

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

**SEGREGACIÓN DEL MODO DE REPRODUCCIÓN
EN CRUZAS DE ZACATE BUFFEL
TETRAPLOIDE SEXUAL X HEXAPLOIDE APOMÍCTICO**

TESIS

JUAN JOSÉ TORRES MORALES

**Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría
y aprobada como requisito parcial para obtener el grado de:**

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN FITOMEJORAMIENTO**

COMITÉ PARTICULAR

Asesor Principal : _____
Dr. Jorge R. González Domínguez

Asesor : _____
M. C. Susana Gómez Martínez

Asesor : _____
M. C. Ricardo Cuéllar Flores

Dr. Jerónimo Landeros Flores
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Junio 2005

AGRADECIMIENTOS

A LA S. E. P. A TRAVÉS DEL PROGRAMA PROMEP

Por el apoyo económico y logístico que culminaron con la terminación de este proceso y cuyo compromiso será desde ahora, coadyuvar a la formación y consolidación de nuevos recursos humanos en beneficio de nuestro entorno.

A LA UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

Por darme los elementos que me permiten transitar en la vida, acrecentando mis valores de trabajo, honestidad y justicia. Particularmente agradezco a la Coordinación de Superación del Personal Académico (COSUPERA) y a sus Titulares, por los apoyos y facilidades recibidas.

AL M.I.E. JOSÉ FRANCISCO AYALA MARTÍNEZ DIRECTOR UNIDAD DE ESTUDIOS SUPERIORES DE SALVATIERRA DE LA UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

Sin tu apoyo constante no hubiera sido posible concluir este proceso de formación. Siempre estaré agradecido contigo cual amigo leal y sincero.

A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Pilar de la educación agrícola, formadora de destacados hombres y mujeres protagonistas de la vida nacional. Mi gratitud por siempre.

A MIS ASESORES DEL COMITÉ PARTICULAR

En especial a la *M. C. Susana Gómez Martínez* y al *M. C. Ricardo Cuéllar Flores*. Mi reconocimiento profundo y sincero por su dedicación, esfuerzo y constancia, valores mediante los cuales muchos fuimos formados. Mi pleno reconocimiento por su disposición entusiasta al diálogo y discusión, pero sobre todo a la polémica y controversia.

AL PH. D. JORGE R. GONZÁLEZ DOMÍNGUEZ

Eternamente agradecido con Usted, durante este tiempo conocí y aprendí de su calidad humana, independientemente de su profesionalismo y dedicación, valores que consolidan una filosofía para el trabajo y para la vida.

COMPENDIO

**Segregación del Modo de Reproducción en Cruzas de Zacate Buffel
Tetraploide Sexual x Hexaploide Apomíctico**

POR

JUAN JOSÉ TORRES MORALES

**MAESTRÍA EN CIENCIAS
EN FITOMEJORAMIENTO**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JUNIO 2005**

Dr. Jorge R. González Domínguez –Asesor–

Palabras Clave: *Pennisetum ciliare* L., reproducción asexual, apomixis, aposporia, pseudogamia, poliploidía.

Actualmente en el mundo se encuentran establecidas cerca de 30 millones de hectáreas de zacate buffel y el 86 por ciento de esa superficie está en los países en desarrollo. En México el 46 por ciento del territorio nacional constituye las zonas áridas y semiáridas con 76 millones de hectáreas de las cuales más de 2 millones son pastizales con zacate buffel variedad Común (*Pennisetum ciliare* L.), gramínea forrajera utilizada en suelos abiertos al pastoreo extensivo. Buffel Común se ha utilizado por su alta producción forrajera (casi 17 t/ha/año de materia seca), por su buena capacidad de rebrote y respuesta a la humedad, por su excelente producción de semilla (45-170

kg/ha/año), así como por su notable resistencia a la sequía y resistencia moderada al frío; sin embargo en los últimos años Común y otras variedades de uso comercial han mostrado alta susceptibilidad al tizón de la hoja ocasionada por el hongo *Pyricularia grisea*. Muchos zacates son de reproducción asexual apomíctica (apospórica para el zacate buffel). En México se han hecho esfuerzos para efectuar cruzamientos entre el único clon sexual tetraploide existente y machos apomícticos tetraploides con un éxito particularmente sobresaliente e importante: se han obtenido diferentes híbridos apomícticos y a la fecha se dispone del primer híbrido liberado comercialmente como Híbrido 17 (Registro oficial AN 17 PS), generado por el Programa de Pastos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (González y Gómez, 2004). Debido a la dificultad de disponer de clones sexuales para realizar cruzamientos por el tipo de reproducción apomíctica que presentan los pastos y por la condición de susceptibilidad de los materiales comerciales a algunos patógenos como el tizón foliar (*Pyricularia grisea*), se estableció esta investigación cuyos objetivos fueron: primero, conocer la proporción de plantas sexuales y apomícticas en selecciones F₁ mediante pruebas de progenie en campo de la cruce sexual tetraploide por apomíctico hexaploide; segundo, la reacción al tizón foliar y tercero, el potencial forrajero de las plantas F₁. Para tal fin, se estableció en el año 2002 un experimento en el Campo Experimental de la U.A.A.A.N. ubicado en Zaragoza Coahuila, con 228 progenies F₂ conjuntamente con cinco testigos comerciales y tres líneas experimentales. Previamente se sembraron los materiales en invernadero del 18 al 21 de marzo del 2002 y se transplantaron en campo el 18 de junio del mismo año utilizándose como testigos, las variedades Higgins, Formidable, Nueces, Zaragoza 115 e Híbrido 17 y las líneas experimentales Dwarf, Clon Sexual y Común II (estos dos últimos progenitores de las progenies F₂), bajo un diseño bloques completos

al azar con dos repeticiones (236 tratamientos por repetición con cuatro testigos duplicados una vez). La parcela experimental consistió de ocho plantas F_2 separadas una de otra 0.50 m en camas de 4 m de largo y 0.80 m de separación. Se establecieron ocho líneas separadoras con Común perpendicularmente a grupos de 30 materiales cada uno y cuatro líneas separadoras de Común II que sirvieron para efectuar comparaciones de reacción al tizón entre las progenies F_2 y los genotipos Común y Común II. Las progenies F_2 se evaluaron en cuanto a uniformidad de planta (para definir el modo de reproducción), reacción al tizón por *Pyricularia grisea* (para caracterizar los materiales como resistentes o susceptibles), producción de forraje y altura de planta. Los resultados mostraron lo siguiente: las tres evaluaciones para el modo de reproducción señalaron proporciones de 1:8, 1:9 y 1:10 para sexuales y apomícticos respectivamente, donde la última definió mejor este hecho, así la cruce sexual tetraploide (TAM-CRD B1s) por apomíctico hexaploide (Común II) favoreció la expresión apomíctica. La mayor frecuencia de apomícticos fue debida a un mayor vigor de los apomícticos. Casi todas las progenies evaluadas (excepto una progenie y la variedad Higgins) mostraron resistencia al tizón (muchas de ellas sin lesiones visibles), esta característica pudo ser heredada a las progenies F_2 de uno u otro o ambos progenitores que son resistentes a esta enfermedad. Por el contrario la variedad Común resultó susceptible (en sus diferentes niveles) en todas las plantas de las líneas separadoras. Respecto a la producción de forraje, hubo 69 tratamienstos con rendimientos superiores a 20 t/ha, y también Higgins, Nueces, Formidable, Zaragoza 115, Común II e Híbrido 17 superaron las 20 t/ha. Común II es un genotipo bueno para producción de forraje, característica sin duda heredada a sus progenies; por el contrario Dwarf y Clon Sexual presentaron rendimientos inferiores a 10 ton/ha. Finalmente la variación en altura que presentaron las

plantas de las progenies F_2 , variedades comerciales y líneas experimentales condujo a clasificar a las progenies como altas con media de 106 cm (119 progenies), medianas con media de 90 cm (108 progenies), y solo una de ellas como enana con 63 cm. Las variedades comerciales con promedio de 112 cm se clasificaron como altas, mientras que las líneas experimentales se clasificaron como medianas con 84 cm. Se concluye que: las progenies resultantes de la cruce TAM-CRD B1s y Común II son muy variables en características morfológicas y fisiológicas; la selección de plantas F_1 con base a la producción de panículas, está asociada al modo de reproducción apomíctica 1:10, proporción encontrada para plantas sexuales y apomícticas respectivamente; la cruce entre TAM-CRD B1s y Común II generó una inmensa mayoría de plantas F_1 resistentes al tizón foliar; y finalmente, la cruce entre TAM-CRD B1s y Común II originó familias F_2 apomícticas con el potencial para producir rendimientos de forraje iguales o superiores a las variedades comerciales con la ventaja adicional de ser resistentes al tizón foliar.

ABSTRACT**Segregation For Reproduction Mode
In Sexual Tetraploid x Apomictic Hexaploid Buffelgrass Crosses**

BY

JUAN JOSÉ TORRES MORALES

MASTER OF SCIENCE

PLANT BREEDING

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JUNE 2005

Ph. D. Jorge R. González Domínguez –Advisor–

Key words: *Pennisetum ciliare* L., asexual reproduction, apomixis, apospory, pseudogamy, poliploidy.

Nowadays, there are about 30 million hectares of buffelgrass established around the world and 86 per cent located on underdeveloped countries. Forty six per cent (76 million ha) of México's territory are arid and semiarid lands and two million are cultivated with Common buffelgrass (*Pennisetum ciliare* L.). Common buffelgrass is a gramineous forage plant used in open range for extensive grazing. Common has been used because high forage production (17 t/ha/year of dry matter), good regrowth, excellent

response to soil moisture, high seed yield (45-170 kg/ha/year), as well as drought and cold resistance. However, recently Common buffelgrass and many others varieties have shown high susceptibility to leaf blight caused by *Pyricularia grisea*. Most grasses reproduce by apomixis (apospory in buffelgrass). In Mexico they have put some effort to cross the only one tetraploid sexual female available to apomictic tetraploid males and they have met success with important and outstanding results. Several apomictic hybrids have been produced and the first commercial hybrid was released and registered as Híbrido 17 (officially registered as AN 17 PS), by Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro's Forage Program (González y Gómez, 2004). Lack of sexual germplasm to make crosses and susceptibility of commercial varieties to leaf blight caused by *Pyricularia grisea*, led us to conduct this research with the following objectives: first, to learn the sexual-apomictic ratio (by progeny field tests) in a F₁ population from sexual tetraploid x apomictic hexaploid; second, plant reaction to leaf blight and third forage yield potential of the F₁'s. An experiment was conducted at UAAAN's Research Station in Zaragoza, Coahuila during year 2002. Included were 228 F₂ progenies, five commercial varieties and three experimental lines. All plant materials were planted on march 18-21, 2002 in a greenhouse and transplanted on june 18, 2002, using as controls varieties Higgins, Formidable, Nueces, Zaragoza 115 and Híbrido 17 and Dwarf, Sexual Clon and Comun II as experimental lines (last two were parents of the F₁ plants), using a randomized complete block design with two replications (236 treatments and four controls replicated once). The experimental plots were eight F₂ plants 0.5 m apart in 4 m beds separated 0.8 m. We established eight

separation lines of Common perpendicular to groups including 30 genotypes each, and four separation lines of Common II to compare reaction to blight of the F₂ progenies, and genotypes Common and Common II. The F₂ progenies were evaluated for plant uniformity (to define reproduction mode), reaction to blight by *Pyricularia grisea* (to characterize plant materials as resistant or susceptible), forage yield and plant height. Results were as follows: three readings for reproduction mode indicated ratios 1:8, 1:9 and 1:10 for sexual and apomictics respectively, last reading being the most accurate so that sexual tetraploid (TAM-CRD B1s) x apomictic hexaploid (Common II) crosses yielded more apomictic. Highest frequency of apomictic was due to higher vigour of apomictics. Almost all F₂ progenies tested (but one progeny and Higgins variety) showed resistance to blight (many without a single lesion), characteristic that could have been inherited to the F₂ progenies by one, the other or both parents since they are resistant to this disease. On the contrary, Common variety was susceptible (in different levels) for all plants on the separation lines. In relation to green forage yield, 11 F₂ progenies yielded more than 30 t/ha, there was 69 treatments yielding more than 20 t/ha as did Higgins. Common II is a good genotype for forage production and this was inherited by its progeny; on the contrary, Dwarf and Sexual Clone yielded less than 10 t/ha. Finally plant height variation for F₂ progenies, commercial varieties and experimental lines led us to classify progenies as “tall” those with 106 cm as an average (119 progenies), “intermediate” being 90 cm high (108 progenies), and only one as short with 63 cm. Commercial varieties averaging 112 cm were rated as tall, whereas experimental lines were intermediate averaging 84 cm. We conclude: progenies

from TAM-CRD B1s x Common II are highly variable both morphologically and physiologically; selection of F_1 plants for production of panicles, is related to apomictic reproduction as indicated by the 1:10 ratio found for sexual and apomictic plants respectively; crossing TAM-CRD B1s x Common II yielded a large majority of F_1 plants resistant to blight; and finally, crossing TAM-CRD B1s x Common II yielded apomictic F_2 families capable of producing forage yield equal or higher than the commercial varieties being besides resistant to blight.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA	5
Zacate buffel variedad Común.....	5
Importancia práctica de la reproducción sexual y reproducción asexual.....	6
¿Qué es la apomixis?.....	7
Descubrimiento de la apomixis.....	8
El descubrimiento de la apomixis en el zacate buffel.....	9
Apomixis facultativa en el zacate buffel.....	10
Apomixis y sexualidad en el zacate buffel.....	10
Desarrollo de variedades apomícticas de zacate buffel.....	12
Hibridación del zacate buffel en México.....	13
La apomixis y el mejoramiento de las plantas.....	13
Desarrollo rápido de nuevas variedades híbridas.....	14
Producción económica de semilla híbrida.....	15
Propagación de semilla híbrida.....	15
Resistencia contra patógenos.....	16
Manejo de material de propagación.....	16
Incremento de la eficiencia en la producción.....	17
El zacate buffel y los países en desarrollo.....	18
El tizón foliar del zacate buffel.....	19
Variedades resistentes al tizón foliar.....	20
Segregación del modo de reproducción.....	21
MATERIALES Y MÉTODOS	23
Sitio experimental.....	23
Material genético.....	24
Clon sexual TAM-CRD B1s.....	24
Variedad apomíctica Común II.....	24
Hibridación.....	25

Producción y establecimiento de las plantas F ₁	25
Selección de plantas F ₁	26
Siembra de semilla F ₂	26
Producción de plantas F ₂	27
Emergencia de plántulas en el invernadero.....	27
Transplante.....	28
VARIABLES EVALUADAS.....	29
Uniformidad de plantas.....	29
Reacción al tizón por <i>Pyricularia grisea</i>	31
Producción de forraje verde.....	32
Altura de planta.....	32
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS.....	32
Uniformidad de plantas.....	32
Reacción al tizón por <i>Pyricularia grisea</i>	33
Producción de forraje verde.....	33
Altura de planta.....	33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
Uniformidad de plantas.....	34
Reacción al tizón por <i>Pyricularia grisea</i>	42
Producción de forraje verde.....	52
Altura de planta.....	61
CONCLUSIONES.....	69
RESUMEN.....	71
LITERATURA CITADA.....	73
APÉNDICE.....	77

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página	
4.1	Modo de reproducción con base a uniformidad de plantas en invernadero y campo para 240 poblaciones de zacate buffel. Campo Experimental U.A.A.A.N. Zaragoza, Coahuila, 2002.....	35
4.2	Cambios en la clasificación del modo de reproducción de la segunda evaluación en invernadero a la evaluación en campo de 122 plantas F ₁ de zacate buffel. Zaragoza, Coahuila, 2002.....	37
4.3	Clasificación para el modo de reproducción de 228 plantas F ₁ de zacate buffel en tres evaluaciones. Zaragoza, Coahuila, 2002.....	40
4.4	Reacción a <i>Pyricularia grisea</i> de 240 materiales de zacate buffel en tres evaluaciones de campo. Zaragoza, Coahuila, 2002.....	43
4.5	Reacción a <i>Pyricularia grisea</i> de la variedad Común en tres evaluaciones con dos repeticiones. Zaragoza, Coahuila, 2002.....	47
4.6	Reacción a <i>Pyricularia grisea</i> en las líneas separadoras formadas por plantas de las variedades Común y Común II en la primera repetición. Zaragoza, Coahuila, 2002.....	49
4.7	Análisis de varianza para reacción al tizón foliar (<i>Pyricularia grisea</i>) en zacate buffel. Zaragoza, Coahuila, 2002.....	50
4.8	Producción de forraje verde por planta de 228 progenies F ₂ , líneas experimentales y variedades comerciales de zacate buffel. Zaragoza, Coahuila, 2002.....	53
4.9	Análisis de varianza para producción de forraje verde de 228 progenies F ₂ , líneas experimentales y variedades comerciales de zacate buffel. Zaragoza, Coahuila, 2002.....	61
4.10	Altura de planta de 228 progenies F ₂ , líneas experimentales y variedades comerciales de zacate buffel. Zaragoza, Coahuila, 2002.....	62
4.11	Análisis de varianza para altura de planta de 228 progenies F ₂ , líneas experimentales y variedades comerciales de zacate buffel. Zaragoza, Coahuila, 2002.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
3.1 Esquema de distribución de los tratamientos para la evaluación de 236 materiales de zacate buffel. Campo Experimental U.A.A.A.N. Zaragoza, Coahuila, 2002.....	30
Apéndice	77
A1 Calificación por <i>Pyricularia grisea</i> de 240 materiales de zacate buffel a través de evaluaciones y repeticiones. Zaragoza, Coahuila, 2002.....	78
A2 Reacción a <i>Pyricularia grisea</i> de la variedad Común en tres evaluaciones con dos repeticiones. Zaragoza, Coahuila, 2002.....	81
A3 Reacción a <i>Pyricularia grisea</i> de la variedad Común en las líneas separadoras entre bloques. Zaragoza, Coahuila, 2002.....	82
A4 Reacción a <i>Pyricularia grisea</i> en las líneas separadoras formadas por plantas de las variedades Común y Común II en la segunda repetición. Zaragoza, Coahuila, 2002.....	83
A5 Producción de forraje verde por parcela de 228 progenies F ₂ , líneas experimentales y variedades comerciales de zacate buffel. Zaragoza, Coahuila, 2002.....	84

INTRODUCCIÓN

El zacate buffel *Pennisetum ciliare* L., es la gramínea forrajera de mayor importancia económica para la ganadería extensiva de las zonas áridas y semiáridas del norte de México, donde existen dos o más millones de hectáreas.

Desde la introducción a México del zacate buffel, a mediados de la década de los cincuentas, se ha utilizado prácticamente una sola variedad conocida como Común. Esta variedad es un material tetraploide, apomítico obligado, que recientemente ha mostrado susceptibilidad al hongo *Pyricularia grisea*. El hongo produce la enfermedad llamada tizón foliar la cual afecta hojas e inflorescencias ocasionando pérdidas considerables en la producción de forraje y semilla (Rodríguez *et al.*, 1999). La presencia ya epidémica de esta enfermedad ha magnificado la necesidad de desarrollar nuevas variedades de zacate buffel pues se ha encontrado que otras variedades comerciales ampliamente utilizadas como Biloela y Gayndah también son susceptibles a la enfermedad (Perrot y Chakraborty, 1999).

La forma más práctica de tener en una sola variedad características agronómicas importantes incluida la resistencia al tizón foliar, es la hibridación para lo cual es indispensable la utilización de un material sexual como hembra sobre el cual se puedan hacer cruzamientos con machos apomíticos. La emasculación que es necesaria

para la hibridación, es una tarea ardua, lenta y cansada y los híbridos resultantes de la cruce de sexual tetraploide por apomítico tetraploide segregan para el modo de reproducción en una proporción de 5/8 sexuales y 3/8 apomíticos (Taliaferro y Bashaw, 1966). Esto reduce a menos de 50 por ciento (3/8 igual a 37.5 por ciento) el número de cruces exitosas entre las cuales el mejorador puede seleccionar, ya que los híbridos que interesan son los de reproducción asexual o apomítica, otras cruces sin embargo, segregan 1:1 (Read y Bashaw, 1969).

El nivel de ploidía de los progenitores es de gran importancia en la hibridación del zacate buffel (González *et al.*, 1996). En esta especie ocurren diferentes niveles de ploidía, siendo el nivel de mayor prevalencia el tetraploide con 36 cromosomas (Snyder *et al.*, 1955). Ocurren con menor frecuencia los pentaploides de 45 cromosomas y todavía menos frecuentes los hexaploides de 54 cromosomas. Se han reportado también números aneuploides de 32, 37, 40, 43 y 48 cromosomas. Heptaploides de 63 cromosomas han sido producidos artificialmente mediante cruzamientos entre hembras pentaploides apomíticas y machos tetraploides apomíticos promoviendo la fertilización de huevos no reducidos (Bashaw y Hignight, 1990). Se cree que algunos pentaploides naturales encontrados en Sudáfrica se formaron mediante este mecanismo de fertilización de huevos no reducidos.

En nuestro país, la hibridación entre tetraploides ya ha producido variedades mexicanas como el híbrido comercial H-17 (originado del cruzamiento entre hembra sexual tetraploide y macho apomítico tetraploide) desarrollado en un proceso de 12 años (González, 1998; González *et al.*, 2001).

Una manera artificial de producir pentaploides (45 cromosomas) consiste en cruzar material sexual tetraploide como hembra, que produciría gametos femeninos reducidos de 18 cromosomas, con machos apomícticos hexaploides que producirían gametos masculinos de 27 cromosomas. Es posible esperar que la proporción de híbridos apomícticos en esta cruce entre los cuales se puede hacer selección, sea mayor que la que se obtiene de la cruce sexual tetraploide x apomíctico tetraploide por el mayor nivel de ploidía en la progenie resultante.

En el Programa de Pastos del Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, se ha estado estudiando una variante encontrada por el *Dr. Jorge R. González Domínguez y la M.C. Susana Gómez Martínez*. Esta variante es similar a Común pero tolerante al tizón foliar, y provisionalmente se le ha denominado Común II.

De acuerdo al análisis citológico, Común II tiene 54 cromosomas, es decir, es hexaploide (Ramírez *et al.*, 1998). Durante 1999 se encontró que la cruce del clon sexual tetraploide TAM-CRD B1s por Común II es fértil. En la medida que la proporción de apomícticos sea mayor en las poblaciones segregantes derivadas por cruzamientos entre progenitores sexuales y apomícticos, aumentará, la probabilidad de encontrar genotipos superiores con nuevas combinaciones de genes favorables que permitan reducir el tiempo requerido para cubrir la necesidad actual de nuevas variedades de zacate buffel para las zonas áridas y semiáridas de México.

Los objetivos de la presente investigación fueron conocer la proporción de plantas de reproducción sexual y de reproducción apomíctica, así como la reacción al tizón y el potencial forrajero en una población F_1 derivada de la cruce de tetraploide sexual por hexaploide apomíctico.

REVISIÓN DE LITERATURA

Zacate Buffel Variedad Común

Hablar de la especie vegetal conocida científicamente como *Pennisetum ciliare* L., al menos en México y en el sur de Texas, es hablar en gran medida de la variedad “Común” de zacate buffel. La siguiente descripción del zacate buffel como planta forrajera es con relación a esta variedad (Anónimo, 2001).

El zacate buffel crece desde principios de primavera hasta fines de verano. Puede crecer bien durante el otoño dependiendo de las condiciones del tiempo. Este zacate es tolerante a la sequía y crece con lluvias mínimas durante la parte más caliente del verano cuando la mayoría de los otros zacates no lo hacen. El zacate buffel asemina varias veces por año dependiendo de la lluvia, la producción de semilla puede variar de 45 a 170 kg/ha/año. El zacate buffel normalmente produce alrededor de 17,000 kg de materia seca por ha/año. Es único en beneficios porque es tolerante a la sequía, porque tiene un amplio crecimiento con lluvias mínimas, por la densidad de siembra, por su producción de materia seca/año, por su excelente sistema radicular que ayuda a prevenir la erosión, por su excelente recurso como alimento para el ganado, así como por su amplia adaptabilidad a suelos y rápida respuesta a la fertilización o renovación. El zacate

buffel se reproduce por semilla pero esta semilla no es el resultado de reproducción sexual sino de un proceso asexual (Fisher *et al.*, 1954; Snyder *et al.*, 1955).

Importancia Práctica de la Reproducción Sexual y Reproducción Asexual

Bicknell y Bicknell (1999) plantean lo siguiente: en la reproducción sexual, los gametos masculinos y femeninos, el polen y la ovocélula respectivamente, se producen separadamente con la mitad del número normal de cromosomas. Su combinación durante la fertilización da lugar al desarrollo de una semilla que lleva una combinación única de genes provenientes de ambos padres. Es esta combinación que causa variabilidad en una población propagada sexualmente como es expresado en características tales como altura de planta, vigor, tamaño de la semilla, composición nutricional, etc. Las semillas son fisiológicamente aptas, naturalmente preparadas para crecer y adaptarse para la emergencia en el campo. La reproducción sexual y la singularidad genética parecen haber proveído a la mayoría de las especies con ventajas evolutivas. Sin embargo, en la agricultura frecuentemente puede ser considerada como indeseable, puesto que causa variación que puede afectar negativamente las prácticas de producción y la calidad del producto cosechado y procesado.

La reproducción asexual, en contraste, proporciona las ventajas de una uniformidad absoluta del cultivo. La constitución genética de los padres es idéntica a la de la progenie, de manera que una sola planta deseable, puede convertirse en la base de una nueva variedad. Los esfuerzos esenciales para “fijar” características que aseguren

una reproducción fiel, son por consiguiente innecesarios. Consecuentemente, la clonación hace al desarrollo de nuevas variedades más eficiente en costo y tiempo. Muchas plantas frutales económicamente importantes como la palma datilera y la vid han sido propagadas por medios vegetativos por cientos y algunas veces por miles de años. Similarmente muchos cultivos de raíces y bulbos tales como casava, papa y ajo son clonados por medios naturales. Más recientemente, tecnologías tales como, el cultivo de tejidos y la propagación de partes vegetativas han expandido el número de especies que pueden ser clonadas rutinariamente. Sin embargo; a pesar de estas oportunidades, actualmente, la clonación es económica solamente en plantas que emplean un mecanismo natural conveniente de reproducción o que tienen un alto valor unitario. En esta lista no se contemplan cultivos tales como el maíz, arroz, trigo, sorgo, mijo, la mayoría de las legumbres y la mayoría de las especies forrajeras económicamente importantes, así como especies para fibras y especies maderables.

¿ Qué es la Apomixis ?

La apomixis es la formación asexual de semilla. Las semillas de los apomícticos, son clones unas de otras y de la planta madre. En los apomícticos, los huevos se desarrollan sin reducción del número cromosómico, es decir, sin meiosis, los huevos y el esperma no se fusionan y los embriones se forman partenogénéticamente (sin fertilización) de los huevos maternos.

La apomixis es común en las familias de los zacates, de las rosáceas y las asteráceas, pero no es común en otras familias de las angiospermas, ocurriendo

solamente en 33 de 465. El diente de león, la salvia y las plantas tipo dalia, son apomícticos de la familia de las asteráceas; el zacate azul de Kentucky, la caña de azúcar y varios zacates de estación cálida, son apomícticos de la familia de las gramíneas. Las manzanas silvestres y las zarzamoras, son apomícticos de la familia de las rosáceas.

Es la fijación somática del vigor híbrido, es decir, la habilidad de los híbridos para clonarse a sí mismos asexualmente a través de la semilla, generación tras generación, lo que hace a estos híbridos apomícticos naturales tan competitivos en la naturaleza. El vigor híbrido es inmensamente valioso y Apomyx está identificando los genes necesarios para immortalizarlos en todos los cultivos a través de la apomixis.

La apomixis es la reproducción asexual mediante semilla y da como resultado plantas que son clones exactos de la planta madre. Esta característica ocurre en forma natural en más de 400 especies de plantas, incluyendo cítricos y parientes silvestres del maíz, del trigo y del mijo (Kindiger y Sims, 1998).

Descubrimiento de la Apomixis

Durante el siglo XIX fue notado por los biólogos que ciertas especies de plantas producían abundantes cantidades de semilla en la ausencia total del polen. Una de estas especies fue *Antennaria alpina*. Esta especie circumpolar es dioica, lo cual significa que las flores femeninas y masculinas existen en plantas diferentes. Las plantas macho de esta especie son raras. A través del microscopio, los biólogos de plantas de 1880 a 1890 dilucidaron, en las plantas normales los procesos de meiosis, formación del saco

embrionario, doble fertilización, y la formación del embrión. Poco después, los científicos enfocaron su atención sobre la formación de semillas en plantas que no necesitaban del macho. Las anomalías del desarrollo que causan una de las formas principales de apomixis (diplosporia tipo *Antennaria*) fueron esclarecidas primero en *Antennaria alpina* entre 1898 y 1900. Poco después se encontró que ciertas plantas comunes tales como el diente de león, el zacate azul Kentucky, la zarzamora y algunas variedades de manzano eran de reproducción apomíctica

El Descubrimiento de la Apomixis en el Zacate Buffel

Fisher *et al.* (1954) realizaron los primeros estudios citogenéticos en zacate buffel, reportando que el modo de reproducción era apomíctico; de acuerdo a sus hallazgos: la similitud en la morfología entre el progenitor femenino y su progeie, el carácter protoginio de la especie, la ocurrencia de biotipos aneuploides, y como evidencia principal el desarrollo del embrión proveniente de gametofitos nucelares.

En estudios posteriores se observaron en siete colecciones de zacate buffel sacos embrionarios tipo *Oenothera* los cuales tienen cuatro núcleos, observándose la presencia de sacos embrionarios múltiples (seis a ocho por óvulo), se determinó que el mecanismo de la apomixis era aposporia seguido por pseudogamia y debido a que ninguno de los materiales evaluados reveló indicios de sexualidad se determinó que el zacate buffel era un apomíctico obligado (Snyder *et al.*, 1955).

Apomixis Facultativa en el Zacate Buffel

Bray (1978) sugirió la apomixis facultativa en zacate buffel con base en la presencia de progenie fuera de tipo en plantas de reproducción apomíctica. Posteriormente, Sherwood *et al.* (1980) demostraron la apomixis facultativa en esta especie al realizar pruebas de progenie y estudios citológicos. Observaron la presencia de sacos embrionarios tipo polígono en la misma inflorescencia con pistilos apósporos y en ocasiones ambos se desarrollan en el mismo pistilo. Parte de la progenie fuera de tipo, presentó el mismo número de cromosomas ($2n = 36$) que el progenitor apomíctico materno.

Apomixis y Sexualidad en el Zacate Buffel

Con anterioridad a los reportes de la apomixis facultativa, Bashaw (1962) describió el proceso de desarrollo de megagametofitos sexuales y apósporos como sigue: La célula arqueosporial se diferencia de una célula hipodérmica del nucelo mucho antes que los integumentos estén completamente formados. La meiosis parece normal y resulta en una típica tétrada lineal de megasporas con el extremo chalazal funcionando como el inicio del saco embrionario. La megaspora funcional se agranda rápidamente y el núcleo se divide produciendo un saco embrionario de dos núcleos opuestos en los extremos de la célula elongada y estrecha. Cada núcleo sufre dos divisiones adicionales produciendo un saco embrionario de ocho núcleos, el cual se diferencia para formar un gametofito maduro con dos sinérgidas, un huevo, dos núcleos polares y tres antípodas. Las sinérgidas se desintegran rápidamente, pero las antípodas persisten y sus núcleos

frecuentemente sufren divisiones adicionales. En todos los casos las antípodas son claramente evidentes hasta que eventualmente son digeridas por el embrión y el endospermo en desarrollo. El gametofito femenino sufre extremo alargamiento y se extiende a través de gran parte de la longitud del óvulo al tiempo de la antesis. Después de la polinización un solo embrión y el endospermo se desarrollan normalmente. El comportamiento de la progenie dio evidencia adicional de sexualidad en la planta estudiada.

En las plantas apomícticas la diferenciación de la célula arqueosporial es similar a aquella del progenitor sexual pero es acompañada de un alargamiento simultáneo de varias células nucelares en la vecindad inmediata. La meiosis usualmente ocurre, pero generalmente todos los miembros de la tétrada lineal de megasporas degeneran. Ocasionalmente la megaspora chalazal se desarrolla hasta el estado de dos núcleos y raramente un saco embrionario maduro está presente en una masa de sacos embrionarios nucelares en desarrollo. Los sacos nucelares se agrandan rápidamente y pronto oscurecen toda señal del megatofito sexual. Al tiempo de la antesis estas células ocupan una gran parte del óvulo. Los sacos embrionarios nucelares son extremadamente vacuolados y usualmente contienen de uno a cuatro núcleos. Algunos de los núcleos se parecen al huevo y los polares de sacos embrionarios normales, pero la diferenciación es muy limitada y las antípodas y las sinérgidas no son formadas en los sacos nucelares. Las conspicuas antípodas presentes en los sacos embrionarios sexuales nunca están presentes en los sacos nucelares. En antesis los ovarios muestran un promedio de cuatro sacos nucelares por óvulo.

En aproximadamente 15 por ciento de óvulos colectados antes de la polinización se encontraron proembriones pero ninguno de estos contenía endospermo. Esto sugiere que la polinización es necesaria para el desarrollo del endospermo y probablemente también precede la iniciación del desarrollo del embrión en la mayoría de los óvulos. La poliembrionía es común en óvulos de las plantas apomícticas. Más del 30 por ciento de los óvulos más viejos contenían más de un proembrión. No se observaron plántulas gemelas cuando las semillas del progenitor y la progenie sexual fueron germinadas, sin embargo; un promedio de 20 por ciento de plántulas gemelas se encontraron en tres progenies apomícticas estudiadas. El estudio de la progenie apoyó los datos citológicos.

La aposporia somática que ocurre en el buffel, es el mecanismo de apomixis más común en zacates y se presenta en más del 95 por ciento de las especies apomícticas conocidas (Bashaw y Hanna, 1990).

Desarrollo de Variedades Apomícticas de Zacate Buffel

Taliaferro y Bashaw (1966), sugirieron un procedimiento para la obtención de variedades apomícticas siguiendo dos rutas distintas: por la autofecundación de un clon sexual o bien, por el cruzamiento de hembra sexual por macho apomíctico. En el primer caso, la autofecundación origina plantas de reproducción sexual y plantas apomícticas en relación de 13:3. En este punto del mejoramiento las plantas apomícticas solo darán origen a plantas apomícticas y servirán éstas como plantas potencialmente generadoras de nuevas variedades, mientras que las plantas de reproducción sexual, segregarán o no

para el modo de reproducción dependiendo de su genotipo. En cada generación se tendrá la posibilidad de obtener nuevas formas genéticas apomícticas potencialmente útiles. En el segundo caso, es decir, el cruzamiento entre plantas de reproducción sexual y apomícticas, da una proporción de plantas sexuales y apomícticas de 5:3; la proporción $3/8$ de plantas apomícticas podrá utilizarse directamente para formar potencialmente variedades comerciales. Los cruzamientos entre individuos sexuales y apomícticos son la manera más eficiente de generar variabilidad y recombinar caracteres de importancia, coadyuva a incrementar la proporción de individuos apomícticos que posean genes deseables (Hatch y Hussey, 1991).

Hibridación del Zacate Buffel en México

La hibridación del zacate buffel en México fue iniciada en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro a finales de los ochentas (Gómez, 1994). Estos primeros esfuerzos fueron descritos por González (1998). En el año 2001 fueron establecidas en el estado de Tamaulipas 18 hectáreas del primer híbrido apomíctico (híbrido 17) de zacate buffel producido en México para producción comercial de semilla certificada, esta superficie continuó incrementándose y hacia fines de 2003 ascendía a 85 hectáreas.

La Apomixis y el Mejoramiento de las Plantas

Considerada una vez la reproducción apomíctica como una barrera para el mejoramiento de plantas, actualmente se le conceden importantes beneficios potenciales

para el mejoramiento genético, producción de semilla y comercialización de los cultivos de importancia global para la producción mundial de alimentos y en los cuales no ha sido posible transferir o inducir la apomixis.

De acuerdo a Bicknell y Bicknell (1999), entre los beneficios potenciales de la apomixis se encuentran los siguientes:

- Desarrollo rápido de nuevas variedades híbridas.
- Producción económica de semilla híbrida.
- Propagación de semilla híbrida.
- Resistencia contra patógenos.
- Manejo de material de propagación.
- Incremento de la eficiencia en la producción.

Desarrollo Rápido de Nuevas Variedades Híbridas

Generalmente un híbrido es el producto de cruzar progenitores genéticamente disímiles. Un programa de desarrollo de híbridos incluye el establecimiento de un grupo de líneas genéticamente uniformes y distintas que son endocriadas por repetida autopolinización y la identificación de aquellas combinaciones de líneas puras que dan vigor incrementando la heterosis. Con la apomixis, la constitución genética deseable de cualquier planta individual podría ser “fijada” inmediatamente sin la creación de líneas endocriadas, reduciendo significativamente, por consiguiente, los costos de un programa de desarrollo de híbridos. Es esperado que el acceso a la apomixis proporcione un incentivo, promoviendo a las Instituciones de Investigación Agrícola Nacionales, a las

cooperativas de productores y posiblemente, a los productores individuales de regiones con escasos recursos, desarrollar sus propias variedades. Teóricamente será posible cruzar razas criollas existentes con variedades apomícticas, nuevas variedades híbridas podrían ser formadas, las cuales potencialmente pueden estar específicamente adaptadas a condiciones ambientales y prácticas de producción locales.

Producción Económica de Semilla Híbrida

En la producción de semilla híbrida, el mantenimiento de líneas endocriadas es una actividad con un costo decisivo. Además la producción de semilla para estas líneas endocriadas, es complicada por la decrecida viabilidad, y las laboriosas y costosas actividades para prevenir la polinización cruzada, tales como el desespigamiento. Con la apomixis, el costo de la producción de semilla híbrida podría ser reducido drásticamente. Una vez que una variedad favorable es creada por la combinación de líneas endocriadas, la planta híbrida y su progenie idéntica, podrían producir semillas asexualmente a una proporción mayor que las líneas endocriadas.

Propagación de Semilla Híbrida

La generación F_1 de cultivos híbridos no da el mismo genotipo o comportamiento como las plantas progenitoras. Por contraste, las variedades apomícticas no cambian su constitución genética y por lo tanto se reproducen fielmente. Por consiguiente, en lugar de comprar nueva semilla híbrida en cada siembra, los agricultores podrían guardar y sembrar semilla de variedades híbridas apomícticas sin pérdida de vigor híbrido. En principio un productor podría mantener una variedad de

semilla apomíctica indefinidamente, en la misma forma como las variedades de papa, casava y camote son usadas hoy.

Resistencia Contra Patógenos

Las plantas propagadas por división vegetativa (como el camote), transfieren virus, viroides y otros patógenos de una generación asexual a la siguiente. La carga de patógeno del clon se incrementa con cada generación sucesiva a medida que las plantas están sujetas a nuevas líneas y especies de patógeno. Esta “transferencia horizontal” de patógenos causa la degeneración progresiva de un clon, la cual es citada como una razón posible por la rareza de la propagación exclusivamente asexual en las especies de plantas. En agricultura, la remoción de virus y el mantenimiento de las reservas sanas, ha mejorado profundamente la productividad de varios cultivos propagados asexualmente, pero esto requiere una base de relativamente alta tecnología y es costoso para mantener. Por contraste, muy pocos patógenos son capaces de diseminarse a través de la semilla.

Manejo de Material de Propagación

Muchos propágulos asexuales, tales como los tubérculos de papa son incómodos para almacenarse, debido a su tamaño y naturaleza perecedera. En contraste, la semilla es típicamente pequeña y robusta. Ha sido estimado que la cantidad de semilla de papa (tubérculos) almacenados en una bodega típica de 1000 m² con capacidad de 500 toneladas, podría ser sustituida por la cantidad de semilla que ocuparía la parte superior de un refrigerador casero. Además, frecuentemente la semilla es más fácil de transportar y sembrar.

Incremento de la Eficiencia en la Producción

Las pérdidas de cosechas frecuentemente son causadas por limitaciones de la “mecánica” de la reproducción sexual en sí misma, tales como fertilización o dificultades de polinización, causadas por variedades incompatibles, actividad polinizadora inadecuada o estrés biótico/abiótico. Sin embargo, estas limitaciones serían solucionadas por especies apomícticas “autónomas” sin un requerimiento de polinización.

A causa de los beneficios potenciales de la apomixis, mencionados con anterioridad, la inducción de la apomixis mediante la ingeniería genética en los cultivos de importancia económica a nivel mundial, podría revolucionar el mejoramiento de plantas. Vastos recursos en términos de tiempo y dinero están siendo invertidos en investigación sobre apomixis (Toenniessen, 2001). El otro enfoque para el uso de la apomixis en cultivos que en forma natural no presentan este proceso reproductivo, consiste en la realización de cruzas amplias y la introgresión de la apomixis.

Dimitri Petrov y sus colegas citados por Kindiger y Sims (1998) han recibido el mérito por su trabajo pionero para transferir la apomixis al maíz de su pariente distante *Tripsacum dactyloides* en la década de los 60's. En 1997, el primer maíz apomíctico fue patentado en los Estados Unidos de América por Kindiger y Sokolov; esto fue logrado con el uso de métodos de mejoramiento clásicos y moleculares. Las plantas apomícticas de maíz se ven, crecen y saben igual que el maíz de reproducción normal (Becker, 1998).

En la actualidad se hace referencia a la reproducción asexual a través de la semilla, como una “nueva tecnología” sobre la cual se presenta un volumen considerable de información en la obra *The Flowering of Apomixis: From Mechanisms to Genetic Engineering* (Savidan *et al.*, 2001).

Toenniessen (2001) considera que la apomixis tiene el potencial para hacer una contribución significativa en la satisfacción de la demanda de producción de alimentos en el mundo en desarrollo en el siglo XXI. Ya que esta tecnología tiene un beneficio potencial limitado, no será completamente desarrollada en el sector privado. Por consiguiente, si todo el potencial de la apomixis como una herramienta en el mejoramiento para ayudar al pobre se va a ver realizado, la investigación y el desarrollo necesario deben ser emprendidos por el sistema de investigación agrícola nacional del sector público y los resultados permanecer totalmente disponibles para los programas de mejoramiento de los cultivos.

El Zacate Buffel y los Países en Desarrollo

A nivel mundial, se estima que el zacate buffel ha sido establecido en casi 30 millones de ha (Alcalá, 1995). De esta superficie, aproximadamente el 86 por ciento se encuentra en los países en desarrollo de América, África y el Medio Oriente ya que el área de adaptación de esta especie se encuentra entre los 35° de latitud norte y 35° de latitud sur (Flemons y Whalley, 1958). El resto de la superficie se encuentra en el sur de Texas, en los Estados Unidos de América y en Australia.

Para México existen estimaciones de 2 millones de ha así como también de 4 a 6 millones de ha. Sonora tiene una superficie importante estimada en 580,000 ha (Alcalá, 1995). En el noreste de México, se estima una superficie de 750,000 ha en los estados de Tamaulipas y Nuevo León (Ibarra *et al.*, 1998) y otras 100,000 ha en Coahuila. Esta superficie es una continuación de un área de zacate buffel en el sur de Texas, la cual se estima en 2 millones de ha (O'Cumpaugh y Rodríguez, 1998). En esta área del sur de Texas, el 59 por ciento de las tierras de pastoreo tienen zacate buffel en varias densidades (Hanselka y Archer, 1998).

De esta superficie conjunta del norte de México y sur de Texas, en el 99 por ciento, la variedad establecida es Común (O'Cumpaugh y Rodríguez, 1998) la cual se reproduce por apomixis obligada, es decir; se ha tenido por muchos años el mismo genotipo en una extensa superficie; todos los ingredientes que hacen altamente vulnerable a un cultivo ante una epifitía. Los efectos de esto se harían sentir indudablemente en los sistemas de producción pecuaria de los países en desarrollo.

El Tizón Foliar del Zacate Buffel

Esta enfermedad fue reportada por Rodríguez *et al.* (1999) en los Estados Unidos de América, si bien la enfermedad fue vista por primera vez en México en 1990 (Ocampo, Coahuila) por González y Gómez en un experimento para evaluar la producción de semilla de siete introducciones de zacate buffel originarias de las partes altas de África del Sur y las variedades comerciales Común, Higgins y Zaragoza-115. Solamente las variedades Común y Higgins estaban atacadas por esta enfermedad

(Gómez, 1994). Ella en su documento de tesis de maestría mencionó la presencia de la enfermedad en los surcos testigos de buffel Común en un lote de plantas F₁ derivadas de la cruce TAM-CRD B1s por Zaragoza-115; las plantas F₁ permanecieron libres de la enfermedad.

En 1991 la enfermedad estuvo presente nuevamente en un lote de progenies F₂ donde se incluyeron como testigos las variedades Común y Zaragoza-115. Igual que el año anterior, la variedad Común se mostró muy susceptible en tanto que la variedad Zaragoza-115 y las progenies F₂ permanecieron sanas mostrando resistencia a esta enfermedad. Poco después de la contratación en 1995 del *Dr. Oscar Rodríguez* por Pogue Seed Co. Inc. de Kenedy, Texas; el *Dr. González* proporcionó al *Dr. Rodríguez* muestras de hojas enfermas colectadas en varias partes de México. La enfermedad que alcanzó proporciones epidémicas en 1996 fue más tarde identificada como un tizón causado por el hongo *Pyricularia grisea*.

Variedades Resistentes al Tizón Foliar

González *et al.* (2001) describieron el origen de dos variedades mexicanas resistentes al tizón foliar del zacate buffel. Estas variedades, AN-17-PS y Común II fueron mencionadas anteriormente. La resistencia al tizón foliar es ahora un nuevo criterio de selección que no puede quedar fuera en los Programas de Mejoramiento de esta especie; sobre todo si se toma en cuenta que variedades como Nueces, Biloela, Molopo, Nunbank, Boorara, Towomba, Chipinga, 409704 y otras, son susceptibles a la enfermedad (O'Cumpaugh y Rodríguez, 1998). O'Cumpaugh y Hanselka han reportado

recientemente varios casos documentados de reducciones sustanciales del rendimiento tanto en la variedad Común como en la variedad Nueces en el sur de Texas. Mencionan que el daño puede llegar a la pérdida del 80 por ciento de las hojas y que si la enfermedad persiste va a ser necesario sembrar variedades diferentes de zacate buffel.

Es de esperarse que de la cruce sexual tetraploide por apomítico hexaploide se obtengan híbridos resistentes al tizón foliar ya que Común II tiene resistencia a la enfermedad y esa resistencia se ha mantenido estable durante varios años.

Segregación del Modo de Reproducción

Se han obtenido diferentes proporciones en la segregación de plantas de reproducción sexual y apomítica en distintas poblaciones de zacate buffel. Taliaferro y Bashaw (1966) encontraron proporciones de 13:3 para sexuales y apomíticos con la autofecundación del clon sexual del zacate buffel en los años de 1962 y 1965, mientras que híbridos F_1 de las cruces provenientes de clon sexual y buffel azul, y clon sexual y buffel Común, la proporción fue de 5:3 para sexuales y apomíticos respectivamente.

Sherwood *et al.* (1994) al estudiar la herencia de la aposporia en sacos embrionarios tipo panicum en *Pennisetum ciliare* L. encontraron tres patrones de segregación: una proporción de solamente plantas sexuales en progenies provenientes de autofecundaciones de plantas de reproducción sexual, otra proporción de 1:1 para plantas sexuales y apomíticas respectivamente en progenies de cruces entre hembra sexual por macho sexual, y finalmente la tercera proporción de 1:3 correspondiente a

plantas sexuales y apomícticas en progenies que provinieron de cruzas entre hembras sexuales y machos apósporos. Los autores sugirieron una herencia tetrasómica donde a la hembra sexual se le asignó un genotipo de aaaa mientras que para el macho apósporo un genotipo Aaaa, y en el caso de la variedad Higgins el genotipo AAaa.

Las segregaciones que se han reportado para el modo de reproducción en las cruzas de tetraploide por tetraploide son de 5:3 y 1:1 para sexuales y apomícticos respectivamente (Taliaferro y Bashaw, 1966; Read y Bashaw, 1969).

Existe muy poca información de cruzas tetraploide por hexaploide. En una craza de *Pennisetum glaucum* (mijo perla) el cual es tetraploide, por *Pennisetum squamulatum*, el cual es hexaploide, una proporción de 0.87:1 para apomícticos y sexuales respectivamente fue reportada por Ozias-Akins *et al.* (1998).

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio Experimental

El trabajo de invernadero se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (invernadero no. 8), ubicadas en Buenavista, Saltillo, Coahuila y cuyas coordenadas de localización son: 25° 23' latitud norte y 101° 02' longitud oeste a 1743 m.s.n.m.; mientras que la ubicación del Campo Experimental de Zaragoza, Coahuila, perteneciente a la Institución, lugar donde se estableció la investigación de campo tiene como coordenadas: 28° 33' latitud norte, 100° 55' longitud oeste y 350 m.s.n.m. (Mendoza, 1983).

El clima de Buenavista, Saltillo, lugar donde se encuentran los invernaderos, es semiárido con lluvias en verano, invierno fresco a frío (extremoso), de manera que los meses donde se presenta el mayor número de heladas es en enero con 13, mientras que en el mes de abril sólo 3. El clima de Zaragoza, Coahuila, donde se encuentra el Campo Experimental, es semiárido con lluvias escasas, con 400 mm de precipitación media anual y 22-24 °C de temperatura media anual. Así mismo en el año, los meses con mayor número de días probables de heladas son los meses de diciembre, enero y febrero con 20, 17 y 10 días respectivamente (Mendoza, 1983).

Material Genético

Clon Sexual TAM-CRD B1s

El clon de reproducción sexual utilizado como hembra en los cruzamientos proviene de una planta encontrada y caracterizada en Texas (Bashaw, 1962). Hanson (1972) describe las plantas de este clon como color intermedio entre la variedad Común y buffel azul, con capacidad para una buena producción de forraje y semilla, tolerancia intermedia al invierno y buena persistencia. TAM-CRD B1s es tetraploide con un número cromosómico de $2N = 36$ (Bashaw, 1969).

Variedad Apomíctica Común II

Común II es una variedad experimental que supera a la variedad Común en producción de forraje, es resistente al tizón foliar y su producción de semilla es aceptable. En Zaragoza, Coahuila se han estimado rendimientos de semilla de 160 kg/ha en una sola cosecha (González *et al.*, 2000). Común II es una variedad experimental derivada de una planta encontrada en una población de buffel Común fuertemente infectada del tizón foliar causado por el hongo *Pyricularia grisea* en Matehuala, S.L.P. Esta planta estaba totalmente libre del tizón foliar y después de varios años de estudio se ha comprobado que es resistente a esta enfermedad. El análisis citológico de Común II reveló un complemento cromosómico hexaploide de 54 cromosomas (Ramírez *et al.*, 1998). Buffel Común produce gametos femeninos no reducidos en su número cromosómico, sin embargo; la reducción del número de cromosomas a la mitad (18) si

ocurre en los granos de polen (Snyder *et al.*, 1955). En ocasiones un gameto femenino no reducido es fertilizado por un gameto masculino lo cual da lugar a individuos con un mayor número de cromosomas. Este fenómeno natural se conoce como fertilización de huevos no reducidos y se ha demostrado que ocurre en el zacate buffel (Bashaw y Hignight, 1990). Ha sido sugerido por González (1998) que este es el origen de Común II.

Hibridación

Las cruzas fueron realizadas en el invernadero número 1 durante el año 2000. Las emasculaciones y polinizaciones fueron realizadas manualmente en dos ciclos de cruzamientos con duración de seis semanas cada uno. Las espigas fueron cosechadas cuatro semanas después de la polinización y almacenadas en bodega hasta la trilla.

Producción y Establecimiento de las Plantas F₁

Después de extraídos los cariósides de sus envolturas, a principios de abril del 2001 se sembró la semilla F₁ en charolas de poliuretano de 200 cavidades conteniendo medio estéril comercial. Se sembró una sola semilla por cavidad y en total, fueron sembradas aproximadamente 2700 semillas F₁, de las que se obtuvieron 1330 plántulas F₁. Además se sembró semilla de Común II para utilizar el progenitor macho como testigo. Las charolas fueron regadas diariamente durante siete semanas y el transplante se realizó en Zaragoza, Coahuila el 25 de mayo, transplantando un lote de 1264 plantas F₁. El transplante se realizó en 11 melgas en siete camas en cada melga y con 20 plantas por cama. En la cama central se transplantaron 20 plantas del testigo Común II para un

total de 140 plantas por melga, (120 plantas F_1 y 20 plantas del testigo) en las primeras 10 melgas. La melga 11 tuvo 64 plantas F_1 y los 56 espacios restantes fueron ocupados con plantas de Común II.

Selección de Plantas F_1

En septiembre de 2001 se realizó selección visual entre las plantas F_1 , utilizando como criterio principal de selección el número de espigas por planta. La cosecha de espigas de las plantas F_1 seleccionadas se llevó a cabo a mediados de septiembre cosechándose también las espigas de una muestra de cuatro plantas en el surco testigo de cada melga. La cosecha de semilla de plantas F_1 no seleccionadas se hizo a principios de octubre. También fueron muestreadas en los surcos testigo cuatro plantas para estimar la producción de forraje verde y seco.

Siembra de Semilla F_2

Las semillas F_2 de las plantas F_1 seleccionadas se sembraron del 18 al 21 de marzo de 2002 en charolas de poliuretano con medio estéril comercial, sembrando una semilla por cavidad. Se usaron charolas de 200 cavidades (10x20) y se sembró la semilla F_2 de cinco plantas F_1 (para tener cinco progenies F_2 por charola). Las dos hileras de cada extremo de cada charola se sembraron con semilla de la variedad Común, se dejó una hilera libre entre cada dos hileras sembradas. La variedad Común se utilizó por su susceptibilidad al tizón del zacate buffel para una evaluación de campo más efectiva de la reacción de las progenies F_2 a *Pyricularia grisea*. Se sembró además la semilla de cinco variedades comerciales (cuatro de ellas se incluyeron por duplicado) y tres líneas

experimentales que sumadas a las familias F_2 dieron un total de 236 tratamientos. La inclusión de cuatro variedades comerciales por duplicado se hizo con el propósito de subir el número de materiales a 240 que fue el número de parcelas experimentales disponibles en el campo para cada una de dos repeticiones. Se tuvieron 48 charolas para cada repetición ($48 \times 5 = 240$).

Producción de Plantas F_2

Después de la siembra las charolas permanecieron en el invernadero número 8 donde se les proporcionó la atención necesaria para la producción de las plántulas F_2 , así como de plántulas de la variedad Común y del resto de los tratamientos. Las charolas permanecieron en el invernadero hasta mediados y finales de junio cuando fueron llevadas al Campo Experimental de Zaragoza, Coahuila para el transplante.

Emergencia de Plántulas en el Invernadero

Se registró el número de plántulas emergidas en tres ocasiones. Para las dos primeras fechas y para las primeras 48 charolas las lecturas fueron el 2 y 11 de abril del 2002 y para las restantes 48 charolas los días 5 y 14 del mismo mes. El lapso de tres días se debió a la diferencia entre el riego del primer grupo y el del segundo grupo de charolas. Finalmente la tercera y última lectura fue hecha el día 19 de mayo para todo el conjunto de las 96 charolas.

Transplante

Se transplantaron 228 progenies F_2 , cinco variedades comerciales (cuatro variedades por duplicado) y tres líneas experimentales para un total de 240 materiales (236 tratamientos en realidad) con dos repeticiones. Se ocupó una superficie aproximada de 2025 m² en un lote de 45x45 m para cada repetición. El terreno se preparó en seis melgas construyendo bordos melgueros de 1.8 m de ancho para mayor uniformidad de los riegos. Cada melga tuvo siete camas de un sólo bordo con una separación entre camas de 0.8 m. Las siete camas fueron ocupadas en tramos de 4 m de largo poniendo ocho plantas de la variedad Común en cada una de las dos camas orilleras y ocho plantas de cada una de cinco progenies F_2 en las cinco camas intermedias, siendo la unidad experimental un surco o cama con ocho plantas. El espaciamiento entre plantas dentro de cada cama fue de 0.50 m; cada tramo de siete camas de cuatro metros de largo conteniendo 16 plantas de Común y 40 plantas F_2 constituyó un “bloque”. El contenido de una charola en el invernadero correspondió al contenido de un “bloque” en el campo. Los riegos se aplicaron por melga regando cuatro bloques a un tiempo, es decir, tiradas de aproximadamente 20 m de largo, también con el propósito de uniformizar lo más posible los riegos.

En sentido transversal a las camas y las melgas se pusieron “líneas separadoras” con plantas de la variedad Común y también de la variedad experimental Común II. El uso de líneas separadoras de Común tuvo varios propósitos: primero, facilitar el transplante de las progenies F_2 reduciendo posibilidades de error al delimitar el tamaño de las parcelas experimentales; segundo, dar competencia completa a las progenies F_2 en

las cabeceras de las parcelas experimentales; y el tercero y más importante, servir de fuente de inóculo del tizón para eficientar en campo la evaluación de la resistencia o susceptibilidad de las progenies F₂. Con el uso de camas orilleras con Común en cada bloque y líneas separadoras de Común, las 10 progenies F₂ de los bloques 1 y 2 de la melga 1, por ejemplo, quedaron rodeadas por 46 plantas susceptibles a *Pyricularia grisea*, como puede verse en la Figura 3.1.

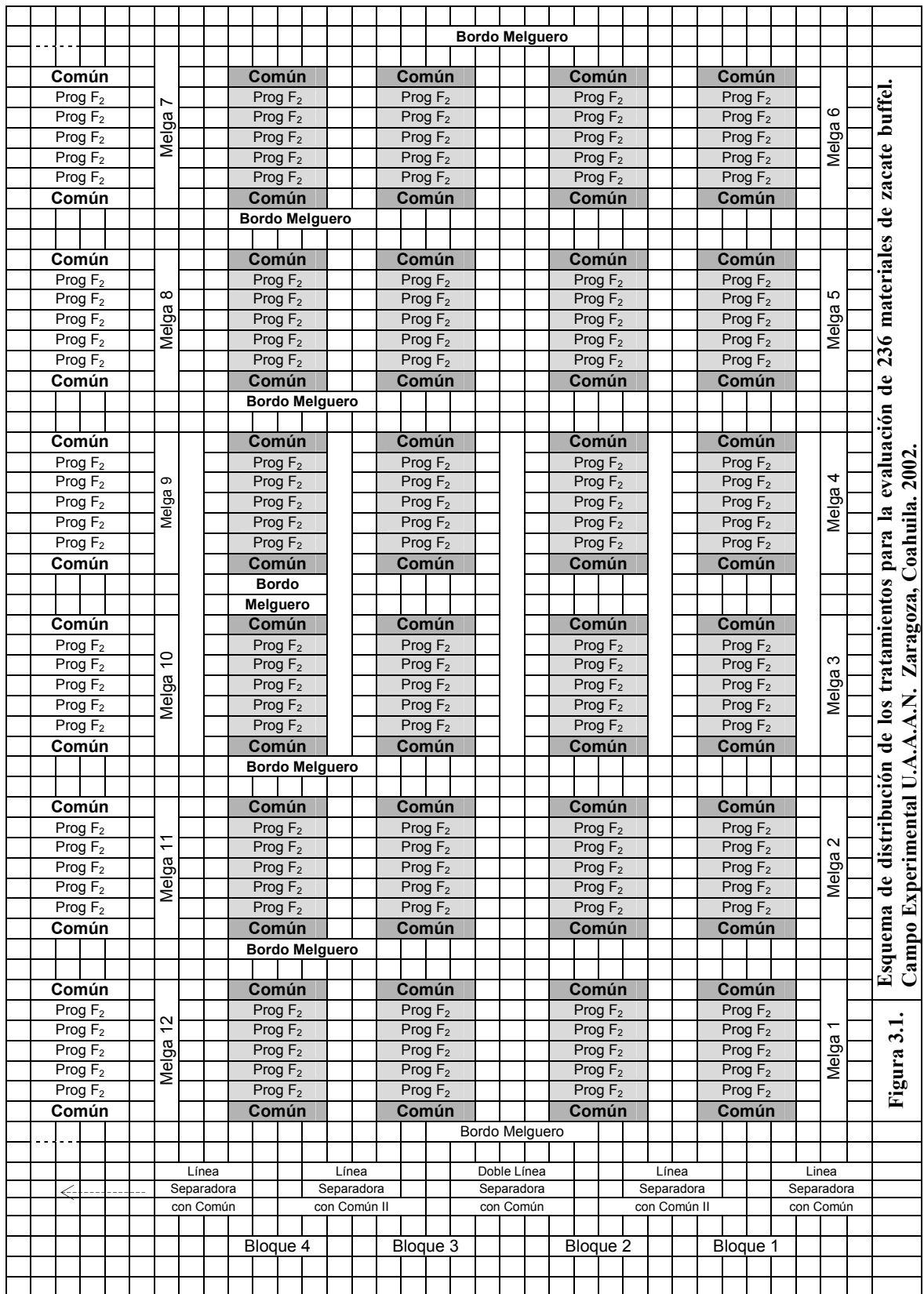
Las líneas separadoras de la variedad Común II sirvieron como testigo al hacer por ejemplo, observaciones en las cinco plantas de Común II con competencia completa que separan a las progenies F₂ del bloque 1 de las progenies F₂ del bloque 2 en la melga 1. El transplante en la primera repetición se realizó el 18 de junio y en la segunda repetición una semana después. Las líneas separadoras de Común y Común II también fueron útiles para tener estimaciones confiables de la producción de forraje de ambas variedades.

Variables Evaluadas

Se recopilaron datos sobre la uniformidad de las progenies F₂, establecimiento (número de plantas establecidas por parcela), reacción a *Pyricularia grisea*, producción de forraje y altura de planta.

Uniformidad de Plantas

En el invernadero se calificaron las progenies sembradas en las 96 charolas de acuerdo a uniformidad en altura de planta, vigor de las plantas y color del follaje en dos



Esquema de distribución de los tratamientos para la evaluación de 236 materiales de zacate buffel. Campo Experimental U.A.A.N. Zaragoza, Coahuila. 2002.

Figura 3.1.

momentos diferentes, el 8 y 15 de mayo del 2002. Se utilizó una escala arbitraria para calificar la uniformidad de las plantas de cada progenie: muy uniforme (9), uniforme (7), regularmente uniforme (5), desuniforme (3) y totalmente desuniforme (1). Para vigor, la escala correspondiente fue: muy vigorosa (5), vigorosa (3) y poco vigorosa (1). Así mismo para el color del follaje, la escala utilizada fue: verde oscuro (5), verde (3) y verde claro (1). En campo se tomaron dos lecturas de uniformidad utilizando la misma escala empleada para clasificar las plantas en invernadero; estas lecturas se efectuaron el 23 de agosto y el 27 de septiembre del mismo año en el lote establecido en el Campo Experimental de la U.A.A.A.N. en Zaragoza, Coahuila. Cabe señalar que se utilizó sólo la evaluación del 27 de septiembre para definir el modo de reproducción de los materiales junto con las dos evaluaciones realizadas en el invernadero.

Reacción al Tizón por *Pyricularia grisea*

La reacción a *Pyricularia grisea* se calificó en todas las progenies y en tres distintas fechas: el 23 de agosto, 27 de septiembre y 8 de noviembre de 2002, pretendiéndose con esto dar un seguimiento a la dinámica de la incidencia de la enfermedad. Se utilizó una escala cuyo rango varió de 1 a 9 incluyendo los dígitos impares, donde 1 representó sólo una lesión observable en la parte aérea de la planta y 9 una infestación total; así mismo la variedad Común se evaluó también en las mismas tres fechas en las dos camas orilleras de cada bloque. Se tomaron también lecturas de la incidencia de la enfermedad en las líneas separadoras de Común y Común II (al momento de la cosecha).

Producción de Forraje Verde

Se estimó la producción de forraje verde con base a un corte de todas las plantas de la parcela. El corte de las plantas fue realizado el 8 de noviembre de 2002. Dos estimaciones se efectuaron de esta variable: producción de forraje por parcela y producción de forraje verde por planta, utilizando el número de plantas por parcela obtenido al determinar el establecimiento.

Altura de Planta

La estimación de la magnitud de este parámetro en centímetros fue mediante la obtención de la altura de tres plantas tomadas al azar de cada parcela experimental medida desde la base de la planta al ras del suelo hasta la parte terminal del ápice de la espiga principal. Esta estimación también se realizó una sola vez antes de la cosecha (8 de noviembre de 2002) cuando las plantas se encontraban en pie.

Análisis Estadístico de Resultados

Uniformidad de Plantas

Se establecieron las similitudes y diferencias entre las lecturas efectuadas en invernadero y las realizadas en campo, de manera que se dispuso de tres calificaciones para definir el modo de reproducción de los 236 tratamientos. Se definió el modo de reproducción de los materiales con base a tres lecturas, dos en invernadero y una en campo, de manera que según el valor de la calificación, pudo definirse si la progenie se

originó por reproducción sexual, reproducción por apomixis obligada o reproducción por apomixis facultativa.

Reacción al Tizón por *Pyricularia grisea*

Las lecturas efectuadas en tres momentos distintos sirvieron para realizar el análisis de varianza evaluaciones*tratamientos en un diseño bloques completos al azar con datos transformados a $\sqrt{Dato + 1}$ (Martínez, 1988; Steel y Torrie, 1980). Del total de progenies evaluadas, sólo 216 correspondieron a las mismas en la primera y segunda repeticiones.

Producción de Forraje Verde

Para conocer la capacidad productiva de cada material, se consideró solo la producción de forraje verde por planta y así efectuar el análisis de varianza con los datos originales de 213 tratamientos que fueron comunes para las dos repeticiones del diseño experimental.

Altura de Planta

La estimación de la altura de planta por parcela fue el promedio de la altura de las tres plantas tomadas al azar de cada parcela experimental. Para efectuar el análisis de varianza se consideró también los datos originales de 213 tratamientos comunes a las dos repeticiones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Uniformidad de Plantas

La uniformidad y/o variabilidad en una progenie F_2 de zacate buffel, permite conocer el modo de reproducción de la planta F_1 que produjo la progenie F_2 . Una progenie de 15-16 plantas F_2 completamente uniforme indica que la planta F_1 de la cual procede es de reproducción apomíctica (A). Por el contrario, una progenie F_2 totalmente variable indica que la planta madre F_1 es de reproducción sexual (S). Una situación de poca variabilidad en una progenie será indicativo de apomixis facultativa (F) en la planta F_1 .

En el Cuadro 4.1 se presenta la clasificación de las plantas F_1 que produjeron las 228 progenies F_2 estudiadas en las tres evaluaciones realizadas así como la clasificación de los testigos comerciales y de las líneas experimentales utilizados. Se desprende que la mayoría de las progenies F_2 variaron en su clasificación en cuanto a su uniformidad o variabilidad cambiando por consiguiente la clasificación para el modo de reproducción de las plantas F_1 correspondientes de una evaluación a otra. De la segunda evaluación de invernadero a la evaluación en campo ocurrieron 122 cambios (Cuadro 4.2) permaneciendo constantes en su clasificación 106 progenies F_2 ; indicando entre las 106 plantas F_1 correspondientes, 37 apomícticos, 65 facultativos y 4 sexuales.

Cuadro 4.1. Modo de reproducción con base a uniformidad de plantas en invernadero y campo para 240 poblaciones de zacate buffel. Campo Experimental U.A.A.A.N. Zaragoza, Coahuila, 2002.

Charola	Progenie	Trat.	Inver.			Cpo.	Charola	Progenie	Trat.	Inver.			Cpo.	Charola	Progenie	Trat.	Inver.			Cpo.							
			08-May	15-May	27-Sep					08-May	15-May	27-Sep					08-May	15-May	27-Sep								
1	49	1	1	F	F	A	7	55	1	31	A	A	A	13	61	1	61	F	F	A	19	67	1	91	A	A	A
1	49	2	2	A	A	F	7	55	2	32	F	F	F	13	61	2	62	F	A	A	19	67	2	92	F	F	A
1	49	3	3	F	F	A	7	55	3	33	F	F	F	13	61	3	63	F	F	S	19	67	3	93	F	A	F
1	49	4	4	F	F	F	7	55	4	34	F	F	A	13	61	4	64	A	A	S	19	67	4	94	F	F	A
1	49	5	5	A	A	F	7	55	5	35	F	S	F	13	61	5	65	F	A	A	19	67	5	95	F	F	F
2	50	1	6	F	F	A	8	56	1	36	A	A	F	14	62	1	66	F	S	S	20	68	1	96	F	F	A
2	50	2	7	F	F	F	8	56	2	37	A	A	F	14	62	2	67	F	F	A	20	68	2	97	A	A	A
2	50	3	8	F	F	F	8	56	3	38	F	F	F	14	62	3	68	F	F	A	20	68	3	98	A	A	A
2	50	4	9	A	A	F	8	56	4	39	A	A	A	14	62	4	69	S	F	F	20	68	4	99	A	A	F
2	50	5	10	F	F	A	8	56	5	40	F	F	A	14	62	5	70	F	F	S	20	68	5	100	S	S	F
3	51	1	11	F	F	A	9	57	1	41	F	F	F	15	63	1	71	F	S	F	21	69	1	101	A	A	A
3	51	2	12	A	A	A	9	57	2	42	F	F	F	15	63	2	72	F	F	F	21	69	2	102	F	F	A
3	51	3	13	F	F	A	9	57	3	43	F	A	F	15	63	3	73	F	F	A	21	69	3	103	A	A	F
3	51	4	14	F	F	F	9	57	4	44	A	A	A	15	63	4	74	A	A	A	21	69	4	104	F	F	A
3	51	5	15	F	F	A	9	57	5	45	F	F	A	15	63	5	75	F	F	F	21	69	5	105	A	A	A
4	52	1	16	F	F	A	10	58	1	46	A	A	F	16	64	1	76	F	F	A	22	70	1	106	F	A	F
4	52	2	17	A	A	A	10	58	2	47	F	F	F	16	64	2	77	F	F	A	22	70	2	107	F	F	S
4	52	3	18	F	F	A	10	58	3	48	F	F	F	16	64	3	78	S	F	F	22	70	3	108	F	F	F
4	52	4	19	F	F	A	10	58	4	49	F	F	A	16	64	4	79	F	F	F	22	70	4	109	F	A	A
4	52	5	20	S	F	A	10	58	5	50	F	F	F	16	64	5	80	F	F	A	22	70	5	110	A	A	A
5	53	1	21	F	F	F	11	59	1	51	F	F	F	17	65	1	81	F	F	F	23	71	1	111	F	F	A
5	53	2	22	S	S	F	11	59	2	52	F	S	S	17	65	2	82	A	A	A	23	71	2	112	A	A	F
5	53	3	23	F	F	A	11	59	3	53	F	F	A	17	65	3	83	F	F	F	23	71	3	113	F	F	F
5	53	4	24	A	A	A	11	59	4	54	F	F	F	17	65	4	84	S	S	F	23	71	4	114	F	A	F
5	53	5	25	F	F	F	11	59	5	55	F	F	S	17	65	5	85	F	F	F	23	71	5	115	F	F	A
6	54	1	26	F	F	A	12	60	1	56	A	A	A	18	66	1	86	F	A	F	24	72	1	116	F	F	F
6	54	2	27	F	F	A	12	60	2	57	F	A	F	18	66	2	87	A	A	A	24	72	2	117	A	A	A
6	54	3	28	F	F	A	12	60	3	58	F	F	F	18	66	3	88	A	A	F	24	72	3	118	S	F	F
6	54	4	29	F	F	A	12	60	4	59	A	A	A	18	66	4	89	A	A	A	24	72	4	119	A	A	F
6	54	5	30	F	F	A	12	60	5	60	F	F	A	18	66	5	90	F	F	A	24	72	5	120	F	F	F

Continuación Cuadro 4.1.

Charola	Progenie	Trat.	Inver.			Cpo.	Charola	Progenie	Trat.	Inver.			Cpo.	Charola	Progenie	Trat.	Inver.			Cpo.							
			08-May	15-May	27-Sep					08-May	15-May	27-Sep					08-May	15-May	27-Sep								
25	73	1	121	A	A	F	31	79	1	151	F	F	A	37	85	1	181	S	S	F	43	91	1	211	F	F	A
25	73	2	122	F	F	F	31	79	2	152	F	F	A	37	85	2	182	A	A	A	43	91	2	212	F	F	A
25	73	3	123	F	F	F	31	79	3	153	A	A	A	37	85	3	183	F	F	S	43	91	3	213	S	S	F
25	73	4	124	S	F	F	31	79	4	154	F	F	F	37	85	4	184	S	S	F	43	91	4	214	F	F	A
25	73	5	125	F	F	F	31	79	5	155	F	F	A	37	85	5	185	F	F	F	43	91	5	215	F	F	F
26	74	1	126	F	F	F	32	80	1	156	S	S	A	38	86	1	186	F	F	A	44	92	1	216	S	S	F
26	74	2	127	F	F	F	32	80	2	157	S	F	A	38	86	2	187	A	A	A	44	92	2	217	F	F	A
26	74	3	128	A	A	S	32	80	3	158	F	A	A	38	86	3	188	A	A	A	44	92	3	218	F	F	F
26	74	4	129	F	F	S	32	80	4	159	A	A	A	38	86	4	189	F	F	F	44	92	4	219	S	S	F
26	74	5	130	F	F	F	32	80	5	160	F	F	S	38	86	5	190	F	F	A	44	92	5	220	F	F	F
27	75	1	131	S	S	F	33	81	1	161	F	F	F	39	87	1	191	F	F	F	45	93	1	221	F	F	A
27	75	2	132	F	F	A	33	81	2	162	F	F	S	39	87	2	192	F	F	A	45	93	2	222	F	F	A
27	75	3	133	F	F	A	33	81	3	163	F	F	S	39	87	3	193	A	A	A	45	93	3	223	F	F	F
27	75	4	134	S	S	F	33	81	4	164	F	F	S	39	87	4	194	F	F	A	45	93	4	224	F	F	F
27	75	5	135	F	F	A	33	81	5	165	F	A	S	39	87	5	195	F	S	A	45	93	5	225	F	F	F
28	76	1	136	F	F	F	34	82	1	166	F	F	F	40	88	1	196	F	A	A	46	94	1	226	F	F	F
28	76	2	137	F	F	A	34	82	2	167	A	A	A	40	88	2	197	F	F	A	46	94	2	227	F	F	F
28	76	3	138	F	F	F	34	82	3	168	F	F	F	40	88	3	198	A	A	A	46	94	3	228	F	F	S
28	76	4	139	F	F	F	34	82	4	169	F	F	A	40	88	4	199	A	A	A	46	94	4	229	A	A	A
28	76	5	140	F	A	F	34	82	5	170	F	F	A	40	88	5	200	F	F	F	46	94	5	230	F	F	F
29	77	1	141	A	A	F	35	83	1	171	F	F	F	41	89	1	201	S	F	F	47	95	1	231	F	F	F
29	77	2	142	A	A	A	35	83	2	172	F	F	A	41	89	2	202	F	F	A	47	95	2	232	A	A	A
29	77	3	143	A	A	F	35	83	3	173	S	F	S	41	89	3	203	S	S	F	47	95	3	233	F	F	A
29	77	4	144	A	A	A	35	83	4	174	S	S	F	41	89	4	204	S	S	F	47	95	4	234	A	A	A
29	77	5	145	F	F	F	35	83	5	175	F	F	A	41	89	5	205	F	F	A	47	95	5	235	F	F	A
30	78	1	146	F	F	F	36	84	1	176	F	F	A	42	90	1	206	S	F	F	48	96	1	236	F	F	F
30	78	2	147	F	S	F	36	84	2	177	F	F	F	42	90	2	207	F	F	A	48	96	2	237	A	A	F
30	78	3	148	S	S	S	36	84	3	178	F	F	A	42	90	3	208	F	F	F	48	96	3	238	A	A	F
30	78	4	149	S	S	S	36	84	4	179	F	F	S	42	90	4	209	F	A	A	48	96	4	239	A	A	A
30	78	5	150	S	F	F	36	84	5	180	A	A	A	42	90	5	210	F	F	A	48	96	5	240	A	A	F

229 = Higgins 230 = Dwarf 231 y 237 = Nueces 232 y 238 = Formidable 233 = Común II 234 y 239 = Zaragoza 115 235 y 240 = Híbrido 17 236 = Clon Sexual

Cuadro 4.2. Cambios en la clasificación del modo de reproducción de la segunda evaluación en invernadero a la evaluación en campo de 122 plantas F₁ de zacate buffel. Zaragoza, Coahuila, 2002.

Tipo de Cambio	Número de Plantas F₁
Apomítico a Facultativo	21
Apomítico a Sexual	3
Facultativo a Apomítico	67
Facultativo a Sexual	13
Sexual a Apomítico	2
Sexual a Facultativo	16
TOTAL	122

Como puede verse en el Cuadro 4.2, los cambios en la clasificación para modo de reproducción de las plantas F₁ se dieron en todas las formas posibles; sin embargo las frecuencias fueron muy diferentes con una mayoría para aquellos a favor de una mayor uniformidad de las progenies F₂ correspondientes. De 85 cambios en este sentido, 67 fueron de facultativo a apomítico, 16 de sexual a facultativo, y 2 de sexual a apomítico. De los 37 cambios a favor de una mayor variabilidad 21 fueron de apomítico a facultativo, 13 de facultativo a sexual y 3 de apomítico a sexual. Hay diferentes razones para explicar los cambios observados.

Taliaferro y Bashaw (1966) encontraron en zacate buffel al cruzar sexual por apomítico, una proporción de 0.6:1 para apomíticos y sexuales respectivamente. Gómez y González (1997) seleccionaron por su producción de forraje 108 plantas F_1 obtenidas por cruzamiento entre sexual y apomítico, las cuales produjeron 10 progenies F_2 variables y 98 progenies F_2 uniformes. De acuerdo a las probabilidades mencionadas anteriormente de 108 plantas F_1 se esperarían 67 progenies F_2 variables descendientes de 67 plantas F_1 de reproducción sexual, y 41 progenies F_2 uniformes descendientes de 41 plantas F_1 de reproducción apomítica. El hecho de haber obtenido 2.4 veces progenies F_2 uniformes que las esperadas indica asociación entre vigor y reproducción apomítica y entre falta de vigor y reproducción sexual. En este aspecto, Bashaw y Hanna (1990) mencionan que muchos híbridos sexuales producen progenies sujetas a extrema depresión endogámica.

Por consiguiente, los cambios a favor de una mayor uniformidad de las progenies de una evaluación a otra, se explica por la pérdida en el invernadero, durante el transplante, y en el campo de variantes morfológicas de poco vigor y posiblemente sexuales.

La clasificación de las progenies F_2 en la fase de plántulas o plantas muy jóvenes en el invernadero, reduce fuertemente el número de variables utilizables para clasificar por uniformidad. Por el contrario, en la clasificación de progenies F_2 de plantas adultas en campo permite utilizar mucho más variables como, hábito de crecimiento, grosor de los culmos, tipo de hoja, altura de planta, así como varias características de las panículas. De esta manera progenies de plantas jóvenes pueden ser clasificadas como

uniformes y por lo tanto descendientes de plantas F_1 de reproducción apomíctica cuando en realidad son variables para características de plantas adultas que llevaría a la clasificación de las plantas F_1 correspondientes como de reproducción sexual. Esto explica los cambios de clasificación a favor de la variabilidad en las progenies F_2 y de la sexualidad en las plantas F_1 correspondientes.

Entre los testigos solamente Higgins y Zaragoza 115 fueron clasificados consistentemente como apomícticos, como facultativos Nueces, H-17, Común II, Formidable y Dwarf. Las progenies del clon sexual fueron clasificadas algo variables y por lo tanto las plantas de TAM-CRD B1s que produjeron la semilla como facultativos cuando lo esperado era que resultaran clasificadas como de reproducción sexual.

En el Cuadro 4.3 se presenta el número de plantas F_1 que fueron clasificadas como apomícticas, facultativas o sexuales con base en cada una de las tres evaluaciones de sus progenies F_2 . Se puede observar que el número de apomícticos incrementó a costa de una disminución de los facultativos principalmente. Considerando los apomícticos y los facultativos como una sola clase, la proporción de sexuales a apomícticos en cada una de las evaluaciones fue de 1:7.77, 1:9.36 y 1:10.40 respectivamente. La proporción obtenida en la evaluación de campo en plantas adultas redondeada, da 1 sexual a 10 apomícticos que es igual a la observada por Gómez y González (1997) de 1:9.8 que redondeada da 1 sexual a 10 apomícticos. Nuevamente las proporciones observadas son muy diferentes a las reportadas por Taliaferro y Bashaw (1966) que de ser cierta, los resultados indican que la selección artificial para cualquier característica relacionada al vigor de las plantas F_1 segregando para el modo de reproducción, favorecerá a los

Cuadro 4.3. Clasificación para el modo de reproducción de 228 plantas F₁ de zacate buffel en tres evaluaciones. Zaragoza, Coahuila, 2002.

Modo de Reproducción	Evaluaciones		
	1	2	3
Apomícticos	47	61	106
Facultativos	155	145	102
Sexuales	26	22	20
Totales	228	228	228
Proporción Sexuales : Apomícticos	1 : 7.77	1 : 9.36	1 : 10.40

apomícticos como ha sucedido en la selección natural ya que en la inmensa mayoría de las poblaciones naturales prevalece la apomixis obligada.

La proporción de sexuales a apomícticos en las plantas F₁ cambia con el progenitor macho apomíctico que se utilice. Read y Bashaw (1969) reportaron una proporción de 1:1 para sexuales y apomícticos entre 43 híbridos de *Cenchrus ciliaris* y *Pennisetum ciliare*.

Sherwood *et al.* (1994) propusieron que la aposporia en zacate buffel es de herencia tetrasómica. Ellos encontraron que la autofecundación de plantas sexuales y las cruzas entre sexuales producen solo plantas sexuales. Cruzas de sexual con apomícticos dieron progenies segregando 1:1 y 15:13 (1.15 sexuales : 1.0 apomícticos) propias de

segregación al azar de cromosomas y segregación al azar de cromátidas respectivamente. Los genotipos propuestos para sexuales y apomícticos fueron aaaa y Aaaa, respectivamente. Cruzas de sexual x Higgins segregaron en una proporción de 3:11 (1.0 sexuales : 3.66 apomícticos) la cual resultaría si el genotipo de Higgins fuera AAaa y ocurriera segregación al azar de cromátidas.

Higgins se obtuvo por selección de una planta S_1 derivada de la autofecundación del clon sexual TAM-CRD B1s por lo cual es posible que efectivamente lleve dos alelos A para apomixis. De acuerdo a Taliaferro y Bashaw (1966) al autofecundar el clon sexual la probabilidad de obtener un genotipo AAbb sería de 1/16.

Ozias-Akins *et al.* (1998) realizaron cruzamientos entre *Pennisetum glaucum*, un tetraploide de reproducción sexual (aaaa), y *Pennisetum squamulatum* un hexaploide apomíctico (Aaaaaa). Ellos reportaron en la progenie, una segregación de 162 apomícticos y 235 sexuales para una proporción de 0.87:1 respectivamente.

Cabe la posibilidad de que la mayor frecuencia de apomícticos encontrada en la presente investigación sea no solamente debida al mayor vigor de los apomícticos sino también al hecho de que Común II puede tener más de un alelo para apomixis por ser probablemente un híbrido BIII resultado de la fertilización de un huevo no reducido de Común por un gameto masculino reducido del mismo Común. Recientemente el uso de técnicas moleculares ha indicado que la herencia de la aposporia en *Pennisetum ciliare* es disómica y debida a una región hemicigótica (Jessup *et al.*, 2002).

Reacción al Tizón por *Pyricularia grisea*

En general, se presentó poca incidencia de la enfermedad en las progenies F₂ en todas las evaluaciones (Cuadro A1). En la primera evaluación realizada el 23 de agosto, todas las poblaciones mostraron reacción de resistencia a *Pyricularia grisea* al clasificarse como bastante resistentes (BR) 108 y muy resistentes (MR) 132 (Cuadro 4.4).

En la segunda evaluación realizada el día 27 de septiembre, 109 materiales fueron bastante resistentes (103 progenies, dos líneas experimentales y cuatro variedades comerciales); 97 fueron muy resistentes (93 progenies, la línea experimental Común II y tres variedades comerciales siendo estas Formidable, H-17 y Zaragoza 115); 31 fueron resistentes (30 progenies y Higgins); y tres materiales fueron susceptibles (las dos progenies F₂ que constituyeron los tratamientos 22 y 136 así como la variedad Nueces).

En la tercera evaluación realizada el 8 de noviembre, 102 poblaciones fueron muy resistentes (97 progenies y cinco poblaciones de variedades comerciales que fueron Formidable, Zaragoza 115, Híbrido 17, Zaragoza 115 e Híbrido 17); 108 fueron bastante resistentes (102 progenies, las tres líneas experimentales Dwarf, Común II, y el Clon Sexual; así como las poblaciones de Nueces, Nueces y Formidable); 28 fueron resistentes (todas progenies F₂); y dos fueron susceptibles (la progenie que constituyó el tratamiento 181 y la variedad Higgins).

Cuadro 4.4. Reacción a *Pyricularia grisea* de 240 materiales de zacate buffel en tres evaluaciones de campo. Zaragoza, Coahuila, 2002.

Bloque	Progenie	Trat.	Evaluaciones			Bloque	Progenie	Trat.	Evaluaciones				
			23-Ago	27-Sep	8-Nov				23-Ago	27-Sep	8-Nov		
1	49	1	1	MR	MR	MR	9	57	1	41	BR	BR	BR
1	49	2	2	MR	BR	MR	9	57	2	42	BR	R	R
1	49	3	3	MR	MR	R	9	57	3	43	MR	BR	BR
1	49	4	4	BR	MR	R	9	57	4	44	BR	BR	MR
1	49	5	5	MR	BR	BR	9	57	5	45	MR	MR	BR
2	50	1	6	MR	MR	BR	10	58	1	46	BR	BR	MR
2	50	2	7	MR	BR	BR	10	58	2	47	MR	MR	MR
2	50	3	8	BR	R	R	10	58	3	48	BR	BR	R
2	50	4	9	MR	MR	MR	10	58	4	49	MR	BR	MR
2	50	5	10	MR	MR	MR	10	58	5	50	BR	BR	MR
3	51	1	11	BR	R	MR	11	59	1	51	BR	BR	BR
3	51	2	12	MR	MR	MR	11	59	2	52	MR	R	BR
3	51	3	13	MR	MR	BR	11	59	3	53	MR	MR	BR
3	51	4	14	MR	BR	MR	11	59	4	54	BR	BR	R
3	51	5	15	MR	MR	MR	11	59	5	55	BR	BR	R
4	52	1	16	BR	BR	BR	12	60	1	56	MR	MR	MR
4	52	2	17	BR	BR	BR	12	60	2	57	MR	MR	MR
4	52	3	18	MR	BR	BR	12	60	3	58	BR	BR	BR
4	52	4	19	BR	BR	R	12	60	4	59	MR	MR	MR
4	52	5	20	MR	MR	MR	12	60	5	60	BR	BR	R
5	53	1	21	BR	R	R	13	61	1	61	MR	MR	BR
5	53	2	22	BR	S	BR	13	61	2	62	MR	MR	MR
5	53	3	23	MR	MR	BR	13	61	3	63	BR	BR	BR
5	53	4	24	BR	BR	BR	13	61	4	64	BR	BR	BR
5	53	5	25	BR	R	BR	13	61	5	65	MR	MR	MR
6	54	1	26	BR	BR	BR	14	62	1	66	BR	MR	MR
6	54	2	27	MR	MR	MR	14	62	2	67	BR	BR	BR
6	54	3	28	MR	BR	BR	14	62	3	68	MR	MR	BR
6	54	4	29	MR	MR	MR	14	62	4	69	BR	BR	BR
6	54	5	30	BR	BR	BR	14	62	5	70	MR	MR	MR
7	55	1	31	MR	MR	MR	15	63	1	71	BR	BR	BR
7	55	2	32	MR	MR	MR	15	63	2	72	MR	MR	MR
7	55	3	33	BR	BR	MR	15	63	3	73	MR	MR	BR
7	55	4	34	MR	BR	BR	15	63	4	74	MR	BR	BR
7	55	5	35	BR	BR	BR	15	63	5	75	MR	BR	BR
8	56	1	36	MR	MR	BR	16	64	1	76	BR	BR	BR
8	56	2	37	BR	BR	BR	16	64	2	77	BR	BR	R
8	56	3	38	MR	MR	MR	16	64	3	78	BR	R	R
8	56	4	39	BR	BR	BR	16	64	4	79	BR	R	R
8	56	5	40	MR	MR	MR	16	64	5	80	BR	BR	BR

Continuación Cuadro 4.4.

Bloque	Progenie	Trat.	Evaluaciones			Bloque	Progenie	Trat.	Evaluaciones				
			23-Ago	27-Sep	8-Nov				23-Ago	27-Sep	8-Nov		
17	65	1	81	MR	MR	MR	25	73	1	121	MR	BR	MR
17	65	2	82	MR	MR	MR	25	73	2	122	MR	BR	BR
17	65	3	83	MR	MR	MR	25	73	3	123	BR	R	MR
17	65	4	84	BR	BR	R	25	73	4	124	BR	BR	MR
17	65	5	85	MR	MR	MR	25	73	5	125	MR	BR	BR
18	66	1	86	MR	BR	MR	26	74	1	126	BR	BR	MR
18	66	2	87	MR	MR	MR	26	74	2	127	MR	MR	MR
18	66	3	88	BR	BR	MR	26	74	3	128	MR	MR	MR
18	66	4	89	MR	MR	BR	26	74	4	129	BR	R	BR
18	66	5	90	MR	MR	BR	26	74	5	130	BR	BR	BR
19	67	1	91	BR	BR	MR	27	75	1	131	BR	BR	MR
19	67	2	92	MR	MR	BR	27	75	2	132	MR	MR	MR
19	67	3	93	MR	MR	BR	27	75	3	133	MR	MR	MR
19	67	4	94	BR	BR	MR	27	75	4	134	BR	BR	BR
19	67	5	95	MR	BR	BR	27	75	5	135	BR	BR	MR
20	68	1	96	BR	R	R	28	76	1	136	MR	S	MR
20	68	2	97	MR	MR	BR	28	76	2	137	MR	MR	MR
20	68	3	98	MR	MR	BR	28	76	3	138	MR	BR	MR
20	68	4	99	BR	BR	BR	28	76	4	139	MR	MR	MR
20	68	5	100	MR	MR	MR	28	76	5	140	MR	MR	BR
21	69	1	101	MR	MR	MR	29	77	1	141	MR	BR	BR
21	69	2	102	MR	MR	MR	29	77	2	142	MR	MR	MR
21	69	3	103	BR	BR	MR	29	77	3	143	BR	R	MR
21	69	4	104	BR	BR	MR	29	77	4	144	MR	BR	BR
21	69	5	105	BR	BR	BR	29	77	5	145	MR	MR	BR
22	70	1	106	BR	BR	MR	30	78	1	146	MR	BR	BR
22	70	2	107	MR	MR	BR	30	78	2	147	MR	BR	R
22	70	3	108	MR	MR	BR	30	78	3	148	MR	BR	MR
22	70	4	109	BR	BR	BR	30	78	4	149	MR	BR	R
22	70	5	110	BR	BR	BR	30	78	5	150	BR	BR	BR
23	71	1	111	MR	MR	BR	31	79	1	151	BR	BR	BR
23	71	2	112	MR	BR	BR	31	79	2	152	BR	MR	R
23	71	3	113	BR	R	BR	31	79	3	153	MR	MR	MR
23	71	4	114	MR	R	BR	31	79	4	154	MR	MR	MR
23	71	5	115	BR	BR	MR	31	79	5	155	MR	BR	BR
24	72	1	116	MR	BR	BR	32	80	1	156	BR	R	R
24	72	2	117	MR	MR	R	32	80	2	157	MR	BR	MR
24	72	3	118	BR	BR	BR	32	80	3	158	MR	BR	BR
24	72	4	119	MR	MR	BR	32	80	4	159	MR	MR	MR
24	72	5	120	MR	MR	MR	32	80	5	160	BR	BR	MR

Continuación Cuadro 4.4.

Bloque	Progenie	Trat.	Evaluaciones			Bloque	Progenie	Trat.	Evaluaciones				
			23-Ago	27-Sep	8-Nov				23-Ago	27-Sep	8-Nov		
33	81	1	161	MR	MR	MR	41	89	1	201	BR	BR	MR
33	81	2	162	BR	BR	BR	41	89	2	202	MR	MR	MR
33	81	3	163	BR	R	BR	41	89	3	203	BR	MR	BR
33	81	4	164	BR	R	BR	41	89	4	204	BR	BR	BR
33	81	5	165	MR	MR	BR	41	89	5	205	BR	R	BR
34	82	1	166	MR	BR	BR	42	90	1	206	BR	R	MR
34	82	2	167	BR	BR	BR	42	90	2	207	MR	MR	MR
34	82	3	168	BR	R	BR	42	90	3	208	BR	R	R
34	82	4	169	BR	BR	BR	42	90	4	209	MR	BR	MR
34	82	5	170	MR	MR	MR	42	90	5	210	BR	R	BR
35	83	1	171	MR	MR	BR	43	91	1	211	BR	BR	MR
35	83	2	172	MR	MR	BR	43	91	2	212	MR	MR	MR
35	83	3	173	BR	R	BR	43	91	3	213	MR	MR	MR
35	83	4	174	MR	BR	BR	43	91	4	214	MR	MR	MR
35	83	5	175	MR	MR	MR	43	91	5	215	BR	BR	BR
36	84	1	176	MR	MR	MR	44	92	1	216	MR	BR	MR
36	84	2	177	BR	BR	BR	44	92	2	217	BR	MR	MR
36	84	3	178	MR	MR	MR	44	92	3	218	MR	MR	MR
36	84	4	179	MR	MR	BR	44	92	4	219	MR	MR	MR
36	84	5	180	MR	BR	BR	44	92	5	220	BR	R	R
37	85	1	181	BR	R	S	45	93	1	221	BR	MR	MR
37	85	2	182	MR	MR	BR	45	93	2	222	MR	MR	MR
37	85	3	183	MR	MR	R	45	93	3	223	BR	R	BR
37	85	4	184	BR	R	R	45	93	4	224	BR	R	R
37	85	5	185	BR	BR	BR	45	93	5	225	MR	BR	BR
38	86	1	186	BR	BR	R	46	94	1	226	MR	MR	MR
38	86	2	187	BR	BR	BR	46	94	2	227	BR	BR	MR
38	86	3	188	MR	MR	MR	46	94	3	228	BR	BR	R
38	86	4	189	BR	BR	BR	46	94	4	229	BR	R	S
38	86	5	190	BR	BR	MR	46	94	5	230	BR	BR	BR
39	87	1	191	MR	MR	MR	47	95	1	231	BR	S	BR
39	87	2	192	BR	BR	BR	47	95	2	232	MR	MR	MR
39	87	3	193	MR	MR	MR	47	95	3	233	MR	MR	BR
39	87	4	194	BR	R	BR	47	95	4	234	BR	BR	MR
39	87	5	195	BR	BR	MR	47	95	5	235	MR	MR	MR
40	88	1	196	BR	R	R	48	96	1	236	MR	BR	BR
40	88	2	197	BR	BR	BR	48	96	2	237	MR	BR	BR
40	88	3	198	MR	MR	BR	48	96	3	238	MR	BR	BR
40	88	4	199	BR	BR	MR	48	96	4	239	MR	MR	MR
40	88	5	200	MR	MR	MR	48	96	5	240	MR	BR	MR

229 = Higgins 230 = Dwarf 231 y 237 = Nueces 232 y 238 = Formidable 233 = Común II 234 y 239 = Zaragoza 115
 235 y 240 = Híbrido 17 236 = Clon Sexual

En el Cuadro A2 se presenta la calificación numérica otorgada a los surcos orilleros con plantas de la variedad Común en cada bloque.

El incremento en los valores numéricos a través de las evaluaciones indica una creciente incidencia de la enfermedad con cada evaluación. La reacción de la variedad Común al tizón se presenta en el Cuadro 4.5.

En la repetición uno, en la primera evaluación, sin excepción, en todas las 48 parcelas de Común y en la totalidad de las plantas no se presentaron indicios de la enfermedad clasificándose la reacción como bastante resistente (BR). En la segunda evaluación realizada un mes después, solo 20 parcelas tuvieron reacción de resistencia (R) y 28 parcelas tuvieron reacción de susceptibilidad (27 fueron S y una BS). En la tercera evaluación las 48 parcelas tuvieron reacción de susceptibilidad en sus distintos niveles: siete fueron susceptibles (S), 33 bastantes susceptibles (BS) y ocho muy susceptibles (MS). Resultados similares fueron observados en la segunda repetición. Los resultados obtenidos con Común indican que plantas extremadamente susceptibles pueden ser clasificadas como resistentes si las condiciones ambientales favorables para el desarrollo de la enfermedad no están presentes. Evidentemente esto fue lo que sucedió en la primera evaluación realizada el 23 de agosto. Por el contrario los resultados obtenidos durante la segunda y tercera evaluación indican que condiciones ampliamente favorables al desarrollo del tizón se presentaron durante la segunda mitad del mes de septiembre y el mes de octubre, ocasionando una incidencia general en la última evaluación en noviembre.

Cuadro 4.5. Reacción a *Pyricularia grisea* de la variedad Común en tres evaluaciones con dos repeticiones. Zaragoza, Coahuila, 2002.

Evaluaciones				Evaluaciones			
Rep I				Rep II			
Bloque	23-Ago	27-Sep	8-Nov	Bloque	23-Ago	27-Sep	8-Nov
1	BR	S	S	49	BR	R	S
2	BR	S	BS	50	BR	R	S
3	BR	BS	BS	51	BR	R	S
4	BR	R	S	52	BR	R	S
5	BR	R	BS	53	BR	R	S
6	BR	S	MS	54	BR	R	S
7	BR	R	BS	55	BR	R	BS
8	BR	S	BS	56	BR	S	BS
9	BR	S	BS	57	BR	R	BS
10	BR	R	BS	58	BR	R	S
11	BR	S	MS	59	BR	R	S
12	BR	S	MS	60	BR	R	S
13	BR	S	BS	61	BR	R	S
14	BR	S	BS	62	BR	R	S
15	BR	R	S	63	BR	R	S
16	BR	R	BS	64	BR	R	S
17	BR	R	BS	65	BR	R	S
18	BR	S	BS	66	BR	R	S
19	BR	R	BS	67	BR	R	S
20	BR	S	BS	68	BR	R	S
21	BR	S	BS	69	BR	R	S
22	BR	S	MS	70	BR	R	S
23	BR	R	BS	71	BR	R	R
24	BR	R	BS	72	BR	R	S
25	BR	S	BS	73	BR	R	R
26	BR	R	BS	74	BR	R	S
27	BR	S	BS	75	BR	R	R
28	BR	S	MS	76	BR	S	BS
29	BR	S	BS	77	BR	R	S
30	BR	R	BS	78	BR	R	R
31	BR	S	BS	79	BR	S	BS
32	BR	S	BS	80	BR	R	R
33	BR	R	S	81	BR	R	S
34	BR	S	BS	82	BR	R	S
35	BR	R	BS	83	BR	S	BS
36	BR	R	S	84	BR	R	S
37	BR	R	S	85	BR	S	BS
38	BR	R	BS	86	BR	R	S
39	BR	S	BS	87	BR	S	BS
40	BR	S	BS	88	BR	S	BS
41	BR	S	BS	89	BR	R	BS
42	BR	R	BS	90	BR	R	R
43	BR	S	MS	91	BR	R	BS
44	BR	S	MS	92	BR	R	S
45	BR	S	BS	93	BR	R	BS
46	BR	R	BS	94	BR	R	S
47	BR	R	S	95	BR	R	S
48	BR	S	MS	96	BR	R	S

En el Cuadro 4.6 se presenta la reacción al tizón de las plantas de las variedades Común y Común II en las líneas separadoras, de la primera repetición.

Mientras que Común II presentó reacción a *Pyricularia grisea* de muy resistente (MR) en todas las plantas (168), la reacción de Común fue totalmente diferente, ya que todas las plantas (336) de Común en las líneas separadoras fueron susceptibles en distintos niveles a la enfermedad. De 336 plantas en las ocho líneas separadoras (42x8), 150 fueron susceptibles, 154 bastante susceptibles y 32 muy susceptibles. Más de la mitad de las plantas (186) presentaron severo daño en el follaje por la enfermedad. En la segunda repetición (Cuadro A4) de 252 plantas (42x6), 172 resultaron susceptibles y 80 como bastante susceptibles.

En el Cuadro 4.7 se muestra el análisis de varianza para la reacción a *Pyricularia grisea*. Sólo para tratamientos el valor de F calculada resultó altamente significativo, no hubo diferencias significativas entre evaluaciones. Los tratamientos conformados por progenies y testigos fueron 216, genotipos comunes en ambas repeticiones y a través de las tres evaluaciones. La interacción tratamientos*evaluaciones también altamente significativa, donde 98 tratamientos (40 por ciento) resultaron sin cambios con reacción a la enfermedad (61 tratamientos con calificaciones MR-MR-MR y 37 tratamientos con calificaciones BR-BR-BR para las tres evaluaciones respectivamente). Por el contrario, 142 tratamientos (60 por ciento) presentaron fluctuaciones dentro de los valores de la escala definidos para resistencia (muy resistente MR, bastante resistente BR y resistente R); lo que indica que la presencia de condiciones ambientales favorales para el desarrollo de la enfermedad,

Cuadro 4.6. Reacción a *Pyricularia grisea* en las líneas separadoras formadas por plantas de las variedades Común y Común II en la primera repetición. Zaragoza, Coahuila, 2002.

Planta	Melga	Líneas Separadoras						Melga	Líneas Separadoras					
		C	CII	C	C	CII	C		C	CII	C	C	CII	C
1	1	S	MR	MS	BS	MR	BS	12	BS	MR	BS	S	MR	MS
2		BS	MR	MS	S	MR	BS		S	MR	BS	S	MR	S
3		BS	MR	BS	S	MR	BS		BS	MR	S	S	MR	S
4		S	MR	S	BS	MR	S		BS	MR	S	BS	MR	BS
5		MS	MR	BS	MS	MR	BS		MS	MR	S	S	MR	S
6		S	MR	BS	BS	MR	BS		S	MR	BS	BS	MR	BS
7		BS	MR	BS	BS	MR	BS		MS	MR	S	BS	MR	S
8	2	S	MR	MS	BS	MR	BS	11	MS	MR	S	MS	MR	BS
9		BS	MR	S	BS	MR	S		BS	MR	MS	BS	MR	BS
10		BS	MR	S	S	MR	BS		MS	MR	S	S	MR	S
11		BS	MR	BS	S	MR	S		BS	MR	S	MS	MR	BS
12		S	MR	BS	S	MR	S		S	MR	MS	BS	MR	S
13		BS	MR	BS	BS	MR	BS		BS	MR	BS	MS	MR	S
14		BS	MR	BS	BS	MR	S		S	MR	S	BS	MR	BS
15	3	S	MR	BS	S	MR	BS	10	BS	MR	S	S	MR	S
16		BS	MR	S	S	MR	BS		S	MR	BS	BS	MR	BS
17		BS	MR	BS	S	MR	S		S	MR	BS	BS	MR	BS
18		S	MR	S	S	MR	BS		BS	MR	BS	BS	MR	BS
19		S	MR	BS	S	MR	S		S	MR	S	S	MR	S
20		S	MR	BS	S	MR	BS		BS	MR	BS	BS	MR	S
21		BS	MR	BS	S	MR	S		S	MR	S	S	MR	BS
22	4	BS	MR	BS	S	MR	S	9	S	MR	BS	BS	MR	BS
23		S	MR	S	S	MR	S		S	MR	S	BS	MR	BS
24		S	MR	BS	S	MR	BS		BS	MR	MS	S	MR	BS
25		BS	MR	BS	S	MR	S		S	MR	S	S	MR	S
26		S	MR	BS	BS	MR	BS		BS	MR	BS	BS	MR	S
27		BS	MR	BS	S	MR	BS		BS	MR	BS	BS	MR	BS
28		S	MR	BS	S	MR	S		S	MR	MS	BS	MR	S
29	5	S	MR	BS	S	MR	S	8	BS	MR	BS	MS	MR	S
30		S	MR	BS	BS	MR	S		S	MR	S	BS	MR	BS
31		S	MR	BS	BS	MR	BS		MS	MR	MS	MS	MR	BS
32		S	MR	S	BS	MR	BS		BS	MR	BS	S	MR	BS
33		S	MR	S	BS	MR	S		S	MR	S	MS	MR	S
34		S	MR	BS	BS	MR	BS		BS	MR	BS	BS	MR	S
35		S	MR	BS	S	MR	BS		S	MR	BS	BS	MR	BS
36	6	BS	MR	S	S	MR	S	7	S	MR	S	S	MR	S
37		MS	MR	BS	S	MR	S		MS	MR	MS	BS	MR	S
38		MS	MR	BS	S	MR	BS		S	MR	S	S	MR	BS
39		S	MR	S	S	MR	BS		S	MR	MS	BS	MR	S
40		BS	MR	S	S	MR	MS		MS	MR	MS	MS	MR	S
41		BS	MR	S	S	MR	BS		BS	MR	MS	S	MR	S
42		S	MR	S	S	MR	BS		BS	MR	S	BS	MR	BS

C = Común CII = Común II

Cuadro 4.7. Análisis de varianza para reacción al tizón foliar (*Pyricularia grisea*) en zacate buffel. Zaragoza, Coahuila, 2002.

FV	GL	SC	CM	F _{calc}	F _{tab}	
					5%	1%
Evaluaciones	2	3.111	1.555	6.26 NS	9.55	30.82
Repeticiones/Evaluaciones	3	0.745	0.248			
Tratamientos	215	38.680	0.180	3.97 **	1.00	1.00
Evaluaciones*Tratamientos	430	22.312	0.052	1.15 **	1.00	1.00
Error Combinado	645	29.226	0.045			
Total	1295	94.074				

CV = 17.97% Datos Transformados a $\sqrt{dato + 1}$

sobre todo al final de las evaluaciones y particularmente en la tercera, y la falta de consistencia en cuanto a la reacción a la enfermedad de los 142 tratamientos a través de la evaluaciones, explica buena parte de la variabilidad que presentaron los tratamientos en cuanto a la reacción al tizón.

Las tres evaluaciones de reacción al tizón proporcionan un indicativo de la evolución de la enfermedad a través del tiempo y en este sentido, la tercera evaluación es la que proporciona los resultados más confiables para evaluar la resistencia. Con base a la tercera evaluación y considerando 236 genotipos (228 progenies y ocho variedades comerciales), 234 dieron reacción de resistencia en sus distintos niveles, 12 por ciento de

ellos fueron resistentes (28 de 236), 42 por ciento muy resistentes (99 de 236), 45 por ciento bastante resistente (107 de 236) y solo 1 por ciento susceptibles (2 de 236); un material perteneciente a las progenies y otro correspondiente a las variedades comerciales (Higgins).

Respecto a otros resultados, O'Cumpaugh y Rodríguez (1998) reportaron resultados de experimentos donde la variedad Común fue evaluada junto con 23 genotipos en dos localidades en Texas en 1997, la mayoría de ellos tuvieron reacción de susceptibilidad al tizón. El híbrido H-17, material generado por los investigadores del Programa de Pastos de la U.A.A.A.N. resultó resistente en ambas localidades. Perrot y Chakraborty (1999), también encontraron diferencias significativas en evaluaciones donde Común mostró susceptibilidad al tizón en inoculaciones de *Pyricularia grisea*.

Por otro lado, la susceptibilidad de la variedad Común es el resultado de la acción del patógeno sobre el material que por muchos años ha sido prácticamente la única variedad en las praderas de Texas y el norte de México y en años recientes se ha dado una situación de epifitía (Rodríguez *et al.*, 1999). Considerando que el mecanismo de reproducción es a través de aposporia y pseudogamia (Fisher *et al.*, 1954; Snyder *et al.*, 1955), hay riesgos mayores pues todas las plantas son genéticamente iguales. Desde 1949 que la variedad Común fue liberada en los Estados Unidos (Holt, 1985), particularmente en Texas y debido a sus buenas características de producción de semilla y aceptación por el ganado, esta variedad de buffel se convirtió en la planta forrajera más importante no sólo en el vecino país, sino también en México (O'Cumpaugh y Rodríguez, 1998).

Producción de Forraje Verde

En el Cuadro 4.8 se presenta la producción de forraje verde de los 236 tratamientos probados. Estos datos se obtuvieron del Cuadro A5 donde se presenta la producción de forraje de las 480 parcelas del experimento y el número de plantas por parcela. De acuerdo al Cuadro 4.8, la mayor producción de forraje verde fue la del tratamiento 34 con una estimación de 37813 kg/ha, la cual fue ocho veces la del tratamiento de menor producción que se tuvo con el tratamiento 119 con una estimación de 4675 kg/ha.

La producción promedio de los 236 tratamientos fue de 17507 kg/ha y considerando rangos de producción de forraje de 10000 kg/ha, existieron 38 tratamientos con rendimientos menores a 10000 kg/ha, 118 tratamientos con rendimientos iguales o mayores a 10000 pero menores a 20000 kg/ha, 66 tratamientos con rendimientos iguales o mayores a 20000, pero menores a 30000 kg/ha y 14 tratamientos con producciones de forraje iguales o mayores a 30000 kg/ha.

En los testigos comerciales el rango para las estimaciones de producción de forraje verde fue de 23187 y 31831 kg/ha para H-17 y Zaragoza 115, respectivamente. La estimación promedio de los cinco testigos comerciales (Zaragoza 115, Formidable, Higgins, Nueces y H-17) fue de 27755 kg/ha. La estimación para la variedad Común la cual no se incluyó como tratamiento pero sí en las líneas separadoras, fue de 28490 kg/ha en base a 24 observaciones.

Cuadro 4.8. Producción de forraje verde por planta de 228 progenies F₂, líneas experimentales y variedades comerciales de zacate buffel. Zaragoza, Coahuila, 2002.

Tratamiento	Producción de Forraje Verde				
	Repeticiones		Total	\bar{X}	Kg•ha ⁻¹
	I	II			
1	0.950	0.813	1.763	0.882	22038
2	0.797	0.694	1.491	0.746	18638
3	0.813	0.200	1.013	0.507	12663
4	0.388	---	0.388	0.388	9700
5	0.907	0.788	1.695	0.848	21200
6	0.744	1.627	2.371	1.186	29638
7	0.594	0.833	1.427	0.714	17838
8	0.456	1.020	1.476	0.738	18450
9	0.856	---	0.856	0.856	21400
10	0.800	---	2.156	1.078	26950
11	1.075	1.275	2.350	1.175	29375
12	1.270	1.425	2.695	1.348	33688
13	0.358	0.433	0.791	0.396	9888
14	1.269	1.142	2.411	1.206	30138
15	0.725	0.642	1.367	0.684	17088
16	0.494	0.500	0.994	0.497	12425
17	0.888	1.143	2.031	1.016	25388
18	0.813	0.967	1.780	0.890	22250
19	0.678	1.018	1.696	0.848	21200
20	0.669	0.638	1.307	0.654	16338
21	0.386	---	0.386	0.386	9650
22	0.800	2.100	2.900	1.450	36250
23	0.488	0.717	1.205	0.603	15063
24	1.000	0.700	1.700	0.850	21250
25	0.686	---	0.686	0.686	17150
26	0.713	0.800	1.513	0.757	18925
27	0.675	0.800	1.475	0.738	18438
28	0.478	0.550	1.028	0.514	12850
29	0.400	0.400	0.800	0.400	10000
30	0.838	0.625	1.463	0.732	18288
31	1.075	1.200	2.275	1.138	28438
32	0.875	1.800	2.675	1.338	33438
33	0.480	---	0.480	0.480	12000
34	1.250	1.775	3.025	1.513	37813
35	0.150	0.600	0.750	0.375	9375
36	0.580	---	0.580	0.580	14500
37	1.260	---	1.260	1.260	31500
38	0.467	0.433	0.900	0.450	11250
39	1.138	1.025	2.163	1.082	27038
40	0.543	0.488	1.031	0.516	12900

Continuación Cuadro 4.8.

Tratamiento	Producción de Forraje Verde				
	Repeticiones		Total	\bar{X}	Kg•ha ⁻¹
	I	II			
41	0.950	0.217	1.167	0.584	14588
42	0.533	---	0.533	0.533	13325
43	1.063	1.350	2.413	1.207	30163
44	1.050	1.231	2.281	1.141	28513
45	0.363	0.375	0.738	0.369	9225
46	0.488	1.100	1.588	0.794	19850
47	0.500	0.333	0.833	0.417	10413
48	0.830	---	0.830	0.830	20750
49	1.256	1.114	2.370	1.185	29625
50	0.371	0.567	0.938	0.469	11725
51	0.483	0.550	1.033	0.517	12913
52	0.750	0.825	1.575	0.788	19688
53	0.631	0.700	1.331	0.666	16638
54	0.813	0.769	1.582	0.791	19775
55	0.770	0.331	1.101	0.551	13763
56	1.050	1.271	2.321	1.161	29013
57	0.500	---	0.500	0.500	12500
58	0.694	---	0.694	0.694	17350
59	0.700	0.975	1.675	0.838	20938
60	0.556	0.753	1.309	0.655	16363
61	0.650	1.500	2.150	1.075	26875
62	0.613	0.475	1.088	0.544	13600
63	0.607	0.813	1.420	0.710	17750
64	0.383	0.338	0.721	0.361	9013
65	0.831	0.919	1.750	0.875	21875
66	0.420	0.263	0.683	0.342	8538
67	0.514	1.175	1.689	0.845	21113
68	0.369	1.358	1.727	0.864	21588
69	0.460	1.150	1.610	0.805	20125
70	0.231	0.363	0.594	0.297	7425
71	0.806	0.200	1.006	0.503	12575
72	0.356	0.360	0.716	0.358	8950
73	1.025	0.697	1.722	0.861	21525
74	0.675	0.642	1.317	0.659	16463
75	1.038	0.717	1.755	0.878	21938
76	0.481	1.350	1.831	0.916	22888
77	1.088	1.150	2.238	1.119	27975
78	0.514	1.000	1.514	0.757	18925
79	0.881	0.600	1.481	0.741	18525
80	0.856	0.550	1.406	0.703	17575

Continuación Cuadro 4.8.

Tratamiento	Producción de Forraje Verde				
	Repeticiones		Total	\bar{X}	Kg•ha ⁻¹
	I	II			
81	0.513	0.650	1.163	0.582	14538
82	1.050	0.769	1.819	0.910	22738
83	0.738	0.388	1.126	0.563	14075
84	0.638	1.520	2.158	1.079	26975
85	0.438	---	0.438	0.438	10950
86	0.736	0.875	1.611	0.806	20138
87	0.975	1.050	2.025	1.013	25313
88	0.319	0.400	0.719	0.360	8988
89	1.313	0.525	1.838	0.919	22975
90	0.856	0.450	1.306	0.653	16325
91	0.744	0.633	1.377	0.689	17213
92	0.838	0.583	1.421	0.711	17763
93	1.038	0.250	1.288	0.644	16100
94	0.950	0.433	1.383	0.692	17288
95	0.514	1.033	1.547	0.774	19338
96	0.294	0.125	0.419	0.210	5238
97	0.614	0.914	1.528	0.764	19100
98	0.925	1.331	2.256	1.128	28200
99	0.580	0.913	1.493	0.747	18663
100	0.583	---	0.583	0.583	14575
101	0.606	0.383	0.989	0.495	12363
102	0.688	0.733	1.421	0.711	17763
103	0.517	2.000	2.517	1.259	31463
104	0.982	0.700	1.682	0.841	21025
105	0.764	0.192	0.956	0.478	11950
106	0.467	---	0.467	0.467	11675
107	1.025	0.358	1.383	0.692	17288
108	0.308	---	0.308	0.308	7700
109	1.075	0.856	1.931	0.966	24150
110	1.056	0.475	1.531	0.766	19138
111	0.550	0.500	1.050	0.525	13125
112	1.006	0.756	1.762	0.881	22025
113	0.963	0.367	1.330	0.665	16625
114	0.288	---	0.288	0.288	7200
115	0.781	0.892	1.673	0.837	20913
116	0.658	0.550	1.208	0.604	15100
117	0.963	1.081	2.044	1.022	25550
118	0.594	0.200	0.794	0.397	9925
119	0.207	0.167	0.374	0.187	4675
120	0.690	0.225	0.915	0.458	11438

Continuación Cuadro 4.8.

Tratamiento	Producción de Forraje Verde				
	Repeticiones		Total	\bar{X}	Kg•ha ⁻¹
	I	II			
121	0.431	0.406	0.837	0.419	10463
122	0.331	0.400	0.731	0.366	9138
123	1.043	0.700	1.743	0.872	21788
124	0.225	0.490	0.715	0.358	8938
125	0.681	0.450	1.131	0.566	14150
126	0.350	0.533	0.883	0.442	11038
127	0.270	0.350	0.620	0.310	7750
128	0.667	0.300	0.967	0.484	12088
129	0.450	0.710	1.160	0.580	14500
130	0.307	0.188	0.495	0.248	6188
131	0.393	0.650	1.043	0.522	13038
132	0.781	1.469	2.250	1.125	28125
133	0.863	1.829	2.692	1.346	33650
134	0.743	---	0.743	0.743	18575
135	0.469	0.890	1.359	0.680	17000
136	0.529	0.300	0.829	0.415	10363
137	0.656	0.813	1.469	0.735	18363
138	0.360	0.325	0.685	0.343	8563
139	1.114	0.921	2.035	1.018	25438
140	0.650	---	0.650	0.650	16250
141	0.406	0.357	0.763	0.382	9538
142	1.300	1.025	2.325	1.163	29063
143	0.292	---	0.292	0.292	7300
144	1.438	1.128	2.566	1.283	32075
145	0.630	0.330	0.960	0.480	12000
146	0.414	---	0.414	0.414	10350
147	0.743	0.750	1.493	0.747	18663
148	0.694	0.658	1.352	0.676	16900
149	0.440	0.675	1.115	0.558	13938
150	0.600	0.150	0.750	0.375	9375
151	0.838	0.644	1.482	0.741	18525
152	0.586	0.514	1.100	0.550	13750
153	0.816	0.763	1.579	0.790	19738
154	0.514	0.775	1.289	0.645	16113
155	0.613	0.625	1.238	0.619	15475
156	0.483	0.544	1.027	0.514	12838
157	1.013	1.025	2.038	1.019	25475
158	0.871	0.286	1.157	0.579	14463
159	0.563	0.667	1.230	0.615	15375
160	0.650	1.375	2.025	1.013	25313

Continuación Cuadro 4.8.

Tratamiento	Producción de Forraje Verde				
	Repeticiones		Total	\bar{X}	Kg•ha ⁻¹
	I	II			
161	0.725	1.000	1.725	0.863	21563
162	0.500	0.760	1.260	0.630	15750
163	0.738	0.875	1.613	0.807	20163
164	0.469	0.663	1.132	0.566	14150
165	0.583	0.920	1.503	0.752	18788
166	0.650	0.075	0.725	0.363	9063
167	1.038	1.257	2.295	1.148	28688
168	0.475	0.253	0.728	0.364	9100
169	0.700	0.606	1.306	0.653	16325
170	0.563	0.500	1.063	0.532	13288
171	0.575	0.419	0.994	0.497	12425
172	1.244	1.304	2.548	1.274	31850
173	0.513	0.780	1.293	0.647	16163
174	0.925	0.050	0.975	0.488	12188
175	1.169	0.961	2.130	1.065	26625
176	0.341	0.281	0.622	0.311	7775
177	0.800	---	0.800	0.800	20000
178	0.606	0.514	1.120	0.560	14000
179	0.488	0.475	0.963	0.482	12038
180	0.500	0.325	0.825	0.413	10313
181	0.231	0.540	0.771	0.386	9638
182	1.044	1.406	2.450	1.225	30625
183	0.519	0.250	0.769	0.385	9613
184	0.375	---	0.375	0.375	9375
185	0.681	0.960	1.641	0.821	20513
186	0.857	0.175	1.032	0.516	12900
187	0.888	0.756	1.644	0.822	20550
188	1.056	0.636	1.692	0.846	21150
189	0.594	0.488	1.082	0.541	13525
190	1.044	0.888	1.932	0.966	24150
191	0.680	---	0.680	0.680	17000
192	1.125	1.206	2.331	1.166	29138
193	0.606	0.709	1.315	0.658	16438
194	0.394	0.500	0.894	0.447	11175
195	0.688	0.850	1.538	0.769	19225
196	0.828	0.450	1.278	0.639	15975
197	0.831	1.000	1.831	0.916	22888
198	0.672	0.519	1.191	0.596	14888
199	0.894	0.956	1.850	0.925	23125
200	0.313	---	0.313	0.313	7825

Continuación Cuadro 4.8.

Tratamiento	Producción de Forraje Verde				
	Repeticiones		Total	\bar{X}	Kg·ha ⁻¹
	I	II			
201	0.343	0.150	0.493	0.247	6163
202	1.041	0.950	1.991	0.996	24888
203	0.775	0.414	1.189	0.595	14863
204	0.320	0.565	0.885	0.443	11063
205	0.293	0.285	0.578	0.289	7225
206	0.483	0.733	1.216	0.608	15200
207	0.338	0.600	0.938	0.469	11725
208	0.280	0.217	0.497	0.249	6213
209	1.106	1.084	2.190	1.095	27375
210	0.386	0.394	0.780	0.390	9750
211	0.969	0.650	1.619	0.810	20238
212	1.031	1.700	2.731	1.366	34138
213	0.431	0.867	1.298	0.649	16225
214	0.600	0.833	1.433	0.717	17913
215	0.750	0.108	0.858	0.429	10725
216	0.529	0.540	1.069	0.535	13363
217	1.171	0.575	1.746	0.873	21825
218	0.267	0.600	0.867	0.434	10838
219	0.479	0.700	1.179	0.590	14738
220	0.329	---	0.329	0.329	8225
221	0.544	0.358	0.902	0.451	11275
222	1.179	0.831	2.010	1.005	25125
223	0.719	0.400	1.119	0.560	13988
224	0.744	0.392	1.136	0.568	14200
225	0.243	0.200	0.443	0.222	5538
226	0.679	0.329	1.008	0.504	12600
227	0.844	1.283	2.127	1.064	26588
228	0.475	0.333	0.808	0.404	10100
229	1.289	0.900	2.189	1.095	27363
230	0.369	0.213	0.582	0.291	7275
231	0.725	1.094	1.819	1.082	27056
232	0.975	0.913	1.888	1.173	29337
233	0.825	0.781	1.606	0.803	20075
234	0.806	1.363	2.169	1.273	31831
235	0.853	0.733	1.586	0.928	23187
236	0.488	0.270	0.758	0.379	9475

229 = Higgins 230 = Dwarf 231 = Nueces 232 = Formidable 233 = Común II 234 = Zaragoza 115 235 =
 Híbrido 17 236 = Clon Sexual

Para las tres líneas experimentales las estimaciones de producción de forraje fueron de 20075, 9475 y 7275 kg/ha para Común II, el Clon Sexual y Dwarf, respectivamente. Para Común II se tuvo otra estimación de 24 observaciones en las líneas separadoras; esta fue de 32480 kg/ha. Tomando en cuenta todas las observaciones la estimación para Común II fue de 31525 kg/ha. Los resultados de Vázquez (2000) también demuestran la capacidad de Común II para producir más de 25 toneladas de forraje verde en un corte.

La producción de forraje como toda variable cuantitativa es altamente influenciada por el medio ambiente. Esto es todavía más acentuado en especies resistentes a la sequía como el zacate buffel el cual responde rápidamente a la presencia de humedad en el suelo. En un ensayo en blanco con Común II el cual es apomíctico obligado, se tuvieron estimaciones 4.9 y 5.5 mayores con respecto a las estimaciones más bajas para forraje verde y forraje seco respectivamente con base en 44 observaciones (González, datos sin publicar). Las estimaciones extremo obtenidas fueron de 40000 y 8125 kg/ha para forraje verde y 21360 y 3881 kg/ha de forraje seco; esto indica el gran efecto del medio ambiente sobre la producción de forraje. Es obvio que la variación observada entre progenies F_2 , líneas experimentales y variedades comerciales, incluye además de la variación ambiental, la variación genética.

Los híbridos de TAM-CRD B1s y Común II presentaron buenas expectativas para poder seleccionar genotipos con base a producción de forraje ya que varias progenies F_2 (73 progenies) superaron la producción de forraje de Común II, el progenitor masculino apomíctico. Al provenir todas las progenies de la cruce entre el

Clon Sexual y Común II, se requiere hacer algunas referencias de aquellas con respecto a los testigos considerados en esta evaluación.

Común rindió 28490 kg/ha siendo superado por 21 progenies cuya fluctuación de producción de forraje estuvo entre 28513 y 37813 kg/ha, es decir, la progenie 34 que fue la de mayor producción rindió 32.7 por ciento más que la variedad Común.

Los rendimientos de Zaragoza 115 y el Híbrido 17 estuvieron invertidos ya que normalmente H-17 supera en producción de forraje verde y forraje seco a la variedad Zaragoza 115. En Ocampo, Coahuila lo demuestran los resultados de Alvarado (1993) y Carbajal (1996), y en Reynosa, Tamaulipas los resultados de González (en preparación, sin publicar). En esta última localidad, el rendimiento de forraje seco, promedio de tres cortes del Híbrido 17 fue superior estadísticamente al de Zaragoza 115. El rendimiento del Híbrido 17 fue de 11443 kg/ha y el de Zaragoza 115 de 8734. En Zaragoza, Coahuila los rendimientos de forraje verde y seco, promedio de cinco cortes en dos años del Híbrido 17 y Zaragoza 115 fueron iguales estadísticamente. Cuarenta y dos progenies F₂ tuvieron estimaciones menores a los del Híbrido 17 para la producción de forraje verde.

El análisis de varianza para la producción de forraje verde se realizó con los datos de 213 tratamientos ya que para el resto no se obtuvieron datos en la segunda repetición, éste se presenta en el Cuadro 4.9.

Cuadro 4.9. Análisis de varianza para producción de forraje verde de 228 progenies F₂, líneas experimentales y variedades comerciales de zacate buffel. Zaragoza, Coahuila, 2002.

FV	GL	SC	CM	F_{calc}	F_{tab}	
					5%	1%
Repeticiones	1	0.036	0.036	0.514 NS	3.79	6.29
Tratamientos	212	35.976	0.170	2.401 * *	1.00	1.00
Error Exp.	212	14.985	0.071			
Total	425	50.998				

$t_{(tabulada\ 212\ gl\ al\ 5\%)} = 1.645$ CV = 36.84%

Altura de Planta

La altura de planta de las 228 progenies F₂ y de los testigos se presenta en el Cuadro 4.10. El rango de variación en altura fue casi del 100 por ciento entre el tratamiento 11 con 122.5 cm y el 138 con 62.5 cm. Tratamientos con más de 100 cm de altura correspondieron a 125 de 236, mientras que el resto (111 de 236) tuvo alturas menores de 100 cm. La media general del experimento fue de 98 cm, mientras que la media de las progenies F₂ sin incluir la media de las variedades comerciales fue de 98.2 cm, valor prácticamente igual al de aquella. La media de las cinco variedades comerciales y las tres líneas experimentales fue ligeramente mayor con 104.6 cm.

Cuadro 4.10. Altura de planta de 228 progenies F₂, líneas experimentales y variedades comerciales de zacate buffel. Zaragoza, Coahuila, 2002.

Bloque	Progenie	Trat.	Repet.		Media	Bloque	Progenie	Trat.	Repet.		Media		
			I	II*					I	II*			
1	49	1	1	95	105	100.0	9	57	1	41	115	110	112.5
1	49	2	2	95	100	97.5	9	57	2	42	95	--	95.0
1	49	3	3	100	90	95.0	9	57	3	43	115	95	105.0
1	49	4	4	112	---	112.0	9	57	4	44	115	95	105.0
1	49	5	5	100	90	95.0	9	57	5	45	105	90	97.5
2	50	1	6	120	95	107.5	10	58	1	46	80	85	82.5
2	50	2	7	120	105	112.5	10	58	2	47	90	78	84.0
2	50	3	8	105	95	100.0	10	58	3	48	110	---	110.0
2	50	4	9	105	---	105.0	10	58	4	49	110	85	97.5
2	50	5	10	110	---	110.0	10	58	5	50	90	65	77.5
3	51	1	11	130	115	122.5	11	59	1	51	90	95	92.5
3	51	2	12	115	110	112.5	11	59	2	52	97	84	90.5
3	51	3	13	130	80	105.0	11	59	3	53	95	85	90.0
3	51	4	14	110	95	102.5	11	59	4	54	100	100	100.0
3	51	5	15	120	85	102.5	11	59	5	55	100	100	100.0
4	52	1	16	105	100	102.5	12	60	1	56	120	100	110.0
4	52	2	17	105	100	102.5	12	60	2	57	100	---	100.0
4	52	3	18	105	95	100.0	12	60	3	58	100	---	100.0
4	52	4	19	95	90	92.5	12	60	4	59	90	90	90.0
4	52	5	20	90	95	92.5	12	60	5	60	90	95	92.5
5	53	1	21	100	---	100.0	13	61	1	61	100	95	97.5
5	53	2	22	85	80	82.5	13	61	2	62	95	90	92.5
5	53	3	23	90	75	82.5	13	61	3	63	100	90	95.0
5	53	4	24	90	90	90.0	13	61	4	64	90	80	85.0
5	53	5	25	100	---	100.0	13	61	5	65	80	75	77.5
6	54	1	26	105	95	100.0	14	62	1	66	86	80	83.0
6	54	2	27	105	100	102.5	14	62	2	67	90	90	90.0
6	54	3	28	90	90	90.0	14	62	3	68	100	105	102.5
6	54	4	29	105	75	90.0	14	62	4	69	110	95	102.5
6	54	5	30	105	95	100.0	14	62	5	70	121	107	114.0
7	55	1	31	115	110	112.5	15	63	1	71	120	115	117.5
7	55	2	32	105	100	102.5	15	63	2	72	122	110	116.0
7	55	3	33	120	---	120.0	15	63	3	73	115	90	102.5
7	55	4	34	120	95	107.5	15	63	4	74	100	75	87.5
7	55	5	35	80	70	75.0	15	63	5	75	100	80	90.0
8	56	1	36	100	---	100.0	16	64	1	76	110	100	105.0
8	56	2	37	90	---	90.0	16	64	2	77	125	100	112.5
8	56	3	38	90	90	90.0	16	64	3	78	118	75	96.5
8	56	4	39	90	115	102.5	16	64	4	79	95	50	72.5
8	56	5	40	95	100	97.5	16	64	5	80	120	75	97.5

* No fue posible establecer las poblaciones en 27 parcelas de la repetición II por insuficiencia de plantas al momento del transplante.

Continuación Cuadro 4.10.

Bloque	Progenie	Trat.	Repet.		Media	Bloque	Progenie	Trat.	Repet.		Media		
			I	II*					I	II*			
17	65	1	81	120	95	107.5	25	73	1	121	97	80	88.5
17	65	2	82	120	110	115.0	25	73	2	122	110	100	105.0
17	65	3	83	120	110	115.0	25	73	3	123	100	95	97.5
17	65	4	84	125	108	116.5	25	73	4	124	90	83	86.5
17	65	5	85	100	---	100.0	25	73	5	125	105	65	85.0
18	66	1	86	100	80	90.0	26	74	1	126	100	84	92.0
18	66	2	87	100	85	92.5	26	74	2	127	113	90	101.5
18	66	3	88	110	96	103.0	26	74	3	128	90	80	85.0
18	66	4	89	115	70	92.5	26	74	4	129	85	80	82.5
18	66	5	90	100	80	90.0	26	74	5	130	90	80	85.0
19	67	1	91	105	85	95.0	27	75	1	131	90	120	105.0
19	67	2	92	120	100	110.0	27	75	2	132	100	105	102.5
19	67	3	93	135	90	112.5	27	75	3	133	105	115	110.0
19	67	4	94	130	95	112.5	27	75	4	134	95	---	95.0
19	67	5	95	110	85	97.5	27	75	5	135	100	95	97.5
20	68	1	96	100	70	85.0	28	76	1	136	100	90	95.0
20	68	2	97	105	80	92.5	28	76	2	137	100	90	95.0
20	68	3	98	110	105	107.5	28	76	3	138	80	45	62.5
20	68	4	99	115	98	106.5	28	76	4	139	95	80	87.5
20	68	5	100	100	---	100.0	28	76	5	140	95	---	95.0
21	69	1	101	100	90	95.0	29	77	1	141	115	110	112.5
21	69	2	102	90	70	80.0	29	77	2	142	115	95	105.0
21	69	3	103	120	80	100.0	29	77	3	143	110	---	110.0
21	69	4	104	105	105	105.0	29	77	4	144	120	85	102.5
21	69	5	105	90	80	85.0	29	77	5	145	110	100	105.0
22	70	1	106	95	---	95.0	30	78	1	146	100	---	100.0
22	70	2	107	120	110	115.0	30	78	2	147	115	80	97.5
22	70	3	108	100	---	100.0	30	78	3	148	120	100	110.0
22	70	4	109	105	55	80.0	30	78	4	149	120	100	110.0
22	70	5	110	105	60	82.5	30	78	5	150	90	100	95.0
23	71	1	111	95	105	100.0	31	79	1	151	100	85	92.5
23	71	2	112	115	100	107.5	31	79	2	152	100	75	87.5
23	71	3	113	97	80	88.5	31	79	3	153	110	100	105.0
23	71	4	114	105	---	105.0	31	79	4	154	110	80	95.0
23	71	5	115	90	95	92.5	31	79	5	155	100	100	100.0
24	72	1	116	99	80	89.5	32	80	1	156	110	100	105.0
24	72	2	117	105	110	107.5	32	80	2	157	105	100	102.5
24	72	3	118	100	87	93.5	32	80	3	158	100	90	95.0
24	72	4	119	90	80	85.0	32	80	4	159	95	80	87.5
24	72	5	120	100	90	95.0	32	80	5	160	90	80	85.0

Continuación Cuadro 4.10.

Bloque	Progenie	Trat.	Repet.		Media	Bloque	Progenie	Trat.	Repet.		Media		
			I	II*					I	II*			
33	81	1	161	118	95	106.5	41	89	1	201	100	100	100.0
33	81	2	162	117	80	98.5	41	89	2	202	110	100	105.0
33	81	3	163	118	105	111.5	41	89	3	203	90	78	84.0
33	81	4	164	118	90	104.0	41	89	4	204	99	85	92.0
33	81	5	165	116	95	105.5	41	89	5	205	90	80	85.0
34	82	1	166	80	80	80.0	42	90	1	206	130	100	115.0
34	82	2	167	115	110	112.5	42	90	2	207	120	75	97.5
34	82	3	168	100	87	93.5	42	90	3	208	120	110	115.0
34	82	4	169	105	100	102.5	42	90	4	209	120	100	110.0
34	82	5	170	95	95	95.0	42	90	5	210	115	95	105.0
35	83	1	171	110	90	100.0	43	91	1	211	100	110	105.0
35	83	2	172	110	90	100.0	43	91	2	212	105	105	105.0
35	83	3	173	99	80	89.5	43	91	3	213	110	95	102.5
35	83	4	174	110	80	95.0	43	91	4	214	100	100	100.0
35	83	5	175	120	75	97.5	43	91	5	215	90	60	75.0
36	84	1	176	85	75	80.0	44	92	1	216	105	100	102.5
36	84	2	177	85	---	85.0	44	92	2	217	130	90	110.0
36	84	3	178	80	70	75.0	44	92	3	218	125	113	119.0
36	84	4	179	90	70	80.0	44	92	4	219	100	96	98.0
36	84	5	180	80	70	75.0	44	92	5	220	110	---	110.0
37	85	1	181	97	70	83.5	45	93	1	221	125	87	106.0
37	85	2	182	110	100	105.0	45	93	2	222	120	70	95.0
37	85	3	183	100	90	95.0	45	93	3	223	110	85	97.5
37	85	4	184	100	---	100.0	45	93	4	224	97	80	88.5
37	85	5	185	100	90	95.0	45	93	5	225	100	94	97.0
38	86	1	186	120	85	102.5	46	94	1	226	105	100	102.5
38	86	2	187	115	100	107.5	46	94	2	227	105	100	102.5
38	86	3	188	120	90	105.0	46	94	3	228	100	88	94.0
38	86	4	189	120	90	105.0	46	94	4	229	105	85	95.0
38	86	5	190	110	95	102.5	46	94	5	230	90	55	72.5
39	87	1	191	100	---	100.0	47	95	1	231	115	110	112.5
39	87	2	192	110	90	100.0	47	95	2	232	110	110	110.0
39	87	3	193	95	90	92.5	47	95	3	233	115	95	105.0
39	87	4	194	105	105	105.0	47	95	4	234	100	105	102.5
39	87	5	195	100	85	92.5	47	95	5	235	125	90	107.5
40	88	1	196	115	105	110.0	48	96	1	236	120	116	118.0
40	88	2	197	110	100	105.0	48	96	2	237	120	105	112.5
40	88	3	198	100	100	100.0	48	96	3	238	115	110	112.5
40	88	4	199	100	100	100.0	48	96	4	239	130	100	115.0
40	88	5	200	110	---	110.0	48	96	5	240	120	---	120.0

229 = Higgins 230 = Dwarf 231 y 237 = Nueces 232 y 238 = Formidable 233 = Común II 234 y 239 = Zaragoza 115
235 y 240 = Híbrido 17 236 = Clon Sexual

En promedio las variedades comerciales y las líneas experimentales, presentaron alturas de 72.5, 95.0, 105.0, 108.8, 111.3, 112.5, 113.8, 118.0 cm respectivamente para Dwarf, Higgins, Común II, Zaragoza 115, Formidable, Nueces, Híbrido 17 y Clon Sexual.

Más de la mitad de las progenies F_2 y testigos evaluados (123 de 236) presentaron una altura comprendida entre los 100 y 120 cm es decir 52 por ciento del total de materiales evaluados (236 materiales) y solo 113 materiales con alturas menores de 100 cm, o sea 48 por ciento con relación al total (236 materiales). La mayoría de los testigos (6 de 8) presentaron valores de más de 100 cm de altura poco menor a 120 cm, sólo Higgins y Dwarf tuvieron 95 y 72.5 cm respectivamente, siendo los materiales de menor altura.

En el Cuadro 4.11 se presenta el análisis de varianza para esta variable, donde se observan diferencias altamente significativas en ambas fuentes de variación (tratamientos y repeticiones). Los valores de **F** calculada para los dos factores fueron mucho más grandes que sus correspondientes valores tabulados, sobre todo para el factor repeticiones, y esto pudo ser originado (entre otras causas) por el desfase de ocho días en el transplante entre una y otra repetición, y que pudo haber influido en la utilización del agua por las plantas después de la aplicación del primer riego.

Cuadro 4.11. Análisis de varianza para altura de planta de 228 progenies F₂, líneas experimentales y variedades comerciales de zacate buffel. Zaragoza, Coahuila, 2002.

FV	GL	SC	CM	F_{calc}	F_{tab}	
					5%	1%
Repeticiones	1	20221.185	20221.185	201.175 **	3.79	6.29
Tratamientos	212	51866.441	244.653	2.434 **	1.00	1.00
Error Exp.	212	21309.315	100.516			
Total	425	93396.941				

t (tabulada 212 gl al 5%) = **1.645** **CV = 10.23%**

Por consiguiente los tratamientos (progenies F₂ más testigos) establecidos bajo estas condiciones, presentaron variación en altura en primera instancia, debida a esta condición; y a la variación originada en las progenies F₂ por la crusa sexual tetraploide por apomíctico hexaploide.

Pérez (1998) encontró valores de altura de planta en evaluación de híbridos apomícticos desde 1.34 a 1.50 m, siendo H-115 el material que presentó la menor altura, mientras que H-17 presentó la mayor; resultando no significativos los valores de altura en el análisis. Valores de altura de planta un poco menores encontró Alvarado (1993) para 23 híbridos apomícticos cuyo rango se estableció de 1.08 a 1.37 m.

De acuerdo con Ayerza (1981) el zacate buffel cuenta con un gran número de variedades o líneas adaptadas a diferentes condiciones ambientales las cuales se pueden clasificar por el desarrollo de sus rizomas y su porte en: altas, medianas y bajas. Según este autor las variedades altas tienen rizomas y pueden llegar a alcanzar una altura de 1.5 m bajo condiciones favorables. Como variedades altas menciona a Biloela, Molopo, Boorara, Lawes, Nunbank, Tarewinnabar, Chipinga, HA-333, Zeerust, Nueces y Llano. Las variedades medianas pueden tener o no rizomas y alcanzan alturas cercanas al metro. Entre las variedades medianas menciona a Gayndah, Buffel Americano, Texas 4464, Higgins, Blue Buffel, Mbalambele y B1-r. Las variedades bajas raramente superan los 70 cm y no tienen rizomas. Entre éstas se mencionan a Manzimnyama, Sebungwe y West Australian.

Con base al criterio de Ayerza (1981), las progenies F_2 fueron clasificadas de la siguiente manera: de porte alto 119 progenies que representó el 52 por ciento del total, de porte mediano 108 progenies que representó casi el 47.5 por ciento y sólo una progenie (tratamiento 138 con 62.5 cm de altura) clasificada como de porte bajo, y representó aproximadamente el 0.5 por ciento del total de las progenies F_2 evaluadas. El promedio en altura de las 228 progenies fue de 98.17 cm, mientras que los promedios para las categorías alta y mediana fue respectivamente 105.9 y 90 cm. Siete progenies F_2 (3 por ciento) fueron tan bajas en altura, que estuvieron próximas a ser clasificadas en el tercer grupo, y presentaron alturas comprendidas entre 72.5 y 77.5 cm.

Los ocho testigos se clasificaron solamente como: de porte alto con media de 111.6 cm (Nueces, Formidable, Común II, Zaragoza 115, Híbrido 17 y Clon Sexual) y

de porte mediano con 83.8 cm (Higgins y Dwarf). Las variedades comerciales presentaron una altura promedio de 109.7 cm, mientras que las líneas experimentales 98.5 cm, 11 por ciento menos con relación a las primeras.

El Clon Sexual y Común II, líneas experimentales y progenitores de las progenies F₂, presentaron alturas ligeramente diferentes, 118 y 105 cm respectivamente.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos de esta investigación, se establecen las siguientes conclusiones:

Las progenies derivadas de la cruce entre la hembra sexual tetraploide TAM-CRD B1s y el macho apomítico hexaploide Común II, son extensamente variables en características morfológicas y fisiológicas, por lo que es posible seleccionar plantas F_1 para diferentes atributos biológicos de importancia agronómica.

La selección de plantas F_1 por su capacidad para producir panículas está asociada con el modo de reproducción apomítica con base en la proporción encontrada de 1:10 para plantas sexuales y apomíticas respectivamente.

La cruce entre el clon sexual TAM-CRD B1s y el macho apomítico Común II constituye una buena alternativa para generar en la gran mayoría de las plantas F_1 , genotipos con resistencia al tizón.

La cruce del clon sexual TAM-CRD B1s con la variedad experimental apomítica hexaploide Común II ofrece potencial para producir familias F_2 apomíticas

con el potencial necesario para producir rendimientos de forraje iguales o superiores a las variedades comerciales actuales susceptibles al tizón.

RESUMEN

El zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L.) originario de África Oriental, es la gramínea forrajera más importante del norte de México y Texas, donde existen conjuntamente poco más de cuatro millones de hectáreas. Actualmente se dispone de pocos genotipos comercialmente importantes debido a la reducida variabilidad genética dentro de las poblaciones naturales ocasionada por la producción apomítica de su semilla y la casi nula disponibilidad de plantas de reproducción sexual para efectuar cruzamientos artificiales. Otro factor que hace necesario desarrollar nuevas variedades es la susceptibilidad a algunas enfermedades en casi todas las variedades comerciales existentes, particularmente al tizón de la hoja ocasionado por *Pyricularia grisea*. Con base en esta problemática se desarrolló esta investigación cuyos objetivos fueron: conocer la proporción de plantas sexuales y apomíticas en una población F_1 derivada de la cruce entre TAM-CRD B1s (hembra sexual tetraploide) y Común II (macho apomítico hexaploide), la reacción al tizón foliar y el potencial forrajero de las progenies. Se evaluaron 228 progenies F_2 derivadas de 228 plantas F_1 y ocho testigos comerciales en un diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones. Las parcelas experimentales consistieron de ocho plantas por progenie separadas a 0.50 m en camas de 4 m de largo y 0.80 m de separación. Se evaluaron los materiales con base en la uniformidad de las plantas de cada familia F_2 para determinar el modo de reproducción de la planta madre F_1 en cada caso; reacción al tizón foliar, producción de

forraje y altura de planta. Los resultados mostraron que la proporción respectivamente de familias F_2 provenientes de plantas F_1 de reproducción sexual o apomíctica fue aproximadamente de 1:10. Esto indicó que la selección de progenies provenientes de la cruce sexual tetraploide por apomíctico hexaploide favoreció la expresión apomíctica en las progenies F_2 . Todas las progenies excepto dos (una progenie F_2 y la variedad Higgins) fueron resistentes al tizón de la hoja (*Pyricularia grisea*). Siendo Común II buen productor de forraje, hubo 80 materiales con producción de forraje verde superior a 20 ton/ha, Dwarf y el Clon Sexual tuvieron rendimientos inferiores a 10 ton/ha, mientras que Higgins, Nueces, Formidable, Zaragoza 115, Común II e Híbrido 17 superaron las 20 ton. Se clasificaron las progenies como altas (119 materiales), medianas (108 materiales) y sólo una progenie baja; mientras que Nueces, Formidable, Común II, Zaragoza, Híbrido 17 y Clon Sexual como de porte alto y Higgins y Dwarf como medianas. Se concluye que las progenies provenientes de la cruce TAM-CRD B1s por Común II son muy variables en sus características por lo que se puede seleccionar plantas F_1 para diferentes propósitos agronómicos; el vigor de las plantas F_1 estuvo asociado al modo de reproducción apomíctica con una proporción 1:10 para sexuales y apomícticos respectivamente. Finalmente, existen familias derivadas de esta cruce en las cuales se puede seleccionar familias F_2 apomícticas con gran potencial forrajero igual o mayor a las variedades comerciales existentes y resistentes al tizón.

LITERATURA CITADA

- Alcalá G., C. H. 1995.** Origen geográfico y características biológicas. En: Guía práctica para el establecimiento, manejo y utilización del zacate buffel. Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora. INIP-SARH-GOB-EDO-SON. Julio de 1995. pp 41.
- Alvarado R., H. 1994.** Evaluación de híbridos apomícticos de zacate buffel *Cenchrus ciliaris* L. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 64 p.
- Anónimo. 2001.** About buffelgrass. The Buffelgrass Seed Company. Corpus Christi. Texas.
- Ayerza, R. 1981.** El Buffel Grass: Utilidad y manejo de una promisorio gramínea. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 139 p.
- Bashaw, E. C. 1962.** Apomixis and sexuality in buffelgrass. *Crop Sci.* 2: 412-415.
- Bashaw, E. C. 1969.** Registration of buffelgrass germplasm. *Crop. Sci.* 9: 396.
- Bashaw, E. C. and W. W. Hanna. 1990.** Apomitic reproduction. In: Chapman, G. P. (Ed.). Reproductive versatility in the grasses. Cambridge University Press. pp. 100-130.
- Bashaw, E. C. and R. W. Hignight. 1990.** Gene transfer in apomictic buffelgrass through fertilization of an unreduced egg. *Crop Sci.* 30: 571-575.
- Becker, H. 1998.** "Revolutionizing Hybrid Corn Production". <http://www.spprs.usda.gov/apomixis.html>. (26 Abril 2004).
- Bicknell, R. A. and K. B. Bicknell 1999.** "Who will benefit from apomixis?". *Biotechnology and Development Monitor* 37: 17-20.
- Bray, R. A. 1978.** Evidence for facultative apomixis in *Cenchrus ciliaris*. *Euphytica* 27: 801-804.
- Carbajal C., J. 1996.** Evaluación de híbridos apomícticos de zacate buffel en la región desértica de Ocampo, Coahuila. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 79 p.

- Fisher, W. D., E. C. Bashaw and E. C. Holt. 1954.** Evidence for apomixis in *Pennisetum ciliare* and *Cenchrus setigerus*. Agron. J. 46: 401-404.
- Flemons, K. F. and R. D. Whalley. 1958.** Buffelgrass *Cenchrus ciliaris*. Agricultural Gazette New South Wales 69: 449-460.
- Gómez M., S. 1994.** Autofecundación e hibridación en un clon sexual del zacate apomítico *Cenchrus ciliaris* L. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 110 p.
- Gómez M., S. y J. R. González. 1997.** Modo de reproducción y potencial forrajero de híbridos de zacate buffel. Agraria 13: 22-33. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- González D., J. R., S. Gómez M. y M. A. Briones R. 1996.** Compatibilidad en cruce de zacate buffel de lugares altos con el clon sexual TAM-CRD B1s. Memorias del XVI Congreso de Fitogenética. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C. 6-11 de octubre de 1996. Montecillo, Edo. de México. p 48.
- González D., J. R. 1998.** Generación de nuevos cultivares en gramíneas forrajeras apomíticas. Memorias del Primer Simposium Internacional de Semillas Forrajeras. U.A.A.N.-INIFAP. 23-25 de septiembre de 1998. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- González D., J. R., S. Gómez M. y C. Vázquez M. 2000.** Rendimiento de semilla y sus componentes en una línea hexaploide de zacate buffel *Pennisetum ciliare*. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética. Sociedad Mexicana de Fitogenética A. C. Universidad Autónoma de Guanajuato. 15-20 de octubre de 2000. Irapuato, Guanajuato. p. 267.
- González D., J. R., S. Gómez M. and G. E. Pogue. 2001.** New disease tolerant buffelgrass cultivars. 2nd International Apomixis Conference. Program Abstract Book p. 68 April 24-28, 2001. Como, Italy.
- González D., J. R. y S. Gómez M. 2004.** Zacate Buffel AN-17-PS. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Hanselka, C. W. and S. Archer. 1998.** Rangeland ecosystems of south Texas: The keys to sustainability. Proceedings. Management of Grazinglands in Northern Mexico and South Texas. Workshop. Texas A&M University. Laredo, Texas. June 25-26. p. 1-11.
- Hanson, A. A. 1972.** Grass varieties in The United States. Agricultural Research Service. United States Department of Agriculture. Agriculture Handbook N° 170. pp. 39-40.
- Hatch, S. L. y M. A. Hussey. 1991.** Origen, taxonomía y oportunidades de mejora genética del zacate buffel y especies afines. Séptimo Congreso Nacional

SOMMAP. Simposium Internacional Aprovechamiento Integral del Zacate Buffel. 20-23 Agosto. Cd. Victoria, Tamaulipas. Pp. 3-13.

- Holt, E. C. 1985.** Buffelgrass-A Brief History. In: Runge E. C. A. and J. L. Schuster (eds.), Buffelgrass: Adaptation, Management and Forage Quality Symposium. Tex. Agr. Exp. Sta. MP-1575. College Station, TX. p. 1-5.
- Ibarra, H., R. Vásquez, A. Mora and G. Nava. 1998.** Range ecosystems in northeast Mexico and South Texas. Proceedings. Management of Grazinglands in Northern Mexico and South Texas. Workshop. Texas A&M University. Laredo, Texas. June 25-26. p. 13-17.
- Jessup, R. W., B. L. Burson, G. B. Burow, Y. W. Wang, C. Chang, Z. Li, A. H. Paterson, and M. A. Hussey. 2002.** Disomic inheritance, suppressed recombination, and allelic interactions govern apospory in buffelgrass as revealed by genome mapping. *Crop Sci.* 42:1688-1694.
- Martínez G., A. 1988.** Diseños Experimentales. Ed. Trillas. México.
- Mendoza H., J. M. 1983.** Diagnóstico Climático para la Zona de Influencia Inmediata de la U.A.A.A.N. Departamento de Agrometeorología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- O'Cumpaugh, W. R. and O. Rodríguez. 1998.** Pasture forage production: Integration of improved pasture species into South Texas livestock production systems. Proceedings. Management of Grazinglands in Northern Mexico and South Texas. Workshop. Texas A&M University. Laredo Texas. June 25-26. p. 49-60.
- Ozias-Akins P., D. Roche and W. W. Hanna. 1998.** Tight clustering and hemizyosity of apomixis linked molecular markers in *Pennisetum squamulatum* implies genetic control of apospory by a locus divergent that may have no allelic form in sexual genotypes. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 95: 5127-5132.
- Pérez P., L. 1998.** Caracterización de híbridos apomícticos de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Perrot, R. F. and S. Chakraborty. 1999.** *Pyricularia grisea* causes blight of buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) in Queensland, Australia. *Tropical Grasslands* 33: 201-206.
- Ramírez G., F., M. H. Reyes V., J. R. González D., S. Gómez M. y V. Robledo T. 1998.** Determinación del número cromosómico en seis materiales de zacate buffel. Memorias del XVII Congreso de Fitogenética. Sociedad Mexicana de Fitogenética A. C. Universidad Autónoma de Guerrero. Acapulco, Guerrero. p 397.
- Read, J. C. and E. C. Bashaw. 1969.** Cytotaxonomic relationships and the role of apomixis in speciation in buffelgrass and birdwoodgrass. *Crop Sci.* 9: 805-806.

- Rodríguez O., J. González-Domínguez., J. P. Krausz, G. N. Odvody, J. P. Wilson, W. W. Hanna. 1999 and M. Levy.** First report and epidemics of buffelgrass blight caused by *Pyricularia grisea* in South Texas. Plant Disease 83: 398.
- Savidan, Y., J. G. Carman and T. Dresselhaus, (eds.). 2001.** The Flowering of Apomixis: From Mechanisms to Genetic Engineering. México, D.F.: CIMMYT, IRD, European Commission DG VI (FAIR). 243 p.
- Sherwood, R. T., B. A. Young and E. C. Bashaw. 1980.** Facultative apomixis in buffelgrass. Crop Sci. 20: 375-379.
- Sherwood, R. T., C. C. Berg, and B. A. Young. 1994.** Inheritance of apomixis in buffelgrass. Crop Sci. 34:1490-1494.
- Snyder, L. A., A. R. Hernández and H. E. Warmke. 1955.** The mechanism of apomixis in *Pennisetum ciliare*. Bot. Gaz. 186: 209-221.
- Steel, R. G. D. y J. H. Torrie 1980.** Bioestadística: Principios y Procedimientos. 2ª ed. McGraw-Hill. pp. 226-228.
- Taliaferro, C. M. and E. C. Bashaw. 1966.** Inheritance and control of obligate apomixis in breeding buffelgrass, *Pennisetum ciliare*. Crop Sci. 6: 473-476.
- Toenniessen, G. H. 2001.** Feeding the world in the 21st century: Plant breeding, biotechnology, and the potential role of apomixis. In: Savidan, Y., J.G. Carman, and T. Dresselhaus (eds.). The Flowering of Apomixis: From Mechanisms to Genetic Engineering. México, D.F.: CIMMYT, IRD, European Commission DG VI (FAIR).
- Vázquez M., C. 2000.** Efecto del nitrógeno y fósforo sobre el rendimiento de semilla y sus componentes en zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L.). Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Páginas Webb Consultadas:

- Kindiger, B. K. and P. L. Sims. 1998.** What's apomixis. Bellagio Apomixis Conference. April 27-May 1, 1998. Rockefeller Foundation's Bellagio Conference and Study Center, Italy. <http://www.billie.btny.purdue.edu/apomixis/apomixis.html>. (24 Abril 2004).

http://www.apomyx.com/About_Apomixis/Poster/Naturalist_Curiosity.html
(5 Noviembre 2001).

APÉNDICE

Cuadro A1. Calificación por *Pyricularia grisea* de 240 materiales de zacate buffel a través de evaluaciones y repeticiones. Zaragoza, Coahuila, 2002.

Bloque	Progenie	Trat.	Evaluaciones						Bloque	Progenie	Trat.	Evaluaciones							
			23-Ago		27-Sep		8-Nov					23-Ago		27-Sep		8-Nov			
			Repeticiones									Repeticiones							
			I	II	I	II	I	II				I	II	I	II				
1	49	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1		
1	49	2	2	0	0	1	0	0	0	*9	57	2	42	1	*	3	*	3	*
1	49	3	3	0	0	0	0	1	3	9	57	3	43	0	0	1	1	1	1
*1	49	4	4	1	*	0	*	3	*	9	57	4	44	0	1	0	1	0	0
1	49	5	5	0	0	0	1	1	1	9	57	5	45	0	0	0	0	1	1
2	50	1	6	0	0	0	0	0	1	10	58	1	46	1	0	1	0	0	0
2	50	2	7	0	0	1	0	1	1	10	58	2	47	0	0	0	0	0	0
2	50	3	8	1	1	3	0	3	1	*10	58	3	48	1	*	1	*	3	*
*2	50	4	9	0	*	0	*	0	*	10	58	4	49	0	0	1	0	0	0
2	50	5	10	0	0	0	0	0	0	10	58	5	50	1	0	1	0	0	0
3	51	1	11	1	0	3	0	0	0	11	59	1	51	1	1	1	1	1	1
3	51	2	12	0	0	0	0	0	0	11	59	2	52	0	0	3	0	1	1
3	51	3	13	0	0	0	0	1	0	11	59	3	53	0	0	0	0	1	1
3	51	4	14	0	0	1	0	0	0	11	59	4	54	0	1	0	1	1	3
3	51	5	15	0	0	0	0	0	0	11	59	5	55	1	1	1	1	3	3
4	52	1	16	1	0	1	0	0	1	12	60	1	56	0	0	0	0	0	0
4	52	2	17	1	0	1	0	0	1	12	60	2	57	0	0	0	0	0	0
4	52	3	18	0	0	1	0	1	1	12	60	3	58	1	1	1	1	1	1
4	52	4	19	0	1	1	1	3	1	12	60	4	59	0	0	0	0	0	0
4	52	5	20	0	0	0	0	0	0	12	60	5	60	1	1	1	1	3	1
*5	53	1	21	1	*	3	*	3	*	13	61	1	61	0	0	0	0	1	0
5	53	2	22	0	1	0	5	1	1	13	61	2	62	0	0	0	0	0	0
5	53	3	23	0	0	0	0	1	1	13	61	3	63	1	0	1	0	1	0
5	53	4	24	1	0	1	0	1	1	13	61	4	64	1	0	1	0	1	0
*5	53	5	25	1	*	3	*	1	*	13	61	5	65	0	0	0	0	0	0
6	54	1	26	1	0	1	0	1	0	14	62	1	66	0	1	0	0	0	0
6	54	2	27	0	0	0	0	0	0	14	62	2	67	1	1	1	1	1	0
6	54	3	28	0	0	1	0	1	0	14	62	3	68	0	0	0	0	1	1
6	54	4	29	0	0	0	0	0	0	14	62	4	69	1	0	1	1	1	1
6	54	5	30	1	1	1	0	1	1	14	62	5	70	0	0	0	0	0	0
7	55	1	31	0	0	0	0	0	0	15	63	1	71	1	1	1	1	1	1
7	55	2	32	0	0	0	0	0	0	15	63	2	72	0	0	0	0	0	1
*7	55	3	33	1	*	1	*	0	*	15	63	3	73	0	0	0	0	1	1
7	55	4	34	0	0	1	0	0	1	15	63	4	74	0	0	0	1	0	1
7	55	5	35	1	1	1	1	1	1	15	63	5	75	0	0	0	1	1	1
*8	56	1	36	0	*	0	*	1	*	16	64	1	76	0	1	1	1	1	1
*8	56	2	37	1	*	1	*	1	*	16	64	2	77	1	1	1	0	3	1
8	56	3	38	0	0	0	0	0	0	16	64	3	78	1	1	3	0	3	1
8	56	4	39	1	0	1	0	1	0	16	64	4	79	1	1	3	1	3	1
8	56	5	40	0	0	0	0	0	0	16	64	5	80	1	1	1	0	1	1

Continuación Cuadro A1.

Bloque	Progenie	Trat.	Evaluaciones						Bloque	Progenie	Trat.	Evaluaciones							
			23-Ago		27-Sep		8-Nov					23-Ago		27-Sep		8-Nov			
			Repeticiones									Repeticiones							
			I	II	I	II	I	II				I	II	I	II	I	II		
17	65	1	81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17	65	2	82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
17	65	3	83	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3	0	0	0	
17	65	4	84	0	1	0	1	3	1	25	73	4	124	0	1	0	1	0	0
*17	65	5	85	0	*	0	*	0	*	25	73	5	125	0	0	1	0	1	1
18	66	1	86	0	0	0	1	0	0	26	74	1	126	0	1	1	1	0	0
18	66	2	87	0	0	0	0	0	0	26	74	2	127	0	0	0	0	0	0
18	66	3	88	1	1	1	1	0	0	26	74	3	128	0	0	0	0	0	0
18	66	4	89	0	0	0	0	1	0	26	74	4	129	0	1	3	1	1	0
18	66	5	90	0	0	0	0	1	0	26	74	5	130	1	1	1	1	1	1
19	67	1	91	1	0	1	0	0	0	27	75	1	131	1	0	1	0	0	0
19	67	2	92	0	0	0	0	1	1	27	75	2	132	0	0	0	0	0	0
19	67	3	93	0	0	0	0	0	1	27	75	3	133	0	0	0	0	0	0
19	67	4	94	1	0	1	0	0	0	*27	75	4	134	1	*	1	*	1	*
19	67	5	95	0	0	1	0	1	1	27	75	5	135	1	0	1	0	0	0
20	68	1	96	1	0	3	1	3	1	28	76	1	136	0	0	0	5	0	0
20	68	2	97	0	0	0	0	0	1	28	76	2	137	0	0	0	0	0	0
20	68	3	98	0	0	0	0	0	1	28	76	3	138	0	0	0	1	0	0
20	68	4	99	1	0	1	1	1	1	28	76	4	139	0	0	0	0	0	0
*20	68	5	100	0	*	0	*	0	*	*28	76	5	140	0	*	0	*	1	*
21	69	1	101	0	0	0	0	0	0	29	77	1	141	0	0	1	0	1	0
21	69	2	102	0	0	0	0	0	0	29	77	2	142	0	0	0	0	0	0
21	69	3	103	1	0	1	0	0	0	*29	77	3	143	1	*	3	*	0	*
21	69	4	104	1	0	1	0	0	0	29	77	4	144	0	0	0	1	0	1
21	69	5	105	1	0	1	0	1	0	29	77	5	145	0	0	0	0	1	1
*22	70	1	106	1	*	1	*	0	*	*30	78	1	146	0	*	1	*	1	*
22	70	2	107	0	0	0	0	1	1	30	78	2	147	0	0	1	0	1	3
*22	70	3	108	0	*	0	*	1	*	30	78	3	148	0	0	0	1	0	0
22	70	4	109	1	0	1	0	1	1	30	78	4	149	0	0	0	1	1	3
22	70	5	110	0	1	0	1	1	0	30	78	5	150	1	0	1	1	0	1
23	71	1	111	0	0	0	0	1	1	31	79	1	151	1	1	1	0	1	1
23	71	2	112	0	0	0	1	0	1	31	79	2	152	1	0	0	0	3	3
23	71	3	113	0	1	0	3	1	1	31	79	3	153	0	0	0	0	0	0
*23	71	4	114	0	*	3	*	1	*	31	79	4	154	0	0	0	0	0	0
23	71	5	115	1	1	1	0	0	0	31	79	5	155	0	0	1	0	1	0
24	72	1	116	0	0	1	0	1	1	32	80	1	156	1	0	3	0	3	1
24	72	2	117	0	0	0	0	3	3	32	80	2	157	0	0	1	0	0	0
24	72	3	118	1	0	1	0	1	1	32	80	3	158	0	0	1	0	1	0
24	72	4	119	0	0	0	0	0	1	32	80	4	159	0	0	0	0	0	0
24	72	5	120	0	0	0	0	0	0	32	80	5	160	0	1	0	1	0	0

* Plantas faltantes en la segunda repetición.

Continuación Cuadro A1.

Bloque	Progenie	Trat.	Evaluaciones						Bloque	Progenie	Trat.	Evaluaciones					
			23-Ago		27-Sep		8-Nov					23-Ago		27-Sep		8-Nov	
			Repeticiones									Repeticiones					
			I	II	I	II	I	II				I	II	I	II	I	II
33	81	1	161	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
33	81	2	162	1	0	1	0	1	0	41	89	2	202	0	0	0	0
33	81	3	163	1	0	3	1	1	1	41	89	3	203	1	0	0	0
33	81	4	164	1	0	3	1	1	1	41	89	4	204	1	0	1	0
33	81	5	165	0	0	0	0	1	1	41	89	5	205	1	0	3	0
34	82	1	166	0	0	1	0	1	1	42	90	1	206	0	1	0	3
34	82	2	167	1	1	1	0	1	1	42	90	2	207	0	0	0	0
34	82	3	168	1	0	3	0	1	1	42	90	3	208	1	1	1	3
34	82	4	169	1	0	1	1	1	0	42	90	4	209	0	0	1	0
34	82	5	170	0	0	0	0	0	0	42	90	5	210	0	1	0	3
35	83	1	171	0	0	0	0	1	1	43	91	1	211	0	1	0	1
35	83	2	172	0	0	0	0	0	1	43	91	2	212	0	0	0	0
35	83	3	173	1	1	3	1	1	1	43	91	3	213	0	0	0	0
35	83	4	174	0	0	0	1	0	1	43	91	4	214	0	0	0	0
35	83	5	175	0	0	0	0	0	0	43	91	5	215	0	1	0	1
36	84	1	176	0	0	0	0	0	0	44	92	1	216	0	0	1	0
*36	84	2	177	1	*	1	*	1	*	44	92	2	217	1	0	0	0
36	84	3	178	0	0	0	0	0	0	44	92	3	218	0	0	0	0
36	84	4	179	0	0	0	0	1	1	44	92	4	219	0	0	0	0
36	84	5	180	0	0	0	1	1	0	*44	92	5	220	1	*	3	*
37	85	1	181	1	1	3	1	5	3	45	93	1	221	0	1	0	0
37	85	2	182	0	0	0	0	0	1	45	93	2	222	0	0	0	0
37	85	3	183	0	0	0	0	3	1	45	93	3	223	0	1	1	3
*37	85	4	184	1	*	3	*	3	*	45	93	4	224	1	1	3	3
37	85	5	185	1	0	1	0	1	1	45	93	5	225	0	0	0	1
38	86	1	186	1	0	1	0	1	3	46	94	1	226	0	0	0	0
38	86	2	187	1	1	1	1	1	1	46	94	2	227	1	0	1	0
38	86	3	188	0	0	0	0	0	0	46	94	3	228	1	0	1	1
38	86	4	189	1	0	1	0	1	0	46	94	4	229	1	1	1	3
38	86	5	190	0	1	0	1	0	0	46	94	5	230	1	0	1	0
*39	87	1	191	0	*	0	*	0	*	47	95	1	231	0	1	0	5
39	87	2	192	1	1	1	1	1	0	47	95	2	232	0	0	0	0
39	87	3	193	0	0	0	0	0	0	47	95	3	233	0	0	0	0
39	87	4	194	1	1	3	3	1	0	47	95	4	234	1	0	1	0
39	87	5	195	1	0	1	0	0	0	47	95	5	235	0	0	0	0
40	88	1	196	1	0	3	3	3	1	48	96	1	236	0	0	0	1
40	88	2	197	1	1	1	1	1	1	48	96	2	237	0	0	0	1
40	88	3	198	0	0	0	0	1	0	48	96	3	238	0	0	0	1
40	88	4	199	0	1	1	1	0	0	48	96	4	239	0	0	0	0
*40	88	5	200	0	*	0	*	0	*	*48	96	5	240	0	*	1	*

229 = Higgins 230 = Dwarf 231 y 237 = Nueces 232 y 238 = Formidable 233 = Común II 234 y 239 = Zaragoza 115
 235 y 240 = Híbrido 17 236 = Clon Sexual

Cuadro A2. Reacción a *Pyricularia grisea* de la variedad Común en tres evaluaciones con dos repeticiones. Zaragoza, Coahuila, 2002.

Bloque Rep I	Evaluaciones						Bloque Rep II	Evaluaciones					
	23-Ago		27-Sep		8-Nov			23-Ago		27-Sep		8-Nov	
	1	7	No. de Surco		1	7		1	7	No. de Surco		1	7
1	1	1	3	5	5	5	49	1	1	3	3	5	3
2	1	1	5	5	7	7	50	1	1	3	3	5	5
3	1	1	7	7	7	7	51	1	1	3	3	3	5
4	1	1	3	3	5	5	52	1	1	3	3	5	5
5	1	1	3	3	7	5	53	1	1	3	3	5	3
6	1	1	5	3	9	7	54	1	1	3	3	5	5
7	1	1	3	3	7	7	55	1	1	3	3	7	5
8	1	1	3	5	5	7	56	1	1	3	5	5	7
9	1	1	5	5	7	7	57	1	1	3	3	3	7
10	1	1	3	3	7	5	58	1	1	3	3	5	5
11	1	1	5	5	5	9	59	1	1	3	3	5	3
12	1	1	5	5	9	9	60	1	1	3	3	5	5
13	1	1	5	5	7	7	61	1	1	3	3	5	5
14	1	1	5	5	7	7	62	1	1	3	3	5	5
15	1	1	3	3	5	5	63	1	1	3	3	5	3
16	1	1	3	3	7	7	64	1	1	3	3	5	3
17	1	1	3	3	5	7	65	1	1	3	3	3	5
18	1	1	5	5	7	7	66	1	1	3	3	5	5
19	1	1	3	3	7	5	67	1	1	3	3	3	5
20	1	1	5	5	7	7	68	1	1	3	3	5	5
21	1	1	5	5	7	5	69	1	1	3	3	5	3
22	1	1	5	3	9	5	70	1	1	3	3	3	5
23	1	1	3	3	7	5	71	1	1	3	3	3	3
24	1	1	3	3	5	7	72	1	1	3	3	5	3
25	1	1	5	5	7	7	73	1	1	3	3	3	3
26	1	1	3	3	7	7	74	1	1	3	3	3	5
27	1	1	5	5	7	7	75	1	1	3	3	3	3
28	1	1	5	5	9	9	76	1	1	5	5	5	7
29	1	1	5	3	7	7	77	1	1	3	3	5	5
30	1	1	3	3	7	5	78	1	1	3	3	3	3
31	1	1	3	5	5	7	79	1	1	5	5	5	7
32	1	1	5	5	5	7	80	1	1	3	3	3	3
33	1	1	3	3	5	5	81	1	1	3	3	3	5
34	1	1	5	5	7	5	82	1	1	3	3	5	5
35	1	1	3	3	7	7	83	1	1	5	5	5	7
36	1	1	3	3	5	5	84	1	1	3	3	5	5
37	1	1	3	3	5	5	85	1	1	5	5	7	5
38	1	1	3	3	7	7	86	1	1	3	3	3	5
39	1	1	5	5	5	7	87	1	1	5	5	7	5
40	1	1	5	5	7	5	88	1	1	5	5	7	5
41	1	1	5	3	7	7	89	1	1	3	3	7	5
42	1	1	3	3	7	7	90	1	1	3	3	3	3
43	1	1	5	5	9	7	91	1	1	3	3	7	3
44	1	1	5	5	9	7	92	1	1	3	3	5	5
45	1	1	5	5	7	7	93	1	1	3	3	3	7
46	1	1	3	3	7	7	94	1	1	3	3	5	3
47	1	1	3	3	5	5	95	1	1	3	3	5	3
48	1	1	3	5	7	9	96	1	1	3	3	5	5

Cuadro A3. Reacción a *Pyricularia grisea* de la variedad Común en las líneas separadoras entre bloques. Zaragoza, Coahuila, 2002.

	Líneas Separadoras													
	Simple	Doble		Simple	Simple	Doble		Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	5	9	7	7	7	7	5	9	5	7	7	5	5	5
2	7	9	5	7	5	7	5	5	5	5	5	5	5	5
3	7	7	5	7	7	5	5	5	5	7	5	5	5	5
4	5	5	7	5	7	5	7	7	7	7	5	5	7	5
5	9	7	9	7	9	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	5	7	7	7	5	7	7	7	7	5	5	5	7	7
7	7	7	7	7	9	5	7	5	5	7	5	5	5	5
8	5	9	7	7	9	5	9	7	5	5	7	5	5	7
9	7	5	7	5	7	9	7	7	7	5	5	5	7	5
10	7	5	5	7	9	5	5	5	7	7	5	5	5	5
11	7	7	5	5	7	5	9	7	7	5	5	7	5	5
12	5	7	5	5	5	9	7	5	5	7	5	7	5	5
13	7	7	7	7	7	7	9	5	7	5	7	5	5	7
14	7	7	7	5	5	5	7	7	5	5	5	5	5	5
15	5	7	5	7	7	5	5	5	7	7	7	5	5	5
16	7	5	5	7	5	7	7	7	5	5	5	5	7	5
17	7	7	5	5	5	7	7	7	5	5	5	5	5	7
18	5	5	5	7	7	7	7	7	7	7	5	5	7	5
19	5	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	7	5	5
20	5	7	5	7	7	7	7	5	7	7	7	7	5	5
21	7	7	5	5	5	5	5	7	5	5	5	7	7	7
22	7	7	5	5	5	7	7	7	7	7	5	5	5	5
23	5	5	5	5	5	5	7	7	5	5	5	7	5	5
24	5	7	5	7	7	9	5	7	7	5	7	5	5	5
25	7	7	5	5	5	5	5	5	5	7	7	5	5	5
26	5	7	7	7	7	7	7	5	7	7	5	5	7	7
27	7	7	5	7	7	7	7	7	5	5	5	5	5	5
28	5	7	5	5	5	9	7	5	7	5	7	7	5	7
29	5	7	5	5	7	7	9	5	5	7	5	5	7	7
30	5	7	7	5	5	5	7	7	5	5	5	7	5	5
31	5	7	7	7	9	9	9	7	5	7	5	7	5	7
32	5	5	7	7	7	7	5	7	7	5	5	5	5	5
33	5	5	7	5	5	5	9	5	7	7	5	7	7	5
34	5	7	7	7	7	7	7	5	5	7	5	5	5	7
35	5	7	5	7	5	7	7	7	5	5	5	5	5	5
36	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	7	5	5
37	9	7	5	5	9	9	7	5	7	7	5	5	5	5
38	9	7	5	7	5	5	5	7	5	5	5	5	5	7
39	5	5	5	7	5	9	7	5	5	7	7	7	5	5
40	7	5	5	9	9	9	9	5	5	7	5	5	7	5
41	7	5	5	7	7	9	5	5	5	5	5	5	5	5
42	5	5	5	7	7	5	7	7	7	5	7	5	7	5

Cuadro A4. Reacción a *Pyricularia grisea* en las líneas separadoras formadas por plantas de las variedades Común y Común II en la segunda repetición. Zaragoza, Coahuila, 2002.

Planta	Melga	Líneas Separadoras					Melga	Líneas Separadoras				
		C	CII	C	CII	C		C	CII	C	CII	C
1		S	MR	BS	MR	BS		S	MR	S	MR	S
2		S	MR	S	MR	S		S	MR	S	MR	S
3		S	MR	BS	MR	S		S	MR	S	MR	S
4	13	BS	MR	BS	MR	S	24	S	MR	BS	MR	S
5		S	MR	S	MR	S		S	MR	S	MR	S
6		BS	MR	S	MR	Ss		S	MR	BS	MR	BS
7		S	MR	BS	MR	S		S	MR	S	MR	S
8		S	MR	S	MR	BS		S	MR	S	MR	BS
9		BS	MR	S	MR	S		S	MR	BS	MR	S
10		BS	MR	BS	MR	S		S	MR	S	MR	S
11	14	BS	MR	S	MR	S	23	BS	MR	S	MR	S
12		S	MR	BS	MR	S		BS	MR	S	MR	S
13		BS	MR	S	MR	BS		S	MR	S	MR	BS
14		S	MR	S	MR	S		S	MR	S	MR	S
15		BS	MR	BS	MR	BS		S	MR	S	MR	S
16		S	MR	S	MR	S		S	MR	BS	MR	S
17		S	MR	S	MR	S		S	MR	S	MR	BS
18	15	BS	MR	BS	MR	S	22	S	MR	BS	MR	S
19		S	MR	S	MR	S		BS	MR	S	MR	S
20		BS	MR	BS	MR	BS		BS	MR	S	MR	S
21		S	MR	S	MR	S		BS	MR	BS	MR	BS
22		BS	MR	BS	MR	S		S	MR	S	MR	S
23		S	MR	S	MR	S		BS	MR	S	MR	S
24		BS	MR	S	MR	BS		S	MR	S	MR	S
25	16	S	MR	BS	MR	BS	21	S	MR	S	MR	S
26		BS	MR	BS	MR	S		S	MR	BS	MR	BS
27		S	MR	S	MR	S		S	MR	S	MR	S
28		BS	MR	S	MR	BS		BS	MR	S	MR	BS
29		S	MR	BS	MR	S		S	MR	BS	MR	BS
30		S	MR	S	MR	S		BS	MR	S	MR	S
31		S	MR	BS	MR	S		BS	MR	S	MR	BS
32	17	BS	MR	S	MR	S	20	S	MR	S	MR	S
33		BS	MR	BS	MR	S		BS	MR	BS	MR	S
34		S	MR	BS	MR	S		S	MR	S	MR	BS
35		S	MR	S	MR	S		S	MR	S	MR	S
36		S	MR	S	MR	S		BS	MR	S	MR	S
37		BS	MR	BS	MR	S		S	MR	S	MR	S
38		S	MR	S	MR	S		S	MR	S	MR	BS
39	18	S	MR	BS	MR	BS	19	BS	MR	S	MR	S
40		S	MR	BS	MR	S		S	MR	BS	MR	S
41		S	MR	S	MR	S		S	MR	S	MR	S
42		BS	MR	S	MR	BS		S	MR	BS	MR	S

C = Común CII = Común II

Cuadro A5. Producción de forraje verde por parcela de 228 progenies F₂, líneas experimentales y variedades comerciales de zacate buffel. Zaragoza, Coahuila, 2002.

Bloque	Progenie	Trat.	Producción de Forraje Verde						
			I		II*		Total Rento.	Media Rento.	
			Rendimiento kg•parcela ⁻¹	No. Plantas	Rendimiento kg•parcela ⁻¹	No. Plantas			
1	49	1	1	7.60	8	6.50	8	14.10	7.05
1	49	2	2	6.38	8	5.55	8	11.93	5.97
1	49	3	3	6.50	8	0.60	3	7.10	3.55
1	49	4	4	2.33	6	---	---	2.33	2.33
1	49	5	5	6.35	7	3.15	4	9.50	4.75
2	50	1	6	5.95	8	4.88	3	10.83	5.42
2	50	2	7	4.75	8	2.50	3	7.25	3.63
2	50	3	8	3.65	8	5.10	5	8.75	4.38
2	50	4	9	6.85	8	---	---	6.85	6.85
2	50	5	10	6.40	8	---	---	6.40	6.40
3	51	1	11	8.60	8	2.55	2	11.15	5.58
3	51	2	12	6.35	5	11.40	8	6.35	1.43
3	51	3	13	2.15	6	1.30	3	3.45	1.73
3	51	4	14	10.15	8	6.85	6	17.00	8.50
3	51	5	15	5.80	8	3.85	6	9.65	4.83
4	52	1	16	3.95	8	3.50	7	7.45	3.73
4	52	2	17	7.10	8	8.00	7	15.10	7.55
4	52	3	18	6.50	8	5.80	6	12.30	6.15
4	52	4	19	5.43	8	7.13	7	12.56	6.28
4	52	5	20	5.35	8	5.10	8	10.45	5.23
5	53	1	21	2.70	7	---	---	2.70	2.70
5	53	2	22	4.00	5	2.10	1	6.10	3.05
5	53	3	23	3.90	8	4.30	6	8.20	4.10
5	53	4	24	8.00	8	0.70	1	8.70	4.35
5	53	5	25	4.80	7	---	---	4.80	4.80
6	54	1	26	5.70	8	6.40	8	12.10	6.05
6	54	2	27	5.40	8	4.00	5	9.40	4.70
6	54	3	28	3.83	8	2.20	4	6.03	3.02
6	54	4	29	3.20	8	1.20	3	4.40	2.20
6	54	5	30	6.70	8	5.00	8	11.70	5.85
7	55	1	31	7.53	7	9.60	8	17.13	8.57
7	55	2	32	7.00	8	3.60	2	10.60	5.30
7	55	3	33	2.40	5	---	---	2.40	2.40
7	55	4	34	10.00	8	7.10	4	17.10	8.55
7	55	5	35	0.90	6	0.60	1	1.50	0.75
8	56	1	36	2.90	5	---	---	2.90	2.90
8	56	2	37	6.30	5	---	---	6.30	6.30
8	56	3	38	2.80	6	1.30	3	4.10	2.05
8	56	4	39	9.10	8	8.20	8	17.30	8.65
8	56	5	40	3.80	7	3.90	8	7.70	3.85

Continuación Cuadro A5.

Bloque	Progenie	Trat.	Producción de Forraje Verde						
			I		II*		Total Rento.	Media Rento.	
			Rendimiento kg•parcela ⁻¹	No. Plantas	Rendimiento kg•parcela ⁻¹	No. Plantas			
9	57	1	41	4.75	5	0.65	3	5.40	2.70
9	57	2	42	3.20	6	---	---	3.20	3.20
9	57	3	43	8.50	8	1.35	1	9.85	4.93
9	57	4	44	8.40	8	9.85	8	18.25	9.13
9	57	5	45	2.90	8	1.50	4	4.40	2.20
10	58	1	46	1.95	4	3.30	3	5.25	2.63
10	58	2	47	2.50	5	1.00	3	3.50	1.75
10	58	3	48	4.15	5	---	---	4.15	4.15
10	58	4	49	10.05	8	7.80	7	17.85	8.93
10	58	5	50	2.60	7	3.40	6	6.00	3.00
11	59	1	51	2.90	6	0.55	1	3.45	1.73
11	59	2	52	3.00	4	3.30	4	6.30	3.15
11	59	3	53	5.05	8	4.90	7	9.95	4.98
11	59	4	54	6.50	8	6.15	8	12.65	6.33
11	59	5	55	3.85	5	2.65	8	6.50	3.25
12	60	1	56	8.40	8	7.63	6	16.03	8.02
12	60	2	57	4.00	8	---	---	4.00	4.00
12	60	3	58	5.55	8	---	---	5.55	5.55
12	60	4	59	5.60	8	3.90	4	9.50	4.75
12	60	5	60	4.45	8	6.03	8	10.48	5.24
13	61	1	61	5.20	8	6.00	4	11.20	5.60
13	61	2	62	4.90	8	2.85	6	7.75	3.88
13	61	3	63	4.25	7	3.25	4	7.50	3.75
13	61	4	64	2.30	6	1.35	4	3.65	1.83
13	61	5	65	6.65	8	7.35	8	14.00	7.00
14	62	1	66	2.10	5	1.05	4	3.15	1.58
14	62	2	67	3.60	7	4.70	4	8.30	4.15
14	62	3	68	2.95	8	8.15	6	11.10	5.55
14	62	4	69	2.30	5	4.60	4	6.90	3.45
14	62	5	70	1.85	8	1.45	4	3.30	1.65
15	63	1	71	6.45	8	0.40	2	6.85	3.43
15	63	2	72	2.85	8	1.80	5	4.65	2.33
15	63	3	73	8.20	8	5.58	8	13.78	6.89
15	63	4	74	5.40	8	3.85	6	9.25	4.63
15	63	5	75	8.30	8	4.30	6	12.60	6.30
16	64	1	76	3.85	8	1.35	1	5.20	2.60
16	64	2	77	8.70	8	5.75	5	14.45	7.23
16	64	3	78	3.60	7	1.00	1	4.60	2.30
16	64	4	79	7.05	8	4.80	8	11.85	5.93
16	64	5	80	6.85	8	2.75	5	9.60	4.80

* No fue posible establecer las poblaciones en 27 parcelas de la repetición II por insuficiencia de plantas al momento del transplante.

Continuación Cuadro A5.

Bloque	Progenie	Trat.	Producción de Forraje Verde						
			I		II*		Total Rento.	Media Rento.	
			Rendimiento kg•parcela ⁻¹	No. Plantas	Rendimiento kg•parcela ⁻¹	No. Plantas			
17	65	1	81	4.10	8	3.25	5	7.35	3.68
17	65	2	82	7.35	7	6.15	8	13.50	6.75
17	65	3	83	5.90	8	3.10	8	9.00	4.50
17	65	4	84	2.55	4	7.60	5	10.15	5.08
17	65	5	85	1.75	4	---	---	1.75	1.75
18	66	1	86	5.15	7	1.75	2	6.90	3.45
18	66	2	87	7.80	8	6.30	6	14.10	7.05
18	66	3	88	2.55	8	1.60	4	4.15	2.08
18	66	4	89	10.50	8	3.15	6	13.65	6.83
18	66	5	90	6.85	8	0.45	1	7.30	3.65
19	67	1	91	5.95	8	3.80	6	9.75	4.88
19	67	2	92	6.70	8	1.75	3	8.45	4.23
19	67	3	93	8.30	8	1.00	4	9.30	4.65
19	67	4	94	6.65	7	1.30	3	7.95	3.98
19	67	5	95	3.60	7	3.10	3	6.70	3.35
20	68	1	96	2.35	8	0.50	4	2.85	1.43
20	68	2	97	4.30	7	6.40	7	10.70	5.35
20	68	3	98	7.40	8	10.65	8	18.05	9.03
20	68	4	99	2.90	5	3.65	4	6.55	3.28
20	68	5	100	3.50	6	---	---	3.50	3.50
21	69	1	101	4.85	8	1.15	3	6.00	3.00
21	69	2	102	5.50	8	2.20	3	7.70	3.85
21	69	3	103	3.10	6	4.00	2	7.10	3.55
21	69	4	104	6.88	7	5.60	8	12.48	6.24
21	69	5	105	5.35	7	1.15	6	6.50	3.25
22	70	1	106	2.80	6	---	---	2.80	2.80
22	70	2	107	6.15	6	2.15	6	8.30	4.15
22	70	3	108	1.90	5	---	---	1.90	1.90
22	70	4	109	8.60	8	6.85	8	15.45	7.70
22	70	5	110	8.45	8	1.90	4	10.35	5.18
23	71	1	111	4.40	8	4.00	8	8.40	4.20
23	71	2	112	8.05	8	6.05	8	14.10	7.05
23	71	3	113	7.70	8	1.10	3	8.80	4.40
23	71	4	114	1.15	4	---	---	1.15	1.15
23	71	5	115	6.25	8	5.35	6	11.60	5.80
24	72	1	116	3.95	6	1.10	2	5.05	2.53
24	72	2	117	7.70	8	8.65	8	16.35	8.18
24	72	3	118	4.75	8	0.60	3	5.35	2.68
24	72	4	119	1.45	7	0.50	3	1.95	0.98
24	72	5	120	3.45	5	0.45	2	3.90	1.95

Continuación Cuadro A5.

Bloque	Progenie	Trat.	Producción de Forraje Verde						
			I		II*		Total Rento.	Media Rento.	
			Rendimiento kg•parcela ⁻¹	No. Plantas	Rendimiento kg•parcela ⁻¹	No. Plantas			
25	73	1	121	3.45	8	3.25	8	6.70	3.35
25	73	2	122	2.65	8	2.80	7	5.45	2.73
25	73	3	123	7.30	7	3.50	5	10.80	5.40
25	73	4	124	1.35	6	2.45	5	3.80	1.90
25	73	5	125	5.45	8	3.60	8	9.05	4.53
26	74	1	126	2.45	7	1.60	3	4.05	2.03
26	74	2	127	1.35	5	0.35	1	1.70	0.85
26	74	3	128	4.00	6	0.90	3	4.90	2.45
26	74	4	129	2.70	6	3.55	5	6.25	3.13
26	74	5	130	2.15	7	0.75	4	2.90	1.45
27	75	1	131	2.75	7	3.25	5	6.00	3.00
27	75	2	132	6.25	8	11.75	8	18.00	9.00
27	75	3	133	6.90	8	12.80	7	19.70	9.85
27	75	4	134	5.20	7	---	---	5.20	5.20
27	75	5	135	3.75	8	4.45	5	8.20	4.10
28	76	1	136	3.70	7	0.60	2	4.30	2.15
28	76	2	137	5.25	8	6.50	8	11.75	5.88
28	76	3	138	1.80	5	0.65	2	2.45	1.23
28	76	4	139	7.80	7	6.45	7	14.25	7.13
28	76	5	140	3.25	5	---	---	3.25	3.25
29	77	1	141	3.25	8	2.50	7	5.75	2.88
29	77	2	142	10.40	8	8.20	8	18.60	9.30
29	77	3	143	1.75	6	---	---	1.75	1.75
29	77	4	144	11.50	8	9.03	8	20.53	10.27
29	77	5	145	3.15	5	1.65	5	4.80	2.40
30	78	1	146	2.90	7	---	---	2.90	2.90
30	78	2	147	5.20	7	3.00	4	8.20	4.10
30	78	3	148	5.55	8	3.95	6	9.50	4.75
30	78	4	149	2.00	5	1.35	2	3.35	1.68
30	78	5	150	4.80	8	0.45	3	5.25	2.63
31	79	1	151	6.70	8	5.15	8	11.85	5.93
31	79	2	152	4.10	7	3.60	7	7.70	3.85
31	79	3	153	6.53	8	6.10	8	12.63	6.32
31	79	4	154	3.60	7	1.55	2	5.15	2.58
31	79	5	155	4.90	8	2.50	4	7.40	3.70
32	80	1	156	2.90	6	4.35	8	7.25	3.63
32	80	2	157	8.10	8	8.20	8	16.30	8.15
32	80	3	158	6.10	7	2.00	7	8.10	4.05
32	80	4	159	4.50	8	4.00	6	8.50	4.25
32	80	5	160	5.20	8	5.50	4	10.70	5.35

Continuación Cuadro A5.

Bloque	Progenie	Trat.	Producción de Forraje Verde						
			I		II*		Total Rento.	Media Rento.	
			Rendimiento kg•parcela ⁻¹	No. Plantas	Rendimiento kg•parcela ⁻¹	No. Plantas			
33	81	1	161	5.80	8	8.00	8	13.80	6.90
33	81	2	162	3.50	7	3.80	5	7.30	3.65
33	81	3	163	5.90	8	3.50	4	9.40	4.70
33	81	4	164	3.75	8	5.30	8	9.05	4.53
33	81	5	165	3.50	6	4.60	5	8.10	4.05
34	82	1	166	3.90	6	0.30	4	4.20	2.10
34	82	2	167	8.30	8	8.80	7	7.10	8.55
34	82	3	168	2.85	6	2.03	8	4.88	2.44
34	82	4	169	5.60	8	4.85	8	10.45	5.23
34	82	5	170	4.50	8	4.00	8	8.50	4.25
35	83	1	171	4.60	8	3.35	8	7.95	3.98
35	83	2	172	9.95	8	9.13	7	19.08	9.54
35	83	3	173	4.10	8	3.90	5	8.00	4.00
35	83	4	174	7.40	8	0.15	3	7.55	3.78
35	83	5	175	9.35	8	6.73	7	16.08	8.04
36	84	1	176	2.73	8	2.25	8	4.98	2.49
36	84	2	177	6.40	8	---	---	6.40	6.40
36	84	3	178	4.85	8	3.60	7	8.45	4.23
36	84	4	179	3.90	8	1.90	4	5.80	2.90
36	84	5	180	4.00	8	1.30	4	5.30	2.65
37	85	1	181	1.85	8	2.70	5	4.55	2.28
37	85	2	182	8.35	8	11.25	8	19.60	9.80
37	85	3	183	4.15	8	0.50	2	4.65	2.33
37	85	4	184	2.25	6	---	---	2.25	2.25
37	85	5	185	5.45	8	4.80	5	10.25	5.13
38	86	1	186	6.00	7	0.70	4	6.70	3.35
38	86	2	187	7.10	8	6.05	8	13.15	6.58
38	86	3	188	8.45	8	4.45	7	12.90	6.45
38	86	4	189	4.75	8	3.90	8	8.65	4.33
38	86	5	190	8.35	8	7.10	8	15.45	7.73
39	87	1	191	3.40	5	---	---	3.40	3.40
39	87	2	192	9.00	8	9.65	8	18.65	9.33
39	87	3	193	4.85	8	5.68	8	10.53	5.27
39	87	4	194	3.15	8	1.15	3	4.30	2.15
39	87	5	195	5.50	8	5.10	6	10.60	5.30
40	88	1	196	6.63	8	2.25	5	8.88	4.44
40	88	2	197	6.65	8	7.00	7	13.65	6.83
40	88	3	198	5.38	8	4.15	8	9.53	4.77
40	88	4	199	7.15	8	7.65	8	14.80	7.40
40	88	5	200	1.25	4	---	---	1.25	1.25

Continuación Cuadro A5.

Bloque	Progenie	Trat.	Producción de Forraje Verde						
			I		II*		Total Rento.	Media Rento.	
			Rendimiento kg•parcela ⁻¹	No. Plantas	Rendimiento kg•parcela ⁻¹	No. Plantas			
41	89	1	201	2.40	7	0.75	5	3.15	1.58
41	89	2	202	8.33	8	7.60	8	15.93	7.97
41	89	3	203	4.65	6	2.90	7	7.55	3.78
41	89	4	204	1.60	5	2.83	5	4.43	2.22
41	89	5	205	2.05	7	1.43	5	3.48	1.74
42	90	1	206	2.90	6	4.40	6	7.30	3.65
42	90	2	207	2.70	8	2.40	4	5.10	2.55
42	90	3	208	1.40	5	1.30	6	2.70	1.35
42	90	4	209	8.85	8	8.68	8	17.53	8.77
42	90	5	210	2.70	7	1.58	4	4.28	2.14
43	91	1	211	7.75	8	1.95	3	9.70	4.85
43	91	2	212	8.25	8	6.80	4	15.05	7.53
43	91	3	213	3.45	8	2.60	3	6.05	3.03
43	91	4	214	4.80	8	5.00	6	9.80	4.90
43	91	5	215	6.00	8	0.65	6	6.65	3.33
44	92	1	216	3.70	7	2.70	5	6.40	3.20
44	92	2	217	8.20	7	4.60	8	12.80	6.40
44	92	3	218	1.60	6	0.60	1	2.20	1.10
44	92	4	219	3.35	7	0.70	1	4.05	2.03
44	92	5	220	2.30	7	-----	---	2.30	2.30
45	93	1	221	4.35	8	2.15	6	6.50	3.35
45	93	2	222	8.25	7	6.65	8	14.90	7.45
45	93	3	223	5.75	8	2.40	6	8.15	4.08
45	93	4	224	5.95	8	2.35	6	8.30	4.15
45	93	5	225	1.70	7	0.20	1	1.90	0.95
46	94	1	226	4.75	7	2.30	7	7.05	3.53
46	94	2	227	6.75	8	3.85	3	10.60	5.30
46	94	3	228	2.85	6	1.00	3	3.85	1.93
46	94	4	229	9.03	7	7.20	8	16.23	8.12
46	94	5	230	2.95	8	1.70	8	4.65	2.33
47	95	1	231	5.80	8	8.75	8	14.55	7.28
47	95	2	232	7.80	8	3.65	4	11.45	5.73
47	95	3	233	6.60	8	6.25	8	12.85	6.43
47	95	4	234	6.45	8	10.90	8	17.35	8.68
47	95	5	235	6.83	8	2.20	3	9.03	4.52
48	96	1	236	3.90	8	1.35	5	5.25	2.63
48	96	2	237	11.05	8	7.90	7	18.95	9.48
48	96	3	238	7.65	8	1.85	1	9.50	4.75
48	96	4	239	11.50	8	10.40	7	21.90	10.95
48	96	5	240	2.40	2	-----	---	2.40	2.40

229 = Higgins 230 = Dwarf 231 y 237 = Nueces 232 y 238 = Formidable 233 = Común II 234 y 239 = Zaragoza 115
 235 y 240 = Híbrido 17 236 = Clon Sexual