

PRODUCCION ESTACIONAL DE ESPECIES FORRAJERAS PERENNES EN MONOCULTIVO Y MEZCLA^a

Edgar F. Sosa Rubio^b
Heriberto Díaz Solís^c
Luis Pérez Romero^c
Regino Morones Reza^d

RESUMEN

Sosa R E E, Díaz S H, Pérez R L, Morones R R. *Téc. Pecu. Méx.* Vol 36 No. 1 1998. 59-71. El trabajo se desarrolló en el campus de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. El objetivo fue establecer las curvas de producción total de especies forrajeras sembradas solas y en mezclas, así como su relación con algunas variables climáticas en la acumulación de materia seca. Se evaluó una mezcla comercial y otra preparada en el Departamento de Recursos Naturales de la Universidad. En ésta última sus componentes gramíneas y leguminosas fueron evaluados en monocultivo, obteniéndose ocho tratamientos: *Dactylis glomerata* (T₁), *Festuca arundinacea* (T₂), *Lolium perenne* (T₃), *Chloris gayana* (T₄), *Onobrychis viciaefolia* (T₅), *Trifolium pratense* (T₆) Mezcla UAAAN (T₇) y Mezcla comercial (T₈). Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, los datos se sometieron a análisis de varianza (ANVA) y diferencia mínima significativa (DMS) para la prueba de medias, regresiones y correlaciones entre variables. Se observaron diferencias entre tratamientos ($p < 0.01$) presentando T₇ la media de producción mayor, de 25.03 toneladas de materia seca por hectárea (MS/ha), el 91.2% correspondió a la producción de gramíneas y el 8.8% a leguminosas. No se encontraron relaciones entre la producción total de las mezclas con temperatura y radiación solar ($p > 0.01$). Para los monocultivos sólo T₄ tuvo relación ($p < 0.01$) con temperatura y radiación solar. Las gramíneas presentaron un grado mayor de estacionalidad y su máxima producción la presentaron durante la primavera.

PALABRAS CLAVE: Forraje, Monocultivos, Mezclas, Gramíneas, Leguminosas.

El mayor problema asociado con la utilización óptima de especies forrajeras en monocultivo, es la distribución estacional de su producción (1), que se ve afectada por diversos factores climáticos (2), ya que el modelo de crecimiento está determinado por la temperatura y la radiación solar (3), debido al papel primario que desempeñan en la fotosíntesis (4). Esto provoca que la producción de forraje sea casi nula en determinadas

épocas del año, y una elevada producción al inicio de la estación de crecimiento (5). Esto obliga a los productores a llevar a cabo una suplementación alimenticia al ganado en épocas de escasez de forraje y mantener cargas superiores en las épocas de máxima producción (1, 4).

El sistema de producción de forrajes cultivados en el norte de nuestro país, consiste en utilizar especies anuales de verano e invierno, por las diferencias en temperatura entre las estaciones del año; es decir, no se puede trabajar con la misma especie en los dos ciclos, lo que implica gastos de preparación del terreno, semilla y otros insumos dos veces por año.

De esta forma, las mezclas de especies

a Recibido para su publicación el 23 de Octubre de 1997.

b Campo Experimental Chetumal, CIRSE, INIFAP.

c Departamento de Manejo de Pastizales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila.

d Departamento de Mejoramiento Genético de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila.

forrajeras perennes de gramíneas y leguminosas adquieren una enorme importancia; esto se debe principalmente a que las especies incluidas en este tipo de mezclas siguen distintos patrones de producción. En consecuencia, estos se pueden combinar para aumentar y mejorar la distribución de forraje durante el año. (6).

Estudios realizados en México, (7,8) mencionan que una mezcla de especies forrajeras es siempre mejor que un monocultivo, no sólo porque se tiene una producción más uniforme en todo el año y una variedad más amplia de especies, sino también porque éstas proporcionan un forraje rico en proteína, minerales y otros nutrientes. Sin embargo, la productividad de pasturas perennes en climas templados depende en parte de la selección y compatibilidad de las especies en las mezclas (9). Los estudios sobre las interacciones entre los componentes de las mezclas han mostrado que las respuestas de producción fueron por efectos benéficos o antagónicos (10). Por otra parte, el arreglo en la siembra y selección de especies también tiene influencia en la producción y persistencia de los componentes de la mezcla (11).

El presente estudio tuvo como objetivos: establecer las curvas de producción total y por especie en mezclas, así como su relación con algunas variables climáticas en la acumulación de materia seca.

El trabajo se llevó a cabo de junio de 1992 a julio de 1993, en el área conocida como "El bajío" ubicada en el campus de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, entre los 100° 57' longitud oeste 25° 28' latitud norte. La altitud promedio

es de 1743 msnm (12). La precipitación media anual es de 298.5 mm, con temperatura media anual de 19.8 C, es una zona semiárida con clima semicálido extremo (BW.hw (x')(e)), (13). Los suelos son de tipo aluvión y se clasifican como: Medianamente pobres en nitrógeno total (0.13%), medianamente ricos en fósforo aprovechable (52.2 kg/ha), muy ricos en potasio intercambiable (> 900 kg/ha), medianos en materia orgánica (2.27%), altos en carbonatos (45%), pH medianamente alcalino (7.87), textura migajón arcilloso.

Se trabajó con dos mezclas forrajeras, una comercial y otra preparada en el Departamento de Recursos Naturales de la UAAAN, seleccionando sus componentes con base en trabajos experimentales previos. La mezcla comercial constó de siete especies perennes de plantas forrajeras, cinco gramíneas y dos leguminosas: (1)zacate huertero (*Dactylis glomerata* L.), (2) zacate alta festuca (*Festuca arundinacea* Schereb.) , (3) zacate bromo (*Bromus catharticus* (Vahl), (4)zacate ballico cv. praire (*Lolium perenne* L.), (5) zacate ballico cv. bison (*Lolium perenne* L.), (6) trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus* L.), (7) trébol fresa cv. salina *Trifolium fragiferum* (L.) .

La mezcla UAAAN estuvo compuesta por cuatro gramíneas y dos leguminosas: (1) zacate alta festuca (*Festuca arundinacea* Schereb.), (2) zacate huertero (*Dactylis glomerata* L.), (3) zacate ballico (*Lolium perenne* L.), (4) zacate rhodes (*Chloris gayana* Kunth.), (5) trébol rojo (*Trifolium pratense* L.), (6) sainfoin (*Onobrychis viciaefolia* L.).

Adicional a las dos mezclas, se sembró cada componente de la mezcla UAAAN en monocultivo con el fin de obtener sus curvas de producción y separar el efecto de mezcla, utilizándose las densidades de siembra recomendadas para cada especie y para la mezcla comercial; para la mezcla UAAAN las densidades de cada componente fueron transformadas considerándose el porcentaje de cada uno en la mezcla. De este modo se obtuvieron ocho tratamientos con cuatro repeticiones en un diseño de bloques al azar. La preparación del terreno consistió en un barbecho y dos pases de rastra más la aplicación de un riego, con el fin de promover la germinación y el desarrollo de las semillas de malezas y evitar al máximo la utilización de herbicidas para su control, debido a la heterogeneidad de especies en la mezcla.

Previo a la siembra, se llevaron a cabo pruebas de germinación en todas las especies, con el fin de utilizar la densidad de siembra adecuada (14). En las leguminosas, previo a la siembra se llevó a cabo una inoculación con cepas específicas de *Rhizobium*. La siembra se realizó al voleo, en 32 unidades experimentales con una dimensión de 5 x 4 m². Las parcelas recibieron riegos de auxilio y una fertilización de establecimiento de 61 kg de fósforo/ha en presentación de superfosfato triple y 100 kg/ha de nitrógeno en forma de urea. El control de malezas se realizó en forma manual.

Con el fin de que la variación en la producción de forraje se debiera al efecto de las condiciones climáticas, se trató en lo posible de satisfacer las necesidades de

agua y nutrientes al cultivo después de su establecimiento, con riegos de auxilio y fertilizando con nitrógeno (550/ha/año), fraccionado en tres aplicaciones por cada cuatro cortes. Tres meses posteriores a la siembra, se realizó un corte de uniformización a todos los tratamientos antes de iniciar los muestreos. Para determinar la producción de materia seca (MS) se realizaron muestreos cada 28 días, en un área de .25 m², variando el sitio de muestreo al azar y cortando a una altura de 5 cm sobre el nivel del suelo. Una vez obtenidas las muestras se llevó a cabo la separación manual de los componentes, en el caso de las mezclas, antes de pesarlas y ponerlas a secar en estufa de aire forzado a 64 C, hasta obtener peso constante y poder determinar la producción total y por componente de MS. A través de la estación meteorológica principal, colocada a 200 m del sitio experimental, se obtuvieron las variables del tiempo atmosférico siguientes:

Radiación solar (calorías acumuladas entre cortes). Temperatura (media diaria acumulada entre cortes). Unidades calor acumuladas (calculadas por la fórmula $UC = 0.083 N (TM - PC)$ correspondiente al método residual modificado por Torres (15).

donde:

TM = Temperatura media

PC = Punto crítico (4 C)

N = Fotoperíodo medio (entre cortes)

.083 = Factor constante del fotoperíodo

El análisis estadístico de la producción de materia seca total y la estacional se llevó a cabo mediante análisis de varianza. Para

la diferencia entre medias se utilizó la prueba de diferencia mínima significativa (DMS). Las relaciones entre las variables del tiempo atmosférico (radiación solar, temperatura medida en °C y unidades calor) entre cortes y la producción de materia seca por tratamiento de las diferentes especies, se determinaron mediante análisis de regresión y correlación.

Producción de Materia seca total.

Los resultados indican diferencias entre los tratamientos evaluados ($p < 0.01$). La mezcla UAAAN (T₇) presentó la mayor producción de MS con una media total anual de 25.0 t/MS/ha; el 91.2% correspondió a la producción de gramíneas y 8.8% a la producción de las leguminosas (Cuadro 1).

La producción total para la mezcla comercial fue de 19.0 t/MS/ha (Cuadro 1), 91% correspondió a la producción de las gramíneas y 9% a las leguminosas. Esta mezcla presentó una baja producción media total al final del estudio, siendo superior ($p < 0.01$) únicamente a T₅.

Al analizar la producción de materia seca de las especies sembradas en monocultivo se observaron diferencias ($p < 0.01$) en la producción entre los tratamientos (Cuadro 1). Se observó una tendencia en la producción de materia seca a ser mayor en el zacate festuca, con una media total de 22.23 t/MS/ha. Para el zacate ballico, rhodes y la leguminosa trébol, las producciones fueron similares (21.08, 21.75 y 20.25 t/MS/ha respectivamente); mientras que huertero y sainfoin presentaron las más bajas con 18.81 y

17.82 t/MS/ha.

La producción de todas las gramíneas dentro de la mezcla UAAAN fue similar; sin embargo, el zacate rhodes fue la gramínea que presentó la mayor producción, principalmente en el verano y otoño con 7.1 t/MS/ha.

Zacate ballico mostró una tendencia a disminuir su producción durante el verano, 0.335 t/MS/ha, similar fue el patrón seguido por alta festuca que presentó una producción menor en verano (0.365 t/MS/ha) incrementándose durante las estaciones de otoño e invierno (0.455 y 0.473 t/MS/ha respectivamente).

El zacate huertero presentó una producción mayor en verano, tendiente a disminuir en otoño e invierno, pero incrementándose de nuevo en primavera con 0.527 t/MS/ha.

Diferente comportamiento se observó en trébol rojo que presentó una baja producción en verano (0.123 t/MS/ha), incrementándose en otoño e invierno con 0.223 y 0.157 t/MS/ha. La leguminosa sainfoin aportó durante los primeros meses del período experimental apenas el 40% de la producción total y finalmente desapareció de la mezcla (Figura 1).

Al analizar la producción por componente en la mezcla comercial, se observó que éstos presentaron un comportamiento similar al de los componentes en la mezcla UAAAN, ya que alta festuca y ballico disminuyeron su producción durante el verano (0.423 y 0.469 t/MS/ha respectivamente), incrementándola en invierno con 0.461 y 0.560 t/MS/ha y en

primavera con 0.781 y 0.767 t/MS/ha respectivamente. El zacate huertero y el trébol fresa disminuyeron su producción en otoño, pero el trébol la incrementó en invierno y primavera con 0.203 y 0.767 t/MS/ha (Fig. 2).

Producción de Materia Seca estacional.

La producción de materia seca en la mezcla comercial presentó diferencias ($p < 0.01$) entre las estaciones del año (Cuadro 2), en verano se obtuvo una producción media de 1.525 t/MS/ha, aportando el 6.40% las leguminosas y el 93.6% las gramíneas. En otoño disminuyó con una producción media de 1.285 t/MS/ha, no así en invierno y primavera donde alcanzó una producción de 1.498 y 2.549 t/MS/ha.

En la mezcla UAAAN también se observaron diferencias ($p < 0.01$) en la producción entre las estaciones del año (Cuadro 2), en verano se tuvo una media de 2.082 t/MS/ha, proporcionando el 6.6% las leguminosas y el 93.4% las gramíneas; en otoño se observó una producción de 2.440 t/MS/ha, aportando las leguminosas el 9.35% y las gramíneas el 90.65%; la producción más baja se observó en invierno con 1.683 t/MS/ha, siendo el 90.65% de gramíneas y 9.35% de leguminosas; durante la primavera su producción fue mayor con 2.831 t/MS/ha, donde las leguminosas aportaron el 8.7% y las gramíneas el 91.3%.

La producción media de materia seca estacional de todas las gramíneas fue similar en primavera (Cuadro 3), el zacate rhodes presentó un comportamiento diferente, ya que su máxima producción

se observó en primavera y verano (2.98 y 2.79 t/MS/ha), y en otoño e invierno su mínima producción (14.0 y 0.965 t/MS/ha), llegando incluso a cero en ciertos muestreos durante esta época. La máxima producción de las gramíneas, huertero, alta festuca y ballico fue en la primavera, disminuyendo en verano, otoño e invierno (Cuadro 3).

Comportamiento similar al de las gramíneas fue el presentado por las leguminosas trébol rojo y sainfoin, su máxima producción fue en primavera, disminuyendo en verano, otoño e invierno (Cuadro 2).

Relación entre factores climáticos y producción de MS total y estacional.

Las relaciones entre la producción total de las mezclas UAAAN y comercial, contra radiación expresada en calorías acumuladas no fueron significativas, ($p > 0.05$) con valores de $r = .38$ y $r = .14$ respectivamente (Cuadro 4).

Las correlaciones de producción total de los monocultivos contra radiación presentaron un comportamiento similar, ya que en su mayoría no fueron significativas, ($p > 0.05$). Por otra parte, con las estaciones del año tampoco hubo relación entre la producción de mezclas y monocultivos con radiación. El zacate rhodes fue la única gramínea que presentó una relación significativa ($p < 0.05$) (Cuadro 4.).

Al determinar el grado de asociación de la temperatura expresada en unidades calor (UC) y C se observó que está correlacionada ($p < 0.01$) con la

producción presentada por el zacate rhodes. Para el resto de las variables no se observó relación (Cuadro 4).

No se observó relación entre radiación y la producción total de las dos mezclas. Para los componentes de las mezclas sólo se observó una relación ($p < 0.05$) entre radiación y unidades calor acumuladas con la producción del zacate rhodes; (Cuadro 5).

Los valores de rendimiento de materia seca total obtenidos indican que, la producción de la mezcla UAAAN fue superior a las producciones observadas en las gramíneas y leguminosas en monocultivo (Cuadro 1). Sin embargo, a pesar de que la producción del zacate festuca y el zacate rhodes fue similar a la de la mezcla UAAAN (22.2,

21.7 y 25.0 kg/ms/ha respectivamente), numerosos trabajos han indicado las ventajas de las mezclas, (16).

Cuadro 1. Producción de materia seca (T/MS/HA) anual entre los tratamientos.

TRATAMIENTO	MEDIA
Mezcla UAAAN	25.030 a
Zacate alta festuca	22.232 ab
Zacate rhodes	21.757 ab
Zacate ballico	21.089 bc
Trébol	20.107 bcd
Mezcla comercial	19.034 bcd
Zacate huertero	18.813 cd
Sainfoin	17.821 d

Valores con literales distintas son diferentes ($p < 0.01$).

Cuadro 2. Medias de producción estacional de materia seca (T/MS/HA) en mezclas y leguminosas.

Estación	Mezcla UAAAN	Mezcla comercial	Trébol	Sainfoin
Primavera	2.831 a	2.549 a	2.976 a	2.600 a
Verano	2.082 ab	1.525 b	1.025 b	1.234 b
Otoño	2.440 ab	1.285 b	1.370 b	1.091 b
Invierno	1.683 b	1.498 b	1.720 b	1.426 b

Valores con distinta literal entre columnas son diferentes ($p < 0.01$).

Cuadro 3. Medias de producción estacional de materia seca (KG/MS/HA) en gramíneas.

Estación	Huertero	Festuca	Ballico	Rhodes
Primavera	2.271 a	2.871 a	2.528 a	2.983 a
Verano	1.512 b	1.622 bc	1.842 ab	2.795 a
Otoño	1.072 b	1.356 c	1.171 b	1.400 b
Invierno	1.981 ab	2.101 b	2.102 a	.965 b

Valores con distinta literal entre columnas son diferentes ($p < 0.01$)

PRODUCCION DE FORRAJERAS MONOCULTIVO Y MEZCLA

Cuadro 4. Coeficientes de correlación lineal simple entre radiación solar, temperatura y la producción total en mezclas y monocultivos.

TRATAMIENTOS	CAL. ACUMULADAS	UC ACUMULADAS	°C ACUMULADOS
Prod. Mezcla UAAAN	.38 ns	0.54 ns	.54 ns
Prod. Mezcla comercial	-.14 ns	0.03 ns	-.11 ns
Prod. Alta festuca	-.20 ns	-0.19 ns	-.30 ns
Prod. Zacate rhodes	.61 *	0.83 **	.75 *
Prod. Zacate ballico	-.07 ns	0.03 ns	-.10 ns
Prod. Zacate huertero	-.25 ns	-0.23 ns	-.33 ns
Prod. Trébol	-.30 ns	-0.19 ns	-.32 ns
Prod. Sainfoin	-.14 ns	0.01 ns	-.10 ns

* (p<0.05) significativo.

** (p<0.01) Altamente significativo.

Cuadro 5. Coeficientes de correlación lineal simple entre radiación, temperatura (°C Y UC) y la producción total en mezcla y por componente.

VARIABLES	CALORIAS	°C ACUMULADA	UC ACUMULADO
Mezcla UAAAN	.38 ns	.54 ns	0.51 ns
Mezcla comercial	-.14 ns	-.11 ns	-0.11 ns
Alta festuca	-.27 ns	-.02 ns	-0.34 ns
Rhodes	.75 *	.63 *	0.86 *
Ballico	-.21 ns	-.11 ns	-0.39 ns
Huertero	-.31 ns	.21 ns	0.22 ns
Trébol	-.33 ns	-.38 ns	-0.54 ns
Sainfoin	.27 ns	.31 ns	0.64 ns

* (p<0.05) Significativo.

FIGURA 1. PRODUCCION DE MATERIA MS ESTACIONAL EN LA MEZCLA UAAAN Y DE SUS COMPONENTES.

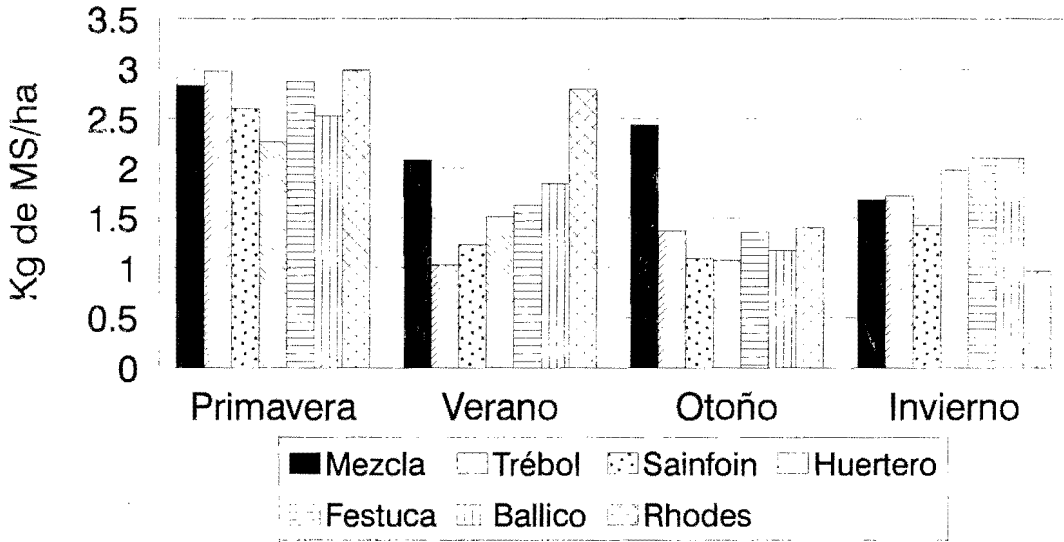
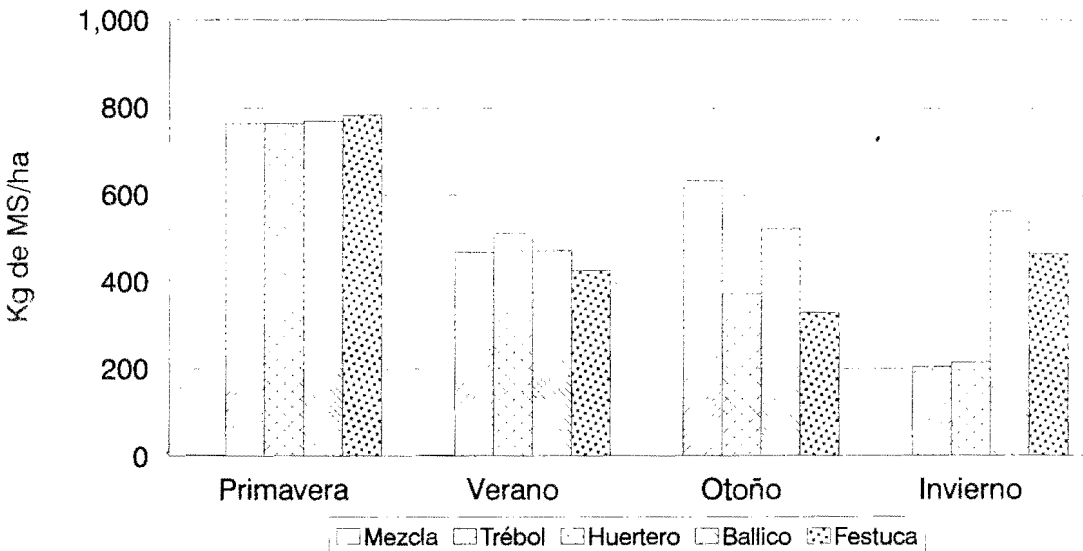


FIGURA 2. PRODUCCION MEDIA ESTACIONAL EN LA MEZCLA COMERCIAL Y SUS COMPONENTES.



Estos resultados son similares a diversos trabajos sobre el tema en nuestro país (17) y en otras partes del mundo (18), donde las mezclas obtuvieron una mayor producción que cultivos puros de gramíneas (19) y leguminosas (16). Respecto a la composición botánica, en términos generales se pudo observar que al inicio y final de la etapa experimental las gramíneas dominaron en la mezcla.

Generalmente es aceptado que las gramíneas tienen ventajas competitivas sobre las leguminosas, esto se debe a que la mayoría de las gramíneas tienen sus puntos de crecimiento a ras de suelo, lo que les permite evadir daños por condiciones climáticas, fuego, corte o apacentamiento (16). Esta dominancia de las gramíneas también pudo ser ocasionada por el manejo que se le dio al experimento, que fue bajo corte y no pastoreo, donde los animales pueden seleccionar las especies y donde éstos no consumen las especies simultáneamente y a la misma altura (20). Por otra parte, la dominancia de las gramíneas en la mezcla pudo deberse al número total de zacates y leguminosas utilizados, ya que en asociaciones binarias se indica la dominancia de las leguminosas en todas las mezclas evaluadas (17).

Del 92% de la producción total de la mezcla que corresponde a las gramíneas, el zacate rhodes fue la especie que aportó más (Figura 1), principalmente en primavera y verano, lo cual coincide con lo informado para esta especie, indicando que es una gramínea que tiene buena producción de forraje en las épocas más cálidas, no resistiendo bajas temperaturas (21).

Alta festuca, zacate ballico y zacate

huertero, después del zacate rhodes en este orden, fueron los componentes de mayor peso en la mezcla UAAAN. Estas gramíneas presentaron su máxima producción en la primavera, lo que permitió una distribución más uniforme de la producción (22). Algunos autores indican que huertero es más agresivo que alta festuca (23), y otros señalan lo contrario, cuando estas especies crecen bajo cortes frecuentes (24); bajo condiciones de sequía, alta festuca tuvo una producción mayor a la del zacate huertero y la del zacate ballico. El zacate huertero además de su vigor, es también conocido por ser muy competitivo en asociaciones con sainfoin y alfalfa, en comparación con festuca (16) que ha demostrado ser menos competitiva en mezclas (22).

La leguminosa trébol rojo estuvo presente en un porcentaje muy bajo en la mezcla UAAAN, si se considera que al momento de realizarla se utilizó una cantidad de semilla que le permitiera por lo menos estar presente en un 25% de la producción total. Sin embargo, su proporción fue en aumento en la mezcla; se han informado similares incrementos en la proporción del trébol en la biomasa total de las mezclas bajo corte frecuente (25).

Diversas investigaciones se han llevado a cabo con el fin de medir la compatibilidad del trébol rojo con varias gramíneas, observándose diferencias en la estabilidad de la proporción inicial en la mezcla (24).

En el primer corte, la leguminosa sainfoin fue el componente con menor porcentaje en la mezcla UAAAN y desapareció a partir del cuarto corte, observándose una pobre persistencia bajo el sistema de manejo

utilizado, lo cual concuerda con lo informado en la literatura (26). Información concerniente a las relaciones de causa-efecto entre manejo de la defoliación y persistencia de sainfoin son limitadas. Estudios realizados para evaluar la persistencia de sainfoin bajo apacentamiento y corte, con diferentes intensidades de defoliación y a diferentes estados fenológicos indican que no existió diferencia para la persistencia de esta especie, ya sea utilizada bajo corte o pastoreo directo por el animal, señalando también que existieron diferencias en la producción de materia seca al ser cosechada a 33, 34 y 64 días, concluyendo que el sainfoin debe ser utilizado cuando presenta un 30% de floración, ocurriendo esto aproximadamente a los 39 días posteriores al último corte, mejorando de esta forma su persistencia (27, 28).

Por otra parte, se pudo apreciar que sainfoin no fue una especie agresiva y por lo tanto no competitiva, lo que pudo ocasionar que desapareciera de la mezcla. Ya que en la mezcla respondió en forma diferente a la defoliación, a lo observado en cultivo puro, probablemente como un resultado de diferencias entre la competencia intra e interespecífica (29).

La mezcla comercial presentó una baja producción media total al final del estudio, siendo superior únicamente al tratamiento cinco (sainfoin), esto quizá se debió a que aún que el trébol pata de pájaro y el zacate avenilla eran elementos de la mezcla, no se observaron como componentes de la misma. Por otra parte, dada la falta de componentes en la mezcla, los que la formaron (ballico, festuca, huertero y trébol), presentaron un comportamiento

primaveral, donde el ballico fue el más importante. Estos resultados de una mayor producción de las gramíneas en primavera coinciden con los obtenidos por otros autores (30). El trébol presentó un comportamiento similar al observado en la mezcla UAAAN, así como la producción porcentual total al final del estudio.

Sin embargo, se pudo observar que la mezcla superó al zacate huertero, ballico y sainfoin en la primavera, y al trébol rojo en verano, así como al rhodes en invierno, lo cual indica una mejor distribución de la producción por parte de la asociación (11). En cuanto a la distribución estacional de la producción existen diferencias entre las praderas puras de gramíneas (31, 22), leguminosas (24) y las asociaciones (11, 16).

Las especies combinadas en las mezclas UAAAN siguieron un patrón anual distinto de producción, pero no el más idóneo, que era el de que las gramíneas ballico, huertero y festuca presentaran una mayor producción en invierno, cuando la producción del zacate rhodes es muy baja, llegando en algunos casos a cero, así como la producción de las leguminosas trébol y sainfoin. Sin embargo, las gramíneas tuvieron su más alta producción en primavera, siendo la menor a principios de otoño y durante el invierno.

No se observaron diferencias significativas entre las estaciones de primavera, verano y otoño, (Cuadro 6) pero sí de estas con la de invierno.

Comportamiento similar fue observado en la mezcla comercial donde su mayor producción fue en primavera, siendo ésta estadísticamente diferente a verano, otoño

e invierno. Esto se debió a que ballico, huertero, alta festuca y trébol fresa como componentes de la mezcla tuvieron un comportamiento primaveral. La producción del mes de agosto de este tratamiento es de sólo 675 kg/ms/ha contra 2400 kg/ms/ha del tratamiento mezcla UAAAN (Cuadro 1), cuya diferencia básica fue la inclusión del zacate rhodes. Por lo que se considera conveniente además de incluir especies que presenten mayor producción en invierno, también incluir alguna o algunas gramíneas de crecimiento en verano (*Panicum*, *Chloris*, etc.), como en el caso de la mezcla UAAAN.

Los tratamientos de monocultivos presentaron una mayor estacionalidad que las asociaciones. Esto se explica porque al asociar especies hay cambios en el comportamiento productivo, determinado por la competencia por luz, nutrientes y humedad (4, 5).

Las correlaciones de producción total de las mezclas (UAAAN y comercial), monocultivos y componentes fueron en su mayoría no significativas, ya que el zacate rhodes fue la única especie que presentó un cierto grado de relación con radiación. Lo cual no concuerda con otros autores (21), quienes consideran que la acumulación de materia seca en las especies está fuertemente correlacionada con la cantidad y calidad de luz. Esto quizá haya estado influenciado por la vía fotosintética a la que pertenecen las especies; para nuestro caso, la única especie C4 fue el zacate rhodes, perteneciendo el resto a la vía C3, lo que implica diferencias a nivel bioquímico, resultando en un nivel diferente de tolerancia a las condiciones ambientales como alta temperatura y elevada intensidad

luminosa.

Las especies con vía fotosintética C3 alcanzan un nivel de saturación de luz con un 30 o 50% de la iluminación solar, el trébol rojo por ejemplo su tasa de crecimiento es menos afectada que la de alfalfa cuando la radiación disminuye, ya que crece con un 15% del total de luz solar, en tanto que las C4 no se saturan ni siquiera con la exposición solar total, lo cual está relacionado con el rendimiento de forraje (19).

Al analizar el grado de asociación de temperatura expresada en C y UC acumuladas con la producción en mezclas, componentes y monocultivos se observó que sólo el zacate rhodes está correlacionado con unidades calor y en forma significativa con C acumulados. Estos resultados no coinciden con lo señalado por otros autores (32), quienes encontraron a huertero, festuca y trébol rojo respectivamente correlacionados con temperatura.

Se concluye que la mayor producción de forraje en la mezcla UAAAN, así como su mayor uniformidad durante el año, se debió principalmente al efecto de relevo que se presenta utilizando especies con períodos de crecimiento diferentes. Se requiere incluir en las mezclas especies con mayor capacidad de producción a bajas temperaturas, y para la mezcla comercial se deberá incluir además una especie de producción en verano. La producción de gramíneas y leguminosas en monocultivo fué estacional, presentando su máxima en primavera. No se observó relación entre la producción de las mezclas, leguminosas y la mayoría de las gramíneas con temperatura y radiación. El zacate rhodes

fué la única especie relacionada con temperatura y radiación.

SEASONAL PRODUCTION OF PERENNIAL FORAGE SPECIES AS MONOCROPS AND MIXTURES

SUMMARY

Sosa R E E, Díaz S H, Pérez R L, Morones R R. *Téc. Pecu. Méx.* Vol 36 No. 1 1998. 59-71. The present study was carried out at the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro campus. The objective was to establish the cumulative production curves of mixture and monocrops and their relationship with weather conditions. Two mixtures of grass-legume, one commercially available and another made at the Department of Natural Resources of the University as well as every component in a monoculture were evaluated. Eight treatments: *Dactylis glomerata* (T₁), *Festuca arundinacea* (T₂), *Lolium perenne* (T₃), *Chloris gayana* (T₄), *Onobrychis viciaefolia* (T₅), *Trifolium pratense* (T₆) UAAAN mixture (T₇) and comercial mixture (T₈) were used in a randomized block design with four replicates. The data were analysed by analysis of variance and with least significance difference, as well as regressions and correlations between variables. No significant differences were found among treatments ($p < 0.01$), showing the T₁ highest average production, 25.03 tons of dry matter by ha (t DM/ha). The 91.2% corresponds to the production of grass and the 8.8% to legume. There were not significant relations ($p > 0.01$) between the total production of the mixtures with temperature and sun radiation. For monocrops only the T₁ had a high degree of relation ($p < 0.01$) with temperature and sun radiation. The grass had a high degree of estacionality and their best production was during the spring.

KEY WORDS: Forage, Mixtures, Monoculture, Seasonal production, Grass, Legume.

REFERENCIAS

1. Buck D C, Cohen R D, Christense D A. Effects of various plant growth regulators on the nutritive value and yield of some grass species, red clover and grass - legume mixtures. *Can. J. Plant Sci.* 1989; 69:465.
2. Davies D A, Morgan T E H. Variation in spring temperatures, grass production and response to nitrogen over twenty years in the uplands. *Grass Forage Sci.* 1988; 43: 159.
3. Rusell J S, Werbb H R. Climatic range of grasses and legumes used in pastures. Results of a survey conducted at the 11th International Grassland Congress. In: *Aust. J. Agric. Res.* 1976; 42(3): 156.
4. Orr R J, Parsons A J, Treacher T T, Penning P D. Seasonal patterns of grass production under cutting or continuous stocking managements. *Grass Forage Sci.* 1988; 43. 199.
5. Menzi H, Blum H, Nosberger J. Relationship between climatic factors and the dry matter production of swards of different composition at two altitudes. *Grass Forage Sci.* 1991; 46: 223.
6. Díaz S H. Praderas de riego en el Norte de México. En: Anónimo. Seminario sobre bovino de carne. Memorias. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 29-30 de Septiembre, Saltillo, Coahuila, México. 1992
7. Garza T R. Comportamiento de asociaciones de zacates y leguminosas en praderas artificiales en los valles de México y Toluca. Tesis Licenciatura. ESAAN. Buenavista, Saltillo, Coah., México. 1957.
8. Sánchez M A. Asociación de dos gramíneas con tres leguminosas. Tesis de Licenciatura. UANL. México. 1997.
9. Kanyama-Phiri G, Raguse C A, Taggard K L. Responses of a perennial grass-legume mixture to applied nitrogen and differing soil textures. *Agron. J.* 1990; 82: 488.
10. Chamblee D S. Some above and below ground relationships of alfalfa - orchardgrass mixture. *Agron. J.* 1958; 50: 434.
11. Mooso G D, Wedin W F. Yield dynamics of canopy componentes in alfalfa-grass mixtures. *Agron J.* 1990; 82: 696.
12. Comisión de Estudios del Territorio Nacional. (CETENAL). Saltillo. Carta geológica. G-1473. Escala 1:50000. 1977. Saltillo, Coahuila, México.
13. Mendoza H J M. Diagnóstico climático para la zona de influencia inmediata de la UAAAN. Departamento de Agrometeorología UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 1983; 616 pp.
14. International Seed Testing Association. (ISTA). Rules for seed testing. *Seed Sci. and Technol.* 1985; 13: 299.

PRODUCCION DE FORRAJERAS MONOCULTIVO Y MEZCLA

15. Torres R E. Agrometeorología. Ed. Diana. México. 1993; p. 39-80.
16. Mallarino A P, Wedin W F. Effect of species and proportion of legume on herbage yield and nitrogen concentration of legume-grass mixtures. Grass Forage Sci. 1990; 45: 393.
17. Ornelas G L, Merino A J, Castrellón M J L. Asociación ballico anual (*Lolium multiflorum* Lam.) con veza común (*Vicia sativa* L.) para forraje en invierno. Chapingo. 1992; 77: 118.
18. Townsend C E, Kenno H, Brick M A. Compatibility of Cicer Milkvetch in mixture with cool-season grasses. Agron. J. 1990; 82: 262.
19. Jones R R. Efecto del clima, el suelo y el manejo del pastoreo en la producción y persistencia del germoplasma forrajero tropical. O. Paladines y Carlos Lascano (Eds.) En: Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas. Metodologías de evaluación. RIEPT. Cali, Colombia. 1982; p. 11-31.
20. Gardner A L. Evaluación por corte y pastoreo en parcelas pequeñas: comparación de resultados. En: O. Paladines y C. Lascano (eds.) Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas. Metodología de evaluación. RIEPT. Cali, Colombia. 1982; p. 107-120.
21. Cooper J P, Tainton N M. Light and temperature requirements for the growth of tropical and temperature grasses. Herbage abstracts. 1986; 38 (3): 167.
22. Sheaffer C C, Hovin A W, Rabas D L. Yield and composition of orchardgrass, tall fescue and reed canarygrass mixtures. Agron. J. 1981; 75:101.
23. Henderlong P R, Blaser R E, Worley R W. Growth and botanical composition of orchardgrass, tall fescue and bluegrass as affected by K and N fertilization. Agron Abstr. 1965; p. 35.
24. Camlin M S, Gilliland T J, Stewart R H. Productivity of mixture of italian ryegrass and red clover. Grass Forage Sci. 1983; 38: 73.
25. Marriot C A. Seasonal variation in white clover content and nitrogen fixing (acetylene reducing) activity in a cut upland sward. Grass Forage Sci. 1988; 43, 253.
26. Smoliak S, Hanna M R. Productivity of alfalfa, sainfoin and cicer milkvetch on subirrigated land when grazed by sheep. Can. J. Plant Sci. 1975; 55: 415.
27. Mowrey D P, Matches A G. Persistence of sainfoin under different grazing regimes. Agron. J. 1991; 83:714.
28. Bolger T P, Matches A G. Water-use efficiency and yield of sainfoin and alfalfa. Crop. Scie. 1990; 30:143.
29. Hall R J. The analysis and significance of competitive and non-competitive interference between species. Wilson J. (De.) In: Plant relations in pastures. CSIRO. Melbourne, Aust. 1978; p. 163-174.
30. Anslow R C, Green J O. The season growth of pasture grasses. J. Agric. Sci. Camb. 1967; 68:109.
31. Avendaño M J C. Determinación de la curva de producción de gramíneas perennes en siembras puras. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México. 1978; p. 89.
32. Lemaire G, Salette S. The effects of temperature and fertilizer nitrogen on the spring growth of tall fescue and cocksfoot. Grass Forage Sci. 1982; 37:191.