

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

ENSAYO DE SELECCION EN
ZACATE BANDERILLA

Bouteloua curtipendula (Michx) Torr.

VICTOR MANUEL SERRATO CASTRILLON

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OPTAR AL GRADO ACADEMICO

DE

MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD EN FITOMEJORAMIENTO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA " ANTONIO NARRO "

ENSAYO DE SELECCION EN ZACATE BANDERILLA

Bouteloua curtipendula (Michx) torr.

VICTOR MANUEL SERRATO CASTRILLON

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR EL GRADO ACADEM

DE

MAESTRO EN CIENCIAS

ESPECIALIDAD EN FITOMEJORAMIENTO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA.

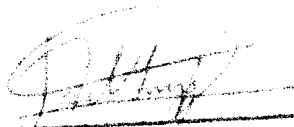
1977

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA " ANTONIO NARRO "

ENSAYO DE SELECCION EN ZACATE BANDERILLA
Bouteloua curtipendula (Michx.) Torr.

APROBADA POR EL COMITE DE TESIS

PRESIDENTE



ING. M.C. JORGE R. GONZALEZ D.

VOCAL

DR. MARIO CASTRO GIL

VOCAL

ING. M.C. HUMBERTO ALVARADO S.

Buenvista. Saltillo, Coah., agosto de 1977.



BIBLIOTE
EGIDIO G. REB
BANCO DE T
U.A.A.A.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. M.C. Jorge R. González Domínguez,
por su valiosa participación y -
asesoría en el desarrollo de la
presente investigación.

A mi asesor Dr. Mario Castro Gil,
por su orientación y revisión -
del presente trabajo.

Al Ing. M.C. Humberto Alvarado Sánchez,
por su revisión y oportuna correc-
ción a este trabajo.

A mis maestros, por sus enseñanzas impar-
tidas durante mi estancia en este
colegio.

DEDICATORIA

A mi esposa

Laura Magdalena

A mis hijos

Laura Griselda

Víctor

A mi madre

Ma. del Refugio C. Vda. de Serrato

Al personal de Maestros Investigadores de la UAAAN, con
el deseo de que la información presentada les sea útil.

CURRICULUM VITAE

Datos Generales

Nombre Víctor Manuel Serrato Castrillón
 Fecha de Nacimiento Febrero 12 de 1946
 Lugar de Nacimiento Torreón, Coah.

Estudios Académicos

Primaria Colegio Modelo de Torreón, Coah.,
 1958.
 Secundaria Esc. Sec. y Prep. Venustiano Ca-
 rranza, Torreón, Coah. 1961
 Preparatoria Esc. Sec. y Prep. Federal Noctur-
 na por Cooperación No. XXVIII, To-
 rreón, Coah., 1964.
 Profesional Escuela Superior de Agricultura
 " Antonio Narro ", Saltillo, Coah.,
 1969.
 Tesis de Licenciatura Efecto de 4 diferentes distancias
 entre plantas y 2 distancias en-
 tre surcos sobre el rendimiento -
 de 4 variedades en Girasol (He-
 lianthus annuus) sembradas en -
 Río Bravo, Tam.
 Estudios de Maestría Colegio de Graduados de la Escue-
 la Superior de Agricultura " Anto-
 nio Narro ", Saltillo, Coah., --
 1973.

Fecha examen Profesional Diciembre 10 de 1971

Experiencia profesional De agosto de 1969 a enero de 1971
 en la empresa John Deere, S.A.

De febrero de 1971 a
 febrero de 1972 Encargado del Programa de Oleaginosas en el Campo Agrícola Experimental de Río Bravo, Tam., del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.

De febrero de 1972 a
 junio de 1973 Estudios de Maestría

De julio de 1973 a
 julio de 1974 Encargado del Programa de Oleaginosas en el Campo Agrícola Experimental de Calera, Zac., del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.

De agosto de 1974 a
 agosto de 1976 Auxiliar del Programa de mejoramiento genético de pastos de la Universidad Autónoma Agraria -- " Antonio Narro ".

Puesto Actual Maestro investigador de la UAAAN responsable del programa de Mejoramiento Genético de Pastos de la Universidad Autónoma Agraria " Antonio Narro ".

I N D I C E

| | Pág. |
|-------------------------------------------------------|------|
| Introducción y Objetivo | 1 |
| Revisión de Literatura | 3 |
| Origen | 3 |
| Descripción de <u>B. curtipendula</u> | 3 |
| Distribución | 4 |
| Características Agronómicas de <u>B. curtipendula</u> | 4 |
| Taxonomía | 5 |
| Aspectos Fisiológicos | 6 |
| Citología | 9 |
| Apomixis | 11 |
| Mejoramiento Genético | 20 |
| Materiales y Métodos | 22 |
| Resultados | 24 |
| Discusión | 39 |
| Conclusiones | 46 |
| Resumen | 47 |
| Bibliografía | 49 |

INDICE DE CUADROS

| No. | | Pági |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 | Ecotipos de zacate banderilla <u>Bouteloua curtipendula</u> (Michx.) Torr., Progenies evaluadas, Progenies seleccionadas y Porcentaje de progenies seleccionadas por ecotipo, Navidad, N.L., 1972. | 22 |
| 2 | Producción promedio de forraje y semilla de progenies seleccionadas de 6 ecotipos y 4 testigos de zacate banderilla <u>Bouteloua curtipendula</u> (Michx.) Torr. | 25 |
| 3 | Características de establecimiento, altura, vigor, días a flor y días a cosecha de 20 líneas seleccionadas de zacate banderilla <u>Bouteloua curtipendula</u> (Michx.) Torr. | 26 |
| 4 | Características de forraje seco y semilla de 20 líneas seleccionadas de zacate banderilla <u>Bouteloua curtipendula</u> (Michx.) Torr. | 27 |
| 5 | Producción de forraje seco de 20 líneas seleccionadas y 3 testigos de zacate banderilla <u>Bouteloua curtipendula</u> (Michx.) Torr. | 28 |
| 6 | Producción de semilla de 20 líneas seleccionadas y 3 testigos de zacate banderilla <u>Bouteloua curtipendula</u> (Michx.) Torr. | 29 |

| | | pág. |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 7 | Análisis de varianza para rendimiento de forraje seco de progenies de zacate banderilla, Navidad, N.L., 1974. | 30 |
| 8 | Análisis de varianza para rendimiento de semilla de progenies de zacate banderilla, Navidad, N.L., 1974 | 30 |
| 9 | Análisis de varianza para rendimiento de forraje seco de progenies de zacate banderilla, UAAAN, 1974. | 31 |
| 0 | Análisis de varianza para rendimiento de semilla de progenies de zacate banderilla, UAAAN, 1974. | 31 |
| 1 | Análisis de varianza para rendimiento promedio de forraje seco de zacate banderilla <u>Bouteloua curtipendula</u> de las progenies de los ecotipos Narro, Chihuahua 23 y Parral. UAAAN y Navidad, N.L., 1974. | 32 |
| 12 | Análisis de varianza ajustado por covarianza para rendimiento promedio de forraje seco de zacate banderilla de las progenies de los ecotipos Narro, Chihuahua 23 y Parral en las localidades UAAAN y Navidad, N.L., 1974. | 32 |
| 13 | Análisis de varianza para rendimiento promedio de forraje seco de zacate banderilla de las progenies del ecotipo Narro en las localidades UAAAN y Navidad, N.L., 1974. | 33 |

| | | Pág. |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 14 | Análisis de varianza ajustado por covarianza para rendimiento promedio de forraje seco de zacate banderilla de las progenies del ecotipo Narro en las localidades UAAAN y Navidad, N.L., 1974. | 33 |
| 15 | Análisis de varianza para rendimiento promedio de forraje de zacate banderilla de las progenies del ecotipo Parral en las localidades UAAAN y Navidad, N.L., 1974. | 34 |
| 16 | Análisis de varianza ajustado por covarianza para rendimiento promedio de forraje de zacate banderilla de las progenies del ecotipo Parral en las localidades UAAAN y Navidad, N.L., 1974. | 34 |
| 17 | Análisis de varianza para rendimiento promedio de forraje seco, de zacate banderilla de las progenies del ecotipo Chihuahua 23 en las localidades UAAAN y Navidad, N.L., 1974. | 35 |
| 18 | Análisis de varianza ajustado por covarianza para rendimiento promedio de forraje seco de zacate banderilla de las progenies del ecotipo Chihuahua 23 en las localidades UAAAN y Navidad, N.L., 1974. | 35 |
| 19 | Análisis de varianza para rendimiento de forraje seco de 20 líneas y 3 testigos de zacate banderilla Ocampo, Coah., 1975. | 36 |

PRODUCCION Y OBJETIVO

Las condiciones de aridez que caracterizan principalmente a la región norte de nuestro País, determinan condiciones más ecuadas para el desarrollo de la ganadería que para la agricultura, pues ésta última actividad se ve fuertemente limitada por la escasa y frecuentemente mal distribuida precipitación. Siendo el norte de México típicamente ganadero, - las actividades encaminadas a incrementar la eficiencia de la producción pecuaria en esta región, cobra singular importancia.

Actualmente dicha producción pecuaria se encuentra muy por abajo de su potencial y oír hablar de coeficientes de agostaderos de 40, 50 ó más hectáreas por unidad animal, nos resulta familiar. En gran parte de la zona árida y semiárida la recuperación de los agostaderos solo es posible mediante siembra de pastos. Según COTECOCA, existen en la zona árida de México 5, 753, 732 hectáreas que requieren de siembra parcial de zacates y 32, 399,428 hectáreas que requieren de siembra total.

Debido a la carencia de variedades mejoradas mexicanas de especies forrajeras adaptadas a nuestras condiciones y el elevado precio y escasez de las mismas en el mercado exterior, es necesario implementar programas de mejoramiento que lleven a la producción de variedades mejoradas especialmente de gramíneas forrajeras.

Las dificultades y limitaciones que el mejoramiento genético de las plantas forrajeras implica, han sido enumeradas por Wellhausen (1965). No obstante lo anterior Wellhausen y Gutiérrez (1968) han señalado que no existe duda sobre el éxito que se puede tener en programas de mejoramiento genético de especies forrajeras de las zonas áridas sino más bien en acerca de las especies a ser consideradas. Sobre el particular Hernández y Ramos (1968) han presentado una relación de especies nativas e introducidas que en su opinión deberían ser consideradas en estos programas de acuerdo a las condiciones de cada región en particular.

El objetivo del presente trabajo consiste en desarrollar tipos forrajeros mejorados de zacate banderilla Bouteloua curtipendula (Michx.) Torr. mediante la selección de genotipos superiores entre y dentro de ecotipos.

VISION DE LITERATURA

ORIGEN:

Over y colaboradores (1948) citan que el zacate bandera es Bouteloua curtipendula (Michx.) Torr. es un pasto nativo del Hemisferio Occidental. Su lugar de origen ha sido señalado más específicamente por Hernández y Ramos (1968) quienes lo consideran originario de nuestro país.

DESCRIPCION DE B. Curtipendula.

Wald y Kapadia (1962) describen a B. Curtipendula como perenne, herbácea, hojas lineares planas, glabras, infrecuentemente pubescentes con pelos basales pustuladas usualmente escuadradas en la parte inferior de las márgenes. Lígula con una corta y densa franja de pelos que rara vez miden más de 5 mm. de largo. Inflorescencia generalmente con 30-80 ramitas y pendulantes de 1-3 cm. de longitud, presentando de 12 ó más espiguillas sésiles. El promedio de espiguillas por rama de la inflorescencia de 2-7. El número de espiguillas por rama es menor en el ápice del tallo que en la base. Glumas, glabras o escabrosas, la segunda gluma tiene generalmente de 5.5 - 8 mm. de longitud. La lemma ligeramente más corta que la segunda gluma, glabras o escabrosas, con frecuencia las ramitas rugosas, agudas o ligeramente dentadas en el ápice, y las nervaduras extendiéndose como cortas puntas. La palea ligeramente más corta que la lemma y similar en textura. Ligamento variable pero usualmente comprendida de una lemma y una corta base membranosa y tres aristas desarrolladas - igualmente, la arista terminal a lo más tiene 7 mm. de longitud.

DISTRIBUCION.

reter y Brown (1965); Gould (1959) y Hoover y colaboradores (1948) citan que Bouteloua curtipendula presenta una distribución excepcionalmente amplia, cubre un amplio rango de distribución en norte, centro y sud-américa. Según Gay y colaboradores (1970) en Nuevo México el zacate banderilla es común en la mayoría de los lugares de 900 a 2,700 m.s.n.m. a través de todo el estado y este crece mejor en los suelos aluviales siendo típico también de lomas, pendientes y colinas rocosas secas. Se encuentra ampliamente distribuido en el continente americano desde la frontera de Estados Unidos con Canadá hasta la República Argentina.

CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE B. Curtipendula

Bouteloua curtipendula ha sido considerado por Harlan y colaboradores (1952) como el segundo más importante dentro de su género.

Gay y colaboradores (1970); Hoover y colaboradores (1948) y Humphrey (1960) describen al zacate banderilla como un pasto de verano, perenne, amacollado, que permanece más tiempo verde que otros zacates conservando valor alimenticio durante todo el año. Desarrolla más pronto que la mayoría de los zacates alcanzando alturas de 75 cm. o más. Produce abundante forraje que es palatable a todo tipo de ganado, pudiendo producir heno de buena calidad si las plantas son cortadas en el estado adecuado de crecimiento. El zacate banderilla es considerado también como un efectivo conservador del suelo y está adaptado a un amplio rango de suelos y condiciones climáticas.

TAXONOMIA

De acuerdo a Gould y Kapadia (1962), el género *Bouteloua* fue establecido en 1805 por Lagasca quien enlistó dentro del género solamente 5 especies *Bouteloua racemosa*, *B. curtispindula* (Michx.) Torr., *B. hirsuta*, *B. barbata*, *B. simplex* y *B. prostata*. Lagasca no hizo indicación sobre cuál especie podía considerarse como el tipo del género. Según Gould y Kapadia (1962), Griffiths (1912), Hitchcock (1920) y Swallen (1939) han aceptado la primera especie enlistada *B. curtispindula* como la especie tipo.

Gould y Kapadia (1962) citan que el género *Bouteloua curtispindula* comprende alrededor de 50 especies que se dividen en 2 grupos: Sub-género *Bouteloua* y Sub-género *Chondriosum*.

En los zacates del sub-género *Bouteloua* las ramas de las inflorescencias son deciduas cayendo hasta madurar, las espiguillas caen intactas con la rama del raquíz. En el Sub-género *Chondriosum*, las ramas de la inflorescencia son persistentes y las espiguillas desarticuladas sobre las glumas. Estas características aunadas al hecho de que los pastos del sub-género *Chondriosum* tienen relativamente pocas ramas de la inflorescencia (frecuentemente 1-4) y numerosas espiguillas por rama (generalmente de 25-60) proveen las bases para la separación de los sub-géneros.

Gould y Kapadia (1964) realizaron un estudio taxonómico donde clasifican once especies relacionadas a *B. curtispindula*, estableciendo además tres variedades para esta especie; *B. curtispindula* var. *curtispindula* var. *tenuis* y var. *caespitosa*.

B. curtipendula, variedad curtipendula, ocurre en una ancha faja desde el sureste de Canadá al suroeste de los Estados Unidos. B. curtipendula, var. tenuis se extiende por el centro de México, de Tamaulipas a Durango y Jalisco y B. curtipendula var. caespitosa es común en el suroeste de los Estados Unidos y México y se puede encontrar en Venezuela, Bolivia, Uruguay, Argentina y Perú, así lo citan Gould y Kapadia (1962).

ASPECTOS FISIOLÓGICOS

Fotoperiodismo

Olmstead (1943) trabajando con varias especies del género Bouteloua reportó que el zacate banderilla era sensible al fotoperíodo.

Olmstead (1944) encontró que líneas de banderilla de latitudes del norte eran esencialmente plantas de día largo, y líneas del sur de Texas y Arizona eran casi enteramente plantas de día corto. Mientras ciertas líneas de Oklahoma y New Mexico contenían plantas las cuales mostraron una mayor diversidad de respuestas a fotoperíodos críticos intermedios o cortos. Resultados similares han sido reportados por Newell y colaboradores (1962).

LATENCIA DE SEMILLA

La latencia de la semilla, puede influenciar y regular la germinación y consecuentemente el establecimiento de las plántulas dentro de condiciones naturales así lo citan Major y Wright (1974). Wright (1971) citado por Major y Wright (1974) presentó una revisión y discusión del papel que juega la latencia de la semilla sobre la germinación, establecimiento y desarrollo de la planta. El reportó diversas asociaciones positivas del grado de latencia de la semilla con germinación, con emergencia de la plántula y con respuestas de la planta dentro de condiciones de humedad.

Sumner y Cobb (1962), y Sumner y Lyon (1967), citados por Major y Wright (1974) afirman que el mecanismo de latencia en pastos ha sido investigado, pero no comprendido completamente. Sumner y Cobb, citados por Major y Wright (1974) encontraron que después de un período posterior a la cosecha, la latencia fué completamente rota, cuando los carióspsides fueron removidos de las partes florales por el desgrane a mano.

Sumner y Cobb (1962), Frank y Larson (1970), han reportado al hipoclorito de sodio como un efectivo tratamiento para romper la latencia en algunas especies de pastos, aunque trae consigo una parcial degradación en las partes florales y una solubilización y oxidación de inhibidores.

Major y Wright (1974) han encontrado que el tiempo que persiste la latencia en la semilla de B. curtipendula, es de 5 años, sin cambios en su viabilidad. Concluyeron tam-

en que el mecanismo de latencia involucra interacciones factores tales como la luz, peso del carióspside y, presencia de componentes inhibidores.

Según Cole, Major y Wright (1974) los procedimientos recomendados por la asociación de analistas oficiales de semilla para probar la germinación en zacate banderilla son:

- a) Temperaturas alternas entre 15 y 30° C.
- b) 8 horas de luz a alta temperatura
- c) El uso del papel secante humedecido con 0.2 % KNO₃.

En embargo, Cole, (1971), Sumner et al, (1960), Toole, (1938), citados por Cole, Major y Wright (1974), reportan que la luz no es un requerimiento específico para la germinación de B. curtipendula. Coukos, citado por Cole, Major Wright (1974) reportan que incrementando la temperatura a 20° C. o cambiando a 12 horas alternando ciclos, se podía proveer mejores condiciones ambientales para una máxima germinación.

CITOLOGIA

Para iniciar programas de mejoramiento genético de plantas, es importante conocer la forma de reproducción de las especies, así como su contenido cromosómico.

En la especie que nos ocupa, se ha reportado una gran variabilidad en lo que se refiere al número cromosómico, Fultz (1942), reportó valores de $2n = 28, 35, 40, 42, 45, 56, 70$ y 98 . Harlan (1960) en 1949 reportó números cromosómicos en un rango de $85-101$ en plantas de la línea Tucson.

Freter y Brown (1955) reportaron valores para $2n = 40, 52, 74, 82, 86, \text{ y } 96$. Gould (1959) reportó números cromosómicos desde $2n = 40$, hasta más de 100 .

Gould y Kapadia (1964), reportaron que la especie B. curtipendula, var. tenuis, comprende diploides mexicanos ($2n = 20$), tetraploides ($2n = 40$) y aneuploides cercanas al nivel tetraploide. Los mismos autores, en un estudio realizado concluyeron que las plantas rizomatosas con alto número de cromosomas aneuploides son originadas de la hibridación entre plantas caespitosas y tetraploides rizomatosas.

La variedad curtipendula, comprende tetraploides rizomatosas y algunas aneuploides derivadas.

La variedad caespitosa presenta serias variables de plantas con un alto número cromosómico para la mayor parte, meiosis irregular.

Gould y Kapadia (1964) hicieron un estudio citológico de numerosas plantas rizomatosas de B. curtispindula procedente de Texas y otros estados norteamericanos. Las plantas procedentes de Oklahoma, Kansas, Colorado e Illinois eran tetraploides con $2n = 40$ cromosomas. Una planta de Kansas, tenía un cromosoma extra $2n = 41$; de 130 plantas de Texas, 45 eran tetraploides y 85 tenían números cromosómicos que variaban de $2n = 41$ a $2n = 64$.

APOMIXIS

La reproducción sexual, pieza integral de la maquinaria de la evolución, permite la unión de gametos genéticamente distintos que ofrecen al ambiente genotipos diversos, sin embargo, muchos organismos han abandonado total o parcialmente la reproducción sexual por la asexual, y al hacerlo han sacrificado la plasticidad genética necesaria para su evolución ulterior, conservando intactas ciertos genotipos que tienen ventajas inmediatas para la supervivencia. Los diversos tipos de reproducción asexual que substituyen a la sexual se agrupan bajo el término apomixis.

Stebbins (1941) siguiendo un modelo propuesto por Fagerlind, presentó una revisión y clasificación de varias formas de apomixis.

La apomixis se subdivide en: Apomixis vegetativa y Agamosperma.

La apomixis vegetativa incluye tipos de reproducción vegetativa que son substitutos del método sexual. Esta se considera proceso apomictico cuando es el único medio de reproducción y faltan o no funcionan los procesos normales de meiosis y fecundación.

Existen algunos apomicticos facultativos capaces de reproducirse sexual y vegetativamente, tal es el caso de Elodea Canadensis, que en climas nórdicos se reproduce asexualmente en forma vegetativa, mientras que en climas calientes ordinariamente forma semillas por procedimiento sexual.

ros apomicticos facultativos substituyen sus partes florales por estructuras llamadas propagulos, que se desprenden y producen plantas directamente, tal es el caso de muchas especies de gramíneas, del género Allium y de la especie Lilium tigrinum. Mientras que la agamosperma desarrolla apomicticos mediante la formación de semilla. En las plantas pueden distinguirse dos tipos de procesos apomicticos: Embrionia adventicia y apomixis gametofitica.

Embrionia Adventicia.- La formación de semilla por medio de embrión adventicio es bien conocida en especies de Citrus y Allium, en donde el desarrollo del embrión dentro del óvulo en los tejidos diploides del núcleo o del tegumento por una serie de Mitosis normales, y el Gametofito, que generalmente es formado, falla en su función. Todos los embriones poseen la misma constitución genética de la planta progenitora. En algunas especies Citrus, el desarrollo del embrión adventicio depende de la fertilización y desarrollo del endospermo en el saco embrionario (pseudogamia) es apomixis gametofitica), mientras en otras especies como Opuntia aurantiaca el embrión se desarrolla autónomo en la ausencia del endospermo híbrido. En algunas especies se desarrollan muchos embriones dentro de un simple óvulo, de tal manera que una semilla puede contener de tres a doce embriones (Poliembrionia) (Citrus).

El desarrollo de la embrionia adventicia, a causa de la omisión de cualquier forma gametofitica funcional, es esencialmente lo mismo que los verdaderos tipos de reproducción vegetativa.

Apomixis Gametofítica.- Los procesos que caen dentro de esta categoría involucra la formación de saco embrionario el cual mas tarde desarrolla embrión y endospermo. Debido a la ausencia o a la tala de la meiosis, el núcleo del saco embrionario no es reducido y puede en consecuencia ser genéticamente idéntico al resto del tejido somático. La fertilización, si es que ocurre, es únicamente con el núcleo del endospermo y no ocurre fusión entre el núcleo masculino y el huevo.

Numerosas modificaciones de la meiosis que conduce a diplosporia se han descrito en numerosas especies y es conveniente notar que el apareamiento cromosómico no es común a todas las especies Diplosporeas, lo que trae como consecuencia que no haya variabilidad genética en la progenies.

Pseudogamia.- En muchas especies apomicticas el embrión talia al no haber polinización, y una fertilización subsecuente ocurre entre un núcleo masculino y el núcleo del endospermo, esta condición en lo que el endosperma no se desarrolla autónomo es conocida como Pseudogamia. Es conocida en Poa protensis, Parthenium incanum y en muchas especies de Rubus. Esto significa que en todas las especies apomicticas pseudogamas, la microsporogénesis es prácticamente normal, mientras que en especies de Crepis, donde el desarrollo del endospermo es autónomo, la microsporogénesis es altamente anormal y las células madres del pólen fallan en la meiosis (Stebbins 1950). Hay evidencia que endospermas híbridos en apomicticos pseudogamos derivadas de cruas entre progenies

tores no relacionadas provoca un alto desarrollo de plantas apomícticas. La ventaja selectiva que confiere el endospermo híbrido, puede ser la razón por la que pseudogamia y microsporogénesis normal han sido retenidos en algunas especies apomícticas.

La significancia y ocurrencia de la apomixis.- El principal carácter del mecanismo apomíctico es que capacita a los individuos a reproducirse por semilla, y les confiere todos los beneficios en el establecimiento y colonización que viene de la dispersión de la semilla, a las cuales limita una evolución posterior a través de la recombinación genética. Además el mecanismo apomíctico, como resultado de la omisión del proceso meiótico capacita a diferentes combinaciones híbridas para que se mantengan en las poblaciones sin ser expuestas a pruebas de homología que son características en la formación de gametos funcionales en la especie sexuales. La apomixis les confiere a los híbridos la propiedad de las combinaciones cromosómicas, lo que bajo reproducción sexual a veces no es posible que posean la suficiente homología inter cromosomal que asegure la fertilidad del híbrido, y el cual entonces no sobrevive.

La apomixis posee la particularidad de que genotipos bien adaptados pueden ser multiplicados rápidamente y sin sufrir cambios con algunas excepciones, todas las posibilidades de avances evolucionarios por recombinación genética han sido sacrificados en favor de la adaptación al medio ambiente presente.

RELACION ENTRE LA POLIPLOIDIA Y LA APOMIXIS.

chos géneros y especies han desarrollado formas apomicti-
 s de reproducción unicamente en el nivel poliploide (Dar-
 ngtton, 1937, Stebbins, 1950; Turesson, 1960). En el gé-
 ro Rubus por ejemplo las especies diploides son sexuales,
 entras que las formas tetraploides son apomicticas. Tam-
 én en el género Festuca, Poa y Deschampsia muchas de las
 rmas poliploides son apomicticas o se reproducen vivípara
 nte, y en Festuca ovina hay una tendencia con la vivipa-
 dad de incrementar el número cromosómico. Esto no siempre
 cierto, como en la especie relacionada Festuca rubra en
 nde ninguno de los 6X, 8X y 10 son viviparas; y en el gé-
 ro Allium y Lilium en donde tanto especies diploides como
 liploides poseen exclusivamente formas de reproducción -
 exual. Esta asociación entre la poliploidia y la apomixis
 puede tomarse como indicadora de que la poliploidia sea
 causa de la apomixis, pero la apomixis facilita a los po-
 ploides que no son balanceados para sobrevivir y distribu-
 se. Por este punto de vista Darlington indica que la apo-
 xis es como un escape a la esterilidad.

gran mayoría de los apomicticos son de origen híbrido y
 mayor parte de ellos son también poliploides. El origen
 brido está indicado por el hecho de que la Meiosis, cuan-
 la hay, es muy irregular, precoz o retardada, y acompaña
 frecuentemente de falta de sinapsis y de contracción nor-
 l de los cromosomas. Como indica Stebbins, los apomicti-
 s ofrecen un rico material para su explotación por las nue-
 s técnicas y particularmente para la exploración de las di-
 rencias entre Meiosis y Mitosis.

Ni la hibridación ni la poliploidía producen directamente la apomixis, pero el parecer favorecen su aparición de algdn modo.

COMPARACIONES ENTRE COMPLEJOS POLIPLOIDES SEXUALES Y APOMIC-TICOS.

En vista de la diferencia radical entre, por un lado sexuali-
dad y fertilización cruzada, por el otro lado la reproducción
asexual vía apomixis, la similaridad en ambos modelos de va-
riación morfológica y la distribución ecogeográfica entre los
complejos poliploides sexuales y apomicticos es notable. -
Mientras que complejos apomicticos jóvenes, aún no reconoci-
dos como tales, existen muchos complejos maduros en los cua-
les los diploides son restringidos en distribución y grande-
mente alopáticos, mientras que los poliploides son comunes,
agresivos y altamente variable. Las especies americanas de -
los géneros Taraxacum, Crepis, Hieracium, Bothriochloa y Ru-
bus caen en este modelo. Además, complejos parecidos a aque-
llos de Poa y Potentilla parecen declinar sus complejos se-
xuales en los que sus representantes diploides son raros o -
difíciles de reconocer como tales, mientras que los niveles
altos de poliploidía en muchas áreas predominan sobre la tet-
raploidía. Finalmente, la especie Houttuynia cordata la --
cual en todo su rango de distribución es de alta poliploidía
y es apomictica en todas las regiones donde ha sido cuidado-
samente examinada.

Las principales diferencias entre complejos apomicticos y -
complejos sexuales son la variación en el número cromosómico
representado y en los modelos de variación local. En donde -
la meiosis irregular no es barrera para la formación de semi-
lla, triploides, pentaploides y otros clones apomicticos de
mayor número cromosómico pueden continuar en los complejos -
agámicos.

es de interés hacer notar que Clones aneuploides no son formados en la mayoría de los complejos apomicticos, las excepciones a lo anterior son Poa Alpina y P. Pratensis, en las que se ha reconocido una extensa serie de aneuploides.

La presencia de reproducción asexual vía apomixis algunas veces trae una constancia genética extrema. Esto sin embargo, no es la situación usual si se considera toda la población. Mas frecuentemente, esta consiste de colecciones de biotipos apomicticos que poseen despreciables diferencias en preferencias de Habitat, por lo que no compiten directamente unos con otros.

A causa de la constancia de muchas razas apomicticas o microespecies, algunos botánicos les han dado reconocimiento taxonómico. La dificultad de este procedimiento es el hecho de que el número de especies descritas se hace muy grande. Además este método tiende a lo absurdo, si se extiende a tratar de cubrir completamente cualquier complejo apomictico. Esto es porque al menos unas poblaciones contienen apomicticos facultativos, los que continuamente se estan cruzando entre ellos para producir nuevos clones. Si estos Clones son considerados como especie, entonces diferentes progenies de los mismos progenitores pueden ocasionalmente ser situadas en diferentes especies.

Según Mohamed y Gould (1966), Harlan (1949) y Bryant (1952) fueron los primeros en observar la ocurrencia de apomixis en B. curtipendula.

Harlan en 1949 reportó tipos apomicticos con $2n = 80-101$.

Fraser y Brown en 1955 reportaron tipos sexuales con números cromosómicos de $2n = 40$ y 52 tipos apomícticos con $2n = 75-96$. Estos investigadores concluyeron de su trabajo que todas las plantas B. curtipendula con números cromosómicos mayores de $2n = 52$ son apomícticas obligadas.

Gould en 1959 reportó tipos presumiblemente apomícticos con números cromosómicos de $2n = 80-102$.

Bryant, citado por Mohamed y Gould (1966) estudió el desarrollo del saco embrionario en siete líneas presumiblemente apomícticas de B. curtipendula. Ella reportó que la megaspora de la célula madre se alarga y va a través de la meiosis con las 4 megasporas que degeneran.

Mohamed y Gould (1966) reportan un patrón diferente en el cual la megaspora de la célula madre degenera antes de empezar la meiosis o antes de terminar la primera división meiótica. Al tiempo que ésta desintegración ocurre, una célula del tejido nuclear se ha agrandado y hecho evidente. Tres divisiones mitóticas sucesivas de dicha célula conduce a la formación de un saco embrionario con 8 núcleos. Una desviación de lo anterior fue observado por los mismos investigadores quienes encontraron sacos embrionarios maduros con 3 núcleos asumiendo que tal situación es el resultado del fracaso de la división de uno de los núcleos cuando la célula se encuentra en el estado de 2 núcleos, el núcleo restante sufre solo una división. Bashaw y Holt, citados por Mohamed y Gould (1966) observaron algo similar en Paspalum dilatatum Pair.

Mohamed y Gould (1966) mencionan que el mecanismo de apomixis observado por ellos en B. curtipendula var. caespitosa es similar al reportado para otros géneros de zacate. Mencionan además que no obstante que la ocurrencia de apomixis en B. curtipendula var. caespitosa es evidente, la secuencia del desarrollo del endosperma no está bien conocida, que aparentemente la polinización es necesaria para la iniciación del desarrollo del endosperma y que, de acuerdo a la terminología de Gustafsson, el mecanismo de apomixis involucrado es aposporia seguido por pseudogamia.

Según Kapadia y Gould (1964) la mayor parte de las plantas de B. curtipendula var. caespitosa son apomicticas obligadas o facultativas no obstante lo cual la reproducción sexual aparentemente ha sido suficiente para producir nuevas combinaciones de caracteres. La reproducción apomictica probablemente ha actuado para estabilizar ciertas combinaciones de caracteres y mantener las diferencias principales en tipos de plantas.

Según Gould (1959) las plantas apomicticas de B. curtipendula presentan una distribución bien definida en regiones predominantemente semi-áridas que va desde el sureste de Utah y California al suroeste de Texas y norte de México. Señala además que las plantas apomicticas son tan variables morfológicamente como los tipos sexuales y que la mayor variabilidad se localiza en el norte de México.

MEJORAMIENTO GENÉTICO

En Poehlman (1965) los procedimientos para el mejoramiento de las plantas forrajeras se han enfocado principalmente en la producción de variedades sintéticas. En la especie Bouteloua curtipendula los esfuerzos se han concentrado hacia la obtención de sintéticas con características de buen establecimiento y producción de plántulas vigorosas.

Voigt y Brown (1969) consideran que el establecimiento de zacates de verano adaptados en los grandes llanos del Sur (E.U.A.) es especialmente difícil a causa de lo extremo de las condiciones de temperatura y humedad. Consideran los investigadores mencionados que el mejoramiento suscitado de la capacidad de establecimiento de estos pastos, sería probablemente de gran valor.

Harlan y colaboradores (1962-1963) reportan que la mezcla de las colecciones de alto rendimiento y superiores en vigor de plántula y establecimiento dió origen a la variedad Coronado. La variedad Coronado fué también seleccionada para su establecimiento y hábitos de plántula así lo reportó Harlan (1950). Voigt y Brown (1969) en tres ciclos de selección en B. curtipendula reportan un incremento sobre el material original de 35 y 24 % para vigor y altura de plántula respectivamente.

Harlan (1950) y Newell y colaboradores (1962) reportan que la variedad Trailway se originó de un compuesto formado por varios clones en los que previamente se hizo selección para hojas finas, madurez tardía y resistencia a la roya.

Harlan (1950) ha reportado que en *B. curtipendula* los caracteres hojas anchas, hojas angostas, tallos finos, tallos gruesos y floración tardía son fáciles de fijar mientras que la producción abundante de hojas es de mas lenta fijación. Algunas asociaciones entre caracteres fueron observadas por el mismo investigador, siendo estas hojas anchas y floración tardía, hoja fina y resistencia a la roya, hoja ancha y color azul verde, hoja angosta y color amarillo verdoso.

Aparentemente poca importancia se ha concedido a la producción de semilla en el mejoramiento de la especie. Según Harlan (1950) la producción de semilla y los hábitos de la plántula parecen ser los factores críticos para el éxito de una variedad.

MATERIALES Y METODOS

En octubre de 1971, se colectó individualmente la semilla de 1800 plantas de zacate banderilla en poblaciones naturales de 7 localidades. El Material procedente de cada localidad fué denominado ecotipo. La semilla de 667 plantas fué sembrada en 1972 en Navidad, N.L., en parcelas de un surco (surco por planta) de un metro de longitud con una separación entre surcos de 0.90 m.

A fines de 1972 fueron seleccionados 160 progenies. Las localidades de origen y el número de progenies seleccionadas se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Ecotipos de zacate banderilla Pouteloua curtispéndula (Michx.) Torr., progenies evaluadas, progenies seleccionadas y porcentaje de progenies seleccionadas por ecotipo, Navidad, N.L., 1972.

| ECOTIPO | PROGENIES EVALUADAS | PROGENIES SELECCIONADAS | % DE PROGENIES SELECCIONADAS |
|---------------|------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| CHIHUAHUA 23 | 288 | 67 | 32.2 |
| CHIHUAHUA 190 | 155 | 19 | 14.5 |
| CALABACILLAS | 70 | 1 | 1.4 |
| LOS ANGELES | 44 | 11 | 25.0 |
| DURANGO | 26 | 2 | 7.7 |
| PARRAL | 150 | 40 | 25.1 |
| NARRO | 27 | 20 | 74.1 |
| TOTAL | 667 | 160 | |

En este primer ciclo la selección fué realizada visualmente tomando en cuenta características de establecimiento, vigor y principalmente producción de forraje. La semilla de las 160 progenies fué sembrada en 1973 en un látice doble 13 X 13 de 4 repeticiones en Navidad, N.L., y en la UAAAN. Las parcelas utilizadas fueron iguales a las mencionadas anteriormente. Se incluyeron como testigos las variedades americanas Premier y Reno (3 veces cada una) y material original de los ecotipos Chihuahua 23, Jiménez y Narro. Los datos tomados fueron establecimiento, altura de planta, vigor, días a flor, días a cosecha, producción de semilla y producción de forraje. El establecimiento fué evaluado en base a metros de surco cubiertos por planta. La altura de planta se obtuvo midiendo las plantas desde la base hasta donde llegaban la mayoría de las espigas. El vigor fué determinado en base a una escala de 1-5 dando el valor de 1 para un vigor muy bueno, 2 bueno, 3 regular, 4 pobres y 5 muy pobre. Se consideró como fecha de floración cuando el 50 % de las plantas en cada parcela habían iniciado la floración. La producción de semilla se determinó cosechando toda la parcela y en la misma forma se determinó la producción de forraje. Solamente la producción de forraje fué sometida al análisis estadístico analizando la información por covarianza, debido a las diferencias de establecimiento de las colecciones en las parcelas.

En base a la producción de forraje y semilla, en 1974 se procedió a un segundo ciclo de selección, seleccionando en ésta ocasión 20 progenies todas dentro del ecotipo Chihuahua 23.

La semilla de éstas progenies fué sembrada en 1975 en Navidad, N.L., y Ocampo, Coah., en una distribución de bloques al azar con 5 y 4 repeticiones respectivamente. Se usaron parcelas de 3 surcos de 5 m. de longitud con una separación entre surcos de 0.90 m. como testigos se incluyeron un compuesto formado por mezcla de semilla de las 20 progenies, el material original y la variedad Premier. La evaluación de los progenies en esta ocasión se hizo en base a su producción de forraje y semilla y los datos de producción fueron ajustados nuevamente por covarianza.

RESULTADOS:

Los resultados experimentales obtenidos en el presente trabajo se presentan en los siguientes cuadros:

de zacate Banderilla Foutelous curtipendula (Michx.) Torr. Navidad, N.L., UAA'AN'. 1974.

| EQUINO O COLLECCION | P R O D U C C I O N | | | | SENILLA NAV, N.L. | UAA'AN' | PROMEDIO |
|---------------------------|----------------------|---------|---------------------|----------------------|----------------------|---------|----------|
| | FORRAJE NAV, N.L. | UAA'AN' | FORRAJE PROMEDIO | KGS/HA. NAV, N.L. | | | |
| CHIHUAHUA 23 | 5856 | 2456 | 5156 | 589 | 578 | 584 | |
| PABRAL | 3733 | 1989 | 2861 | 260 | 222 | 211 | |
| CHIHUAHUA 196 | 2556 | 1255 | 1895 | 234 | 178 | 211 | |
| LOS ANGELES | 2522 | 933 | 1728 | 253 | 89 | 161 | |
| NABRO | 2100 | 1256 | 1678 | 211 | 111 | 161 | |
| INRAVALA | 733 | 478 | 606 | 67 | 33 | 59 | |

T E S T I C I O S

| | | | | | | |
|--------------|------|------|------|-----|-----|-----|
| CHIHUAHUA 23 | 4178 | 2137 | 5156 | 378 | 233 | 306 |
| PRASHIP | 3022 | 2556 | 2799 | 107 | 189 | 178 |
| NABRO | 3576 | 760 | 2189 | 253 | 78 | 156 |
| JIMANEZ | 478 | 1189 | 834 | 89 | 100 | 95 |

20 líneas seleccionadas de zacate *Banderilla Roifelewa curipendula* (Michx.) Torr.
 Navidad, N.L.; OAW'AN'. 1974.

47

| LÍNEA | ESTABLECIMIENTO % | ALTURA CMS | VIGOR | DIAS A FLOR | DIAS A COSECHA |
|------------|----------------------|---------------|-------|----------------|-------------------|
| 1 CIJ-258 | 94 | 81 | 2.25 | 122 | 173 |
| 2 CIJ-300 | 93 | 86 | 2.25 | 130 | 176 |
| 3 CIJ-276 | 88 | 88 | 2.00 | 116 | 175 |
| 4 CIJ-311 | 85 | 82 | 2.25 | 127 | 178 |
| 5 CIJ-287 | 84 | 82 | 2.25 | 130 | 178 |
| 6 CIJ-221 | 83 | 83 | 1.75 | 120 | 165 |
| 7 CIJ-225 | 82 | 85 | 2.00 | 125 | 170 |
| 8 CIJ-227 | 81 | 85 | 2.00 | 131 | 177 |
| 9 CIJ-301 | 81 | 89 | 2.00 | 122 | 170 |
| 10 CIJ-382 | 77 | 81 | 1.95 | 118 | 171 |
| 11 CIJ-250 | 75 | 80 | 2.50 | 126 | 175 |
| 12 CIJ-237 | 60 | 94 | 2.37 | 126 | 168 |
| 13 CIJ-214 | 66 | 79 | 2.25 | 120 | 170 |
| 14 CIJ-217 | 66 | 89 | 2.12 | 125 | 174 |
| 15 CIJ-224 | 65 | 81 | 2.00 | 128 | 174 |
| 16 CIJ-302 | 64 | 81 | 2.25 | 127 | 178 |
| 17 CIJ-255 | 62 | 78 | 2.37 | 130 | 178 |
| 18 CIJ-244 | 61 | 78 | 1.87 | 125 | 179 |
| 19 CIJ-208 | 59 | 74 | 2.25 | 131 | 182 |

CUADRO 4. Características de forraje seco y semilla de 20 líneas seleccionadas de zacate Banderrilla Bouteloua curtipendula (Michx.) Torr. Navidad, N.L.; UAA"AN". 1974.

| L I N E A | P R O D U C C I O N FORRAJE | S E M I L L A |
|-----------------|--------------------------------|---------------|
| 1 | 4878 | 567 (1) |
| 2 | 4833 | 511 (6) |
| 3 | 4722 | 467 (13) |
| 4 | 4644 | 567 (2) |
| 5 | 4467 | 533 (5) |
| 6 | 4444 | 444 (17) |
| 7 | 4422 | 422 (20) |
| 8 | 4389 | 456 (15) |
| 9 | 4222 | 478 (11) |
| 10 | 4222 | 500 (7) |
| 11 | 4133 | 567 (3) |
| 12 | 4067 | 500 (8) |
| 13 | 3889 | 467 (14) |
| 14 | 3867 | 478 (12) |
| 15 | 3767 | 433 (18) |
| 16 | 3678 | 489 (9) |
| 17 | 3511 | 544 (4) |
| 18 | 3456 | 433 (19) |
| 19 | 3244 | 456 (16) |
| 20 | 3089 | 489 (10) |
| P R O M E D I O | 4097 | 490 |

| LINEA | CASERO, LOMA | FERRAJE SUDO | KCS/HA | NAVLAD, S.E. | PROMEDIO |
|-------|--------------|--------------|-----------|--------------|----------|
| 1 | CH-247 | 3735 | 2066 (13) | 2901 (1) | |
| 2 | CH-277 | 5001 | 2380 (4) | 2091 (3) | |
| 3 | CH-208 | 2958 | 2070 (12) | 2514 (6) | |
| 4 | CH-214 | 2905 | 2315 (6) | 1609 (5) | |
| 5 | CH-221 | 2760 | 2336 (5) | 2548 (5) | |
| 6 | CH-228 | 2720 | 2412 (2) | 2571 (4) | |
| 7 | CH-282 | 2711 | 1985 (17) | 2348 (10) | |
| 8 | CH-213 | 3588 | 2502 (7) | 2445 (7) | |
| 9 | CH-244 | 2546 | 2104 (11) | 2325 (12) | |
| 10 | CH-301 | 2507 | 2169 (9) | 2338 (11) | |
| 11 | CH-287 | 2506 | 2044 (15) | 2275 (13) | |
| 12 | CH-276 | 2476 | 2057 (14) | 2267 (12) | |
| 13 | CH-277 | 2474 | 2215 (11) | 2161 (8) | |
| 14 | CH-277 | 2711 | 2059 (11) | 2120 (8) | |
| 15 | CH-277 | 2423 | 2423 (1) | 2424 (9) | |
| 16 | CH-244 | 2419 | 2126 (10) | 2273 (14) | |
| 17 | CH-302 | 2226 | 1899 (19) | 2053 (18) | |
| 18 | CH-311 | 1168 | 2256 (8) | 2247 (16) | |
| 19 | CH-258 | 2095 | 1816 (20) | 1958 (20) | |
| 20 | CH-300 | 1943 | 1995 (16) | 1969 (19) | |
| | PROMEDIO | 2584 | 2152 | 2368 | |

TESTIGOS

| | | | |
|-------------|------|------|------|
| CANTUCITO | 2670 | 1990 | 2330 |
| CHIMARRA | 2303 | 1987 | 2145 |
| PRIMER C.V. | 2172 | 1966 | 2069 |
| | 29 % | 24 % | |

S E M I L I A
K G S / H A .

L I N E A

| | | |
|----------|--------|-----|
| 1 | CH-311 | 570 |
| 2 | CH-233 | 562 |
| 3 | CH-228 | 538 |
| 4 | CH-282 | 520 |
| 5 | CH-244 | 523 |
| 6 | CH-301 | 505 |
| 7 | CH-302 | 498 |
| 8 | CH-223 | 489 |
| 9 | CH-224 | 473 |
| 10 | CH-230 | 465 |
| 11 | CH-247 | 463 |
| 12 | CH-287 | 463 |
| 13 | CH-208 | 460 |
| 14 | CH-214 | 456 |
| 15 | CH-221 | 446 |
| 16 | CH-277 | 441 |
| 17 | CH-276 | 439 |
| 18 | CH-227 | 421 |
| 19 | CH-300 | 417 |
| 20 | CH-258 | 394 |
| PROMEDIO | | 478 |

T E S T I G O S

Cuadro 7

Análisis de varianza para rendimiento de forraje seco de progenies de zacate banderilla Bouteloua curtipendula, Navidad, N.L., 1974.

| C.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F |
|--------------|------|---------------|------------|--------|--------|
| Bloques | 3 | 765,721.37 | 255,240.45 | 13.0xx | 2.60-3 |
| tratamientos | 153 | 11,357,757.03 | 74,253.70 | 3.78xx | 1.20-1 |
| error | 383 | 7,517,661.88 | 19,628.36 | | |
| Total | 539 | 19,641,140.28 | | | |

C.V. = 46.8 %

DMS = 198 gr.

Cuadro 8

Análisis de varianza para rendimiento de semilla de progenies de zacate banderilla Bouteloua curtipendula, Navidad, N.L., 1974.

| C.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F |
|--------------|------|------------|----------|---------|--------|
| Bloques | 3 | 6,234.19 | 2,078.06 | 19.05xx | 2.60-3 |
| tratamientos | 154 | 101,715.98 | 660.49 | 3.19xx | 1.00-1 |
| error | 375 | 77,484.06 | 206.62 | | |
| Total | 532 | | | | |

C.V. = 84.64 %

DMS = 20 gr.

Cuadro 9

Análisis de varianza para rendimiento de forraje seco de progenies de zacate banderilla Bouteloua curtipendula UAAAN 1974.

| C.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F |
|-------------|------|--------------|------------|---------|--------|
| Tratamiento | 163 | 4,410,608.60 | 27,058.94 | 3.87xx | 1.00-1 |
| Bloques | 3 | 594,849.57 | 198,283.19 | 28.34xx | 2.60-3 |
| error | 437 | 3,056,719.93 | 6,994.78 | | |
| Total | 603 | 8,062,178.10 | | | |

C.V. = 50.68 %

DMS = 115 gr.

Cuadro 10

Análisis de varianza para rendimiento de semilla de progenies de zacate banderilla Bouteloua curtipendula UAAAN 1974.

| C.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F |
|--------------|------|------------|----------|--------|--------|
| Bloques | 3 | 4,811.05 | 1,603.67 | 9.03xx | 2.60-3 |
| tratamientos | 139 | 119,456.20 | 751.29 | 4.23xx | 1.00-1 |
| error | 445 | 79,019.47 | 177.57 | | |
| Total | 607 | 203,286.70 | | | |

C.V. = 57.91 %

DMS = 18 gr.

Cuadro 11

Análisis de varianza para rendimiento promedio de forraje seco de zacate banderilla Bouteloua curtipendula de las progenies de los ecotipos Narro, Chihuahua 23 y Parral en las localidades UAAAN y - Navidad, N.L., 1974.

| C.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F |
|--------------|------|---------|-----------|----------|-----------|
| Tratamiento | 118 | 6.87675 | 0.0582775 | 4.10xx | 1.26-1.38 |
| localidad | 1 | 4.69256 | 4.69256 | 329.8 xx | 3.85-6 66 |
| trat. x loc. | 118 | 2.97386 | 0.0252022 | 1.77xx | 1.26-1.38 |
| error | 654 | | 0.0142279 | | |

Cuadro 12

Análisis de varianza ajustado por covarianza para rendimiento promedio de forraje seco de zacate banderilla Bouteloua curtipendula de las progenies de los ecotipos Narro, Chihuahua 23 y Parral en la localidades UAAAN y Navidad N.L., 1974.

| C.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F |
|-------------|------|------|--------|--------|---------|
| Tratamiento | 118 | 2.40 | 0.0205 | 2.47xx | 1.26-1. |
| error | 653 | 5.37 | 0.0082 | | |

Cuadro 11
 Analisis de varianza para rendimiento promedio de forraje seco de zacate banderilla Bouteleua curti- pendula de las progenies del ecotipo Narro en las localidades UAAAN y Navidad, N.L., 1974.

| | C.V. | C.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F |
|--------------|------|----------|-----------|---------|-----------|---|
| Tratamiento | 18 | 0.352145 | 0.0195636 | 2.20xx | 1.72-2.13 | |
| localidad | 1 | 0.299841 | 0.299841 | 33.73xx | 3.94-6.90 | |
| trat. x loc. | 18 | 0.368179 | 0.204545 | 1.50xx | 1.72-2.13 | |
| error | 94 | | 0.0088503 | | | |

Cuadro 14
 Analisis de varianza ajustado por covarianza para rendimiento promedio de forraje seco de zacate - banderilla Bouteleua curtipendula de las prope- nies del ecotipo Narro, en las localidades UAAAN, y Navidad, N.L., 1974.

| | C.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F |
|-------------|------|-------|--------|---------|-----------|---|
| Tratamiento | 18 | 0.125 | 0.0068 | 1.47 NS | 1.72-2.13 | |
| error | 95 | 0.441 | 0.0043 | | | |

Cuadro 15

Análisis de varianza para rendimiento promedio de forraje de zacate banderilla Bouteloua curtipendula de las progenies del ecotipo Parral, en las localidades UAAAN y Navidad, N.L., 1974.

| C.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F |
|--------------|------|------|--------|----------|-----------|
| Tratamiento | 33 | 1.11 | 0.0336 | 2.61xx | 1.51-1.79 |
| localidad | 1 | 2.48 | 2.4800 | 192.25xx | 3.91-6.81 |
| trat. x loc. | 33 | 0.92 | 0.0279 | 2.16xx | 1.51-1.77 |
| error | 185 | | 0.0129 | | |

Cuadro 16

Análisis de varianza ajustado por covarianza para rendimiento promedio de forraje de zacate banderilla Bouteloua curtipendula de las progenies del ecotipo Parral en las localidades UAAAN y Navidad, N.L., 1974.

| C.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F |
|-------------|------|------|--------|-------|-----------|
| Tratamiento | 33 | 0.51 | 0.0155 | 1.72x | 1.51-1.77 |
| error | 184 | 1.67 | 0.0090 | | |

Analisis de varianza ajustado por covarianza para rendimiento promedio de forraje seco de zacate - banderilla Boutejona curtipendula de las proges- nias del ecotipo Chihuahuas 23 en las localidades UAAAN y Navidad, N.L., 1974.

| C.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F |
|-------------|------|------|--------|--------|-----------|
| Tratamiento | 65 | 1.05 | 0.0162 | 1.89xx | 1.35-1.52 |
| error | 363 | 3.73 | 0.0103 | | |

Cuadro 18

Analisis de varianza para rendimiento promedio de forraje seco de zacate banderilla Boutejona curtipendula de las proges nias del ecotipo Chihuahuas 23 en las localidades UAAAN y Navidad, N.L., 1974

| C.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F |
|--------------|------|------|--------|----------|-----------|
| Tratamiento | 65 | 3.01 | 0.0463 | 3.05xx | 1.35-1.52 |
| localidad | 1 | 2.20 | 2.2000 | 144.73xx | 3.86-6.70 |
| trat. x loc. | 65 | 1.40 | 0.0215 | 1.42x | 1.35-1.52 |
| error | 364 | | 0.0152 | | |

Cuadro 17

Cuadro 19

Análisis de varianza para rendimiento de forraje seco de 20 líneas y 3 testigos de zacate banderilla Bouteloua curtipendula Ocampo, Coah., 1975.

| C.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F |
|-------------|------|-------|------|---------|----------|
| Bloques | 3 | 10.86 | 3.62 | 5.83 | |
| tratamiento | 22 | 9.86 | 0.44 | 0.70 NS | 1.71-2.1 |
| error | 66 | 41.04 | 0.62 | | |
| Total | 91 | | | | |

C.V. = 37.62 %

Cuadro 20

Análisis de varianza ajustado por covarianza para rendimiento de forraje seco de 20 líneas y 3 testigos de zacate banderilla Bouteloua curtipendula Ocampo, Coah., 1975.

| C.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F |
|-------------|------|-------|-------|---------|-----------|
| Tratamiento | 22 | 7.63 | 0.346 | 0.96 NS | 1.75-2.20 |
| error | 65 | 23.32 | 0.358 | | |

C.V. = 28.59 %

Cuadro 21

Análisis de varianza para rendimiento de forraje seco de 20 líneas y 3 testigos de zacate banderilla Bouteloua curtipendula Navidad, N.L., - 1975.

| C.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F |
|-------------|------|-------|-------|---------|-----------|
| Bloques | 4 | 0.31 | 0.077 | 0.24 | |
| tratamiento | 22 | 10.82 | 0.491 | 1.58 NS | 1.68-2.06 |
| error | 88 | 27.31 | 0.310 | | |
| Total | 114 | 38.44 | | | |

C.V. = 42.45 %

Cuadro 22

Análisis de varianza ajustado por covarianza para rendimiento de forraje seco de 20 líneas y 3 testigos de zacate banderilla Bouteloua curtipendula Navidad, N.L., 1975

| C.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F |
|-------------|------|------|-------|----------|-----------|
| Tratamiento | 22 | 1.50 | 0.068 | 0.686 NS | 1.68-2.06 |
| error | 87 | 8.69 | 0.099 | | |

C.V. = 25.98 %

Analisis de varianza ajustado por covarianza para
 rendimiento de semilla de 20 lineas y 3 testigos
 de zacate banderilla Bouteleou curtipendula
 - - - - -
 Ocampo, Coah., 1975.

| C.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F |
|----------------|------|------|--------|---------|-----------|
| Tratamiento | 22 | 0.13 | 0.0059 | 1.07 NS | 1.71-2.14 |
| error | 66 | 0.36 | 0.0055 | | |
| C.V. = 19.21 % | | | | | |

Cuadro 24

Analisis de varianza para rendimiento de semilla
 de 20 lineas y 3 testigos de zacate banderilla -
 Bouteleou curtipendula Ocampo, Coah., 1975.

| C.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F |
|----------------|------|------|-------|---------|-----------|
| Bloques | 3 | 0.25 | 0.088 | 17.60 | |
| tratamiento | 22 | 0.10 | 0.007 | 1.40 NS | 1.71-2.14 |
| error | 66 | 0.38 | 0.005 | | |
| Total | 91 | 0.79 | | | |
| C.V. = 18.35 % | | | | | |

Cuadro 25

DISCUSION

En el cuadro 2 se presenta la producción promedio de forraje y semilla por progenie de cada ecotipo en cada localidad de prueba y el promedio por localidad de prueba así como la producción de los testigos. Notables diferencias en la producción de forraje y semilla fueron observados entre las progenes de los diferentes ecotipos, encontrando diferencia altamente significativa para tratamientos como lo muestran los cuadros 7, 8, 9, 10 en Navidad N.L., y en la UAAAN. En Navidad, N.L., la mayor producción de forraje se observó en las progenes de Chihuahua 23, las que promediaron 3,856 Kgs./ha. superando a todos los ecotipos restantes y a todos los testigos exceptuando a su propio testigo el material original Chihuahua 23 que produjo 4,178 Kgs./ha. Lo anterior equivale a un 7.7 % menos producción en las progenes que en el testigo. Las progenes del ecotipo Narro también promediaron un rendimiento menor al de su propio testigo rindiendo éstas 41.3 % menos. La variedad Premier ocupó el tercer lugar entre los testigos con 3,022 Kgs./ha.

En la UAAAN las progenes de Chihuahua 23 promediaron 2,456 Kgs./ha. superando a todos los ecotipos restantes y a todos los testigos, excepto a la variedad Premier que produjo 100 Kgs. más. En estas localidades las progenes de Chihuahua 23 rindieron 15.1 % más que el material original Chihuahua 23. Por su parte las progenes del ecotipo Narro tuvieron 79.4 % mayor producción que su propio testigo el material original Narro.

Considerando los resultados promedio de las localidades de prueba se observa que las progenies de Chihuahua 23 promediaron 3,156 Kgs./ha. superando a todos los ecotipos y a todos los testigos excepto a su propio testigo que produjo exactamente lo mismo. Las progenies de Naro promediaron 1,678 Kgs./ha. contra 2,139 de su propio testigo, lo que equivale a un 21.6 % menor producción en las progenies. La variedad Premier fué superada solamente por las progenies de Chihuahua 23 y Farral y entre los testigos por Chihuahua 23.

El comportamiento de los ecotipos y testigos fué muy similar en ambas localidades de prueba si bien con muy ligera discrepancia, los rendimientos siempre fueron mayores en Navidad, N.L.

En lo que respecta a la producción de semilla el comportamiento de los ecotipos y testigos fué muy similar al observado para la producción de forraje, siendo en general los materiales más productores de forraje, los de mayor producción de semilla. Solamente en la localidad de prueba UAAAN, se observó una diferencia notable entre las progenies del ecotipo Chihuahua 23 y su propio testigo promediando las primeras 378 Kgs./ha. contra 233 del testigo, lo que equivale a un 62.2 % más de rendimiento en las progenies. Sin embargo en el promedio de ambas localidades la diferencia se redujo a un 25.5 %. Se observó una superioridad más clara del material nativo sobre la variedad Premier en cuanto a producción de semilla sobre todo en el ecotipo Chihuahua 23.

Solamente la producción de forraje fué analizada estadísticamente. La información fué analizada como bloques al azar incluyendo en el análisis solamente las progenies de los ecotipos Chihuahua 23, Parral y Narro, así como los testigos. Dado que había diferencias en cuanto a establecimiento se aplicó al análisis la técnica de la covarianza.

De acuerdo a los análisis estadísticos (cuadros, 11, - 12) se encontró diferencia altamente significativa entre progenies y entre localidades de prueba. La interacción progenies x localidad resultó también altamente significativa. En general en la localidad Navidad, N.L., las progenies se comportaron mejor, sin embargo para algunas de éstas, esta localidad fué desfavorable provocando un efecto detectado por la interacción encontrada en éstos análisis.

Bajo la suposición de que las diferencias estaban más bien dadas por diferencias entre progenies de un ecotipo a otro y no por progenies dentro de un mismo ecotipo, se determinaron los valores para la varianza entre y dentro de ecotipos. Se encontró que la varianza entre ecotipos era 243 veces mayor que la varianza dentro de ecotipos.

No obstante lo anterior en los análisis estadísticos (cuadros 15, 14, 15, 16, 17, 18) para progenies dentro de cada ecotipo, se encontró diferencia altamente significativa entre progenies dentro de los ecotipos Chihuahua 23 y Parral. No se encontró diferencia significativa entre las progenies del ecotipo Narro, en el



análisis estadístico ajustado por covarianza.

En base a la superioridad mostrada por el ecotipo Chihuahua 23 sobre los ecotipos restantes, se realizó un segundo ciclo de selección dentro de este ecotipo, seleccionándose en esta ocasión las 20 progenies más sobresalientes. Las características de establecimiento, altura, vigor, días a flor y días a cosecha de las progenies seleccionadas se presentan en el cuadro 3. La producción de forraje y semilla se presenta en el cuadro 4.

Los resultados obtenidos en el segundo ciclo de selección para producción de forraje y semilla se presentan en los cuadros 5 y 6 respectivamente.

Puede observarse en el cuadro 5 que en general las líneas muestran mayor producción de forraje que los testigos, sin embargo, las diferencias entre tratamientos en ningún caso resultaron ser significativas como lo muestran los cuadros 19, 20, 21 y 22. Con escasas excepciones los rendimientos siempre fueron mayores en Ocampo, Coah., que en Navidad, N.L. El compuesto tuvo un rendimiento promedio de 2,330 Kgs./ha. siendo éste muy similar al rendimiento promedio de las progenies el cual fué de 2,368 Kgs./ha. El material original (ecotipo Chihuahua 23) promedió 2,145 Kgs./ha. siendo superado por las progenies solamente por 223 Kgs. La variedad Premier ocupó el último lugar con una producción de 2,069 Kgs./ha.

Respecto a la producción de semilla (cuadro 6) se pre-

senta solamente la información obtenida en Ocampo, Coah., ya que en Navidad, N.L., la semilla fué dañada por helada. Al igual que para la producción de forraje no se encontró diferencia significativa entre tratamiento para producción de semilla (cuadro 23 y 24). En general el comportamiento observado para la producción de semilla es muy similar al observado para la producción de forraje. Es evidente que los ecotipos de zacate banderilla Bouteloua curtipendula (Michx.) Torr. difieren grandemente en su capacidad de producción de forraje y semilla siendo los ecotipos de Chihuahua los de mayor producción como puede verse en el cuadro 2. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por González y Garza (1974) quienes han reportado con anterioridad la superioridad de los materiales procedentes de Chihuahua.

De acuerdo a los resultados anteriores el mejoramiento de la especie es posible mediante la selección y multiplicación de ecotipos superiores.

Por el contrario la selección dentro de ecotipos no genera ningún avance en el mejoramiento. Como puede observarse en los cuadros 2 y 5, la selección de progenies para producción de forraje dentro de los ecotipos Narro y Chihuahua 23 no reportó ningún efecto positivo para uno y dos ciclos de selección respectivamente, Harlan (1950) ha reportado que la producción abundante de hojas en B. curtipendula es un carácter de lenta fijación.

En los resultados para el segundo ciclo de selección (cuadro 5) se observa que en general las líneas rinden más que el material original; sin embargo, éstas en promedio,

solo superaron al material original con 223 Kgs. Aparentemente las diferencias entre líneas se debe principalmente a efectos del medio ambiente ya que no se observó ninguna consistencia en su comportamiento así por ejemplo las líneas CH-227, Ch-301 y CH-311 que ocuparon los 3 primeros lugares entre las progenies seleccionadas en 1974 (cuadro 4) y que en promedio superaban al material original con 1,655 Kgs. (52.4 %) en 1975 promediaron 2,248 Kgs. superando el material original con solamente 103 Kgs., (4.8 %) por el contrario las líneas CH-247, CH-228 y CH-208 que ocuparon los lugares 18, 19 y 20 entre las progenies seleccionadas en 1974 y que en promedio superaban al material original con 197 Kgs. (3.3 %), en 1975 promediaron 2,662 Kgs. superando al material original con 517 Kgs. (24.1 %).

El compuesto formado con mezcla de semilla de las 20 líneas seleccionadas tuvo un comportamiento muy similar al comportamiento promedio de las líneas como era de esperarse.

Que la variedad Premier nunca haya sido superada en forma definitiva por las líneas u otros testigos principalmente en lo que se refiere a producción de forraje, radica en el hecho de que esta variedad aunque desarrollada en F.C.A. se originó a partir de material colectado en el estado de Chihuahua.

Esto explica la similitud en todos aspectos de esta variedad con los materiales nativos procedentes de esta localidad.

Posiblemente la ineficiencia de la selección dentro de los ecotipos Narro y Chihuahua 23 se debe a la presencia de apomixis. La ocurrencia de apomixis en B. curtipendula (Michx.) Torr. ha sido reportada por Freter y Brown (1955); Gould (1959); Harlan (1949) y Mohamed y Gould (1966).

De acuerdo con la descripción hecha por Gould y Kapadia (1964) todos los ecotipos considerados en el presente trabajo corresponden a B. curtipendula var. caespitosa con excepción del ecotipo Durango que corresponde a B. curtipendula var. tenuis.

El hecho de no haber observado ninguna segregación en las líneas lo cual podía esperarse dado que la especie es de polinización cruzada, y la gran uniformidad de las plantas en todas las líneas, constituyen evidencia adicional a la hipótesis de la ocurrencia de apomixis en los ecotipos sometidos a selección.

En el presente trabajo no se observan efectos positivos para la producción de semilla siendo los resultados obtenidos en este aspecto muy similares a los obtenidos para producción de forraje.

CONCLUSIONES.

- 1.- De acuerdo a los datos de esta investigación es posible obtener variedades mejoradas de zacate banderilla mediante la selección y multiplicación de ecotipos superiores.
- 2.- La selección de progenies dentro de ecotipos de Bouteloua curtipendula no genera ningún avance en el mejoramiento de la especie siendo la causa posible de esto la ocurrencia de apomixis.
- 3.- No es recomendable continuar trabajos de esta naturaleza (selección dentro de ecotipos) en tanto no se tenga evidencia de la ocurrencia de reproducción sexual en el material a mejorar.
- 4.- Es evidente la necesidad de realizar estudios citológicos que permitan el conocimiento de los números cromosómicos y su posible correlación de estos con características morfológicas de las plantas que permitan detectar en forma práctica plantas de reproducción sexual.

R E S U M E N

Ensayo de Selección en Zacate banderilla
Bouteloua curtipendula (Michx.) Torr.

El presente trabajo fué desarrollado en los campos experimentales Navidad, N.L., Ocampo, Coah., y el propio de la Universidad Autónoma Agraria " Antonio Narro ".

El objetivo principal es el de desarrollar tipos forrajeros mejorados de zacate banderilla Bouteloua curtipendula (Michx.) Torr. mediante la selección de genotipos superiores entre y dentro de ecotipos.

Dos ciclos de selección para producción de forraje fueron realizados en zacate banderilla. En octubre de 1971 se colectó individualmente la semilla de 1,800 plantas en poblaciones naturales de 7 localidades (7 ecotipos que son: Chihuahua 23 y 190; Calabacilla; Los Angeles; Durango; Párral y Narro.). La semilla de 667 plantas fué sembrada en 1972 en surcos por planta en Navidad, N.L. De este grupo de plantas en este mismo año se seleccionaron visualmente 160 progenies y su semilla fué sembrada en 1973 en un láti-ce doble 13 X 13 en Navidad, N.L., y en la UAAAN, incluyendo como testigos las variedades americanas Premier y Reno y material original de los ecotipos Chihuahua 23, Jiménez y Narro.

De los resultados obtenidos en estas pasadas pruebas se concluyó que el ecotipo Chihuahua 23 era superior al resto de

ecotipos. En 1974 se llevó a cabo el segundo ciclo de selección, seleccionando 20 progenies dentro de éste ecotipo superiores los que fueron sembrados en 1975 en Navidad, N.L., y en Ocampo, Coah., en este experimento se incluyeron como testigos un compuesto de los 20 progenies, el material original de Chihuahua 23 y la variedad Premier.

No se encontró diferencia significativa en esta prueba concluyendo que el mejoramiento de la especie es posible, mediante la selección de ecotipos superiores. Ya que es mucho más importante la variación entre ecotipos que dentro de ecotipos.

Por otra parte la selección de progenies dentro de ecotipos no tiene efectos positivos en el mejoramiento de la especie, siendo la causa posible la presencia de apomixis.

B I B L I O G R A F I A

- Cole, D.F., Major, R.L. y Wright L.N. 1974. Effects of light and temperature on germination of sideoats grama. Jour Range Mgmt. 27:41-44.
- Freter, L.E. y Brown, W.V. 1955. A cytotaxonomic study of Bouteloua curtipendula and B. uniflora. Bul. Torr. Bot. Club 82:121-130.
- Fultz, J.L. 1942. Somatic chromosome complements in Bouteloua. Amer. Jour. Bot. 29:45-53.
- Gay, CH.W. Jr., Dwyer, D.D. y Steger, R.E. 1970, New Mexico Range Plants. New Mexico Sta. Univ. Coop. Ext. Serv. Cir. 374.
- González, J.R. y Garza, H.M. 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. Bol. Tec. No. 5 Saltillo, Coah., México.
- Gould, F.W. 1959. Notes on apomixis in sideoats grama. Jour. Range Mgmt. 12:25-28.
- Gould, F.W. y Kapadia, Z.J. 1962. Biosystematic studies in The Bouteloua curtipendula complex. I. The aneuploid rhizomatous Bouteloua curtipendula of Texas. Amer. Jour. Bot. 49:887-892.
- Gould, F.W. y Kapadia, Z.J. 1964. Biosystematic studies in The Bouteloua curtipendula complex. II. Taxonomy. Brittonia 16:182-207.
- Harlan, J.R. 1949. Apomixis in sideoats grama. Amer. Jour. Bot. 36:495-499.
- Harlan, J.R. 1950. The breeding behavior on sideoats grama in partially isolated population. Agron. Jour. 42:20-24.

- Harlan, J.R. 1950. Breeding superior forage plants for the great plains. Jour. Range Mgmt. 13:86-89.
- Harlan, J.R., Snyder, L.A. Celarier, R.P. 1952, Cytological studies of southern great plains grasses. Proceedings of the Sixth International Grassland Congress. 228-232.
- Hernández, E. y Ramos, S.A. 1968. Mejoramiento de las plantas forrajeras en México. Memoria del Tercer Congreso Nacional de Fitogenética (1er. Simposio) . Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C. CENEINEA, Chapinigo, México.
- Hoover, M.M., M.A. Hein, W.A. Darton, C.D. Erlanson. - 1948. The main grasses for farm and home. Grass. USDA. Yearbook Agriculture 655-658.
- Humphrey, R.R. 1960. Arizona range grasses. Ariz. Agr. - Exp. Sta. Bul. 298.
- Kapadia, Z.J. y Gould F.W. 1964. Biosystematic studies - in the Bouteloua curtipendula complex. IV. Dynamics of variation in B. curtipendula var. caespitosa. Bul. Torr. Bot. Club 91:465-478.
- Kapadia, Z.J. y Gould, F.W. 1964. Biosystematic studies in Bouteloua curtipendula complex. III. Pollen - size as related to chromosome numbers. Amer. - Jour. Bot. 51:166-172.
- Major, R.L. y Wright, L.N. 1974. Seed dormancy characteristic of side-oats gramagrass. Bouteloua curtipendula (Michx.) Torr. Crop Sci. 14:34-70.
- Mohamed, A.H. y Gould, F.W. 1966. Biosystematic studies in the Bouteloua curtipendula complex. V. Megasporogenesis and embryo sac development. Amer. - Jour. Bot. 53:166-169.
- Newell, L.C. R.D. Staten, E.B. Jackson y E.C. Conrad. - 1962. Side-oats grama in the central great plains. Nebr. Agric. Exp. Sta. Res. Bul. 207.
- Newell, L.C. y Conrad, E.C. 1963. Registration of Butte - and trailway side-oats grama Crop. Sci. 3:460-461.
- Olmstead, CH.E. 1943. Growth and development in range grasses. Photoperiodic responses in The Genus Bouteloua. Botanical Gazette 105:165-181.
- Olmstead, CH.E. 1944. Growth and development in range - grasses IV. Photoperiodic responses in twelve geo

graphic strains of sideoats grama. Botanical Gazette 106:46-74.

Olmstead, CH.E. 1944. Growth and development in range grasses. V. Photoperiodic responses of clonal of three latitudinal strains of sideoats grama. Botanical Gazette 106:382-401.

Poehlman, J.M. 1965. Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial Limusa-Wiley, S.A. México, D.F.

Stebbins, G.L. 1971. Chromosomal evolution in higher plants. Contemporary biology Wdward Arnold (Publishers) L.T.D., London.

Sumner, D.C. y Cobb. R.D. 1962. Post-harvest dormancy of coronado sideoats grama Bouteloua curtipendula (Michx.) Torr. as affected by storage temperature and germination inhibitors. Crop Sci. 2:321-325.

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

Wellhausen, E.J. y Gutiérrez, M. 1968. Selección y mejoramiento de plantas para las tierras áridas. Memorias sobre el Simposio Internacional sobre el Aumento de la Producción de Alimentos en Zonas Aridas. Monterrey, N.L., México.