

EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN LA SOSTENIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE ARROZ*

Evaluation of the organic fertilization on rice production sustainability

Luis E. Álvarez Larrauri¹

RESUMEN

El monocultivo intensivo del arroz y la preparación de los suelos mediante batido del barro han contribuido al deterioro de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, y a la reducción de los rendimientos en grano, su rentabilidad y sostenibilidad. El agregado de materiales orgánicos como Fertipollo (38,7 % de materia orgánica, 3,23 % de nitrógeno (N)) al suelo, aumenta su contenido en nutrimentos, mejora sus condiciones físicas, la retención de humedad y actividad biológica. Durante la estación lluviosa 2000 y la seca 2000-2001, se evaluó el efecto de la aplicación de Fertipollo y fertilizantes químicos, solos y mezclados, en arroz bajo riego. En el período de lluvias 2000 el uso de fertilizantes químicos produjo 12% más grano que el testigo sin N y Fertipollo 6 %. Con 90 kg. N/ha se obtuvieron rendimientos 10 % superiores al testigo sin N. Las panículas de las parcelas que recibieron fertilización química fueron 19 % más pesadas que las de Fertipollo. En el período seco 2000-2001, con la aplicación de la mezcla de fertilizantes químicos con Fertipollo se lograron rendimientos en grano 50 % superiores al testigo sin N, los fertilizantes químicos 49 % y Fertipollo 42 %. Debido al N y demás nutrimentos, la mezcla produjo un rendimiento 76 % mayor que el testigo absoluto, los fertilizantes químicos 67 % y Fertipollo 52 %. Los fertilizantes químicos produjeron granos 11 % más pesados que los testigos sin N, la mezcla 8 % y Fertipollo 3 %. La rentabilidad de la fertilización química fue 196 % superior a la de la mezcla de fuentes. Debería considerarse la opción de mezclar fertilizantes químicos con orgánicos para obtener la elevada respuesta al N de los primeros y el impacto sobre la fertilidad del suelo de los segundos, al aplicarlos en forma periódica durante varios años. Características negativas de Fertipollo: 1) los volúmenes del fertilizante fueron muy elevados, para la primer dosis evaluada (90 kg N/ha) fueron necesarios 2.727 kg

(*) Recibido: 22-10-2003

Aceptado: 28-02-2005

(1) Programa de Ciencias del Agro y del Mar, Universidad Ezequiel Zamora, UNELLEZ, Guanare 3350, Po., Portuguesa. Venezuela. E-mail: al110946@hotmail.com

Fertipollo/ha. 2) su forma física, se trata de un polvo fácilmente arrastrado por el viento, que se debería formular como gránulo.

Palabras clave: arroz bajo riego, fertilizante orgánico, rentabilidad de la fertilización, sostenibilidad, Venezuela.

ABSTRACT

Rice intensive monoculture and soil preparation by puddling have deteriorated their physical, chemical and biological properties, reduced incomes and sustainability. The addition of organic materials like Fertipollo (38,7 % of organic matter, 3,23 % of nitrogen (N)), to the soil, increases its nutrients content, improves its physical conditions, water retention and biological activity. During the 2000 rainy season and the 2000-2001 dry season, was evaluated the effect of the application of the organic fertilizer Fertipollo, of chemical fertilizers and their mixture on irrigated rice production. In 2000 rainy season the use of chemical fertilizers produced 12 % more grain than the check without N and Fertipollo 6 %. With the application of 90 kg N/ha yields were 10 % higher than the check without N. Rice panicles of plots with chemical fertilization were 19 % heavier than those with Fertipollo. In the 2000-2001 dry season the mixture of chemical fertilizers with Fertipollo yielded 50 % more grain than the check without N, chemical fertilizers 49 % and Fertipollo 42 %. N and the other nutrients produced with the application of the mixture 76 % more grain than the check plots without fertilization; chemical fertilizers 67 % and Fertipollo 52 %. Chemical fertilizers produced 11 % heavier grains than checks without N, the mixtures 8 % and Fertipollo 3 %. Chemical fertilizers produced an income due to its application 196 % higher than the mixture of sources. It should be considered the option of mixing chemical and organic fertilizers to obtain high N response of the chemicals and the increase in soil fertility of the organics, applying them periodically during several years. Negatives characteristics of Fertipollo: 1) the high volumes to apply, for the dose of 90 kg N/ha there were necessary 2.724 kg Fertipollo/ha. 2) its physical presentation, as dust easily eroded by the wind, it should be considered the possibility of formulate it as pellets.

Key words: irrigated rice, organic fertilizer, income due to fertilization, sustainability, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

Desde el año 1948, cuando se inició el Plan Arrocero de Turén, los productores de este importante cereal lo

han explotado en forma de monocultivo intensivo. Actualmente, se producen unos 2,3 ciclos de arroz bajo riego por año. Además, han adoptado sistemáticamente la práctica de

preparación del suelo mediante fangueo o batido del barro, lo que ha llevado a un marcado deterioro en sus propiedades físicas, químicas y biológicas, y a una peligrosa reducción en los rendimientos y en la rentabilidad de su explotación. En octubre de 1999, los costos de producción de arroz. Eran de Bs. 900414/ha para un rendimiento de campo de 6000 kg/ha (5174 kg/ha de paddy), lo cual determinaba rentabilidad nula para el productor. Para esa época, el precio del grano debió ser Bs. 188/kg para igualar la ganancia que obtendría el empresario agrícola si colocara el capital destinado a la producción de arroz en un depósito bancario a plazo fijo; pero el precio oficial fue Bs. 135/kg y realmente la agroindustria pagó a Bs. 90/kg, con lo cual aún los agricultores consolidados perdieron dinero y se descapitalizaron (Alvarez 1999a).

Actualmente se ha reducido el área sembrada y las perspectivas son de que esta situación se mantenga, lo cual crea un escenario muy peligroso para el abastecimiento nacional de este cereal, alimento de las clases sociales de más bajos recursos, que constituyen 80 % o más de la población de Venezuela. La única solución a esta problemática es incrementar los rendimientos en grano y reducir los costos de producción, para lo cual el agricultor deberá adoptar medidas tecnológicas que contribuyan al logro de estos objetivos. Una de ellas es incrementar el contenido de materia orgánica de los suelos degradados en que se ha cultivado arroz, para mejorar

sus propiedades físicas y químicas, especialmente en cuanto al aporte de nitrógeno (N), principal nutrimento para el cultivo, y la recuperación de su estructura, lo que facilitaría una mayor exploración por las raíces, un sistema radical abundante y sano, que contribuiría a la obtención de mayores rendimientos. Un manejo racional del N, utilizando inteligentemente las reservas orgánicas e hídricas de los suelos, conduciría a la sostenibilidad de la producción arrocería nacional y posibilitaría la explotación de este cereal por tiempo ilimitado y en armonía con el ambiente. Alvarez (1999b) analizó, usando modelos de simulación, los efectos de la rotación de arroz con soya contra el monocultivo de arroz durante el lapso 1983-2007 y concluyó que el N del suelo en el monocultivo descendió 10 % más que en la rotación, mientras que la reducción del carbono orgánico (CO) del suelo fue 84 %. Independientemente de los fertilizantes químicos agregados al suelo, el descenso en su contenido de CO, indicó una gran pérdida de fertilidad, responsable en parte de los bajos rendimientos obtenidos por los productores.

Los objetivos de este trabajo fueron: 1) Evaluar el efecto del fertilizante orgánico Fertipollo sobre el rendimiento en grano del arroz y sus factores componentes. 2) Realizar el análisis económico del efecto de este fertilizante sobre la producción sostenible de arroz bajo riego.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Ramírez (1995) señaló que el uso intensivo del recurso suelo, su utilización inadecuada, la contaminación de las aguas, y la aplicación indiscriminada de fertilizantes y agroquímicos genera desbalance en las propiedades químicas, físicas y biológicas de suelos y aguas. Como consecuencia de este manejo insostenible de los recursos, se han acentuado los procesos de degradación que se reflejan en una pérdida de la productividad agropecuaria, con un creciente aumento en los costos de producción y marcados incrementos en los riesgos de la producción del sector.

La crisis actual derivada de la disponibilidad de recursos naturales y la amenaza para el crecimiento y desarrollo de las sociedades futuras, en términos globales, ha permitido plantear una nueva filosofía denominada "agricultura sostenible" que pretende afrontar la problemática de la producción eficiente y competitiva, minimizando los problemas de degradación del ambiente mediante el desarrollo de sistemas que permitan un uso productivo de los recursos, perdurable en el tiempo (Roveda 1994 en Ramírez 1995).

El concepto de agricultura sostenible se refiere al uso y manejo eficiente y competitivo de los recursos y procura mantener o mejorar la capacidad productiva de éstos en el

tiempo. En vez de mantener o incrementar los componentes del agroecosistema y de los sistemas de producción, se trata de mejorar los procesos y potenciar su capacidad de autorregulación, de manera que garanticen niveles de producción estables. Un sistema puede considerarse sostenible cuando los niveles de costo biofísico y/o socio económico no traspasen la capacidad de autorregulación y regeneración del sistema de producción, del paisaje y de la sociedad misma (Etter 1993 en Ramírez 1995).

La sustentabilidad de los agroecosistemas requiere parámetros orientadores sobre la efectividad del manejo; para ello Warkentin (1995 en Rivero 1999), indicó el uso de variables del ciclaje de nutrientes y de carbono, como modificaciones del carbono orgánico, actividad de la fosfatasa ácida y la deshidrogenasa en el suelo. En un Inceptisol del estado Portuguesa se probó el efecto de la siembra directa de maíz y el agregado al suelo de residuos de frijol y sorgo. El uso de diferentes tipos de residuos indujo modificaciones del carbono orgánico, de la actividad de la fosfatasa ácida y de la deshidrogenasa. Sin embargo, se planteó la necesidad de períodos de evaluación mayores que generen desplazamientos permanentes (Rivero 1999).

La incorporación de residuos al suelo mejora la estructura, aumenta la capacidad de intercambio y constituye una fuente importante de nutrientes, especialmente de nitrógeno. Li y Mahler (1995 en Ampueda y Rivero

1999), probaron el efecto de residuos vegetales y determinaron que las cantidades mineralizadas se incrementaban exponencialmente con el tiempo y linealmente con la dosis, aumentó el N potencialmente mineralizable y el N total del suelo. Hallaron que la aplicación conjunta de residuos de leguminosas solas o asociadas con gramíneas, ejercieron un efecto positivo en el pool de N del suelo como consecuencia de la rápida descomposición de estos materiales.

Bracho *et al.* (1999) al agregar 120 Mg/ha de estiércol bovino a un suelo degradado del estado Zulia, aumentaron la cantidad de individuos de la mesofauna, pertenecientes principalmente a los órdenes Collembola, Hymenoptera, Parasitiformes y Acariformes que cumplen funciones de descomponedores de la materia orgánica y mejoradores de la porosidad y aereación del suelo.

Jiménez *et al.* (1999a) un año después de la aplicación de estiércol bovino como enmienda orgánica a un Ultisol degradado, determinaron en los 20 cm superficiales del suelo, el desarrollo de un horizonte Ap incipiente, con colores más oscuros, acompañado de claras evidencias de reinicio de los procesos pedogenéticos de transferencia, lavado y pedoturbación por actividad biológica. La estructura del suelo presentó agregados de mayor tamaño y estabilidad, con más abundancia relativa de raíces y actividad biológica. Lo cual podría

indicar la posibilidad de recuperación relativamente rápida de las áreas de suelos degradados.

Delgado *et al.* (1999) aplicaron tres niveles de estiércol bovino a un suelo degradado utilizando el pasto *Brachiaria humidicola* como cultivo indicador. La biomasa aérea y la radical fueron significativamente mayores en los tratamientos estercolados, la cantidad de agua útil no se vio afectada por la enmienda, el tipo de estructura del suelo mejoró notablemente, el pH y contenido de carbono orgánico aumentaron significativamente. El índice de productividad del suelo fue mayor en los tratamientos que recibieron estiércol. Los cambios químicos y físicos logrados con la enmienda significaron mejoramiento del índice de productividad del suelo, que fue limitado por las condiciones físicas del subsuelo, lo que abre la posibilidad para ensayos posteriores en los que se combinen sistemas de labranza vertical e incorporación profunda de estiércol.

Jiménez *et al.* (1999b) al agregar 0, 60 y 120 Mg/ha de estiércol bovino a un suelo degradado, midieron la reducción significativa de la densidad aparente: 1,58; 1,51 y 1,48 Mg/m³, respectivamente. La macroporosidad y la permeabilidad incrementaron significativamente en los lotes que recibieron estiércol, mientras que la infiltración básica no se vio afectada.

Jiménez *et al.* (1999c) al agregar tres niveles de estiércol bovino a un Ultisol degradado, hallaron que los contenidos de carbono orgánico y fósforo del suelo fueron mayores en los tratamientos enmendados, también la conductividad eléctrica y el pH se incrementaron significativamente, mientras que al aumentar el nivel de abonamiento orgánico se redujo la saturación con aluminio.

En un Ultisol ácido de El Pao, estado Cojedes, al aplicar estiércol en forma conjunta con roca fosfórica, se incrementaron significativamente los niveles de fósforo aportados por ésta al suelo (Rivero *et al.* 1999).

Rodríguez y Lobo (1999) evaluaron mediante el cultivo de lechuga, los efectos de la remoción artificial del suelo y el uso de abonos orgánicos en su productividad. Los abonos fueron gallinaza, mezcla de pulpa de café y compost de champiñón. Estos materiales fueron capaces de recuperar la productividad del suelo luego de su erosión. La pulpa más compost mejoró significativamente la densidad aparente, macroporosidad y resistencia a la penetración. Con las mayores dosis de abonos aumentó el contenido en materia orgánica del suelo. La mayor productividad se obtuvo con 15 Mg/ha de gallinaza.

Durante seis años Velázquez *et al.* (1999) identificaron las prácticas de manejo de suelos para la producción sostenible de arroz y maíz en el estado Portuguesa. El sistema de siembra

directa de maíz y sus rotaciones con ajonjolí y girasol favorecieron la producción de granos y el menor deterioro de los suelos, el menor costo de mecanización y mayor rentabilidad. La secuencia maíz-frijol mejoró la producción de materia seca y rendimientos en grano del maíz. El sistema maíz-sorgo-frijol resultó promisorio. La incorporación de frijol como abono verde antes de la siembra de ajonjolí fue favorable. La siembra directa de arroz constituye una práctica favorable, ya que el generalizado batido del suelo ocasiona alta compactación y resistencia mecánica.

Vargas y Valbuena (1999) evaluaron durante tres años el efecto de la aplicación anual de diferentes fuentes de materia orgánica en tres sistemas de producción. El efecto más marcado fue la reducción de la densidad aparente del suelo (de 1,34 a 1,07 Mg/m³) en el tratamiento NCA (que consistió en agregar a un cultivo forrajero y a cultivos anuales asociados con Naranjillo (*Trichantera gigantea*), gallinaza compostada (0,5 kg/m²), estiércol fresco de bovino (0,5 kg/m²), hojarasca extra-situ (2 kg/m²) y fertirriego (1 l/m²)). Se registraron valores altos de materia orgánica (7,87 %) en el tratamiento ASN (que consistió en avicultura con sombra de Naranjillo, a la que se agregó hojarasca extra-situ (2 kg/m²), compost (2 kg/m²), estiércol fresco de aves y fertirriego (1 l/m²)). En ASN y NCA ascendieron los contenidos de calcio y fósforo, y en ASN se incrementó el pH del horizonte

superficial a valores cercanos a la neutralidad.

En Venezuela, las cantidades crecientes de fertilizantes usados en los cultivos de maíz y arroz no han mostrado correlación positiva con los rendimientos, y su eficiencia de uso ha sido baja. Para corregir esta situación se recomienda la combinación de fertilizantes minerales con fuentes orgánicas localmente disponibles. Tales aplicaciones mixtas son complementarias debido a que el material orgánico, por su contenido de nutrimentos, beneficia al suelo, mejora sus condiciones físicas, aumenta la retención de humedad, de elementos nutritivos y la actividad biológica (Fontaine 2000).

MATERIALES Y MÉTODOS

En la finca Santa Ana, ubicada a 15 km al sur de la ciudad de Guanare, durante la estación lluviosa del año 2000 y la seca 2000-2001, se condujeron ensayos para evaluar el efecto del fertilizante orgánico Fertipollo sobre la producción de arroz bajo riego.

Al analizar el fertilizante orgánico Fertipollo, se determinó que contenía un nivel alto de materia orgánica: 38,7 %; 3,23 % de N; pH 6,2; alta conductividad eléctrica: 14,2 dS/m; alto contenido en fósforo: 416 mg/kg; alto potasio: 18.500 mg/kg y estaba formado por 74,2 % de partículas de arena, 12 % de limo y 31,8 % de arcilla. Los métodos de análisis de Fertipollo,

fueron los mismos que los utilizados para suelos.

En el período de lluvias del 2000, mediante un diseño en bloques al azar arreglado en parcelas divididas, con cuatro repeticiones, se evaluaron en parcela principal las fuentes fertilizantes: 1) fertilizante orgánico Fertipollo y 2) fertilizantes químicos: fórmula completa 12-24-12 y urea. En las parcelas Testigo sin N, sólo se utilizó superfosfato triple y cloruro de potasio. En subparcela se evaluaron las dosis de nitrógeno: baja: 0, media: 90 y alta: 180 kg N/ha, aplicados una sola vez, a la siembra, incorporados al suelo. En cada bloque se dejó un Testigo absoluto, sin fertilizar.

En el período seco 2000-2001 también se utilizó un diseño en bloques al azar arreglado en parcelas divididas, con cuatro repeticiones, pero en parcela principal se evaluaron las fuentes fertilizantes solas y su mezcla. Al analizar el contenido nitrogenado de Fertipollo se determinó que el utilizado en este período fue 3,23 %, por lo que las dosis empleadas se denominaron baja, media y alta. Los tratamientos en parcela principal fueron: 1) fertilizante orgánico Fertipollo; 2) fertilizante químico fórmula completa 14-14-14 más urea y 3) mezcla de Fertipollo con fertilizante químico fórmula completa y urea. En subparcela se evaluaron las dosis de N para Fertipollo: baja: 0; media: 88 y alta: 176 kg N/ha; para fórmula completa: baja: 0, media: 120 y alta: 240 kg N/ha; para la mezcla: baja:

0; media: 44 kg N/ha como Fertipollo más 60 kg N/ha como fórmula completa, y alta: 88 kg N/ha como Fertipollo más 120 kg N/ha como fórmula completa. En cada bloque se dejó una parcela sin fertilizar, un Testigo absoluto.

Cada subparcela estaba formada por seis surcos de 5 m de largo, separados 0,30 m, (área: 9 m²); cada bloque midió 18 * 5 m (área: 90 m²).

Para determinar las características de los suelos (Tablas 1 y 2), a la siembra se formó una muestra compuesta por cinco submuestras en cada bloque. Las profundidades de muestreo fueron 0-20, 20-40 y 40-60 cm.

En el período de lluvias de 2000, el suelo Typic endoaquepts había sido cultivado con caña de azúcar en los últimos ocho años, se trató de un campo nuevo para arroz. En el período seco 2000 - 2001 se instaló el ensayo sobre el rastrojo del arroz cultivado en el período de lluvias 2000.

Los métodos de análisis utilizados en estos suelos fueron: para nitrógeno total (NT): semi-micro Kjeldhal; para Materia Orgánica (MO): Walkey-Black; conductividad eléctrica (CE) mediante la determinación de las sales solubles; fósforo (P): Bray; potasio (K): acetato de amonio fotometría de llama; textura (Text.): Bouyoucos.

Tabla 1. Características del suelo. Finca Santa Ana. Período de lluvias año 2000.

Prof. Cm	MO %	NT %	pH	CE dS/m	P mg/kg	K mg/kg	Text.	a %	L %	A %
0-20	3,75	0,24	5,72	0,20	31	142,50	FAL	14,20	48,70	37,10
20-40	1,82	0,17	6,32	0,40	36	60	FAL-AL	15,20	46,70	38,10
40-60	1,35	0,16	6,37	0,57	34,50	40	FAL	14,20	48,70	37,10

a: arena; L: Limo; A: arcilla.

Tabla 2. Características del suelo. Finca Santa Ana. Período seco 2000-2001.

Prof. Cm	MO %	NT %	pH	CE dS/m	P mg/kg	K mg/kg	Text.	a %	L %	A %	Densidad Aparente Mg/m ³
0-20	3,37	0,24	5,90	0,48	84,25	182,50	FAL	9,50	49,80	40,70	1,33
20-40	2,29	0,19	6,48	0,63	60	90	AL	8,50	48,30	43,20	1,57
40-60	1,26	0,15	6,58	0,80	47,50	62,50	AL	6,50	52,30	41,20	1,46

a: arena; L: limo; A: arcilla.

El suelo fue preparado en seco mediante pases de rastra. La siembra durante el período de lluvias se efectuó el 5 de mayo de 2000; en la estación seca se sembró el 20 de diciembre de 2000. Se utilizaron 160 kg semilla/ha de la variedad Fonaiap 1. Todos los fertilizantes se aplicaron a la siembra, al voleo e incorporados al suelo.

En el período de lluvias se efectuaron cuatro riegos complementarios a las precipitaciones. En el período seco se efectuó un primer riego (de germinación) el 7 de enero de 2001, el segundo (de emergencia) el 15 de enero, el tercero el 26 de enero y el 3 de febrero se instaló la lámina de inundación permanente. Posteriormente se aplicaron dos riegos por semana para el mantenimiento de la lámina de inundación, hasta la cosecha.

En el inicio del período vegetativo (24 de enero de 2001) se realizó un primer muestreo. Utilizando un marco de 1 m² se tomaron ocho muestras por tratamiento en subparcela para determinar el número de plantas/m² y la biomasa aérea seca. En el período de maduración (18 y 19 de abril) se realizó otro para determinar el número de plantas/m², número de panículas/m², número de granos por panícula, peso de grano, biomasa aérea, rendimiento en grano (kg/ha).

La cosecha en el período de lluvias se realizó el 9 de setiembre de 2000 y en el período seco, el 2 de mayo de 2001. Para ello, se cortaron las cuatro hileras centrales de las subparcelas (área

cosechada: 4 m * 1,2 m = 4,8 m²) para determinar rendimiento en grano y biomasa aérea.

Rentabilidad de la fertilización

Para el cálculo de la rentabilidad de la fertilización, se determinó el incremento en producción de grano debido a la fertilización (rendimiento en grano del tratamiento fertilizado - rendimiento en grano del tratamiento testigo (0 kg N / ha)). Para calcular el ingreso bruto debido a la fertilización, se multiplicó este incremento por el precio pagado al agricultor por el grano de arroz en mayo de 2001 (Bs. 170 / kg). Para el cálculo del costo de fertilización se consideró el precio del fertilizante fórmula 14-14-14 (Bs 135,20 / kg), de Fertipollo (Bs. 150 / kg), del transporte (Bs. 15 / kg) y de la carga (Bs. 0,10 / kg). La rentabilidad de la fertilización se determinó de acuerdo con: ((Ingreso Bruto debido a la fertilización - costo de fertilización) / costo de fertilización) * 100.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Período de lluvias del año 2000

Rendimiento en grano

En rendimiento en grano hubo diferencia significativa entre fuentes y entre dosis ($P < 0,05$), se destacaron los fertilizantes químicos (fórmula) sobre el orgánico (Tabla 3). Los primeros rindieron 12 % más grano que el Testigo sin N y los segundos 6 %. Con 90 kg N/ha se obtuvieron rendimientos de

721 kg grano/ha (10 %) superiores al Testigo sin N (Tabla 4). Debido al N y los nutrimentos adicionales que tenían los fertilizantes químicos y el Fertipollo (respecto al Testigo absoluto), con los primeros hubo un incremento de 1.108 kg/ha (16 %) y con el segundo el incremento fue de 516 kg/ha (8 %) (Tabla 4). El coeficiente de variación (CV) para fuentes fue 11,74 % y para dosis 9,05 %.

Factores componentes del rendimiento en grano

Al variar las fuentes o las dosis no hubo diferencia significativa en el número de panículas por m² de terreno (Tabla 5).

En peso de panícula (Tabla 6) no se halló diferencia significativa entre dosis, pero si entre fuentes (Tabla 7).

Tabla 3. Rendimiento en grano. Período de lluvias 2000.

Fuentes	Dosis kg N/ha	Rendimiento kg grano/ha	Incremento respecto al testigo sin N %	Incremento respecto al testigo absoluto %
Fórmula	Baja: 0	7000	100	104
	Media: 90	7680	110	114
	Alta:180	8792	126	131
Medias		7824	112	116
Fertipollo	Baja: 0	6802	100	101
	Media: 90	7565	111	113
	Alta: 180	7329	108	109
Medias		7232	106	108
Testigo absoluto		6716		100

Tabla 4. Rendimiento en grano. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey (P<0,05). Período de lluvias 2000.

Fuentes	kg grano/ha
Fórmula	7824 a
Fertipollo	7232 b
Testigo absoluto	6716
Dosis (kg N/ha)	kg grano/ha
180	8061 a
90	7622 a
0	6901 b
Testigo absoluto	6716

No hubo diferencia significativa entre las medias seguidas por la misma letra.

Tabla 5. Numero de panículas/m². Período de lluvias 2000.

Fuentes	Dosis (kg N/ha)	Nº panículas/m ²
Fórmula	Baja: 0	336
	Media: 90	376
	Alta:180	348
Medias		353
Fertipollo	Baja: 0	341
	Media: 90	341
	Alta: 180	365
Medias		348
Testigo absoluto		332

Los CV fueron, para fuentes 18,16 % y para dosis 14,10 %.

Tabla 6. Peso de panícula. Período de lluvias 2000.

Fuentes	Dosis (Kg N/ha)	Peso de Panícula (g)
Fórmula	Baja: 0	2,345
	Media: 90	2,507
	Alta:180	2,941
Medias		2,598
Fertipollo	Baja: 0	2,180
	Media: 90	2,205
	Alta: 180	2,233
Medias		2,184
Testigo absoluto		2,222

Los CV fueron, para fuentes 15,77 % y dosis 19,81 %.

Tabla7. Peso de panícula. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey (P<0,05). Período de lluvias 2000.

Fuentes	Peso de panícula (g)
Fórmula	2,598 a
Fertipollo	2,184 b
Testigo absoluto	2,222

Las panículas producto de la fertilización química fueron 19 % más pesadas que las de fertilización orgánica. Se observa en la Tabla 6 que para cada dosis las panículas de las parcelas fertilizadas con fórmula fueron más pesadas que las que recibieron Fertipollo, éstas tuvieron pesos similares a las del Testigo absoluto, no hubo efecto del fertilizante orgánico sobre el peso de las panículas.

La respuesta en producción de paja (Tabla 8) fue similar a la obtenida con el rendimiento en grano. Destacó la fertilización con fórmula, 26 % superior a la del Testigo sin N. En cambio, Fertipollo produjo 13 % más (Tabla 9).

Durante el período de lluvias 2000 fue mayor la respuesta a la fertilización con fórmula química en rendimiento en grano y en paja. Las panículas que recibieron fertilizante químico fueron más pesadas que las fertilizadas con Fertipollo.

Tabla 8. Peso de la paja (paja = biomasa aérea granos). Período de lluvias 2000.

Fuentes	Dosis (kg N/ha)	Peso de la paja (kg MS/ha)
Fórmula	Baja: 0	7245
	Media: 90	9558
	Alta:180	10492
Medias		9098
Fertipollo	Baja: 0	6475
	Media: 90	7826
	Alta: 180	7585
Medias		7335
Testigo absoluto		6652

Los CV fueron, para fuentes 11,17 % y dosis 9,98 %.

Tabla 9. Peso de la paja. Test de Tukey ($P < 0,05$). Período de lluvias 2000.

Fuente	Rendimiento en paja (kg MS/ha)
Fórmula	9098 a
Fertipollo	7335 b
Testigo absoluto	6652

Dosis (kg N / ha)	Rendimiento en paja (kg MS/ha)
Alta 180	9038 a
Media 90	8692 a
Baja 0	6860 b
Testigo absoluto	6652

No hubo diferencia significativa entre las medias seguidas por la misma letra.

Período seco 2000 2001

En este ciclo se evaluó además de los tratamientos indicados para el período de lluvias 2000, la mezcla de fertilizante orgánico con químico. Los resultados, que coincidieron con Fontaine (2000) se muestran en el Tabla 10.

Rendimiento en grano

El rendimiento en grano no se diferenció ($P > 0,05$) entre fuentes (Tabla 10), pero la mezcla de Fertipollo con fertilizantes químicos rindió 50 % más grano que el Testigo sin N, los fertilizantes químicos 49 % y Fertipollo 42 %. Tampoco hubo diferencia entre dosis medias y altas, cuyos rendimientos fueron 62 y 82 % mayores que los Testigos sin N los cuales mostraron valores significativamente inferiores (Tabla 11). La interacción fuentes * dosis no fue significativa.

Los rendimientos de los Testigos sin N, indicados como Dosis Bajas en el Cuadro 10, fueron inferiores que los obtenidos en el período de lluvias 2000 (Tabla 3). Posiblemente la disponibilidad de N del suelo para el cultivo descendió sensiblemente luego de un primer año de cultivo de arroz, cultivado después de ocho años de caña de azúcar, aunque no hubo gran diferencia en los análisis de suelos (Tablas 1 y 2)

Si se consideran las parcelas Testigo absoluto, en las que no se aplicó ningún fertilizante, la mezcla produjo rendimiento en grano 76 % mayor, los fertilizantes químicos 67 % y Fertipollo 52 % (Tabla 10), debido al N y los demás nutrimentos de la mezcla y los fertilizantes solos.

Cuadro 10. Rendimiento en grano. Período seco 2000-2001.

Fuentes	Dosis kg N/ha	Rendimiento Kg/ha	Incremento respecto al testigo sin N	Incremento respecto al testigo absoluto (%)
Fórmula	Baja: 0	5013	100	112
	Media: 120	8445	168	188
	Alta: 240	9018	180	201
Medias		7492	149	167
Fertipollo	Baja: 0	4805	100	107
	Media: 88	7303	152	163
	Alta: 176	8327	173	186
Medias		6812	142	152
Mezcla	Baja: 0	5264	100	117
	Media: 60-44	8463	161	189
	Alta: 120-88	9933	189	221
Medias		7887	150	176
Testigo absoluto		4486		100

En rendimiento en grano, los coeficientes de variación (CV) para fuentes fueron 17,3 % y para dosis 18,2 %.

Respecto a las dosis (Tabla 11), las medias produjeron 162 % respecto al Testigo sin N (dosis bajas) y las altas 182 %.

Factores componentes del rendimiento en grano

Al final del ciclo del cultivo, en el período de maduración (18 de abril de 2001), se determinaron los factores componentes del rendimiento en grano.

Como en el rendimiento en grano no hubo diferencia significativa ($P < 0,05$) en el número de panículas/m² (Tabla 12) entre fuentes, ni entre dosis para las medias y altas. Sin embargo, en las dosis bajas (Testigos sin N) los números de panículas/m² fueron significativamente inferiores (Tabla

Tabla 11. Rendimiento en grano. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($P < 0,05$). Período seco 2000-2001.

Fuentes	Rendimiento en grano (kg/ha)
Mezcla	7887 a
Fórmula	7492 a
Fertipollo	6812 a
Testigo absoluto	4486

Dosis	Rendimiento en grano (kg/ha)
Bajas (Testigo sin N)	5027 b
Medias	8070 a
Altas	9093 a

No hubo diferencia significativa entre las medias seguidas por la misma letra.

13). Los CV para fuentes fueron 26,20 % y para dosis 17,50 %.

Para el factor número de granos por panícula (Tabla 14), como en los anteriores, no hubo diferencia significativa ($P < 0,05$) entre fuentes, ni entre dosis para las medias y altas. Sin

Tabla 12. Número de panículas/m². Período seco 2000 - 2001.

Fuentes	Dosis kg N/ha	Nº de panículas/m ²
Fórmula	Baja: 0	435
	Media: 120	502
	Alta: 240	487
Medias		475
Fertipollo	Baja: 0	437
	Media: 88	534
	Alta: 176	405
Medias		459
Mezcla	Baja: 0	467
	Media: 60-44	598
	Alta: 120-88	626
Medias		563
Testigo absoluto		468

Tabla 13. Número de panículas/m². Comparación de medias mediante la prueba de Tukey (P<0,05). Período seco 2000 - 2001.

Fuentes	Número de panículas/m ²
Mezcla	563 a
Fórmula	475 a
Fertipollo	459 a

Dosis	Número de panículas/m ²
Baja (Testigo sin N)	446 b
Medias	545 a
Altas	506 a

No hubo diferencia significativa entre las medias seguidas por la misma letra.

embargo, en las dosis bajas (Testigos sin N) fueron significativamente inferiores (Tabla 15). La interacción fuentes* dosis no fue significativa. Los CV para fuentes fueron 20 % y para dosis 9,20 %.

En peso de grano hubo diferencia (P<0,05) entre fuentes (Tabla 16). Los fertilizantes químicos produjeron

Tabla 14. Número de granos/panícula. Período seco 2000 - 2001.

Fuentes	Dosis kg N/ha	Nº de granos/panícula
Fórmula	Baja: 0	55
	Media: 120	70
	Alta: 240	75
Medias		67
Fertipollo	Baja: 0	55
	Media: 88	67
	Alta: 176	70
Medias		64
Mezcla	Baja: 0	60
	Media: 60-44	64
	Alta: 120-88	66
Medias		63
Testigo absoluto		53

Tabla 15. Número de granos/panícula. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey (P<0,05). Período seco 2000 - 2001.

Fuentes	Número de granos/panícula
Mezcla	63 a
Fórmula	67 a
Fertipollo	64 a

Dosis	Número de granos/panícula
Baja (Testigo sin N)	57 b
Medias	67 a
Altas	70 a

No hubo diferencia significativa entre las medias seguidas por la misma letra.

granos 11 % más pesados que los testigos sin N, la mezcla 8 % y Fertipollo 3 % (Tabla 17). Las diferencias entre dosis también fueron significativas, las dosis medias y altas, produjeron granos 9 y 14 % más pesados que los testigos. La interacción fuentes * dosis no fue significativa. En el peso del grano los CV fueron bajos, para fuentes 6 % y dosis 6,50 %.

Tabla 16. Peso del grano. Período seco 2000 - 2001.

Fuentes	Dosis kg N/ha	Peso de grano (g)
Fórmula	Baja: 0	0,0209
	Media: 120	0,0238
	Alta: 240	0,0252
Medias		0,0233
Fertipollo	Baja: 0	0,0211
	Media: 88	0,0216
	Alta: 176	0,0224
Medias		0,0217
Mezcla	Baja: 0	0,0202
	Media: 60-44	0,0224
	Alta: 120-88	0,0233
Medias		0,0219
Testigo absoluto		0,0174

Tabla 17. Peso del grano. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey (P<0,05). Período seco 2000 2001.

Fuentes	Peso de grano (g)
Mezcla	0,0219 a
Fórmula	0,0233 a
Fertipollo	0,0217 b

Dosis	Peso de grano (g)
Baja (Testigo sin N)	0,0207 b
Medias	0,0226 a
Alta	0,0236 a

No hubo diferencia significativa entre las medias seguidas por la misma letra.

Altura de plantas

Hubo diferencia significativa (P<0,05) entre fuentes en altura de las plantas (Tabla 18), la fórmula 14-14-14 produjo las plantas más altas y la mezcla plantas 3,3 cm más bajas (Tabla 19), lo que podría influir en el acame, aunque en este experimento no lo hubo. Las tres dosis produjeron resultados diferentes (P<0,05). En la interacción, para las tres fuentes, a medida que aumentaron las

dosis, las plantas fueron más altas. Los CV fueron bajos, para fuentes 7,30 % y para dosis 4 %.

Tabla 18. Altura de planta. Período de maduración. Muestreo del 18 de abril de 2001. Período seco 2000 - 2001.

Fuentes	Dosis kg N/ha	Altura Cm
Fórmula	Baja: 0	64,20
	Media: 120	72,80
	Alta: 240	80,10
Medias		72,40
Fertipollo	Baja: 0	65,80
	Media: 88	71,40
	Alta: 176	71,40
Medias		69,50
Mezcla	Baja: 0	64,80
	Media: 60-44	66,30
	Alta: 120-88	72,90
Medias		69,10
Testigo absoluto		64,20

Cuadro 19. Altura de planta. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey (P<0,05). Período seco 2000 - 2001.

Fuentes	Altura de planta (cm)
Mezcla	69,10 b
Fórmula	72,40 a
Fertipollo	69,50 a

Dosis	Altura de planta
Baja (Testigo sin N)	64,90 c
Medias	70,20 b
Alta	74,80 a

No hubo diferencia significativa entre las medias seguidas por la misma letra.

Población de plantas a la cosecha

No hubo diferencia significativa en número de plantas por m² entre fuentes, ni entre dosis (Tabla 20), ni en

la interacción. Se partió de una población de 511 plantas/m² al inicio del período vegetativo y, debido a competencia intraespecífica se llegó a 395 plantas/ m² a la maduración del cultivo. Para esta variable los CV fueron elevados, fuentes 38,10 % y dosis 20,70 %.

Tabla 20. Población de plantas (N° de plantas/m²). Período de maduración. Muestreo del 18 de abril de 2001.

Fuentes	Dosis kg N/ha	Número de plantas/m ²
Fórmula	Baja: 0	358
	Media: 120	361
	Alta: 240	321
Medias		347
Fertipollo	Baja: 0	360
	Media: 88	423
	Alta: 176	441
Medias		408
Mezcla	Baja: 0	357
	Media: 60-44	467
	Alta: 120-88	458
Medias		427
Testigo absoluto		474

Biomasa aérea a la cosecha

En producción de biomasa aérea a la cosecha no hubo diferencia significativa ($P > 0,05$) entre fuentes (Tabla 21). La fórmula produjo 18 % más que Fertipollo y la mezcla 13 %. Los tratamientos fertilizados rindieron en promedio 47% más biomasa aérea que los Testigos sin N (Dosis baja, 0 kg N/ha) (Tabla 22). La interacción fue significativa ($P < 0,05$) excepto para la mezcla. A medida que aumentaron las

dosis hubo mayor producción de biomasa aérea. Los CV fueron, para fuentes 16,40 % y dosis 14,70 %.

Tabla 21. Biomasa aérea a la cosecha. Período de maduración. Muestreo del 17 de abril de 2001.

Fuentes	Dosis kg N/ha	kg MS/ha
Fórmula	Baja: 0	8546
	Media: 120	11155
	Alta: 240	13343
Medias		11015
Fertipollo	Baja: 0	8077
	Media: 88	9350
	Alta: 176	10463
Medias		9296
Mezcla	Baja: 0	6832
	Media: 60-44	13405
	Alta: 120-88	11223
Medias		10486
Testigo absoluto		6602

Tabla 22. Biomasa aérea a la cosecha. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($P < 0,05$). Período seco 2000 2001.

Fuentes	kg MS/ha
Mezcla	10487 a
Fórmula	11015 a
Fertipollo	9296 a
Dosis	Kg MS/ha
Baja (Testigo sin N)	7818 b
Medias	11303 a
Alta	11676 a

No hubo diferencia significativa entre las medias seguidas por la misma letra.

Muestréos realizados al inicio del período vegetativo, el 24 de enero de 2001

Biomasa aérea al inicio del ciclo del cultivo

Al inicio del período vegetativo del arroz, ni las fuentes ni las dosis influyeron estadísticamente en la producción de biomasa aérea (Tabla 23), situación que se mantuvo hasta el fin del ciclo, sin embargo, la mezcla de fertilizantes produjo 31 % más biomasa aérea que Fertipollo y la fórmula 2 %. Las parcelas fertilizadas produjeron 52 y 71 % más biomasa aérea que los testigos sin N.

Tabla 23. Biomasa aérea. Período seco 2000 2001.

Fuentes	Dosis kg N/ha	kg MS/ha
Fórmula	Baja: 0	400,30
	Media: 120	747,50
	Alta: 240	700
Medias		616
Fertipollo	Baja: 0	515,40
	Media: 88	604,50
	Alta: 176	689
Medias		603
Mezcla	Baja: 0	598
	Media: 60-44	728
	Alta: 120-88	1049,20
Medias		791,50
Testigo absoluto		483

Debido a la presencia de plantas de arroz provenientes de semillas del cultivo anterior caídas durante la cosecha, los CV fueron elevados, para fuentes 69,10 % y dosis 33,30 %.

La biomasa aérea aumentó de 670 kg MS/ha al inicio del período vegetativo, a 10266 kg MS/ha a la maduración del cultivo.

Población de plantas de arroz/m², al inicio del ciclo del cultivo

Ni las fuentes, ni las dosis influyeron sobre la población de plantas de arroz al inicio del ciclo del cultivo (Tabla 24).

Tabla 24. Población de plantas al inicio del período vegetativo. Muestreo del 24 de enero de 2001.

Fuentes	Dosis kg N/ha	Número de plantas/m ²
Fórmula	Baja: 0	486
	Media: 120	448
	Alta: 240	456
Medias		438
Fertipollo	Baja: 0	560
	Media: 88	540
	Alta: 176	497
Medias		523
Mezcla	Baja: 0	504
	Media: 60-44	619
	Alta: 120-88	491
Medias		538
Testigo absoluto		477

Al igual que para la biomasa aérea (Tabla 23), para esta variable los CV fueron elevados, para fuentes 55,8 % y para dosis 29,9 %.

Rentabilidad de la fertilización

En función de los rendimientos en grano obtenidos, los precios del arroz pagados al agricultor, los costos de los fertilizantes empleados, el transporte y

la carga en los camiones para mayo de 2001, se calculó la rentabilidad de la fertilización.

Se observó (Tabla 25) diferencia relativamente importante (196,5 %) entre la rentabilidad de la aplicación de fertilizantes químicos y la de la mezcla de fuentes, pero ambas fueron superiores a la de Fertipollo. Considerando las dosis medias, más rentables que las altas, la aplicación de 120 kg N/ha como fertilizantes químicos produjo 265 % más rentabilidad que la mezcla 60-44 kg N/ha. Para decidir que fuente aplicar, debería considerarse además de la respuesta en producción de grano, el impacto del agregado de fertilizantes orgánicos sobre la sostenibilidad el sistema, al aplicarlos en forma periódica durante varios años, en un sistema caracterizado por el mono-cultivo que ha llevado los niveles de fertilidad de los suelos a valores muy bajos, lo que ha influido en los rendimientos, la rentabilidad y la sostenibilidad de la explotación de arroz.

Tabla 25. Rentabilidad de la fertilización (%). Período seco 2001.

Fuentes	Dosis kg N/ha	Rentabilidad de la fertilización (%)
Fórmula	Media 120	353
	Alta 240	165
Fertipollo	Media 88	---
	Alta 176	---
Mezcla	Media 60-44	88
	Alta 120-88	37

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las fuentes fertilizantes evaluadas no produjeron diferencias en rendimiento en grano. La mezcla de fertilizante químico con orgánico produjo 50 % más grano que el testigo al que no se le aplicó nitrógeno. La aplicación de solamente fertilizante químico rindió 49 % más y el fertilizante orgánico 42 %. La mezcla de fertilizantes químicos con orgánicos permitiría obtener elevada respuesta al N e incremento en la fertilidad del suelo, lo que redundaría en aumento de la sostenibilidad del sistema de producción. Debe investigarse el impacto de la introducción periódica de fertilizantes orgánicos, durante varios años, en el sistema de producción.

Hubo diferencia importante (196 %) en la rentabilidad de las fuentes. Al aplicar la dosis media de fertilizante químico (120 kg N/ha) se obtuvo una rentabilidad de 353 %; la dosis media de la mezcla de fertilizantes (60 kg N/ha como fertilizante fórmula con 44 kg N/ha como Fertipollo) produjo 88 % de rentabilidad y la aplicación de Fertipollo no fue rentable.

El fertilizante químico produjo respuesta en rendimiento en grano hasta los 180 kg N/ha y el orgánico hasta 90 kg N/ha.

El N y los nutrimentos adicionales de la mezcla de fertilizantes produjeron 76 % más rendimiento en grano que el testigo que no recibió ningún

fertilizante, el fertilizante químico 67 % y Fertipollo 52 %.

Las dosis altas de 240 kg N/ha como fertilizante químico, 176 kg N/ha como Fertipollo y la mezcla de 120 kg N/ha como fertilizante químico con 88 kg N/ha como Fertipollo, produjeron 82 % más grano debido a la fertilización nitrogenada.

No hubo respuesta entre tratamientos en el número de panículas/m². El fertilizante químico produjo panículas más pesadas. La mezcla de fertilizantes produjo 18 % más panículas/m² que el fertilizante químico y Fertipollo solo produjo 7 %. Hubo respuesta significativa en el número de panículas/m² a las dosis aplicadas.

El fertilizante químico produjo los granos más pesados, 11 % más que los testigos sin N, la mezcla de fertilizantes 8 % y Fertipollo 3 %. Las dosis medias y altas dieron granos 9 y 14 % más pesados que los testigos, respectivamente.

Los fertilizantes químicos produjeron mayores rendimientos en paja, rindieron 18 % más que Fertipollo, y 13 % más que la mezcla. La mayor producción se logró con 90 kg N/ha. Los tratamientos fertilizados dieron 47 % más biomasa aérea que los testigos sin N.

No hubo diferencia entre fuentes ni entre dosis en el número de plantas de arroz por m² de suelo. Al inicio del ciclo del cultivo hubo 511 plantas/m² y al final 395 plantas/m².

Se recomienda cambiar la forma física del Fertipollo, pues se trata de un polvo fácilmente arrastrado por el viento, una solución sería la formulación en gránulos. También la baja concentración de N (3,23 %), determina que deban utilizarse volúmenes muy elevados, para la dosis media de 88 kg N/ha, fueron necesarios 2727 kg Fertipollo/ha, lo que encarece el transporte, la carga y la aplicación.

REFERENCIAS

- Alvarez, L. 1999a. El sistema de producción de arroz en los Llanos Occidentales y su sostenibilidad. Proyecto Cereales. Programa de Producción Agrícola Vegetal. Vice-rectorado de Producción Agrícola. Universidad Ezequiel Zamora. UNELLEZ, Guanare. 12 pp.
- Alvarez, L. 1999b. Descenso del C y del N del suelo, producidos por el monocultivo de arroz y la rotación arroz-soya, en condiciones del municipio Guanare. Venezuela. (Resumen). En XV Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Tarabana, estado Lara. pp. 74-75.
- Ampueda, J. y Rivero, C. 1999. Efecto de la incorporación conjunta de residuos orgánicos y fertilizantes sobre la dinámica del nitrógeno en un suelo venezolano (Resumen). En XV Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Tarabana, estado Lara. p. 54.
- Bracho, A., Contreras, M., Villalobos, Y., Bracho, B., Quirós, M., Jiménez, L., Larreal, M. y
- Noguera, N. 1999. Cambios en la cantidad y la biodiversidad de la mesofauna en un suelo degradado con aplicación de abono orgánico (Resumen). En XV

- Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Tarabana, estado Lara. p. 43.
- Delgado, E., Bracho, B., Jiménez, L., Noguera, N. y Larreal, M. 1999. Cambios en la productividad de un Ultisol degradado, mediante la aplicación de estiércol de bovino (Resumen). En XV Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Tarabana, estado Lara. pp. 62-63.
- Fontaine, G. 2000. Evaluación económica de la producción. Fertilización orgánica en maíz. [Documento en línea] En: www.altavista.com. [2000, junio 25]
- Jiménez, L., Larreal, M., Noguera, N., Vargas, M. Y González, R. 1999a. Cambios en la morfología del perfil de suelo de un Ultisol degradado en la Machiques-Colón, en respuesta a la aplicación de estiércol bovino (Resumen). En XV Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Tarabana, estado Lara. pp. 61-62.
- Jiménez, L., Larreal, M., Noguera, N., Vargas, M. y González, R. 1999b. Cambios en algunas condiciones físicas de un Ultisol degradado, en el área de la Machiques-Colón, en respuesta a la aplicación de estiércol de bovino (Resumen). En XV Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Tarabana, estado Lara. p. 63.
- Jiménez, L., Larreal, M., Noguera, N., Vargas, M. y González, R. 1999c. Efectos del estiércol de bovinos sobre algunas propiedades químicas de un Ultisol degradado en el área de la Machiques-Colón, estado Zulia (Resumen). En XV Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Tarabana, estado Lara. p. 64.
- Ramírez, M. 1995. Sostenibilidad agropecuaria y su relación con la nutrición integrada de plantas y conservación de suelos y aguas. Programa Nacional de Manejo Integrado de Suelos y Aguas. CORPOICA. Bogotá. 19 pp.
- Rivero, C. 1999. Efecto de la incorporación de diferentes residuos vegetales sobre la actividad enzimática de un suelo bajo siembra directa (Resumen). En XV Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Tarabana, estado Lara. pp. 48-49.
- Rivero, C., Padrino, M. y Trinca, G. 1999. Efecto de la incorporación de estiércol sobre la solubilidad de la roca fosfórica (Resumen). En XV Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Tarabana, estado Lara. pp. 51-52.
- Rodríguez, G. y Lobo, D. 1999. Efectos de tres niveles de remoción artificial del suelo y uso de abonos orgánicos sobre la productividad de un suelo bajo cultivo de lechuga (*Latuca sativa* L.) (Resumen). En XV Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Tarabana, estado Lara. pp. 69.
- Vargas, M. y Valbuena, R. 1999. Efecto de enmiendas orgánicas sobre propiedades químicas y físicas del suelo en una granja integral (Resumen). En XV Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Tarabana, estado Lara. pp. 73-74.
- Velázquez, L., Peña, J., Fréitez, F., León, M., Rivero de Trinca, C., Graterol, Y., González, R., Ávila, J., Cabrera, S., Vilain, L., Blanco, F., Castillo, P. y Cardona, R. 1999. Evaluación de prácticas de manejo de suelos para la producción sostenible de cultivos anuales en los Llanos Occidentales (Resumen). En XV Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Tarabana, estado Lara. p. 71.
-