

# UTILIZACIÓN DE INDUCTORES DE LA FLORACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE BUFFEL BILOELA EN EL TRÓPICO SECO

J. A. Eguiarte<sup>1</sup> y A. González<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Campo Experimental Clavellinas  
INIFAP. Apdo. Postal No. 18, Tuxpan, Jalisco, México, CP 49800  
E-mail: [J\\_eguiarte@latinmail.com.mx](mailto:J_eguiarte@latinmail.com.mx)

<sup>2</sup> Campo Experimental Tecomán  
INIFAP. CIR-PACIFICO CENTRO

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de diferentes inductores de la floración en la producción y calidad de la semilla del buffel cv. Biloela (*Cenchrus ciliaris*). Los datos se analizaron mediante un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, en un arreglo factorial 6 x 3; el primer factor estuvo representado por los inductores florales (ACT, MGR, AGR, STI y una mezcla de ACT + STI) y el segundo por los años de estudio (1991, 1992, 1993); la comparación de medias se efectuó mediante la prueba de Tukey. El efecto de los tratamientos para los factores A, B y su interacción A x B, fue diferente ( $P < 0,05$ ) en las variables semilla pura germinable, contenido de espigas totales, longitud de las espigas y forraje seco. La altura de la planta en el momento de la cosecha y la germinación de la semilla presentaron valores iguales ( $P > 0,05$ ) para el factor A (inductores), con diferencia ( $P < 0,05$ ) en los años de evaluación (B) y para la interacción inductor x año. La pureza de la semilla no presentó diferencias, al considerar los efectos principales y sus interacciones. En este experimento se encontró respuesta a la aplicación de sustancias estimuladoras de la floración, con valores diferentes entre los años.

**Palabras clave:** Germinación, inductores de la floración, semillas

The objective of this study was to determine the effect of different flowering inductors on the production and quality of *Cenchrus ciliaris* seeds. The data were analyzed by means of a randomized block design with four repetitions, in a 6 x 3 factorial arrangement; the first factor was represented by the flower inductors (ACT, MGR, AGR, STI, and a mixture of ACT + STI), and the second factor was represented by the years of study (1991, 1992, 1993); the comparison of means was performed through the Tukey test. The effect of the treatments for factors A, B and their A x B interaction, was different ( $P < 0,05$ ), in the variables germinable pure seed, total spike content, spike length and dry forage. Plant height at the moment of harvest and seed germination showed equal values ( $P > 0,05$ ) for factor A (inductors), with difference ( $P < 0,05$ ) in the years of evaluation (B) and for the inductor x year interaction. Seed purity did not show difference when considering the principal effects and their interactions. In this trial, answer to the application of flowering stimulating substances, with different values among years, was found.

**Key words:** Germination, flowering inductors, seeds

Todos los componentes que influyen directamente o en conjunto en la producción y la calidad de las semillas de los pastos, pueden ser modificados por la acción de los diferentes factores ambientales, físicos y biológicos o por la acción de la tecnología empleada por el hombre (Ferguson, 1979; Andrade, Thomas y Ferguson, 1983). Entre los principales factores que influyen en la producción de semillas de pastos, están el método de siembra, la cobertura basal, la fertilización, la compactación del suelo, la edad del lote o de la pradera, la altura de corte y el momento de cosecha (Febles, 1981).

El manejo que se debe proporcionar a los pastos destinados a la producción de semillas (Hopkinson y English, 1985), tiene como principal objetivo lograr una población de espigas tan bien sincronizadas y densas como sea posible; se requiere que el desarrollo del pasto sea rápido y que se lleven a cabo juntos todos los procesos fisiológicos que estimulen el amacollamiento del pasto, la inducción de tallos florales, la humedad adecuada y la liberación de nitrógeno, complementados con buenas condiciones climáticas (insolación y altas temperaturas) y una buena cosecha.

Los experimentos sobre la producción de semillas de pastos y leguminosas (Ramos, 1977) demostraron que el fósforo, el potasio y los elementos menores deben aplicarse durante la siembra o en los primeros 25 días de desarrollo del cultivo, y el nitrógeno se debe fraccionar en dos aplicaciones, la primera durante el crecimiento del pasto y la segunda (40 % de la dosis de nitrógeno) antes del inicio de la antesis. De la disponibilidad de nutrientes para la producción de semillas depende el número y el vigor de los tallos y las ramas florales; su papel es fundamental en el espigamiento y la formación de la semilla que contenga un cariósido potencial (Camacho, 1977; Sarroca, Herrera y Polunin, 1981).

Los inductores florales están compuestos por fitohormonas, enzimas y microelementos (González, 1988) en forma de proteinatos, destinados a potencializar las funciones vegetativas y reproductivas en las plantas, lo cual estimula la formación de las hormonas naturales de crecimiento, floración y fructificación.

El efecto de los inductores florales (Eguiarte y González, 1996) depende de la especie de pasto, la condición del suelo en cuanto a humedad, contenido de materia orgánica y pH, además de otros factores como la radiación solar, el fotoperíodo y las variaciones de temperatura, y es indispensable una buena condición del lote productor de semilla.

Los estimuladores del crecimiento vegetativo y reproductivo en los pastos (Espinoza y Ortegón, 1993) aumentan la eficiencia en la utilización del agua y los fertilizantes, y disminuyen el efecto, en los períodos de estrés, por la falta de humedad y el ataque de plagas y enfermedades, además de propiciar el desarrollo acelerado del pasto para su posterior floración y espigamiento en forma más uniforme (Sánchez, 1976).

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de diferentes inductores de la floración en la producción y la calidad de la semilla de buffel cv. Biloela (*Cenchrus ciliaris*) en condiciones de temporal.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en el sur de Jalisco a 14°22' de latitud norte y 103°20' de longitud oeste, a una altura de 1 450 msnm. Presenta un clima tropical seco, con temperaturas máxima, media y mínima de 34,2; 20,5 y 6,2°C, respectivamente, libre de heladas; la precipitación varía de 700 a 860 mm (tabla 1) y ocurre un extenso período de seca de más de 250 días (García, 1981). Los suelos son de origen aluvial y se identifican los de tipo Regosol combinados con Feozem (Díaz y Hunter, 1987), de textura arenosa con pedregosidad leve a moderada, pH neutro y pobre fertilidad; la topografía es accidentada. La vegetación corresponde a la selva baja caducifolia formada por los géneros *Lysiloma*, *Ceiba*, *Prosopis* y *Acacia*, entre los más importantes; en el estrato bajo de gramíneas se encuentran los géneros *Ixophorus*, *Panicum*, *Eragrostis* y *Axonopus* (COTECOCA, 1984).

Los datos se analizaron mediante un diseño de bloques al azar (Snedecor y Cochran, 1971) con cuatro repeticiones, en un arreglo factorial 6 x 3; el primer factor estuvo representado por los inductores florales (A) y el segundo por los años de estudio (B), y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1980). Se utilizó un lote de buffel cv. Biloela de reciente establecimiento, sembrado al voleo con una cobertura basal inicial de 28,35 %, y se trazaron 24 parcelas experimentales de 5 x 5 m, separadas por calles intermedias de 3 m, con un área útil de evaluación de 2 m<sup>2</sup>. Previamente al inicio de cada medición en los años 1991, 1992 y 1993, se realizó un corte manual de homogeneización. Al inicio del nuevo crecimiento se aplicó anualmente una dosis basal de fertilizante mineral (100-50-00) para todos los tratamientos; el nitrógeno se fraccionó en dos aplicaciones iguales de 50 kg/ha y el fósforo se adicionó una sola vez cada año.

Tabla 1. Precipitación en el Valle de Sayula, Jal. DGETA-SEIT-SEP.

Mes	Precipitación (mm)		
	1991	1992	1993
Enero	13,7	13,4	12,4
Febrero	8,6	7,5	8,5
Marzo	7,6	8,4	11,4
Abril	10,4	9,8	9,3
Mayo	33,4	80,8	48,4
Junio	70,1	102,4	245,6
Julio	167,3	188,9	287,4
Agosto	127,9	106,3	58,2
Septiembre	163,4	121,4	81,3
Octubre	104,3	85,6	75,4
Noviembre	18,7	23,4	13,7
Diciembre	16,3	15,6	10,2
Total	741,7	763,5	861,8

Como inductores se utilizaron cinco productos líquidos diluibles en agua: ACT, MGR, AGR, STI y una mezcla en partes iguales de ACT + STI (tabla 2). La dosis de aplicación anual fue de 1,0 L/ha en los diferentes compuestos hormonales, de acuerdo con las recomendaciones del laboratorio fabricante. La cosecha de la semilla se efectuó en los meses de septiembre-octubre, utilizando las técnicas propuestas para estos experimentos (Pérez y Febles, 1983); la semilla se colectó manualmente, se secó a 25°C durante 3 días y se almacenó durante 18 meses en un lugar fresco y ventilado.

En condiciones de laboratorio se realizaron las mediciones de la semilla (con un contenido de humedad menor que 15 %) y según las normas de pureza y calidad internacional (ISTA, 1988); estas variables fueron: semilla pura germinable (kg/ha) –valor obtenido al multiplicar el rendimiento de la semilla cruda (kg/ha), la pureza de la semilla (%) y la germinación (%); cantidad de espigas (No./m<sup>2</sup>) –conteo directo de cada espiga completa en el área de evaluación; longitud de las espigas (cm) –promedio de la medición individual de 10 espigas completas por cada tratamiento y repetición; altura (m) –representa el valor promedio de 10 plantas, medidas desde la base hasta el receptáculo floral en cada tratamiento y repetición; pureza de la semilla (%) – formada por la semilla limpia sin estructuras florales, que contenía una carióspside potencial; germinación (%) – se empleó una germinadora convencional a temperatura y humedad controlada, donde se depositaron las carióspsides de la semilla escarificada, siguiendo la metodología convencional (COTESU, 1977); forraje seco (t/ha) –terminada la cosecha de semilla se procedió a cortar manualmente el forraje resultante, a una altura de corte de 0,10 m, pesando el forraje obtenido para su secado posterior en una estufa de aire forzado (Dix, 1981).

## RESULTADOS

### Rendimiento de semilla pura germinable (SPG)

El efecto de los tratamientos fue diferente ( $P<0,05$ ) para los factores principales y su interacción (tabla 3). Los distintos inductores superaron al testigo (48,80 kg/ha) y AGR duplicó su rendimiento (97,99 kg/ha). El año de aplicación influyó en los tratamientos, al incrementar los rendimientos en 93,35 % en el último año de estudio. En la interacción los rendimientos variaron de un valor máximo de 140,70 (ACT + STI) y 133,44 (AGR) a un mínimo de 40,86 y 34,75 kg/ha (testigo), en los diferentes ciclos productivos.

Tabla 2. Inductores florales.

Inductor	Componentes	Concentración I.A. (g/L)
Testigo	-	-
ACT	Giberalinas	100
MGR	Auxinas, giberalinas, citocininas	100
AGR	Cisteína, ácido fólico	100
STI	Giberalinas, ácido fólico	100
ACT + STI	Giberalinas, cisteína, ácido fólico	100

Tabla 3. Rendimiento de semilla pura germinable (kg/ha).

Inductor	Año de evaluación			Promedio
	1991	1992	1993	
Testigo	34,75 <sup>e3</sup>	40,86 <sup>de</sup>	70,79 <sup>cd</sup>	48,80 <sup>b1</sup>
ACT	57,43 <sup>cde</sup>	62,35 <sup>cde</sup>	108,61 <sup>ab</sup>	76,13 <sup>ab</sup>
MGR	52,69 <sup>cde</sup>	64,54 <sup>cde</sup>	123,24 <sup>ab</sup>	80,16 <sup>a</sup>
AGR	72,39 <sup>cd</sup>	88,16 <sup>bc</sup>	133,44 <sup>a</sup>	97,99 <sup>a</sup>
STI	66,61 <sup>cde</sup>	58,86 <sup>cde</sup>	123,13 <sup>ab</sup>	82,87 <sup>a</sup>
ACT + STI	66,48 <sup>cde</sup>	58,90 <sup>cde</sup>	140,70 <sup>a</sup>	88,69 <sup>a</sup>
Promedio	58,39 <sup>b2</sup>	62,28 <sup>b</sup>	116,65 <sup>a</sup>	

<sup>1</sup> Literales distintas indican diferencia ( $P<0,05$ ) entre inductores

<sup>2</sup> Literales distintas indican diferencia ( $P<0,05$ ) entre años

<sup>3</sup> Literales distintas indican diferencia ( $P<0,05$ ) entre interacciones

### Contenido de espigas totales (CET)

Los tratamientos con inductores superaron al testigo ( $P<0,05$ ), con excepción de la mezcla ACT. La mayor cantidad de espigas fue de 212,44 con el inductor AGR, en comparación con el tratamiento sin aplicación en el que se obtuvieron 155,11 espigas/m<sup>2</sup>. Los valores de CET se incrementaron ( $P<0,05$ ) al comparar los dos primeros años con el último (25,24 %). Al considerar las interacciones (tabla 4), los más altos contenidos de

espigas totales fueron iguales en STI (242,66), en AGR (234,66) y en ACT + STI (232,00) y superiores ( $P<0,05$ ) al resto de los tratamientos en el tercer año.

Tabla 4. Contenido de espigas totales (No./m<sup>2</sup>).

Inductor	Año de evaluación			Promedio
	1991	1992	1993	
Testigo	145,33 <sup>f3</sup>	149,00 <sup>ef</sup>	171,00 <sup>cd</sup>	155,11 <sup>d1</sup>
ACT	152,63 <sup>def</sup>	153,00 <sup>def</sup>	195,66 <sup>b</sup>	167,11 <sup>cd</sup>
MGR	151,33 <sup>def</sup>	167,33 <sup>cde</sup>	197,33 <sup>b</sup>	172,00 <sup>c</sup>
AGR	197,66 <sup>b</sup>	205,00 <sup>b</sup>	234,66 <sup>a</sup>	212,44 <sup>a</sup>
STI	163,00 <sup>cdef</sup>	174,00 <sup>c</sup>	242,66 <sup>a</sup>	193,22 <sup>b</sup>
ACT + STI	146,66 <sup>f</sup>	168,33 <sup>cde</sup>	232,00 <sup>a</sup>	182,33 <sup>bc</sup>
Promedio	159,44 <sup>b2</sup>	169,44 <sup>b</sup>	212,22 <sup>a</sup>	

<sup>1</sup> Literales distintas indican diferencia ( $P<0,05$ ) entre inductores

<sup>2</sup> Literales distintas indican diferencia ( $P<0,05$ ) entre años

<sup>3</sup> Literales distintas indican diferencia ( $P<0,05$ ) entre interacciones

### Longitud de las espigas (LE)

El testigo fue superado ( $P<0,05$ ) por el inductor AGR y fue igual al resto de los cuatro productos, con variaciones de 11,04 cm (testigo) a 12,99 cm (AGR). El factor B varió significativamente ( $P<0,05$ ), la mayor LE se observó en el segundo año de evaluación (12,57 cm) y la menor en el año 1993 (11,10 cm). Para la interacción inductor x año, las variaciones fueron significativas y la mayor LE se encontró en AGR, STI y MGR; el valor más bajo fue de 10,05 cm (testigo) y la longitud intermedia de 11,54 cm (ACT), que fue superada en 20,51 % por el producto de mayor respuesta (tabla 5).

Tabla 5. Longitud de las espigas (cm).

Inductor	Año de evaluación			Promedio
	1991	1992	1993	
Testigo	10,78 <sup>cd3</sup>	12,29 <sup>bc</sup>	10,05 <sup>cd</sup>	11,04 <sup>b1</sup>
ACT	11,54 <sup>bcd</sup>	11,73 <sup>bcd</sup>	11,27 <sup>bcd</sup>	11,51 <sup>b</sup>
MGR	12,19 <sup>bc</sup>	12,84 <sup>ab</sup>	11,38 <sup>bcd</sup>	12,14 <sup>ab</sup>
AGR	12,03 <sup>bc</sup>	14,58 <sup>a</sup>	12,35 <sup>bc</sup>	12,99 <sup>a</sup>
STI	11,80 <sup>bcd</sup>	13,04 <sup>ab</sup>	11,34 <sup>bcd</sup>	12,06 <sup>ab</sup>
ACT + STI	12,38 <sup>bc</sup>	10,94 <sup>cd</sup>	10,23 <sup>d</sup>	11,18 <sup>b</sup>
Promedio	11,79 <sup>ab2</sup>	12,57 <sup>a</sup>	11,10 <sup>b</sup>	

<sup>1</sup> Literales distintas indican diferencia ( $P<0,05$ ) entre inductores

<sup>2</sup> Literales distintas indican diferencia ( $P<0,05$ ) entre años

<sup>3</sup> Literales distintas indican diferencia ( $P<0,05$ ) entre interacciones

### Altura en el momento de la cosecha (AC)

No se encontró respuesta a la aplicación de los inductores, ya que la altura del pasto resultó igual en el testigo y en todos los tratamientos. Esta variable fue afectada ( $P<0,05$ ) por el año de evaluación y presentó los valores más altos de 1,66 m (1993) vs 1,48 m (1992). La interacción entre ambos factores mostró diferencias ( $P<0,05$ ) y la mayor AC fue de 1,73 m (testigo); 1,69 m (STI); 1,66 m (ACT + STI), en comparación con las menores alturas: 1,46 m (ACT + STI), 1,47 m (ACT) y 1,47 m (testigo); el resto de los tratamientos presentaron una AC que varió en 4,7 % (tabla 6).

Tabla 6. Altura del pasto (m).

Inductor	Año de evaluación			Promedio
	1991	1992	1993	
Testigo	1,49 <sup>ab2</sup>	1,47 <sup>b</sup>	1,73 <sup>a</sup>	1,56
ACT	1,65 <sup>ab</sup>	1,47 <sup>b</sup>	1,65 <sup>ab</sup>	1,59
MGR	1,49 <sup>ab</sup>	1,49 <sup>ab</sup>	1,64 <sup>ab</sup>	1,54
AGR	1,55 <sup>ab</sup>	1,52 <sup>ab</sup>	1,63 <sup>ab</sup>	1,57
STI	1,50 <sup>ab</sup>	1,49 <sup>ab</sup>	1,69 <sup>ab</sup>	1,56
ACT + STI	1,59 <sup>ab</sup>	1,46 <sup>b</sup>	1,66 <sup>ab</sup>	1,57
Promedio	1,54 <sup>ab1</sup>	1,48 <sup>b</sup>	1,66 <sup>a</sup>	

<sup>1</sup> Literales distintas indican diferencia ( $P<0,05$ ) entre años

<sup>2</sup> Literales distintas indican diferencia ( $P<0,05$ ) entre interacciones

## Pureza de la semilla (PS)

No se presentaron diferencias para los factores tipo de inductor, año de aplicación y la interacción entre ellos (tabla 7). Al comparar el testigo con los inductores, los incrementos en el porcentaje de la pureza fueron de 0,51 a 2,45 % y la pureza más alta fue de 43,85 % (AGR).

El porcentaje de PS en los diferentes años se incrementó en 1,73 % (1992) y 1,16 % (1993). Al considerar la combinación efecto x año, los porcentajes de PS variaron de 45,84 % (ACT); 45,29 % (MGR) y 45,25 % (ACT + STI) a 40,90 % (ACT); 41,04 % (MGR) y 42,00 % (testigo).

Tabla 7. Pureza de la semilla (%).

Inductor	Año de evaluación			Promedio
	1991	1992	1993	
Testigo	44,04	42,29	42,00	42,78
ACT	40,90	45,84	44,26	43,66
MGR	41,04	45,29	42,67	43,00
AGR	43,05	44,95	43,55	43,85
STI	42,72	43,20	43,22	43,05
ACT + STI	42,22	42,78	45,25	43,42
Promedio	42,33	44,06	43,49	

## Germinación de la semilla (GS)

Los valores promedio de germinación fueron significativos ( $P<0,05$ ) al comparar el uso de los inductores y el testigo (tabla 8); la diferencia entre la GS más alta (78,50 % en STI) y la menor (77,19 % en AGR) fue de 1,31 %. La GS se afectó ( $P<0,05$ ) al comparar los promedios en los tres años, ya que el menor valor fue de 69,82 % (1991); mientras que se obtuvieron germinaciones similares en los siguientes ciclos, con 81,15 % (1992) y 82,21 % (1993). La interacción inductor x año fue significativa ( $P<0,05$ ). La germinación más alta se presentó en el último año en el tratamiento sin inductor (85,07 %), con valores menores y similares entre el resto de los tratamientos; la GS más baja ocurrió en 1991 con la aplicación de AGR.

Tabla 8. Germinación de la semilla (%).

Inductor	Año de evaluación			Promedio
	1991	1992	1993	
Testigo	68,68 <sup>b2</sup>	79,86 <sup>a</sup>	85,07 <sup>a</sup>	77,87
ACT	69,99 <sup>b</sup>	81,39 <sup>a</sup>	81,07 <sup>a</sup>	77,48
MGR	69,82 <sup>b</sup>	81,16 <sup>a</sup>	82,68 <sup>a</sup>	77,88
AGR	68,21 <sup>b</sup>	80,74 <sup>a</sup>	82,61 <sup>a</sup>	77,19
STI	71,48 <sup>b</sup>	82,72 <sup>a</sup>	81,31 <sup>a</sup>	78,50
ACT + STI	70,76 <sup>b</sup>	81,07 <sup>a</sup>	80,50 <sup>b</sup>	77,44
Promedio	69,82 <sup>b1</sup>	81,15 <sup>a</sup>	82,21 <sup>a</sup>	

<sup>1</sup> Literales distintas indican diferencia ( $P<0,05$ ) entre años

<sup>2</sup> Literales distintas indican diferencia ( $P<0,05$ ) entre interacciones

## Forraje seco (FS)

La aplicación de inductores presentó rendimientos de FS superiores y diferentes ( $P<0,05$ ) de los del tratamiento testigo. La mezcla de inductores (ACT + STI) incrementó el rendimiento de forraje en 17,63 % con respecto al testigo y en 4,75 % en comparación con los otros tratamientos. Para el factor año la respuesta fue significativa, ya que en el último año los rendimientos de FS fueron superiores en 3,70 y 3,92 t/ha, para los ciclos productivos de 1992 y 1991. Se presentaron valores diferentes ( $P<0,05$ ) en los factores analizados y la mezcla ACT + STI (11,88 t/ha) fue igual al inductor ACT (11,48 t/ha) y superior al resto de los 16 tratamientos comparados (tabla 9).

Tabla 9. Forraje seco (t/ha).

Inductor	Año de evaluación			Promedio
	1991	1992	1993	
Testigo	6,26 <sup>i3</sup>	6,69 <sup>hi</sup>	9,11 <sup>i</sup>	7,35 <sup>c1</sup>
ACT	7,11 <sup>gh</sup>	7,18 <sup>g</sup>	11,48 <sup>ab</sup>	8,59 <sup>ab</sup>
MGR	7,33 <sup>fg</sup>	7,67 <sup>f</sup>	10,67 <sup>c</sup>	8,56 <sup>ab</sup>
AGR	7,25 <sup>fg</sup>	7,53 <sup>fg</sup>	11,05 <sup>bc</sup>	8,25 <sup>b</sup>
STI	7,35 <sup>fg</sup>	7,48 <sup>fg</sup>	11,05 <sup>bc</sup>	8,62 <sup>ab</sup>
ACT + STI	7,30 <sup>fg</sup>	7,58 <sup>fg</sup>	11,88 <sup>a</sup>	8,92 <sup>a</sup>
Promedio	7,10 <sup>b2</sup>	7,35 <sup>b</sup>	11,06 <sup>a</sup>	

<sup>1</sup> Literales distintas indican diferencia (P<0,05) entre inductores

<sup>2</sup> Literales distintas indican diferencia (P<0,05) entre años

<sup>3</sup> Literales distintas indican diferencia (P<0,05) entre interacciones

## DISCUSION

En este estudio la precipitación anual fue similar en los dos primeros años y se incrementó en 109,2 mm para el último ciclo de prueba, lo que representa un aumento promedio de 14,5 % con respecto a los años anteriores, de acuerdo con los datos de la estación meteorológica disponible (Anon, 1998). En los meses de mayo-septiembre se acumuló la mayor precipitación en los ciclos 1991-1992, en comparación con el período final (1993), donde el 62 % de la lluvia ocurrió en los meses de junio y julio, seguido de un período seco.

Para el rendimiento de SPG el testigo fue superado por los inductores en los 3 años y los incrementos de semilla fueron superiores con las mejores condiciones de humedad en el último año; algunos inductores duplicaron su rendimiento, en especial la mezcla ACT + STI. Este efecto se debe a un crecimiento sostenido y acelerado del pasto, combinado con un período seco que acelera el espigamiento y la madurez de la semilla (Boonman, 1979; Ferguson, 1992). En este estudio los rendimientos de SPG superaron los 100 kg/ha hasta llegar a los 140 kg en el mejor tratamiento, los cuales se consideran altos y similares a los obtenidos en otros ensayos experimentales con diferentes especies de pastos tropicales (Do Carmo, Do Nascimento y Mantorani, 1988; Osorio, Sánchez y Orozco, 1991; Cavazos y Cordero, 1999; Joaquín, Hernández, Pérez, Herrera, García y Trejo, 2001) fertilizados con nitrógeno, fósforo y potasio, además de otras prácticas culturales.

El número de espigas (CET) se incrementó al aplicar los inductores, excepto en el ACT, lo que significa que hubo respuesta a la formación de más tallos reproductivos en el pasto buffel cv. Biloela. Al comparar los resultados que se muestran en las tablas 3 y 4, se observó que los mayores rendimientos de SPG correspondieron también a los más altos contenidos de espigas totales, como se reporta en otros experimentos (Mejía, Romero y Lotero, 1978; Diulgheroff, Pizarro, Ferguson y Arge, 1990). En el presente estudio los bioestimulantes originaron un crecimiento activo del pasto y retardaron el inicio de la floración en más de 15 días con respecto al testigo, para su posterior espigamiento y madurez acelerada en un período de 18 a 25 días de iniciada la antesis; lo anterior fue informado por Joaquín et al. (2001), quienes plantearon que las aplicaciones altas de nitrógeno retrasan la floración y la maduración física y fisiológica de la semilla de la guinea y otros pastos tropicales.

La longitud de las espigas fue un indicador con pocas variaciones y el testigo presentó valores similares a las de los otros tratamientos, excepto los inductores AGR y STI que produjeron las espigas más grandes. En el último año de evaluación (1993) la longitud de las panículas fue menor, como consecuencia de una alta densidad de espigas (Humphreys y Riveros, 1986), sobre todo cuando presentan más de 160 espigas/m<sup>2</sup>, como ocurre en los pastos buffel, rhodes y guinea (Febles y Navarro, 1986).

Con referencia a la AC los inductores no mostraron un efecto favorable, ya que en el último año de evaluación la mayor altura se presentó en el tratamiento testigo y en el año intermedio (1992) en los tratamientos con los estimuladores MGR, AGR y STI. Es de esperarse una mayor altura de la planta cuando la cantidad de tallos reproductivos es menor (Pérez, Matías, González y Alonso, 1997), ya que existe menos competencia por el espacio, la luz y los nutrientes, y se produce un efecto compensatorio entre los tallos florales y su altura (Febles, Ruiz, Padilla, Pérez, Aguilar y Guizado, 1997).

La pureza de la semilla del buffel cv. Biloela fue similar para los dos factores principales y sus combinaciones, con un valor promedio de 43,29 % para los 18 tratamientos. Estos valores representan a las semillas limpias, que contienen una cariósida que formará una nueva planta. Los contenidos de pureza hallados en este experimento son similares a los de otros pastos tropicales con semillas apomícticas, que varían de 38 a 60 %, en los cuales los problemas de llenado ocasionan altos porcentajes de semilla vana (impureza), debido a irregularidades genéticas asociadas con la poliploidia para la formación del embrión y del endosperma (Hopkinson, Souza, Diulgheroff, Ortiz y Sánchez, 1966; Sánchez y Ferguson, 1986).

La germinación de la semilla con una carióspside potencial fue alta en el testigo y con el uso de los distintos estimuladores de la floración; sin embargo, en los 2 últimos años de estudio la germinación se incrementó en 11,86 % como respuesta a un mejor llenado de la semilla debido a las condiciones climáticas favorables, principalmente la humedad contenida en el suelo (González, Pérez y Matías, 1988; Matías, 1994), y también a un posible efecto residual de los fertilizantes aplicados en cada año, que permitieron que el suelo acumulara algunos nutrientes (Joaquín et al., 2001) como el fósforo y el potasio (Pérez et al., 1997). Se han encontrado altas germinaciones en la semilla de buffel cv. Biloela con periodos de reposo o almacenamiento de 18 a 20 meses (Eguiarte y González, 2001). La germinación es un factor importante de la calidad fisiológica de las semillas y afecta directamente el rendimiento de semilla pura germinable.

En cuanto a la producción de forraje seco, se presentó un efecto de los tratamientos aplicados y los menores valores productivos correspondieron al testigo. En este indicador también se observó el efecto año, ya que los rendimientos fueron mejores en 1993. Los rendimientos promedio de forraje seco en los dos primeros años para todos los tratamientos fueron similares a los obtenidos en otros estudios (González y Eguiarte, 1993; Eguiarte y González, 2000), pero el potencial de FS del último ciclo de evaluación fue superior en un 43,46 % a los valores reportados en otros ensayos de investigación (Sánchez, 1976; García, 2001). El forraje resultante después de la cosecha de semilla es un coproducto alimenticio para la época de estiaje y representa un factor de sustentabilidad para la unidad de producción.

### CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó este experimento y de acuerdo con los resultados, se puede concluir que algunos inductores de la floración influyeron en la semilla pura germinable, el contenido de espigas totales, la longitud de la espiga y el forraje seco; mientras que los indicadores altura en el momento de la cosecha, pureza de la semilla y porcentaje de germinación no fueron modificados con la aplicación de los productos. Las condiciones climáticas, y en especial la precipitación, influyeron en la respuesta a los tratamientos. Los mejores inductores fueron los compuestos ACT + STI, STI y AGR, los cuales permitieron los mejores incrementos en la producción de semillas y forraje del buffel cv. Biloela.

### REFERENCIAS

- Andrade, R.P.; Thomas, D. & Ferguson, J.E. 1983. Seed production of pasture species in a Tropical Savanna region of Brazil. II. Grasses. **Trop. Grassl.** 17:59
- Anon. 1998. Estación Meteorológica del Valle de Sayula. ETA No. 11. DGETA-SEIT-SEP. Gob. de Jalisco. Sayula, Jal.
- Boonman, J.G. 1979. Producción de semillas de pastos tropicales en Africa con referencia especial en Kenya. En: Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. (Eds. L.E. Tergas y P. Sánchez). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. p. 413
- Camacho, V.R. 1977. Factores que intervienen en la producción de semillas de especies forrajeras. Memoria. Seminario de alimentación de rumiantes con forrajes. ACOPA. Bogotá, Colombia. p. 41
- Cavazos, R.O. & Cordero, O.H. 1991. Producción de semilla y forraje del pasto buffel var. Americano fertilizado con nitrógeno y fósforo. Tesis de Licenciatura. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México
- COTECOCA. 1984. Tipos de vegetación y coeficientes de agostadero del estado de Jalisco. Subsecretaría de Ganadería. SARH. México, D.F. p. 1
- COTESU. 1977. Producción y multiplicación de semilla de pastos. **Informe Anual**. CIAT. Cali, Colombia. p. 49
- Díaz, R.E. & Hunter, A.N. 1987. Metodología de muestreo de suelos. En: Determinación del análisis químico de suelos y tejido vegetal. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p. 68
- Diulgheroff, S.; Pizarro, E.; Ferguson, J. & Argel, P. 1990. Multiplicación de semillas de especies forrajeras tropicales en Costa Rica. **Pasturas Tropicales**. 12 (2):15
- Dix, R.L. 1981. An application of the quarter method to the sampling of grassland vegetation. **J. Range Management**. 14:63
- Do Carmo, M.A.; Do Nascimento, D.J.R. & Mantorani, E.A. 1988. Efecto de la fertilización nitrogenada y la época de cosecha en la producción y la calidad de semilla de *B. decumbens*. **Pasturas Tropicales**. 10 (2):19
- Eguiarte, J.A. & González, S.A. 1996. Producción de semilla de pastos tropicales en el sur de Jalisco, México. **Pasturas Tropicales**. 18 (2):36
- Eguiarte, J.A. & González, S.A. 2000. Efecto de la aplicación de un inductor floral durante la etapa vegetativa para la producción de semilla y forraje del buffel Biloela. Resumen. XXXIV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Hermosillo, Son. p. 99

- Eguiarte, J.A. & González, S.A. 2001. Resultados en la producción y multiplicación de semilla de pastos y leguminosas tropicales (1981-2001). INIFAP, México. Folleto técnico. No. 2. p. 1
- Espinoza, C.J.M. & Ortégón, P.J. 1993. Interacción de fósforo, potasio y auxinas en rendimiento de semilla de pasto Klein. Resumen. IX Congreso Nacional sobre manejo de pastizales. Hermosillo, Son. p. 16
- Febles, G. 1981. Estudios sobre la calidad y la producción de semilla en la hierba guinea común (*Panicum maximum* Jacq.). Tesis en opción al grado de Dr. en Ciencias Agrícolas. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba
- Febles, G. & Navarro, G. 1986. Producción de semillas de gramíneas y leguminosas. En: Los Pastos en Cuba. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. Tomo. 1, p. 469
- Febles, G.; Ruiz, T.E.; Padilla, C.; Pérez, J.; Aguilar, M. & Guizado, I. 1997. Efecto de la densidad de plantas y la nutrición mineral en la propagación de semillas de hierba guinea var. Común (*Panicum maximum* Jacq.). **Rev. cubana Cienc. agríc.** 31:37
- Ferguson, J.B. 1979. Sistemas de producción de semillas de pastos en América Latina. CIAT. Cali, Colombia. p. 385
- Ferguson, J.B. 1992. Semillas de especies forrajeras tropicales: Conceptos, casos y enfoques de investigación y producción. Memorias. Octava Reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). CIAT. Cali, Colombia. p. 370
- García, D.M.E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 3era. ed. UNAM, México
- García, H.M. 2001. Evaluación de niveles de fertilización para la producción de semilla y forraje de pasto Klein en los altos de Jalisco. Resumen. XXXVII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. p. 116
- González, S.A. 1988. Medición de la producción y calidad de semilla de zacate buffel Biloela con adición de fertilizante en la región sur de Jalisco. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 20. Aguascalientes, Ags.
- González, S.A. & Eguiarte, J.A. 1993. Efecto de la aplicación diferida del fertilizante en la producción de semilla de buffel Biloela. Resumen. XXIX Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Guadalajara, Jal. p. 20
- González, Yolanda; Pérez, A. & Matías, C. 1988. Problemática de la producción de semillas en los pastos tropicales: Segunda parte. **Pastos y Forrajes.** 11:105
- Hopkinson, J.M.; De Souza, F.H.D.; Diulgheroff, S.; Ortiz, A. & Sánchez, M. 1966. Reproductive physiology seed production and seed quality of *Brachiaria*. In: *Brachiaria*: Biology, agronomy and improvement. (Eds. J.W. Miles, B.L. Maass & C.B. Do Valle). CIAT. Cali, Colombia. p. 65
- Hopkinson, J.M. & English, B.H. 1985. Immaturity as a cause of low quality in seed of *Panicum maximum*. **J. Appl. Seed Prod.** 3:24
- Humphreys, L.R. & Riveros, F. 1986. Seed production of tropical pastures. FAO, Rome. p. 1
- ISTA. 1988. International Rules for Seed Testing. **Seed Sci. and Technol.** 21:288
- Joaquín, B.M.; Hernández, A.; Pérez, J.; Herrera, J.G.; García, G. & Trejo, C. 2001. Fertilización nitrogenada y momento de cosecha en el rendimiento y calidad de semillas del pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.). **Pasturas Tropicales.** 23 (1):2
- Matías, C. 1994. Determinación del momento óptimo de cosecha de semillas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. **Pastos y Forrajes.** 17:123
- Mejía, P.V.; Romero, M.C. & Lotero, C.J. 1978. Efecto de la fertilización y época de corte de las panículas sobre la producción de semilla de pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.). **Revista ICA.** 13 (3):503
- Osorio, E.; Sánchez, A.G. & Orozco, M. 1991. Multiplicación de semillas y material vegetativo para propagación de especies forrajeras en Antioquia, Colombia. **Pasturas Tropicales.** 13 (3):39
- Pérez, A. & Febles, G. 1983. Producción y beneficio de semilla botánica de pastos tropicales. En: Fomento y explotación de los pastos tropicales. Compendio de conferencias. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 27
- Pérez, A.; Matías, C.; González, Yolanda & Alonso, O. 1997. Tecnologías para la producción de semillas de gramíneas y leguminosas tropicales. **Pastos y Forrajes.** 20:21
- Ramos, N.A. 1977. Manejo de los pastos con destino a la producción de semilla. Memoria. Seminario de alimentación de rumiantes con forrajes. ACOPA. Bogotá, Colombia. p. 65
- Sánchez, R.G. 1976. Producción de semillas de gramíneas y leguminosas tropicales en Ajuchitán, Guerrero. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, Méx.
- Sánchez, M. & Ferguson, J.E. 1986. Medición de calidad en semillas de *Andropogon gayanus*. **Revista Brasileira de Sementes.** 8 (1):19
- Sarroca, J.; Herrera, J. & Polunin, N. 1981. Establecimiento y producción de semilla del pasto guinea. **Tropical Agriculture.** 7 (5):72
- Snedecor, G.W. & Cochran, W.G. 1971. Métodos estadísticos. 1era. ed. CECSA. México, D.F.



Steel, R.G.D. & Torrie, J.H. 1980. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. 2<sup>nd</sup> ed.  
McGraw-Hill Book Co. New York, USA

Recibido el 30 de mayo del 2002

Aceptado el 2 de julio del 2002