

CENTRO UNIVERSITARIO
DE SANCTI SPÍRITUS
" JOSÉ MARTÍ PÉREZ "



DEPARTAMENTO AGROPECUARIO

TRABAJO DE DIPLOMA

en opción al título de Ingeniería Agropecuaria.

Título: Comportamiento de Aplicaciones Foliaras de Humus de Lombriz con N P K
mezclados al cultivo del Arroz. (*Oryza Sativa L.*)

Autor: Rolando Onelio Rodríguez Hernández

Orientador Científico: **MSc. Rolando Saborit Reyes**

Sancti Spíritus 2010

" Año 52 de la Revolución "

RESUMEN

Tomando en consideración las observaciones sobre una clorosis verde – amarillenta en las plantaciones de arroz (*Oryza Sativa L.*) posterior al trasplante en campañas de frío, los bajos contenidos de materia orgánica y la disminución de los rendimientos agrícolas del cereal en áreas de la Finca Santa Elena perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios Fortalecida (CCSF) Camilo Cienfuegos en Las Nuevas, La Sierpe, Sancti Spiritus se realizaron aplicaciones foliares de humus de lombriz líquido mezclado con fertilizantes minerales NPK a diferentes dosis y momentos de aplicación, con vistas a lograr una alternativa de nutrición para el cultivo. El trabajo se ejecutó sobre un suelo Ferralítico Rojo Amarillento durante los años 2004 al 2010, utilizando el cultivar Lp – 5, realizando la siembra por el método de trasplante en la primera campaña y directa a voleo las restantes, la fertilización se efectuó mezclado 75 Kg de humus de lombriz diluido con 0.35 Kg de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente. Los resultados mostraron que el empleo de la fertilización foliar con humus de lombriz líquido mezclado con la mineral NPK permitió un incremento en los rendimientos, alcanzando 5.3 t.ha^{-1} como promedio de las diferentes variantes utilizadas. Al realizar el análisis económico el tratamiento donde se redujo el 40 % del nitrógeno con siete aplicaciones foliares superó al testigo NPK en 1.5 t.ha^{-1} del grano alcanzando una ganancia relativa de 4 264.55 pesos por hectárea.

Summary

Taking in consideration the observation of one green yellowish chlorosis in the plantations of rice (*Oriza Sativa*) after, in winter or cold campaigns and the diminishing of the agricultural efficiency of the cereal in areas of Saint Elena form belonging to the fortified cooperative of credits and service (focs) Camilo Cienfuegos in Las Nuevas, La Sierpe, Province of Sancti – Spiritus, were done foliar applications with mineral fertilizing as, N.P.K to different doses and moments of applications, in order to obtain alternative of nutrition for the cultivation, the work was done on a green yellowish ferralitic ground since 2004 to 2010, using LP-5 cultivation doing the sowing by the method of transplantation, fertilization. We did it mixing 49L . ha⁻¹ of liquid worm humus with 0.35Kg . ha⁻¹ of nitrogen, phosphorus and potassium.

The results shown that the use of the foliar fertilization with liquid worm humus mixed with the N.P.K minerals, getting an increasing in the efficiency, obtaining 5.3t . ha⁻¹ as an average in the different variants used. When we did the economic analysis, the treatment where the 40% of nitrogen was reduced with seven foliar applications, it was highest to the witness N.P.K in 1.5t . ha⁻¹ of the grain obtaining a relative gain of 4264.55 pesos by hectarea.

Índice

	Pág.
Introducción	2
Revisión bibliográfica	5
2.1.- Generalidades del cultivo del arroz.	15
2.1.1.- Morfología.	16
2.1.2.- Botánica.	18
2.1.3.- Importancia Económica.	19
Materiales y Métodos	
3.1 Valoraciones en condiciones de producción.	22
3.1.1 Comportamiento de las Aplicaciones Foliares.	22
3.1.2 Efectos de las aplicaciones foliares de diferentes dosis de humus de lombriz mezclado con N.P.K.	24
3.1.3 Efectos de la Fertilización Foliar de diferentes dosis de humus de lombriz mezclada con N.P.K disminuyendo el 60% del Nitrógeno al suelo.	26
Resultados y discusión.	
4.1. Valoración en condiciones de producción.	28
4.1.1. Comportamientos de las aplicaciones foliares de humus de lombriz mezclado con NPK.	28
4.1.2. Efecto de las aplicaciones foliares de diferentes dosis de humus de lombriz mezclado con NPK.	30
4.1.3. Efecto de las aplicaciones foliares de diferentes dosis de humus de lombriz mezclado con NPK, disminuyendo el 60 % del nitrógeno al suelo.	31
4.2. Análisis Económico.	33
4.3. Valoración General.	34
Conclusiones	35
Recomendaciones	36
Bibliografía	37

Introducción

En los últimos años los precios del arroz en el Mercado Internacional han aumentado considerablemente, ya que el mundo se encuentra ante una crisis alimentaría debido a que por una parte estamos ante una campaña global.

Para acelerar la producción de biocombustibles a partir de los cereales en remplazo de los derivados del petróleo y por otra parte se suman las inclemencias del clima que afecta a numerosos países. Pues en unos la sequía, en otros las fuertes lluvias provocando grandes inundaciones, las temperaturas bajas en diversos países de Asia Central, provocando todo ello grandes pérdidas de cosechas de diversos cultivos entre ellos la producción de arroz.

Cuba no escapa de ésta realidad, pues en los últimos años ha sido azotada por varios ciclones, y el régimen de lluvia ha sido muy escaso en los últimos tres años sobre todo en nuestra provincia, en lo que se vio afectado los niveles de agua en la Presa Zaza afectando así la producción de arroz en uno de los Complejos Arroceros más grandes de Cuba. El compañero Raúl Castro Ruz, ha hecho un llamado sobre la sustitución de importaciones y la necesidad de producir alimentos. (Congreso de la ANAP 2010).

La población actual de Cuba aumenta considerablemente el consumo de este cereal, que es tradicional y uno de los platos principales de nuestras familias.

Por esto es necesario buscar nuevas fórmulas para aumentar los rendimientos de este cereal, reduciendo los costos de inversión, y disminuyendo la aplicación de químicos. La lombricultura por sus ventajas sobre las tecnologías tradicionales de compostaje en la obtención de Humus ha sido introducido y desarrollado en Cuba de forma acelerada a partir de su introducción. La lombricultura (tecnologías para el tratamiento de los residuales sólidos orgánicos mediante las lombrices para la obtención de Humus de lombriz y proteína. (Revista de la ACTAF Agricultura Orgánica No.2 2006).

Por otra parte realizar prácticas agroecológicas, con aplicaciones de abonos orgánicos y fertilizantes foliares complementado con la nutrición mineral cuyo objetivo es mejorar su fertilidad para el logro de un balance adecuado de la planta de arroz que garantice producciones sostenibles del cereal. (Saborit, 2005).

El Humus de lombriz, además de ser un excelente fertilizante orgánico, es un mejorador de las características físico, químicos y biológicos del suelo, es un producto de altas posibilidades de comercialización en el mundo, por su calidad, presenta un porcentaje de

elementos nutrientes que están por encima de los encontrados en suelos con buenas condiciones como son: 5 veces más de nitrato, 7 veces más de fósforo, 3 veces más de magnesio, 11 veces más de potasio, 5 veces más de calcio.

Existen resultados en el país que posibilitan el empleo exitoso de alternativas a los fertilizantes químicos, como son los abonos verdes.

Así, Muñiz y Beltrán 2004, estudiaron las aplicaciones de diferentes fuentes orgánicas, Humus de lombriz, estiércol de vacuno y zeofert III (compost obtenido de estiércol y zeolita) como sustituto total o parcial de las dosis óptimas económicas de fertilizantes minerales aplicados el arroz irrigado, tanto en suelos de textura arenosa como arcillosa.

El uso combinado de los abonos orgánicos con una parte de la fertilización de nitrógeno (65%). Produce un efecto sinérgico sobre el rendimiento de arroz e incrementos significativos en comparación al uso exclusivo de fertilizantes químicos. (Muñiz y Beltrán, 2002).

Problema a resolver:

Teniendo en cuenta los antecedentes planteados se determinó el siguiente *problema científico*: Los rendimientos en el cultivo del arroz han disminuido drásticamente debido, entre otras causas, a la explotación intensiva de los suelos, poca utilización de abonos orgánicos y el mal manejo de la nutrición mineral.

La necesidad de buscar fuentes alternativas y complementarias de fertilización que disminuyan en parte este déficit y garanticen una correcta nutrición y fertilización del cultivo del arroz. Se llega a la siguiente Hipótesis.

Hipótesis:

La fertilización foliar con humus de lombriz líquido mezclado con la mineral, NPK, conjugada con aplicaciones de estos últimos al suelo, acorde con el estado fisiológico de la planta de arroz, garantizará un aumento en los rendimientos, además de un incremento paulatino en la coloración verde de la planta de arroz que mejore su actividad fotosintética y la consiguiente protección al medio ambiente.

Objetivo General:

Establecer un manejo efectivo de las aplicaciones foliares de humus de lombriz líquido mezclado con NPK combinados con los fertilizantes minerales, NPK, como componentes esenciales en un sistema integral para la nutrición y fertilización del arroz en un suelo Ferralítico Rojo Amarillento en condiciones de aniego.

Objetivos específicos:

1. Restablecer el déficit de nutrientes de la planta de arroz a través de una fertilización adecuada, teniendo en cuenta las características del cultivar y las épocas de siembra de la misma.
2. Incrementar los rendimientos agrícolas del arroz a partir de la fertilización foliar de humus de lombriz combinada con la mineral.
3. Lograr una utilización de las nuevas variantes de fertilización orgánica combinada con los minerales para disminuir las aplicaciones de Nitrógeno.
4. Realizar un análisis económico de los resultados más promisorios obtenidos con la fertilización foliar de humus de lombriz mezclado con NPK, disminuyendo el 60 % del nitrógeno a aplicar al suelo.

Revisión Bibliográfica.

Castro Ruz, Fidel. (1997). La producción de arroz debe crecer significativamente con vistas a ir avanzando hacia la sustitución de las importaciones, a partir de la recuperación paulatina de las tecnologías y, mejoramiento de infraestructura, una adecuada composición de variedades, así como un incremento de la eficiencia en el empleo oportuno de los recursos, incluida el agua y la disciplina agrotécnica.

Piñuela J. (2004). Al parecer de todas las especies de lombriz la que mejor hace la tarea y son además las más adaptables son las de la especie Eisenia Foetida o lombriz roja californiana, su promedio de vida de 16 Años, se reproduce cada semana, y cada día come materia orgánica equivalente a su peso, tiene 182 aparatos escretores, 6 riñones y 5 corazones, es hermafrodita, alcanza su madurez sexual a los 3 meses, en estado adulto mide de 8 a 10 cm, el 60% de su alimentación diaria se transforma en humus y el otro 40% restante lo asimila para su sustento.

Suquilandia, M. (1997). Beneficios que aporta el humus de lombriz a los cultivos de manzanas, presenta ácidos húmicos y fúlbicos que mejoran las condiciones del suelo, retienen la humedad y puede con facilidad unirse al nivel básico del suelo, introduce grandes cantidades de microorganismos benéficos al sustrato los que ayudan al metabolismo de la planta.

Salsedo, P. (2001). Proceso de producción de humus liquido. La presente invención se refiere a un proceso de la elaboración de fertilizantes basados en la alimentación con estiércol de vaca y fibras vegetales mezclando estos y dejándolos reposar durante cierto tiempo, posterior mente se le añade fibra vegetal de origen gramínea, regando los lechos con agua libres de metales pesados con cierta frecuencia y determinada cantidad de liquido, se procede a retirar en cajas de plástico las lombrices, una vez terminado esto se vierte el humus en los contenedores agregándoles agua y terminado esto se le añaden encimas de algas, levaduras, nitrógeno orgánico, fósforo orgánico, potasio orgánico, microminerales orgánicos, y un iodóforo, adquiriéndose de esta manera.

Biofábricas y platanos. (2004). El humus liquido también aporta y mantiene una multitud de microorganismos que viven en él, contribuyen a su transformación y actúan contra enfermedades foliares que afectan los cultivos, como la Sigatoka negra en el plátano.

Longson.(1998). El humus de lombriz posee propiedades nematisidas y anti parasitarias. El humus de lombriz es el resultado final del proceso de ingestión y digestión de la materia

orgánica, cuando los fragmentos orgánicos, los minerales y los microorganismos quedan estrechamente mezclados, formando una sustancia de color oscuro, inodora y desmenuzable.

Cairo (1982), debido a la rápida descomposición que sufre la materia orgánica en condiciones tropicales, resulta necesaria su aplicación constante con vistas a elevar la fertilidad y productividad del suelo.

Chesnín (1982), comprobó que además de mejorar las propiedades del suelo, los abonos orgánicos contribuyen a elevar el nivel de fertilidad de la tierra y reducen su necesidad de abonos minerales, lo que a su vez, contribuye a disminuir los gastos de energía en su producción.

Gros (1966). La producción de cachaza equivale a 3 – 4 % del peso de la caña que procesa el central. En Cuba para una producción de siete millones de toneladas de azúcar se tiene un potencial de producción de cachaza de aproximadamente dos millones de toneladas. La utilización de la cachaza como abono orgánico, se facilita porque los centrales azucareros que la producen están ubicados y distribuidos en todo el país.

Flaig (1984), expresó que la materia orgánica tiene un efecto favorable sobre el desarrollo de la planta. La materia orgánica originada de las plantas cosechadas u otras fuentes, tales como abonos de establos no solo suplementan NPK y otros nutrientes, sino causan además efectos físicos y fisiológicos favorables.

Jacob et al. (1968), consideraron que los abonos orgánicos no deberán valorarse únicamente por su contenido en nutrimentos, sino también por su beneficio y efecto en el suelo. La materia orgánica de éstos activa los procesos microbiológicos, fomentados, beneficia simultáneamente su estructura, aireación, y capacidad de retención de humedad. Junto a esta actúa como regulador de la temperatura edáfica, retardan la fijación del ácido fosfórico mineral y suministra productos de descomposición orgánica que incrementan el crecimiento de la planta. Así mismo, representa una fuente de lento y uniforme suministro de nitrógeno, ejerciendo con ello una favorable influencia sobre el contenido proteico de la planta. El estiércol y el compost resultan ser en muchas regiones los abonos orgánicos más usuales.

Muñiz, (1991). Es necesario evaluar prácticas que ayuden a disminuir el deterioro de los suelos y de esta manera reducir los costos de producción. Una de estas prácticas es el uso de abonos orgánicos.

Millar, (1967). Al iniciarse la agricultura hace aproximadamente 10 000 ó 12 000 años pudo conocerse que las plantas que crecían sobre las acumulaciones y desperdicios orgánicos, adquirirían un mayor desarrollo y productividad; refiere que Carrión, hace 2 500 años planteaba que era necesario conservar la materia orgánica del suelo, para hacer de ésta un medio más productivo; y que Wellerius, en 1700, definía al humus como la fuente nutritiva del suelo.

Paneque et al., (1998). El término abono orgánico es muy amplio y generalmente incluye productos tan disímiles como: estiércol, cachaza, gallinaza, guano de murciélago, humus de lombriz, los compost (como la biotierra), los residuos de cosecha e industriales y los abonos verdes.

Los abonos orgánicos tienen como característica comunes las siguientes:

- a. *Contenido bajo de nutrimentos que obliga a elevadas dosis de aplicación y crea dificultades económicas por los costos de transportación, por tanto se recomienda su uso local.*
- b. *El nitrógeno y fósforo se encuentran en forma orgánica y su disponibilidad depende de su mineralización.*
- c. *Su uso sistemático tiene efecto beneficioso sobre las propiedades físicas (hidrofísicas), químicas y biológicas del suelo.*

Este mismo autor refiere:

El desarrollo de la agricultura y su correspondiente Exportación de productos significó un desequilibrio o desbalance en el sistema Suelo - planta desfavorable para el suelo, lo que contribuyó a la degradación en sus condiciones de vida y potencial productivo (Paneque et al, 1998); entonces y desde entonces existió la necesidad de restituir a los suelos, al menos una parte, de lo que se extrae de ellos con la producción agrícola. Como complemento y para satisfacer esas necesidades surgieron los abonos orgánicos, que por la forma de obtención y por su composición química, resultó el material ideal para mantener las propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos y conservar su capacidad productiva.

Paneque et al, (1998), el humus de lombriz se produce a partir de la descomposición de residuos orgánicos por lombrices especializadas que tienen la facultad de producir humus de alta calidad; el guano de murciélago se produce en cuevas por la acumulación de deyecciones y cuerpos de esos mamíferos en donde habitan y a veces constituyen grandes reservas de abonos orgánicos ricos en fósforo. En Cuba existen grandes

depósitos de este abono orgánico especialmente en la provincia de Camagüey y Pinar del Río; las turbas están constituidas por la acumulación y depósito de materia orgánica producida en zona, donde la acumulación y permanencia del agua en la superficie del suelo, por largo tiempo limita la actividad microbiana propiciando la acumulación de la materia orgánica en grandes cantidades.

Paneque et al, (1998), también plantearon que: la cachaza se obtiene como resultado del proceso de clarificación del jugo de la caña en la industria azucarera, por medio de la alcalización con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y la aplicación de calor, lo que logra coagular y precipitar los sólidos del jugo y después separarlo por decantación y filtración. La cachaza es un abono orgánico rico en materia orgánica, fósforo y calcio.

Paneque et al, (1998). La materia orgánica, es fuente de energía para microorganismos. Para que estos se reproduzcan, desarrollen y crezcan deben tomar del medio: N, P, K, y otros nutrientes. Si esos nutrientes no se encuentran en el abono orgánico, los microorganismos los toman del suelo y entonces pueden establecer competencia entre la actividad microbiana y el desarrollo de la planta con las que conviven.

Pequeño, (1966), planteó que los abonos orgánicos aportan gran beneficio al contribuir a incrementar la fertilidad de los suelos y también según Shiga, (1976), para obtener altos rendimientos en el cultivo del arroz, resulta de interés aumentar esta fertilidad, ya que el humus abastece de nitrógeno a las plantas de una manera continua a través de todo el ciclo.

Ruiz (1978). La materia orgánica es esencialmente necesaria para mantener la fertilidad y productividad de los suelos tropicales, ya que no solo influye en la formación del humus con las cualidades que brinda al suelo. El efecto del humus y las sustancias orgánicas en las plantas están determinados, en gran medida, por la composición cuantitativa y cualitativa de la materia orgánica y su equilibrio en el suelo. La materia orgánica constituye la reserva y el estabilizador de la vida orgánica del suelo y es por tanto el factor más importante en la agricultura.

Russell, (1967). Durante muchos años los abonos orgánicos fueron la única fuente utilizada para mejorar y fertilizar los suelos. Primero, en su forma simple (residuos de cosechas, rastrojos y residuos de animales) y después en su forma más elaborada (estiércol, compost y otros); con el desarrollo de la industria y la producción de fertilizantes químicos, al finalizar la segunda guerra mundial, (1945), el uso de fertilizantes químicos prevaleció en el mundo; especialmente en la producción agrícola intensiva. Durante

muchos años la utilización de los abonos orgánicos ha sido muy limitada, ocasionando deterioro en los suelos y contaminación del medio ambiente. Esa situación es de una gran preocupación en todo el mundo y se están realizando acciones para lograr la producción de alimentos por medio del establecimiento y desarrollo de la agricultura sostenible, mediante la utilización de abonos orgánicos, abonos verdes y la rotación adecuada de las cosechas, lo que constituye la base para la sustitución de fertilizantes químicos, proporcionar al suelo los elementos que necesitan las plantas y mantener el equilibrio ecológico.

Sanzo et al (2005), argumentaron respecto a la materia orgánica que su porcentaje muestra tendencia al aumento a medidas que resultan mayores los niveles aportado al suelo.

Shigan (1976). Una de las dificultades donde a pesar de que se trabaja, aún no es suficiente, es en aumentar la fertilidad de gran parte de los suelos arroceros del país, ya que para la obtención de rendimientos altos en el cultivo del arroz resulta de importancia vital el suministro adecuado de los nutrientes en tiempo y forma a la planta; para obtener cosechas por encima de 5.0 t.ha^{-1} de arroz cáscara resulta imprescindible estabilizar la fertilidad del suelo mediante la aplicación de sustancias orgánicas.

FAO (2000). La alternativa propuesta en los últimos años, basada en la práctica de una agricultura de naturaleza orgánica, que sustituye los fertilizantes de origen mineral por abonos orgánicos principalmente estiércoles, viene encontrando obstáculos para su amplia difusión debido a la dificultad de producirlos en los mismos sitios donde van a ser utilizados, las cantidades producidas, que son pequeñas con relación al área que hay que mejorar así como al elevado costo de transporte son algunas de las razones para estos obstáculos. Hoy día existe el consenso en definir que el conjunto de alternativas dirigidas a buscar un mejoramiento del recurso suelo debe ser biológico, social y económicamente ajustable a las realidades de los campesinos. En este sentido los abonos verdes han recobrado importancia debido a su posibilidad de reproducir in situ la materia orgánica, constituyendo una buena estrategia para ser considerados en programas de manejo y conservación de suelos en el ámbito campesino.

IIPF-MINAG (2004).. Los abonos verdes cuando se utilizan adecuadamente pueden incrementar el contenido de humus o las reservas de nitrógeno utilizables del suelo. Se han utilizado en la mayor parte del mundo, con más éxito para incrementar la cantidad de nitrógeno asimilable, que para aumentar el contenido de humus de los suelos.

Lee (1995). Cuando las lombrices se encuentran en un sustrato con valores óptimos de PH, temperatura y humedad, se multiplican y producen humus sin dificultad.

Edwards (1992). No hay dudas que la búsqueda de fuentes alternativas de nutrientes ante la escasez de fertilizantes químicos, la necesidad de mejorar los suelos y de disponer de tecnologías limpias y de bajo costo para tales fines, han dado un impulso a la lombricultura en los últimos años.

Singh and Mishra. (2005). Para mejorar el status de fertilidad del suelo también el rhizobiun juega un papel importante junto a la lombricultura, en la promoción del crecimiento de las plantas.

Copley, (2000). En el caso de las tierras de cultivo, el aumento de la biodiversidad en relación con el incremento de la materia orgánica se basa, sobre todo, en el aumento de la biodiversidad del suelo. La biodiversidad del suelo, la cual depende directamente del abastecimiento de materia orgánica fresca y de las prácticas agronómicas. Varía desde los genes hasta los microorganismos, la fauna y la biodiversidad total del planeta. La labranza cero favorecerá el desarrollo de hongos los cuales son sumamente activos en la agregación del suelo. Sin embargo, solo 5 a 10 por ciento de las especies de la microflora del suelo son conocidas y en la actualidad sería posible investigar, gracias a las nuevas técnicas moleculares, la evaluación de la biodiversidad específica o ínter específica de los microorganismos.

Castilla (2001), El Ph de los suelos es muy importante por la relación que tiene con la solubilidad y disponibilidad de los nutrientes. En los suelos ácidos generalmente se presentan bajos contenidos aprovechables de calcio, magnesio, potasio y fósforo, pero niveles altos de aluminio, hierro y manganeso, que pueden llegar a situaciones de toxicidad.

Ortega (1975). El tipo de vegetación y el uso del suelo influyen en la humificación; generalmente mientras más rica es la vegetación mayor es el contenido de materia orgánica del suelo. Los campos cultivados tienen casi siempre menos materia orgánica que los vírgenes, debido a que reciben menos cantidades de resto vegetales y a que se acelera la oxidación del humus con la aradura frecuente.

Calderón. (1995). La nutrición de las plantas es un proceso complejo en el cual sucede una gran cantidad de interacciones de tipo físico, químico, biológico, la toma de los elementos minerales por las raíces a partir de la solución del suelo, constituye el primer paso en la nutrición de las plantas.

Takahashi and Miyake, (1990). Para explotar correctamente el potencial de rendimiento de las nuevas variedades de arroz, se requiere realizar una fertilización balanceada que tenga en cuenta no solo 13 elementos denominados esenciales (seis macronutrientes y siete micronutrientes), sino también el silicio, tomando en consideración que la planta de arroz realiza una alta absorción de este elemento. En consecuencia, se puede considerar el silicio como un elemento agrónomicamente esencial para el cultivo del arroz, ya que se requiere mejorar la salud de la planta al inducir resistencia y / o tolerancia al estrés biótico (plagas y enfermedades) y abiótico (toxicidad por Al, Fe y Mn; acamado, etc) (Okuda and Takahashi; (1965).

Castaño. (1983). Un factor de predisposición importante a la mancha parda es un exceso de suministro de nitrógeno el cual puede ser aun más severo, si existe deficiencia de potasio y silicio.

Sinhg and Sinhg (2005). Expusieron que la aplicación de nitrógeno basal incrementó sustancialmente la altura de la planta, el número de tallo, el número de hojas, y su área por plantas así como la longitud radicular.

Doyle J.J (1968). El nitrógeno es uno de los principales reguladores de la productividad de la planta de arroz. Forma parte de todas las proteínas y de muchos compuestos no proteicos. En todas partes donde se cultiva el arroz, en casi todos los suelos este cultivar responde positivamente a las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados.

Hernández, J. (1969). La función más importante del nitrógeno es la formación de proteínas del protoplasma. La segunda función y no menos importante del nitrógeno es la de incrementar la actividad de la fotosíntesis.

Tanaka et, all. (1999). La planta de arroz necesita de fósforo durante todo su periodo de vegetación, uno de los principales componentes del grano es el fósforo, absorbido durante la etapa de floración.

Baba (1965). El fósforo forma parte de los ácidos nucleicos y de los derivados de los ácidos de adenosina (ADF, ATF), sin los cuales es imposible que se produzca el proceso de síntesis de las sustancias.

Kirichenco. (1998). El fósforo favorece al comienzo temprano de la floración y la maduración, incrementa la resistencia de la planta a las condiciones adversas del medio y activa la formación de un buen sistema radicular en las etapas juveniles del desarrollo.

Abdujabbarov. Z. (1974). Los fertilizantes fosfóricos favorecen el aumento de la energía germinativa, el incremento de la germinación, el peso de 1000 granos, y la disminución del % de granos vacíos.

Guseinov .R. K (1964). Las aplicaciones de potasio provocan un incremento del ahijamiento productivo, alargamiento de los hijos y las panículas.

Neinilov .B .A (1956). El potasio favorece al desarrollo de las haces basculares engruesa a las células del colenquima. Aumenta la solidez del tallo además de la resistencia de las plantas al acamado.

Turchín .F .V. (1964). El papel específico del potasio en la planta está relacionado con el hecho de que forma parte activa en los procesos relacionados con la transformación de energía.

Udovenco. (1964). El efecto positivo del potasio sobre el efecto de la fotosíntesis está relacionado no solo con la intensificación de la traslación de sustancias de asimilación desde las hojas por el efecto de dicho elemento, sino también con los cambios sustanciales que se producen producto del incremento de la capacidad fotosintética de la clorofila.

Perdomo et al (1997). La mayor o menor cantidad de granos es el resultado de la relación entre la fotosíntesis y la respiración, y éstas son actividades que están influenciadas directa e indirectamente por el contenido de nutrimentos. Por ejemplo el nitrógeno es un componente de las proteínas, la que a su vez es constituyente de protoplasmas, cloroplastos y enzimas. El fósforo, como fosfato inorgánico, es un compuesto rico en energía, y como una coenzima está directamente involucrado en la fotosíntesis. El potasio, al actuar en la apertura y cierre de los estomas, tiene que ver con el control de la difusión del CO₂ en los tejidos verdes que es el primer paso de la fotosíntesis; el potasio también es esencial en la actividad de las enzimas.

Karuppiah et al.(1987). La eficiencia de superfosfato y la roca fosfórica mejoran cuando se combinan con abonos orgánicos; el superfosfato con abono orgánico tuvo el efecto más directo y mejor en la obtención de un rendimiento alto del grano.

Saborit et al. (2002). El trabajo realizado sobre balance nutricional (NPK), factor clave en el cultivo del arroz para alcanzar altos rendimientos en el mismo, es significativo plantear que cuando se realiza un balance adecuado de los macroelementos (NPK), y se fraccionan las dosis de forma tal que la planta de arroz pueda asimilar el mayor porcentaje de los mismos, según los requerimientos de éstas, en dependencia del desarrollo

vegetativo del cultivo se incrementan los rendimientos disminuyendo los costos por concepto de productos a utilizar, con su consiguiente beneficio al medio ambiente para las condiciones estudiadas.

Saborit et al. (2005). En el trabajo realizado encontramos que al utilizarse 45 toneladas de estiércol por hectárea y reducirse la dosis de nitrógeno en un 50 % respecto a lo recomendado por los Instructivos Técnicos del Cultivo, los rendimientos sobrepasaron al testigo en un 50 %. Y no presentaron diferencias significativas con el tratamiento de igual dosis de estiércol al que se aplicó el 100 % de nitrógeno.

Salgado, (2001), se refirió a los siguientes aspectos:

Colocar una nueva variedad en el mercado conlleva a que ésta tenga su respectivo paquete agronómico para cada una de nuestras zonas arroceras. Se debe tener en cuenta que cada zona presentan unas condiciones agro ecológicas diferentes. Dentro de este paquete de manejo, la fertilización es una de las principales labores que afecta el desarrollo del cultivo.

Sanzo. (2000). Para suplir la pobreza nutrimental existente en la mayoría de los suelos arroceros de Cuba la aplicación de fertilizantes, no de manera unilateral, sino de manera balanceada entre los elementos esenciales y trabajar en el plazo menor posible hacia el necesario mejoramiento de los suelos en base al incremento de las materias orgánicas de los mismos.

IIPF-MINAG (2004). Los abonos orgánicos son portadores de nutrientes en baja concentración, por lo que sería necesario aplicar grandes dosis para suministrar los nutrientes suficientes. Deben ser obtenidos como subproductos de una empresa agrícola, estos aportan microelementos así como los efectos quelatizantes y solubilizadores de la materia orgánica sobre los nutrientes del suelo.

Cabello et al., (1989). Uno de los cultivos donde más se ha extendido la práctica del abonado verde en el país es el arroz; en este sentido en trabajo realizado por Cabello et al., (1989) en el Instituto de Investigaciones de Arroz en Cuba se concluyó que es posible utilizar como abono verde para el arroz la *Sesbania rostrata* sembrada en primavera, para incorporar a los 45 días; en la Estación Central del Arroz en Cuba se concluyó que es posible utilizar como abono verde para el arroz la *Sesbania rostrata* sembrada en primavera para incorporar a los 45 días; de esta forma se sustituyen de 60 a 80 Kg. ha⁻¹ de nitrógeno, obteniéndose un rendimiento de hasta 6 t.ha⁻¹ de arroz.

Robert (1996). La capacidad de intercambio de cationes aumenta en función del incremento de la materia orgánica; la disponibilidad de elementos importantes como el fósforo puede mejorarse y la toxicidad de otros elementos puede a su vez ser inhibida por la formación de quelatos u otras uniones, por ejemplo, con aluminio y materia orgánica.

2.1.- Generalidades del cultivo del arroz.

El arroz es el cereal más cultivado en el mundo después del trigo. Constituye la base de la alimentación de los pueblos del Asia Monzónica, de la India y de Japón. Su consumo se extiende constantemente, si bien, se encuentra en competencia en muchos casos con el trigo, tiende a menudo a sustituir en diversos países de África Tropical a otros cereales, a los mijos y sorgos en particular esta doble sustitución del arroz por el trigo y otros cereales por el arroz. Constituye un signo de la evolución del modo de vida de los consumidores concretamente del hecho de la atracción de la población hacia los centros urbanos y aglomeraciones industriales y de la mejora del nivel de vida.

Como quiera que sea esta extensión del cultivo del arroz es un fenómeno ininterrumpido que puede observarse desde hace miles de años y que continua en nuestros días.

Existen dos especies de arroz cultivado, uno de origen Asiático (*Oryza sativa. L*) y otro de origen Africano. *Oryza glaberrima.* (Cultivo del arroz A Angledete 1969).

Características del cultivar INCA LP-5.

Es del tipo índica semienana, muy vigoroso en sus etapas iniciales de crecimiento, e porte de la planta es erecto y altura promedio de 90.3cm. Hojas y vainas de color verde oscuro manteniendo una senescencia lenta.

Características agronómicas y de rendimiento:

Rendimiento agrícola t. ha ⁻¹	Seco 8.2 t. ha ⁻¹
	Húmedo 5.7 t . ha ⁻¹

Generalidades del cultivo del arroz.

Ciclo	Seco 128
	Humedo 110
Resistencia al ACAME	Resistente
<i>Togamosodes Oiriziculos Muir</i>	Resistente
<i>Pericularia Grisea Sacc</i>	Moderadamente resistente
<i>Steneotarsonemus Spinki</i>	Moderadamente resistente
Ahijamiento	Fuerte
Siembra de transplante	25 Kg. ha ⁻¹
Siembra boleo	110 Kg. ha ⁻¹
Nitrógeno	Seca 175 Kg. ha ⁻¹

Lluvia 147 Kg. ha⁻¹

Momento optimo de cosecha de 20 a 24% de humedad

Época seca Enero – Febrero 10 Mayor potencial de rendimiento

Época de lluvia Junio – Julio Mayor potencial de rendimiento

Es la variedad más empleada en el sector especializado. Y junto a la variedad Reforma es de las más demandadas por los productores del sector campesino y cooperativo.

2.1.1.- Morfología.

El arroz, es una monocotiledónea perteneciente a la familia *Poaceae*.

Raíces: Son delgadas, fibrosas y fasciculadas, posee dos tipos de raíces.

Seminales: que se origina de la radícula y son de naturaleza temporal.

Adventicias secundarias: Que tienen una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven, estos últimos sustituyen a las raíces seminales.

Tallo: Se forma de nudos y entrenudos alternados, siendo cilíndrico, nudoso, glabro y de 60-120 cm de longitud.

Hojas: Son alternas envainadoras, con el limbo lineal agudo, largo y plano en el punto de reunión de la vaina y el limbo se encuentra una lígula membranosa, bífida y erguida que presenta en el borde inferior una serie de cirros largos y sedosos.

Flores: Son de color verde blanquecino dispuestos en espiguillas, cuyo conjunto constituye una panoja grande, terminal, estrecha y colgante después de la floración.

Inflorescencia: Es una panícula determinada que se localiza sobre el vástago terminal siendo una espiguilla la unidad de la panícula, y consiste en dos laminas estériles la raquilla y el flósculo.

Grano: El grano del arroz es el ovario maduro, el grano descascarado de arroz (cariósido) con el pericarpio parduzco se conoce como arroz café, el grano de arroz sin cáscara con un pericarpio parduzco rojo es el arroz rojo.

2.1.2.- Botánica.

Se trata de una planta anual más o menos pubescente, según las especies de tallos rectos a veces flotantes en ciertas variedades, dispuestas en manojos de raíces fibrosos, capilares y fasciculados.

Por ahijamiento, de cada grano germinado nace un haz de tallos provistos de abundantes hojas cuando son jóvenes, los cuales alcanzan una altura que oscila entre 0.50 – 1.50 metros según la variedad y hasta 5-6 metros en las variedades flotantes los tallos están finamente provistos de nudos de cada uno de los cuales sale una vaina foliar que rodea el entrenudo inmediatamente superior, las hojas lineales más o menos largas tienen una anchura de 5.15 mm en el vértice de la vaina donde se articula la hoja se encuentra una lígula entera o lacinada que alcanza en la (*Oryza Sativa* L) de 10-15 mm de longitud y a veces más, una aurícula en forma de haz, más o menos pilosa de 2-4 mm. en la *Oryza glaberrina* de lígula es corta y truncada.

Las flores se disponen en el extremo de algunos tallos formando una hermosa panícula más o menos compacta de 5-15 cm de largo que adquiere una cobertura elegante, erecta más o menos pendiente. En la época de la madurez en la *Oryza Glaberrina* los ejes de la panícula son rígidos haciéndola más erecta, menos flexible que la *O Sativa* L, espiguillas uniflorales, flores hermafroditas con 6 estambres y 2 estigmas plumosas.

Las envolturas florales son de dos tipos:

- Las glumas, relativamente pequeñas persistentes no acrescentes.
- Las glumelas grandes muy coriácea que envuelven el grano en dos valvas encajadas, constituyendo el conjunto lo que al madurar se le conoce con el nombre de arroz cáscara o arroz Paddy.

En la *Oryza Sativa*, estas glumelas son Pubescentes o lampiñas, la glumela inferior o exterior (encajante) se termina en una espina larga (arrozcos barbudos o más o menos cortos).

Arrozcos aristados o sin aristas. En la *Oryza Glaberrina* está glumela termina en un pico o en una arista muy corta y maciza que no sobrepasa 1.8 cm mientras que la barba de la *Oryza Sativa* puede alcanzar 7 cm.

2.1.3.- Importancia Económica.

El arroz es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial, aunque si el más importante del mundo si se considera la extensión de la superficie en que se cultiva y la cantidad de gente que depende de su cosecha.

A nivel mundial el arroz ocupa el segundo lugar después del trigo si se considera la superficie cosechable, pero si se considera su importancia como cultivo alimenticio, el arroz proporciona más calorías por hectáreas que cualquier otro cultivo de cereales, además de su importancia como alimento el arroz proporciona empleo al mayor sector de la población rural de la mayor parte de Asia Meridional y Oriental, aunque también es ampliamente cultivado en África y en América y no solo ampliamente sino extensivamente en algunos puntos de Europa meridional, sobre todo en las regiones Mediterráneas. (FAO, 2001).

En el caso de nuestro país reviste de gran importancia económica, pues el consumo de este cereal por nuestra población forma parte de uno de los platos principales de la dieta diaria. Además de ser tradicional la cual aumenta considerablemente el consumo de este. Hoy día el llamado hecho a todos los productores de éste cereal, por parte del compañero Raúl Castro Ruz, y directivos del Ministerio de la Agricultura es de producir más con mayor eficiencia para sustituir importaciones. (Congreso de la ANAP, 2010).

Materiales y Métodos

Las pruebas que conforman este trabajo de diploma se realizaron en áreas de la Finca Santa Elena perteneciente a la cooperativa de créditos y servicios fortalecida (CCSF), localizada en Las Nuevas, Municipio La Sierpe, Provincia de Sancti – Spíritus, desde el año 2004 hasta el año 2010, ambos inclusive, para conocer el efecto de algunas alternativas de nutrición sobre el cultivo del arroz, en todos los trabajos realizados la preparación del suelo fue por la tecnología seco – fangueo, independientemente del método de siembra los que se realizaron en diferentes campañas y épocas pero en la misma área.

Métodos de obtención del humus de lombriz líquido

- Se utilizó el humus de lombriz terminado y elaborado bajo techo.
- Como medida convencional, se utilizó un recipiente de 200L de capacidad al cual se le añade el 50% del humus de lombriz y el resto de agua.
- La mezcla que se agitó bien, por una semana hasta que la mayor parte del humus se diluyó en el agua.
- Posteriormente el contenido se filtra en un tamiz de 0.5mm² y se depositó en un recipiente plástico de donde se tomó la solución para su aplicación.

Las características químicas se reflejan en la tabla 1

Tabla 1 Principales características químicas del humus de lombriz.

% de humedad	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O
78	4.52	1.83	3.01

Los resultados que se muestran en la tabla corresponden a muestras analizadas en el laboratorio de suelo de Camagüey enviadas de conjunto con Investigadores de la Estación Territorial de Investigaciones del Arroz “Sur del Jíbaro”.

El suelo utilizado en todos los ensayos (macetas y parcelas) correspondió a un Ferralítico Rojo Amarillento (Según Hernández et. al, 1999), típico de las arroceras de Cuba, cuyas principales características químicas se muestran a continuación.

Tabla 2: Principales características químicas del suelo empleadas en los trabajos realizados.

pH		MO %	Cationes cambiabiles (cmol . kg ⁻¹)				T
KCL	H ₂ O		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	
6.5	7.1	1.06	7.1	2.5	0.29	0.05	11.2

Los datos que refleja la tabla fueron tomados del noveno cartograma agroquímico realizado por el instituto de suelos correspondiente a las áreas arroceras del CAI "Sur del Jíbaro" en mayo 2005.

3.1 Valoraciones en condiciones de producción.

3.1.1 Comportamiento de las Aplicaciones Foliaras.

En áreas productivas de la cooperativa de créditos y servicios fortalecida Camilo Cienfuegos, se seleccionaron dos hectáreas en la campaña de frío 2004–2005, donde se realizó una prueba demostrativa para observar el comportamiento de las aplicaciones foliarias del humus de lombriz mezclado con fertilizantes minerales N.P.K, con vistas a disminuir los desordenes fisiológicos de la planta de arroz e incrementar los rendimientos del cultivo.

El trabajo se ejecutó sobre un suelo Ferralítico Rojo Amarillento (según Hernández y Col 1999).

El cultivo de arroz utilizado fue la LP.5 la cual se sembró por los métodos de transplante donde primeramente se realizó el semillero y transplante a los 23-28 días después de germinado (ddg) el mismo con un marco de plantación.

La plantación 20x20.

Las dosis de fertilizante mineral aplicadas fueron:

N = 175 Kg. ha⁻¹ P₂O₅ = 75 Kg. ha⁻¹ K₂O = 75 Kg. ha⁻¹

En el caso del semillero recibió el 25% de la dosis de fertilizante mineral, lo que es equivalente a

N 43.75 Kg. ha⁻¹

P₂O₅: 18.75 Kg. ha⁻¹

K₂O: 18.75 Kg. ha⁻¹

Posteriormente al transportarse se efectuaron las aplicaciones de Fertilizante Nitrogenado, a los 10 días se añadió el 40% de la dosis según Instructivo Técnico 2002 lo que equivale a N = 70 Kg. ha⁻¹ a los 50 días se aplicó el 35% restante equivalente a 61.25 Kg. ha⁻¹

La fertilización Fosfórica y Potásica posterior al transplante se realizó adicionando el 75% de la dosis de fondo en una sola aplicación, equivalente

P₂O₅ = 56.25 Kg. ha⁻¹ K₂O = 56.25 Kg. ha⁻¹ respectivamente.

La fertilización foliar del humus de lombriz mezclados con los minerales N.P.K se realizó en tres momentos en el Campo A y cuatro en el Campo B.

El proceso de la mezcla fue de la forma siguiente: a la Solución de humus de lombriz se le añadieron 350gr de Urea, Super fosfato, Triple y Cloruro de Potasio respectivamente, lo que dio un equivalente de N = 161gr, P₂O₅ = 161gr, K₂O = 210gr, agitando hasta lograr la mezcla total, en el caso del Fósforo y el Potasio fue humedecido y macerado previamente para ayudar a su disolución, una vez realizada la disolución, se tomaron 3.5L de la misma y se introdujeron en una mochila de 16L rellenando el resto de agua. Aplicando 14 mochilas en cada hectárea, lo que me da una dosis de 49L de Solución total por cada ha⁻¹ en cada aplicación.

Campo A. Area = 1 hectárea.

Se realizaron tres aplicaciones foliares de humus de lombriz líquido mezclado con los minerales N.P.K de la forma siguiente:

Aplicaciones	Momentos
1ra _____	15 días después del transplante (ddt)
2da _____	30 días (ddt)
3ra _____	50 días (ddt)

Campo B. Area = 1 hectárea.

Aplicaciones	Momentos
1ra _____	15 ddt
2da _____	30 ddt
3ra _____	50 ddt
4ta _____	60 ddt

Evaluaciones realizadas

- Valoración visual del estado vegetativo de la planta (coloración de la planta).
- Rendimiento agrícola total del grano al 14% de humedad.

3.1.2 Efectos de las aplicaciones foliares de diferentes dosis de humus de lombriz mezclado con N.P.K.

Teniendo en cuenta los resultados anteriores se determinó realizar un trabajo en la misma área durante la campaña de frío 2006 – 2007, con el objetivo de observar el efecto de las aplicaciones foliares de humus de lombriz mezclado con los fertilizantes minerales N.P.K. El cultivar de arroz utilizado fue la LP.5, la cual se sembró de forma directa, o boleo, con semilla pre germinada a razón de 130 Kg. ha⁻¹.

La fertilización mineral se realizó de la forma siguiente:

N = 138 Kg. ha⁻¹ P₂O₅ = 75 Kg. ha⁻¹ K₂O = 75 Kg. ha⁻¹.

Tratamientos.

- 1- Testigo de referencia N.P.K (según Instructivo Técnico 2002).
- 2- Fertilización del suelo al 100% N.P.K, mas las Aplicaciones Foliares de humus de lombriz liquido mezclado con N.P.K.

- . Método de fertilización del suelo
- . El Fósforo se aplico en ambos casos todo de fondo previo a la siembra.
- . El Potasio fue aplicado de una sola vez en el cambio de primordio.

La Fertilización Nitrogenada se realizó en tres fraccionamientos.

Aplicación	Dosis	Momento (ddg)
1 _____	46 _____	12 _____
2 _____	46 _____	35 _____
3 _____	46 _____	40 _____

El procedimiento de la mezcla de humus de lombriz con los fertilizantes minerales N.P.K, se realiza de la misma forma que el caso anterior, diferenciándose en las dosis lo cual se refleja en la siguiente tabla.

Tabla 3: Momentos de aplicación y dosis.

aplicación	Momento ddg	Fertilización Mineral			Solución	
		N (gr)	P2O5 (gr)	K2O (gr)	L / mochila	L . ha ⁻¹
1	7	161	161	210	3.5	49
2	20	161	161	210	3.5	49
3	35	193	193	252	4.0	56
4	50	193	193	252	4.0	56
5	68	225	193	252	4.5	63
6	80	257	193	252	5.0	70
	total	1190	1094	1428		343

El área de cada tratamiento consta de 1 hectárea a las que se le aplicaron 14 mochilas de la solución las que prepararon de la misma forma que el Trabajo Anterior.

Evaluaciones realizadas

- Valoración visual del estado vegetativo de la planta (coloración de la planta).
- Rendimiento agrícola total del grano al 14% de humedad.

3.1.3 Efectos de la Fertilización Foliar de diferentes dosis de humus de lombriz mezclada con N.P.K disminuyendo el 60% del Nitrógeno al suelo.

El trabajo se realizó en la campaña de primavera 2010 en la misma área, con el mismo cultivar, dosis de semilla, preparación de suelo y tecnología de siembra que el trabajo anterior, variando el número de aplicaciones Foliares de humus de lombriz mezclado con N.P.K y la cantidad de Nitrógeno al suelo el cual fue del 60% solamente del recomendado por el Instructivo Técnico equivalente a 82.8 Kg.ha⁻¹.

N = 138 Kg. ha⁻¹ P₂O₅ = 75 Kg. ha⁻¹ K₂O = 75 Kg. ha⁻¹

Tratamientos.

- 1- Testigo de referencia (según Instituto Técnico).
- 2- Fertilización al suelo al 60% de Nitrógeno más P₂O₅, K₂O, más aplicaciones de humus de lombriz mezclado con N.P.K.
 - . El fósforo se aplicó todo de fondo, previo a la siembra.
 - . El Potasio fue aplicado una sola vez en el cambio de primordio.
 - . La fertilización se realizó de la siguiente forma.

Tabla 4: Momentos de aplicación y dosis.

Aplicaciones	Dosis Kg . ha ⁻¹		Momentos
	T.1	T.2	
1	46	27 6	12
2	46	27 6	30
3	46	27 6	65

La mezcla del humus de lombriz con los Fertilizantes Minerales N.P.K fue igual al trabajo anterior, pero con una séptima fertilización foliar , el método de aplicación se efectuó igual a los trabajos anteriores, 14 mochilas . ha⁻¹.

La forma de aplicación de la solución se refleja en la tabla siguiente:

Tabla 5: Momentos de Aplicación y dosis.

Aplicaciones	Fertilización Mineral				Solución	
	Momento ddg	N (gr)	P2O5 (gr)	K2O (gr)	L / mochila	L . ha ⁻¹
1	8	161	161	210	3.5	49
2	20	161	161	210	3.5	49
3	35	193	193	252	4.0	56
4	50	193	193	252	4.0	56
5	62	193	193	252	4.5	63
6	75	193	193	252	5.0	70
7	85	193	193	252	5.0	70
	Total			1680		

Evaluaciones realizadas

- Valoración visual del estado vegetativo de la planta (coloración de la planta).
- Rendimiento agrícola total del grano al 14% de humedad.
- Longitud de Hoja Bandera (cm).
- Longitud de Hoja Panícula (cm).
- Número de ramas por Panícula.
- Granos llenos por Panícula
- Granos vanos por Panícula.
- % vanos.
- Peso de 1000granos (gr.)
- Análisis económico.

Resultados y discusión

4.1. Valoración en condiciones de producción.

4.1.1. Comportamientos de las aplicaciones foliares de humus de lombriz mezclado con NPK.

En la figura 1 se muestran los rendimientos del grano obtenidos con el cultivar de arroz L – p5 en base al arroz cáscara al 14 % de humedad.

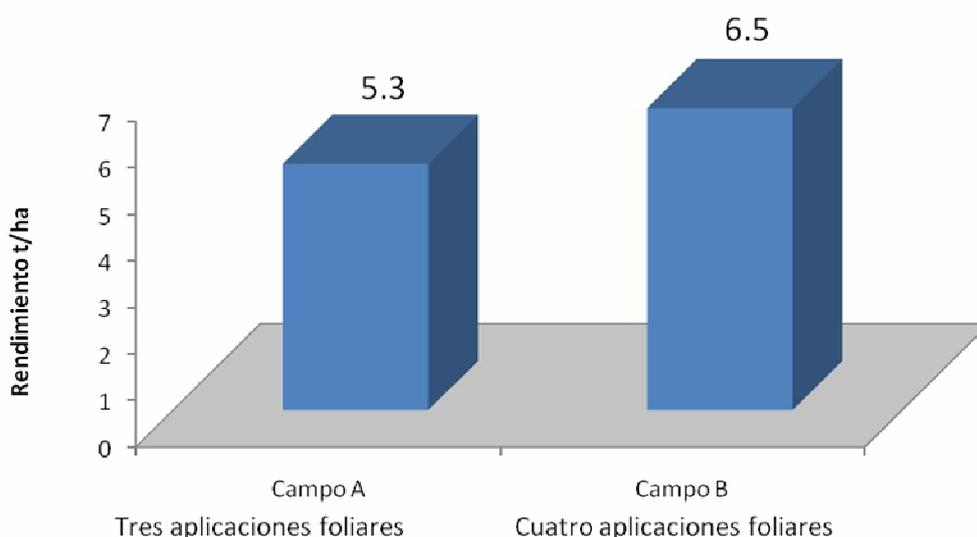


Figura 1. Comportamiento del rendimiento agrícola Frío 2004 - 2005.

Los rendimientos agrícolas obtenidos a partir de la aplicación foliar del humus de lombriz mezclado con la fertilización mineral NPK muestra una respuesta acentuada lo que permitió alcanzar rendimientos de 5.3 y 6.5 t.ha⁻¹, cuando se realizaron tres y cuatros aplicaciones respectivamente, en diferentes etapas del desarrollo vegetativo del cultivo, superando en 3.0 t.ha⁻¹ como promedio a los que se estaban obteniendo antes de utilizar esta alternativa de fertilización, que no superaban las 2.9 t.ha⁻¹.

Los resultados alcanzados pueden estar dados según consulta realizada con algunos investigadores de la Estación Experimental del arroz, que plantean que con las aplicaciones foliares de humus se puede producir una aceleración del crecimiento de la

planta, que resulta estimulante a diferentes procesos fisiológicos, que deben contribuir al incremento de los rendimientos.

Por otra parte se plantea que con las aplicaciones foliares del humus líquido aumenta la absorción del nitrógeno y fósforo, así como favorece la actividad respiratoria de la planta y el crecimiento de las raíces.

4.1.2. Efecto de las aplicaciones foliares de diferentes dosis de humus de lombriz mezclado con NPK.

En la Figura 2, aparecen los rendimientos agrícolas obtenidos al realizar fertilización mineral de NPK al suelo más seis aplicaciones foliares de humus de lombriz mezclado con NPK, comparado con un testigo de referencia el cual se fertilizó con NPK, según recomendaciones del Instructivo Técnico

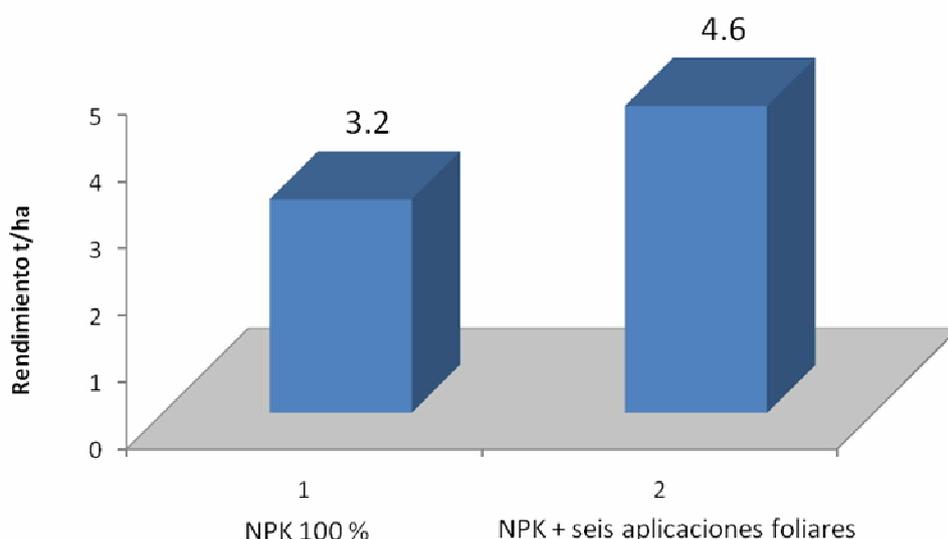


Figura 2. Comportamiento del rendimiento agrícola Frío 2006 - 2007.

Por otra parte al analizar los tratamientos donde se realizaron combinaciones de NPK al suelo más seis aplicaciones foliares de humus de lombriz se obtuvieron rendimientos superiores al testigo de referencia, donde se aplicó el 100 % de NPK, según recomendaciones del Instructivo Técnico, alcanzando un incremento de 1.4 t.ha^{-1} , lo que demuestra la efectividad de mejorar la nutrición del cultivo con la utilización de humus líquido proporciona sustancias esenciales en estado asimilable para la planta, fundamentalmente en la fase reproductiva para contribuir al llenado del grano, lo que repercute en el incremento de los rendimientos.

4.1.3. Efecto de las aplicaciones foliares de diferentes dosis de humus de lombriz mezclado con NPK, disminuyendo el 60 % del nitrógeno al suelo.

En la figura 3 se muestran los rendimientos agrícolas obtenidos en la campaña de primavera 2010 cuando se realizó con 60 % del nitrógeno al suelo más 100 % de PK y siete aplicaciones foliares de humus de lombriz mezclado con NPK.

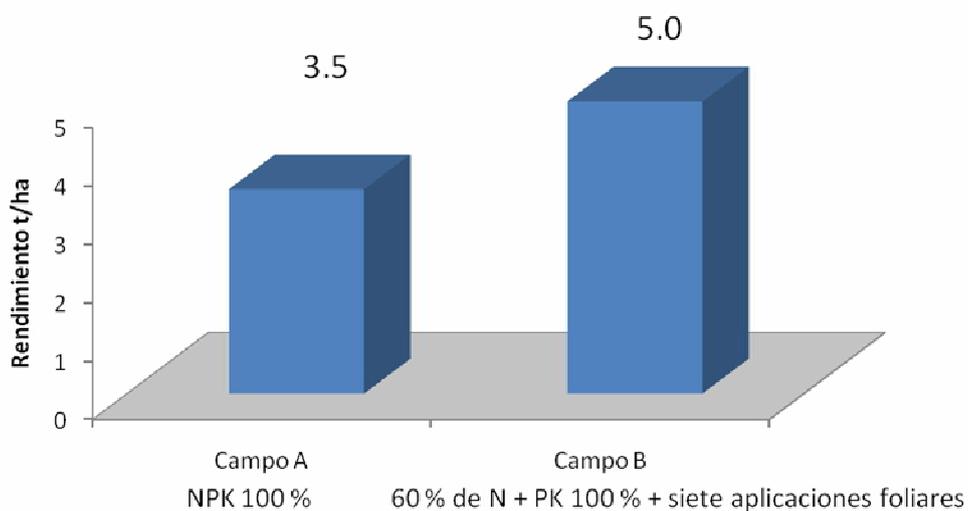


Figura 3. Comportamiento del rendimiento agrícola Primavera 2010.

Se puede observar los resultados obtenidos (rendimiento agrícola en $t \cdot ha^{-1}$), donde pudo comprobarse que el campo B al cual se le aplicó 60 % de N más el 100 % de PK y siete fraccionamientos de humus de lombriz mezclado con NPK superaron al testigo de referencia con el 100 % de NPK al suelo en $1.5 t \cdot ha^{-1}$, lo que corrobora lo que se ha obtenido en las campañas precedente, demostrando que el área donde se han realizado los trabajos muestra un déficit nutrimental, insuficiente para alcanzar altos rendimientos en el cultivo. (Ver tabla # 6)

TABLA 6: Evaluaciones de otros parámetros de rendimiento (Promedio).

Tratamientos	Longitud hoja bandera (cm)	Longitud Panícula (cm)	# Ramas/ Panícula	Granos llenos/ Panícula	Granos vanos/ Panícula	% de vaneos	Peso de 1000 granos (gr)
A	30.83	22.4	10.1	92.5	18.7	16.8	29.48
B	39.75	25.1	11.0	133.3	12.5	8.6	30.25
B - A	8.92	2.7	0.9	40.8	-6.2	-8.2	0.81

Leyenda:

A = Testigo NPK

B = 60 % de N + PK 100 % + siete aplicaciones foliares

En la tabla 6 se muestran los resultados alcanzados en condiciones de producción, los que corroboran los rendimientos obtenidos de forma general, demostrando que cuando se utilizó el 60 % de N + PK 100 % + siete aplicaciones foliares rendimientos superaron al testigo en 1.5 t.ha⁻¹, con marcada diferencia; alcanzándose un incremento en todos los parámetros evaluados con relación al desarrollo vegetativo de la planta y el rendimiento, destacándose los granos llenos por panícula con 40.8% a favor de B, y una disminución de 8.2% en el porcentaje de vaneos, lo que pudo estar dado por los elementos químicos que contiene este fertilizante foliar, que toma una participación muy activa en la división meiótica a través de los elementos que aporta, así como posteriormente en el llenado del grano.

4.2. Análisis Económico.

Tabla No 7: Análisis económico comparativo entre la fertilización con el 60 % de nitrógeno más PK combinado con siete aplicaciones foliares de humus de lombriz mezclado con NPK y el testigo NPK al 100 %.

En la tabla # 7, se muestran los resultados del análisis económico para una hectárea, donde se aplicó el 60 % de nitrógeno combinado con siete aplicaciones foliares de humus de lombriz mezclado con NPK comparado con el testigo fertilizado con NPK aplicando el 100 % al suelo.

Variantes	Rendimiento agrícola (t.ha ⁻¹)	CUP por hectáreas		
		Ingreso	Gastos	Ganancia
A	3.5	9 891.28	205.93	9 685.35
B	5.0	14 130.40	180.50	13 949.90
B-A	1.5	4 239.12	- 25.43	4 264.55

Leyenda:

A = Testigo NPK B = 60 % de N + PK 100 % + siete aplicaciones foliares

El precio del arroz fue calculado en base 130.0 pesos el quintal (46.0 Kg), en el caso del humus de lombriz el valor por tonelada de producto fue de 125.0 pesos.

Atendiendo a los resultados obtenidos en ambos tratamientos en la tabla, podemos observar que el tratamiento B (60 % de N + PK 100 % + siete aplicaciones foliares) superó en 1.5 t.ha⁻¹ al testigo de referencia (NPK al 100 % al suelo solamente), lo que permite un incremento en los ingresos a favor del mismo, que una vez descontados los gastos incurridos por concepto de fertilizantes aplicados, nos da una ganancia relativa de 4 264.55 pesos por hectárea.

4.3. Valoración General.

Como se aprecia en todos los trabajos realizados hubo una marcada respuesta a las aplicaciones de fertilizante foliar con humus de lombriz líquido mezclado con los minerales NPK, destacándose la primera campaña de frío con los rendimientos más altos con 5.3 y 6.5 t.ha⁻¹ cuando se realizaron tres y cuatro aplicaciones foliares respectivamente, lo que pudo estar dado por el método de siembra empleado que fue por trasplante, lo que garantizó una mayor población y uniformidad en todo el desarrollo vegetativo de la planta.

Conclusiones

De forma general siempre que se realizaron aplicaciones foliares de humus de lombriz líquido mezclado con fertilizantes minerales N.P.K hubo un incremento de los rendimientos agrícolas.

En la campaña de frío 2004 – 2005 fue la que más altos rendimientos alcanzó con un rendimiento promedio de 5.9t. Ha⁻¹ lo que pudo estar dado por el método de siembra empleado, transplante, lo que garantizó una mayor población.

La fertilización combinada de N.P.K al suelo más seis aplicaciones de humus de lombriz líquido mezclado con N.P.K al suelo solamente en 1.4t. Ha⁻¹ en relación al rendimiento agrícola.

La efectividad de la combinación del 60% de nitrógeno al suelo más el fósforo y el potasio con siete aplicaciones foliares mas humus de lombriz mezclado con N.P.K en condiciones de producción proporcionó un incremento del rendimiento al compararlo con el testigo N.P.K de 1.5t .ha⁻¹.

El análisis económico realizado al valor la eficiencia de la fertilización del 60% de N al suelo más fósforo y potasio combinado con siete aplicaciones foliares de humus mezclado con N.P.K mostró una ganancia relativa de 4260.55 pesos por hectáreas.

Recomendaciones

- Tomando en cuenta el bajo contenido de materia orgánica del suelo y la poca disponibilidad de fertilizantes minerales, sería recomendable realizar aplicaciones orgánicas al suelo.
- Continuar los trabajos replicando los mismos para poderle realizar estadísticas y poder recomendar dosis definidas para las condiciones estudiadas.
- Incluir el humus de lombriz foliar en la fertilización del cultivo de arroz en pequeñas áreas del sector cooperativo y campesino.

Bibliografía

- Castro Ruz, Fidel. (1997). Resolución Económica del V Congreso del Partido Comunista de Cuba. La Habana
- Castro Ruz, Raúl. (2010). X Congreso de la ANAP. La Habana. Cuba
- Abdujabbarov Z. I. (1974). Influencia de los Fertilizantes sobre el arroz en dependencia del grano y tipo de salinidad del suelo.
- Angladette A. (1969) Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales, Instituto del Libro, Primera Edición. pp. 12,15
- Baba (1965). Arroz. Boletín de Reseña. Febrero 1981. p.15.
- Cabello, et. all. (1989) Informe sobre el estudio de la Sesbania como abono verde en el mejoramiento de los suelos. La Habana.
- Cairo, P. (1982). Relación entre materia orgánica y las propiedades estructurales de los suelos. Simposio sobre Aprovechamiento de Residuales. CMICT. Cienfuegos. Cuba
- Calderón. F. (1995). Concepción Moderna de la Nutrición Vegetal para la Interpretación de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas para Riego. Bogotá, pp. 305.
- Cartograma Agroquímico. (2005). CAI Arroceros "Sur del Jíbaro". Realizado por el Laboratorio de Suelos Camagüey.
- Castaño. J. (1993). Rice grain discoloration disease in Colombia. Final Report. Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT 1983.
- Castilla, L. (2001). Fertilización y Nutrición, factores claves en el cultivo de Arroz. Arroz Septiembre-Octubre 2001 ISSN. 0120-1441. Bogotá. Colombia. Vol-50 No. 434, pp. 10.
- Chesnin, L. (1982). El Papel de los fertilizantes orgánicos en el aumento de la fertilidad de los suelos. Información Express. 6. Edit. CIDA. Cuba. pp. 26-27.
- Copley, J. (2000). El aumento de la biodiversidad en relación con el incremento de la materia orgánica.
- Doyle. J. J. (1968) The Response of Rice to Fertilizer. FAO. Agricultura Studies. Roma.
- Edwards. et. all. (1992). The use of earthworms in environmental management. Soil Biol. Biochem 24 (12). pp. 1683-1689.
- FAO. (2000). Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de los suelos. Boletín de tierra y agua de la FAO. No. 8: pp. 220.

- Flaig, W. (1984). Soil Organic Matter as a source of nutrients. *Matter and Rice Philippines*; pp. 73-92.
- Gross, A. (1966). *Abonos*, La Habana. Edición Revolucionaria. pp. 180-182.
- Guseinov, R. K. (1964). *Características Agroquímicas de los Suelos y la fertilización de los arrozales de Birmania*. Baku.
- Hernández, et, all. (1999). *Nueva versión de clasificación de los suelos de Cuba*. Instituto del Suelo. MINAG. Ciudad Habana. Cuba.
- Hernández, J. (1969). *Desarrollo y Fisiología de la planta de arroz*. En: *Curso de capacitación sobre el cultivo del arroz*. Perú.
- Instituto de Desarrollo Sostenible del Ministerio de la Agricultura (IIPF-MINAG) (2004). *Abonos orgánicos – ComPost, Lombricultura y Abonos Verdes.*, La Habana, noviembre.
- Jacob, et, all. (1968). *Fertilización, Nutrición y Abonado de los cultivos tropicales y subtropicales*. Edit. Rev. 3ra. Edición. Inglaterra: pp. 65-70.
- Karupiat, et, all. (1987). *Efficiency of Phosphorus Form combined with organic manure in Rice-Rice cropping*. Edit. IRRI.
- Kirichenko, et, all. (1998). *Elaboración del Sistema de Fertilización en rotación con arroz*.
- Lee, et, all. (1995). *Use of earthworms for waste disposal. Their ecology and relationships with soil and land use*. Academia Press. New York. pp. 315-327.
- Longson, G. (1998). *Worldwide progress in Vermicomposting* *Biocycle* 39 (10). pp 63-65.
- Millar, G. (1967). *Fertilidad del Suelo*. Edición Revolucionaria. La Habana.
- Ministerio de la Agricultura (MINAGRI). (2002) *Instructivo Técnico. Manual del Arrocero*. Instituto de Investigación del Arroz.
- Ministerio de la Agricultura. (2004). *Humus Líquido, tecnología de obtención y aplicación*. Grupo Técnico de Biofábricas y Plátano.
- Muñiz, O. (1991). *V Conferencia: Los sistemas integrados de la nutrición vegetal (SINV)* Instituto de suelos. MINAGRI. Cuba.
- Neinilov, et, all: (1956). *Teoría y práctica del incremento de la fertilidad del suelo en los campos arroceros de la región de Primorie*. Antreferat. de la tesis de doctor. Moscú. *Boletín de Reseña. Arroz*. Febrero 1981: pp. 19.
- Ortega, et. Al 1975. *El contenido de la materia orgánica y la relación carbono nitrógeno de los principales suelos pardos tropicales de Cuba*. *Revista de Agricultura* No. 1. Edit. A. Ciencias. PP. 18-25.

- Paneque, et. All. (1998). Abonos Orgánicos. Concepto práctico para su evaluación y aplicación (folleto) INCA. departamento biofertilización y nutrición de las plantas y apto "Fitotecnia". La Habana, Septiembre 1998.
- Pequeño, J. (1966). Agroquímica. Tomo 1 Editorial Universitaria, La Habana Cuba.
- Perdomo, et, al. (1997). Correo, boletín informativo de la federación nacional de arroceros. Tarifa postal reducida, No. 1321. Apartado postal. Santa Fe de Bogotá. D. C.
- Piñuela, J. (2004). El humus de lombriz. Disponible en: J.P.Murdo.CK@hotmail.com, 01080@correo.zamorano.edu.hn. Última visita, 06 de diciembre de 2008.
- Revista ACTAF (2006). Agricultura orgánica. No. 2.
- Robert, F. (1996). Funciones de la materia orgánica en los suelos. Capítulo V. Principales consecuencias e impacto de la captura de carbono.
- Ruiz, et, all. (1978). Influencia de la materia orgánica en las propiedades del suelo. Boletín de reseña 1. Edit. CIDA: PP. 70-71.
- Rusell, et. all. (1976). Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Editorial Revolucionaria. La Habana.
- Saborit, et, all. (2002). Estación territorial de investigación del arroz "Sur del Jíbaro". Memorias. Arroz. Segundo encuentro internacional de arroz. 10-12 de Julio, 2002.
- _____ (2005). Estación territorial de investigación del arroz "Sur del Jíbaro". Tesis de Doctorado. 2009.
- _____ (2005). Efecto del estiércol vacuno sobre el desarrollo y rendimiento de la variedad de arroz J-104: Segundo Foro científico técnico del CIMCT de Sancti Spíritus.
- Salcedo, F. 2001. Proceso de producción de humus líquido. Clasificación principal. C05F03/00. Petición de búsqueda. 9909977. Disponible en: <http://www.oepm.es/public/catipat>
- Salgado, et, all. (2001). Correo Fedearroz. Octubre. Boletín Informativo de la Federación Nacional de Arroceros. Fondo Nacional de Arroz. Bogotá. D.C. SIN.
- Sanso, R. (2005). Los microelementos y el cultivo del arroz. Boletín de reseñas No. 15 CIDA La Habana. Cuba.
- _____ (2010). Comunicación personal en Diplomado de Agronomía, Sede Universitaria Sancti Spíritus. Junio.
- Shigan, H. (1976). Role of Soil Fertility in Rice Production. Hokuno 43(3). pp. 18-31.

- _____ (2005). Basal Nitrogen Fertilization increases productivity of rainfed upland rice. pp. 33-34.
- Shing, Misha (2005). Can Rhizobial inoculation promote rice growth through nitrogen fixation? International rice research, notes. IRRI, Philippines. pp. 28-29
- Suquilanda, M. (1997). Agricultura Orgánica, alternativa tecnológica del futuro, UPS, Ediciones, Quito (1997). Departamento de Información de patentes CIGET Sancti Spíritus.
- Tanaka. et, all. (1999). Studies on the nutrition of rice plant.VII influence of increasing levels of phosphate and potash on growth, yield and nutrient uptake by rice plants. Proc.Indian. Acad. Sci.set. B. 49.
- Turchin, F. (1964). Efecto conjunto del nitrógeno, fósforo, potasio en la nutrición de las plantas por la utilización de ellas de formas de nitrógeno nítricas y amoniacaes. Agroquímica 5. Boletín de reseña. Arroz. Febrero 1981: pp. 18
- Udovenko, G. (1964). Influencia del potasio y el cloro sobre la actividad fotosintética de las plantas. Agroquímica 5 Boletín de reseña. Arroz. Febrero 1981: pp. 19.

TRABAJO DE DIPLOMA

En Opción al Título de Ingeniería Agropecuaria.

Título: Comportamiento de Aplicaciones Foliars de Humus de Lombriz con NPK mezclado al cultivo del Arroz. (*Oryza Sativa L.*)

Autor: Rolando Onelio Rodríguez Hernández.

Opinión del Orientador Científico

El trabajo se realizó en condiciones de producción del Sector Cooperativo y Campesino en áreas de la Finca Santa Elena perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios Fortalecida (CCSF) Camilo Cienfuegos en Las Nuevas, La Sierpe, Sancti Spiritus a partir de la observación de una clorosis verde – amarillenta en las plantaciones de arroz (*Oryza Sativa L.*) posterior al trasplante en campañas de frío, los bajos contenidos de materia orgánica y la disminución de los rendimientos agrícolas del cereal por lo que surgió la idea de evaluar el comportamiento de las Aplicaciones Foliars de Humus de Lombriz con NPK mezclado al cultivo del Arroz con el objetivo de dar solución de una forma practica a los desordenes fisiológicos de la planta e incrementar los rendimientos sin encarecer los costos y proteger el medio.

Para evaluar el efecto de las aplicaciones foliars de humus de lombriz con NPK mezclado se realizaron tres campañas, dos de frío y una de primavera, donde se pudo comprobar que con el empleo de la fertilización foliar con humus de lombriz líquido mezclado con la mineral NPK permitió un incremento en los rendimientos, alcanzando 5.3 t.ha⁻¹ como promedio de las diferentes variantes utilizadas. Al realizar el análisis económico el tratamiento donde se redujo el 40 % del nitrógeno con siete aplicaciones foliars superó al testigo NPK en 1.5 t.ha⁻¹ del grano alcanzando una ganancia relativa de 4 264.55 pesos por hectárea.

De acuerdo a lo expuesto, estimo que el trabajo posee una gran novedad y originalidad, pues aunque con relación a las aplicaciones foliars se ha trabajado en otros cultivos con buenos resultados en el caso del arroz no es mucho lo que se tiene en este sentido y nunca mezclándolo con diluciones de NPK, pues no tengo conocimiento que se haya trabajado de esta la fertilización en Cuba, ya que si se han realizados aplicaciones foliars de humus, pero nunca mezclado con NPK.

Por otra parte, el diplomante realizó una buena consulta bibliográfica mostrando actualidad en la misma, aunque es necesario señalar que en relación al tema de

aplicaciones foliares de humus de lombriz en el cultivo del arroz no fue posible encontrar bibliografía a pesar de realizar búsqueda por Internet a través del CIGET, pero si profundizó su estudio y práctica sobre el tema objeto de análisis mediante consultas con investigadores de la Estación Territorial de Investigaciones de Granos “Sur Del Jíbaro”. Respecto a su incidencia en los trabajos, es de destacar que todos los realizó con total independencia, pues una vez realizados fue que se acercó para la escritura del mismo lo que provocó que no fuera posible aplicar variantes que permitieran realizar análisis estadísticos.

Todos los trabajos realizados fueron bien planificados, atendiendo a los objetivos propuestos por el diplomante.

Los resultados alcanzados pueden ser una alternativa para la fertilización, sobre todo en pequeñas áreas del sector Cooperativo y Campesino, por lo que proponemos que deben tomarse en consideración, ya que nos brindan posibles soluciones al problema existente con la escases de fertilizantes para el cultivo del arroz y también con vista a proteger el medio ambiente.

Tomando en consideración todo lo antes expuesto con anterioridad, opino que este trabajo de diploma reúne las condiciones necesarias para proponer la calificación de 5 puntos (Excelente) en dependencia de la defensa que el diplomante realice