

Consideraciones para la selección y manejo de especies tolerantes a la sequía.

Some consideration in the selection and management
of tolerant species at drought period.

Jesús Faría-Marmol¹

Resumen

En este artículo, se revisa como el estrés hídrico ocurre en los tejidos de las plantas, y cuales son las formas en que ellas reaccionan a la sequía, haciendo énfasis en las implicaciones que tiene el déficit hídrico en la productividad y persistencia de las pasturas tropicales, y en la producción animal. Planteamos algunas consideraciones en el diseño y manejo de las pasturas para el clima seco estacional de Venezuela y discutimos acerca de las especies forrajeras, gramíneas y leguminosas, con mayor productividad y tolerancia a la sequía.

Palabras claves: Pastos tropicales, repuestas fisiológicas, tolerancia a la sequía, manejo de pasturas.

Abstract

Water shortage in plant tissues and the way that plants react are generally know. This paper reviews, how water shortage in plants tissues occurs and the ways that plants react to it, with emphasis on their implications for the production and persistence of tropical pasture and animal production. Considerations in the design and management of pasture in seasonally dry climate of Venezuela are discussed. Species grasses and legumes with greater drought tolerance are given.

Key words: Tropical pasture, response physiological, tolerance dehydration, management of pasture.

Introducción

La cantidad de precipitación y especialmente su distribución estacional constituye uno de los factores climáticos, que más limitan, la productividad y utiliza-

ción de las pasturas en el trópico. La gran importancia del agua deriva de su gran efecto en el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que actúa en ellas como constitu-

1. Investigador FONAIAP-CIADEZ. Km 7 vía Perijá. Apartado de correo 1316. Maracaibo-Zulia

yente, solvente, reaccionante, responsable del turgor celular, y reguladora de su temperatura.

La sequía es un período del año, durante el cual la lluvia resulta insuficiente para que las plantas crezcan, generalmente viene acompañada de elevadas temperaturas y altas tasas de evaporación que ocasionan un déficit hídrico severo.

Una prolongada época seca (sequía) afecta negativamente, la cantidad y la calidad del forraje, causando una reducción sustancial de la producción y productividad animal. Sin embargo existen especies que presentan una mayor tolerancia a el déficit de agua, conservando por más tiempo su producción y calidad forrajera, disminuyendo el efecto negativo de la sequía sobre la producción animal

Ante esta situación los objetivos que se persigen son:

Revisar como el estrés hídrico ocurre en los tejidos de las plantas y la forma como ellas reaccionan a la sequía haciendo énfasis en las implicaciones que el déficit de agua tiene sobre la productividad y persistencia de las pasturas tropicales

Realizar algunas consideraciones en el diseño y manejo de las pasturas, en el clima seco estacional de Venezuela.

Discutir acerca de las especies forrajeras con mayor tolerancia a la sequía, que actualmente están disponible para Venezuela.

Efectos de la sequía sobre las plantas:

Cuando la pérdida de agua de los tejidos de la planta, supera la suplencia de la misma, estos se deshidratan, afectando el comportamiento a nivel celular, fisiológico, y morfológico, disminuyendo el crecimiento de la planta y retardando su desarrollo.

El déficit hídrico en las primeras etapas de crecimiento de las plantas reduce el número de yemas basales, diametro y cantidad de tallos por planta, número y longitud de los entrenudos; así como también el número y tamaño de las hojas (15,26).

Los déficits de agua afectan el desarrollo y crecimiento de las plantas, porque disminuyen la tasa fotosintética, retardan el envejecimiento y la ontogenia de gramíneas como *P. maximum* (30) y de algunas leguminosas, quienes frecuentemente son más digestibles, cuando se desarrollan con cierto déficit de agua, debido a una disminución más lenta de la relación hoja/tallo y una menor velocidad en la formación de la pared celular secundaria de los tallos, que va unida a su lignificación (5).

La sequía además puede acelerar la fase de floración y la producción de semillas como en *Stylosanthes humilis* (16) y *Macroptilium atropurpureum* (18).

El estrés hídrico aumenta la tasa de senescencia de las hojas viejas. Con severos déficit de

agua, las hojas se desprenden reduciendo la relación hoja/tallo y la calidad del forraje. Si el estrés ocurre, durante la fase de crecimiento o prefloración, las plantas pueden recuperarse y alcanzar una relación hoja/tallo normal con pocas pérdidas en producción.

Pero si el estrés ocurre durante la floración, existe poco tiempo para que la planta se recupere y la calidad del forraje puede verse afectada (5).

La sequía reduce la tasa de traslocación de nutrimentos y aumenta el catabolismo de las proteínas (19).

Otros procesos metabólicos como la germinación de la semilla, el desarrollo de las plantulas, y en el caso de las leguminosas la fijación de nitrógeno, son muy susceptibles a la sequía. Este último efecto parece una consecuencia de la disminución en el proceso de fotosíntesis que ocurre durante el déficit de humedad (5).

Las plantas mueren si son incapaces de tolerar el déficit hídrico que se desarrolla en sus tejidos, como consecuencia de la sequía. En términos ecológicos esto impone una presión de selección en las especies, y estimula la sobrevivencia de genotipos que han desarrollado mecanismos para sobrevivir a la sequía.

Mecanismos de adaptación de las plantas a la sequía:

Los mecanismos de adaptación que han desarrollado las plan-

tas para responder al estrés hídrico difieren y han sido resumidos por Kramer (20), quien los ha clasificado, dependiendo si se considera el comportamiento ecológico o los mecanismos fisiológicos.

A nivel ecológico, las plantas pueden escapar o tolerar los efectos de una sequía por dos vías, completando su ciclo de vida tan rápidamente, que pasan el período seco como semilla, escapando a sus consecuencias, o transcurriendo la sequía como plantas, enfrentando sus efectos.

Durante los períodos de déficit hídrico, la tasa de pérdida de agua del sistema suelo/planta, excede, la habilidad del sistema para mantener hidratados los tejidos, y genera un número de respuestas fisiológicas que permiten clasificar las plantas, dependiendo si el mecanismo sirve para prevenir nuevas pérdidas de agua (mecanismo de evasión) o permitir que esta continúe (mecanismo de tolerancia).

Escape a la sequía:

Es una característica de las plantas anuales que cumplen su ciclo de vida durante la estación favorable y producen semilla antes de que se agote la provisión de agua en el suelo, como ocurre con *Stylosanthes humilis* (17), quien además, posee mecanismos de evasión y tolerancia a la deshidratación, que acciona cuando se presentan déficits hídricos cortos durante la estación de crecimiento.

Similar patrón muestra el *Centrosema pascuorum*: con ciclo anual, rápido crecimiento, masiva floración y producción de semillas, estrechamente relacionadas al clima, tolerancia extrema a bajos potenciales hídricos en la hoja, movimientos foliares para reducir la intersección de luz, folíolos angostos para reducir la radiación e incrementar la pérdida de calor, y una alta proporción de semillas duras (9).

Evasión a la sequía:

En esta estrategia, los mecanismos contribuyen a posponer la deshidratación, reduciendo la pérdida de agua de los tejidos y haciendo disminuir la tasa con que la planta declina su estatus de agua, tardando entonces mayor tiempo en alcanzar los potenciales hídricos letales.

Los mecanismos de evasión, incluyen modificaciones estructurales en la planta, como el aumento en la profundidad y extensión de las raíces, que aprovecharán así el agua contenida en un mayor volumen de suelo, por ejemplo, *Leucaena leucocephala* (14), *M. atropurpureum* y *S. humilis* (29). En general las especies leguminosas poseen raíces más profundas que las gramíneas (27).

Un control estomático preciso modera la pérdida excesiva de agua y optimiza la fotosíntesis (2). El cierre estomático ocurre respondiendo al estado hídrico de las plantas, cuando ha estado expuesta a cierta desecación del tejido foliar (22), o a las condiciones ambientales, ejem:

cuando baja la humedad atmosférica, como hace *M. atropurpureum* (28).

Algunas especies como *C. ciliaris*, *P. maximum* y *H. contortus* son capaces de ajustar el comportamiento estomático a medida que aumenta el estrés hídrico (23), esto permite a la planta mantener cierto grado de turgor y un relativo crecimiento a medida que avanza el periodo seco. Sin embargo, las ganancias en términos productivos son bajas y no muy seguras (25).

En el paraheliotropismo, que se manifiesta principalmente en los folíolos de diversas leguminosas; la hoja se orienta paralelamente a los rayos solares, disminuyendo así la temperatura foliar y la tasa de transpiración como ocurre en *Macrotilium atropurpureum* (4).

La reducción del área foliar, por aumento de la senescencia en las hojas viejas y reducción del tamaño en las hojas nuevas, también disminuye la pérdida de agua; este tipo de evasión se ha encontrado en *H. rufa*, *M. minutiflora* y en leguminosas como *M. atropurpureum* y *S. humilis* (17).

Tolerancia a la sequía:

La tolerancia a la sequía implica mecanismos fisiológicos y el mantenimiento de cierto grado de actividad metabólica a bajos potenciales hídricos foliares. La tolerancia a la deshidratación, se puede cuantificar tomando como base el potencial hídrico foliar al cual se

marchita la última hoja de la planta (21).

Las plantas tolerantes a la sequía, normalmente activan mecanismos de ajuste osmótico y estomático (23).

El ajuste osmótico es un proceso que consiste en una disminución progresiva del potencial osmótico foliar -por aumentos en la concentración de solutos o por cambios estructurales- a medida que aumenta el estrés hídrico. Este mecanismo permite el sostenimiento parcial del turgor celular a potenciales hídricos bajos, el mantenimiento de la absorción de agua y la apertura estomática (17).

Las leguminosas forrajeras en comparación con las gramíneas, presentan una amplia variación en la tolerancia a la sequía y en su capacidad de ajuste osmótico (Cuadro 1).

Actualmente, la contribución del ajuste osmótico a la tolerancia a la sequía en las plantas, no se considera tan importante como en el pasado (31), y existen evidencias de que la respuesta a la sequía de las especies forrajeras tropicales perennes, es efecto de una combinación de estrategias de tipo evasivo y de tolerancia (2).

Especies con alto potencial forrajero para regiones secas de Venezuela:

Durante los últimos años, en Venezuela y en el mundo tropical se han venido desarrollando importantes esfuerzos en investigación y

desarrollo de pasturas para regiones con prolongados períodos secos. Esto, con la finalidad de lograr un suministro forrajero uniforme en cantidad y calidad a través del año y evitar de esta manera, las enormes pérdidas que tradicionalmente acarrea el déficit hídrico estacional en la producción animal.

Entre los resultados de estas investigaciones, se encuentra la identificación de especies forrajeras productivas y persistentes ante situaciones de prolongado déficit hídrico, que con un manejo basado en el empleo de mínimos insumos, contribuyen sustancialmente a solucionar el problema de alimentación en los rebaños. Muchas de estas especies están siendo empleadas por los productores; mientras otras de ellas se encuentran en franco proceso de adopción, en las distintas zonas climáticas del trópico bajo de Venezuela.

Nosotros consideraremos los regiones del trópico bajo Venezolano: Areas subhúmedas (bosque seco tropical) con 4 a 7 meses húmedos y áreas secas (bosque muy seco tropical) con 2 a 4 meses húmedos. Un mes húmedo es aquel en el cual el promedio de precipitación supera la evaporación potencial.

Areas secas:

El bosque muy seco tropical en Venezuela, cubre un área de aproximadamente 266.300 has (2.91% del país) distribuidas al Norte, fundamentalmente en una faja este-oeste en los estados Zulia y Falcón, y al

Cuadro 1. Tolerancia a la deshidratación (TD) y ajuste osmótico máximo (AOM) en gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales.

Espece	TD (MPa)	AOM (MPa)
Leguminosas		
<i>Macroptilium atropurpureum</i> cv.Siratro	-2.3	0.2-0.3
<i>Rhynchosia minima</i>	-3.8	0.2
<i>Stylosanthes humilis</i> cv.Patterson	-6.5	0.9
<i>Centrosema pubescens</i> cv.Belalto	-8.2	0.5
<i>Stylosanthes guianensis</i> cv.Oxley	-10.4	1.0
<i>Centrosema pascuorum</i> CPI 55697	-12.1	0.6
<i>Stylosanthes hamata</i> cv.Verano	-12.5	0.8
Gramíneas		
<i>Heteropogon contortus</i>	-13.0	0.4
<i>Panicum maximum</i> var.trichoglume	-13.0	0.5
<i>Cenchrus ciliaris</i> cv. Biloela	-13.0	0.7
<i>Axonopus compressus</i>	-13.0	1.4
<i>Melinis minutiflora</i>	-13.0	1.1
<i>Setaria sphacelata</i> cv.Nandi	-10.7	0.7
<i>Brachiaria decumbens</i>	-13.0	0.9
<i>Brachiaria mutica</i>	-12.5	1.0
<i>Chloris gayana</i>	-13.0	0.7
<i>Trachypogon plumosus</i>	-11.6	1.6
<i>Hyparrhenia rufa</i>	-12.2	0.9
<i>Andropogon gayanus</i>	-13.0	1.0

FUENTE: Baruch y Fisher(1991)

suroeste de Barcelona, estado Anzoátegui (10).

El promedio anual de precipitación varía generalmente entre

500 y 1000 mm lo cual es de dos a cuatro veces menor que la evapotranspiración potencial.

La gramínea *Cenchrus ciliaris* de rápido crecimiento, alta producción de semilla y elevada tolerancia a la sequía, está naturalizada en una gran porción de estas áreas, dando muestras de gran adaptación a los suelos predominantes y a los distintos déficit que ocurren en el rango de precipitaciones entre los 500 y 1000 mm (3,6).

El *Andropogon gayanus*, con alta eficiencia en el uso de agua, poco exigente en fertilidad de suelos y muy tolerante a la sequía, es otra gramínea con potencial para la zona, especialmente, en suelos de baja fertilidad y donde el promedio anual de precipitación varía entre 700 y 1000 milímetros (7,11).

En cuanto a las leguminosas existen varias alternativas: La *Leucaena leucocephala* un árbol fijador de nitrógeno, que ha mostrado un alto potencial forrajero, ya que su mecanismos de evasión y tolerancia a la sequía le permiten permanecer verde y en crecimiento durante toda la época seca, aún bajo pastoreo (12,13,14).

La alta producción de materia seca, su excelente valor nutritivo y gran persistencia, definen a la *Leucaena* como la primera opción para esta región. Puede manejarse perfectamente asociado con gramíneas, en bancos de proteína y es ideal para la práctica del diferimientos de potreros (12,13).

El *Stylosanthes hamata* y *Stylosanthes humilis* crecen en forma natural, perennes y normalmente asociadas al *C. ciliaris*, exhiben

un rápido crecimiento y producción de semillas, permaneciendo verdes hasta bien entrado el período seco, son de alto valor nutritivo y lo mantienen aún como heno en pie (24), por lo que constituyen un complemento importante de las gramíneas adaptadas a estas zonas.

Estas especies de *Stylosanthes*, tienen además formas de crecimiento anual que escapan a la sequía, completando su ciclo de vida antes de que la deshidratación de sus tejidos sea crítica para su supervivencia. En general han desarrollado mecanismos como movimientos de las hojas, profundidad de raíces y disminución del área foliar que le permiten posponer la deshidratación y sus efectos hasta bien entrado el período seco.

Sin embargo no resultan tan atractivas a la producción animal como las formas perennes, debido a que el rocío y las lluvias suaves y extemporaneas pueden causar serios daños a la calidad del heno en pie; que va a ser usado durante la sequía.

El *Centrosema pubescens* y *C. macrocarpum*, dentro de las especies perennes de *Centrosema* han expresado una buena adaptación (12,13). Mientras que en las formas de crecimiento anual se destaca el *Centrosema pascuorum* (9).

Areas subhúmedas:

El bosque seco tropical ocupa aproximadamente un 37,6% (342.600 has.) de la superficie total del país. El promedio anual de pre-

cipitación es de 1000 a 1800 mm; caracterizados por una fuerte sequía de 4 a 6 meses, seguida por una estación con agua sobrante (10).

En regiones sin restricciones severas de fertilidad de suelo (pH 5) y mediano contenido de nutrientes, el pasto guinea (*Panicum maximum*), se encuentra prácticamente naturalizado y constituye la graminea por excelencia en esas áreas, ya que a pesar de que su producción y calidad, son fuertemente afectadas por la sequía; mantiene una alta persistencia, un rápido crecimiento y un buen valor nutritivo, durante la época de lluvias, con pocas exigencias para su manejo.

Con relación a las leguminosas la *Leucaena leucocephala*, parece la de mejor adaptación y producción; al igual que los *Centrosema pubescens* y *macrocarpum* que son de mejor valor nutritivo que *P. maximum*, y tienen además, la facultad de mantener ese valor nutritivo a pesar de la sequía; por lo que se adaptan muy bien a la práctica del diferimiento de potreros.

Existen evidencias de que estas leguminosas pueden crecer asociadas con pasto guinea (7,8).

En regiones con suelos ácidos y de bajo contenido de nutrientes; en condiciones de bosque seco tropical, se encuentra el 90% de las sabanas Venezolanas, ocupando fundamentalmente los estados llaneros del país.

Nosotros haremos referencia a las sabanas estacionales en suelos de baja fertilidad, bien drenados y con fuerte estrés hídrico estacional. Las especies más apropiadas para afrontar la sequía, bajo estas condiciones son: *Andropogon gayanus*, *Digitaria umfolozis*, *Digitaria swazilandensis*, y las especies del género *Brachiaria* como *brizantha*, *decumbens*, *humidicola* y *dictyoneura* (1,7,8).

Entre las leguminosas mejor adaptadas se encuentra el *Stylosanthes capitata*, *Centrosema macrocarpum*, y *Centrosema pubescens*, de las que existen evidencias sobre su comportamiento, en asociación y como banco de proteína (7,8,13).

Conclusiones

- Las especies adaptadas a sobrevivir la sequía, pueden hacerlo, completando su ciclo rápidamente pasando el período seco como semilla o afrontándola, previniendo nuevas pérdidas de agua (mecanismo de evasión) o permitiendo que esta continúe (mecanismo de tolerancia), adaptando las funciones de los tejidos al déficit hídrico.
- El empleo combinado de especies forrajeras, con distintos mecanismos de evasión y tolerancia a la sequía, constituyen una alternativa válida para contribuir a solucionar el problema forrajero propio de la estación seca.

- Mejoras en el manejo de gramíneas tolerantes a la sequía y su empleo con leguminosas adaptadas (en asociación, bancos de

proteína, o en potreros diferidos), ha mejorado sustancialmente la oferta y calidad del forraje disponible durante la época seca.

Literatura citada

- 1.-Arias, I., J. Faría, L. Barreto. 1984. **Manejo de pastos promisorios para el Oriente del Estado Guárico.** FONAIAP. Estación Experimental Valle de La Pascua. Venezuela. Serie A. No. 6. 52p.
- 2.-Baruch, Z., y J. Fisher. 1991. Factores Climáticos y de Competencia que Afectan el Desarrollo de la planta en el Establecimiento de una Pastura. En: Lascano, C. y J. Spain (eds). Establecimiento y renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Cali, Colombia. 426p.
- 3.-Bravo, J. y J. Faría-Marmol. 1991. Efecto de la Carga y la Suplementación en la Persistencia y Productividad del Pasto *Cenchrus ciliaris*. Rev. Fac. Agron.(LUZ). 8:187-198.
- 4.-Begg, J. E. 1980. Morphological adaptation of leaves to water stress. En: N. C. Turner y P. J. Kramer (eds). Adaptation to water and high temperature stress. Wiley and Sons, Nueva York. 3-42 p.
- 5.-Buxton, D. R. 1989. Major Edaphic and Climatic Stresses in the United States. En: Marten et al (eds). Persistence of Forraje Legumes American Society of Agronomy, Inc. Crop Science Society of America, Inc. Soil Science Society of America. Inc. Madison, Wisconsin, USA.
- 6.-Caraballo, A. y B. González. 1991. Respuesta del Pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*, cv. Biloela) a Diferentes Frecuencias y Alturas de Corte y niveles de Fertilización Nitrogenada. Rev. Fac. Agron.(LUZ). 8:167
- 7.-CIAT. 1986. Pasture quality and productivity. En: Annual report 1985: Tropical Pasture. Working document No.25, 1987. Cali, Colombia. 287-308.p.
- 8.-CIAT. 1987. Pasture quality and productivity. En: Annual report 1986. Tropical Pasture. Working document N° 25, 1987. Cali, Colombia. 247-270 p.
- 9.-Clements. J. R. 1990. *Centrosema* species for semiarid and subtropical regions. En: Schultze-Kraft and Clements, R. J. (eds). *Centrosema: biology, agronomy, and utilization* Cali, Colombia. 668 p.
- 10.-Ewel, J., A. Madriz, and J. A. Tossi. 1976. Zonas de vida de Venezuela: Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. 2nd ed. Ministerio de Agricultura y Cria (M.A.C.)-FONAIAP. Caracas, Venezuela. 270 p.
- 11.-Faría-Marmol, J. 1985. Crecimiento estacional del *Andropogon gayanus* Kunth, en la zona de colinas del Estado Guárico. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía y Ciencias Veterinarias.
- 12.-Faría-Marmol, J. 1991. Leguminosas Forrajeras. Limitaciones y Perspectivas Experiencias en la región Zuliana En: Curso Producción e Investigación en Pastos Tropicales. Maracaibo, Venezuela. 95-122 p.
- 13.-Faría-Marmol, J. 1992. Leguminosas de alto potencial forrajero para la Cuenca del Lago de Maracaibo. En: Carlos González-Stagnaro(ed) Ganadería Mestiza de Doble Propósito. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo Venezuela. 409-422 p.
- 14.-Febles. G., M. Monzote, Y. T. Ruíz. 1987. La Planta. En: T. E. Ruíz y G. Febles (eds). *Leucaena* una Opción para la Alimentación Bovina en el Trópico y Sub-Trópico. Editorial EDICA. La Habana. Cuba. 3-29 p
- 15.-Fick, G. W., D. A. Holt and D. G. Lugg. 1988. Environmental physiology and crop growth. En: A. A. Hanson, D. K. Barnes and R. R. Hill, Jr. (eds). Alfalfa

- and Alfalfa improvement. *Agronomy* 29:163-194.
- 16.-Fisher, M. J. y N. A. Campbell. 1977. The influence of water estress on the growth and development of Townsville stylo (*Stylosanthes humilis*) in pure ungrazed swards at Katherine, Northern Territory. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 17:598-606.
- 17.-Fisher y M. M Ludlow. 1984. Adaptation to water deficits in *Stylosanthes*. En: Stace, H. M y L. A. Edey (eds). *The biology and agronomy of Stylosanthes*. Academic Press, Sydney, Australia. 163-179 p..
- 18.-Fisher Y Thomas. 1987. Environmental and physiological limits to tropical forage in the Caribbean Basin. En: Moore, J. E., K. Quesenberry and M. Michaud (eds). *Forage-Livestock Reserch Needs for the Caribbean Basin*. University of Florida Gainesville, Florida.
- 19.-Jones, C. A. 1985. C4 grasses and cereals: Growth, development and stress response. Wiley and Sons, Nueva York. 419p.
- 20.-Kramer, P. J. 1980. Drought stress and the origin of adaptations. En: Turner, N. C. y P. J. Kramer(eds). *Adaptation of plants to water and high temperature stress*. Wiley and Sons, Nueva York. 7-20 p.
- 21.-Ludlow, M. M. 1980. Adaptative significance of stomatal responses to water stress. En: Turner, N. C. y Kramer, P. J. (eds). *Adaptation of plant to water and high temperature stress*. Wiley and Sons, Nueva York..20-27p.
- 22.-Ludlow, M. y NG, T. T. 1976. Effect of water deficit on CO exchange and leaf elongation rate of *Panicum maximum* ar. trichoglume. *Aust. J. Plant Physiol.* 10:119-130.
- 23.-Ludlow, M. y A.C.P.CHU; R. J. Clements y R. G. Kerslake, R. G.1983. Adaptation of species of *Centrosema* to stress. *Aust. J. Plant. Physiol.* 10:119-130.
- 24.-Mc Cown, R. L. y C. J. Gardener. 1981. Diet-Quality Considerations in the Desing and Management of Pastures in Seasonally Dry Tropics of Australia. En: Smith, A. y H Virgil (eds). *Proceeding of the XIV International Grassland Congress Heldaat Lexington, Kentucky, U.S.A.*
- 25.-Munns, R. 1988. Why measure osmotic adjustmen. *Aust. J. Plant. Physiol.* 15:717-726.
- 26.-Sheaffer, C. C., C. B. Tanner y M. B Kirkham. 1988. Alfalfa water relations and irrigation. En: A. A. Hanson et al. (eds). *Alfalfa and Alfalfa improvement*. *Agronomy* 29:373-409.
- 27.-Sheriff, D. W., M. Fisher y C. W. Ford. 1986. Physiological reactions to an imposed drought by two twinning pasture legumes: *Macroptilium atropurpureum* (desiccation sensitive) and *Galactia striata* (desiccation insensitive). *Aust. J. Plant. Physiol.* 13:431-445.
- 28.-Sheriff, D. W. y P. E. Kaye. 1977 .Response of diffusive onductance to humidity in a drought avoiding and drought resistant legume. *Anu. Bot.* 41:653-655.
- 29.-Torrsell, B. W. R. 1973. Patterns and processes in the Towsville stylo-annual grass pasture ecosystem. *J. Appl. Ecol.* 13:943-953.
- 30.-Wilson, J. R. y T. T. Ng. 1975. Influence of water stress on parameters associated with herbaje quality of *Panicum maximum* var. trichoglume. *Aust. J. Agric. Res.* 26:127-136.
- 31.-Wilson, J.R y M. Ludlow. 1983. Time trends for change in osmotic adjustment and water relations of leaves of *Cenchrus ciliaris* during and after water stress. *Aust. J. Plant. Fhysiol.* 10:15-24.

Manejo de gramíneas durante la época seca

Mario Urdaneta

(Artículo no entregado por el autor)