

Efecto de la fitohormona esterooidal cidef-4 en el rendimiento y calidad de semilla de pasto guinea

Effect of the steroidal phytohormone cidef-4 on guinea grass seed yield and quality

Bertín M. Joaquín Torres^a, Miguel A. Moreno Carrillo^b, Pedro A. Martínez Hernández^b, Alfonso Hernández Garay^c, Armando Gómez Vázquez^d, José Alberto Pérez Amaro^a

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de la fitohormona esterooidal cidef-4 en el rendimiento y calidad de semilla en pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.) var. Tanzania. El experimento se realizó en condiciones de temporal, durante el año 2000 en Tejupilco, Estado de México. Se evaluaron dos etapas de aplicación (antes de iniciar el espigamiento e inicio de la antesis) y cuatro concentraciones de cidef-4 (0, 2, 4 y 6 mg kg⁻¹ de ingrediente activo). Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones, con un arreglo en parcelas divididas. Se evaluó el rendimiento cosechado de semilla pura germinable (RCSPG), número de panículas por metro cuadrado, semillas producidas y cosechadas por panícula, peso de 1000 semillas, pureza física y germinación de la semilla. El RCSPG varió entre las etapas de aplicación ($P < 0.05$), donde el mayor valor (128 kg ha⁻¹) ocurrió con la aplicación al iniciar la antesis. Se encontró que las concentraciones de cidef-4 incrementaron el RCSPG ($P < 0.05$) en comparación con el control, donde el mayor rendimiento (132 kg ha⁻¹) se obtuvo con 6 mg kg⁻¹ de ingrediente activo. El número de panículas fue mayor con la aplicación de cidef-4 en comparación con el control ($P < 0.05$). Los valores de pureza física, germinación y peso de mil semillas no fueron afectados ($P > 0.05$) por la etapa ni por las concentraciones aplicadas. Se concluye que el rendimiento de semillas del pasto guinea se puede mejorar con la aplicación de 6 mg kg⁻¹ de ingrediente activo de cidef-4, al inicio de la antesis.

PALABRAS CLAVE: *Panicum maximum*, Pasto guinea, Producción de semilla, Regulador del crecimiento, Cidef-4, Germinación.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of the steroidal compound cidef-4 on guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.) cv. Tanzania seed yield and quality. The experiment was carried out in the field under rainfed conditions during 2000 in Tejupilco, State of México, México. Two treatments were evaluated, i) before seed head emergence and ii) at the beginning of anthesis at four product concentrations (0, 2, 4 and 6 mg kg⁻¹ active ingredient of cidef-4), distributed in a randomized complete block design, and arranged in split plots with three replicates. Variables evaluated were: pure germinable seed harvested yield (PGSHY), number of panicles per square meter, number of seeds produced and harvested per panicle, 1000-seed weight, and seed purity and germination. PGSHY varied between treatments ($P < 0.05$) and the greatest yield (128 kg ha⁻¹) was obtained when cidef-4 was applied at the beginning of anthesis. All concentrations of cidef-4 increased PGSHY; however, the greatest seed yield (132 kg ha⁻¹) was obtained with the highest cidef-4 concentration (6 mg kg⁻¹). Number of panicles showed an increase with the application of cidef-4 compared to the control ($P < 0.05$). 1000-seed weight, purity and germination of the harvested seed were not significantly affected by any of the treatments applied. It can be concluded that the yield of guinea grass seed can be increased through application of 6 mg kg⁻¹ active ingredient of cidef-4 at the beginning of anthesis.

KEY WORDS: *Panicum maximum*, Guinea grass, Seed production, Growth regulator, Cidef-4, Germination.

Recibido el 17 de julio de 2003 y aceptado para su publicación el 6 de enero de 2006.

a Departamento de Zootecnia, Universidad del Papaloapan, 68400 Loma Bonita, Oaxaca. Tel. 012818722239. bjoaquin@lomabonita.unpa.edu.mx. Correspondencia al primer autor.

b Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo.

c Programa de Ganadería, Colegio de Postgraduados.

d Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

La obtención de altos rendimientos de semilla en gramíneas tropicales resulta difícil, tal es el caso del pasto guinea, ya que por ser una gramínea forrajera tropical presenta una pobre sincronización de la floración y un alto porcentaje de dehiscencia de las semillas maduras, por tanto, sólo una pequeña cantidad de las semillas producidas se pueden cosechar, lo que ocasiona bajos rendimientos; además de que la semilla es de baja calidad^(1,2). Por tanto, la obtención de altos rendimientos y de una mejor calidad de la semilla cosechada deben buscarse mediante técnicas que permitan disminuir el periodo de floración (sincronización) y así disminuir el riesgo de la dispersión de la semilla al tener un periodo de maduración más corto.

Se ha indicado que con la manipulación de la densidad de macollas, fertilización nitrogenada y la selección de la fecha óptima de cosecha, se puede mejorar el rendimiento de semilla en pastos tropicales⁽¹⁾. Sin embargo, existen reportes que el rendimiento y la calidad de la semilla se podrían mejorar aún más con la aplicación de reguladores del crecimiento⁽³⁾, ya que según la concentración y momento de aplicación, se sincroniza la floración y se uniformiza la maduración de las semillas⁽⁴⁾.

Dentro de los reguladores del crecimiento que se pueden usar para incrementar el rendimiento de semilla de gramíneas forrajeras tropicales se encuentran el paclobutrazol y el ethephon. Se ha demostrado que estos reguladores del crecimiento, aplicados después del inicio de la floración, incrementan la cantidad de semillas por inflorescencia, así como el peso de las semillas^(4,5) y en consecuencia el rendimiento de semilla pura. Sin embargo, estudios recientes señalan la importancia de las hormonas esteroidales en el incremento del rendimiento de semilla en cereales. Por ejemplo, en arroz, la aplicación de este tipo de hormonas, durante la floración, incrementó el rendimiento en 11 %, mientras que su aplicación en trigo incrementó hasta en 30 % el número de semillas por panícula⁽⁶⁾.

En pastos tropicales no se cuenta con información acerca del empleo de las hormonas esteroidales en la producción de semillas. Por ello, el presente

It is difficult to obtain high seed yields from tropical grasses, such being the case of guinea grass, which presents poor synchronization during flowering and high mature seed dehiscence. Therefore, a small percentage of the seed produced can be harvested, affecting yield and quality^(1,2). Because of this, higher seed yields and quality should be sought through techniques that shorten the flowering period, improving synchronization, and diminishing the risk of shattering due to a shorter overall maturation period.

Tiller density manipulation, nitrogen fertilization and optimal harvesting date have been mentioned as factors capable of improving tropical grasses seed yield⁽¹⁾. However, other authors have reported that seed yield and quality could be improved still by means of growth regulators⁽³⁾, which can help attain a better flowering synchronization and a more uniform process of seed maturity⁽⁴⁾.

Paclobutrazol and ethephon are growth regulators which can be used to increase the seed yield of tropical grasses. These products applied after the beginning of flowering increase both the number of seeds per panicle as well as seed weight^(4,5) and thus yield. However, recent studies suggest the significant increase in seed yield when steroidal hormones are applied. For example, when these hormones were applied to rice during flowering, an 11 % increase in yield was obtained, while in wheat an increase of 30 % in grains per spike was observed⁽⁶⁾.

Practically no information on the effect of steroidal hormones in tropical grasses seed yield is available. Due to this, the objective of the present study was to assess the effect of the instance of application of different concentrations of the steroidal phytohormone cidef-4 on guinea grass var. Tanzania seed yield and quality.

The experiment was carried out at the Ex-Hacienda de Ixtapan ranch in Tejupilco, State of Mexico, Mexico, at 18° 54' N and 100° 08' W, 1,320 masl under rainfed conditions in 2000. Climate for this area can be described as warm subhumid with a 21 °C average mean temperature and 1,140 mm

estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto del momento de aplicación de diferentes concentraciones de la fitohormona esterooidal cidef-4 en el rendimiento y la calidad de la semilla del pasto guinea var. Tanzania.

El estudio se realizó en el rancho Ex-Hacienda de Ixtapan, Tejupilco, Estado de México, ubicado a 18° 54' N. y 100° 08' O, a 1,320 msnm, en condiciones de temporal, durante el año 2000. El clima de la región es cálido subhúmedo, con lluvias en verano y una precipitación promedio anual de 1,140 mm y temperatura media anual de 21 °C⁽⁷⁾. La precipitación total y temperatura media anual registradas durante el año de estudio fueron 1,070 mm y 19.6 °C, respectivamente. El suelo es de textura arcillosa, con pH 6.4, 3.5 % de MO, 35, 4.6 y 212 mg kg⁻¹ de N, P y K, respectivamente.

La pradera de pasto guinea, en la que se realizó el estudio, se sembró en junio de 1998, en forma manual y en surcos espaciados a 80 y 70 cm entre matas, empleando semilla botánica y una densidad de siembra de 8 kg de semilla por hectárea. La pradera fue pastoreada con ganado bovino del 2 al 4 de septiembre del 2000 a una altura aproximada de 15 cm. Inmediatamente después del pastoreo (5 de septiembre) se fertilizó con 150, 50 y 50 kg ha⁻¹ de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente. Como fuente de nutrientes se utilizó urea (46 % N), superfosfato de calcio triple (46 % P₂O₅) y cloruro de potasio (60 % K₂O). Las malezas se controlaron desde el inicio del experimento hasta iniciar el espigamiento, mediante chapeos manuales con machete.

Se evaluaron dos etapas de aplicación: i) antes del espigamiento y ii) inicio de la antesis, así como cuatro concentraciones de la fitohormona esterooidal cidef-4: 0, 2, 4 y 6 mg kg⁻¹ de ingrediente activo. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones, en un arreglo en parcelas divididas; la parcela mayor correspondió a las etapas de aplicación y la parcela menor a las concentraciones aplicadas. El tamaño de las parcelas experimentales fue de 3.2 x 7 m, para un total de parcela de 22.4 m², con una parcela útil de 1.6 x 5.6 m.

average rainfall, mainly in summer. In 2000 rainfall totaled 1,070 mm and the average mean temperature was 19.6 °C. The soil can be characterized as clay, with a pH of 6.4, 3.5% organic matter, 35, 4.6 and 212 mg kg⁻¹ N, P and K content, respectively.

The guinea grass sward in which the experiment was carried out was sown manually in 1998 in rows spaced at 80 cm and 70 cm between plants. Botanical seed was used at an 8 kg ha⁻¹ seed density. The sward was grazed with cattle between September 2 and 4, 2000 to a 15 cm height and on the following day (September 5) was fertilized with N, P and K at 150, 50 and 50 kg ha⁻¹, respectively, using as nutrient sources, urea (46% N), triple calcium superphosphate (46% P₂O₅) and potassium chloride (60% K₂O). Weeds were controlled manually with machete from the beginning of the experiment up to seed head emergence.

Two application times were evaluated: i) before seed head emergence and ii) at the beginning of anthesis, as well as four cidef-4 concentrations: 0, 2, 4 and 6 mg kg⁻¹ of the active product. Treatments were distributed in a randomized complete block design, arranged in split plots with three replicates, the bigger plot corresponding to application times and the smaller to concentration. Experimental plots were 3.2 x 7.0 m (22.4 m²) each, being the useful plot 1.6 x 5.6 m.

The commercial product cidef-4 was used as the source for steroidal phytohormone, which contains 80% of a steroidal compound with 10% of the active ingredient. Therefore 25, 50 and 75 mg of cidef-4 were used to apply 2, 4 and 6 mg kg⁻¹ of active ingredient. Cidef-4 was diluted in water and an approximate 800 L ha⁻¹ volume was used for spraying the plots. Whole plants were sprayed during the evening (17:00) and 1 ml L⁻¹ of a non ionic coadjuvant (polieter-polimetilsiloxane) was added for more effectiveness. The application before seed head emergence was carried out on October 4, 2000 (30 d after grazing). October 10 was recorded as the date of seed head emergence, when 5 to 10 panicles were observed⁽⁸⁾. The application at the beginning of anthesis was carried out on October

Como fuente de fitohormona esteroideal se utilizó el producto comercial cidef-4, el cual contiene 80 % de compuesto esteroideal, con un 10 % de ingrediente activo. Por tanto, las cantidades del producto comercial cidef-4, para las concentraciones 2, 4 y 6 mg de ingrediente activo kg^{-1} fueron 25, 50 y 75 mg, respectivamente, cantidades que se disolvieron en un litro de agua y se utilizó un volumen aproximado de 800 L/ha. La aplicación de la solución se realizó mediante aspersion total sobre la planta, durante la tarde (después de las 17:00). Para lograr una mayor efectividad, se agregó por litro de solución, 1 ml del aditivo polieterpolimetilsiloxano, que es un coadyuvante no iónico. La aplicación, antes de iniciar el espigamiento, se realizó el 4 de octubre de 2000 (30 días después del pastoreo). El espigamiento ocurrió el 10 de octubre y se definió como el momento en que emergen de 5 a 10 panículas⁽⁸⁾. La aplicación de inicio de antesis se realizó el 16 de octubre de 2000 (seis días después del espigamiento), cuando el 10 % de las panículas presentes, se encontraban en antesis, la cual ocurrió el 22 de octubre. Se consideró como momento de antesis, cuando 50 % de las panículas presentes contenían, al menos, una espiguilla en antesis, con las anteras visibles. Para determinar la fecha en que ocurrió el espigamiento y antesis, se seleccionaron tres macollas al azar dentro de cada parcela útil, las cuales se observaron cada tercer día. El número de panículas emergidas y en antesis se estimó con base en la densidad de macollas ($1.79 \text{ macollas m}^{-2}$).

La cosecha de la semilla se realizó a los 20 días después de la antesis, fecha recomendada por Joaquín *et al.*⁽⁹⁾, utilizando la técnica tradicional para la cosecha de semilla de gramíneas tropicales⁽¹⁰⁾, que consiste en cortar todas las inflorescencias presentes y posteriormente someterlas a un proceso de sudado natural. Se cosecharon todas las panículas de las macollas en 5.6 m lineales de los dos surcos en cada parcela útil (8.96 m^2). Para simular el proceso de sudado, las panículas cosechadas se colocaron dentro de bolsas de manta, las cuales se tendieron sobre el mismo terreno y se cubrieron con material vegetal que quedó después de haber cortado las panículas. El periodo de sudado fue de cuatro días. Posterior

16 (6 d after seed head emergence) when 10 % of panicles were in anthesis. The date when 50 % of panicles showed at least one spikelet in anthesis (with visible anthers) was recorded as that of anthesis. The anthesis occurred on October 22. To determine the dates of anthesis and seed head emergence, three plants were randomly chosen inside each useful plot and observed every three day. The number of emerged panicles and in anthesis was estimated on plants density (1.79 plants m^2).

Seed harvest was carried out 20 d after anthesis, as recommended by Joaquín *et al.*⁽⁹⁾, using the traditional technique for tropical grass⁽¹⁰⁾, which consists of cutting all the panicles and then subjecting them to a natural sweating process. All the panicles present in the useful plots were cut (2 rows 5.6 m long each, 8.96 m^2) and placed in cotton bags, which were left in the plots covered with the remaining vegetative material to simulate sweating. The sweating period was 4. Afterwards, the panicles were threshed and seeds were cleaned and dried naturally. The seed obtained was weighed, packed in paper bags and stored in laboratory conditions for six months. Seed quality was assessed in the Forage Laboratory of the Animal Production Department at the Universidad Autónoma de Chapingo in Texcoco, State of Mexico, Mexico. Variables evaluated were: pure germinable (kg ha^{-1}) seed harvested yield (PGSHY), number of panicles per square meter, number of seeds produced and harvested per panicle, 1000-seed weight (g), and seed purity (%) and germination (%).

Pure germinable seed harvested yield (PGSHY), was estimated through the following formula⁽¹¹⁾: $\text{PGSHY} = \text{THSY} * \text{PGS} \% / 100$, where PGS (pure germinable seed) = purity % * germination % / 100 and THSY = total harvested seed yield. To determine the total number of panicles, all those present in three plants previously selected at random inside the usable plot were counted, and the estimate was based on plants density ($1.79 \text{ plants m}^{-2}$). In order to determine the total number of seeds produced and harvested per panicle, 10 panicles were harvested in each useful plot, selected at random from the three plants chosen previously.

al sudado, se realizó la trilla, limpieza y secado de la semilla en forma natural. La semilla obtenida se pesó, se envasó en bolsas de papel y se almacenó en condiciones de laboratorio, durante seis meses. Posterior al almacenamiento de la semilla, la determinación de la calidad de la misma se efectuó en el laboratorio de forrajes del Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo. Las variables evaluadas fueron: rendimiento cosechado de semilla pura germinable (kg ha⁻¹), número total de panículas por metro cuadrado, semillas producidas y cosechadas por panícula, peso de 1000 semillas (g), pureza física (%) y germinación (%).

El rendimiento cosechado de semilla pura germinable (RCSPG), se calculó con base en el rendimiento total cosechado de semilla (RTCS) y porcentaje de semilla pura germinable (% SPG), mediante la fórmula siguiente⁽¹¹⁾: $RCSPG = RTCS \times \% SPG / 100$, donde el $\% SPG = \% \text{ de pureza} \times \% \text{ de germinación} / 100$. Para el número total de panículas se contaron todas las inflorescencias presentes en tres macollas, previamente seleccionadas al azar, dentro de cada parcela útil, y la estimación se realizó con base en la densidad de macollas (1.79 macollas m⁻²). Para determinar el número de semillas producidas y cosechadas por panícula, se cosecharon 10 panículas por parcela útil, tomadas al azar en las tres macollas

The total number of seeds produced in each panicle was determined by adding the number of abscission calluses left by fallen seeds to the number of seeds harvested in each panicle. The number of seeds harvested was the number of seeds present in each panicle at the time of harvest. Spikelets with caryopsides in each panicle were counted as empty. The weight of 1000 seeds was the average of 8 replications of 100 seeds, each multiplied by 10⁽¹²⁾. Seed purity was determined in accordance with the international rules for seed testing⁽¹²⁾, using a 2 g sample per plot, weighing separately pure seed, other crops seed, weeds seed and inert material⁽¹²⁾. Seed germination was determined after six months storage at room temperature, as this is when dormancy is broken and maximum germination potential is reached^(13,14). Germination rate was estimated in three replications of 100 seeds each. Seeds were set in Petri dishes with filter paper and placed in a germination chamber at 30 ± 1°C⁽¹²⁾.

Variance analyses for all variables were carried out to test differences between treatments. Means comparisons were carried out through Tukey's test. A track analysis to estimate possible correlations between yield and its components was carried out⁽¹⁵⁾.

Pure germinable seed harvested yield was 19 % higher ($P < 0.05$) when cidef-4 was applied at the

Cuadro 1. Rendimiento cosechado de semilla pura germinable, componentes del rendimiento, calidad física y fisiológica de semillas del pasto guinea, en dos etapas de aplicación de cidef-4

Table 1. Pure germinable seed harvested yield, yield components, and physical and physiological seed quality of guinea grass, in two application times of cidef-4

Time of application	PGSHY (kg ha ⁻¹)	NP (No. m ⁻²)	SPP (No.)	SHP (No.)	TSW (g)	SP (%)	GR (%)
Control	87 ^b	40 ^b	817 ^a	586 ^a	1.264 ^a	86 ^a	78 ^a
Before seed head emergence	109 ^{ab}	67 ^a	1008 ^a	702 ^a	1.267 ^a	88 ^a	81 ^a
Beginning of anthesis	128 ^a	74 ^a	1003 ^a	674 ^a	1.270 ^a	87 ^a	79 ^a

PGSHY=pure germinable seed harvested yield; NP=number of panicles; SPP=seeds produced in each panicle; SHP=seeds harvested in each panicle; TSW= 1000-seed weight; SP=seed purity; GR=germination rate.

a,b Different letters within a column indicate significant statistical differences ($P < 0.05$).

previamente seleccionadas. El número de semillas producidas por panícula, se estimó como la suma de las semillas cosechadas por panícula más el número de callos por abscisión que dejaron las semillas desprendidas. El número de semillas cosechadas se cuantificó como las semillas presentes por panícula al momento de ser cosechadas. En la cuantificación de semillas producidas y cosechadas por panícula se consideraron tanto espiguillas con carióspside como vacías. El peso de 1,000 semillas se estimó como el promedio de ocho repeticiones de 100 semillas puras multiplicado por 10⁽¹²⁾. La pureza física de la semilla del pasto guinea se calculó por el método internacional, utilizando una muestra de 2 g de semilla por parcela, con la separación y cuantificación del peso de los componentes semilla pura, semilla de otros cultivos, semilla de malezas y material inerte⁽¹²⁾. La germinación de la semilla se realizó a los seis meses después de almacenadas al ambiente, ya que se ha mencionado que después de este tiempo de almacenamiento, las semillas de esta especie rompen la dormancia presentando la máxima germinación^(13,14). El porcentaje de germinación se estimó de tres repeticiones de 100 semillas cada una. Las semillas se colocaron en cajas Petri, provistas de papel absorbente y colocadas dentro de una cámara germinadora con una temperatura de 30±1 °C⁽¹²⁾.

beginning of anthesis rather than when applied before seed head emergence (Table 1). Number of panicles, seeds produced and harvested per panicle, seed purity and germination, and 1000-seed weight did not show statistical differences between the times of application.

The higher pure germinable harvested seed yield (132 kg ha⁻¹) was obtained with the highest concentration (6 mg kg⁻¹ active ingredient) of cidef-4, similar to those obtained with 2 and 4 mg kg⁻¹ but higher than that of control ($P<0.05$) (Table 2). The same occurred with the number of panicles ($P<0.05$). No effects from product concentration were found for the number of seeds produced and harvested per panicle and 1000-seed weight. Seed purity and germination were not affected by any of the concentrations applied ($P>0.05$). No interaction between times and product concentration of application was found from any of the evaluated variables.

These results suggest that the application of the steroidal phytohormone cidef-4 increased the yield of pure germinable seed of guinea grass and that the best time of application is at the beginning of anthesis. The positive response to cidef-4 could be due to an increase in the number of mature panicles. Other studies^(16,17,18) mention that the number of

Cuadro 2. Rendimiento cosechado de semilla pura germinable, componentes del rendimiento, calidad física y fisiológica de semillas del pasto guinea con diferentes concentraciones de cidef-4

Table 2. Pure germinable seed harvested yield, yield components, and physical and physiological seed quality of guinea grass, for different cidef-4 concentrations

Cidef-4 concentration (mg kg ⁻¹ a.i.)	PGSHY (kg ha ⁻¹)	NP (No. m ⁻²)	SPP (No.)	SHP (No.)	TSW (g)	SP (%)	GR (%)
0	87 ^b	40 ^b	817 ^a	586 ^a	1.26 ^a	86 ^a	78 ^a
2	110 ^{ab}	76 ^a	1024 ^a	682 ^a	1.26 ^a	87 ^a	77 ^a
4	114 ^{ab}	60 ^{ab}	1037 ^a	738 ^a	1.27 ^a	86 ^a	82 ^a
6	132 ^a	76 ^a	957 ^a	645 ^a	1.28 ^a	89 ^a	81 ^a

PGSHY=pure germinable seed harvested yield; NP=number of panicles; SPP=seeds produced in each panicle; SHP=seeds harvested in each panicle; TSW= 1000-seed weight; SP=Seed purity; GR=germination rate; a.i.=active ingredient.

a,b Different letters within a column indicate significant differences ($P<0.05$).

Se efectuaron análisis de varianza para todas las variables para probar diferencias entre tratamientos. La comparación de medias de los tratamientos se efectuó mediante la prueba de Tukey. Se realizó un análisis de senderos para estimar las correlaciones entre el rendimiento y sus componentes⁽¹⁵⁾.

El rendimiento cosechado de semilla pura germinable fue 19 % mayor ($P < 0.05$) al aplicar el cidef-4 al iniciar la antesis en comparación a la aplicación antes del espigamiento (Cuadro 1). El número de panículas, semillas producidas y cosechadas por panícula y peso de 1,000 semillas no fueron afectadas por la etapa de aplicación. Asimismo, no se observaron diferencias estadísticas de la etapa de aplicación en el porcentaje de pureza física y germinación.

Se observa que el mayor rendimiento cosechado de semilla pura germinable (132 kg ha^{-1}) se obtuvo al aplicar la concentración de 6 mg kg^{-1} de ingrediente activo, valor que fue similar al rendimiento obtenido con 2 y 4 mg, pero diferente y superior al control ($P < 0.05$) (Cuadro 2). Resultados similares a los anteriores se encontraron en el número de panículas, donde las tres concentraciones de cidef-4 presentaron valores mayores al control ($P < 0.05$). No se encontró efecto de la concentración aplicada en los componentes número de semillas producidas y cosechadas por panícula y peso de 1,000 semillas. La pureza física y germinación de la semilla no fue afectada ($P > 0.05$) por ninguna de las concentraciones aplicadas. No se encontró efecto de la interacción etapa y concentración aplicada para ninguna de las variables evaluadas.

Los resultados obtenidos en este estudio indican que la aplicación de la fitohormona esteroideal cidef-4 incrementó el rendimiento cosechado de semilla pura germinable de pasto guinea, y que el mejor momento de aplicación fue al iniciar la antesis. La respuesta positiva de la aplicación de cidef-4, sobre el rendimiento cosechado de semilla pura germinable, en comparación con el control, pudo deberse al aumento del número de panículas maduras. Se ha indicado que el número total de

panicles is the chief component directly related to seed yield. In the present study, the number of panicles was the yield component which showed a greater association with pure germinable seed harvested yield, presenting a value of 0.8342 (Table 3).

Although no studies or papers on the effect of these types of products on forage seed yield are available, results obtained in the present study agree with those found by other authors^(6,19) who mention significant increases in grain yield. Other studies indicate that the application of steroidal hormones increase translocation of assimilated products from leaves to reproductive organs in plants⁽²⁰⁾, increasing the number of inflorescences and therefore seed yield⁽¹⁹⁾. However, future research should focus on the study of panicle behavior from its inception to emergence and maturity.

It can be concluded that the yield of guinea grass seed can be increased through application of 6 mg kg^{-1} active ingredient of cidef-4 at the beginning of anthesis.

Based on the results of the present study it can be concluded that cidef-4 increases the yield of pure germinable seed and that the higher yield (132 kg ha^{-1}) was when 6 mg kg^{-1} were applied at the beginning of anthesis. This increase in seed yield can be attributed to an increase in the number of mature panicles. Seed quality did not improve

Cuadro 3. Coeficientes de correlación entre el rendimiento cosechado de semilla y los componentes de dicho rendimiento en pasto guinea

Table 3. Correlation coefficients between seed harvested yield and yield components in guinea grass

Yield components	Pure germinable seed (kg ha^{-1})
Number of panicles	0.8342
Seeds produced/ panicle	0.5723
Seeds harvested/ panicle	0.5801
1000-seed weight	0.1303

panículas es el principal componente del rendimiento que está directamente relacionado con el rendimiento de semilla^(16,17,18). En el presente estudio se encontró que el número de panículas fue el componente que presentó el mayor grado de asociación con el rendimiento cosechado de semilla pura germinable, con un valor de 0.8342 (Cuadro 3).

Aunque en la literatura no existen estudios del efecto de este tipo de producto en el rendimiento y calidad de semilla de especies forrajeras, los resultados obtenidos en el presente estudio corroboran el efecto positivo de las hormonas esteroidales, observado por otros investigadores^(6,19), quienes encontraron que la aplicación de esta hormona a plantas de cereales, incrementó significativamente el rendimiento de grano. Otros estudios indican que con la aplicación de las hormonas esteroidales se aumenta la translocación de asimilados de las hojas a las partes reproductivas de la planta⁽²⁰⁾, con lo que se incrementa en número de inflorescencias, que contribuye a incrementar el rendimiento de semilla⁽¹⁹⁾. Sin embargo, las futuras investigaciones se deben enfocar en el estudio del comportamiento de las panículas desde su iniciación hasta el momento de su emergencia y maduración.

Con base en los resultados obtenidos se concluye que el rendimiento cosechado de semilla pura germinable, se mejoró con la aplicación de cidef-4 y el rendimiento máximo se obtuvo con la aplicación de 6 mg kg⁻¹ de ingrediente activo de esta fitohormona esteroideal y la mejor etapa de aplicación fue al iniciar la antesis. El incremento en el rendimiento de semilla, debido al cidef-4, se atribuyó al aumento del número de panículas maduras. Los atributos de calidad de la semilla no fueron significativamente mejorados por ningún de los tratamientos aplicados. Desde el punto de vista práctico el uso de esta fitohormona esteroideal ofrece ventajas para mejorar el rendimiento de semilla de pasto guinea; sin embargo, se sugiere continuar con este estudio en ésta y otras especies, con la finalidad de determinar con mayor precisión, la mejor etapa de aplicación y concentración a utilizar.

significantly in any treatment. From a practical standpoint, use of this steroidal phytohormone offers advantages for increases in guinea grass seed yield, however, we suggest going on with the study of the effects of steroidal phytohormones in this and other species to determine more accurately the best times of application and product concentration.

ACKNOWLEDGMENTS

We wish to thank most especially the Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX) for lending the guinea grass sward and providing the field staff who collected the data during the experimental stage.

End of english version

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX), por la disponibilidad de la pradera de pasto guinea y de personal de campo que colaboró en la toma de datos durante la fase experimental.

LITERATURA CITADA

1. Boonman JG. Producción de semillas de pastos tropicales en Africa, con referencia especial en Kenya. En: Tergas LE, Sánchez PA editores. Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical;1978:385-402.
2. Hacker JB. Crop growth and development: Grasses. In: Loch DS, Ferguson JE editors. Forage seed production. vol 2: Tropical and subtropical species. Wallingford, UK: CABI Publishing;1999:41-56.
3. Nickell LG. Controlling biological behavior of plants with synthetic plant growth regulating chemicals. In: Mandava NB editor. Plant growth substances. Washington, DC, USA: American Chemical Society; 1979:263-279.
4. Pérez A, Reyes MI. Efecto del fitoregulator ethephon en la producción de semilla de pasto guinea cv Likoni. Pastos y Forrajes 1990;13(3):243-249.

EFFECTO CIDEF-4 EN RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GUINEA

5. Ramírez L, Hacker JB. Effect of paclobutrazol on seed yield in the subtropical grass *Digitaria eriantha*. In: Proceedings of the XVII International Grassland Congress, 1993:1667-1668.
6. Nuñez VM, Robaina C. Brasinoesteroides, nuevos reguladores del crecimiento vegetal. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Universidad de la Habana, Cuba; 1998.
7. Síntesis geográfica del Estado de México. Secretaria de Programación y Presupuesto. Coordinación General de Servicios Nacionales de Estadística e Informática. México, DF: 1981.
8. Boonman JG. Experimental studies on seed production of tropical grasses in Kenya. 1. General introduction and analysis of problems, Neth J Agric Sci 1971;19(1):23-36.
9. Joaquín TBM, Hernández GA, Pérez PJ, Herrera HJG, García SG, Trejo LC. Efecto del nitrógeno y fecha de cosecha sobre el rendimiento y calidad de semilla de pasto guinea. Tec Pecu Méx 2001;39(3):245-254.
10. Ferguson JE. Sistemas de producción de semillas para especies de pastos en América Latina Tropical. En: Tergas LE, Sánchez PA editores. Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1978:413-424.
11. Carmo M, Nascimento D, Mantorani EA. Efecto de la fertilización nitrogenada y la época de cosecha en la producción y la calidad de semillas de *Brachiaria decumbens*. Pasturas Trop 1988;10(2):19-22.
12. ISTA. International rules for seed testing. Seed Sci Technol (Suppl 21). Zurich, Switzerland. International Seed Testing Association. 1993.
13. Matías C, Bilbao B. Influencia del almacenamiento en la germinación de las semillas de algunos pastos tropicales. II. Almacenados al ambiente. Pastos y Forrajes 1985;8(1):53-63.
14. González Y, Mendoza F. Comportamiento de la germinación y la viabilidad en semillas de *Panicum maximum* CIH-3 durante el almacenamiento. Pastos y Forrajes 1994;17(2):131-135.
15. SAS INSTITUTE. User's guide. SAS Institute: Cary, NC; 1988.
16. Favoretto V, Toledo FF. Determinacao da época mais adequada para a colheita de sementes de capim-colonio (*Panicum maximum* Jacq.) Rev Soc Bras Zoot 1975;4(1):49-69.
17. Mejía PV, Romero MC, Lotero CJ. Efecto de la fertilización y época de corte de las panículas sobre la producción de semilla de pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.). Colombia. Rev Inst Colombiano Agropec 1978;13(3):503-510.
18. Loch DS. Selection of environment and cropping system for tropical grass seed production. Trop Grassl 1980;14(3):159-168.
19. Sairam RK. Effects of homobrassinolide application on plant metabolism and grain yield under irrigated and moisture-stress conditions of two wheat varieties. Plant Growth Regul 1994;14(2):173-181.
20. Fujii S, Hirai K, Saka H. Growth regulating action of brassinolide in rice plants. In: Cutler HG, Yokota T, Adams G editors. Brassi-nosteroids. Chemistry, bioactivity and application. Washington, DC, USA: American Chemical Society; 1991:306-311.

