

Respuesta biológica de cultivares de *Digitaria eriantha* a la enmienda en suelos con humus de lombriz

Biological response of *Digitaria eriantha* cultivars to soil amendment with earthworm humus

Ada L. Giulietti¹, Hilda E. Pedranzani¹, Olga M. Ruiz¹, Marisa M. Garbero¹ y O. Terenti²

¹Laboratorio de Fisiología Vegetal. Proyecto N° 30504, Ciencia y Técnica, Facultad de Ingeniería y Ciencia Económico y Sociales. Universidad Nacional de San Luis
Avda. 25 de mayo 384 (5730) Villa Mercedes, San Luis, Argentina
E-mail: adagiul@fices.unsl.edu.ar, hepedra@fices.unsl.edu.ar

²Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. San Luis, Argentina

Resumen

Los efectos beneficiosos de las lombrices de tierra en los suelos están ampliamente comprobados, ya que aumentan la microflora y los nutrientes, lo que favorece el crecimiento de las plantas y la producción de los cultivos. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de diferentes concentraciones de lombricompost a partir de estiércol de cabra en la producción, el crecimiento y la biomasa de las plantas de *Digitaria eriantha* cvs. Sudafricana y Mejorada INTA. Se utilizaron diferentes concentraciones de lombricompost combinado con suelo medanoso en las siguientes proporciones: 1-0:100, 2-10:90, 3-20:80, 4-30:70, 5-40:60, 6-50:50, 7-100:0 (lombricompost:tierra). Se consideraron testigo las terrinas con 100 g de suelo y ausencia de lombricompost (1). Se sembraron semillas de ambos cultivares y a la tercera semana se midieron los indicadores biológicos: germinación, longitud foliar-radicular y peso seco. Existieron diferencias significativas entre tratamientos y cultivares; el cv. Mejorada INTA se consideró más susceptible a los cambios biológicos y nutricionales del sustrato. Las mezclas de lombricompost y suelo resultaron beneficiosas para todos los indicadores fisiológicos evaluados. El cv. Mejorada INTA respondió favorablemente a concentraciones de 10-100% de lombricompost; mientras que el cv. Sudafricana solo manifestó incrementos con sustratos más enriquecidos (40-100%). Existió una correlación directa entre la concentración del lombricompost y la respuesta biológica, y la mezcla 7 (100%) fue la mejor opción para ambos cultivares.

Palabras clave: *Digitaria eriantha*, germinación, humus

Abstract

The beneficial effects of earthworms on soils are widely proved as they increase the microflora and nutrients and encourage plants growth and crop production. The objective of this study was to assess the effect of different concentrations of worm compost from goat manure on production, growth and biomass of *Digitaria eriantha* cvs. Sudafricana and Mejorada INTA. Dissimilar concentrations of worm compost combined with sandy soil were used with the following rates: 1-0:100, 2-10:90, 3-20:80, 4-30:70, 5-40:60, 6-50:50, 7-100:0 (worm compost: soil). The terrines with 100 g soil and absence of worm compost were considered control. Seeds from both cultivars were sown and on the third week the biological parameters were measured: germination, leaf-root length and dry weight. There were significant differences among treatments and cultivars and the cv. Mejorada INTA was more susceptible to biological and nutritional substratum changes. Worm compost and soil mixtures proved to be beneficial to all the assessed physiological parameters. The cv. Mejorada INTA responded favorably to worm compost concentrations from 10 to 100% while the cv. Sudafricana only displayed increases with more enriched substrata (40-100%). There existed a direct correlation between worm compost and biological response, being mixture 7 (100%) the best option for both cultivars.

Key words: *Digitaria eriantha*, germination, humus

Introducción

En los últimos años el ambiente natural ha recibido un creciente aporte de residuos de los más variados orígenes y composición, lo cual constituye un problema real para el ecosistema. Ante la demanda de un mundo sano, existe la necesidad de buscar alternativas que beneficien directamente los sistemas de producción a partir de los materiales biodegradables (Atiyeh, Subler, Edwards, Baachman, Metzger y Shuster, 2000b; Alvarez, Del Campo y Sancho, 2001). Por otra parte, y debido a que las reglamentaciones para la aplicación y disposición del estiércol se han vuelto cada vez más rigurosas, en los últimos años ha crecido el interés por utilizar las lombrices de tierra (*Eisenia foetida* Sav.) como un sistema ecológicamente seguro para manejar el estiércol, ya que diversos estudios han demostrado la capacidad de algunas lombrices para utilizar una amplia gama de residuos orgánicos, estiércol, residuos de cultivos, desechos industriales y aguas negras (Atiyeh, Arancon, Edwards y Metzger, 2000a; Atiyeh et al., 2000b; Bansal y Kapoor, 2000).

El humus de lombriz es un fertilizante bioorgánico (Larink, Werner, Langmaack y Schrader, 2001) y se obtiene de deyecciones de lombrices; de ellas las más utilizadas son las rojas californianas (Ferruzzi, 1987; Fuentes-Yagüe, 1987; Cerisola, 1989). Se le valora como un abono completo y eficaz para mejorar los suelos.

El lombricompuesto tiene un aspecto terroso, suave e inodoro, lo cual facilita su manipulación. Sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas varían considerablemente según el alimento con que se nutran las lombrices (Medina, Jaime, Colacelli, Mascaró y Chueca, 2003). Presenta entre 25-55% de materia orgánica y nutrientes esenciales: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre, cinc y molibdeno (Medina, Jaime, Chueca, Bocanera, Toro y Mascaró, 2001). Por otra parte, el nitrógeno y el fósforo orgánicos se transforman fácilmente en formas más asimilables (Agramonte, Jiménez y Dita, 1998). Además de ser un excelente fertilizante, se caracteriza por presentar un alto

Introduction

In recent years the natural environment has received an increasing contribution of residues with the most different origins and composition, which constitutes a real problem for the ecosystem. Before the demand of a healthy world, there is the need to search for alternatives which benefit directly the production systems from biodegradable materials (Atiyeh, Subler, Edwards, Baachman, Metzger and Shuster, 2000b; Álvarez, Del Campo and Sancho, 2001). On the other hand, and because the regulations for the application and disposition of manure have become increasingly strict, in the last years the interest in using earthworms (*Eisenia foetida* Sav.) as an ecologically safe system for managing manure has grown, as diverse studies have demonstrated the ability of some worms to use a wide range of organic residues, manure, crop residues, industrial by-products and sewage (Atiyeh, Arancon, Edwards and Metzger, 2000a; Atiyeh et al., 2000b; Bansal and Kapoor, 2000).

Earthworm humus is a bioorganic fertilizer (Larink, Werner, Langmaack and Schrader, 2001) and it is obtained from earthworm dejections; from them the most used ones are the Californian Red (Ferruzzi, 1987; Fuentes-Yagüe, 1987; Cerisola, 1989). It is considered a whole and efficacious fertilizer for improving the soil.

The earthworm compost has an earthy appearance, it is soft and odorless, which facilitates its manipulation. Its physical, chemical and microbiological properties vary considerably according to the feedstuff consumed by the worms (Medina, Jaime, Colacelli, Mascaró and Chueca, 2001). It has 25-55% organic matter and essential nutrients: nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, iron, copper, zinc and molybdenum (Medina, Jaime, Chueca, Bocanera, Toro and Mascaró, 2001). On the other hand, the organic nitrogen and phosphorus are easily transformed into more assimilable forms (Agramonte, Jiménez and Dita, 1998). Besides being an excellent fertilizer, it has a high percentage of humic and fulvic acids, which allow an immediate delivery of assimilable nutrients and

porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos, que permiten una entrega inmediata de nutrientes asimilables y un efecto regulador de la nutrición, cuya actividad residual en el suelo llega hasta cinco años; posee además una alta carga microbiana (40 mil millones por gramo seco) que restaura la actividad biológica y mejora la estructura del suelo, lo que incrementa la retención de agua y la capacidad para almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas en forma sana y equilibrada (Tomati y Galli, 1995; Doube, Williams y Willmott, 1997). Debido a su pH neutro se puede aplicar en cualquier dosis sin ningún riesgo de quemar las plantas (Ravera, De Sanzo y Covas, 2003). Es un producto inofensivo para la salud, por no ser transmisor de ningún agente patógeno (Díaz, Sopena y Rago, 2002; Medina et al., 2003; Díaz, Medina, Latife, Digonzelli y Sosa, 2004).

En el presente estudio se utilizó la especie *Digitaria eriantha* Steudel subespecie *Eriantha*, en dos tipos de germoplasma: uno proveniente de Sudáfrica, nativo y adaptado a altas temperaturas, que germina a 32°C, denominado cv. Sudafricano; y otro sintético, cv. Mejorada INTA, adaptado a temperaturas inferiores (entre 22 y 30°C).

Los estudios previos demostraron un comportamiento diferente de estos dos cultivares en el porcentaje de germinación, el estrés abiótico por bajas temperaturas y el estrés osmótico (Quiroga, 2003; Di Giambatista, 2006). También se observaron diferencias en los indicadores de producción, tales como la longitud de las plantas y el peso seco en condiciones normales de crecimiento y bajo estrés abiótico (Di Giambatista, 2006).

En la actualidad el cultivo orgánico y las nuevas biotecnologías son utilizados para mitigar los efectos del estrés ambiental. El reemplazo de suelo por sustratos provenientes de estiércoles transformados por la acción de las lombrices, presenta una posibilidad de mitigación del estrés abiótico y esta enmienda depende, sin dudas, de la identidad genética de la especie o cultivar.

El objetivo del presente trabajo fue probar la efectividad del lombricompost obtenido a partir de estiércol de cabra, en diferentes concen-

a regulating effect of nutrition, which residual activity in the soil reaches up to five years; it also has a high microbial rate (40 thousand millions per dry gram) that restores the biological activity and improves the soil structure, which increases water retention and the capacity for storing and releasing the nutrients required by the plants in a healthy and balanced way (Tomati and Galli, 1995; Doube, Williams and Willmott, 1997) Due to its neuter pH it can be applied with any dose without risk of burning the plants (Ravera, De Sanzo and Covas, 2003). It is harmless for health as it does not transmit any pathogenic agent (Díaz, Sopena and Rago, 2002; Medina et al., 2003; Díaz, Medina, Latife, Digonzelli and Sosa, 2004).

In this study the species *Digitaria eriantha* Studel subspecies *Eriantha* was used, in two types of germplasm: one from South Africa, native and adapted to high temperatures, which germinates at 32 °C, named cv. Sudafricano; and a synthetic one, cv. Mejorada INTA, adapted to lower temperatures (between 22 and 30 °C).

Previous studies showed a different behavior of these two cultivars in the germination percentage, abiotic stress due to low temperatures and osmotic stress (Quiroga, 2003; Di Giambatista, 2006). Differences in the production indicators were also observed, such as plant length and dry weight under normal growth conditions and under abiotic stress (Di Giambatista, 2006).

Nowadays, organic cropping and the new biotechnologies are used to mitigate the effects of environmental stress. The replacement of soil by substrata from manures transformed by the action of earthworms, presents a possibility of mitigating the abiotic stress and this amendment depends, undoubtedly, on the genetic identity of the species or cultivar.

The objective of this work was to prove the effectiveness of the earthworm compost obtained from goat manure, in different concentrations, in two cultivars of *D. eriantha* Steudel.

Materials and Methods

The substratum used consisted in earthworm compost originated from goat manure in increasing concentrations, combined with garden soil in the

traciones, en dos cultivares de *D. eriantha* Steudel.

Materiales y Métodos

El sustrato utilizado consistió en un lombricompuesto originado a partir de estiércol de cabra en concentraciones crecientes, combinado con tierra de jardín en las siguientes proporciones: 1) 0:100, 2) 10:90, 3) 20:80, 4) 30:70, 5) 40:60, 6) 50:50 y 7) 100:0 (lombricompuesto:tierra). El testigo consistió en 100 g de suelo y ausencia de lombricompuesto (tratamiento 1).

Para la obtención del humus de lombriz se trabajó con la lombriz roja californiana y como alimento se utilizó estiércol de cabra previamente descompuesto por un período de tres meses. La producción del material se realizó en cajoneras de 0,40 m por 0,60 m de largo, cubiertas con media sombra, para evitar la exposición directa al sol. Se extrajo el humus a los tres meses de iniciada la diseminación de las lombrices. La composición química de este lombricompuesto fue la siguiente: N: 0,090%; P: 35,99 mg/kg⁻¹; MO: 1,88%; pH: 7,75. Los sustratos se obtuvieron con distintas proporciones de tierra medanososa, cuyas características principales son: N: 0,0004%; P: 10,02 mg/kg⁻¹; MO: 0,011%; pH: 6,50.

El material vegetal consistió en semillas de *D. eriantha* cvs. Sudafricana y Mejorada INTA, los cuales se sembraron en una dosis de 0,25 g por bandeja. Para cada tratamiento se realizaron tres repeticiones y las bandejas se colocaron en cámara de germinación con 8 h luz a 30°C y 16 h oscuridad a 20°C. Se regaron semanalmente con 5 mL de agua destilada hasta capacidad de campo en todos los tratamientos.

Los indicadores considerados fueron: el número de semillas germinadas por gramo de semillas sembradas (NG), la longitud foliar y radicular (LF y LR), y el peso seco (PS) de las hojas y las raíces. Los datos se analizaron separadamente por variedad, por el método estadístico SAS (General Linear Models Procedure) y los rangos múltiples de Duncan. Este test controla errores de tipo I donde $\alpha = 0,05$, los asteriscos en las barras de las figuras representan diferencias significativas de los tratamientos

following proportions: 1) 0:100, 2) 10:90, 3) 20:80, 4) 30:70, 5) 40:60, 6) 50:50 and 7) 100:0 (earthworm compost: soil). The control consisted in 100 g of soil and absence of earthworm compost (treatment 1).

For obtaining the earthworm humus the work was done with the Californian red earthworm fed previously decomposed goat manure for three months. The production of the material was carried out in garden frames 0,40 m wide by 0,60 m long, covered with half-shade, in order to avoid the direct exposition to sunlight. The humus was extracted three months after beginning the dissemination of the earthworms. The chemical composition of this earthworm compost was the following: N: 0,090%; P: 35,99 mg/kg; OM: 1,88%; pH: 7,75. The substrata were obtained with different proportions of sandy soil, which main characteristics are: N: 0,0004%; P: 10,02 mg/kg; OM: 0,011%; pH: 6,50.

The plant material consisted in seeds from *D. eriantha* cvs. Sudafricana and Mejorada INTA, which were sown in a dose of 0,25 g per tray. For each treatment three repetitions were done and the trays were placed in a germination chamber with 8 h of light at 30 °C and 16 h of darkness at 20 °C. They were irrigated weekly with 5mL of distilled water up to field capacity in all the treatments.

The indicators considered were: number of germinated seeds per gram of sown seeds (NG), leaf and root length (LL and RL) and dry weight (DW) of the leaves and roots. The data were analyzed separately per variety, by means of the statistical method SAS (General Linear Models Procedure) and Duncan's multiple range. This test controls type I errors where $\alpha = 0,05$, the asterisks in the bars of the figures represent significant differences of the treatments as compared to the control. The means with different letter in the same row of table 1 indicate significant differences between cultivars for each indicator measured.

Results

Number of germinated seeds

Figure 1 shows the behavior of both cultivars regarding the number of germinated seeds per

con respecto al control. Las medias con diferente letra en la misma fila de la tabla 1, indican diferencias significativas entre cultivares para cada indicador medido.

Resultados

Número de semillas germinadas

En la figura 1 se observa el comportamiento de ambos cultivares con relación al número de semillas germinadas por gramo de semilla sembrada. En el cv. Sudafricana los tratamientos 5 y 6 difirieron significativamente del testigo (tierra común), el sustrato 6 mostró el más alto número de semillas germinadas y el sustrato 5 ocupó el segundo lugar.

En el cv. Mejorada INTA los tratamientos del 3 al 7 difirieron significativamente del testigo. Los sustratos con mayor cantidad de semillas germinadas fueron el 6 y el 4, seguidos de los tratamientos 7 y 5 (fig. 1). La combinación 5 (40:60) y la 6 (50:50) fueron las óptimas para ambos cultivares en este indicador.

Longitud foliar y radicular

La longitud foliar se incrementó en el cv. Sudafricana en todos los tratamientos de lombricompuesto, con diferencias significativas respecto al testigo. El mejor sustrato fue el 7, como intermedios se ubicaron los tratamientos 3, 4 y 6, y el de menor rendimiento fue el 2 (fig. 2).

El cv. Mejorada INTA solo manifestó diferencias significativas en los tratamientos 2, 3 y 7. En los otros tratamientos hubo un bajo desa-

gram of sown seed. In the cv. Sudafricana treatments 5 and 6 differed significantly from the control (common soil), substratum 6 showed the highest number of germinated seeds and substratum 5 ranked second.

In the cv. Mejorada INTA treatments 3-7 differed significantly from the control. The substrata with higher quantity of germinated seeds were 6 and 4, followed by treatments 7 and 5 (fig. 1). The combinations 5 (40:60) and 6(50:50) were optimum for both cultivars regarding this indicator.

Leaf and root length

Leaf length increased in the cv. Sudafricana in all the treatments with earthworm compost, with significant differences in relation to the control. The best substratum was 7, as intermediate were 3, 4 and 6, and the lowest yield was found in 2 (fig. 2).

The cv. Mejorada INTA only showed significant differences in treatments 2, 3 and 7. In the other treatments there was low development of the seedlings, because they germinated but the increase in height was little significant (fig. 2). In this cultivar the best substratum was also 7, the intermediate 2 and the lowest values were obtained in 3. Substratum 7 (100% of earthworm compost) was the best for the leaf growth indicator in both cultivars (fig. 2).

The content of organic matter and humic salts of the substrata, for being in contact with the roots and being the direct way of entrance to the plant, may have incidence on their growth. When

Tabla 1. Comparación estadística entre los cvs. Sudafricana y Mejorada INTA.

Table 1. Statistical comparison between the cvs. Sudafricana and Mejorada INTA.

Tratamiento	No. semillas germinadas		Longitud foliar (cm)		Peso seco foliar (g)	
	Sudafricana	Mejorada INTA	Sudafricana	Mejorada INTA	Sudafricana	Mejorada INTA
1	318,7 ^{gh}	353,3 ^{fgh}	15,333 ^d	20,667 ^c	0,006 ^{fgh}	0,005 ⁱ
2	274,4 ^h	449,3 ^{ef}	21,000 ^c	37,000 ^{ab}	0,005 ^{fgh}	0,003 ^{fg}
3	309,3 ^{gh}	568,0 ^{cd}	32,000 ^b	32,333 ^b	0,005 ^{fgh}	0,006 ^e
4	345,3 ^{fgh}	760,0 ^a	33,333 ^b	26,000 ^c	0,005 ^e	0,009 ^d
5	446,7 ^{ef}	625,3 ^{bc}	25,667 ^c	22,333 ^c	0,009 ^e	0,011 ^b
6	640,0 ^{bc}	805,3 ^a	32,333 ^b	26,333 ^c	0,009 ^c	0,027 ^c
7	396,0 ^{efg}	706,7 ^{ab}	39,000 ^a	40,000 ^a	0,012 ^f	0,037 ^{gh}

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

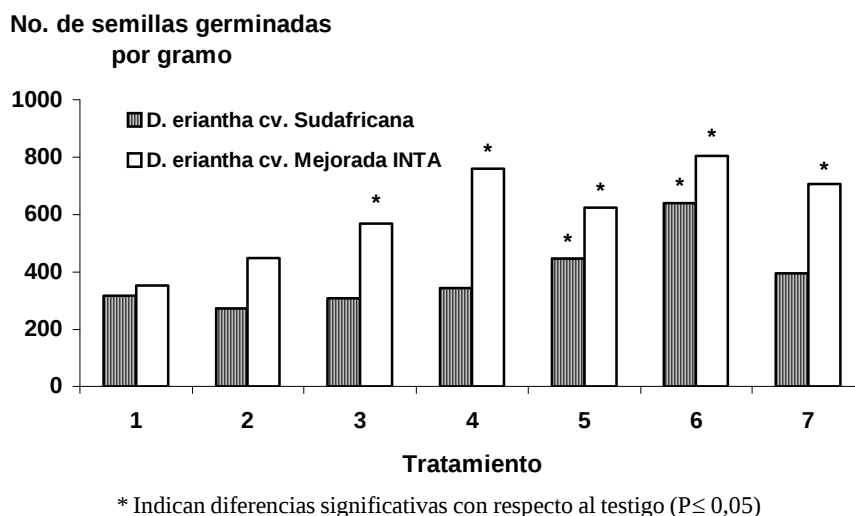


Fig. 1. Número promedio de semillas germinadas en sustratos con diferente concentración de lombricompost de cabra.

Fig. 1. Average number of germinated seeds in substrata with different concentration of earthworm compost from goat.

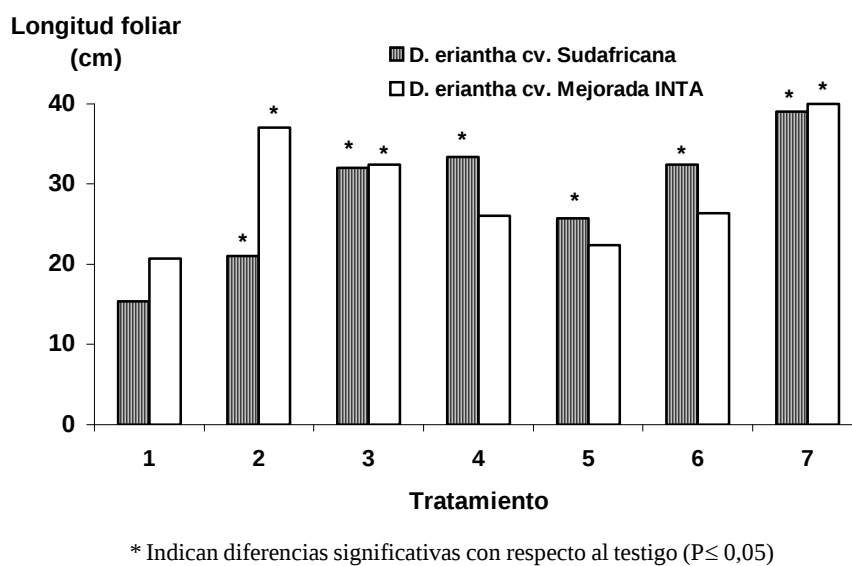


Fig. 2. Longitud foliar promedio.

Fig. 2. Average leaf length.

rollo de las plántulas, ya que germinaron pero el incremento en la altura fue poco significativo (fig. 2). En este cultivar el mejor sustrato también fue el 7, intermedio el 2 y menor el 3. El sustrato 7 (100% de lombricompost) resultó el mejor para el indicador crecimiento foliar en ambos cultivares (fig. 2).

measuring the root length the cv. Sudafricana did not show significant differences as compared to the control. The cv. Mejorada INTA, however, presented significant increases of length in treatments 4, 5, 6 and 7 with regards to the control; 6 and 7 were the best and intermediate 4 and 5 (fig. 3).

El contenido de materia orgánica y sales húmicas de los sustratos, por estar en contacto con las raíces y ser la vía directa de ingreso a la planta, podría incidir en su crecimiento. Al medir la longitud radicular el cv. Sudafricana no presentó diferencias significativas con respecto al testigo. El cv. Mejorada INTA, en cambio, manifestó incrementos significativos de longitud en los tratamientos 4, 5, 6 y 7 con respecto al testigo; el 6 y el 7 resultaron los mejores, e intermedios el 4 y el 5 (fig. 3).

Peso seco foliar y radicular

Para estimar la producción de los dos cultivares y su respuesta a la nutrición mineral y orgánica de los lombricompostos, se tomó el peso seco de las hojas y las raíces como una medida de los procesos de crecimiento, acumulación de biomasa y activación de la fotosíntesis.

En ambos cultivares el peso seco foliar se incrementó significativamente con el secuencial aumento de lombricompostado en los sustratos 5, 6 y 7, con respecto al testigo, y en el caso del cv. Mejorada INTA también aumentó en el sustrato 4 (fig. 4). En el cv. Sudafricana el mejor sustrato resultó el 7 y en segundo término las mezclas 5 y 6. Para el cv. Mejorada INTA el 7 fue muy bueno, intermedio el 6 y como bajos las mezclas 5 y 4.

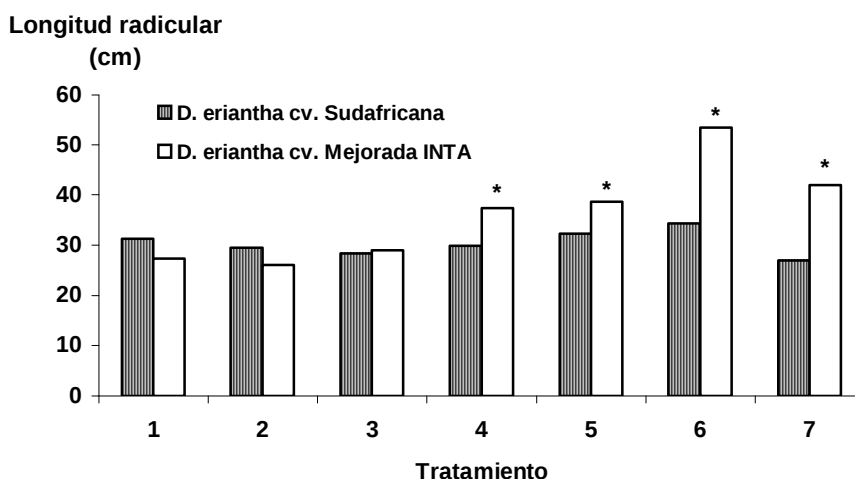
Leaf and root dry weight

In order to estimate the production of both cultivars and their response to the mineral and organic nutrition of the earthworm composts, the dry weight of the leaves and roots was taken as a measure of the processes of growth, biomass accumulation and activation of photosynthesis.

In both cultivars the leaf dry weight increased significantly with the sequential increase of earthworm compost in substrata 5, 6 and 7, as compared to the control, and in the case of the cv. Mejorada INTA it also increased in substratum 4 (fig. 4). In the cv. Sudafricana the best substratum turned out to be 7 and in second place mixtures 5 and 6. For the cv. Mejorada INTA treatment 7 was very good, 6 was intermediate and the lowest values were observed in 5 and 4.

Figure 5 shows the behavior of root DW in the cv. Sudafricana, which increased significantly with regards to the control only in mixture 7; nevertheless, for the cv. Mejorada INTA the DW increased in mixtures 4, 5, 6 and 7.

The earthworm compost 7 was the best for the variable leaf and root DW in both cultivars.



* Indican diferencias significativas con respecto al testigo ($P \leq 0,05$)

Fig. 3. Longitud radicular
Fig. 3. Root length.

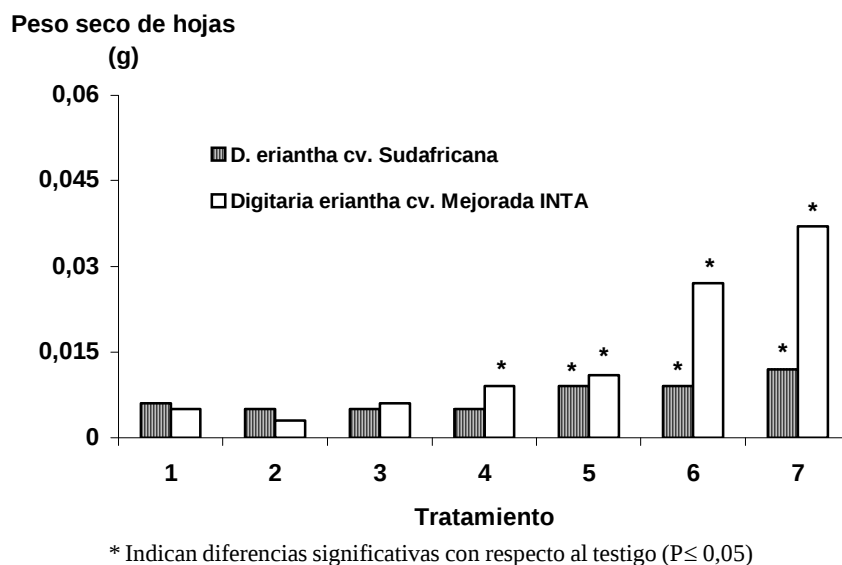


Fig. 4. Peso seco promedio de las hojas.

Fig. 4. Average dry weight of leaves.

En la figura 5 se observa el comportamiento del PS radicular en el cv. Sudafricana, que se incrementó en forma significativa con respecto al testigo solo en la mezcla 7; en cambio, para el cv. Mejorada INTA el PS aumentó en las mezclas 4, 5, 6 y 7.

El lombricompost 7 resultó el mejor para la variable PS foliar y radicular en ambos cultivares.

Comparación entre cultivares para cada mezcla de lombricompost y su acción en los distintos indicadores evaluados

Se estableció una comparación estadística de los indicadores fisiológicos entre los cultivares y para cada tratamiento.

En el número de semillas germinadas se observaron diferencias significativas en todos los tratamientos, excepto en el testigo. En todos los casos fue superior el cv. Mejorada INTA y mostró una gran sensibilidad ante el nivel nutricional de los sustratos (tabla 1).

En relación con la longitud foliar se encontraron diferencias significativas en los tratamientos 1 (testigo), 2 (10:90), 4 (30:70) y 6 (50:50). En las mezclas con mayor proporción de humus, como la 4 y la 6, el cv. Sudafricana tuvo un mejor crecimiento que el cv. Mejorada INTA, y en

Comparison between cultivars for each mixture of earthworm compost and its action on the different indicators evaluated

A statistical comparison was established of the physiological indicators between the cultivars and for each treatment.

In the number of germinated seeds significant differences were obtained in all the treatments, except in the control. In all cases the cv. Mejorada INTA was the best and showed high sensitivity to the nutritional level of the substrata (table 1).

Regarding leaf length significant differences were observed in treatments 1 (control), 2 (10:90), 4 (30:70) and 6 (50:50). In the mixtures with higher proportion of humus, such as 4 and 6, the cv. Sudafricana had a better growth than the cv. Mejorada INTA, and in those with lower proportion of humus the difference was positive for the cv. Mejorada INTA.

Leaf growth in the cv. Sudafricana was more sensitive to the nutritional content of the substrata.

In the leaf dry weight there were significant differences between both cultivars in the substrata 3-7, and the DW values were higher for the cv. Mejorada INTA, which indicates that the photosynthetic efficiency under equal environmental conditions varies according to the cultivar genotype.

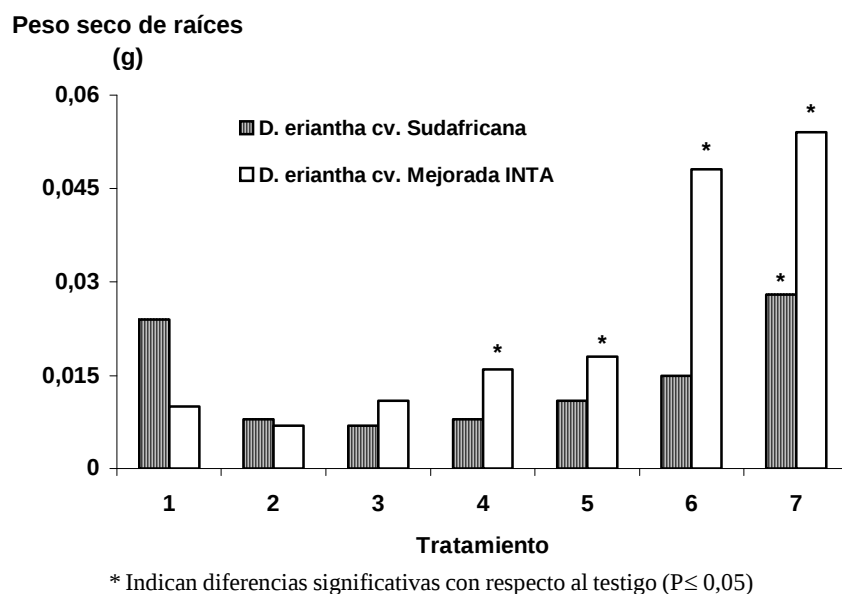


Fig. 5. Peso seco promedio de las raíces.

Fig. 5. Average dry weight of roots.

aquellos con menor proporción de humus la diferencia fue positiva para el cv. Mejorada INTA.

El crecimiento foliar en el cv. Sudafricana fue más sensible al contenido nutricional de los sustratos.

En el PS foliar existieron diferencias significativas entre ambos cultivares en los sustratos del 3 al 7, y los valores de PS fueron superiores para el cv. Mejorada INTA, lo que indica que la eficiencia fotosintética en iguales condiciones ambientales varía según el genotipo del cultivar.

Discusión

En el estudio de dos cultivares de una forrajera introducida en Argentina, *D. eriantha*, y su respuesta al lombricomposto de cabra como enmienda orgánica, en diferentes concentraciones, se observaron notorias diferencias entre tratamientos y cultivares.

En la germinación de las semillas se demostró que los mayores porcentajes de lombricomposto (incluso puro) resultaron beneficiosos en ambos cultivares; sin embargo, el cv. Mejorada INTA incrementó la germinación con la concentración de 20% (fig. 1) y mostró superioridad con relación al cv. Sudafricana, e incluso en algunos

Discussion

In the study of two cultivars of a forage plant introduced in Argentina, *D. eriantha*, and its response to the earthworm compost from goat as organic amendment, in different concentrations, remarkable differences were observed among treatments and cultivars.

In the germination of the seeds it was proved that the highest percentages of earthworm compost (even pure) were beneficial in both cultivars; however, the cv. Mejorada INTA increased germination with the concentration of 20% (fig. 1) and showed superiority with regards to the cv. Sudafricana, and even in some cases doubled it (table 1). The beneficial effect of the humic acids of the earthworm compost has also been reported in tomato, paprika and strawberry plants, cultivated in nursery as well as in the field (Arancon, Edwards, Bierman, Metzger, Lee and Welch, 2004).

As factor of growth and development, the leaf and root length were measured; unlike the previous indicator, leaf length was observed to be very sensitive to the composition of the substratum, because both cultivars responded positively to small quantities of earthworm

casos lo duplicó (tabla 1). El efecto benéfico de los ácidos húmicos del lombricompost también ha sido reportado en plantas de tomate, pimentón y fresa, cultivadas tanto en vivero como en el campo (Arancon, Edwards, Bierman, Metzger, Lee y Welch, 2004).

Como factor de crecimiento y desarrollo se midió la longitud foliar y radicular; se observó que, a diferencia del indicador anterior, la longitud de las hojas es muy sensible a la composición del sustrato, ya que ambos cultivares respondieron positivamente ante pequeñas cantidades de lombricompost y en todos los casos incrementaron el crecimiento en largo de la parte aérea. Aunque se encontraron diferencias significativas entre cultivares no se puede afirmar que uno fue superior al otro, ya que la diferencia dependió del tratamiento (tabla 1). Trindade, Siquiera y De Almeida (2001) detectaron una mayor altura de las plantas de lechosa (*Carica papaya* L.) var. Sunrise al final de la etapa de vivero, al aumentar la proporción de abono orgánico en el sustrato. Atiyeh *et al.* (2000) concluyeron que la aplicación de lombricompost a los sustratos en invernadero, tiene un gran potencial para favorecer el crecimiento de diversos cultivos hortícolas.

En *C. papaya* se ha descrito el efecto positivo del lombricompost en el desarrollo del área foliar de las plantas, con una dosis de 25% (Acevedo y Pire, 2004).

En el crecimiento radicular el cv. Sudafricana no fue sensible a la composición del sustrato; en cambio, el cv. Mejorada INTA evidenció incrementos a partir de un 30% de lombricompost en el sustrato. Canellas, Olivares, Okorokova y Facaña (2000) plantearon que los ácidos húmicos presentes en cantidades apreciables en el lombricompost, pueden estimular el crecimiento tanto de las raíces como de la parte aérea en las plantas de maíz. Díaz *et al.* (2004) demostraron que el humus de lombriz, como componente del sustrato utilizado en invernáculo en la aclimatación de la caña de azúcar, favoreció el crecimiento radicular pero no la longitud de la planta.

El PS foliar y radicular, evaluados como indicadores del desarrollo, el crecimiento y la

compost and in all cases the length growth of the aerial part increased. Although significant differences were found between the cultivars, it can not be stated that one was superior to the other, because the difference depended on the treatment (table 1). Trindade, Siquiera and De Almeida (2001) detected a higher height of the plants of papaya (*Carica papaya* L.) var. Sunrise at the end of the nursery stage, by increasing the proportion of organic manure in the substratum. Atiyeh *et al.* (2000) concluded that the application of earthworm compost to the substrata in greenhouse has great potential for favoring the growth of different vegetable crops.

The positive effect of the earthworm compost on the development of the leaf area of *C. papaya* plants, with a dose of 25%, has been described (Acevedo and Pire, 2004).

In root growth the cv. Sudafricana was not sensitive to the substratum composition; however, the cv. Mejorada INTA showed increases from 30% of earthworm compost in the substratum. Canellas, Olivares, Okorokova and Facaña (2000) stated that the humic acids present in noticeable quantities in the earthworm compost, may stimulate the growth of the roots as well as the aerial part in corn plants. Díaz *et al.* (2004) proved that earthworm humus, as component of the substratum used in greenhouse in the acclimation of sugarcane, favored root growth, but not plant length.

Leaf and root DW, evaluated as indicators of development, growth and photosynthetic activity, increased in both cultivars. The cv. Sudafricana increased its DW in the high concentrations of earthworm compost; nevertheless, the cv. Mejorada INTA, more sensitive, responded positively to low concentrations. There were significant differences between cultivars when leaf DW was evaluated, which was favorable for the cv. Mejorada INTA, which reached twice as DW in concentrations of 50 and 100%. In comparative studies of the effect of earthworm compost and fertilization with N at long term (90-180 days) in *C. papaya* L., the first treatment exceeded the one with chemical fertilizer for all the growth variables of the plant, especially the DW (Acevedo and Pire, 2004).

actividad fotosintética, se incrementaron en ambos cultivares. El cv. Sudafricana incrementó su PS en las concentraciones altas de lombricompost; en cambio el cv. Mejorada INTA, más sensible, respondió positivamente a bajas concentraciones. Hubo diferencias significativas entre cultivares cuando se evaluó el PS foliar, que se manifestó favorable al cv. Mejorada INTA, el cual alcanzó el doble del PS en concentraciones de 50 y 100%. En estudios comparativos del efecto del lombricompost y la fertilización con N a largo plazo (90-180 días) en *C. papaya* L., el primer tratamiento superó al del fertilizante químico para todas las variables de crecimiento de la planta, en especial el PS (Acevedo y Pire, 2004).

Existen antecedentes relacionados con la mejora en la producción y desarrollo de plantas cultivadas con el empleo de lombricompostos, pero se ha encontrado poca información para las especies forrajeras.

Las causas de dicha mejora en las plantas son variadas. Kale, Mallesh, Kubras y Bagyaraj (1992) señalaron que el efecto del lombricompost no es inmediato, sino que la respuesta de la planta puede tomar cierto tiempo, ya que hay inmovilización del N por parte de los microorganismos presentes en la enmienda; ello reduce la cantidad del nutriente aprovechable por la planta, el cual posteriormente es liberado al sustrato (Alexander, 1977). Hidalgo (2001) describió los efectos benéficos del uso del lombricompost como enmendante de sustratos, que tienden a disminuir con las dosis altas; asimismo, el efecto combinado de ambas fuentes de N puede actuar en forma complementaria para proveer nutrientes a la planta en las diferentes etapas de su crecimiento, independientemente del efecto producido por los nutrientes esenciales del sustrato.

Por otro lado, la biota desarrollada en el sustrato es la responsable de los beneficios biológicos en las plantas. Pérez (1994) mencionó la presencia de microorganismos con propiedades biofertilizantes en el lombricompost, los cuales actúan de manera similar a los biofertilizantes a base de bacterias y micorrizas (Rani y Sathiamoorthy, 1997), o a la inoculación por

There are antecedents related to the improvement in the production and development of plants cultivated with the use of earthworm composts, but little information has been found for forage species.

The causes of such improvement in plants are varied. Kale, Mallesh, Kubras and Bagyaraj (1992) stated that the effect of earthworm compost is not immediate, but the response of the plant may take some time, because there is immobilization of N by the microorganisms present in the amendment; this reduces the quantity of the nutrient utilizable by the plant, which is released to the substratum afterwards (Alexander, 1977). Hidalgo (2001) described the beneficial effects of the use of earthworm compost as amendment of substrata, which tend to decrease with high doses; likewise, the combined effect of both N sources may act in a complementary way to provide nutrients to the plant in the different stages of its growth, independently from the effect produced by the essential nutrients of the substratum.

On the other hand, the biota developed in the substratum is responsible for the biological benefits in the plants. Pérez (1994) mentioned the presence of microorganisms with biofertilizing properties in earthworm compost, which act similarly to the biofertilizers based on bacteria and mycorrhizae (Rani and Sathiamoorthy, 1997), or to the inoculation by mycorrhizae performed in the nursery, which favored plant development, reduced the quantity of biofertilizer used (Gasparotto, Feldmann, Araujo, Moraes and Lieberei, 1998) and increased the resistance to stress during transplanting. In this sense, Toyota and Kimura (2000) found a predominance of these bacteria associated to earthworm compost, which could explain its advantages as substratum amendment.

Due to the above-explained facts, advantages as substratum amendment can be ascribed to earthworm compost due to its effect on the vegetative growth of young plants, among which properties is the contribution of substances (chemical or biological) capable of stimulating growth.

micorrizas realizada en vivero, que favoreció el desarrollo de las plantas, redujo la cantidad de biofertilizante utilizado (Gasparotto, Feldmann, Araujo, Moraes y Lieberei, 1998) e incrementó la resistencia al estrés durante el transplante. En este sentido, Toyota y Kimura (2000) encontraron un predominio de estas bacterias asociadas al lombricompost, lo cual podría explicar sus ventajas como enmendante de sustrato.

Por lo antes expuesto, se puede atribuir al lombricompost ventajas como enmienda de sustratos debido a su efecto en el crecimiento vegetativo de las plantas jóvenes, entre cuyas propiedades se destaca el aporte de sustancias (de naturaleza química o biológica) capaces de estimular el crecimiento.

Conclusiones

Las mezclas de lombricompost y suelo fueron beneficiosas para todos los indicadores fisiológicos evaluados.

El cv. Sudafricana incrementó la germinación, la longitud foliar y el PS foliar y radicular en los sustratos que contenían de 40 a 100% de lombricompost.

El cv. Mejorada INTA respondió positivamente a la composición del sustrato, a pequeñas y altas concentraciones de humus de lombriz (10 y 100%, respectivamente), mediante el incremento del porcentaje de germinación, la longitud foliar, la longitud radicular y el PS de las hojas y las raíces.

También se observó correlación entre el aumento de la concentración del lombricompost y la respuesta biológica. La mezcla 7 (100%) representó la mejor opción para ambos cultivares.

Referencias bibliográficas

- Acevedo, I.C. & Pire, R. Efectos del lombricompost como enmienda de un sustrato para el crecimiento del lechero (*Carica papaya* L.). *Interciencia. Revista de Ciencia y Tecnología de América*. 29 (5):274
- Agramonte, D.; Jiménez, F. & Dita, M.A. 1998. Aclimatización. Propagación y mejora genética de plantas por biotecnología. (Ed. J.N. Pérez Ponce). Instituto de Biotecnología de las Plantas. Santa Clara, Cuba. p. 193

Conclusions

The mixtures of earthworm compost and soil were beneficial for all the physiological indicators evaluated.

The cv. Sudafricana increased germination, leaf length and leaf and root DW in the substrata that contained 40-100% earthworm compost.

The cv. Mejorada INTA responded positively to the composition of the substratum, to low and high concentrations of earthworm humus (10 and 100%, respectively), with the increase of germination percentage, leaf length, root length and leaf and root DW.

There was also correlation between the increase of the concentration of earthworm compost and the biological response. Mixture 7 (100%) represented the best option for both cultivars.

--End of the English version--

- Alexander, M. 1977. Introduction to soil microbiology. Wiley. Nueva York, USA. 467 p.
- Álvarez, J.A.; Del Campo, F. & Sancho, F. 2001. Research and technological development of composting processes and its application in the agriculture and forestry sectors. *Bioprocessing of Solid Waste & Sludge*. 1:1
- Arancon, N.Q.; Edwards, C.A.; Bierman, P.; Metzger, J.; Lee, S. & Welch, C. 2004. Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. *Pedobiologia*. 47 (5):731
- Atiyeh, R.M.; Arancon, N.; Edwards, C.A. & Metzger, J.D. 2000a. Influence of earthworm processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresources Technol.* 75:175
- Atiyeh, R.M.; Subler, S.; Edwards, C.A.; Bachman, G.; Metzger, J.D. & Shuster, W. 2000b. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiologia*. 44:579
- Bansal, S. & Kapoor, K. 2000. Vermicomposting of crop residues and cattle dung with *Elisenia foetida*. *Bioresources Technol.* 73:95
- Canellas, L.P.; Olivares, F.L.; Okorokova, A.L. & Facaña, A.R. 2000. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, lateral root development, and plasma H-ATPase activity in maize roots. *Plant Physiol.* 130:1951

- Cerisola, C. 1989. Lecciones de agricultura biológica. Ediciones Mundi Prensa. España. p. 163
- Díaz, L.P.; Medina, L.F.; Latife, J.; Digonzelli, P.A. & Sosa, S.B. 2004. Aclimatación de plantas micropropagadas de caña de azúcar utilizando el humus de lombriz. **Revista RIA**. 33 (2):115
- Díaz, L.; Sopena, R. & Rago, A. 2002. Implantación de semilleros de caña de azúcar. **Revista Horizonte Agroalimentario**. 6:13
- Di Giambatista, G.A. 2006. Efecto del estrés por frío y sequía en parámetros morfofisiológicos de dos especies forrajeras (*Trichloris crinita* "nativa" y *Digitaria eriantha* "introducida"). Tesis de Grado. Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico y Sociales. Universidad Nacional de San Luis, Argentina. 101 p.
- Doube, B.M.; Williams, P.M.L. & Willmott, P.J. 1997. The influence of two species of earthworm (*Aporrectodea trapezoides* and *Aporrectodea rosea*) on the growth of wheat, barley and faba beans in three soil types in the greenhouse. **Soil Biology and Biochemistry**. 29:503
- Ferruzzi, C. 1987. Manual de Lombricultura. Ediciones Mundi Prensa. España. 138 p.
- Fuentes-Yagüe, J.L. 1987. La crianza de la lombriz roja. Hojas Divulgadoras N° 1. Servicio de Extensión Agraria del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España. p. 30
- Gasparotto, L.; Feldmann, F.; Araujo, R.; Moraes, R. & Lieberei, R. 1998. Recultivation of cleared and abandoned sites in the Amazon by agroforestry systems, a shift-project. In: Sustainable agriculture for food, energy and industry. (El Basam, N., Ed.). James & James. London, UK. Vol. 2, p. 1146
- Hidalgo, P. 2001. Vermicompost as a substrate amendment for poinsettia and chrysanthemum production. Thesis. Mississippi University, USA. 162 p.
- Kale, R.; Mallesh, B.; Kubra, B. & Bagyaraj, D. 1992. Influence of vermicompost application on the available macronutrients and selected microbial populations in a paddy field. **Soil Biol. Biochem.** 12:1317
- Larink, O.; Werner, D.; Langmaack, M. & Schrader, S. 2001. Regeneration of compacted soil aggregates by earthworm activity. **Biology and Fertility of Soils**. 33:395
- Medina, L.F.; Jaime, M.; Chueca, C.; Bocanera, B.; Toro, F. & Mascaró, P. 2001. Presencia y cuantificación de *Azotobacter* sp. y *Azospirillum* sp. en lombricompuesto. Segunda Reunión de Producción Vegetal del NOA. San Miguel de Tucumán, Argentina
- Medina, L.F.; Jaime, M.; Colacelli, N.; Mascaró, P. & Chueca, C. 2003. Características físico químicas de tres tipos de lombricompuesto. Tercera Reunión de Producción Vegetal y Primera de Producción Animal del NOA. San Miguel de Tucumán, Argentina.
- Pérez, H. 1994. Producción de biofertilizantes con la cría de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), utilizando cuatro tipos de sustratos diferentes en condiciones semicontroladas. **Revista Unellez de Ciencia y Tecnología**. 12:88
- Quiroga, A.M. 2003. Respuestas morfofisiológicas de *Digitaria eriantha* Steudel subs. *Eriantha* y producción de callos como germoplasma factible para seleccionar plantas resistentes al frío. Tesis de grado. Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico y Sociales. Universidad Nacional de San Luis, Argentina. 101 p.
- Rani, M. & Sathiamoorthy, S. 1997. Effect of the organic and biofertilizers on root enzyme activity, nematode, total biomass and growth enhancement of papaya cv. Co. 6. **South Indian Hortic.** 45:217
- Ravera, A.R.; De Sanzo, C.A. & Covas, H. 2003. Cómo criar lombrices rojas californianas. 3ra. edición. Editorial Programa de Autosuficiencia Regional S.A. Argentina
- Tomati, U. & Galli, E. 1995. Earthworms, soil fertility and plant productivity. **Acta Zoologica Fennica**. 196:11
- Toyota, K. & Kimura, M. 2000. Microbial community indigenous to the earthworm. **Biol. Soils**. 31:489
- Trindade, A.V.; Siqueira, J.O. & De Almeida, F.P. 2001. Dependencia micorrízica de variedades comerciales de mamoeiro. **Pesq. Agropec. Bras.** 12:1485

Recibido el 28 de septiembre del 2006

Aceptado el 30 de enero del 2007

II CONGRESO INTERNACIONAL DE PRODUCCIÓN ANIMAL TROPICAL

Fecha: 26 al 29 de noviembre de 2007

Sede: Instituto de Ciencia Animal, República de Cuba

El encuentro incluye:

- I Simposio Internacional de Producción de Rumiantes.
- I Simposio Internacional de Producción de Monogástricos.
- IV Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes.
- IV Encuentro Regional de Extensión, Transferencia de Tecnologías y Desarrollo Rural.
- I Taller de Informática y Bioestadística Aplicada a las Ciencias Agropecuarias.

Temáticas

- Manejo y alimentación de animales Rumiantes y Monogástricos de interés económico.
- Utilización de subproductos locales y alimentación alternativa en animales Rumiantes y Monogástricos.
- Caña de azúcar y subproductos en la alimentación animal.
- Sistemas intensivos y semintensivos de Producción Animal. Indicadores de sostenibilidad y su impacto social.
- Composición y calidad de la leche y la carne de animales Rumiantes.
- Reproducción y mejoramiento genético de animales Rumiantes y Monogástricos.
- Obtención y utilización de alimentos funcionales como: probióticos, prebióticos, fitobióticos, enzimas, fibra dietética y Omega 3, entre otros.
- Procesos biotecnológicos para la producción y mejoramiento del valor nutritivo de los alimentos.
- Manipulación de la Fermentación Microbiana Ruminal. Empleo de herramientas moleculares para el control de los procesos.
- Utilización digestiva de los alimentos, factores antinutricionales y su efecto en el metabolismo animal.
- Uso de los pastos y forrajes. Producción de biomasa y semillas.
- Persistencia, estabilidad y rehabilitación de pastizales.
- Biodiversidad. Relación suelo – planta - animal.
- Fertilidad del suelo, fertilización y reciclaje de nutrientes.
- Mejoramiento varietal y evaluación de especies.
- Manejo integrado de plagas.
- Uso de la tierra. Ordenamiento Rural y Sistemas de Información Geográfica.
- Medio Ambiente. Contaminación y reciclaje.
- Desertificación y sequía.
- Economía Agropecuaria. Sistemas computacionales económicos y contables.
- Bioinformática Agropecuaria. Informática Educativa, Tecnologías de Redes en Zonas Urbanas, Sistemas Expertos, Inteligencia Artificial y Sistemas Automatizados.
- Bioestadística aplicada a la Producción y Salud Animal.
- Extensión y Transferencia de Tecnología. Diagnóstico, Control y Medición de Impacto. Estudios de casos.
- Desarrollo Rural
- Gestión del Conocimiento. Formación y capacitación de recursos humanos en las ciencias agropecuarias.
- Sistemas de Gestión de la Calidad en las Ciencias Agropecuarias.

Para más información contacte a:

produccionanimal2007@ica.co.cu