



Grupo eumed.net / Universidad de Málaga y
Red Académica Iberoamericana Local-Global
Indexada en IN-Recs (95 de 136), en LATINDEX (33 DE 36), reconocida por el DICE, incorporada a la
base de datos bibliográfica ISOC, en RePec, resumida en DIALNET y encuadrada en el Grupo C de la
Clasificación Integrada de Revistas Científicas de España.
Vol 10. N° 30
Octubre 2017
www.eumed.net/rev/delos/30

EFFECTOS DEL APOORTE INTEGRAL ORGÁNICO DE NUTRIENTES EN PRE SIEMBRA EN COMPARACIÓN CON FERTILIZACIÓN QUÍMICA POST SIEMBRA EN ARROZ (*Oryza sativa*)

Allan Alvarado Aguayo¹
Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias
aalvarado@uagraria.edu.ec
ingallan33@gmail.com

Diana Mosquera Cadena²
³ Universidad Agraria del Ecuador; Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
dmosquera@uagraria.edu.ec
drakarinamosquera@hotmail.com

Washington Rosero Avilés³
Grupo Agrícola Álava
wjrakpc@hotmail.com
Ecuador

CONTENIDO

Resumen	2
Abstract	2
1. Introducción.....	3
2. Materiales y métodos	5
2.1 Ubicación del sitio experimental	5
2.2 Tratamientos en estudio.....	5
2.3 Datos tomados	6
2.4 Diseño experimental y análisis estadístico	6
3. Resultados	7
3.1 Mediciones de las distintas variables.....	7
3.2 Comparación entre las variables de producción.....	8
4. Discusión.....	9
5. Conclusiones.....	10
6. Recomendaciones	11

¹ Ingeniero Agrónomo; Magister en Docencia Superior; Profesor Titular Auxiliar de la Universidad Agraria del Ecuador, Unidad Académica Programa Regional de Enseñanza El Triunfo, Guayas, Ecuador; Comité de Investigación Facultad de Ciencias Agrarias, Guayaquil, Ecuador.]

² Doctora en Medicina Veterinaria y Zootecnia; Magister en Clínica y Cirugía Canina; Profesor Titular Auxiliar de la Universidad Agraria del Ecuador, Unidad Académica Programa Regional de Enseñanza El Triunfo, Guayas, Ecuador.

³ Ingeniero Agrónomo; Jefe de Campo, Supervisión de Producción de Arroz, Grupo Agrícola Álava, Cantón Baba, Los Ríos, Ecuador.

RESUMEN

El arroz (*Oriza sativa* L.) tiene importancia en la alimentación mundial, principalmente en países tropicales. En la actualidad, dado el intenso uso que se le da al suelo y para que el cultivo sea sostenible se opta por utilizar abonos y nutrientes orgánicos. Se realizó el presente estudio en el litoral ecuatoriano, con el objetivo de evaluar el efecto la fertilización con productos orgánicos y químicos aplicados en pre siembra, sobre las características fenológicas y productivas en el cultivo de arroz. Se utilizaron cuatro tipos de fertilizantes, tres orgánicos y uno químico, los cuales en terreno fueron ajustados a un diseño experimental de bloques completos al azar. En el suelo de cada parcela se sembró y cosechó una misma variedad de arroz, obteniendo como resultado que los abonos orgánicos (Bioabor, Bocashi + Bioabor, y Biocosecha + Bocashi) utilizados fueron poco eficientes caracterizando los niveles fenológicos y de rendimiento del cultivo de arroz, comparados con la fertilización química ($p < 0,01$).

Palabras claves: bioestimulante, ecofisiología, macronutriente, micronutriente, translocación

ABSTRACT

The rice crop (*Oriza sativa* L.) is of importance in global food, mainly in tropical countries. Today, by the intense use that it is given to the soil and to make farming sustainable it chooses to use fertilizers and organic nutrients. The present study was conducted on the Ecuadorian coast, with the aim of evaluating the effect of fertilization with organic and chemical products applied preplant on the phenological characteristics and productive in rice crop. We used four types of fertilizers, three organic and one chemical, which were adjusted to an experimental design of randomized complete blocks on ground. In soil from each plot it was sown and harvested the same variety of rice, obtaining as a result than organic fertilizers (Bioabor, Bokashi + Bioabor and Biocosecha + Bokashi) used were little efficient to characterizing the phenological levels and crop yield of rice, compared with chemical fertilization ($p < 0.01$).

Keywords: bio-stimulant, ecophysiology, macro-nutrient, micro-nutrient, translocation

Clasificación JEL: Q01, Y10, C93

1. INTRODUCCIÓN.

En Ecuador las mayores áreas sembradas con el cultivo de arroz están localizadas en las provincias del Guayas y Los Ríos, según datos de (INIAP, 2007). Es un producto básico en la dieta familiar, ocupando un segundo lugar después del trigo (Rojas, C. & Alvarado, R., 1982), por lo cual en el mundo actual es necesario que la obtención de este tipo de productos sea con criterios de sustitución de lo químico por lo orgánico (Medina, 2008).

De acuerdo con (Delgado, 2011), la producción de arroz tuvo sus inicios en Ecuador en el siglo XVIII, pero se fortaleció su consumo y comercialización en el siglo XIX. El cultivo se desarrolló en un principio en las provincias del Guayas, Manabí, y Esmeraldas, con el tiempo logró extenderse y comercializarse en la región Sierra. Su fase de industrialización es decir la implementación de piladoras (1895) se asentó en Daule, Naranjito y Milagro (Guayas).

En Ecuador, el sector agropecuario siempre ha constituido un sector importante para el desarrollo económico del país. Según cifras oficiales al 2009, el sector agropecuario y piscicultor, representó el 9% (USD 2'076,144) del PIB en términos reales. A su vez, en dicho sector, el arroz ha sido un componente clave, debido a que es uno de los cultivos más extensos a nivel nacional con alrededor de 382,880 hectáreas sembradas (Lema, 2011). La producción arrocería depende de la estación climática, zonas de cultivo y grados de tecnificación. Según las características climatológicas la producción se suele dividir en dos ciclos: época lluviosa y época seca (Andrade et al, 2007). Las principales zonas de cultivo de arroz se ubican en las provincias de Guayas (43%), Los Ríos (40%), Manabí (11%), Esmeraldas (1%), Bolívar (1%), Loja (1%) y otras provincias (3%) (Cuichán et al., 2014).

En el arroz y otros cultivos de ciclo corto, la fertilización que mayormente se utiliza en la actualidad es la química y en menor medida, la aplicación de fertilizantes orgánicos. Esto influye en la disminución del nivel de materia orgánica existente en el suelo, afectando su fertilidad y exigiendo mayor incremento en dosis de fertilizantes. Además, se entiende que la aplicación de abonos orgánicos provee a los cultivos de otros micronutrientes por un mismo costo (Catalá et al., 2012).

La diferencia que existe entre los fertilizantes químicos y los abonos orgánicos es que los primeros son altamente solubles y pueden ser aprovechados por las plantas en menor tiempo y con mayor facilidad, pero generan un desequilibrio en el suelo (acidificación, destrucción del sustrato, etc.); mientras que la fertilización orgánica actúa de forma indirecta y lenta. Pero con la gran ventaja que mejoran la textura y estructura del suelo y aumenta su capacidad de retención de nutrientes, liberándolos progresivamente en la medida que la planta lo necesite (Pérez, 2009).

La textura del suelo juega un papel importante en el manejo del riego y de los fertilizantes (INFOAGRO, s.f.). El arroz requiere de suelos con alto contenido de arcilla, que son los suelos que retienen y conservan la humedad por más tiempo. Los suelos de textura franca que son aptos para otros cultivos, todavía garantizan buenas cosechas de arroz (SAG, 2003). La materia orgánica debe ser superior al 5% y el contenido de arcilla mayor del 40 % (INIAP, 2007), ya que los suelos de textura fina dificultan las labores, pero son más fértiles de acuerdo con el contenido y el tipo de arcilla, presencia de materia orgánica y suministro de nutrientes (Chaudhary et al, 2003).

Para lograr una buena producción en arroz, es necesario fertilizar con nitrógeno. En determinados casos se debe agregar fósforo o potasio, para lo cual es necesario comprobar la deficiencia de estos elementos mediante un análisis del suelo (Sucre, 2002). Usualmente en la producción arrocería ecuatoriana para suplir las necesidades de nitrógeno se aplica 115 kg ha⁻¹, cantidad que se divide en tres partes, a los 30, 50 y 75 días del cultivo, si la siembra es directa (a máquina o a mano), mientras que si la siembra es trasplante en dos fracciones, la primera a los 10-15 días después del trasplante y luego la otra a los 70-75 días (Delgado, 2011).

Como complemento a esta fertilización nitrogenada se suelen aplicar 4 sacos de superfosfato triple (50 kg, 46 % P₂O₅), 2 sacos de muriato de potasio (50 kg, 60% K₂O) y 4 sacos de sulfato de amonio (50 kg, 21%N, 24%S) (Fertisa, 2010).

El bocashi es una alternativa de abono orgánico, rico en nutrientes necesario para el desarrollo de los cultivos, que se obtiene a partir de la fermentación de materiales secos convenientemente mezclados. Debido a sus características es un abono completo de calidad similar a las fórmulas de fertilizantes químicos (AECID, 2011). Proporciona nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y sílice. Además, aporta microorganismos que benefician los suelos transformando la materia orgánica del suelo en nutrientes para la planta, estimulando el crecimiento de raíces, reduciendo la acción de microorganismos dañinos para las plantas, y también mejora la composición del suelo, facilitando el paso del aire y del agua (Pérez, G. & Romero, M., 2013).

Entre los productos que se utilizan en agricultura para nutrición y aumento de la producción se encuentra Biocosecha (Mora, 2013). Es un abono orgánico que no solamente cumple funciones de nutrición, es también acondicionador de suelo, al mejorar su estructura, debido a que posee los elementos modificantes de acidez por la presencia de calcio y la capacidad de floculación de las sales del suelo, con los efectos producidos por el azufre (Agripac, 2014).

El Bioabor es un biofertilizante natural, que acondiciona el suelo, ayuda a mejorar la estructura de este, debido a sus elementos modificantes de acidez por la presencia de Ca y la capacidad de floculación de las sales del suelo (Astudillo, 2011). La garantía de poseer registro del

MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca) y certificación orgánica hacen que este producto no tenga efectos secundarios sobre las plantaciones, su propósito es recuperar los suelos cansados para una mayor productividad en el futuro (Agripac, 2011).

La utilización de abonos orgánicos implica el buscar la independencia de insumos externos, provocando un menor impacto al ambiente, reduciendo el riesgo a la salud del productor y el consumidor (Félix et al, 2008). Cuando la agricultura depende del excesivo uso de fertilizantes inorgánicos puede alterarse el equilibrio de la comunidad de organismos del suelo (Nieremberg, 2011). En ello radica la necesidad de tratar de complementar la fertilización orgánica con la química.

Los abonos orgánicos tienen un efecto prolongado pues para su aprovechamiento primero deben degradarse biológicamente, con lo cual se estimula el desarrollo de los microorganismos del suelo. Considerando esta premisa, el éxito en la utilización de los abonos orgánicos estaría relacionado con criterios de fertilización que aporten los nutrientes a los cultivos antes de la siembra, con lo cual se minimiza el impacto de la dependencia exclusiva de fórmulas comerciales de fertilizantes. Al momento de complementar la fertilización química con la orgánica, la microflora nativa de la materia orgánica presente en el suelo mejorará la disponibilidad de los nutrientes para la planta.

El presente trabajo plantea comparar la respuesta del cultivo de arroz al abonamiento orgánico aplicado en pre siembra frente a los fertilizantes químicos, estableciendo el tratamiento que permita obtener los mejores resultados, en base al rendimiento, en la zona del cantón Baba, provincia de Los Ríos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación del sitio experimental

El trabajo experimental se realizó en los predios de la Hacienda Agrícola Álava, ubicada en el recinto El Jobo, cantón Baba, provincia de Los Ríos, con las siguientes coordenadas geográficas: Este 65.7°5'45.6", Norte 98.29°5'9.6". El sitio cuenta con una humedad relativa de 60%, precipitación anual promedio de 1200-1325 mm, topografía plana, suelo arcilloso y 36 m.s.n.m, de altitud (Echeverría, 2014).

2.2 Tratamientos en estudio

Se estudiaron combinaciones de tres productos orgánicos: Bioabor (T1), Bioabor+ Bocashi (T2) y Bocashi + Biocosecha (T3), en forma independiente y en combinación, expresados en dosis

por hectárea aplicados en el cultivo de arroz variedad INIAP-14. El efecto de estos productos fue contrastado con la fertilización química convencional (T4) empleada en la zona del ensayo.

Cuadro 1. Tratamientos en estudio

Tratamiento	Productos
1	Bioabor (5 sacos ha ⁻¹)
2	Bioabor + Bocashi (5 sacos ha ⁻¹ + 8 sacos ha ⁻¹)
3	Bocashi + Biocosecha (8 sacos ha ⁻¹ + 10 l ha ⁻¹)
4	Testigo químico

2.3 Datos tomados

Para medir el efecto de los tratamientos se evaluaron las siguientes variables, tomando 10 plantas al azar de cada tratamiento con sus repeticiones: Altura de planta (cm), considerándose desde el nivel del suelo hasta el ápice de la panícula más alta no incluyendo la arista, a los 120 días, es decir en el momento de la cosecha; número de macollos en el período de macollamiento; número de panículas en las mismas plantas muestreadas donde se determinó el número de macollos; granos por panícula, cuyo valor fue promediado; porcentaje de granos vanos, contabilizando el número de granos fértiles y estériles, y mediante cálculo aritmético determinando los porcentajes de fertilidad y esterilidad; peso de 1000 semillas (g) ajustadas al 14 % de contenido de humedad.

Finalmente se evaluó el rendimiento (kg ha⁻¹). Este dato se determinó al pesar el arroz en cáscara, tomado del área útil de cada unidad experimental. El grano se ajustó al 14 % de humedad en base a la siguiente fórmula:

$$Pa = \frac{(100 - HI) * PM}{100 - HD} \times \frac{10}{AC}$$

Dónde:

Pa = peso ajustado

HI = humedad inicial

PM = peso de la muestra

HD = humedad deseada

AC = área cosechada

2.4 Diseño experimental y análisis estadístico

El total de parcelas experimentales fue 20, cada una con dimensiones de 7,5 m x 7,0 m en las cuales se ajustó a un diseño experimental utilizado Bloques Completos al Azar DBCA (IICA, 1988) con 4 tratamientos y 5 repeticiones de acuerdo al siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_{ij} + \beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Siendo Y_{ijk} la respuesta a cada una de las variables de estudio, μ la media general, α_{ij} el efecto fijo de los tratamientos T1, T2, T3 Y T4, β_{ij} el efecto aleatorio de los bloques y ε_{ijk} el error experimental.

Para su análisis estadístico se utilizó el procedimiento NLIN del JMP 10 de SAS, encontrando diferencias si $p < 0,05$. Para comparar diferencias se utilizó la prueba de Tukey HSD con un nivel de confianza de 95%.

3. RESULTADOS

3.1 Mediciones de las distintas variables

El efecto comparativo entre el uso de diversos tipo de abonos orgánicos aplicados antes de la siembra con respecto al fertilizante convencional dirigido al suelo en etapas precisas del desarrollo de las plantas, incide sobre los parámetros fenológicos y productivos de cultivo de *Oryza sativa* L. La diferencia de los tratamientos en altura alcanzada por la plantas es significativa ($p < 0,01$), siendo T4 y T3 quienes alcanzaron mayor altura. También se observaron diferencias altamente significativas ($p < 0,001$) para el numero de macollos, de panículas y granos, teniendo T4 (34.4, 26.6 y 939.2 respectivamente) mayores valores que T1, T2 y T3 (Gráfico 1 y 2). El uso exclusivo de solo un producto orgánico, como lo es Bioabor, no estimuló el macollamiento en las plantas de arroz, demostrándose de esta manera que los abonos orgánicos funcionan de mejor manera en combinaciones. A continuación, en el cuadro 2 se detallan los valores de las mediciones de las diversas variables:

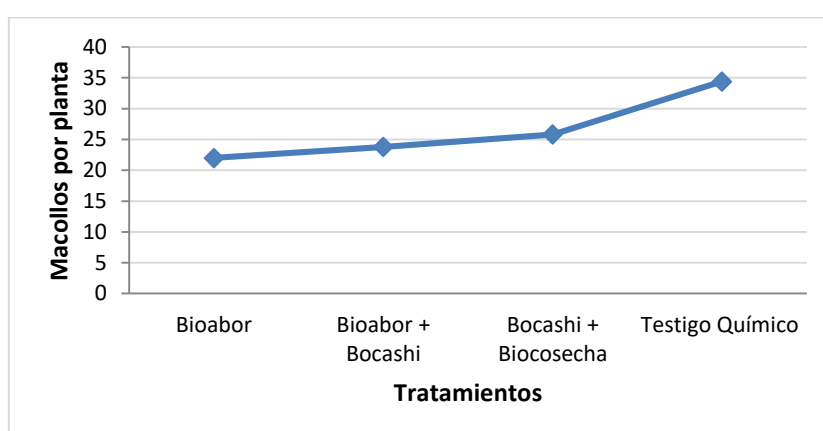
Cuadro 2. Efecto de los tratamientos sobre los parámetros fenológicos y productivos en el cultivo *Oryza sativa* L.

	T1	T2	T3	T4	SCM	p-valor
Altura (cm)	99 ^b	100 ^b	110 ^{ab}	114 ^a	3,0	$p < 0,01$
Macollos	22,0 ^b	23,8 ^b	25,8 ^b	34,4 ^a	0,97	$p < 0,001$
Panícula	11,6 ^b	14,2 ^b	15,0 ^b	26,6 ^a	0,90	$p < 0,001$
Granos	630,8 ^c	721,2 ^b	754,0 ^b	939,2 ^a	14,07	$p < 0,001$
Grano vanos	6,2 ^a	6,0 ^a	5,6 ^a	3,0 ^b	0,47	$p < 0,001$
Peso semilla (g)	32,1 ^b	34,5 ^b	33,7 ^b	38,7 ^a	2,2	$p < 0,001$
Rendimiento (kg ha⁻¹)	1766,8 ^d	1980,4 ^c	2234,8 ^b	3045,8 ^a	27,5	$p < 0,001$

3.2 Comparación entre las variables de producción

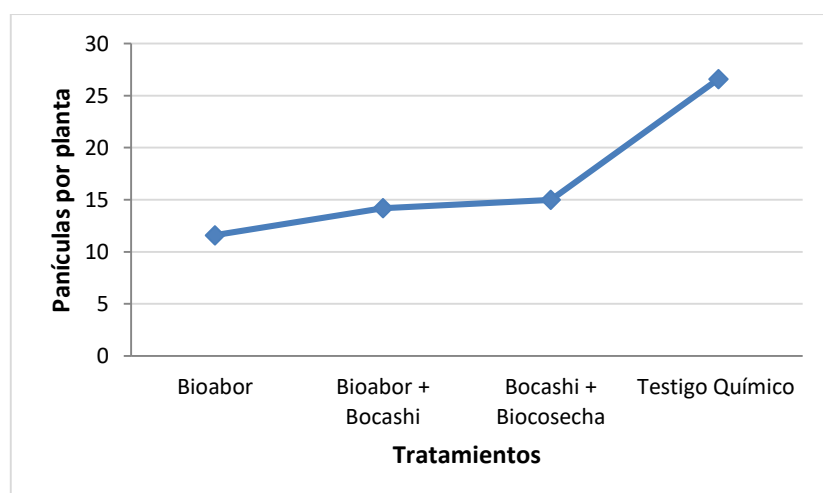
El macollamiento, emisión de panículas, granos llenos y vanos se relacionan directamente con la producción y rendimiento esperado en el cultivo, pues de ello depende la cuantificación de la cosecha. Estas variables evidencian un comportamiento constante en cuanto a la superioridad del tratamiento químico sobre los abonos orgánicos. Tomando en cuenta el gráfico 1, se observa una diferencia significativa en el promedio de producción de macollos por planta, siendo un total de 12,4 la diferencia de panículas entre el tratamiento más bajo (T1) y el más alto (T4).

Grafico 1. Macollos por planta con fertilización orgánica pre siembra y fertilización química post siembra en arroz



En el gráfico 2 puede notarse que la cantidad de panículas por planta es superada por el tratamiento químico (26,6) con respecto a la combinación de Bocashi + Biocosecha (15), Bioabor + Bocashi (14,2) y Bioabor solo (11,6), manteniéndose la misma tendencia entre las variables de producción.

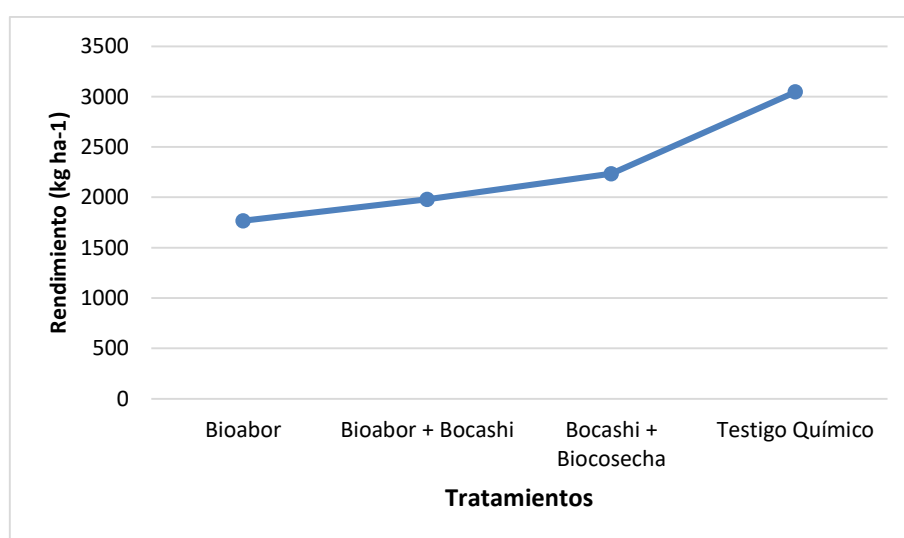
Grafico 2. Panículas por planta con fertilización orgánica pre siembra y fertilización convencional en arroz



El mismo efecto es observado por los tratamientos en cuanto al número de granos vanos por panícula, resultando que T4 (3%) fue diferente a todos los demás tratamientos ($p < 0,001$), lo cual indica que la fertilización química incide en el rendimiento del cultivo. El peso de los 1000 granos fue significativo entre los tratamientos ($p < 0,001$), observando que T4 obtuvo mayor masa (38,7 g) con relación a los demás tratamientos (32,1 - 33,7 g).

En lo referente al rendimiento obtenido (kg ha^{-1}), el resultado también indica la misma diferencia entre cada uno de los tratamientos ($p < 0,001$), observándose que T1 ($1766,8 \text{ kg ha}^{-1}$) fue el de menor rendimiento de todos, mientras T4 el de mayor productividad ($3045,8 \text{ kg ha}^{-1}$).

Grafico 3. Rendimiento comparativo de arroz (kg ha^{-1}) con fertilización pre siembra orgánica y fertilización post siembra química



4. DISCUSIÓN

En condiciones de manejo estandarizado, con un pase de romplow y uno de rastra, mediante fertilización química a base de urea y abono completo, la producción de la variedad de arroz INIAP-14 es alrededor de 3100 kg ha^{-1} (Rojas, 2009) en la misma zona donde fue hecho el presente trabajo. En base a esto y a los resultados obtenidos, el T3 (Bocashi + Biocosecha) fue el tratamiento que obtuvo la producción más alta después del Testigo químico.

La utilización de abono completo (10-30-10) a los 14 días después de la siembra, sumado a aplicaciones de fertilizantes foliares de marcas registradas, tales como Evergreen y Magnet, a los 45 días, seguida a los 70 días de una aplicación de urea, 2 sacos por hectárea, permite obtener producciones cercanas a los 3200 kg ha^{-1} (Álvarez, 2005). Esto se corresponde con la presente investigación para el testigo químico. No obstante, (Pacheco, 2010) asegura que en la zona de Salitre, el arroz variedad INIAP-14, alcanza un rendimiento aproximado entre $3500 - 3600 \text{ kg ha}^{-1}$, y la cosecha se la realiza a los 115 días (Santos, 2009).

El Bioabor acondiciona el suelo, mejorando su estructura, debido a sus elementos modificantes de acidez por la presencia de Ca y la capacidad de floculación de las sales (Astudillo, 2011). Al ser utilizado en la presente investigación se esperaba que estas propiedades potencien la productividad. Sin embargo, el rendimiento del tratamiento en base a la utilización de solo Bioabor, fue el que menor rendimiento tuvo. La producción mejoró al mezclar Bioabor con Bocashi pero aún así el testigo químico sigue siendo superior en rendimiento por hectárea.

Por otra parte, Biocosecha no solamente cumple funciones de nutrición, pues es también acondicionador de suelo (Agripac, 2014), aunque no está extensamente probado para cultivo de arroz, sino más bien para gramíneas como caña de azúcar y también en plátano. Puede utilizarse en combinación con compost, biol o bocashi para estimular el desarrollo del sistema radicular (Bedón, 2008). En el presente trabajo Biocosecha fue utilizado junto con Bocashi (T3) logrando ser el segundo mejor tratamiento en rendimiento, después del testigo químico.

En base a las comparaciones anteriormente mencionadas, puede notarse que el testigo químico superó a los tratamientos de la investigación, porque logró tener una mejor producción. La razón de ello es debido a que los fertilizantes químicos tienen mayor capacidad de ser disueltos en menor tiempo (INIAP, 2007) y la planta los asimila rápidamente (Crystal-Chemical, 2010). Esto se debe a su cualidad de necesitar mayor tiempo para que puedan ser disueltos sus nutrientes y la planta los pueda asimilar.

En el presente trabajo, el costo de fertilizantes del cultivo de arroz variedad INIAP 14 fue el siguiente: en el Bioabor se invirtió \$2,25 por parcela (\$125/ha), en el Bioabor + Bocashi el valor fue $\$2,25 + 1,45 = \$3,70$ por parcela (\$205/ha). Mientras que en Biocosecha + Bocashi el costo fue $\$0,66 + 2,25 = \$2,91$ por parcela (\$110/ha) y el testigo químico tuvo un valor de \$7,05 (\$392/ha). En un manejo de fertilización química convencional (Bajaña, 2014) en la zona donde se realizó el ensayo se utiliza urea (\$35/saco), muriato de potasio (\$42/saco), Evergreen (\$10/lt), Magnet (\$13/lt) y Saeta (\$5/kg). Considerando las dosificaciones usualmente aplicadas en cultivos de arroz, el manejo químico involucra mayor inversión económica aunque el rendimiento es directamente proporcional. No obstante el T3 (Biocosecha + Bocashi) representa menos costo de inversión y fue el tratamiento que siguió en rendimiento al testigo químico, existiendo una diferencia de 811 kg/ha.

5. CONCLUSIONES

La fertilización química convencional estimula mayormente la producción de macollos en las plantas. Debido a su acción lenta, los abonos orgánicos (Bioabor, Biocosecha y Bocashi) aplicados en pre siembra no suplen íntegramente las necesidades nutricionales de las plantas y requieren más de ciclos de cultivo para evaluar de mejor manera su aporte en el cultivo de arroz.

El porcentaje de granos vanos es menor cuando se emplean fertilizantes químicos en lugar de abonos orgánicos, ya que debido a su modo de acción el desarrollo fenológico de la planta es optimizado y el grano se llena con más eficiencia que con el empleo de abonos orgánicos. La misma tendencia sucede en la cantidad de granos por panícula.

La fertilización química convencional en cultivo de arroz supera en rendimiento a cualquier tratamiento de abono orgánico aplicado antes de la siembra, no obstante analizando una relación de beneficio-costos, es en el manejo químico donde existe mayor inversión económica. En el presente trabajo cabe destacar que el uso de Biocosecha + Bocashi, aunque no llega a igualar al testigo químico, su rendimiento decrece en 811 kg ha⁻¹, pero así mismo tiene una inversión de \$282 menos por hectárea.

6. RECOMENDACIONES

Considerando la acción lenta que caracteriza a los abonos orgánicos, se sugiere un ensayo donde se evalúe el aporte íntegro en pre siembra de las necesidades nutricionales durante varios ciclos de cultivo. Esto permitiría determinar con mayor precisión el aporte de los abonos orgánicos en la conservación de la fertilidad del suelo durante el transcurso del tiempo.

Se recomienda la utilización de la combinación de Bocashi artesanal con el abono orgánico Biocosecha como complemento de la fertilización química en arroz con el fin de potenciar la productividad manteniendo los criterios de preservación del suelo.

En base al comportamiento de las variables observadas en la presente investigación, se recomienda una combinación armónica de fertilizantes químicos con abonos orgánicos como medio de conservación de la fertilidad del suelo.

7. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la valiosa cooperación del Ing. Agr. Eduardo Álava y a todo el personal técnico de la Hacienda Agrícola Álava, recinto El Jobo, parroquia Guare, cantón Baba, provincia Los Ríos, Ecuador, por su valiosa colaboración durante el transcurso del ensayo y la toma de datos para la elaboración del presente artículo.

8. REFERENCIAS

- AECID. (2011). Elaboración y uso del bocashi. San Salvador: Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo.
- Agripac. (2011). Abono orgánico: Alternativa para mantener suelos fértiles. Guayaquil: Agripac S.A.
- Agripac. (2014). Biocosecha. Guayaquil: Agripac S.A.
- Álvarez, J. (2005). Respuesta del arroz (*Oryza sativa* L.) variedad Fedearroz 50 a diferentes dosis y épocas de aplicación de un fertilizante enriquecido con materia orgánica bajo las condiciones agroecológicas de la meseta de Ibagué y El Guamo en El Tolima. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

- Andrade et al. (2007). Características de las variedades de arroz sembradas en el área arroceras del Ecuador. Quito: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Astudillo, R. (2011). Efectos de la incorporación de materia orgánica al suelo, sobre el comportamiento agronómico del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), en la zona de Babahoyo. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo.
- Bajaña, P. (2014). Fertilización del cultivo de arroz. Memorias Fluminenses, pp. 9 - 10.
- Bedón, G. (2008). Efectos de la aplicación de fertilizantes en la pre siembra y cobertura en las variedades de arroz 'Iniap 15'e 'Iniap 16'en condiciones de riego. Babahoyo, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo.
- Catalá et al. (2012). Fertilización de arroz con gallinaza, una alternativa en alza. Agricultura, pp. 276-279.
- Chaudhary et al. (2003). Guía para identificar las limitaciones de campo en la producción de arroz. Roma: FAO.
- Crystal-Chemical. (2010). Cultivo de arroz. Obtenido de <http://www.crystal-chemical.com/arroz.htm>
- Cuichán et al. (2014). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). Quito: INEC.
- Delgado. (2011). Arroz del Ecuador. Panorama nacional. Guayaquil: Ecuquímica S.A.
- Echeverría, V. (2014). Posición geográfica, condiciones climáticas de la hacienda Distribuidora Alava. Baba, Ecuador, Los Ríos, Ecuador.
- Félix et al. (2008). Importancia de los abonos orgánicos. Ra Ximhai, Revista de la Universidad Autónoma Indígena de México, pp. 57-67.
- Fertisa. (2010). Ficha técnica para nutrición en arroz. Guayaquil: Fertisa S.A.
- IICA. (1988). Metodología de la investigación: Diseños Experimentales. Tegucigalpa: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- INFOAGRO. (s.f.). El cultivo de arroz. Obtenido de <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>
- INIAP. (2007). Manual del cultivo de arroz (Segunda edición ed.). Quito, Guayas, Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Lema, R. (2011). Situación arroceras ecuatoriana. Guayaquil: Corporación de Industriales Arroceros del Ecuador.
- Medina, K. (2008). Efecto de la fertilización mineral y orgánica sobre la incidencia y severidad de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) en la zona de Lomas de Sargentillo Provincia del Guayas. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Mora, L. (2013). Implementación de un sistema de gestión en seguridad industrial y salud ocupacional en la empresa Agripac S.A. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- Nieremberg, D. (2011). Fertilidad tóxica. Washington, DC: World Watch, Ecological Society of America.
- Pacheco, T. (2010). Estudio del comportamiento agronómico de las variedades de arroz 'Iniap 15'e 'Iniap 16'a la fertilización química, bajo condiciones de riego. Babahoyo, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo.
- Pérez, G. & Romero, M. (2013). La agricultura orgánica: fertilizantes orgánicos en el cultivo de arroz en Colombia. Bogotá: Corpoica- BAC.
- Pérez, M. (2009). Fertilización orgánica. Quito: Maquita Cushunchic, MCCH.
- Rojas, C. & Alvarado, R. (1982). Fertilización nitrogenada y fosfatada en arroz en la región centro-sur de Chile. Efecto sobre los rendimientos en grano. Agricultura Técnica, pp. 15.
- Rojas, J. (2009). Efectos de la fertilización orgánica complementaria en presencia de varios niveles de fertilización química en la variedad de arroz INIAP-15 bajo riego. Babahoyo, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo.
- SAG, S.D. (2003). Manual técnico para el cultivo de arroz. Comaya, Honduras: DICTA (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria).
- Santos, P. (2009). Efectos de la fertilización foliar y edáfica sobre el rendimiento de grano en el arroz variedad 'Iniap 16'. Babahoyo, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo.
- Sucre, L. (2002). Respuesta de arroz en condiciones de riego a la fertilización nitrogenada y aspersiones de fertilizantes foliares. Babahoyo, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo.