

EFECTO DE TRES ANTECEDENTES CULTURALES Y TRES NIVELES DE NITRÓGENO EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE SORGO

P.J. González, E.L. Vieito, N. Clavel y J. Arzola

Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. MINAG.
Apdo. 28 Marianao 14, Ciudad de La Habana, Cuba. C.P. 11400
E-mail: iipf@ceniai.inf.cu

Se seleccionaron tres lotes de terreno que durante 2 años estuvieron ocupados por vegetación natural (barbecho) y bancos de semillas de kudú (*Pueraria phaseoloides*) y glycine (*Neonotonia wightii*), para evaluar la influencia del cultivo de ambas leguminosas en las características químicas de un suelo Ferralítico Rojo típico y los efectos del antecedente cultural y la fertilización nitrogenada en la producción de semillas de sorgo. Se utilizó un diseño de parcelas divididas con cuatro réplicas, donde la parcela principal correspondió al antecedente cultural y las subparcelas a los niveles de nitrógeno (30, 60 y 90 kg de N ha⁻¹), además de un testigo sin este elemento. El cultivo de las leguminosas incrementó significativamente ($P < 0,05$) los contenidos de materia orgánica (3,51 vs 3,18 %), calcio (13,1 vs 11,0 cmol (+) kg⁻¹) y magnesio (2,43 vs 2,07 cmol (+) kg⁻¹) intercambiables del suelo; la parcela ocupada por el kudú mostró los tenores más altos de fósforo asimilable (35 vs 20 mg kg⁻¹) y potasio intercambiable (0,43 vs 0,35 cmol (+) kg⁻¹). En las parcelas cultivadas previamente de kudú y glycine, con las aplicaciones de 30 y 60 kg de N ha⁻¹, respectivamente, se obtuvieron rendimientos de semilla pura de sorgo similares al alcanzado con la dosis de 90 kg de N ha⁻¹ en la parcela que se mantuvo en barbecho (4,21 vs 4,12 t ha⁻¹). La masa de mil semillas (25 g) y el porcentaje de germinación a los seis meses después de la cosecha (74 %) fueron mayores en los tratamientos precedidos por las leguminosas, y en aquellos donde se aplicaron las dosis más altas de nitrógeno en las parcelas que tuvieron al barbecho como antecedente cultural. Se concluye que el uso de ambas leguminosas como precedentes culturales del sorgo, puede ser una alternativa viable para mejorar la fertilidad del suelo y reducir la dosis de nitrógeno recomendada para la producción de semillas de este cultivo.

Palabras clave: Nitrógeno, producción de semillas, *Sorghum bicolor*

Three batches of land which had been covered during 2 years by natural vegetation (fallow land) and seed banks of *Pueraria phaseoloides* and *Neonotonia wightii*, were selected in order to evaluate the influence of the cultivation of both legumes on the chemical characteristics of a typical Ferralitic Red soil and the effects of the cultural antecedent and nitrogen fertilization on the seed production of *Sorghum bicolor*. A split plot design with four replications was used, in which the main plot corresponded to the cultural antecedent and the subplots to the nitrogen levels (30, 60 and 90 kg N/ha), in addition to a control without this element. Legume cultivation significantly increased ($P < 0,05$) the contents of organic matter (3,51 vs 3,18 %), exchangeable calcium (13,1 vs 11,0 cmol(+) kg⁻¹) and magnesium (2,43 vs 2,07 cmol(+) kg⁻¹) of the soil; the plot covered by *P. phaseoloides* showed the highest levels of assimilable phosphorus (35 vs 20 mg kg⁻¹) and exchangeable potassium (0,43 vs 0,35 cmol (+) kg⁻¹). In the plots previously cultivated with *P. phaseoloides* and *N. wightii*, with the applications of 30 and 60 kg N/ha, respectively, pure seed yields from *S. bicolor* were obtained similar to the yield reached with the 90 kg N/ha dose in the plot kept as fallow land (4,21 vs 4,12 t ha⁻¹). The weight of a thousand seeds (25 g) and the germination percentage six months after the harvest (74 %) were higher in the treatments preceded by the legumes, and in those where the higher nitrogen doses were applied in the plots which had fallow land as cultural antecedent. It is concluded that the use of both legumes as cultural precedents of *S. bicolor*, may be a viable choice for improving soil fertility and reducing the nitrogen dose recommended for the production of seeds from this crop.

Key words: Nitrogen, seed production, *Sorghum bicolor*

El cultivo del sorgo extrae del suelo de 2,9 a 3,7 kg de nitrógeno por cada 100 kg de grano (Yongquist y Maranville, 1992), lo que indica que la obtención de rendimientos adecuados depende, en gran medida, de la fertilización nitrogenada.

Debido a los altos precios de los fertilizantes nitrogenados y a las consecuencias negativas de su uso indiscriminado, se ha hecho necesario buscar alternativas de bajos insumos con el propósito de hacer que los sistemas agrícolas sean menos dependientes de los agroquímicos.

La inclusión de las leguminosas en los sistemas de rotación de cultivos es una alternativa ecológica y económicamente viable para reducir el uso de los fertilizantes; estas contribuyen a mejorar el suelo con el aporte de materia orgánica, nitrógeno proveniente de la fijación biológica y otros nutrientes que pueden ser aprovechados por los cultivos sucesores (Mc Neill, Zhu y Fillery, 1997).

Numerosos estudios han sido realizados para definir los niveles más adecuados de nutrientes para el cultivo del sorgo; sin embargo, pocos han abordado la contribución de las leguminosas, utilizadas como precedentes culturales, en la reducción del empleo de los fertilizantes.

En el presente trabajo se evaluó la influencia del cultivo de dos leguminosas forrajeras en las características químicas del suelo y los efectos del antecedente cultural y la fertilización nitrogenada en la producción de semilla de sorgo (*Sorghum bicolor* cv. ISIAP dorado).

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes, en la provincia de La Habana, sobre un suelo Ferralítico Rojo típico (Hernández, Pérez Jiménez, Bosch y Rivero, 1994).

Se seleccionaron tres lotes de terreno de 0,25 ha cada uno, que durante 2 años estuvieron ocupados por vegetación natural (barbecho) y bancos de semillas de kudzu (*Pueraria phaseoloides* cv. CIAT-9900) y glycine (*Neonotonia wightii* cv. Tinaroo). El

lote en barbecho se mantuvo ocupado por *Sorghum halepense*, *Panicum maximum*, *Amaranthus* sp. y, en menor medida, por *Teramnus labialis* y *Portulaca oleraceae*.

En un diseño de parcelas divididas con cuatro réplicas, se evaluaron los tres antecedentes culturales señalados y tres niveles de nitrógeno (30, 60 y 90 kg de N ha⁻¹), además de un testigo (sin N). La parcela principal correspondió al antecedente cultural y las subparcelas a los niveles de nitrógeno y el testigo.

Después de la cosecha final de las semillas de las leguminosas, se tomaron muestras de suelo a la profundidad de 0-20 cm y se preparó el terreno para la siembra del sorgo con laboreo mínimo (pase de arado, grada ligera y surcado). El análisis del suelo incluyó las determinaciones de pH (Potenciometría), materia orgánica (Walkley y Black), fósforo asimilable (Oniani) y calcio, magnesio y potasio intercambiables (Maslova).

Para la siembra del sorgo se empleó una dosis de 8 kg de semilla pura germinable por hectárea y la distancia fue de 70 cm entre surcos y 10 cm entre plantas. El nitrógeno se aplicó en forma de urea, fraccionado en un 40 % al momento de la siembra y el resto a los 20 días. Se aplicó además una fertilización de fondo, a razón de 60 y 90 kg de P₂O₅ y K₂O ha⁻¹, respectivamente, junto con la primera fracción del fertilizante nitrogenado.

La cosecha se hizo de forma manual. Después del secado y beneficio se determinó el rendimiento de semilla pura (12 % de humedad) y su capacidad de germinación a los seis meses de la cosecha.

El procesamiento estadístico de los datos incluyó el análisis de varianza y la prueba de Duncan para la comparación de las medias. Los datos de germinación fueron previamente transformados en arc sen √ %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 muestra el efecto del antecedente cultural en las características químicas del suelo. En las parcelas que fueron cultivadas con las leguminosas se

observaron incrementos significativos de los contenidos de materia orgánica y calcio y magnesio intercambiables; la parcela

ocupada por el kudzú presentó los valores más altos de fósforo asimilable y potasio intercambiable.

Tabla 1. Efecto del antecedente cultural en la fertilidad del suelo.

Antecedente	pH H ₂ O	MO (%)	P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	Ca	Mg (cmol (+) kg ⁻¹)	K
Barbecho	6,5	3,18 ^b	20 ^b	11,0 ^b	2,07 ^b	0,35 ^b
Kudzú	6,3	3,51 ^a	35 ^a	13,1 ^a	2,43 ^a	0,43 ^a
Glycine	6,4	3,43 ^a	24 ^b	12,5 ^a	2,37 ^a	0,39 ^{ab}
ES ±	0,07	0,04*	1,7*	0,25*	0,03*	0,01*
CV (%)	2,35	3,17	8,50	4,53	2,45	6,17

a,b Valores con superíndices no comunes difieren a P<0,05 (Duncan, 1955)

* P<0,05

Numerosos autores han señalado el efecto positivo del cultivo de las leguminosas en la fertilidad del suelo. García (1997) y Shehu, Alhassan, Mensah, Aliyu y Phillips (1997) observaron incrementos de los tenores de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y otros nutrientes, al utilizar las leguminosas como cultivos precedentes.

En un estudio sobre la contribución de un grupo de leguminosas forrajeras al reciclaje de nutrientes, Crespo y Rodríguez (2000) encontraron que estas retornaron al suelo, sólo a través de la hojarasca, entre 0,29 y 11,64 g m⁻² de macro-nutrientes por año.

Los mayores contenidos de fósforo asimilable y potasio intercambiable que se observaron en la parcela cultivada de kudzú, pueden atribuirse a un mayor aporte de estos

elementos al suelo a través de la hojarasca y los residuos de cosecha. No obstante, la capacidad del kudzú para absorber el fósforo difícilmente asimilable para otros cultivos (Primavesi, 1990; Cobbina, 1992) pudo haber contribuido al incremento de este nutriente en el suelo.

El antecedente cultural y los niveles de nitrógeno mostraron interacción significativa para los rendimientos de semilla pura del sorgo (tabla 2). Con las aplicaciones de 30 y 60 kg de N ha⁻¹ en las parcelas precedidas por kudzú y glycine, respectivamente, se obtuvieron rendimientos similares a los alcanzados con la dosis de 90 kg de N ha⁻¹ en la parcela que estuvo en barbecho. En estos tratamientos se observaron las mayores producciones de semillas.

Tabla 2. Rendimiento de semilla pura del sorgo (t ha⁻¹).

Antecedente	Niveles de N (kg ha ⁻¹)			
	0	30	60	90
Barbecho	2,20 ^f	3,37 ^d	3,59 ^{cd}	4,12 ^{ab}
Kudzú	3,54 ^{cd}	4,21 ^a	4,07 ^{ab}	3,31 ^d
Glycine	2,93 ^e	3,61 ^{cd}	4,15 ^{ab}	3,80 ^{bc}
ES ±			0,11*	
CV (%)			6,09	

a,b,c,d,e,f Valores con superíndices no comunes difieren a P<0,05 (Duncan, 1955)

* P<0,05

Sólo con el empleo del kudzú y la glycine como antecedentes culturales, sin aplicaciones de N, los rendimientos de semilla se incrementaron en un 61 y 33 %, respectivamente, en relación con el barbecho

sin nitrógeno. La aplicación de 90 kg de N ha⁻¹ en las parcelas precedidas por el kudzú produjo un efecto depresivo.

Estos resultados coinciden con los encontrados por Tarawali (1991), quien

observó que la dosis óptima de nitrógeno para el cultivo del maíz se redujo en un 50 %, en suelos ocupados previamente por bancos de forraje de *Stylosanthes*.

Anderson, Fillery, Dolling y Asseng (1998) plantearon que las leguminosas utilizadas en las rotaciones pueden aportar cantidades de nitrógeno suficientes para satisfacer la demanda de los cultivos sucesores. Sin embargo, la eficiencia de este proceso depende de la especie de leguminosa y su composición química, las características del suelo, las condiciones climáticas y el sincronismo entre el suministro de nitrógeno y las necesidades del cultivo, entre otros factores (Rivera y Urquiaga, 1995; Hossain Strong, Waring, Dalal y Weston, 1996).

Los tratamientos tuvieron un efecto significativo en la masa de mil semillas (tabla 3). Los mayores valores se observaron con la dosis más alta de nitrógeno en la parcela en barbecho y en aquellos donde se cultivaron las leguminosas y las dosis de nitrógeno no rebasaron los 60 kg ha⁻¹. La aplicación de 90 kg de N ha⁻¹ en las parcelas que estuvieron ocupadas por las leguminosas, produjo un efecto depresivo en esta variable.

El antecedente cultural y la fertilización nitrogenada influyeron significativamente en la germinación de la semilla del sorgo (tabla 4). En el área precedida por el barbecho, las aplicaciones de 0 y 30 kg de N ha⁻¹ mostraron los valores más bajos; sin embargo, la inclusión de las leguminosas como cultivos precedentes incrementaron los porcentajes de germinación de la semilla. En las parcelas que fueron cultivadas con kudzú, y donde se combinó el cultivo de la glycine con las aplicaciones de 30 ó más kg de N ha⁻¹, se obtuvieron resultados similares a los alcanzados con las dosis más altas de este elemento en las parcelas cuyo antecedente fue el barbecho.

El incremento de la masa de mil semillas y su capacidad de germinación en las parcelas que fueron cultivadas con leguminosas, puede atribuirse al aumento del contenido de nitrógeno en el suelo. Aunque el análisis de suelo no incluyó la determinación de este elemento, los tenores de materia orgánica observados después del cultivo de kudzú y glycine pueden ser indicadores de una mayor disponibilidad de nitrógeno en estas parcelas.

Tabla 3. Masa de mil semillas (g).

Antecedente	Niveles de N (kg ha ⁻¹)			
	0	30	60	90
Barbecho	22,8 ^d	23,3 ^{bcd}	25,1 ^d	24,9 ^a
Kudzú	25,0 ^a	25,3 ^a	24,7 ^a	23,2 ^{cd}
Glycine	24,3 ^{abc}	25,2 ^a	24,9 ^a	23,5 ^{bcd}
ES ±			0,4*	
CV (%)			3,53	

a,b,c,d Valores con superíndices no comunes difieren a P<0,05 (Duncan, 1955)

* P<0,05

Tabla 4. Germinación de la semilla (%) (datos retransformados).

Antecedente	Niveles de N (kg ha ⁻¹)			
	0	30	60	90
Barbecho	61,3 ^c	63,9 ^c	73,9 ^a	73,5 ^a
Kudzú	73,7 ^a	74,1 ^a	73,7 ^a	74,3 ^a
Glycine	68,3 ^b	73,5 ^a	74,7 ^a	73,9 ^a
ES ±			0,9*	
CV (%)			2,53	

a,b,c Valores con superíndices no comunes difieren a P<0,05 (Duncan, 1955)

* P<0,05

En relación con el efecto del nitrógeno en la semilla del sorgo, Yongquist y Maranville (1992) y Utzurum, Fukai y Foale (1998) plantearon que la deficiencia de este elemento, principalmente durante la fase de antesis, afecta el llenado y el crecimiento del grano y, en consecuencia, la calidad de la semilla. Por otra parte, un suministro adecuado de nitrógeno garantiza contenidos óptimos de nitratos en la semilla. Los nitratos son eslabones importantes de la cadena de reacciones implícitas en la germinación y la carencia de este compuesto reduce la capacidad de la semilla para formar nuevos tejidos (Hilhorst, 1999).

De acuerdo con los resultados de este trabajo, la rotación con leguminosas puede ser una alternativa efectiva para reducir el empleo de los fertilizantes nitrogenados en el cultivo del sorgo. Con la utilización del kudzú y la glycine como precedentes culturales, se mejoró la fertilidad del suelo y se logró reducir en un 66 y 33 %, respectivamente, la dosis de fertilizante nitrogenado recomendada para la producción de semillas de este cultivo.

REFERENCIAS

- Anderson, G.C.; Fillery, I.R.P.; Dolling, P.J. & Asseng, S. 1998. Nitrogen and water flows under pasture-wheat and lupin wheat rotations in deep sands in Western Australia. 1. Nitrogen fixation in legumes and net N mineralisation of soil derived nitrogen. **Aust. J. Agric. Res.** 49:329
- Cobbina, J. 1992. Herbage yield and soil fertility restoration potential of some tropical forage legumes. In: Biological nitrogen fixation and sustainability of tropical agriculture. John Wiley and Sons. p. 455
- Crespo, G. & Rodríguez, Idalmis. 2000. El reciclado de los nutrientes en el sistema suelo-planta-animal. Una contribución al conocimiento científico en Cuba. EDICA. La Habana, Cuba. 72 p.
- García, Margarita. 1997. Contribución al estudio y utilización de abonos verdes en cultivos económicos desarrollados sobre suelos Ferralíticos Rojos en las condiciones de Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de Dr. en Ciencias Agrícolas. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez", Cuba
- Hernández, A.; Pérez Jiménez, J.M.; Bosch, D. & Rivero, L. 1994. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. MINAG. La Habana
- Hilhorst, H.W. 1999. Seed physiology. 12th International Course on Seed Production and Seed Technology. Wageningen, The Netherlands. 33 p.
- Hossain, S.A.; Strong, W.M.; Waring, S.A.; Dalal, R.C. & Weston, E.J. 1996. Comparison of legume-based cropping systems at Warra, Queensland. II. Mineral nitrogen accumulation and availability to the subsequent wheat crop. **Aust. J. Soil. Res.** 34:289
- Mc Neill, Ann; Zhu, Chunya & Fillery, I.R.P. 1997. Use of in situ ¹⁵N-labelling to estimate the total below-ground nitrogen of pasture legumes in intact soil-plant systems. **Aust. J. Agric. Res.** 48:295
- Primavesi, Ana. 1990. Manejo ecológico do solo: a agricultura em regioes tropicais. Ediciones Nobel. Sao Paulo, Brasil
- Rivera, R. & Urquiaga, S. 1995. Mineralización y participación del N de tres especies de abonos verdes en la nutrición nitrogenada del maíz. Programa y resúmenes. II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana, Cuba. p. 37
- Shehu, Y.; Alhassan, W.S.; Mensah, G.W.K.; Aliyu, A. & Phillips, C.J.C. 1997. The effects of green manuring and chemical fertilizer application on maize yield quality and soil composition. **Tropical Grassland.** 32:139

Tarawali, G. 1991. The residual effect of stylosanthes fodder banks on maize yield at several locations in Nigeria. ***Tropical Grassland***. 25:26

Utzurum, S.B.; Fukai, S. & Foale, M.A. 1998. Effect of late nitrogen balance of two

cultivars of water-stressed grain sorghum. ***Aust. J. Agric. Res.*** 49:687

Yongquist, J.B. & Maranville, J.W. 1992. Patterns of nitrogen mobilization in grain sorghum hybrids and the relationships to grain and dry matter production. ***J. of Plant Nutrition***. 15:445

Recibido el 12 de noviembre del 2002
Aceptado el 18 de febrero del 2003