

PESO DE SEMILLA Y SU RELACION CON VIGOR DE PLANTULA EN ZACATE BANDERILLA *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr*

Jorge R. González Domínguez¹

Samuel J. Hinojosa Alvizo²

Susana Gómez Martínez³

RESUMEN

La siembra artificial de gramíneas perennes nativas, para mejorar los pastizales deteriorados de las zonas áridas y semiáridas, es una empresa riesgosa por las condiciones ambientales adversas que dificultan el establecimiento de las nuevas plantas. El uso de variedades con mejor vigor de plántula puede facilitar las probabilidades de establecimiento.

Esta investigación fue realizada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, durante 1988 y 1989, para conocer la variabilidad existente en colectas nacionales y materiales introducidos de zacate bandera, en cuanto a peso de semilla y la relación de éste con varias expresiones de vigor de plántula.

Se realizaron cuatro experimentos para determinar el peso de 1000 semillas, porcentaje y velocidad de germinación, emergencia y velocidad de emergencia, longitud de plúmula y radícula, y materia seca. Se encontró un amplio rango en el peso de semilla de 32 materiales estudiados. El peso de semilla no estuvo asociado con el porcentaje ni con la velocidad de germinación. El peso de semilla estuvo asociado positivamente en todas las otras variables mencionadas. Se concluye que el peso de semilla puede ser utilizado como un criterio indirecto de selección para mejorar el vigor de plántula del zacate bandera.

INTRODUCCION

La siembra artificial de semilla de gramíneas forrajeras es una alternativa para mejorar la producción y productividad de pastizales deteriorados. En las gramíneas nativas perennes adaptadas a las condiciones del pastizal desértico

* Trabajo derivado del proyecto de investigación Colección, Introducción, Reproducción, Evaluación y Conservación de Zarcos Forrajeros de y para las Zonas Áridas y Semiáridas de México.
1 PhD y 3 Ing. Maestros investigadores del Depto. de Fitomejoramiento. División Agronomía, UAAAN.

2 Tesista

co, las plantas establecidas presentan una gran tolerancia a toda una serie de factores ambientales adversos. Sin embargo, el establecimiento de nuevas plantas, mediante la siembra artificial, es frecuentemente difícil.

Mejorar la probabilidad de éxito en la siembra artificial de gramíneas forrajeras no depende solamente de aplicar las prácticas de siembra más recomendables sino también de utilizar semillas con mayor capacidad de establecimiento. Los programas de mejoramiento genético de gramíneas forrajeras para zonas áridas, deben considerar entre sus metas principales mejorar la capacidad de establecimiento de las especies adaptadas.

Uno de los enfoques utilizados para lograr la meta mencionada ha sido la selección de plantas con mayor vigor de plántula. El objetivo del presente trabajo fue conocer la variabilidad existente en varias colectas nacionales y materiales introducidos de zacate banderilla en cuanto a peso de semilla y determinar si existe alguna asociación del peso de semilla con vigor de plántula.

REVISION DE LITERATURA

El mejoramiento genético de cualquier especie requiere de la existencia de variabilidad genética para las características que se desean seleccionar. La forma de reproducción en las especies vegetales es determinante para el método o métodos de mejoramiento a ser utilizados. Gould (1959) reportó que el zacate banderilla es muy variable tanto en número cromosómico como morfológicamente y que la mayor variabilidad se encuentra en el norte de México (Coahuila, Chihuahua y Durango). Rzedowski (1975) señala al norte de México como el lugar de origen del zacate banderilla. González y Garza (1974) reportaron una gran variabilidad en características morfológicas y fisiológicas en un número pequeño de colectas realizadas en Coahuila, Chihuahua, Durango y Zacatecas.

El zacate banderilla es de polinización cruzada (Hanson y Carnahan, 1956) y en la especie ocurren la reproducción sexual y asexual a través de apomixis. La ocurrencia de apomixis fue reportada por Harlan (1949) en la línea Tucson. Según Gould (1959) los tipos apomícticos se presentan en una muy amplia y bien definida zona que va del suroeste de los Estados Unidos al noreste de México (los apomícticos predominan en las zonas áridas).

El éxito en la germinación y emergencia de las plántulas constituyen el requerimiento principal de las plantas utilizadas para revegetación en las regiones áridas y semiáridas (Wright, 1971). Según Kneebone (1970) el vigor de plántula lleva a un mejor establecimiento y, por consiguiente, es un criterio de selección esencial en la mayoría de los programas de mejoramiento genético. El mismo autor define el vigor de plántula como la capacidad ejercida para crecimiento rápido en el estado de plántula. Las influencias precisas de los facto-

res que están asociados con el vigor de plántula no están completamente entendidas; sin embargo, varios factores han recibido atención por diferentes investigadores. El peso de semilla y las respuestas relacionadas se han investigado con mayor frecuencia (Wright, 1975).

El tamaño y peso de semilla son características extremadamente importantes en los zacates y están asociados con vigor de plántula (McKell, 1970). Kneebore y Cremer (1955) realizaron estudios de invernadero y campo para investigar la relación entre el tamaño de semilla y el vigor de plántula en cinco zacates nativos, incluyendo el zacate banderilla. El vigor de plántulas producidas por semillas de varios tamaños fue evaluado en términos de vigor *per se*, velocidad de emergencia, población, altura y producción de forraje en estados tempranos de desarrollo. Las semillas más grandes dentro de un lote dieron plántulas más vigorosas, además éstas emergieron y crecieron más rápido. El tamaño de semilla tuvo poco efecto en la germinación.

Según estos investigadores la selección de líneas con semilla grande y de buen vigor de plántula deben de proporcionar el tipo de semilla necesario para resultados óptimos en la siembra artificial de pastizales. La línea Encinoso de zacate banderilla, que tiene semillas más grandes que el promedio, ha sido generalmente superior en vigor de plántula en los sitios que se ha sembrado.

En zacate banderilla, un ciclo de selección para plántulas más vigorosas dio incrementos en vigor de plántula. Las plantas seleccionadas produjeron cariósides más grandes que el promedio (Kneebone, 1956). Voigt y Brown (1969) utilizando la selección recurrente fenotípica para vigor de plántula *per se*, reportaron para el tercer ciclo de selección un incremento de 35% en establecimiento y 24% en altura de plántula.

Dos variedades de zacate banderilla fueron desarrolladas en el Programa de Mejoramiento Genético de Pastos Nativos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (González, 1982); de éstas, las variedad Chihuahua 75 produce cariósides que pesan aproximadamente el doble de aquéllos producidos por la variedad AN Selección 75 (González y Zamora, 1988). Asimismo, se ha observado mayor rapidez en la germinación y mayor vigor de plántula (González, s.f.).

Los hábitos favorables en la siembra, son especialmente importantes en los zacates nativos. La variedad Coronado (la línea Encinoso mencionada anteriormente) fue seleccionada entre muchas variedades de zacate banderilla, principalmente por sus características deseables en la siembra. Bajo condiciones favorables, el amarre de semilla es inusualmente alto, obteniéndose semilla con 80% o más pureza, lo cual es excepcional en esta especie. La semilla de esta variedad es grande comparada con la de otras variedades y el vigor de plántula es bueno, probablemente como consecuencia del tamaño de semilla.

La variedad Coronado es considerada superior a otras líneas disponibles en las características siguientes, mencionadas en orden de superioridad: tamaño de semilla, vigor de plántula, producción de semilla, y producción de forraje (Harlan y Ahring, 1958).

MATERIALES Y METODOS

Origen de la Semilla

En 1982 y 1983, como parte de un proyecto cooperativo entre la Unidad de Recursos Genéticos del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, y la UAAAN, se realizaron en el norte de México colectas de germoplasma de varios zacates nativos incluidos entre éstos el zacate banderilla.

En 1982, el Programa de Pastos de la UAAAN recibió de Estados Unidos varios materiales de la misma especie. Parte de los materiales colectados e introducidos fueron establecidos en Ocampo, Coahuila en parcelas de observación. La semilla utilizada en la presente investigación fue cosechada el 30 de octubre de 1987 en las mencionadas parcelas, a excepción de la semilla de las variedades Chihuahua 75 y AN Selección 75, la cual fue cosechada en Navidad, N.L. en 1984 y 1985, respectivamente.

Experimentos Realizados

Durante 1988 y 1989 se realizaron cuatro experimentos utilizando grano limpio que se obtuvo de espigas procesadas en una licuadora. En los tres primeros experimentos se utilizaron granos extraídos de sus envolturas la última semana de marzo de 1988 y para el cuarto experimento el 10 de febrero de 1989.

El primer experimento fue realizado en abril de 1988 con el propósito de determinar el peso de semilla de 30 materiales, incluyendo, además, las variedades Chihuahua 75 y AN Selección 75. Se tomaron al azar ocho muestras de 100 semillas de cada material y se pesaron en una balanza analítica. El segundo experimento se inició el 14 de junio de 1988 y consistió en una prueba de germinación usando cuatro muestras al azar de 100 semillas de cada material. Las semillas fueron puestas en cajas petri, con papel filtro como sustrato, en una germinadora a 28°C. Los conteos de germinación fueron realizados diariamente durante siete días. En el mismo experimento se determinó la velocidad de germinación, mediante el método propuesto por Maguire (1962). En ambos experimentos, los datos fueron analizados como un diseño completamente al azar.

El tercer experimento se realizó en invernadero para evaluar la emergencia en 20 materiales a 1.0, 1.5 y 2.0 cm de profundidad de siembra. Se utilizó un

arreglo factorial de parcelas dividas asignando las profundidades a las parcelas principales y los materiales a las subparcelas. Se utilizó una distribución de bloques al azar con tres repeticiones. Se sembraron 20 granos de cada material en charolas de nieve seca conteniendo tierra de jardín cribada y tratada con Tecto. La siembra se realizó el 19 de enero de 1989 y los conteos de emergencia se realizaron diariamente durante un mes. La velocidad de emergencia fue determinada con el Método de Maguire (1962).

El cuarto experimento se inició el 11 de febrero de 1989, y consistió en medir la plúmula y radícula y determinar el peso seco en plántulas de siete días de edad. La prueba se realizó en los tres materiales de mayor peso de semilla, tres de peso aproximadamente intermedio y los tres de menor peso; además se incluyeron las variedades Chihuahua 75 y AN Selección 75. Se utilizaron cuatro muestras (repeticiones) de 25 semillas de cada material. Las mediciones se hicieron sobre 10 plántulas en cada repetición. Para determinar el peso seco las plántulas fueron colocadas en sobres y estos puestos en una estufa a temperatura de 80°C por 24 horas. Los datos fueron analizados como un diseño completamente al azar.

RESULTADOS Y DISCUSION

Peso de Semilla

El análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas entre las colectas para el peso de 100 semillas. El peso de semilla de los materiales utilizados, expresado como peso de 1000 cariósides, se presenta en el Cuadro 1. Se encontró un rango de 318 a 936 mg por cada 1000 semillas, una media de 666 y una desviación estándar de 167 mg. El coeficiente de variación obtenido para los diferentes materiales fue de 28.19%.

La variedad Chihuahua 75 y AN Selección 75 promediaron 824 y 433 mg para el peso de 1000 cariósides. Estos valores concuerdan con lo mencionado por González y Zamora (1988), quienes en su trabajo citan varios experimentos donde se ha encontrado que los granos o cariósides de la variedad Chihuahua 75 pesan aproximadamente el doble de aquéllos producidos por la variedad AN Selección 75. Solamente cinco materiales produjeron semillas más pesadas que las de variedad Chihuahua 75, que ocupó el sexto lugar en orden descendente. Por el contrario, la variedad AN Selección 75 ocupó el penúltimo lugar (31avo) para esta variable.

Diferencias para el peso y/o tamaño de semilla dentro y entre materiales de zacate banderilla han sido reportados por Kneebone y Cremer (1955) y Harlan y Ahring (1958). Kneebone (1956), estudiando 24 materiales de zacate banderilla, reportó una media de 800 mg para 1000 semillas, un rango de 500 a 1100 mg y un coeficiente de variación de 18.08%. Los valores más altos reportados

para la media y el rango, y el valor más bajo del coeficiente de variación, en comparación a los datos obtenidos en la presente investigación, son debido a que los materiales estudiados por Kneebone (1956) eran individuos seleccionados para peso de semilla. Harlan y Ahring (1958) consideraron a la variedad Coronado superior a otras variedades, en primer lugar, por su mayor tamaño de semilla.

Porcentaje de Germinación

Los resultados obtenidos para el porcentaje de germinación se presentan en el Cuadro 1. Todos los materiales mostraron porcentajes de germinación entre 90 y 99%, con excepción de la variedad AN Selección 75, que promedió 76%. El análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas para el porcentaje de germinación; sin embargo, si se descarta el valor obtenido para la variedad AN Selección 75, las diferencias en germinación entre los materiales pueden considerarse de poca importancia desde un punto de vista práctico.

El coeficiente de correlación entre peso de semilla y porcentaje de germinación dió un valor de -0.171 indicando que el peso de semilla no tiene efecto sobre la germinación. La falta de asociación entre estas dos variables fue también reportado por Kneebone y Cremer (1955).

Velocidad de Germinación

Los valores calculados para los índices de velocidad de germinación (IVG) se presentan en el Cuadro 1. El análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas entre los materiales. Se observó que las variedades Chihuahua 75 y AN Selección 75 tuvieron valores muy bajos, esto probablemente debido a que la semilla utilizada de estas variedades fue cosechada en 1984 y 1985 respectivamente. Sin embargo, las variedades de Trailway y Reno también tuvieron índices de germinación bajos, aun cuando la semilla de dichas variedades es de peso alto y tenía menos de un año cosechada. El coeficiente de correlación entre peso de semilla e índices de velocidad de germinación fue de 0.035 lo que indica una falta de asociación entre peso de semilla y rapidez de germinación.

Emergencia

El análisis de varianza para esta variable indicó diferencias no significativas entre profundidades de siembra, diferencias altamente significativas entre materiales, y no significancia para la interacción. Los resultados de número de plántulas emergidas se presentan en el Cuadro 2. donde se observo un rango de 11.9 (59.5%) a 2.9 (14.5%) en este parámetro.

Cuadro 1. Peso de semilla, porcentaje de germinación e índices de velocidad de germinación (IVG) en zacate banderilla.* Buenavista, Saltillo, Coahuila, 1988.

Tratamiento	Entrada	Peso de semilla (mg)	% de germinación	IVG
1	Uvalde	936 A	95 AB	43.93 BCDE
21	54 (Chihuahua)	905 B	95 AB	44.46 ABCDE
19	52 (Chihuahua)	866 C	98 A	47.45 ABC
7	433946	860 C	97 AB	42.65 DE
16	24 (Chihuahua)	857 C	98 A	47.13 ABCD
29	78 (Chihuahua)	824 D	99 A	48.82 A
31	Chihuahua 75	823 D	92 BC	33.93 CH
6	PMT-201	819 DE	97 AB	41.40 EF
5	T-7621	814 DE	98 A	43.83 BCDE
4	Reno	808 DE	90 C	35.42 G
3	Vaughn	802 E	96 AB	42.86 CDE
2	Trailway	760 F	90 C	30.52 HI
17	26(Chihuahua)	756 FG	97 AB	46.27 ABCD
18	48 (Durango)	749 FG	95 AB	42.84 CDE
13	16 (Durango)	739 G	97 AB	45.22 ABCDE
28	77 (Chihuahua)	709 H	99 A	46.90 ABCD
20	53(Chihuahua)	707 H	99 A	48.50 AB
14	19(Durango)	702 H	96 AB	45.56 ABCDE
11	9(Chihuahua)	563 I	95 AB	46.67 ABCD
12	15 (Chihuahua)	543 J	94 ABC	46.39 ABCD
8	4(Zacatecas)	542 J	98 A	44.58 ABCDE
9	4(Chihuahua)	531 JK	98 A	46.20 ABCD
10	6 (Zacatecas)	522 KL	94 ABC	37.62 FG
26	69 (Durango)	509 LM	98 A	46.33 ABCD
15	23 (Chihuahua)	495 MN	99 A	48.50 AB
25	63(Chihuahua)	491 MN	96 AB	44.63 ABCDE
27	69 (Chihuahua)	489N	99 A	46.13 ABCD
22	56(Chihuahua)	477N	98 A	48.76 A
30	87(Zacatecas)	455 O	96 AB	43.65 CDE
23	58(Chihuahua)	446 OP	98 A	45.74 ABCDE
32	AN Selección 75	433 P	76 D	27.29 I
24	60(Durango)	381 Q	96 AB	43.27 CDE

* Valores con letras diferentes son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba de Rango Múltiple de Duncan ($P \leq 0.05$)

Cuadro 2. Emergencia e índice de velocidad de emergencia (IVE) en zacate banderilla.* Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1989.

Tratamiento	Entrada	Emergencia	IVE
9	Uvalde	11.9 A	1.08 A
16	52(Chihuahua)	9.1 B	0.85 B
4	Vaughn	8.7 B	0.82 BC
19	433946	8.3 BC	0.76 BCD
15	78(Chihuahua)	8.3 BC	0.75 BCD
3	PMT-201	8.2 BCD	0.76 BCD
13	58(Chihuahua)	8.1 BCDE	0.58 DEFG
2	77(Chihuahua)	8.0 BCDE	0.72 BCDE
17	87(Zacatecas)	7.7 BCDEF	0.61 CDEFG
8	26(Chihuahua)	7.6 BCDEF	0.64 BCDEF
10	Trailway	7.1 BCDEF	0.65 BCDEF
7	6(Zacatecas)	6.7 BCDEFG	0.57 DEFGH
12	48(Durango)	6.0 CDEFGH	0.50 EFGH
1	9(Chihuahua)	5.6 DEFGHI	0.45 FGHI
14	4(Chihuahua)	5.6 DEFGHI	0.41 GHI
18	15(Chihuahua)	5.3 FGHIJ	0.43 FGHI
20	63(Chihuahua)	5.0 GHIJ	0.40 GHI
11	56(Chihuahua)	3.8 HIJ	0.35 HI
5	AN Selección 75	3.1 IJ	0.26 I
6	Chihuahua 75	2.9 J	0.26 I

* Valores con letras diferentes son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba de Rango Múltiple de Duncan ($P \leq 0.05$)

Las variedades AN Selección 75 y Chihuahua 75 tuvieron los valores más bajos de emergencia. Puesto que la semilla de dichas variedades tenía aproximadamente 2.5 y 3.5 años de cosechada respectivamente cuando fue procesada a grano limpio y aproximadamente nueve meses en esta última condición cuando se realizó el experimento, es altamente probable que su comportamiento haya sido influenciado por un mayor grado de deterioro, por lo cual fueron excluidas del análisis de correlación entre peso de semilla y porcentaje de emergencia. Ahring (1962) reportó que la semilla del zacate navajita azul (*Bouteloua gracilis*) se deteriora más rápidamente cuando se almacena como grano limpio que cuando se hace con sus envolturas florales.

Considerando lo anterior, en el resto de los materiales es poco probable que haya habido un grado importante de deterioro y las diferencias entre totales de emergencia pueden ser atribuidas principalmente a variaciones en el peso de semilla ya que el coeficiente de correlación entre estas características fue de 0.712 siendo este valor altamente significativo.

Velocidad de Emergencia

El análisis de varianza indicó diferencias no significativas entre profundidades de siembra, diferencias altamente significativas entre materiales y no significancia para la interacción. Los resultados de IVE se presentan en el Cuadro 2; el rango observado para este carácter de 1.08 a 0.26. Las variedades AN Selección 75 y Chihuahua 75 presentaron los valores de IVE más bajos, esto probablemente sucedió por lo explicado para los datos de emergencia. En los demás materiales se puede pensar que las diferencias en velocidad de emergencia son debidas a las diferencias de peso de semilla ya que el análisis de correlación para ambas variables arrojó un valor altamente significativo (0.820). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Harlan y Ahring (1958) quienes encontraron que las plántulas de la variedad Coronado (semilla pasada) emergieron 1.5 días antes que las de la variedad Hope (semilla de menor peso) y cuatro días antes que las de semilla cosechada en masa.

Longitud de Plúmula y Radícula

Los análisis de varianza para longitud de plúmula y radícula mostraron diferencias altamente significativas entre tratamientos en ambos casos (Cuadro 3). La variedad AN Selección 75 siguió mostrando un comportamiento pobre, por el contrario, la variedad Chihuahua 75 mostró un mejor comportamiento al observado en las variables ya discutidas, esto probablemente se deba a que la semilla utilizada en esta prueba tenía un día de procesada a grano limpio. Los

Cuadro 3. Longitud de plúmula, longitud de radícula y peso seco en zacate banderilla.* Buenavista, Saltillo, Coahuila, 1989.

Longitud de Tratamiento	Entrada	Longitud de plúmula (cm)	Longitud de radícula (cm)	Peso seco (gm)
1	Uvalde	5.94 A	2.72 A	0.45 A
10	Chihuahua 75	5.40 B	2.27 B	0.33 B
2	54(Chihuahua)	5.31 B	2.70 A	0.37 B
3	52(Chihuahua)	5.24 B	2.50 AB	0.34 B
5	53(Chihuahua)	5.05 BC	2.30 B	0.21 C
6	19(Durango)	4.80 C	1.75 C	0.23 C
4	77(Chihuahua)	4.41 D	2.28 B	0.24 C
7	87(Zacatecas)	3.69 E	2.23 B	0.13 D
11	AN Selección 75	3.23 F	1.51 C	0.12 D
9	60(Durango)	3.19 F	1.79 C	0.08 D
8	58(Chihuahua)	2.97 F	1.86 C	0.10 D

* Valores con letras diferentes son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba de Rango Múltiple de Duncan ($P \leq 0.05$).

coeficientes de correlación entre peso de semilla y longitud de plúmula, y peso de semilla y longitud de radícula fueron altamente significativos, los valores calculados son: 0.967 y 0.808 respectivamente, e indican una asociación positiva del peso de semilla con ambas variables.

La longitud de plúmula estuvo asociada con la longitud de radícula, como lo indica el coeficiente de correlación calculado entre estas dos variables, el cual fue altamente significativo de (0.786). Estos resultados concuerdan con lo reportado con Kneebone y Cremer (1955) quienes observaron que plántulas de semillas más grandes crecieron más rápido que las de semilla pequeña.

Peso Seco

El análisis de varianza para peso seco reportó diferencias altamente significativas entre tratamientos (Cuadro 3). La variedad AN Selección 75 nuevamente mostró un comportamiento pobre; por el contrario, la variedad Chihuahua 75 ocupó el segundo lugar esto probablemente a lo mencionado en la anterior prueba discutida. El coeficiente de correlación entre peso de semilla y peso seco fue altamente significativo de (0.973), lo que muestra una asociación positiva del peso de semilla con esta variable. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Kneebone y Cremer (1955) quienes registraron mayor producción de materia seca en las plántulas de semilla pesada de las líneas Tucson y Logan. La línea Tucson, en promedio de los diferentes tamaños de semilla, superó a la línea Logan en producción de materia seca en un 63%. Harlan y Ah-ring (1958) también reportaron que la variedad Coronado (de semilla pesada) produce plántulas con un mayor peso fresco en comparación con otras variedades que producen semilla de menor peso.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y a su discusión se concluye que:

1. En zacate banderilla es posible seleccionar materiales superiores para peso de semilla, ya que existe una amplia variabilidad genética para esta característica.
2. Si se seleccionan materiales de zacate banderilla con alto peso de semilla, es posible mejorar el vigor de plántula de los mismos dada la asociación positiva entre peso de semilla con varias expresiones de vigor de plántula.

BIBLIOGRAFIA

- Ahring, R.M. 1962. Storageability under laboratory conditions of seed of blue grama, side-oats grama and smooth brome grass. Oklahoma State University Experiment Station. Technical Bulletin T-97. 12 p.

- González D., J.R. s.f. Programa de mejoramiento genético de pastos. En: 10 años de investigación en la UAAAN; contribuciones al desarrollo agropecuario y forestal de México. Saltillo, Coahuila. pp. 133-141.
- _____. 1982. Perspectivas y plan para el mejoramiento genético de las gramíneas forrajeras de la zona árida y semiárida de México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. Folleto de divulgación Vol. 1 No. 2. 18 p.
- González D., J.R. y H.M. Garza C. 1974. Evaluación de colecciones de zacate banderilla *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. en la región de Navidad, N.L. Centro Nacional de Investigación para el Desarrollo de Zonas Áridas. Saltillo, Coahuila. Boletín Técnico No. 5. 24 p.
- González D., J.R. y V.M. Zamora V. 1988. Densidad de siembra y producción de semilla de dos variedades de zacate banderilla *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. Revista Fitotecnia Mexicana 11:48-55.
- Gould, F.W. 1959. Notes on apomixis in side-oats grama. J. Range Mgmt. 12:15-28.
- Hanson, A.A. and H.L. Carnahan. 1956. Breeding perennial forage grasses. USDA Technical Bulletin 1145 p. 40.
- Harlan, J.R. 1949. Apomixis in side-oats grama. Amer Jour. Bot. 36:495-499. ____
- Harlan, J.R. and R.M. Ahring. 1958. Coronado side-oats grama. Oklahoma State University. Bulletin B-515, 11 p.
- Kneebone, W.R. 1956. Breeding for seedling vigor in sand bluestem (*Andropogon hallii* Hack.) and other native grasses. Agronomy Journal 48:37-40.
- _____. 1970. Breeding for seedling vigor. En: C.M. Mckell and V.B. Younger (ed.) The biology and utilization of grasses. Acad. Press. New York, pp 90-99.
- Kneebone, W.R. and C.L. Cremer. 1955. The relationship of seed size to seedling vigor in some native grass species. Agronomy Journal 47:472-477.
- Maguire, J.D. 1962. Speed of germination-Aid in selection and evaluation of seedling emergence and vigor. Crop Sci. 2:176-177.
- Mckell, C.M. 1970. Seedling vigor and seedling establishment. En V.B. Younger and C.M. Mckell (Ed.). The biology and utilization of grasses. Academic Press, New York. pp 74-89.

Rzedowski, J. 1975. An ecological and phytogeographical analysis of the grassland of Mexico. *Taxon* 24:67-80.

Voigt, P. W. and H.W. Brown. 1969. Phenotypic recurrent selection for seedling vigor in side-oats grama, *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. *Crop Sci.* 9:664-666.

Wright, L.N. 1971. Drought influence on germination and seedling emergence. In: Drought injury and resistance in crops. *Sci. Soc. Amer., Spec. Pub. No.* 2. 19-44.

_____. 1975. Improving range grasses for germination and seedling establishment under stress environments. In: *Improved Range Plants. Range Symposium Series No 1. University of Arizona, Tucson, Arizona* pp 3-22.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen las facilidades brindadas en el Laboratorio de Semillas por la Ing. M.S. Leticia A. Bustamante. A la Srita. María del Carmen J. García su ayuda en algunas fases de la investigación. A la Sra. Lourdes Villarreal Saucedo el trabajo mecanográfico en la preparación del presente artículo.