

Influencia de la fecha de siembra y distancia entre surcos sobre el establecimiento de asociaciones de desmanthus y el pasto klein

Influence of row-spacing and planting date on the establishment of bundleflower-kleingrass mixtures

Eduardo A. González Valenzuela^a, Mark A. Hussey^b, José Alfonso Ortega Santos^c

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el establecimiento de la asociación del pasto klein (*Panicum coloratum* L.) con dos leguminosas del género *Desmanthus*, en términos de densidad de plantas y producción de forraje. La evaluación se realizó en el condado de Brazos, Texas. Se sembró en parcelas con una distancia de 0.15 m entre surcos, sembrando el klein solo o en asociación con *Desmanthus illinoensis* (Michx.) MacM (DI) o con *Desmanthus virgatus* (L.) Wild (DV). La distancia entre surcos de las dos especies de *Desmanthus* fue de 0.30, 0.60 y 0.90 m. Por dos años se sembró en abril, junio y agosto. Se evaluó la densidad de plántulas y el rendimiento de las tres fechas de siembra 60 días después de sembrar. También se midió el rendimiento a los 90 y 120 días después de la siembra de abril. Ambas asociaciones se establecieron bien. La densidad y el rendimiento del pasto klein, evaluados a los 60 días, aumentaron al incrementar la distancia entre surcos de las leguminosas; sin embargo, no se afectó el número de tallos por metro lineal del pasto klein. La densidad de plántulas y producción de ambas leguminosas decreció al incrementar su distancia entre surcos. En el primer año de estudio la asociación del pasto klein/DV tuvo la mayor producción en promedio, con un 44 % más de materia seca que el monocultivo del pasto klein. El segundo año de evaluación, las asociaciones de klein/DV y klein/DI produjeron 163 y 28 % más forraje que el monocultivo.

PALABRAS CLAVE: *Panicum coloratum* L., *Desmanthus illinoensis* (Michx.) MacM, *Desmanthus virgatus* (L.) Wild, Asociaciones, Establecimiento, Rendimiento.

ABSTRACT

Understanding factors that affect the establishment of pastures is important to the management of persistent grass-legume mixtures. The objective of this study was to evaluate kleingrass (*Panicum coloratum* L.)-bundleflower (*Desmanthus* sp.) associations during the establishment year in terms of plant density and yield. The study was carried out at Brazos County, TX. (near College Station). Plots were drilled at a 0.15 m row-spacing with kleingrass sown either alone or in association with Illinois bundleflower (IB) (*Desmanthus illinoensis* (Michx.) MacM.) or prostrate bundleflower (PB) (*Desmanthus virgatus* (L.) Willd). Row-spacings of 0.30, 0.60 and 0.90 m between rows of bundleflower were used. During two years plots were planted in April, June and August. Measurements of density and yield from each of the three planting dates were made 60 d after planting. The yield was determined also on samples harvested at 90 and 120 d after the April planting. Both associations established well. Kleingrass density and yield evaluated at 60 d increased as legume row-spacing increased; however, the number of kleingrass tillers per meter of row was not affected. The seedling density and yield of both IB and PB evaluated at 60 d decreased as row-spacing increased, due to a reduction in rows planted with legumes. First year evaluation PB-kleingrass mixtures had the greatest mean production, yielding 44 % more dry matter (DM) than the kleingrass monoculture. The second year mean of PB and IB associations produced 163 and 28 % more DM, respectively, than the kleingrass control.

KEY WORDS: *Panicum coloratum* L., *Desmanthus illinoensis* (Michx.) MacM, *Desmanthus virgatus* (L.) Willd, Associations, Establishment, Yield.

Recibido el 28 de abril de 2003 y aceptado para su publicación el 16 de junio de 2003.

a Campo Experimental Aldama, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Km 18.5 carretera Manuel-Aldama. Aldama, 89670 Tamps., México. Apartado, postal # 14. Tel (836) 272 0130. aegonzalezv@hotmail.com. Correspondencia al primer autor

b Texas A&M University System. Soil & Crops Department.

c Texas A&M University System-Kingsville.

INTRODUCCIÓN

Las praderas cultivadas del suroeste de los Estados Unidos y norte de México están constituídas principalmente de gramíneas perennes de crecimiento de verano^(1,2), las cuales incrementan considerablemente la producción forrajera de los agostaderos y significan un importante apoyo para intensificar los sistemas de producción⁽³⁾. Desafortunadamente, las gramíneas C₄ de crecimiento de verano producen forraje de baja calidad^(4,5) y son muy estacionales, por lo que la digestibilidad y contenido de nutrientes disminuye considerablemente durante las temporadas de sequía⁽⁶⁾.

La fertilización es un método efectivo para incrementar la producción; sin embargo, implica un alto costo⁽⁷⁾ y no corrige el problema de la estacionalidad. El riego aumenta la producción y reduce el problema de estacionalidad, pero no siempre está disponible y es caro. Las asociaciones de gramíneas y leguminosas pueden mejorar el valor nutritivo^(8,9), aumentar el consumo voluntario de forraje⁽¹⁰⁾, incrementar el rendimiento forrajero^(11,12,13), y mejorar la distribución estacional de forraje⁽¹⁴⁾.

Se han identificado en Texas varias leguminosas de crecimiento de verano, con potencial forrajero, entre las que se encuentra *Desmanthus illinoensis*^(15,16). *Desmanthus virgatus* también se ha detectado como leguminosa forrajera promisoría para el noreste de México y sur de Texas^(17,18). Ambas leguminosas son perennes, de tipo arbustivo corto y de crecimiento de verano. *D. illinoensis* es nativa de la zona central de Texas, hacia el norte de los Estados Unidos; y *D. Virgatus* se distribuye del sur de Texas a México, Centro y Sudamérica⁽¹⁹⁾.

Las asociaciones de *D. illinoensis* con los pastos clavija (*Panicum virgatum*), banderita (*Bouteloua curtipendula*) o pasto indio (*Sorghastrum nutans*) producen más forraje que las siembras de sólo gramíneas⁽²⁰⁾. Por otra parte, en Texas se encontró que al intersembrar *D. Illinoensis* en una pradera del pasto klein, incrementó considerablemente la biomasa⁽¹⁶⁾.

INTRODUCTION

Warm-season perennial grasses are the foundation for pastures in the southern United States and northern Mexico^(1,2) which increase the grazinglands forage production and are important to the production systems intensification. Unfortunately, C₄ warm-season grasses characteristically produce, low-quality forage^(4,5) and have poor seasonal forage production⁽⁶⁾.

Fertilization is an effective method for increasing forage production, however fertilized pastures require a high capital outlay in fertilizer and livestock⁽⁷⁾ and may not improve yield distribution. Irrigation increases yield and distribution, but water is not always available and is expensive.

Legume-grass associations may improve the production efficiency by improving nutritive value for livestock^(8,9), feed intake utilization⁽¹⁰⁾ increasing the forage yield⁽¹¹⁾, and may also improve the seasonal distribution of forage when compared to grass monocultures⁽¹²⁾, with increase in pasture DM due to legume interseeding^(13,14).

In Texas, several warm-season legumes, including Illinois bundleflower have been identified to have potential for pasture and range seeding^(15,16). Prostrate bundleflower has also shown as a desirable pasture legume for Northeast Mexico and South Texas^(17,18). Both legumes are perennial, warm-season shrubs. Illinois bundleflower being distributed from central Texas to the northern USA and prostrate bundleflower ranging southern Texas to Mexico Central and South America⁽¹⁹⁾.

It was found that Illinois bundleflower associated with switchgrass (*Panicum virgatum* L.), sideoats grama (*Bouteloua curtipendula* Michx), or indiagrass (*Sorghastrum nutans* (L.) Nash), produced more biomass compared to that of grasses alone⁽²⁰⁾. In Texas, Illinois bundleflower planted into an established kleingrass pasture showed that interseeded plots produced more biomass than non-interseeded treatments⁽¹⁶⁾.

In Florida it was reported a biomass accumulation of prostrate bundleflower of 26 t/ha⁽²¹⁾ that

En relación a *D. Virgatus*, en Florida se encontró una acumulación anual de biomasa de 26 t de MS/ha⁽²¹⁾, la cual se extiende hasta la temporada de sequía, en que otras especies forrajeras se encuentran en dormancia⁽²²⁾, lo que sugiere su potencial para mejorar la calidad de la dieta del ganado bovino, el cual tiene una buena aceptación durante la sequía⁽²³⁾. Es ramoneada por la fauna silvestre, como el venado cola blanca, y aves como la codorniz tienen un alto consumo de su semilla⁽²⁴⁾.

El pasto klein es una planta perenne, de comportamiento amacollado y erecto, con tallos de 40 a 50 cm de altura⁽²⁵⁾. Es una gramínea bien adaptada al suroeste de los Estados Unidos debido a su tolerancia a la sequía, eficiente uso del agua⁽²⁶⁾, calidad forrajera y gustocidad⁽²⁵⁾. Esta gramínea, aunque introducida, tiene características de crecimiento similares a muchos pastos nativos⁽¹⁶⁾, por lo que es una planta aceptable para evaluar la competitividad de plántulas de *Desmanthus* en asociaciones con gramíneas. Aunque existen algunas referencias sobre el establecimiento de *D. illinoensis* principalmente en Texas⁽²⁷⁾, *D. Virgatus* ha sido menos evaluada tanto en Texas como en México.

Considerando lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar el establecimiento de *D. Illinoensis* y *D. Virgatus* a diferentes distancias entre surcos, en asociación con el pasto klein.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se condujo un estudio de dos años en un rancho de la Universidad de Texas A&M, localizado a 11 km al oeste de College Station, Texas. Las leguminosas *D. Virgatus* (DV) y *D. Illinoensis* (DI) se sembraron a tres distancias entre surcos, en asociación con el zacate klein "selección 75". Se sembró en un suelo arcillo franco, de Ph 7.8, contenido de materia orgánica de 1.84 %, de moderado escurrimiento y permeabilidad. El suelo es bajo en contenido de nitrógeno y con niveles altos de fósforo. La temperatura media anual es de 20 °C y la lluvia de 992 mm, con una distribución bimodal de picos de precipitación en primavera (abril-mayo) y septiembre.

extended into the dry season when other species were dormant⁽²²⁾, suggesting the potential to improve the diet quality of beef cattle which readily grazed prostrate bundleflower during the dry season⁽²³⁾; on the other hand, this legume is browsed by wildlife as with tailed deer, and birds as quails have a high seed intake⁽²⁴⁾.

Kleingrass is a perennial plant, which produces erect or spreading stems 40 a 50 cm in height⁽²⁵⁾. Kleingrass has shown considerable promise in the southern USA because of its drought tolerance, efficient water use⁽²⁶⁾, forage quality, and palatability⁽²⁵⁾. This grass, while not a native of North America, has growth characteristics similar to those of many native range grasses⁽¹⁶⁾ and would be an acceptable companion to test the competitiveness of Illinois bundleflower and prostrate bundleflower seedlings with the grass. While several studies have documented that Illinois bundleflower can be established in Texas⁽²⁷⁾, prostrate bundleflower has received limited attention in Texas and Mexico.

The objective of this study was to evaluate the establishment of Illinois bundleflower and prostrate bundleflower at different row-spacing in association with kleingrass.

MATERIALS AND METHODS

A two-year study was conducted at the Texas A&M University farm, 11 km west of College Station, Texas (W 90° 20', N 30° 38') during 1993 and 1994. Prostrate bundleflower (PB) and 'Sabine' Illinois bundleflower (IB) were seeded at three different row-spacings in association with kleingrass 'Selection 75'. The study was seeded on prepared Weswood silty clay loam soil. This soil has a pH of 7.8, organic matter (OM) content 1.84 %, the site is well drained, with moderate runoff and permeability. The soil is low in N and has high levels of P. Long-term annual temperature is 20 °C and rainfall 992 mm with peaks in April-May and September.

Plots (5.48 x 1.83 m) were drilled at 0.15 m row-spacings, with the kleingrass being sown either alone or in association with a legume. Row-spacing between legume rows was 0.30, 0.60, or 0.90 m.

Se prepararon parcelas (5.48 x 1.83 m) en surcos a una distancia de 0.15 m, sembrando el pasto klein solo (testigo), o en asociación con cada una de las leguminosas, las cuales se sembraron a tres diferentes distancias entre surcos (0.30, 0.60 y 0.90 m). Los surcos sembrados con las leguminosas no se sembraron con la gramínea. Las parcelas se sembraron en abril, junio y agosto de cada año; las siembras de abril se evaluaron a los 60, 90 y 120 días después de la siembra, y las parcelas sembradas en junio y agosto, a los 60 días.

El arreglo experimental fue de parcelas divididas, con tres repeticiones por tratamiento; las fechas de siembra se consideraron como la parcela grande, y la distancia entre surcos de leguminosas fueron las parcelas divididas⁽²⁸⁾. La densidad de siembra por surco de ambas leguminosas y del pasto klein fue constante en cada tratamiento, pero debido a la diferente distancia entre surcos de leguminosas, la densidad por unidad de superficie (kilogramos de semilla/ha) fue distinta. Se sembraron 100 semillas puras viables (SPV) por metro lineal del pasto klein (equivalente a 3 kg de SPV/ha en el caso del testigo) o leguminosas (3.5 kg de SPV/ha a 0.90 m de distancia entre surcos). La semilla de ambas leguminosas se escarificó por inmersión en agua caliente (80 °C) durante 5 min⁽¹⁷⁾. No se regó ni fertilizó. Las leguminosas se sembraron a mano, con una profundidad de 20 mm; la gramínea se sembró con una sembradora manual a 5 mm de profundidad.

Se midió la densidad contando el número de plántulas de las leguminosas, y el número de tallos del pasto en transectos de 0.30 m de largo. Los datos se transformaron a número de plántulas o tallos por metro cuadrado. Para evaluar el rendimiento se cortaron dos muestras de cada parcela a una altura de 50 mm usando un cuadrante de 0.18 m² (0.30 x 0.60 m). Las muestras se secaron en una secadora de aire forzado a 55 °C hasta obtener un peso constante.

La información obtenida se evaluó usando un análisis de varianza. Las medias de los tratamientos se separaron usando diferencias mínimas significativas (LSD) y se usaron contrastes para

In the rows seeded with legumes the kleingrass was not planted. Plots were planted in April, June and August. April planting was harvested at 60, 90 and 120 d after planting, and June and August at 60 d. The experiment was arranged in split-plot design with three replications, with planting dates as the main plot, and legume row-spacing as split-plots⁽²⁸⁾. The density of legume or kleingrass seed planted per row was the same in each of the treatments, but because of the different row-spacings, the seeding rates (kg/ha) were different. One-hundred pure live seed (PLS) m⁻¹ of kleingrass (equivalent to 3.0 kg PLS/ha in case of control treatment) or legume (3.5 kg/ha in 0.90 m row-spacing) were planted. Both legumes were scarified by immersing the seed for five minutes in hot water at 80 °C⁽¹⁷⁾. Fertilization and irrigation were not applied. The legumes were planted by hand at a depth of 20 mm and the grass was established using a hand planter at a depth of 5.0 mm.

Plant density was measured by counting the number of legume seedlings or grass tillers within six, 0.30 m transects. Values were transformed to plants or tillers m². In order to evaluate the yield, two samples of each plot were clipped to a height of 50 mm using a frame of 0.18 m² (0.30 x 0.60 m). Samples were dried in a forced-air oven at 55 °C to obtain a constant weight.

Data were evaluated using analysis of variance. Treatments means were separated by the Least Significant Difference (LSD), and contrasts were used to compare the mean of the kleingrass control *vs* the associations.

RESULTS AND DISCUSSION

Due to the presence of significant year effects and interactions of main effects with years, the data were analyzed within years. No year effect of legume density was detected, but interactions of main effects with year were found ($P < 0.05$). The legume row-spacing had no effect on the number of grass tillers or legume seedlings per meter of row.

Density

In 1993 kleingrass failed to establish in August.

comparar los promedios del testigo con las asociaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de cada año se analizaron por separado debido a la diferencia entre años y a la interacción de los efectos principales con los años. No se detectó efecto de año sobre la densidad de las leguminosas, pero se encontró interacción de los efectos principales con años ($P < 0.05$). La distancia entre surcos de leguminosas no afectó el número de tallos de la gramínea al evaluarse la densidad por surco.

Densidad

En el primer año de estudio el pasto klein no se estableció con la siembra en el mes de agosto. La siembra de junio presentó mejor establecimiento ($P < 0.05$), que la de abril (Cuadro 1). La densidad obtenida al sembrar el pasto solo (468 tallos/m²) concuerda con lo obtenido por otro autor⁽²⁹⁾ quien menciona un promedio de 466 tallos/m² durante el

The June planting established better ($P < 0.05$) than April planting (Table 1). This observation agrees with those of a study who reported an average of 466 tillers/m² of kleingrass during the establishment year in northern Mexico⁽²⁹⁾. The second year was found a similar tendency with a density of 23 tillers/m² planted in August, vs 293 and 305 in April and June planting dates respectively (Table 2).

Increasing legume row-spacing resulted in an increase in the tiller density of kleingrass while legume density ($P < 0.05$) increased with a decrease in row-spacing (Table 1). Prostrate bundleflower had 153 seedling/m² at 0.30 m row-spacing and 52 seedling/m² at 0.90 m. Both legumes had the lowest seedling density in August. Prostrate bundleflower had similar density in both April and June while IB had greater seedling density in April than June. Optimal temperature for germination of PB is apparently higher than for IB⁽³⁰⁾, suggesting that the higher temperatures in June might have negatively affected germination of IB and its subsequent establishment.

Cuadro 1. Influencia de la fecha de siembra y distancia entre surcos de leguminosas sobre el establecimiento de asociaciones de *Desmanthus. virgatus* y *Desmanthus Illinoensis* con el pasto klein. Año 1*

Table 1. Influence of planting date and legume row-spacing on the establishment of kleingrass-bundleflower associations. Year 1*

| Row-spacing (m) | Grass | | | | Legume | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|------|--------|------|-------------------------------------|------|--------|------|
| | April | June | August | Mean | April | June | August | Mean |
| | -----tillers/m ² ----- | | | | -----seedlings/m ² ----- | | | |
| Grass only (control) | 468 | 735 | 0 | 401 | | | | |
| <i>Prostrate bundleflower</i> | | | | | | | | |
| 0.30 | 232 | 305 | 0 | 179 | 166 | 179 | 115 | 153 |
| 0.60 | 324 | 510 | 0 | 278 | 82 | 96 | 54 | 77 |
| 0.90 | 436 | 509 | 0 | 315 | 62 | 64 | 33 | 52 |
| <i>Illinois bundleflower</i> | | | | | | | | |
| 0.30 | 224 | 326 | 0 | 183 | 119 | 75 | 54 | 82 |
| 0.60 | 326 | 511 | 0 | 279 | 54 | 34 | 27 | 38 |
| 0.90 | 392 | 612 | 0 | 335 | 35 | 22 | 17 | 25 |
| Total mean | 322 | 462 | 0 | | 86 | 78 | 50 | |
| LSD ($P < 0.05$) | 89 | 74 | | 41 | 11 | 17 | 12 | 8 |

* 60 d after planting.

LDS= least significant difference.

año de establecimiento, en un estudio realizado en el noreste de México. Para el segundo año de estudio se observó una tendencia similar, con una densidad de 23 tallos/m² al sembrar en agosto, contra 293 y 305 en las siembras de abril y junio respectivamente (Cuadro 2).

Al aumentar la distancia entre surcos de las leguminosas, aumentó la densidad de tallos del pasto klein, mientras que la densidad de leguminosas aumentó al reducir la distancia entre surcos ($P < 0.05$). DV presentó 153 plántulas/m² a una distancia entre surcos de 0.30 m y de 52 plántulas/m² a 0.90 m (Cuadro 1). DV mostró similar densidad al sembrar en abril y junio; y DI presentó más plántulas en las siembras de abril que en junio ($P < 0.05$). Ambas leguminosas mostraron la menor densidad en la siembra de agosto. La temperatura óptima para la germinación de DV es superior a la de DI⁽³⁰⁾, lo que hace suponer que las temperaturas altas de junio redujeron la germinación de DI, lo que al mismo tiempo afectó el establecimiento.

Pese al más pobre establecimiento de las leguminosas en la siembra de agosto, las densidades

Plant density showed similar trends in 1994 as in 1993. Reducing legume row-spacing resulted in a decrease of grass tillers and an increase of legume seedlings. The August planting resulted in a mean of 23 kleingrass tillers m² vs 293 and 305 in April and June, respectively (Table 2).

Despite the poor establishment of both legumes in August, the densities observed in this study were greater than those reported in a previous study, who observed no more than 20 seedlings/m² of IB during the establishment year⁽¹⁶⁾. On the other hand, the density of PB is in agreement with two evaluations, who reported this plant as an aggressive legume well adapted from wet to semi-arid conditions^(21,31).

Yield

The amount and distribution of rainfall between years affected yield during the establishment year. For both years the precipitation was lower than normal (30 years mean= 241 mm) during the summer (July to September), with 81 and 186 mm being received in the first and second year,

Cuadro 2. Influencia de la fecha de siembra y distancia entre surcos de leguminosas sobre el establecimiento de asociaciones de *Desmanthus virgatus* y *Desmanthus Illinoensis* con el pasto klein. Año 2*

Table 2. Influence of planting date and legume row-spacing on the establishment of kleingrass-bundleflower associations. Year 2*

| Row-spacing | Grass | | | | Legume | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|------|--------|------|-------------------------------------|------|--------|------|
| | April | June | August | Mean | April | June | August | Mean |
| | -----tillers/m ² ----- | | | | -----seedlings/m ² ----- | | | |
| Grass only (control) | 430 | 440 | 32 | 301 | | | | |
| <i>Prostrate bundleflower</i> | | | | | | | | |
| 0.30 | 205 | 207 | 20 | 144 | 177 | 157 | 108 | 147 |
| 0.60 | 306 | 352 | 24 | 227 | 87 | 95 | 53 | 78 |
| 0.90 | 381 | 400 | 30 | 270 | 65 | 56 | 34 | 51 |
| <i>Illinois bundleflower</i> | | | | | | | | |
| 0.30 | 215 | 215 | 18 | 149 | 120 | 97 | 66 | 94 |
| 0.60 | 312 | 307 | 19 | 213 | 70 | 53 | 48 | 57 |
| 0.90 | 340 | 347 | 26 | 238 | 40 | 32 | 27 | 33 |
| Total mean | 293 | 305 | 23 | 207 | 93 | 81 | 56 | 76 |
| LSD ($P < 0.05$) | 36 | 35 | 7 | 21 | 16 | 16 | 4 | 7 |

* 60 d after planting.

LDS= least significant difference.

observadas fueron mejores que las obtenidas en un estudio previo, en el que se obtuvieron no más de 20 plántulas/m² de DI durante el año de establecimiento⁽¹⁶⁾. Por otra parte, la densidad de DV, concuerda con estudios anteriores en donde mencionan a esta planta como una leguminosa agresiva, bien adaptada desde condiciones húmedas hasta semiáridas^(21,31).

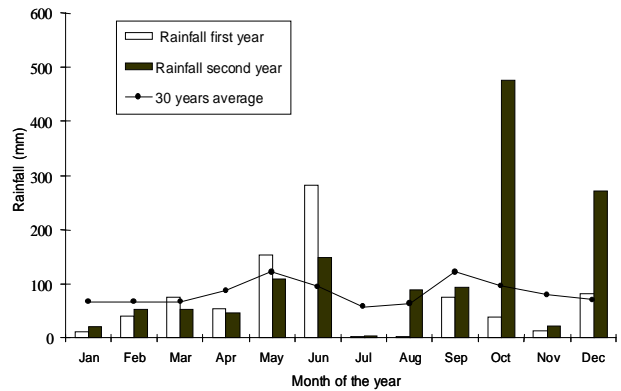
Rendimiento

La cantidad y distribución de la lluvia afectó el establecimiento entre ambos años de estudio. La lluvia media anual (registrada los últimos 30 años) durante el verano (julio septiembre) es de 241 mm; sin embargo, la precipitación recibida en este mismo periodo fue de 81 y 186 mm para el primero y segundo año de estudio respectivamente. Durante el verano del primer año de estudio se registró un periodo de 77 días (24 de junio a 9 de septiembre) con sólo 5 mm de lluvia (Gráfica 1).

respectively. During the summer of the first year there was a period of 77 d (from 24 June to 9 September) with only 5 mm of rainfall received (Figure 1).

Gráfica 1. Precipitación en College Station, Texas, durante el estudio de asociaciones de Desmanthus con el pasto klein

Figure 1. Precipitation at College Station, TX. during the kleingrass-Desmanthus establishment study



Cuadro 3. Influencia de la fecha de siembra y distancia entre surcos de leguminosas sobre el rendimiento (kg/ha) en asociaciones del pasto klein con *Desmanthus virgatus* y *Desmanthus illinoensis*. Año 1^a

Table 3. Influence of planting date and legume row-spacing on the yield of kleingrass-bundleflower associations. Year 1^a

| Row-spacing (m) | Grass | | | | Legume | | | | Total | | | |
|------------------------------------|-------|------|--------|------|--------|------|--------|------|-------|------|--------|------|
| | April | June | August | Mean | April | June | August | Mean | April | June | August | Mean |
| Grass only (control) | 2132 | 1110 | 0 | 1081 | 2132 | 1110 | 0 | 1081 | | | | |
| <i>Prostrate bundleflower</i> (PB) | | | | | | | | | | | | |
| 0.30 | 1575 | 610 | 0 | 728 | 806 | 931 | 788 | 842 | 2381 | 1541 | 788 | 1570 |
| 0.60 | 1796 | 813 | 0 | 870 | 394 | 967 | 412 | 591 | 2190 | 1780 | 412 | 1461 |
| 0.90 | 1867 | 967 | 0 | 945 | 501 | 1254 | 286 | 680 | 2368 | 2221 | 286 | 1625 |
| <i>Illinois bundleflower</i> (IB) | | | | | | | | | | | | |
| 0.30 | 1450 | 613 | 0 | 688 | 572 | 483 | 232 | 429 | 2022 | 1096 | 232 | 1117 |
| 0.60 | 1801 | 860 | 0 | 887 | 286 | 429 | 196 | 304 | 2087 | 1289 | 196 | 1191 |
| 0.90 | 1903 | 988 | 0 | 964 | 286 | 406 | 107 | 266 | 2189 | 1394 | 107 | 1230 |
| Contrasts: | | | | | | | | | | | | |
| control vs others | * | * | | * | | | | | NS | * | * | * |
| control vs PB | * | NS | | * | | | | | NS | * | * | * |
| control vs IB | * | * | | * | | | | | * | * | * | NS |
| control vs 0.30 | * | NS | | * | | | | | NS | * | * | * |
| control vs 0.60 | * | * | | * | | | | | * | * | * | NS |
| control vs 0.90 | * | * | | * | | | | | * | * | * | NS |
| PB vs IB | NS | * | | NS | NS | * | * | * | * | * | * | * |

^a 60 d after planting.

* ($P < 0.05$); NS= non significant.

La producción promedio del klein, creciendo como monocultivo (60 días después de la siembra), alcanzó 1,081 kg de materia seca (MS)/ha en el primer año de evaluación, siendo más grande ($P < 0.05$) que la producción del mismo pasto en las mezclas (Cuadro 3). En general, el rendimiento del pasto aumentó al incrementar la distancia entre surcos de las leguminosas; por el contrario, el incremento entre surcos redujo la densidad de las leguminosas. El promedio de la producción de DV a una distancia de 0.30 m entre surcos, fue de 842 kg MS/ha y se redujo a 680 kg MS/ha a una distancia de 0.90 m. Por su parte el rendimiento de DI se redujo de 429 a 266 kg MS/ha al incrementar la distancia entre surcos de 0.30 a 0.90 m. La mayor producción de las leguminosas al reducir la distancia entre surcos, se debió a la mayor densidad de estas plantas por unidad de superficie.

Mean yield of the kleingrass grown as a monoculture was greater (1,081 kg/ha) during the first year ($P < 0.05$) than the grass yield in mixtures (Table 3). In general grass yield increased with an increase in legume row-spacing. On the other hand, the increase in row-spacing, decreased the yield of both legumes. Mean legume yield of PB at 0.30 m row-spacing was 842 kg/ha and decreased to 680 kg/ha at 0.90 m, while the yield of IB was reduced from 429 kg/ha to 266 kg/ha as row-spacing increased from 0.30 to 0.90 m. The greater legume production with the row-spacing reduction was due to the higher legume density.

The second year, yield of the kleingrass planted as a monoculture was greater in June seeding than from the April seeding ($P < 0.05$), which was opposite to the results obtained in first year. This result was attributed to the rainfall distribution,

Cuadro 4. Influencia de la fecha de siembra y distancia entre surcos de leguminosas sobre el rendimiento (kg/ha) en asociaciones del pasto klein con *Desmanthus virgatus* y *Desmanthus illinoensis*. Año 2^a

Table 4. Influence of planting date and legume row-spacing on the yield of kleingrass-bundleflower associations (kg/ha). Year 2^a

| Row-spacing (m) | Grass | | | | Legume | | | | Total | | | |
|-------------------------------|-------|------|--------|------|--------|------|--------|------|-------|------|--------|------|
| | April | June | August | Mean | April | June | August | Mean | April | June | August | Mean |
| Grass only (control) | 1268 | 2795 | 126 | 1272 | | | | | 1268 | 2795 | 126 | 1272 |
| <i>Prostrate bundleflower</i> | | | | | | | | | | | | |
| 0.30 | 913 | 662 | 90 | 555 | 2329 | 2617 | 1200 | 2048 | 3243 | 3279 | 1290 | 2604 |
| 0.60 | 823 | 1469 | 70 | 787 | 1755 | 2114 | 698 | 1522 | 2579 | 3583 | 768 | 2310 |
| 0.90 | 1057 | 2419 | 90 | 1188 | 1791 | 1791 | 465 | 1349 | 2848 | 4210 | 555 | 2538 |
| <i>Illinois bundleflower</i> | | | | | | | | | | | | |
| 0.30 | 824 | 949 | 143 | 638 | 1737 | 2060 | 447 | 1415 | 2561 | 3009 | 591 | 2054 |
| 0.60 | 716 | 2544 | 160 | 1140 | 1523 | 1110 | 179 | 937 | 2239 | 3654 | 339 | 2077 |
| 0.90 | 1075 | 2866 | 160 | 1367 | 1074 | 1092 | 143 | 770 | 2216 | 3959 | 303 | 2159 |
| Contrasts: | | | | | | | | | | | | |
| control vs others | NS | * | NS | * | | | | | * | * | * | * |
| control vs PB | NS | * | * | * | | | | | * | * | * | * |
| control vs IB | * | * | NS | * | | | | | * | * | * | * |
| control vs 0.30 m | * | * | NS | * | | | | | * | * | * | * |
| control vs 0.60 m | * | * | NS | * | | | | | * | * | * | * |
| control vs 0.90 m | NS | NS | NS | NS | | | | | * | * | * | * |
| PB vs IB | NS | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |

^a 60 d after planting.

* ($P < 0.05$); NS = non significant.

Para el segundo año de estudio, la producción de klein fue superior en la siembra de junio que la de abril ($P < 0.05$), lo cual fue opuesto al primer año de estudio. Este resultado se atribuyó a la distribución de la lluvia, ya que en el primer año, se presentó mayor precipitación en primavera, mientras que el verano fue más seco.

En general, las leguminosas mostraron un rendimiento más alto ($P < 0.05$) y fueron más competitivas durante la siembra del segundo año de evaluación. Este incremento se reflejó en la producción total, donde el monocultivo klein presentó un rendimiento promedio de 1,272 kg MS/ha, contra 2,484 y 2,096 de las asociaciones con DV y DI respectivamente (Cuadro 4).

En cuanto al efecto de la edad sobre el rendimiento de las parcelas sembradas en abril, en ambos años el monocultivo del pasto klein aumentó su producción con el paso del tiempo; mientras que

with the precipitation in the first year being better in spring, and the summer being drier.

In general the legumes had greater yield ($P < 0.05$) and were more competitive the second year. This increased competitiveness was reflected in total yield, where the grass monoculture had a mean yield of 1,272 kg/ha compared to 2,484 kg/ha and 2,096 kg/ha for the PB and IB mixtures, respectively (Table 4).

The yield of kleingrass monoculture increased with the age in plots planted in April in both years, while the kleingrass yield of associations did not increase with the age ($P > 0.05$) the first year (Table 5) due the competition with the legumes and lower precipitation during the summer. The second year there was a legume species*age interaction because the lower kleingrass yield in K-PB mixtures as a result of greater legume yield and competition (Table 6).

Cuadro 5. Influencia de la edad (días) y distancia entre surcos de leguminosas sobre el rendimiento (kg/ha) de asociaciones del pasto klein con *Desmanthus virgatus* y *Desmanthus illinoensis*. Año 1

Table 5. Influence of age and legume row-spacing on the yield (kg/ha) of kleingrass-bundleflower associations during the establishment. Year 1

| Row-spacing (m) | Grass (days) | | | | Legume (days) | | | | Total (days) | | | |
|------------------------------------|--------------|------|------|------|---------------|------|------|------|--------------|------|------|------|
| | 60 | 90 | 120 | Mean | 60 | 90 | 120 | Mean | 60 | 90 | 120 | Mean |
| Grass only (control) | 2132 | 2019 | 2478 | 2210 | | | | | 2132 | 2019 | 2478 | 2210 |
| <i>Prostrate bundleflower</i> (PB) | | | | | | | | | | | | |
| 0.30 | 1575 | 1469 | 1266 | 1437 | 806 | 1720 | 4102 | 2209 | 2381 | 3189 | 5368 | 3646 |
| 0.60 | 1796 | 1745 | 1451 | 1664 | 394 | 1232 | 2397 | 1341 | 2190 | 2977 | 3848 | 3005 |
| 0.90 | 1867 | 1806 | 1819 | 1831 | 501 | 1037 | 1794 | 1111 | 2368 | 2843 | 3613 | 2941 |
| <i>Illinois bundleflower</i> (IB) | | | | | | | | | | | | |
| 0.30 | 1450 | 1317 | 1467 | 1411 | 572 | 967 | 1086 | 875 | 2022 | 2284 | 2553 | 2286 |
| 0.60 | 1801 | 1717 | 1890 | 1803 | 286 | 689 | 843 | 606 | 2087 | 2406 | 2733 | 2409 |
| 0.90 | 1903 | 1969 | 2091 | 1988 | 286 | 451 | 691 | 476 | 2189 | 2420 | 2782 | 2464 |
| Contrasts: | | | | | | | | | | | | |
| control vs others | * | * | * | * | | | | | NS | * | * | * |
| control vs PB | * | * | * | * | | | | | * | * | * | * |
| control vs IB | * | * | * | * | | | | | NS | * | * | NS |
| control vs 0.30 | * | * | * | * | | | | | NS | * | * | * |
| control vs 0.60 | * | * | * | * | | | | | NS | * | * | * |
| control vs 0.90 | * | * | * | * | | | | | * | * | * | * |
| PB vs IB | NS | NS | * | NS | NS | * | * | * | * | * | * | * |

* ($P < 0.05$); NS = non significant.

en las asociaciones el rendimiento del pasto no incrementó ($P > 0.05$) durante el primer año (Cuadro 5), debido tanto al efecto de competencia con las leguminosas, como a la baja precipitación registrada durante el verano.

En el segundo año de evaluación se observó una interacción de la especie de leguminosa con la edad, que se manifestó en un bajo rendimiento del pasto klein al estar asociado con DV. Esto se debió a la alta producción de DV, que representó una alta competencia para el pasto (Cuadro 6). La producción de las leguminosas en las siembras de abril incrementó con la edad ($P < 0.05$). En ambos años se observó interacción de especie de leguminosa con edad, debido al más alto rendimiento de DV a los 120 días posteriores a la siembra. La menor producción de DI se asoció a una maduración más temprana de esta planta y a la pérdida de las hojas. La producción total incrementó con la edad

Legumes yield increased with the age ($P < 0.05$). In both years there was a legume*age effect due the greater increase in yield of PB at 120 d. The lower yield of IB was associated to a earlier maturity and leaves drop.

Total yield increased with age in both years and the K-PB mixtures had the greatest total yield. There was not legume row-spacing effect at any of the legumes, suggesting this data the possibility to increase the legume row-spacing.

These results indicate that both legumes established well with kleingrass and that the initial production of the mixtures was greater than the kleingrass monoculture. Similar results were observed previously⁽²⁰⁾; IB interseeded with switchgrass produced more forage than did switchgrass alone. It has been also reported PB as being more aggressive and productive than IB⁽²¹⁾.

Cuadro 6. Influencia de la edad (días) y distancia entre surcos de leguminosas sobre el rendimiento (kg/ha) de asociaciones del pasto klein con *Desmanthus virgatus* y *Desmanthus illinoensis*. Año 2

Table 6. Influence of age and legume row-spacing on the yield (kg/ha) of kleingrass-bundleflower associations during the establishment. Year 2

| Row-spacing (m) | Grass (days) | | | | Legume (days) | | | | Total (days) | | | |
|------------------------------------|--------------|------|------|------|---------------|------|-------|------|--------------|------|-------|------|
| | 60 | 90 | 120 | Mean | 60 | 90 | 120 | Mean | 60 | 90 | 120 | Mean |
| Grass only (control) | 1268 | 2476 | 3324 | 2356 | | | | | 1268 | 2476 | 3324 | 2356 |
| <i>Prostrate bundleflower</i> (PB) | | | | | | | | | | | | |
| 0.30 | 913 | 913 | 1473 | 1100 | 2329 | 3929 | 8724 | 4994 | 3243 | 4842 | 10197 | 6094 |
| 0.60 | 823 | 1016 | 1326 | 1055 | 1755 | 4256 | 8404 | 4805 | 2579 | 5272 | 9630 | 5827 |
| 0.90 | 1057 | 1852 | 1497 | 1469 | 1791 | 3433 | 10565 | 5263 | 2848 | 5285 | 12062 | 6732 |
| <i>Illinois bundleflower</i> (IB) | | | | | | | | | | | | |
| 0.30 | 824 | 966 | 1184 | 991 | 1737 | 2181 | 3507 | 2475 | 2561 | 3147 | 3147 | 2952 |
| 0.60 | 716 | 1556 | 2532 | 1601 | 1523 | 1940 | 2393 | 1952 | 2239 | 3496 | 3496 | 3077 |
| 0.90 | 1075 | 2036 | 3085 | 2065 | 1074 | 1378 | 2025 | 1492 | 2216 | 3414 | 3414 | 3015 |
| Contrasts: | | | | | | | | | | | | |
| control vs others | NS | * | * | * | | | | | * | * | * | * |
| control vs PB | NS | * | * | * | | | | | * | * | * | * |
| control vs IB | * | * | * | * | | | | | * | * | NS | * |
| control vs 0.30 m | * | * | * | * | | | | | * | * | * | * |
| control vs 0.60 m | * | * | * | * | | | | | * | * | * | * |
| control vs 0.90 m | NS | * | * | * | | | | | * | * | * | * |
| PB vs IB | NS | NS | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |

* ($P < 0.05$); NS = non significant

en los dos años de estudio. Las asociaciones del pasto klein con DV fueron las más productivas. No se detectó efecto de la distancia entre surcos en ninguna de las leguminosas, lo que sugiere evaluar mayor espaciamiento entre surcos de las mismas.

Los resultados indican que ambas leguminosas se establecen bien con el pasto klein, y que la producción de las asociaciones es superior a la del monocultivo del pasto. Estos resultados son similares a las observaciones previas con asociaciones de DI y el zacate clavija, que fueron más productivas que las praderas establecidas sólo con el pasto⁽²⁰⁾. Por otra parte al igual que en este estudio, se ha encontrado una mayor productividad de la leguminosa DV que DI⁽²¹⁾.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Tanto las dos leguminosas como el pasto klein se establecieron bien pese a la baja precipitación durante el verano en ambos años de estudio. La densidad y rendimiento del pasto klein evaluado a los 60 días posteriores a la siembra incrementaron al aumentar la distancia entre surcos de las leguminosas; sin embargo, el aumento de la distancia entre surcos no afectó el número de tallos por metro lineal. Este efecto se atribuye al incremento en el número de surcos sembrados con el pasto, más que a la competencia con las leguminosas. Aunque el rendimiento del pasto klein se redujo al aumentar las leguminosas, las asociaciones tuvieron una producción de materia seca total superiores a la siembra del pasto solo. Tanto las siembras en abril como en junio mostraron un mejor establecimiento que al sembrar en agosto. La distancia entre surcos de las leguminosas no afectó la producción total, por lo que se sugiere evaluar mayores distancias entre surcos, que permitan hacer una recomendación práctica a los productores.

LITERATURA CITADA

1. Rouquette FM Jr. Intensive grazing of warm-season grasses in humid areas. American Forage and Grassland Conference. Innovative grazing systems: A joint symposium. 1988:319-339.

CONCLUSIONS AND IMPLICATIONS

Both legumes and kleingrass established well despite the low precipitation received during the summer of both years. Kleingrass density (tillers/m²) and yield (kg/ha) evaluated at 60 d increased as legume row-spacing increased; however, increasing legume row-spacing did not affect the number of kleingrass tillers per meter of row. This increase was attributed to an increase in the number of kleingrass rows planted and not to reduction in competition with the legumes. Although kleingrass yield decreased as the legumes became a more dominant component, mixtures generally resulted in greater total yield than kleingrass alone. Both April and June planting dates resulted in good establishment, while August resulted in the poorest density and yield. Because legume row-spacing did not affect the total yield, a row-spacing of 0.90 m or greater should be recommended for establishing kleingrass-bundleflower mixtures.

End of english version

-
2. Galyeant ML, Goetsch AL. Utilization of forage fiber by ruminants. In: Jung HG, Buxton DR, Hatfield RD, Ralph J editors. Forage cell wall structure and digestibility. ASA, CSSA, and SSSA. Madison, WI. 1993:33-71.
 3. González VEA, Hanselka CW. Ecología y manejo de matorrales. INIFAP-Texas A&M University System. 2002.
 4. Van Soest PJ. Composition and nutritive value of forages. In: Forages, the science of grasslands agriculture. Third edition. Ames, IO: Iowa State Univ Press; 1980:53-63.
 5. Hussey MA, Conrad BE, Holt EC. Seasonal variation in forage quality characters in kleingrass (*Panicum coloratum* L.). In: Forage and grassland conference. AFGC, TFGC, and Texas A&M Univ. Houston, TX. 1984:228-230.
 6. Buxton DR, Casler MD. Environmental and genetic effects on cell wall composition and digestibility. In: Jung HG, Buxton DR, Hatfield RD, Ralph J editors. Cell wall structure and digestibility. ASA, CSSA, and SSSA. Madison, WI. 1993:685-714.
 7. Teitzel JK, Gilbert MA, Cowan RT. Sustaining productive pastures in the tropics. Nitrogen fertilized grass pastures. Trop Grassl 1991;(25):111-118.
 8. Muir JP, Pitman WD. Grazing tolerance of warm-season legumes in peninsular Florida. Agron J 1991;(83):297-302.
 9. Cruz PA, Sinoquet H. Competition for light and nitrogen during a regrowth cycle in a tropical forage mixture. Field Crops Res 1994;(36):21-30.
 10. Nelson CJ, Moser LE. Plant factors affecting forage quality. In: Fahey GC editor. Forage Quality, evaluation, and utilization. ASA-CSSA-SSSA. Madison, WI. 1994:115-154.

11. Cook SJ, Dolby GR. Establishment of buffelgrass, green panic, and siratro from seed broadcast into a spreadgrass pasture in southern Queensland. *Aust J Agric* 1981;(32):749-759.
12. Bryan WB. Effect of sod-seeding legumes on hill land pasture productivity and composition. *Agron J* 1975;(77):901-905.
13. Taylor RW, Allison DW. Legume establishment in grass sods using minimum-tillage seeding techniques without herbicide application: Forage yield and quality. *Agron J* 1983;(75):167-172.
14. George JR, Blanchet KM, Gettle RM, Buxton DR, Moore KJ. Yield and botanical composition of legume-interseeded vs nitrogen-fertilized switchgrass. *Agron J* 1995;(87):1147-1153.
15. Holt EC, Haferkamp M, Allison LD. The growth and quality of selected legumes in a 750 mm rainfall area. Forages research in Texas. *Texas Agric Exp Sta Rep* 80-6. Texas A&M Univ. College Station, TX. 1980.
16. Dovel RL, Hussey MA, Holt EC. Establishment and survival of Illinois bundleflower interseeded into an established kleingrass pasture. *J Range Manage* 1990;(43):153-156.
17. Burrows DM, Porter FJ. Regeneration and survival of *Desmanthus virgatus* 78382 in grazed and ungrazed pastures. *Trop Grassl* 1993;(23):100-107.
18. González VEA, Reynaga R, Rodríguez JA. Integrated shrublands management in northeast México. In: Hamilton W, *et al.* editors. Management of grazinglands, workshop. Texas TAMUS-UAT-UANL-UAAAN-INIFAP-ITESM. Laredo, TX. 1998:31-38.
19. Luckow M. Systematic botany monographs. Monograph of *Desmanthus*. *Amer Soc of Plant Taxonom* 1993;(38):166.
20. Posler GL, Lensen AW, Fine GL. Forage yield, quality, compatibility, and persistence of warm-season grass-legume mixtures. *Agron J* 1993;(85):554-560.
21. Adjei MB, Pitman WD. Response of *Desmanthus* to clipping on a phosphatic clay mine-spoil. *Trop Grassl* 1993;(27):94-99.
22. Gardiner CP, Burt RL. Performance characteristics of *Desmanthus virgatus* in contrasting tropical environments. *Trop Grassl* 1995;29:183-187.
23. Ortega SJA, Guarneros R, Hussey MA. Diet quality of grass and legume pastures in northern Mexico. In: *Agronomy abstracts*. ASA, Madison, WI. 1994:166.
24. Ortega SJA, Duarte E, Gonzalez PMA, González VEA. The value of native creeping bundleflowers as a wildlife food plant. Proceedings of the Texas chapter of the Wildlife Society. 37 Meeting. Corpus Christi, TX. 2002:58-59.
25. Jones CA. C₄ Grasses and cereals. Growth, development, and stress response. New York: Wiley-Interscience; 1985.
26. Clark RP, Lugg DG. Kleingrass yield and quality under three irrigation regimes when harvested at anthesis. *Agron J* 1986;(78):235-239.
27. Holt EC, Allison LD. Evaluation of tropical and warm-season legumes. Forage Research in Texas. Texas Agr Exp Sta. Texas A&M Univ. 1981.
28. Snedecor GW, Cochran WG. Statistical methods, Ames, IA. Iowa State Univ Press; 1980.
29. Avila JM. Compactación del suelo y métodos de siembra para el establecimiento del zacate klein en tres localidades de Tamaulipas [tesis maestría]. Cd. Victoria, Tamps. México: Univ. Autónoma de Tamaulipas; 1994.
30. Fulbright TE, Flenniken KS. Temperature and scarification effects on germination of prostrate bundleflower seeds. *J Range Manage* 1987;(40):170-173.
31. Skerman PJ. Management of tropical pasture legumes. In: Skerman PJ editor. Tropical forage legumes. FAO. Rome, Italy. 1977:121-135.