaca). INTA San Luis, Información Técnica 139.

Viglizzo, E.F. 1981. Los potenciales de los sistemas. *In*: Dinámica de los sistemas pastoriles de producción lechera. Ed. Hemisferio Sur (1° ed.).

Virasoro, J.A. y Ferreyra Senestrari, R.H. 1987. Evaluación de especies forrajeras introducidas en campo anexo Deán Funes (Cba., Argentina). INTA Manfredi - Marcos Juárez, Rev. Agropecuaria RAM III (2) Sec. Avances técnicos: 5-17.

Whitehead, D. 1970. The role of nitrogen in grassland productivity. A review of information from temperate regions. Commonwealth Bureau of pastures and fields crops. Bulletin 48: 210.

Whyte, R.O.; Moir, T.R. y Cooper, J.P. 1971. Las gramíneas en la agricultura. FAO, Estudios agropecuarios 42 (3° ed.).



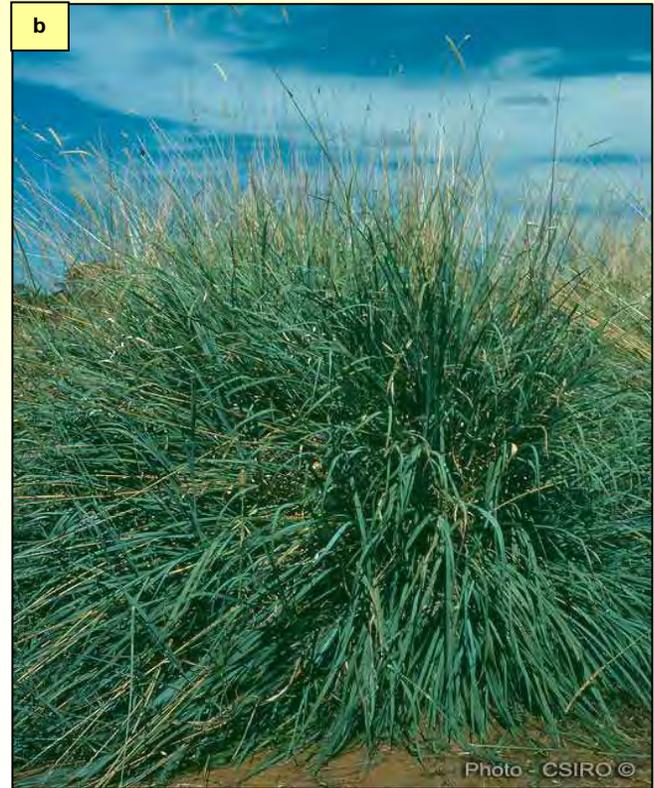


Figura 1.1. *Anthephora pubescens* Nees: a, Material seminal y plántulas; b, Ejemplar aislado de notable desarrollo; c, Detalle de inflorescencia y “semillas” (fascículos); d, Plantas jóvenes; e, Rebrote primaveral. Cook *et al.*, 2005; INTA San Luis.



Figura 1.1 (Cont.). *Anthephora pubescens* Nees: f, Cultivo en floración; g, Cultivo diferido (segado) asociado con poa (Est. La Esperanza, Villa Mercedes). Cook *et al.*, 2005; INTA San Luis.



Figura 1.2. *Digitaria eriantha* Steudel: a, Parcelas experimentales, en estado vegetativo; b, Cultivo en prefloración; c, Plantas en inicio de floración (cv. Irene). INTA San Luis.

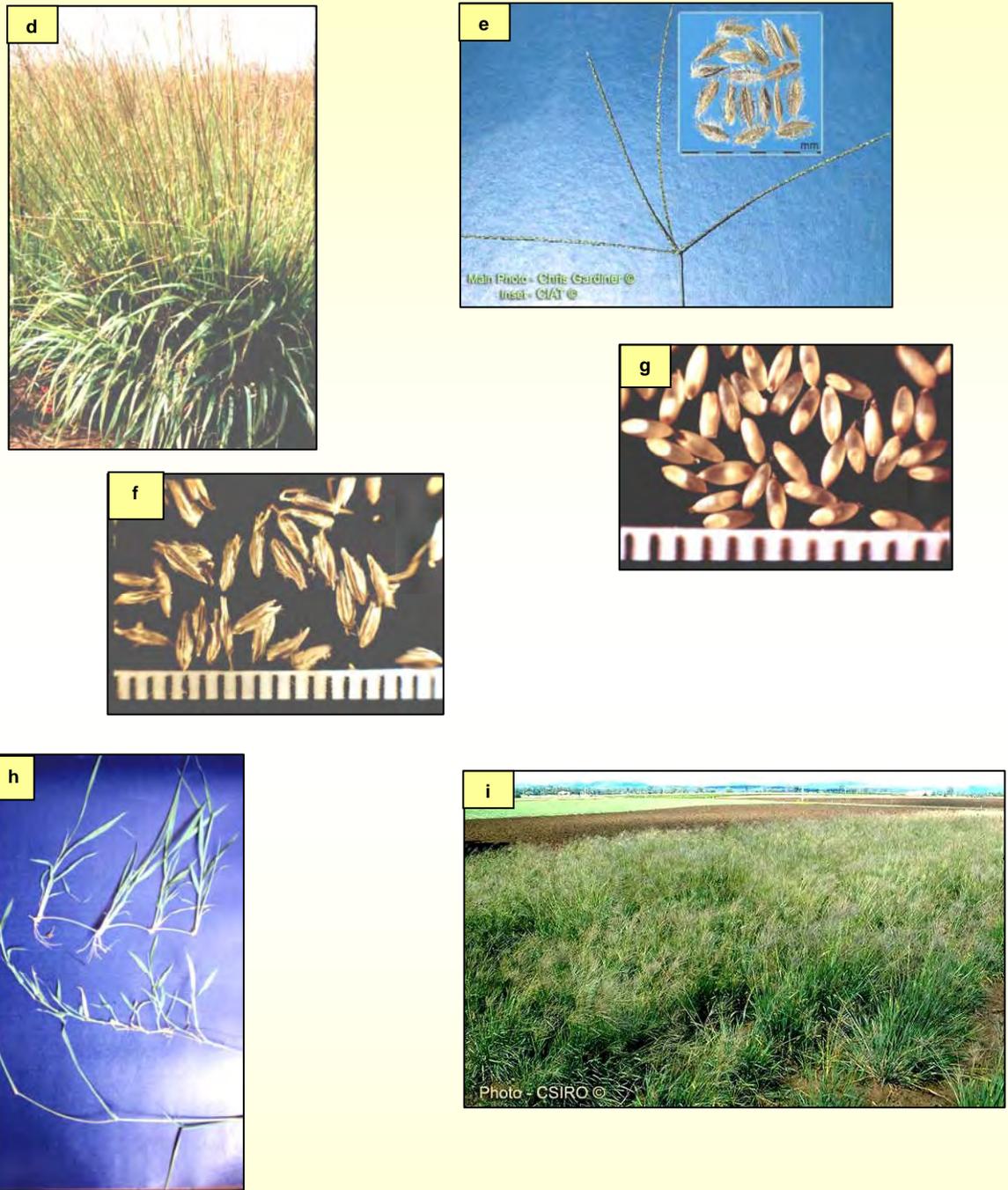


Figura 1.2 (Cont.). *Digitaria eriantha* Steudel: d, Cultivo panojado (cv. Irene); e, Detalle de inflorescencia y espiguillas; f, Antecios maduros; g, Cariopses; h, Var. estoloníferas: detalle; i, Cv. Premier (Australia). Cook *et al.*, 2005; INTA San Luis.

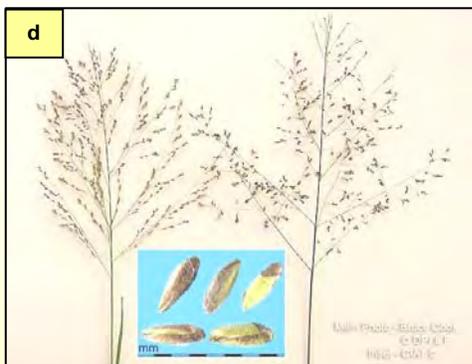


Figura 1.3. *Panicum coloratum* L.: a, Plantas en estado vegetativo; b, Inicio de floración; c, Cultivo en floración (cv. Verde); d, Detalle de inflorescencia y espiguilla; e, Cultivo diferido (segado) asociado con poa (Est. La Esperanza). Cook *et al.*, 2005; INTA San Luis.

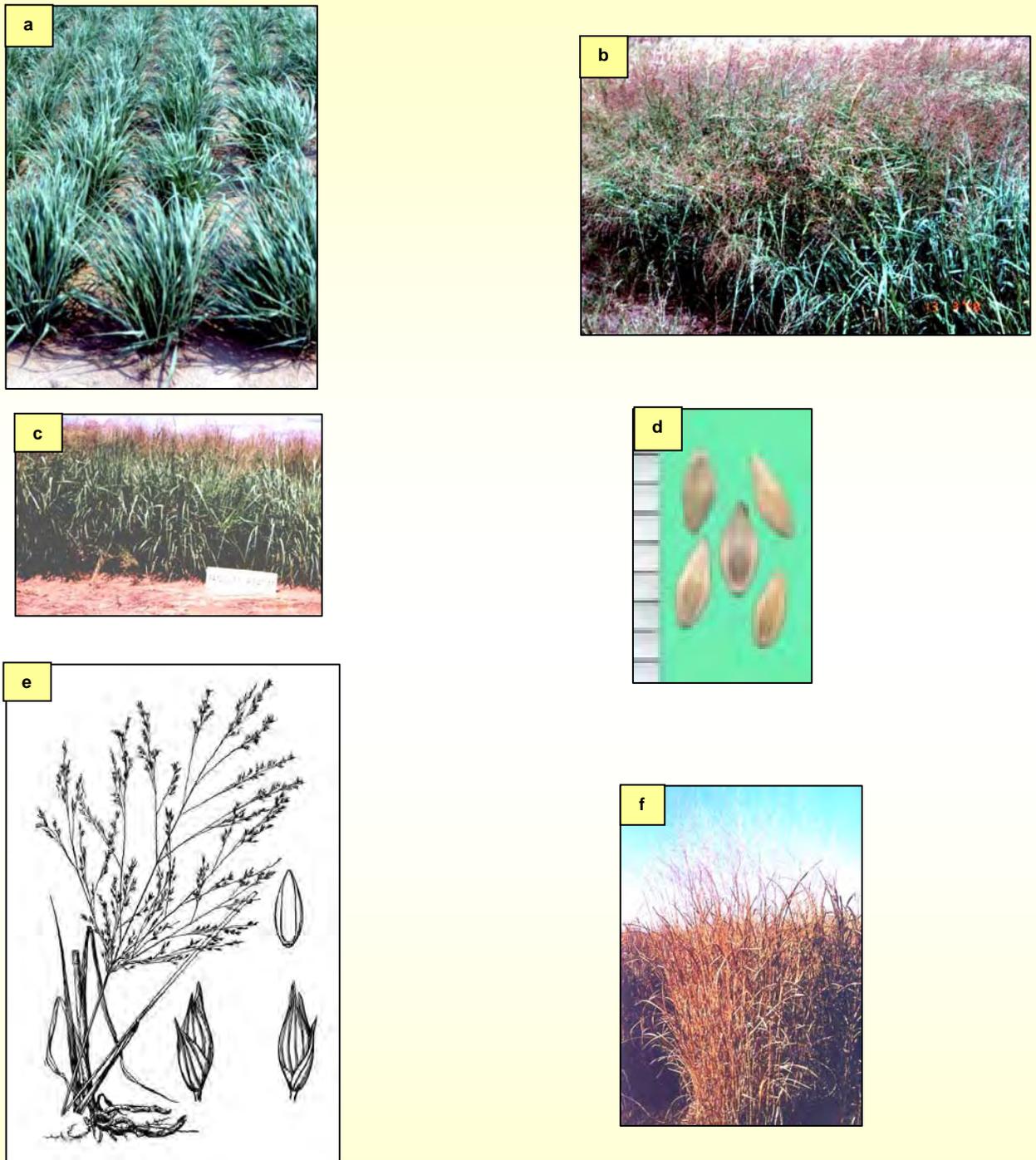


Figura 1.4. *Panicum virgatum* L.: a, Plantas en estado vegetativo; b, Plena floración (cv. Álamo); c, Inicio de diseminación; d, Detalle de espiguilla; e, Ilustración de inflorescencia y espiguilla; f, Plantas en condición de diferido. USDA, 2001; INTA San Luis.

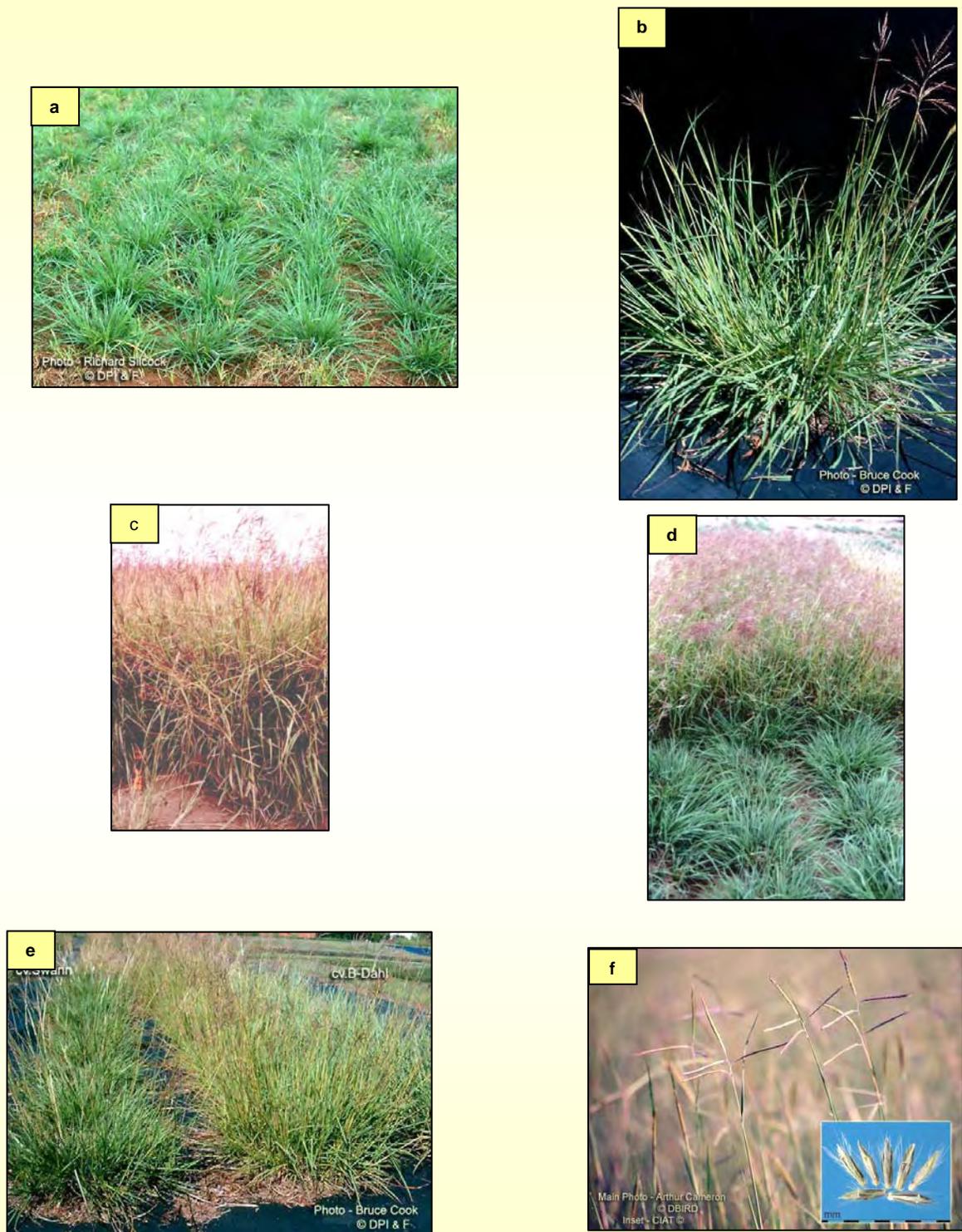


Figura 1.5. *Bothriochloa bladhii* (Retz.) Blake: a, Plantas en rebrote; b, Ejemplar joven; c, Floración (cv. Dahl); d, Plantas bajo defoliación y, al fondo, con crecimiento acumulado; e, Contraste entre cultivares; f, Detalle de inflorescencia y espiguillas. Cook *et al.*, 2005; INTA San Luis.



Figura 1.6. *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng: a, Plantas en floración: cv. WW Spar; b, Floración del cv. WW Iron Master; c, Detalle de la inflorescencia (en antesis); d, Espiguillas; e, Diferencia de ciclo entre *B. ischaemum* (diseminado) y *B. bladhii* (en floración). Cook *et al.*, 2005; INTA San Luis.

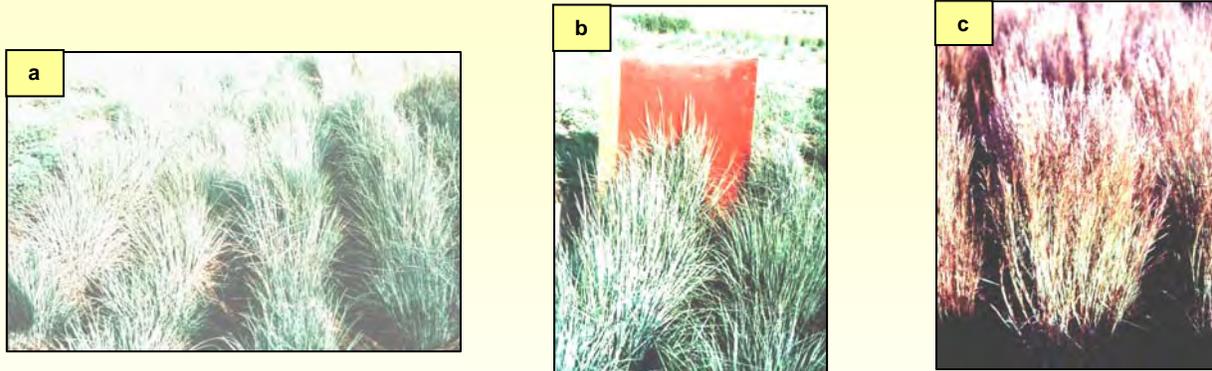


Figura 1.7. *Schizachyrium scoparium* (Mich.) Nash: a, Plantas en estado vegetativo; b, Prefloración; c, Floración (cv. Cimarrón). INTA San Luis.

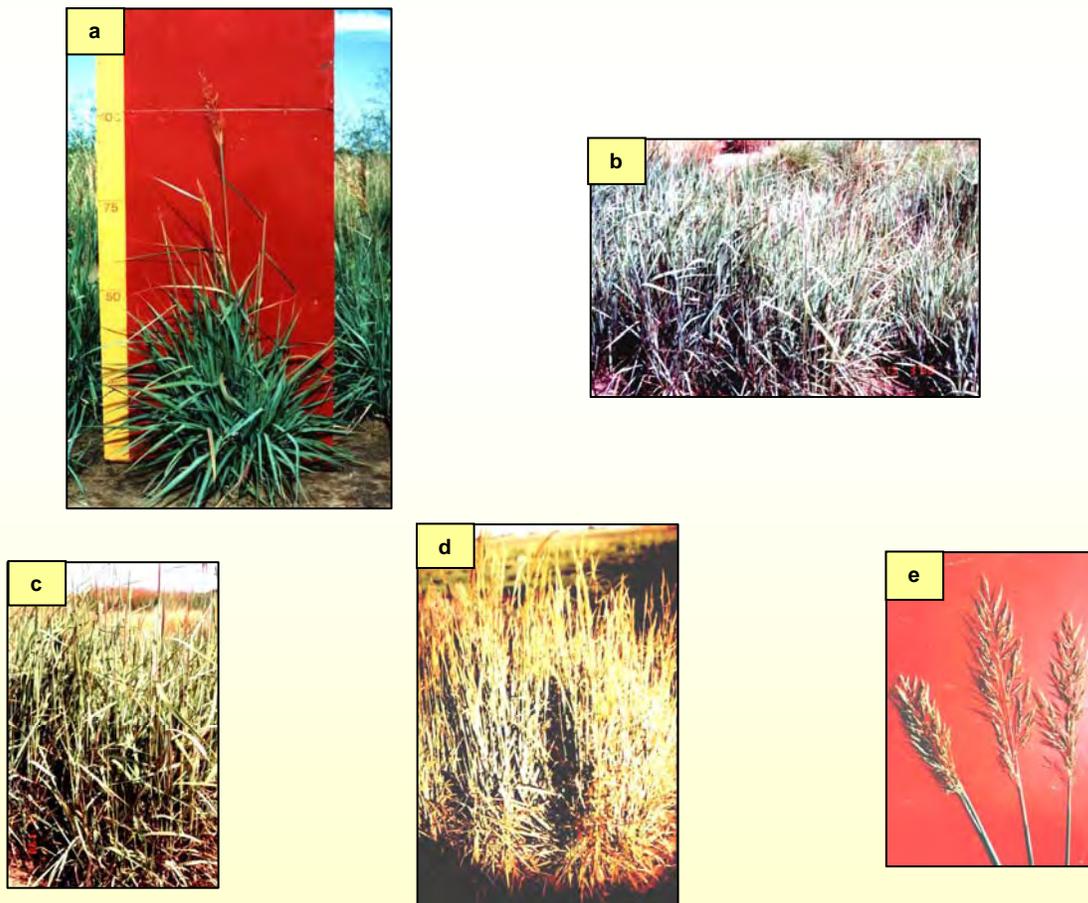


Figura 1.8. *Sorghastrum nutans* (L.) Nash: a, Planta joven; b, Inicio de floración (cv. Lometa); c, Inicio de floración (detalle); d, Plena floración; e, Inflorescencia. INTA San Luis.

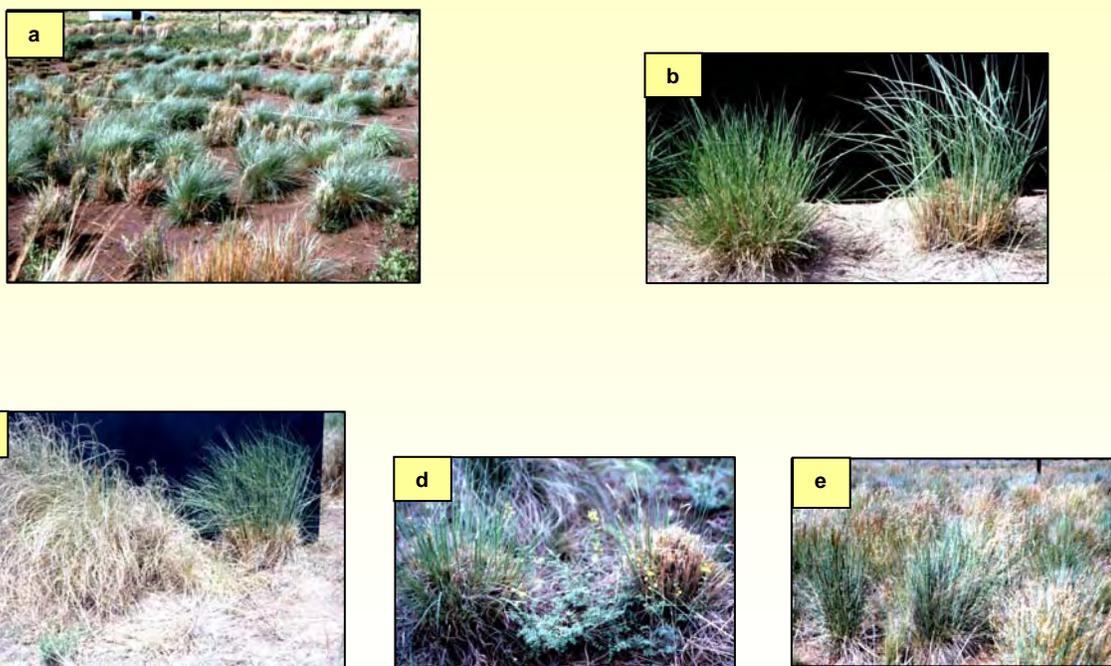


Figura 1.9. *Sorghastrum pellitum* (Hack.) Parodi: a, Plantas en rebrote; b, Rebrote (detalle); c, Contraste entre rebrote y crecimiento acumulado; d, Plantas asociadas naturalmente con adesmia (leguminosa nativa); e, Inicio de floración. INTA San Luis.

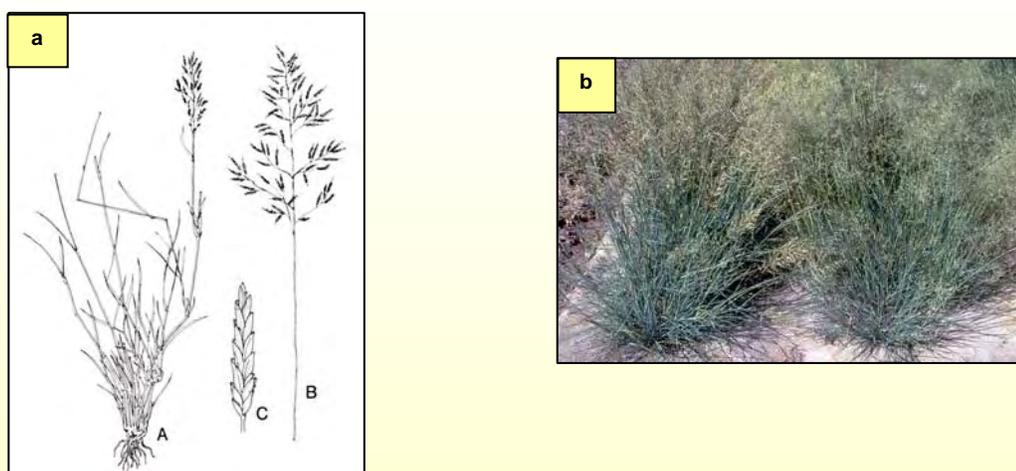


Figura 1.10. *Eragrostis lehmanniana* Nees: a, Ilustración de la planta y, en detalle, panoja y espiguilla; b, Plantas en floración. USDA, 2001.

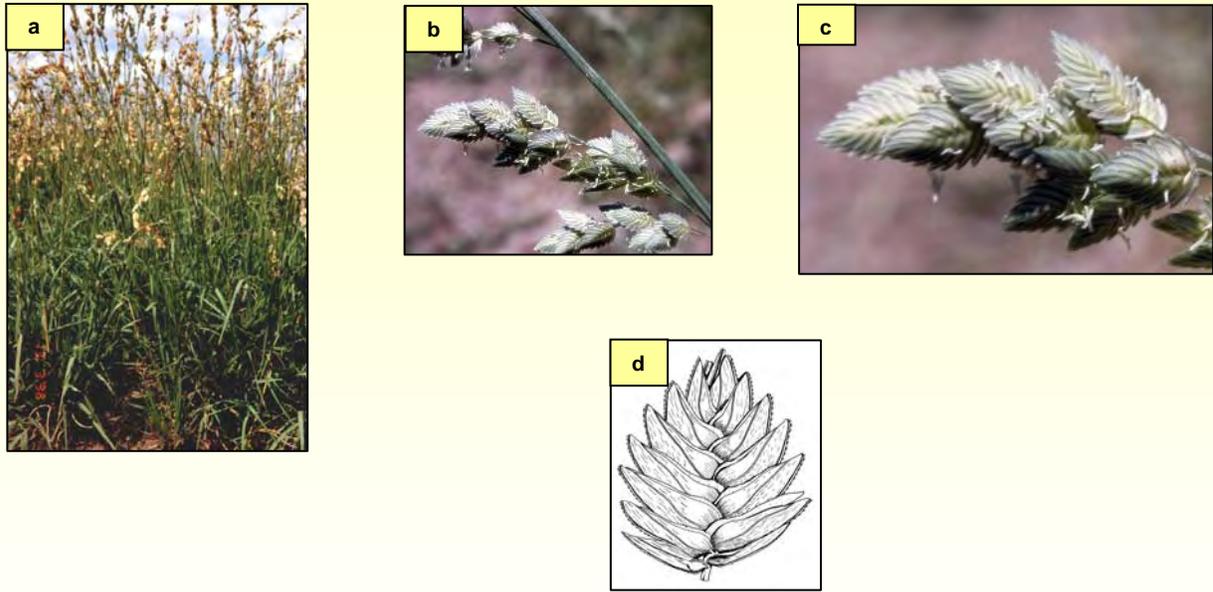


Figura 1.11. *Eragrostis superba* Wawra & Peyr.: a, Plantas panojadas (cv. Palar); b, Rama floral; c, Espiguillas; d, Detalle de espiguilla. Texas A & M Univ.; Fish, 2002; INTA San Luis.

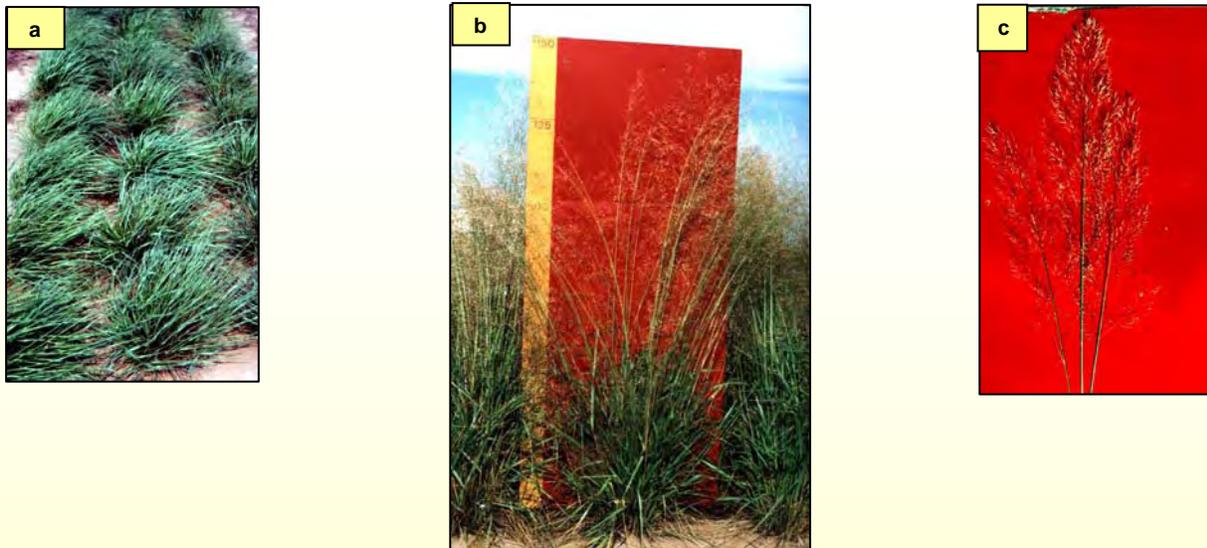


Figura 1.12. *Eragrostis trichodes* (Nutt.) Wood: a, Plantas en estado vegetativo; b, Ejemplar aislado, en floración (cv. Mason); c, Detalle de inflorescencia. USDA, 2001.

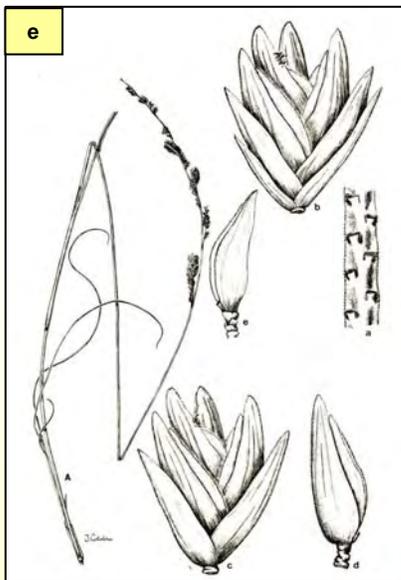
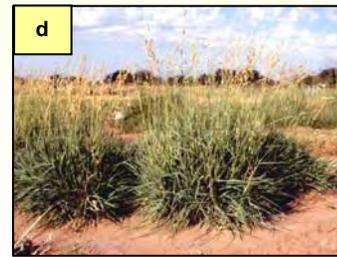


Figura 1.13. *Tetrachne dregei* Nees: a, Cultivo en estado vegetativo; b, Detalle del rebrote; c, Plantas jóvenes en inicio de floración; d, Matas de gran desarrollo; e, Ilustración de inflorescencia y espiguillas; f, Cultivo diferido; g, Pastoreo del diferido por bovinos. INTA San Luis; Nicora y R. de Agrasar, 1987.

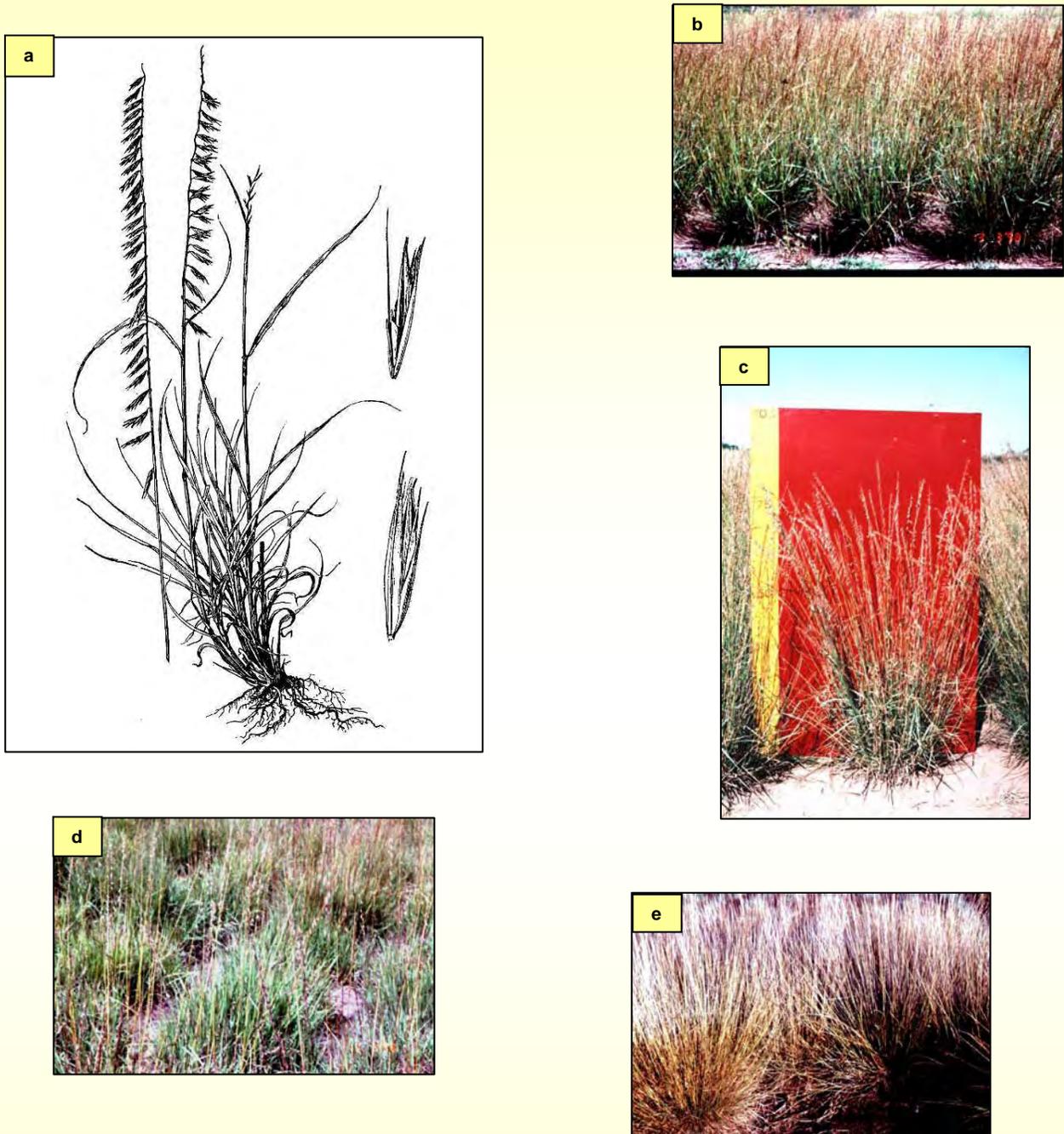


Figura 1.14. *Bouteloua curtipendula* (Mich.) Torrey: a, Ilustración de la planta y detalle de la espiguilla; b, Cultivo panojado (cv. Niner); c, Detalle de planta (cv. Niner); d, Floración (cv. El Reno); e, Cultivo diferido (cv. Niner). INTA San Luis.

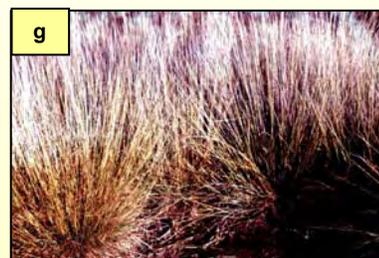


Figura 1.15. *Bouteloua gracilis* (Willd.) Lagasca: a, Ilustración de la planta y detalle de la espiguilla; b, Rebrote: diferencias entre cultivares; c, Cultivo en floración (cv. Hachita); d, Vista próxima; e, Planta florecida (cv. Hachita); f, Inflorescencia; g, Cultivo diferido (cv. Hachita). INTA San Luis.

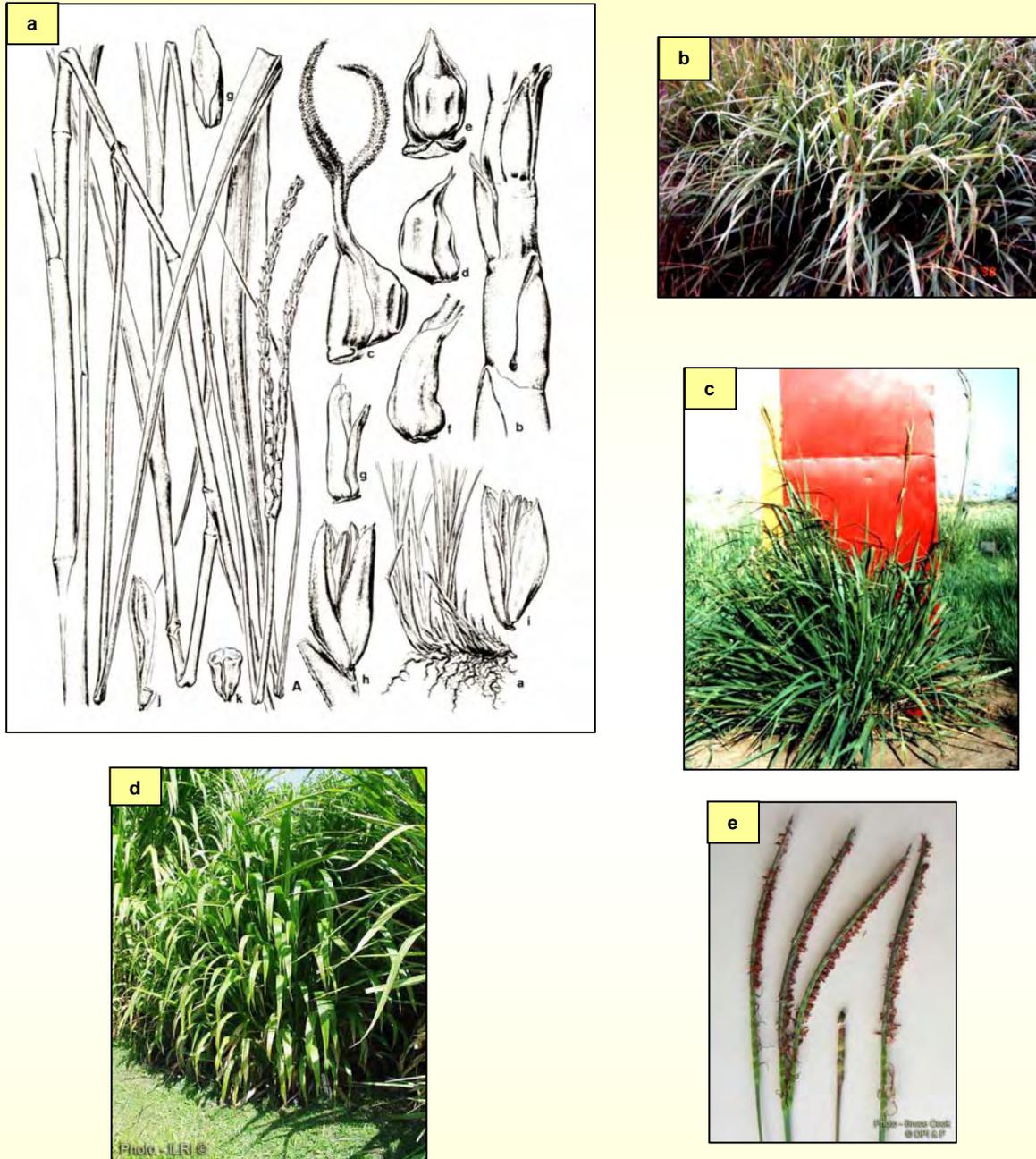


Figura 1.16. *Tripsacum dactyloides* (L.) L.: a, Ilustración de la planta y detalle de la espiguilla; b, Rebrote; c, Ejemplar joven (cv. luka); d, Cultivo de gran desarrollo; e, Detalle de inflorescencia. Nicora y R. de Agrasar, 1987; Cook *et al.*, 2005; INTA San Luis.



Figura 1.16 (Cont.). *Tripsacum dactyloides* (L.) L.: f, Espiguillas; g, Material seminal (detalle de artejo y cariopse). Cook *et al.*, 2005; INTA San Luis.

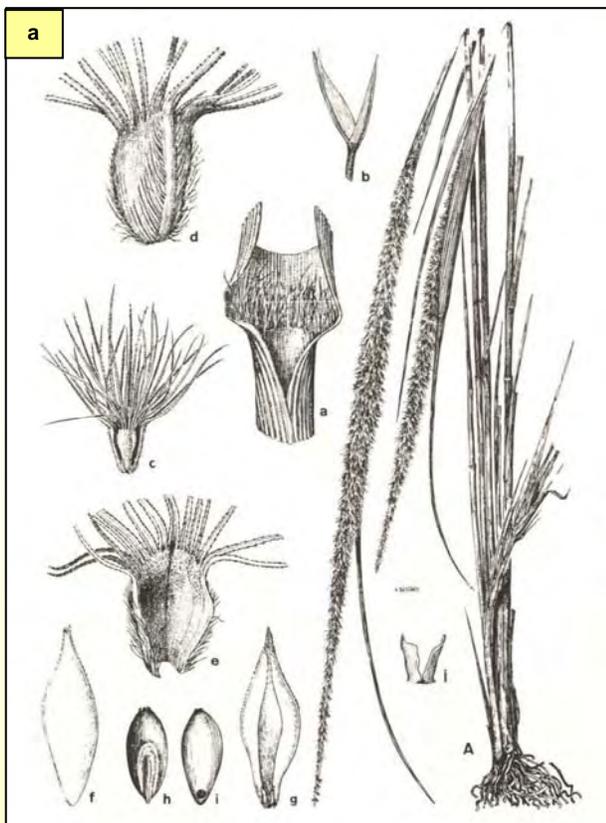


Figura 1.17. *Pappophorum caespitosum* Fries: a, Ilustración de la planta y, en detalle, espiguilla y cariopse; b, Colección integrada por accesiones de la prov. de San Luis; c, Cultivo joven panojado. Nicora y R. de Agrasar, 1987; INTA San Luis.

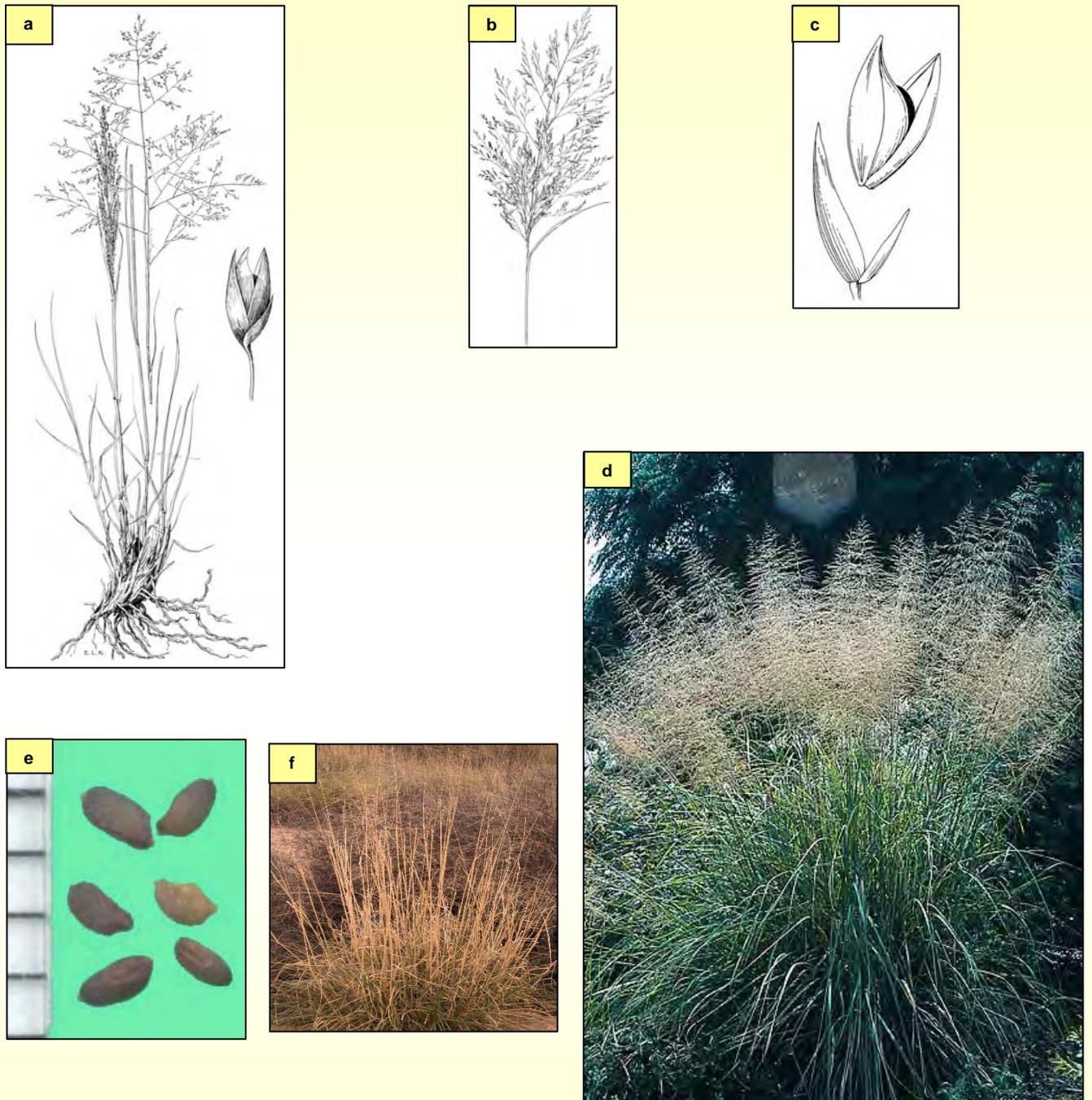


Figura 1.18. *Sporobolus airoides* (Torr.) Torrey: a, Ilustración de la planta y, en detalle, espiguilla; b, Inflorescencia; c, Espiguilla; d, Cariopses; e, Planta florecida; f, Diferido. Texas A & M Univ.