
PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA DE MIJO AFRICANO (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.) SOBRE SISTEMA DE ABONO ANTICIPADO DE SOYA

Cláudio Roberto Segatelli, Gil Miguel de Sousa Câmara, Lília Sichmann Heiffig, Eros Artur Bohac Francisco, Juan Saavedra del Águila y Sônia Maria De Stefano Piedade

RESUMEN

Dado el poco conocimiento sobre los efectos de la práctica de abono anticipado y del potencial de *Eleusine coracana* (L.) Gaertn. (ANSB Pé-de-galinha 5352) como cultivo de cobertura, y en búsqueda de técnicas que contribuyan para un manejo del ecosistema agrícola de forma más conservacionista, sustentable y funcional, el objetivo del presente trabajo fue estudiar los efectos del abono anticipado sobre la producción de materia seca del cultivo de *E. coracana* en un suelo Oxisol, durante los años agrícolas 2001/2002, 2002/2003 y 2003/2004, en Piracicaba, São Paulo, Brasil (22°50'25"S y 48°01'65"O). Se utilizó como diseño estadístico de bloques completamente al azar con 12 tratamientos (niveles

de anticipación del abono) y 3 repeticiones. El abono de base del cultivo de soya fue anticipado parcial y totalmente en la siembra de mijo africano. Próximo a los 70 días después de la siembra se realizó un muestreo de las plantas para evaluar la producción de materia seca de la parte aérea, efectuándose en seguida la desecación del mijo africano. Se concluye que la anticipación de los abonos fosfatado y potásico de la soya para la siembra de *E. coracana* es capaz de incrementar la productividad de la materia seca, y que *E. coracana* posee un gran potencial para la producción de paja, pudiendo ser utilizado en la rotación de cultivos o en sistemas de producción sobre siembra directa.

PRODUCTION OF FINGER MILLET (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.) DRY MATTER UNDER ANTICIPATED FERTILIZATION OF SOYBEANS

Cláudio Roberto Segatelli, Gil Miguel de Sousa Câmara, Lília Sichmann Heiffig, Eros Artur Bohac Francisco, Juan Saavedra del Águila and Sônia Maria De Stefano Piedade

SUMMARY

Due to the lack of information about the effects of soybean fertilization anticipation and the use of *Eleusine coracana* (L.) Gaertn. (ANSB Pé-de-galinha 5352) as cover culture, and the need for new techniques for the management of the agro-ecosystem in a more conservationist, sustainable and functional manner, the goal of this research was to study the effects of anticipated fertilization on the production of dry matter in *E. coracana*. The experiments were carried out in an Oxisol, during the growing seasons of 2001/2002, 2002/2003 and 2003/2004, in Piracicaba, SP, Brazil (22°50'25"S and 48°01'65"W). The experimental design was of totally randomized blocks and twelve treatments (lev-

els of anticipated fertilization) were used with three repetitions. The base fertilization of soybean culture was partially anticipated, in the sowing for the finger-millet crop. Approximately 70 days after sowing, samples of the finger millet plants were collected in order to evaluate the dry matter production and to desiccate them thereafter. It is concluded that the anticipation of phosphorus and potassium fertilization of soybean increases the dry matter production of *E. coracana*; in addition, *E. coracana* holds a great potential for the production of plant residues and it can be used in culture rotation or in no-tillage production systems.

Introducción

La creciente preocupación por el impacto ambiental provocado por la explotación agrícola de los suelos ha llevado a una búsqueda incesan-

te de técnicas más modernas de sistemas para manejo de suelos con el fin de causar un menor impacto sobre el medio ambiente. Estos sistemas preconizan, principalmente, la reducción de riesgos referente

a factores que afectan la producción agrícola, la viabilidad económica y, en la actualidad con mayor énfasis, la preservación ambiental.

Siendo así, el sistema de siembra directa contribuye

de manera importante al retorno de rastrojos de cultivos al campo, evolucionando sensiblemente en el contexto de sistema conservacionista, y siendo una alternativa viable para reducir el impacto

PALABRAS CLAVE / Abono Anticipado / Conservación / Ecosistema Agrícola / *Eleusine coracana* / Sistemas de Producción /

Recibido: 23/04/2008. Modificado: 10/06/2008. Aceptado: 12/06/2008.

Cláudio Roberto Segatelli. Ingeniero Agónomo y Estudiante de Doctorado, Escuela Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Universidad de São Paulo (USP), Brasil. Dirección: Av. Pádua Dias 11, Cx. Postal 9, cep.13418-900, Piracicaba-SP, Brasil. e-mail: crsegate@esalq.usp.br

Gil Miguel de Sousa Câmara. Ingeniero Agrónomo y Doctor. Profesor, ESALQ/USP, Brasil. e-mail: gmscomar@esalq.usp.br

Lília Sichmann Heiffig. Ingeniera Agrónoma, Doctora y Postdoctora. Investigadora, Instituto Agronômico de Campi-

nas, Brasil. e-mail: lilia@iac.sp.gov.br

Eros Artur Bohac Francisco. Ingeniero Agrónomo y Doctor. Fundación de Apoyo a la Investigación Agropecuaria de Mato Grosso, Brasil. e-mail: erosfrancisco@fundacaomt.com.br

Juan Saavedra del Águila. Ingeniero Agrónomo y Estudiante de Doctorado, ESALQ/USP, Brasil. e-mail: jsaguila@esalq.usp.br

Sônia Maria De Stefano Piedade. Ingeniera Agrónoma y Doctora. Profesora, ESAQ/USP. e-mail: soniamsp@esalq.usp.br

PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DE CAPIM-PÉ-DE-GALINHA (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.) SOBRE SISTEMA DE ADUBO ANTECIPADO DE SOJA

Cláudio Roberto Segatelli, Gil Miguel de Sousa Câmara, Lília Sichmann Heiffig, Eros Artur Bohac Francisco, Juan Saavedra del Águila e Sônia Maria De Stefano Piedade

RESUMO

Devido o pouco conhecimento sobre os efeitos da prática de adubo antecipado e do potencial de *Eleusine coracana* (L.) Gaertn. (ANSB Pé-de-galinha 5352) como cultivo de cobertura, e em busca de técnicas que contribuam para um manejo do ecossistema agrícola de forma mais conservacionista, sustentável e funcional, o objetivo do presente trabalho foi estudar os efeitos do adubo antecipado sobre a produção de matéria seca do cultivo de *E. coracana* em um solo Oxisol, durante os anos agrícolas 2001/2002, 002/2003 e 2003/2004, em Piracicaba, São Paulo, Brasil (22°50'25"S e 48°01'65"O). Se utilizou como desenho estatístico de blocos completamente aleatório com 12 tratamentos

(níveis de antecipação do adubo) e 3 repetições. A adubação de base do cultivo de soja foi antecipada parcialmente, na plantação de capim-pé-de-galinha foi antecipada totalmente. Próximo aos 70 dias depois da plantação se realizou uma amostragem das plantas para avaliar a produção de matéria seca da parte aérea, efetuando-se em seguida a dissecação do capim-pé-de-galinha. Concluiu-se que a antecipação da adubação fosfatada e potássica da soja para a plantação de *E. coracana* é capaz de incrementar a produtividade da matéria seca, e que *E. coracana* possui um grande potencial para a produção de palha, podendo ser utilizado na rotação de cultivos ou em sistemas de produção sobre plantação direta.

ambiental de la explotación agrícola del suelo. También tiene ventajas al permitir la obtención de incrementos en el rendimiento de los cultivos y, lo más importante, dejar el suelo en buenas condiciones de fertilidad y reducir el proceso de erosión en los cultivos subsiguientes. Entre estas ventajas cabe resaltar el reciclaje de nutrientes debido a la mineralización de la materia orgánica, buscando su máxima conservación en el ecosistema y la contribución en el secuestro del carbono, donde los niveles de CO₂ en la atmósfera disminuyen a medida que los niveles de carbono orgánico del suelo aumentan, siendo un factor que puede minimizar la causa del efecto invernadero.

La estructura del suelo es uno de los más importantes atributos bajo la óptica agrícola, ya que está relacionada a la disponibilidad de aire y agua en las raíces de las plantas, con el desarrollo radicular y con la disponibilidad de nutrientes. Por ello, la manutención de una buena estructura para favorecer un mejor abastecimiento de nutrientes a las plantas, con un buen estado de agregación y estabilidad, es condición primordial para garantizar la alta productividad agrícola.

Son pocas las investigaciones con relación a la anticipación del abono de soja para un cultivo anterior en Brasil. Francisco (2002) midió

la materia seca acumulada en la soja y verificó que los tratamientos que no tuvieron el abono anticipado, recibiendo mayor cantidad de P y K en el surco de siembra, no mostraron mejor nutrición de las plantas, lo que podría resultar en plantas con mayor acumulación de materia seca, si son comparadas con plantas sometidas a los tratamientos cuyo abono fue anticipado en el caso del mijo africano.

En Brasil, la especie *Eleusine coracana* (L.) Gaertn, fue introducida en 1995, en el estado de Mato Grosso, por el interés de los agricultores en utilizarlo como cultivo formador de paja. Se trata de una gramínea mejorada por el hombre para ser utilizada como planta forrajera en las regiones de la frontera agrícola brasilera (bajas latitudes) y recientemente viene siendo utilizada como cultivo formador de paja para la siembra directa del cultivo de soja. Según Francisco (2002) se trata de una especie que puede ser recomendada para la formación de paja en sistemas de producción sobre siembra directa, al ser implantada en suelos con media a alta fertilidad.

De acuerdo con Linge Gowda *et al.* (1994) el mijo africano responde muy bien a dosis moderadas de fertilizantes y entre los principales nutrientes presenta respuesta muy pronunciada al nitrógeno, que

debe ser aplicado dos veces, 50% en el momento de la siembra y 50% seis semanas después; estudios realizados en varias localidades indican respuestas al nitrógeno del orden de 32,25kg de granos por kg de N para una dosis moderada de 40kg·ha⁻¹ y de 15,5kg de granos por kg de N en la dosis de 60kg·ha⁻¹. Esta especie tiene una respuesta moderada a la aplicación de fósforo, y baja a la aplicación de potasio. Rao *et al.* (1989) también encontraron una respuesta significativa de *E. coracana* al abono nitrogenado.

Subba Rao *et al.* (1994), experimentaron con tres niveles de abono NPK (00:00:00; 50:25:25; 100:50:50) y tres cultivos, en sistema irrigado, y obtuvieron un aumento significativo en la media de productividad de granos, de 2100kg·ha⁻¹ sin abono hasta 4150kg·ha⁻¹ con el mayor nivel de abono, ocurriendo también un aumento en la producción de masa seca, de 5190kg hasta 10730kg. En otro experimento, investigando tres cultivares y tres niveles de abono NPK (00:00:00; 25:20:12,5; 50:40:25) sin irrigación y (00:00:00; 50:25:25; 50:40:25) con irrigación, Subba Rao y Prabhu (1996) encontraron un significativo incremento en la producción de biomasa y en la altura de plantas de mijo africano con la aplicación de NPK, en relación al no abonado.

En cuanto al momento de aplicación del nitrógeno, Rao *et al.* (1991) observaron que cuando la dosis del abono nitrogenado era dividido en tres subdosis, se obtenía un sustancial aumento en el rendimiento de granos, probablemente debido a que la tercera subdosis coincidió con el período de máxima absorción, o sea, inicio del florecimiento, demostrando así que hay influencia no solamente de la cantidad del abono nitrogenado, sino también del momento de su aplicación. En ese estudio, los autores observaron que la dosis económica fue de 50,2kg·ha⁻¹ de N para una productividad de granos de 2795kg·ha⁻¹, obteniendo una respuesta de 21,99kg de granos por kg de N adicionado.

Pilane *et al.* (1997) verificaron que después de la aplicación de dosis mayor de N y P en el cultivo de mijo africano hubo aumento de las características productivas tales como peso de panícula, peso de granos por panícula y rendimiento. De acuerdo con Mnyenyembe (1994), la adición de N y P en el cultivo de mijo aumenta significativamente la productividad de granos. Sherchan y Baniya (1994) también verificaron una respuesta significativa al abono fosfatado de *E. coracana*. De acuerdo con Mnyenyembe (1994) y Sherchan y Baniya (1994), la respuesta del mijo africano a la aplicación de K

es irrisoria, probablemente, debido a que la mayoría de los suelos estudiados no eran deficientes en ese elemento.

Mathan (1995) evaluó el efecto directo de Mg, Ca y K en la productividad del mijo africano, en experimento realizado en vasos utilizando un suelo ácido con dos dosis de Ca (0 y 16,800kg·ha⁻¹), dos dosis de K (0 y 100kg·ha⁻¹) y cuatro de Mg (0, 50, 100 y 150kg·ha⁻¹). El efecto de interacción de Mg×K fue significativo, siendo que en la dosis de K=0 hubo aumento en la productividad de granos con la aplicación de Mg, no ocurriendo respuesta significativa cuando utilizó la dosis de 100kg·ha⁻¹ de K, o sea que no hubo respuesta para la aplicación de Mg.

Francisco *et al.* (2007) estudiando la extracción de nutrientes del mijo africano con la anticipación del abono de soya, constataron el siguiente orden decreciente de la media de macronutrientes extraídos por el cultivo de mijo africano (en kg·ha⁻¹): K (109,5) >N (93,4) >Ca (34,7) >Mg (15,75) >S (11,6) >P (7,7).

Numerosos experimentos han sido realizados, sobre todo en la India, para evaluar la productividad de materia seca de la parte aérea del mijo africano. La mayoría de estos estudios describe medias de 1000 a 6000kg·ha⁻¹. Rao *et al.* (1989) obtuvieron productividad media de materia seca de la parte aérea de seis cultivos de mijo africano en la orden de 3000kg·ha⁻¹, mientras que Rao *et al.* (1990, 1991) obtuvieron medias próximas a 5000kg·ha⁻¹. Resultados semejantes también fueron obtenidos por Pilane *et al.* (1997), que obtuvieron 2400-5000kg·ha⁻¹. Reddy *et al.* (1986) y Maitra *et al.* (1997) cuantificaron medias de 1500 a 3000kg·ha⁻¹.

Mayor productividad de materia seca de mijo africano también han sido encontradas. Sing y Arya (1997) cuantificaron productividades de 5800 a 9500kg·ha⁻¹ y Subba Rao *et al.* (1994), estudiando ocho cultivos de mijo africano,

TABLA I
COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL SUELO DEL ÁREA EXPERIMENTAL

Prof ¹ (cm)	pH (CaCl ₂)	MO (g·dm ⁻³)	P (mg·dm ⁻³)	S	K	Ca	Mg	Al (mmol _c ·dm ⁻³)	H+Al	SB	T	V %	m
0-20	5,4	31	6	19	1,9	22	15	1	22	38,9	60,9	64	3
20-40	3,9	21	4	32	1,2	9	6	12	47	16,2	63,2	26	43
40-60	4,5	16	3	35	0,9	6	3	16	42	9,9	51,9	19	62

¹ Prof: profundidad de muestreo. H+Al: acidez potencial, SB: suma de bases, T: capacidad de intercambio catiónico, V: saturación por bases, y m: saturación por aluminio.

obtuvieron una producción media de 12000kg·ha⁻¹ de materia seca, mientras que Subba Rao y Prabhu (1996) obtuvieron de 6000 a 16000kg·ha⁻¹. Carvalho *et al.* (2004), obtuvieron una productividad de materia seca de la parte aérea de Mileto entre 9600 y 14200kg·ha⁻¹.

En función a los pocos conocimientos sobre los efectos de la práctica del abono anticipado y el potencial de *E. coracana* como cultivo de cobertura, así como por la necesidad de encontrar técnicas que contribuyan para un mejor manejo del ecosistema agrícola de forma más conservacionista, sustentable y funcional, el presente trabajo tuvo como objetivo estudiar los efectos del abono anticipado sobre la producción de materia seca en el cultivo de *Eleusine coracana* (L.) Gaertn, o mijo africano.

Materiales y Métodos

El experimento fue conducido en sistema de siembra directa de soya con la formación de paja por el mijo africano, en la Estación Experimental "Anhembí", en coordinación con el Departamento de Genética de la Escuela Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (USP/ESALQ), municipio de Piracicaba, SP, Brasil, localizada en la cuenca hidrográfica de acumulación de Barra Bonita, a 460m de altitud, 22°50'25"S y 48°01'65"O. Fue instalado en condiciones de campo, durante los años agrícolas 2001/2002, 2002/2003 y 2003/2004, con las siembras del mijo africano en los días 06/09/2001, 23/09/2002 e 14/08/2003 y desecaciones en los días 21/11/2001, 30/11/2002 y 20/10/2003.

TABLA II
TENORES DE MICRONUTRIENTES DEL SUELO
DEL ÁREA EXPERIMENTAL

Prof ¹ (cm)	B	Cu	Fe (mg·dm ⁻³)	Mn	Zn
0-20	-	0,8	88	4,4	0,9
20-40	-	2,2	47	0,4	2,8
40-60	-	1,1	35	0,6	1,1

¹ Prof: profundidad de muestreo.

El suelo del área experimental está clasificado como Oxisol o Latosolo Amarelo distrófico (Embrapa, 1999), profundo, con buen drenaje y textura media-arenosa, conteniendo 200g·kg⁻¹ de arcilla total, 80g·kg⁻¹ de limo y 720g·kg⁻¹ de arena. Las características químicas de ese suelo fueron determinados en el Laboratorio de Análisis Químico de Suelo del Departamento de Ciencias del Suelo de la USP/ESALQ (Tablas I y II).

De acuerdo con los resultados del análisis químico del suelo (Tabla I), no fue necesaria la aplicación de cal. En la tentativa de minimizar una posible interferencia de la elevada saturación por aluminio en la sub-superficie, se utilizó el yeso agrícola antes de la plantación en el primer año, en dosis de 500kg·ha⁻¹. Para el pleno desarrollo y formación de paja por el cultivo de mijo africano, se aplicó en toda el área una dosis de N de 30kg·ha⁻¹.

El abono aplicado es el abono recomendado por Mascarenhas y Tanaka (1996) para el cultivo de soya, considerando la fertilidad del suelo y una productividad estimada de 3000-3400kg·ha⁻¹, y correspondió a 90kg·ha⁻¹ de P₂O₅ y 50kg·ha⁻¹ de K₂O. Se utilizó como fuentes superfosfato triple y cloruro

de potasio, respectivamente. También se aplicó por vía foliar los micronutrientes Co y Mo, en dosis de 150ml·ha⁻¹ de producto comercial (Co 3,825 y Mo 38,25g·ha⁻¹), además de B, Cu, Mn y Zn en dosis de 4 l·ha⁻¹ de producto comercial (B 25,2; Cu 25,2; Mn 151,2; y Zn 252g·ha⁻¹).

El experimento fue instalado en el mismo emplazamiento durante los tres ciclos agrícolas, siguiendo siempre la distribución de los tratamientos realizado en el primer año.

Con relación al mijo africano, fue utilizado el cultivar ANSB Pé-de-galinha 5352 perteneciente a la especie *Eleusine coracana* (L.) Gaertn. El diseño estadístico experimental utilizado fue el de bloques completamente al azar con 12 tratamientos (niveles de anticipación del abono) y 3 repeticiones. La parcela experimental fue de 9×12m, con un área de 108m². El abono de base del cultivo de soya fue anticipado parcial y totalmente en la siembra del mijo africano, como muestra en la Tabla III. Se realizó el análisis de variancia de los datos de materia seca de la parte aérea del mijo africano para cada año individualmente, y las medias fueron comparadas entre sí por el test de Tukey a 5% de probabilidad. Se efectuó,

TABLE III
TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES RELATIVOS AL
ABONO ANTICIPADO DEL CULTIVO DE SOYA EN EL
CULTIVO DEL MIJO AFRICANO

Tratamientos	<i>E. coracana</i>	Soya	Total
T ₁	00 P + 00 K	00 P + 00 K	00 P + 00 K
T ₂	00 P + 00 K	90 P + 50 K ¹	90 P + 50 K ¹
T ₃	00 P + 25 K	90 P + 25 K ¹	90 P + 50 K ¹
T ₄	00 P + 50 K	90 P + 00 K ¹	90 P + 50 K ¹
T ₅	45 P + 00 K	45 P + 50 K ¹	90 P + 50 K ¹
T ₆	45 P + 25 K	45 P + 25 K ¹	90 P + 50 K ¹
T ₇	45 P + 50 K	45 P + 00 K ¹	90 P + 50 K ¹
T ₈	90 P + 00 K	00 P + 50 K ¹	90 P + 50 K ¹
T ₉	90 P + 25 K	00 P + 25 K ¹	90 P + 50 K ¹
T ₁₀	90 P + 50 K	00 P + 00 K ¹	90 P + 50 K ¹
T ₁₁	90 P + 50 K ¹	00 P + 00 K	90 P + 50 K ¹
T ₁₂	00 P + 00 K ¹	90 P + 50 K	90 P + 50 K ¹

¹ Abono foliar con micronutrientes: Co, Mo, Bo, Cu, Mn y Zn.

también, el análisis conjunto de los datos.

Una vez preparado el suelo, fue realizado el abono de las parcelas referentes a los tratamientos abonados. El abono fue efectuado al voleo, de forma manual, y posteriormente fue sembrado el mijo africano en toda el área total por medio de un distribuidor pendular de semillas, seguido por una niveladora cerrada, con la finalidad de arar e incorporar las semillas y el fertilizante al suelo. Para obtener una mejor distribución de la semilla, ésta fue mezclada con arena gruesa y seca en proporción de 20 litros de arena gruesa por cada kg de semillas, facilitan-

do la regulación del equipo. La irrigación fue realizada siempre que fue necesario, de acuerdo con las condiciones climáticas y de humedad del suelo, con una lámina estimada de 30mm.

Cerca de los 70 días después de la siembra del mijo africano se llevó a cabo un muestreo de las plantas para fines de evaluación de la producción de materia seca de la parte aérea. En cada parcela, fueron retiradas todas las plantas presentes en una muestra de 0,5m², las cuales fueron cortadas a ~5cm del suelo y llevadas al laboratorio para el procedimiento de secado artificial hasta peso constante. El secado fue

realizado de acuerdo con el método descrito por Boareto *et al.* (1999) en horno con circulación forzada de aire caliente a 70°C por 72h. El resultado fue transformado en producción de materia seca de la parte aérea y expresada en kg·ha⁻¹.

Después del muestreo, el mijo africano fue desecado químicamente, por medio de la pulverización en toda el área del herbicida sistémico glifosato, en dosis equivalente a 2,4kg·ha⁻¹ del ingrediente activo, en un volumen de 300 l·ha⁻¹.

Resultados y Discusión

En la Tabla IV se presentan los valores obtenidos para la productividad de materia seca de la parte aérea del mijo africano en los tres años de experimentación. En el primer y segundo año de experimentación no hubo diferencia estadística entre las medias de los diferentes tratamientos, mostrando que la anticipación del abono de la soya para el mijo africano no trajo incremento significativo de la producción de materia seca para el mismo. Entretanto, numéricamente, se observan algunos resultados interesantes.

Con respecto a los tratamientos 2, 3 y 4 que corres-

pondieron a la manutención de la dosis total de P en el abono de base de la soya, con la anticipación progresiva del abono potásico, de 0, 25 y 50kg·ha⁻¹ de K₂O, en el último nivel de anticipación (tratamiento 4) la producción de materia seca del mijo africano fue superior al tratamiento 1 (control) en 1654kg·ha⁻¹ en el año 1 y en 1652kg·ha⁻¹ en el año 2. En relación a los tratamientos 5, 6 y 7 (anticipación de la mitad del abono fosfatado de base para el cultivo de soya, de 45kg P₂O₅ por ha, asociado, respectivamente, a la anticipación progresiva del abono potásico), se nota que en el primer año de experimentación la producción de materia seca del mijo africano también aumentó progresivamente, no ocurriendo lo mismo en el segundo año. Para el nivel máximo de anticipación del abono fosfatado (90kg·ha⁻¹ de P₂O₅), la anticipación progresiva del abono potásico (tratamientos 8, 9 y 10) proporcionó en el año 1, numéricamente, ganancias progresivas de materia seca del mijo africano, con productividad máxima observada de 6375kg·ha⁻¹ para el tratamiento 10, relativo a la anticipación de las dosis de P y K, lo cual tampoco ocurrió en el año 2.

Para el tercer año de experimentación se observan diferencias estadísticas entre los tratamientos, siendo el tratamiento 11 (máximo nivel de anticipación) el más productivo, divergiendo estadísticamente de los tratamientos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 12. También, para los tratamientos 9 y 10 se obtuvieron buenos niveles, siendo éstos superiores estadísticamente en relación a los tratamientos 1 y 2.

Al analizar la media de los tres años de experimentación se observa que el tratamiento 11 (máximo nivel de anticipación) fue el que se destacó con la mayor productividad de materia seca (7156kg·ha⁻¹), divergiendo

TABLE IV
VALORES MEDIOS PARA LA PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA DE LA PARTE AÉREA
DEL MIJO AFRICANO (kg·ha⁻¹) EN EL MOMENTO DE LA DESECACIÓN

Trat.	<i>Eleusine coracana</i>	Soya	Año			Media de 3 años
			1	2	3	
T ₁	00 P + 00 K	00 P + 00 K	3488	7428	2103 d ³	4339 c ³
T ₂	00 P + 00 K	90 P + 50 K ¹	4886	8397	3750 c	5678 bc
T ₃	00 P + 25 K	90 P + 25 K ¹	4800	8282	4353 bc	5812 ab
T ₄	00 P + 50 K	90 P + 00 K ¹	5142	9080	4747 bc	6323 ab
T ₅	45 P + 00 K	45 P + 50 K ¹	4777	9796	4921 bc	6498 ab
T ₆	45 P + 25 K	45 P + 25 K ¹	5210	8978	4410 bc	6200 ab
T ₇	45 P + 50 K	45 P + 00 K ¹	5554	9280	4672 bc	6502 ab
T ₈	90 P + 00 K	00 P + 50 K ¹	4967	8658	4799 bc	6141 ab
T ₉	90 P + 25 K	00 P + 25 K ¹	5310	9865	5294 ab	6823 ab
T ₁₀	90 P + 50 K	00 P + 00 K ¹	6375	8421	5055 ab	6617 ab
T ₁₁	90 P + 50 K ¹	00 P + 00 K	6015	9202	6251 a	7156 a
T ₁₂	00 P + 00 K ¹	90 P + 50 K	3848	7880	4607 bc	5445 bc
Media			5031	8772	4580	6128
Pr > F			n.s. ²	n.s. ²	*	*
CV (%)			22,15	11,57	9,23	14,75

¹ Abono foliar con micronutrientes: Co, Mo, Bo, Cu, Mn y Zn.

² No significativo por el análisis de variancia.

³ Medias seguidas por letras distintas en la columna difieren entre sí por el test de Tukey (5%).

estadísticamente de los tratamientos 1, 2 y 12, e indicando que con la anticipación del abono fosfatado y potásico recomendada para el cultivo de soya, la producción de materia seca del mijo africano puede ser incrementada.

Cabe resaltar que en el tratamiento 1, donde no fue efectuada ninguna aplicación de abono fosfatado, potásico y micronutrientes, la productividad de materia seca del mijo africano en el tercer año de experimentación fue altamente perjudicada, lo que puede ser explicado, posiblemente, por la disminución de los tenores de los nutrientes en el suelo, una vez que en los dos años anteriores ocurrió la exportación de nutrientes por las semillas de soya, además de la posible lixiviación de algunos nutrientes, como por ejemplo el K.

En la plantación del sistema de siembra directa, el cultivo de especies con la propiedad de producir elevada cantidad de fitomasa es de fundamental importancia para la continuidad eficiente del sistema. Denardin y Kochhann (1993), Darolt (1998) y Corrêa *et al.* (2004) comentan que las especies para uso en el sistema de siembra directa como plantas de cobertura deben presentar patamares próximos a 6000kg·ha⁻¹ de residuos, lo que implica una cantidad satisfactoria que muestra un buen desarrollo del sistema. Así, se puede asumir que el mijo africano atiende satisfactoriamente a tales requisitos, pues la media general de los tratamientos a lo largo de los tres años de experimentación fue de 6100kg·ha⁻¹, debiendo considerarse que esta producción de materia seca puede ser potencialmente aumentada en el caso que el cultivo sea desecado más tardíamente, o se implemente un sistema de rotación de cultivos buscando la cosecha de los granos, sembrando en el verano o otoño, y permiti-

tiendo ser evaluados en el punto de madurez fisiológica de los granos.

Comparando los resultados de productividad de materia seca de la parte aérea del mijo africano obtenidos en este experimento con los de otros países, se aprecia que las medias de productividad son bastante positivas. Un factor que podría ser mejor explotado sería poder desecar el mijo africano más tardíamente, o explotar el mismo como cultivo de otoño-invierno o de verano, favoreciendo la producción de un volumen de materia seca aún mayor.

Conclusiones

-La anticipación del abono fosfatado y potásico de la soya para la siembra del mijo africano, *Eleusine coracana* (L.) Gaertn., puede incrementar la productividad de materia seca del mijo.

-*E. coracana* es una especie que posee gran potencial para producción de paja, pudiendo ser utilizado en la rotación de cultivos o implantado en el inicio de la estación de las lluvias de primavera para fines de formación de paja en sistema de producción sobre siembra directa.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los funcionarios de los Departamentos de Genética y Producción Vegetal de la USP/ESALQ y a los practicantes del Grupo de Investigación en Oleaginosas, coordinados por Gil Miguel de Sousa Câmara, al Departamento de Genética de la USP/ESALQ por la cesión del área experimental y a la Empresa AgroNorte Investigación y Semilla (Sinop-MT) por la donación de semillas de mijo africano.

REFERENCIAS

Boareto AE, Chitolina JC, Raji B van, Silva FC, Tedesco MJ, Carmo CAFS (1999) Amostragem, acondicionamento e

preparação das amostras de plantas para análise química. En Silva FC (Ed.) *Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes*. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. Brasília, Brasil. pp. 49-73.

Carvalho MAC, Athayde MLF, Soratto RP, Alves MC, Arf O (2004) Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de Cerrado. *Pesq. Agropec. Bras.* 39: 1141-1148.

Corrêa JC, Mauad M, Rosolem CA (2004) Fósforo no solo e desenvolvimento de soja influenciados pela adubação fosfatada e cobertura vegetal. *Pesq. Agropec. Bras.* 39: 1231-1237.

Darolt MR (1998) Princípios para implantação e manutenção do sistema. En *Plantio Direto: Pequena Propriedade Sustentável*. Circular N° 101. Instituto Agrônomo do Paraná. Londrina, Brasil. pp. 16-45.

Denardin JE, Kochhann RA (1993) Requisitos para a implantação e a manutenção do sistema plantio direto. En *Plantio Direto no Brasil*. Embrapa-Editora Aldeia do Norte. Passo Fundo, Brasil. pp. 19-27.

Embrapa (1999) *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Embrapa-SPI-CNPQ. 412 pp.

Francisco EAB (2002) *Antecipação da adubação da soja na cultura de Eleusine coracana (L.) Gaertn., em sistema de plantio direto*. Tesis. ESALQ, Universidade de São Paulo. Piracicaba, Brasil. 58 pp.

Francisco EAB, Câmara GMS, Segatelli CR (2007) Estado nutricional e produção do capim pé-de-galinha e da soja cultivada em sucessão em sistema antecipado de adubação. *Bragantia* 66: 259-266.

Linge Gowda BK, Ashok EG, Chandrappa M (1994) An overview of technology transfer and its impact on finger millet production in Karnataka. En Riley KW, Gupta SC, Seetharam A, Mushonga JN (Eds.) *Advances in small millets*. International Science Publisher. Nueva York, EEUU. pp. 501-518.

Maitra S, Sounda G, Ghosh DC, Jana PK (1997) Effect of seed treatment on finger millet (*Eleusine coracana*) varieties in rainfed upland. *Ind. J. Agric. Sci.* 67: 478-480.

Mascarenhas HAA, Tanaka RT (1996) Soja. En: Raji B van, Cantarella H, Quaggio JÁ, Furlani AMC (Eds.) *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Boletim Técnico N° 100. IAC, FUNDAG. Campinas, Brasil. pp. 202-203.

Mathan KK (1995) Direct effect of magnesium, potassium and calcium on yield, protein content and Mg uptake by finger millet (*Eleusine coracana*) in acid soil. *Indi. J. Agron.* 40: 609-612.

Mnyenyembe PH (1994) Past and present research on finger millet in Malawi. En Riley KW, Gupta SC, Seetharam A, Mushonga JN (Eds.) *Advances in small millets*. International Science Publisher. Nueva York, EEUU. pp. 29-37.

Pilane MS, Salve RB, Pawar VS, Bhoi PG (1997) Response of finger millet (*Eleusine coracana*) varieties to nitrogen and phosphorus. *Ind. J. Agron.* 42: 637-640.

Rao KL, Rao CP, Rao KV (1989) Response of finger millet (*Eleusine coracana* L. Gaertn.) cultivars to nitrogen under rainfed conditions. *Ind. J. Agron.* 34: 302-306.

Rao KL, Raju DVN, Rao CP (1990) Response of ragi (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.) to varying spacings under irrigated conditions. *Ind. J. Agron.* 35: 275-279.

Rao KL, Raju DVN, Chitkala Devi T, Rao CP, Rao TKVVM (1991) Effect of level and time of nitrogen application to finger millet (*Eleusine coracana*) under rainfed condition. *Ind. J. Agron.* 36 (Suppl): 91-95.

Reddy MGRK, Reddy SR, Reddy PR, Subrahmanyam K, Subrahmanyam MVR (1986) Effect of nitrogen and phosphorus uptake of finger millet. *Ind. J. Agron.* 31: 29-32.

Sherchan K, Baniya BK (1994) Finger millet in Nepal: overview, progress, problems and prospects. En Riley KW, Gupta SC, Seetharam A, Mushonga JN (Eds.) *Advances in small millets*. International Science Publisher. Nueva York, EEUU. pp. 123-138.

Singh RV, Arya MPS (1997) Effect of different production components on yield of finger millet (*Eleusine coracana*). *Ind. J. Agron.* 42: 484-487.

Subba Rao A, Prabhu UH (1996) Effect of fertilizer and variety on nutritional quality of finger millet (*Eleusine coracana*) straw. *Ind. J. Agric. Sci.* 66: 240-242.

Subba Rao A, Prabhu UH, Sampath SR, Oosting SJ (1994) Variation in chemical composition and digestibility of finger millet (*Eleusine coracana*) straw. En Riley KW, Gupta SC, Seetharam A, Mushonga JN (Eds.) *Advances in small millets*. International Science Publisher. Nueva York, EEUU. pp. 297-307.