

# Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de semilla de pasto guinea

## Effect of nitrogen fertilization on Guinea grass seed yield and quality

Bertín Maurilio Joaquín Torres<sup>a</sup>, Santiago Joaquín Cancino<sup>b</sup>, Alfonso Hernández-Garay<sup>b</sup>, Jorge Pérez Pérez<sup>b</sup>

### RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento y calidad de la semilla en pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.) cv. Tanzania. El experimento se realizó en condiciones de temporal, durante el 2001 en Tejupilco, Estado de México (18° 54' N, 100° 08' O y 1,320 msnm). Los tratamientos fueron cinco dosis de nitrógeno (0, 50, 100, 150 y 200 kg ha<sup>-1</sup>), distribuidos en un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Se evaluó el rendimiento de semilla total (RST), rendimiento de semilla pura (RSP), número de panículas m<sup>2</sup>, longitud de panícula, ramas por panícula, semillas producidas y cosechadas por panícula, peso de 1000 semillas, pureza física y germinación. La fertilización nitrogenada incrementó el RST y RSP ( $P < 0.01$ ), donde los mayores valores (26.6 y 23.7 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente) ocurrieron con la aplicación de 100 kg de N ha<sup>-1</sup>. El número de panículas, ramas por panícula, longitud de panícula, semillas producidas y cosechadas por panícula tuvieron un incremento ascendente conforme se aumentó la dosis de nitrógeno ( $P < 0.01$ ). El número de panículas fue el componente con mayor grado de asociación con el RST y RSP, con valores de 0.7894, 0.7684, respectivamente. La pureza física de la semilla también se incrementó con la fertilización nitrogenada ( $P < 0.05$ ). El peso de 1,000 semillas y la germinación de la semilla cosechada no fueron significativamente afectados por la aplicación de nitrógeno ( $P > 0.05$ ). Se concluye que el mayor rendimiento de semilla se logró al aplicar 100 kg de N ha<sup>-1</sup>.

**PALABRAS CLAVE:** *Panicum maximum*, Pasto guinea, Producción de semilla, Nitrógeno, Germinación.

### ABSTRACT

The objective of the present study was to assess the effect of nitrogen fertilization on Guinea Grass (*Panicum maximum* Jacq.) cv. Tanzania seed yield and quality. The experiment was carried out under rainfall conditions in 2001 in Tejupilco, State of México, Mexico, (18° 54' N, 100° 08' W; 1,320 m asl). Treatments were five Nitrogen doses (0, 50, 100, 150 and 200 kg ha<sup>-1</sup>), in a randomized complete block design, with four replicates. Variables evaluated were: total seed yield (TSY), pure seed yield (PSY), number of panicles per square meter, panicle length, branches per panicle, number of seeds produced and harvested per panicle, 1000-seed weight, physical purity and germination. Nitrogen fertilization increased both TSY and PSY ( $P < 0.01$ ), and the highest yields (26.6 and 23.7 kg ha<sup>-1</sup>, respectively) were obtained when 100 kg N ha<sup>-1</sup> were applied. Panicles per square meter, panicle length, branches per panicle, number of seeds produced and harvested per panicle increased in response to N fertilization ( $P < 0.01$ ). Number of panicles was the yield component which showed a greater association with TSY and PSY, with r values of 0.7894 and 0.7684, respectively. Seed physical purity also increased with nitrogen fertilization ( $P < 0.05$ ). 1,000-seed weight and germination of harvested seed were not affected significantly by any of the treatments ( $P > 0.05$ ). It can be concluded that the highest Guinea Grass seed yield was obtained when fertilized with 100 kg N ha<sup>-1</sup>.

**KEY WORDS:** *Panicum maximum*, Guinea grass, Seed production, Nitrogen, Germination.

El pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.) cv. Tanzania, es una gramínea perenne, con buenas características agronómicas y zootécnicas. Esta

Guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.) cv. Tanzania is a perennial grass showing good agronomic and zootechnic characteristics. This

Recibido el 30 de octubre de 2007. Aceptado para su publicación el 2 de enero de 2008.

<sup>a</sup> Departamento de Zootecnia, Universidad del Papaloapan, 68400 Loma Bonita, Oaxaca. Tel. 012818722239. [bjoaquin@lomabonita.umpa.edu.mx](mailto:bjoaquin@lomabonita.umpa.edu.mx). Correspondencia al primer autor.

<sup>b</sup> Programa de Ganadería, Colegio de Posgraduados.

especie presenta altos rendimientos de materia seca, buena calidad nutritiva y una excelente aceptación por el ganado; además se adapta a suelos de mediana fertilidad y es resistente a la sequía<sup>(1)</sup>. Sin embargo, la escasez de semilla en el mercado nacional ha limitado su uso. El principal problema de la escasez de semilla de esta especie forrajera en México, es la falta de tecnología para producirla.

Producir semilla de pasto guinea resulta difícil, ya que como en la mayoría de las gramíneas forrajeras tropicales, su floración es muy heterogénea, las semillas maduran irregularmente y se desprenden con facilidad, por tanto, sólo una pequeña cantidad de semilla se puede cosechar, lo que ocasiona bajos rendimientos. Además de lo anterior, el bajo rendimiento de semilla se atribuye al bajo número de inflorescencias, peso reducido de las espiguillas por inflorescencia y bajo porcentaje de llenado de las espiguillas producidas<sup>(2)</sup>. El bajo rendimiento de semilla se puede incrementar reduciendo las pérdidas durante la cosecha al seleccionar la fecha óptima de cosecha, o bien, incrementando el número de inflorescencias y el número de espiguillas llenas por inflorescencia, mediante la manipulación de la densidad de macollas y la fertilización nitrogenada<sup>(2,3)</sup>. Sin embargo, se ha indicado que la fertilización nitrogenada es el factor que más limita el rendimiento de semilla de gramíneas tropicales. Al respecto, varios estudios realizados demostraron que el nitrógeno (N) es el nutrimento más importante para alcanzar altos rendimientos de semilla, ya que aumenta la densidad de población de tallos<sup>(4)</sup>, número de inflorescencias y semillas por inflorescencia<sup>(5,6,7,8)</sup>. Sin embargo, en México, particularmente, en pasto guinea, el efecto del nitrógeno sobre el rendimiento de semilla, no ha sido estudiado o no está bien documentado. Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento y calidad de semilla del pasto guinea cv. 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 2001. El clima del lugar es cálido subhúmedo, con lluvias

specie shows high dry matter yield, good nutritive quality and is highly accepted by cattle. Besides, it can be grown in medium fertility soils and is drought tolerant<sup>(1)</sup>. However, domestic seed scarcity has limited its diffusion in Mexico. The main factor limiting seed production of this specie is lack of technology to produce seed.

This grass seed is not easy to produce, because as in the case of most tropical grasses, flowering is heterogeneous and seeds mature irregularly and fall easily. Therefore, only a small percentage of total seed yield can be harvested successfully, and as a result seed yield is necessarily low. Besides, low seed yield can also be attributed to low panicle density, low spikelet density per panicle and minimal filling of spikelets<sup>(2)</sup>. Seed yield can be increased by reducing losses during harvest either by choosing an optimal harvest date or by increasing both panicle and fertile spikelet numbers, through manipulation of tiller density and nitrogen fertilization<sup>(2,3)</sup>. However, it has been reported that nitrogen fertilization is the main factor limiting seed production in tropical grasses. To this respect, several studies have shown that N is the main nutrient necessary to obtain high seed yields, as it helps increase tiller density, panicle number and seeds per panicle<sup>(5,6,7,8)</sup>. However in Mexico, particularly in Guinea grass, nitrogen effect on seed production has not been studied in depth or been documented. Therefore, the objective of the present study is to assess the effects of nitrogen fertilization on both seed yield and quality in Guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.) cv. Tanzania.

The experiment was carried out in the Ex-Hacienda de Ixtapan, Tejupilco, State of Mexico (18° 54' N, 100° 08' W, and 1,320 m asl) throughout 2001 under rainfall conditions. Climate in this locality can be described as hot sub-humid with summer rainfall (June – October), 1,140 mm average annual rainfall and 21 °C average annual temperature<sup>(9)</sup>. In 2001, annual average temperature was 20.4 °C and total rainfall, 1,018 mm. Soil is clay, 5.6 pH, 3.5 % organic matter content, 18.9, 10.5 and 192 mg kg<sup>-1</sup> N, P and K content, respectively.

Five different N doses were evaluated (0, 50, 100, 150 and 200 kg ha<sup>-1</sup>). Treatments were distributed

en verano y precipitación promedio anual de 1,140 mm, distribuida durante junio a octubre y temperatura media anual de 21 °C<sup>(9)</sup>. La precipitación total y la temperatura media anual durante el año de estudio fueron 1,018 mm y 20.4 °C, respectivamente. El suelo es de textura arcillosa, con pH de 5.6, 3.5 % de MO, 18.9, 10.5 y 192 mg kg<sup>-1</sup> de N, P y K, respectivamente.

Se evaluaron cinco dosis de nitrógeno (0, 50, 100, 150 y 200 kg ha<sup>-1</sup> de N). Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. La pradera de pasto guinea, en la que se realizó el estudio se sembró en junio de 1998, en surcos espaciados a 80 y 70 cm entre matas, empleando semilla botánica. El tamaño de las parcelas experimentales fue de cuatro surcos de 5 m de largo, es decir, 3.2 x 5 m, para un total de parcela de 16 m<sup>2</sup>, con una parcela útil de 1.6 x 4.2 m, en los surcos centrales. Se realizó un corte de uniformidad el 2 de septiembre de 2001, mediante un pastoreo con ganado bovino a una altura aproximada de 15 cm. Inmediatamente después del pastoreo, es decir, el 3 de septiembre, se aplicaron las dosis de nitrógeno indicadas, así como 50 y 50 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo y potasio, respectivamente. La dosis de 200 kg ha<sup>-1</sup> de N se dividió en dos aplicaciones de 100 kg cada una; la primera se realizó en la fecha previamente indicada, mientras que la segunda tres semanas después, el 21 de septiembre. Como fuente de nutrientes se utilizó urea (46 % N), superfosfato de calcio triple (46 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y cloruro de potasio (60 % K<sub>2</sub>O). Las malezas se controlaron desde el inicio del experimento hasta iniciar el espigamiento, mediante chapeos manuales con machete.

La cosecha de semilla se realizó en forma manual a los 21 días después de la antesis, fecha recomendada por Joaquín *et al*<sup>(6)</sup>. Se consideró como momento de antesis, cuando 50 % de las panículas presentes contenían, al menos, una espiguilla en antesis, con las anteras visibles; para ello, se seleccionaron tres macollas al azar dentro de cada parcela útil, las cuales se observaron cada tercer día. Se determinó que el momento de antesis ocurrió el 25 de octubre. La cosecha de semilla se realizó utilizando la técnica tradicional para la

at random in a complete block design with four replicates. The Guinea grass sward was established in 1998, in rows at 70 to 80 cm between plants, using botanic seed. Experimental plot size was four rows wide (3.2 m) and 5 m long, for a 16 sq m area, being the useful plot 1.6 m \* 4.2 m. An initial cut for uniform growth, at approximately 15 cm height was performed on September 2, 2001, through intensive grazing by beef cattle. Nitrogen was applied a day after cattle was taken out (September 3, 2001) at the previously mentioned doses, and phosphorous and potassium at 50 kg ha<sup>-1</sup> were applied simultaneously with nitrogen. The 200 kg ha<sup>-1</sup> N treatment was applied fractionally, 100 kg ha<sup>-1</sup> on September 3 and the remainder on September 21. Urea (46 % N) was the nitrogen source, calcium triple superphosphate (46 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) the phosphorous source and potassium chloride (60 % K) the potassium source. Weed control was performed manually with machete from the beginning of the experiment until flowering.

Seed harvest was performed manually 21 d after anthesis, in accordance with what is suggested by Joaquín *et al*<sup>(6)</sup>. The moment of anthesis was set as the time when 50 % of panicles showed at least one spikelet in anthesis (with visible anthers); to that end, three tillers were chosen at random in each useful plot, which were observed every other day. In accordance with this method, anthesis took place on October 25. Seed was harvested following the traditional procedure for tropical grasses<sup>(10)</sup>, which consists in cutting all panicles present and allowing them to sweat in the field. All panicles in the two rows of each useful plot were cut. To simulate sweating in the field, harvested panicles were placed in cloth bags, which were they placed in the same plots, covered with stubble and kept there for 4 d. Afterwards, panicles were threshed and seeds winnowed and allowed to dry naturally. Obtained seed was weighted, placed in paper bags and stored in a laboratory for seven months. A standard germination test was performed after storage in the Zootechnic Department of the Universidad Autónoma Chapingo.

The following variables were evaluated: total seed yield (TSY), pure seed yield (PSY), number of

cosecha de semilla de gramíneas tropicales<sup>(10)</sup>, 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 4.2 m lineales de los dos surcos de la parcela útil. Para simular el proceso de sudado, las panículas cosechadas se colocaron en bolsas de manta, las cuales se agruparon 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. Posteriormente, 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 ambientales de laboratorio, durante siete meses. Posterior al periodo de almacenamiento de la semilla, se efectuó una prueba de germinación estándar en el laboratorio de forrajes del Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo.

Las variables evaluadas fueron: rendimiento de semilla total (RST), rendimiento de semilla pura (RSP), número de panículas  $m^{-2}$ , longitud de panícula, ramas por panícula, semillas producidas y cosechadas por panícula, peso de 1,000 semillas, pureza física y germinación. El RST se estimó con base en la cantidad de semilla cosechada en la parcela útil ( $6.7 m^2$ ). Para el RSP, se consideró el porcentaje de pureza. Para el número 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 la longitud de panícula, ramas por panícula, semillas producidas y cosechadas por panícula, se cosecharon 10 panículas por parcela útil, tomadas al azar en las tres macollas previamente seleccionadas. La longitud de panícula se midió a partir del punto de inserción de la primera ramificación, hasta el extremo superior de la panícula. El número de semillas producidas por panícula, se estimó como la suma de las semillas cosechadas por panícula más el número de callos de abscisión que dejaron las semillas desprendidas<sup>(11)</sup>. El número de semillas cosechadas se cuantificó como el número de semillas presentes por panícula al momento de ser cosechadas. En la

panicles per square meter, panicle length, branches in each panicle, seed produced and harvested in each panicle, 1,000-seed weight, physical purity and germination. Purity percentage was taken into account in PSY. Panicle number was determined by counting all panicles in three tillers selected at random in each useful plot and estimates were obtained based on tiller density ( $1.79 tillers m^{-2}$ ). Panicle length, branches in each panicle, seeds produced and harvested in each panicle were determined by cutting 10 panicles at random in each useful plot from the three tillers previously selected. Panicle length was measured from the insertion point of the first ramification to the highest point. Seeds produced in each panicle was estimated by adding the number of harvested seeds to the number of abscission calluses left by fallen seeds<sup>(11)</sup>. Number of harvested seeds was determined by counting the number of seeds present in each panicle at time of harvest. When seeds produced and harvested in each panicle were quantified, both empty and filled with caryopsis seeds were taken into account. 1,000-seed weight was determined by weighing eight replications of 100 pure seeds each and multiplying by 10<sup>(12)</sup>. Physical purity was determined following international standards, using a 2 g sample per plot and isolating pure seed from weed and other plants seeds, impurities and inert material<sup>(12)</sup>. A seed germination test was carried out seven months after harvest in seeds stored at ambient temperature. It has been mentioned that dormancy in this species is broken after 6 mo storage, showing then the highest germination<sup>(13)</sup>. Four replicates of 100 seeds each per treatment were used in the germination test. Seeds were set in Petri dishes lined with absorbent paper and later placed in germination chambers at  $30 \pm 1 ^\circ C$ <sup>(12)</sup>.

Data were submitted to variance tests for each variable to prove differences between treatments based on the statistical design. Means comparisons were performed through Tukey's test. A correlation analysis to estimate association between yield and variables was carried out<sup>(14)</sup>.

TSY and PSY showed differences ( $P < 0.01$ ) between nitrogen doses, increasing seed yield with each treatment up to  $100 g N ha^{-1}$ . Both 150 and

cuantificación de semillas producidas y cosechadas por panícula se consideraron tanto semillas con cariósido como vacías. El peso de 1,000 semillas se estimó como el promedio de ocho repeticiones de 100 semillas puras multiplicado por 10<sup>(12)</sup>. El porcentaje de pureza física de la semilla se calculó por el método internacional, utilizando una muestra de 2 g de semilla por parcela, separando ésta en sus componentes: semilla pura, semilla de otros cultivos, semilla de malezas y material inerte<sup>(12)</sup>. La germinación de la semilla cosechada se realizó a los siete meses después de almacenadas al ambiente, ya que se ha mencionado que después de seis meses de almacenamiento, es cuando las semillas de esta especie rompen la dormancia, presentando la máxima germinación<sup>(13)</sup>. Para la obtención del porcentaje de germinación se utilizaron, por tratamiento, cuatro repeticiones de 100 semillas cada una. Las semillas se colocaron en cajas petri, provistas de papel absorbente y colocadas dentro de una cámara germinadora a una temperatura de 30 ± 1 °C<sup>(12)</sup>.

Los datos obtenidos de todas las variables se sometieron a un análisis de varianza para probar diferencias entre tratamientos, con base al diseño estadístico de bloques completos al azar. La comparación de medias de los tratamientos se efectuó mediante la prueba de Tukey. Se realizó un análisis de correlación para estimar el grado de asociación entre el rendimiento y sus componentes<sup>(14)</sup>.

200 kg N ha<sup>-1</sup> produced seed yields similar to 100 kg N ha<sup>-1</sup> ( $P > 0.05$ ), but higher than control (Table 1). Nitrogen favored panicle density m<sup>-2</sup> ( $P < 0.01$ ) with 12.9, 13.1, 13.1, and 14.7 panicles m<sup>-2</sup> for 50, 100, 150 and 200 kg N ha<sup>-1</sup>, respectively, being significantly higher ( $P < 0.05$ ) than 1.4 panicles m<sup>-2</sup> for 0 kg N ha<sup>-1</sup> (control). A similar response pattern to nitrogen fertilization was seen in panicle length, branches per panicle and seeds produced and harvested in each panicle (Table 2). Besides, seed purity also increased in response to

Cuadro 1. Rendimiento de semilla total y semilla pura de pasto guinea (*Panicum maximum*) cv. Tanzania con diferentes dosis de nitrógeno (kg ha<sup>-1</sup>)

Table 1. Total seed yield and pure seed yield in Guinea grass (*Panicum maximum*) cv. Tanzania in response to different nitrogen doses (kg ha<sup>-1</sup>)

N (kg ha <sup>-1</sup> )	TSY	PSY
0	2.4 b	1.8 c
50	16.0 a	13.3 b
100	26.6 a	23.7 a
150	26.5 a	22.2 ab
200	26.7 a	21.7 ab

TSY= total seed yield; PSY=pure seed yield.

abc Different literals in each column indicate significant differences ( $P < 0.05$ ).

Cuadro 2. Componentes del rendimiento, calidad física y fisiológica de semillas del pasto guinea (*Panicum maximum*) cv. Tanzania con diferentes dosis de nitrógeno

Table 2. Yield, physical and physiological quality components in Guinea grass (*Panicum maximum*) cv. Tanzania seed yield in response to different nitrogen doses

N (kg ha <sup>-1</sup> )	NP(No. m <sup>-2</sup> )	LP(cm)	RP (n)	SPP(n)	SCP(n)	PMS(g)	PP(%)	PG(%)
0	1.4 b	19.9 c	27 b	347 b	171 b	1.349 a	71.4 b	82.1 a
50	12.9 a	22.7 bc	32 a	632 a	317 ab	1.317 a	81.1 ab	80.4 a
100	13.1 a	23.4 bc	30 ab	664 a	326 ab	1.347 a	86.6 a	83.7 a
150	13.1 a	25.8 ab	32 a	745 a	422 a	1.319 a	83.4 a	86.0 a
200	14.7 a	27.5 a	30 ab	772 a	429 ab	1.316 a	85.3 a	86.1 a

NP=panicle number; LP=panicle length; RP=branches per panicle; SPP=seeds produced per panicle; SCP=harvested seeds per panicle; PMS=1,000-seed weight; PP=seed purity; PG=germination rate.

abc Different literals in each column indicate significant differences ( $P < 0.05$ ).

Los RST y RSP variaron ( $P < 0.01$ ) entre las dosis de nitrógeno, presentando incrementos ascendentes conforme se aumentó la dosis de fertilización, hasta 100 kg de N ha<sup>-1</sup>, con valores de 26.6 y 23.7 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Las dosis de 150 y 200 kg de N ha<sup>-1</sup> presentaron valores iguales ( $P > 0.05$ ) a la de 100 kg de N ha<sup>-1</sup>, pero diferentes y superiores al testigo (Cuadro 1). Se encontró que la aplicación de nitrógeno tuvo un efecto positivo en el número de panículas m<sup>-2</sup> ( $P < 0.01$ ); se observó que los valores de 12.9, 13.1, 13.1 y 14.7 panículas m<sup>-2</sup> obtenidos con las dosis de 50, 100, 150 y 200 kg de N ha<sup>-1</sup>, respectivamente, fueron similares entre sí ( $P > 0.05$ ), pero diferentes y superiores ( $P < 0.05$ ) al de 0 kg de N ha<sup>-1</sup> (1.4 panículas m<sup>-2</sup>). Un comportamiento similar al anterior se observó en la longitud de panícula, ramas por panícula, semillas producidas y cosechadas por panícula, donde las cuatro dosis de nitrógeno presentaron valores superiores al control (Cuadro 2). Asimismo, se encontró que la pureza física de la semilla cosechada se incrementó con la fertilización nitrogenada, donde el mayor valor de pureza (86.6 %) se obtuvo con la dosis de 100 kg de N ha<sup>-1</sup> ( $P < 0.05$ ). No se encontró efecto de la fertilización nitrogenada ( $P > 0.05$ ) en el peso de 1,000 semillas y porcentaje germinación. En relación a los coeficientes de correlación entre el rendimiento de semilla y sus componentes, se encontró que el número de panículas m<sup>-2</sup> fue el componente que presentó el mayor grado de asociación con los RST y RSP, con valores de 0.7894 y 0.7684, respectivamente, seguido de la longitud de panícula y semillas producidas por panícula (Cuadro 3).

Los resultados encontrados en este estudio indican que la aplicación de nitrógeno incrementó el rendimiento de semilla y que los valores máximos se lograron con 100 kg de N ha<sup>-1</sup>, con lo que se confirma lo señalado por otros investigadores<sup>(5,6,7)</sup>, quienes encontraron una respuesta positiva a la fertilización nitrogenada en la producción de semilla de pasto guinea. Asimismo, los resultados del presente estudio corroboran lo indicado por otros autores<sup>(15)</sup>, quienes señalaron que la eficiencia de respuesta a la fertilización nitrogenada aumenta conforme se incrementa la dosis de nitrógeno hasta

N fertilization, and the higher value (86.6 %) was obtained in the 100 kg N ha<sup>-1</sup> treatment ( $P < 0.05$ ). No effects due to nitrogen fertilization were observed in either 1,000-seed weight or germination percentage. Relative to correlation coefficients between seed yield and the different variables which influence it, panicles m<sup>-2</sup> was the component which showed greater association with both TSY and PSY ( $r = 0.7894$  and  $0.7684$ , respectively) (Table 3).

Results obtained in the present study suggest that nitrogen fertilization increases seed yield and also that the highest yield was obtained when 100 kg N ha<sup>-1</sup> were applied, which concurs with what is reported by other authors<sup>(5,6,7)</sup> who found a positive response to nitrogen fertilization in Guinea grass seed yield and also, these results corroborate findings of other authors who mention that nitrogen fertilization response efficiency increases with N amounts ha<sup>-1</sup> up to a certain point and then diminishes.

The highest TSY and PSY values (26.6 and 23.7 kg ha<sup>-1</sup>, respectively) obtained in the 100 kg N ha<sup>-1</sup> treatment is lower than yields reported by other authors for this species and cultivar<sup>(6,7)</sup>, who mention yields of more than 100 kg ha<sup>-1</sup> when 80 to 100 kg N ha<sup>-1</sup> were applied. The low seed yield obtained in the present study can be attributed to

Cuadro 3. Coeficientes de correlación entre el rendimiento de semilla y los componentes de dicho rendimiento en pasto guinea (*Panicum maximum*) cv. Tanzania

Table 3. Correlation coefficients (r) between seed yield and yield components in Guinea grass (*Panicum maximum*) cv. Tanzania

Yield components	TSY	PSY
Panicle number	0.7894	0.7684
Panicle length	0.7645	0.7604
Branches per panicle	0.3972	0.3990
Produced seeds per panicle	0.7486	0.7526
Harvested seeds per panicle	0.6524	0.6436
1,000-seed weight	- 0.1838	- 0.1298

TSY= total seed yield; PSY=pure seed yield.

un punto máximo, a partir del cual la eficiencia de utilización del nitrógeno disminuye.

Los mayores valores de RST y RSP (26.6 y 23.7 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente) obtenidos con la dosis de 100 kg de N ha<sup>-1</sup> son inferiores a los encontrados por otros autores para esta misma especie y cultivar<sup>(6,7)</sup>, quienes reportaron rendimientos de semilla superiores a 100 kg ha<sup>-1</sup> al aplicar de 80-100 kg de N ha<sup>-1</sup>. Los bajos rendimientos de semilla obtenidos en el presente estudio se atribuyeron a la escasa precipitación registrada durante los meses de octubre y noviembre (63 y 0 mm, respectivamente), periodo en el cual ocurrió la floración y maduración de la semilla. No obstante, a lo anterior, la respuesta a la fertilización nitrogenada fue positiva. En este sentido, se ha señalado que las gramíneas tropicales producen la mayor cantidad de semillas cuando se aplican 100 kg de N ha<sup>-1</sup> y que dosis mayores reducen el rendimiento<sup>(16,17)</sup>. Aunque existen reportes que indican que la cantidad mínima de nitrógeno para alcanzar los máximos rendimientos de semilla pura en gramíneas tropicales debe ser de 150 kg ha<sup>-1</sup><sup>(18)</sup>. Esta discrepancia de resultados puede deberse a la fertilidad y humedad del suelo, fuente utilizada de nitrógeno, momento y forma de aplicación del fertilizante.

La respuesta positiva de la aplicación de nitrógeno en el rendimiento de semilla, en comparación con la no fertilización, se debió, principalmente, a que este nutrimento incrementó el número de panículas. Esta misma respuesta fue reportada por otros investigadores<sup>(5,6)</sup>, quienes observaron en pasto guinea un aumento del número de panículas ha<sup>-1</sup> al aplicar entre 100 y 150 kg de N ha<sup>-1</sup>. Se observó que los componentes número de panículas m<sup>-2</sup>, longitud de panícula, ramas por panícula y semillas producidas por panícula tuvieron un comportamiento similar al RST y RSP, lo que confirma lo señalado por otros autores<sup>(5,8)</sup>, quienes indicaron que los componentes número total de panículas y la longitud de las mismas están directamente relacionados con el rendimiento de semilla. El incremento del rendimiento de semilla por efecto de la fertilización nitrogenada también se atribuyó a un mayor llenado de las espiguillas. Este mismo efecto fue observado por otros investigadores<sup>(7)</sup>, quienes encontraron que

very low rainfall in October and November (63 and 0 mm, respectively), which coincided with flowering and seed maturity. However, response to nitrogen fertilization was positive. In this sense, it has been mentioned that tropical grasses produce more seed when 100 kg N ha<sup>-1</sup> are applied and that higher doses diminish yield<sup>(16,17)</sup>, although some studies report that the higher yields of pure seed in tropical grasses were obtained when 150 kg N ha<sup>-1</sup> were applied<sup>(18)</sup>. This discrepancy could be due to soil fertility and moisture, nitrogen source and to when and how fertilizer is applied.

The positive response to nitrogen fertilizer in seed yield when compared to control is due mainly to the fact that nitrogen fertilization increased panicle number. This same response is mentioned by other authors<sup>(5,6)</sup> who found an increase in panicles m<sup>-2</sup> when Guinea grass was fertilized with 100 and 150 kg N ha<sup>-1</sup>. Panicles m<sup>-2</sup>, panicle length, branches per panicle and seed production per panicle showed a similar response as TSY and PSY to nitrogen fertilizer, which confirms reports of other authors<sup>(5,8)</sup>, who pointed out that panicle number and length are related directly to seed yield. Seed yield increase due to nitrogen fertilizer, was also linked to the filling of more spikelets. This effect is also reported by other authors<sup>(7)</sup>, who found that nitrogen fertilization increased physical purity of Guinea grass seed.

The positive effect of nitrogen on seeds produced and harvested in each panicle is due to the fact that this nutrient favors an increase in panicle length and branching. Longer panicles produce more seeds than shorter panicles, therefore increasing yield, which concurs with what was reported for this Guinea grass cultivar by Joaquin *et al*<sup>(19)</sup>. This effect was also observed by other researchers<sup>(5,20)</sup> in this species, who mention that seed yield increase in response to nitrogen fertilizer is associated to an increase in panicle length and branching. It has been suggested that nitrogen deficiency during vegetative growth reduces panicle branching, and that fertilization with nitrogen at an adequate moment increases panicle branching therefore increasing seed yield as more seeds are produced and harvested<sup>(19)</sup>. In the present study number of

la fertilización nitrogenada incrementó el porcentaje de pureza física de la semilla en pasto guinea.

El efecto positivo del nitrógeno en el incremento del número de semillas producidas y cosechadas por panícula, se debió a que este nutrimento favoreció una mayor longitud de panícula, así como de ramificaciones por panícula. Se observó que las panículas de mayor longitud, tuvieron un mayor número y rendimiento de semillas, en comparación con las más cortas, lo que coincide con lo observado en este mismo cultivar por Joaquín *et al.*<sup>(19)</sup>, quienes encontraron que las panículas más largas produjeron mayor cantidad de semillas. El mismo efecto fue observado para esta misma especie por otros investigadores<sup>(5,20)</sup>, quienes señalaron que el aumento en el rendimiento de semilla, debido a la fertilización nitrogenada, está relacionado con un incremento en la longitud y el número de ramas de la inflorescencia. Al respecto, se ha sugerido que la deficiencia de nitrógeno, durante el desarrollo vegetativo, disminuye el número de ramas por inflorescencia, mientras que la aplicación adecuada de este nutrimento lo aumenta y, en consecuencia, el rendimiento de semilla también se incrementa, ya que al haber más ramas por inflorescencia, la semilla que se produce y cosecha es mayor<sup>(19)</sup>. En el presente estudio se encontró que el número de semillas por panícula fue el tercer componente en importancia relacionado con el rendimiento de semilla.

En general, la respuesta positiva del nitrógeno, en cuanto al incremento del rendimiento de semilla, es debido al aumento del número de panículas  $m^{-2}$ , longitud de panícula y semillas producidas por panícula, ya que estos tres componentes fueron los que presentaron el mayor grado de asociación con el rendimiento de semilla, lo que confirma los hallazgos de otros investigadores<sup>(19,20)</sup>, quienes encontraron que el número y longitud de inflorescencias son los componentes que presentaron las correlaciones más altas con el rendimiento de semilla en pasto guinea. Los resultados obtenidos en este estudio indican que el componente más importante y que determina el potencial de rendimiento de semilla en pasto guinea es el número de panículas, seguido de la longitud de panícula y

seeds per panicle was the third component in importance to be associated to seed yield.

In general, a positive response to nitrogen in seed yield, is due to an increase in panicles  $m^{-2}$ , panicle length and seeds produced per panicle, as these three components were those that showed a greater degree of association to seed yield, which confirms findings of other authors<sup>(19,20)</sup>, who report that inflorescence number and length are the factors which show greater correlation with Guinea grass seed yield. Results obtained in the present study indicate that the main variable affecting seed yield is panicle number, followed by panicle length and seeds produced per panicle. Therefore, securing maximum seed yield can be achieved through nitrogen fertilization.

Relative to seed quality, 100 kg N  $ha^{-1}$  fertilization increased physical purity more than 20 %, when compared to control. Same effect was reported by other researchers<sup>(7)</sup>, who found that nitrogen fertilization increased filling of spikelets. However, other authors found that nitrogen fertilization did not have any effect on Guinea grass cv. Tanzania seed physical purity<sup>(6)</sup>. Relative to physiological quality, nitrogen fertilizer did not influence the germination rate of harvested seeds. Similar results are reported by Joaquín *et al.*<sup>(6)</sup> for this cultivar. Other authors<sup>(21)</sup> report similar results for nitrogen fertilization on the germination rate in *Panicum maximum* cv. Comun. However, other authors report an increase in the germination rate due to nitrogen fertilizer in *Urochloa decumbens*<sup>(22)</sup> and a slight effect on *Cenchrus ciliaris* seeds<sup>(8)</sup>. These discrepancies in germination rate response to nitrogen fertilization are uncertain, however, they could be due to fertilizer source, time of application, soil moisture and fertility, harvest time, storage period and germination rate determination method. Nevertheless, the average germination rate, 83.6 %, obtained in the present study is higher than what is mentioned by other authors<sup>(6)</sup>, who for Guinea grass cv. Tanzania report a 70 % germination rate. Therefore the seed produced in the present study can be considered of excellent quality. In general, a germination rate of more than 10 % in tropical grasses can be considered as good.



número de semillas producidas por panícula. Por tanto, la obtención de rendimientos máximos de semilla en pasto guinea cv. Tanzania, se puede lograr al maximizar estos componentes, mediante la fertilización nitrogenada.

En cuanto a la calidad de la semilla se observó que la dosis de 100 kg de N ha<sup>-1</sup> incrementó la pureza física en más del 20 %, en comparación con la no fertilización. El mismo efecto fue reportado por otros investigadores<sup>(7)</sup>, quienes encontraron que la fertilización nitrogenada mejoró el llenado de las espiguillas. Sin embargo, otros autores<sup>(6)</sup> encontraron que la aplicación de nitrógeno no tuvo efecto en la pureza física de la semilla de pasto guinea cv. Tanzania. En relación a la calidad fisiológica, se observó que la fertilización nitrogenada no influyó en el porcentaje de germinación de la semilla cosechada. Resultados similares fueron reportados por Joaquín *et al*<sup>(6)</sup> para este mismo cultivar. Este mismo efecto fue observado por otros autores<sup>(21)</sup>, quienes reportaron que el nitrógeno no afectó la germinación de semillas de *P. maximum* cv. Común. Sin embargo, existen reportes de que la fertilización nitrogenada incrementó el porcentaje de germinación de las semillas en *Urochloa decumbens*<sup>(22)</sup> y con muy poco efecto en semillas de *Cenchrus ciliaris*<sup>(8)</sup>. Estas discrepancias en la respuesta de la fertilización nitrogenada en la germinación, son inciertas, sin embargo, podrían deberse a la fuente de fertilizante y momento de aplicación, disponibilidad de humedad y fertilidad del suelo, momento de cosecha, periodo de almacenamiento y metodología utilizada en la determinación de la germinación. No obstante, el valor promedio de germinación (83.6 %) obtenido en el presente estudio es superior al reportado por otros autores<sup>(6)</sup>, quienes para este mismo cultivar encontraron una germinación del 70 %, lo que indica que la semilla producida puede ser considerada de calidad excelente. En este sentido se considera que valores de germinación mayores a 10 %, en pastos tropicales, son buenos<sup>(2)</sup>.

Con base en los resultados obtenidos se concluye que el nitrógeno tuvo un efecto positivo en el rendimiento de semilla total y semilla pura del pasto guinea cv. Tanzania, donde los mayores

Based on the results obtained in this study, it can be concluded that fertilization with nitrogen had a positive effect on Guinea grass cv. Tanzania TSY and PSY, and also that the highest yield was obtained with 100 kg N ha<sup>-1</sup>. This response can be attributed to the positive effect of this nutrient on panicle density per m<sup>-2</sup>, panicle length, seed produced per panicle and filling of spikelets. Seed physiological quality was not affected by nitrogen fertilization; however, the average germination rate obtained in this study, 83.6 %, can be considered as excellent. Therefore for maximal seed production and quality in Guinea grass cv. Tanzania, 100 kg N ha<sup>-1</sup> should be applied.

#### ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to thank most especially the Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX) for its support.

*End of english version*

---

rendimientos se obtuvieron con 100 kg de N ha<sup>-1</sup>, respuesta que se atribuyó al efecto positivo que tiene este nutrimento, al aumentar el número de panículas m<sup>-2</sup>, longitud de panícula, semillas producidas por panícula y llenado de las espiguillas. La calidad fisiológica de la semilla, no fue afectada por la fertilización nitrogenada; sin embargo, el valor promedio de germinación (83.6 %) obtenido en éste estudio, se considera como un porcentaje excelente. Por tanto, para producir un máximo rendimiento de semilla con buena calidad de pasto guinea cv. Tanzania, se deben aplicar 100 kg de N ha<sup>-1</sup>.

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del

Estado de México (ICAMEX) el apoyo brindado en la realización de ésta investigación.

## LITERATURA CITADA

1. ICAMEX. Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México. Evaluación agronómica de gramíneas forrajeras tropicales. Informe técnico 1997.
2. 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. 1978:413-424.
3. Humphreys LR, Riveros F. Tropical pasture seed production. Plant Production and Protection Paper 8. Rome, Italy. FAO. 1986.
4. Vieira MR, Miranda FD, Nascimento JrD, Ribeiro JrJI, Lara FJ, Melo ML, Mistura C, Azevedo MJ. Demografía de perfiles basales em pastagem de *Brachiaria decumbens* adubada com nitrogênio. *Rev Bras Zoot* 2006;35(2):380-388.
5. Febles G, Pérez J, Padilla C. Efecto de niveles de nitrógeno y el momento de aplicación en la producción de semillas de hierba de guinea Común (*Panicum maximum*). *Rev Cubana Ciencia Agríc* 1982;16(3):313-326.
6. 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. *Téc Pecu Méx* 2001;39(3):245-254.
7. Carbajal AJ, Lara RM. Producción y calidad de semillas de los pastos Insurgente, Guinea y Llanero. *Livest Res Rural Development* 2003;15(2). Available: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/2/carv152.htm>. Accessed April 11, 2008.
8. Kumar D, Dwivedi GK, Singh SD. Seed yield and quality of buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) as influenced by row spacing and fertilizer level. *Trop Grassl* 2005;39(2):107-111.
9. Síntesis geográfica del Estado de México. Secretaria de Programación y Presupuesto. Coordinación General de Servicios Nacionales de Estadística e Informática, México, DF. 1981.
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. Chadhokar PA, Humphreys LR. Influence of time and level of urea application on seed production of *Paspalum plicatulum* at Mt Cotton, South-eastern Queensland. *Aust J Exp Agric Anim Husb* 1973;13(62):275-283.
12. ISTA. International rules of seed testing. Seed Sci and Technol. Zurich, Switzerland. International Seed Testing Association. 1993(Suppl 21).
13. 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.
14. SAS. SAS/STAT User's Guide (Release 6.12). Cary, NC, USA: SAS Instit. Inc. 1996.
15. Ferreira MA, Vieira PAJ, Pinto CGG, Ferreira SF, Silva SR, Mattos VC. Influência do nitrogênio e do fósforo na produção do capim-braquiária. *Rev Bras Zoot* 2007;36(5):1240-1246.
16. Boonman JG. Experimental studies on seed production of tropical grasses in Kenya. IV. The effect of fertilizer and planing density on *Chloris gayana* cv. Mbarara. *Neth J Agric Sci* 1972;20(2):218-224.
17. Bogdan AV. Tropical pasture and fodder plants. 1st ed. Longman Group Limited. London and New York: Longman Inc.; 1977.
18. Hacker JB, Jones RJ. The effect of nitrogen fertilizer and row spacing on seed production in *Setaria sphacelata*. *Trop Grassl* 1971;5(2):61-73.
19. Joaquín TBM, Hernández GA, Pérez PJ, Herrera HJG, García SG, Trejo LC. Fertilización nitrogenada y momento de cosecha la producción de semilla del pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.): Parámetros y componentes. *Pasturas Trop* 2001;23(2):10-15.
20. Padilla C, Febles G. Efecto del corte en la época seca y la distribución del fertilizante nitrogenado en la producción de semilla de pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.). *Rev Cubana Cienc Agríc* 1980;14(3):295-304.
21. Febles G, Ruiz TE, Padilla C, Pérez J, Aguilar M, Guizado I. 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* 1997;31(2):137-148.
22. Osechas D, Torres A, Becerra L. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción y calidad de la semilla del pasto barrera (*Urochloa decumbens*, Stapf). *Zoot Trop* 2002;20(1):135-143.