



UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS  
"José Martí Pérez"  
(UNISS)  
Facultad de Ciencias Agropecuarias  
(FCA)



DEPARTAMENTO AGROPECUARIO

# Trabajo de Diploma

**Título: Influencia del Fitomás – E combinado con NPK en los Rendimientos Agrícolas del cultivo del Arroz (*Oryza Sativa L*) anegado.**

**Autor: Manuel Eduardo Montes Flores**

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

**Sancti Spíritus 2012**

**Año 54 de la Revolución**

# *Pensamiento*

*La naturaleza no tiene celos, como los hombres.  
No tiene oídos, ni miedo como los hombres, no  
cierra el paso a nadie, porque no teme a nadie.  
Los hombres siempre necesitarán los productos  
de la naturaleza.*

*José Martí.*

# *Dedicatoria*

*Dedico este trabajo a:*

*Fidel, Raúl, la Revolución y a los mártires que hicieron posible que jóvenes trabajadores pudiéramos superarnos y formarnos como futuros Ingenieros.*

*Al tutor MSc. Rolando Saborit Reyes que con su dedicación y esfuerzo nos ha orientado desinteresadamente.*

*Mi familia que tanto me ha apoyado en todo momento*

*Mis compañeros de trabajo en especial Lupe y Anabel que me han brindado su apoyo en todo momento sin pedir nada a cambio.*

*A mí amigo Ibrain quien al final me dio tanta ayuda de forma desinteresada.*

## RESUMEN

Tomando en consideración las observaciones sobre una clorosis verde – amarillenta en las plantaciones de arroz (*Oryza Sativa L.*), los bajos contenidos de materia orgánica y la disminución de los rendimientos agrícolas del cereal en áreas de UBPC Agropecuaria Las Nuevas, Municipio La Sierpe, Provincia Sancti Spiritus se realizaron aplicaciones foliares de Fitomás-E combinados 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 Gley Vértigo, durante los años 2010 y 2011, utilizando el cultivar Lp-5, la siembra se realizó a voleo, la fertilización se efectuó combinando Fitomás-E con NPK a diferentes dosis y en distintas fases vegetativas de la planta de arroz. Los resultados mostraron que el empleo de la fertilización foliar con Fitomás-E combinado con la mineral permitió un incremento en los rendimientos, alcanzando  $4.75 \text{ t.ha}^{-1}$  como promedio de las diferentes variantes utilizadas. Al realizar el análisis económico el tratamiento de la campaña de Frío 2010-2011 donde se aplicó 65% de nitrógeno con 5 aplicaciones foliares más el 100% de PK, superó al testigo que se le aplicó  $130 \text{ kg N} + 100 \% \text{ PK}$  según instructivos técnicos, en  $2.5 \text{ t. ha}^{-1}$  alcanzando una ganancia relativa de 7884.54 pesos por hectárea, lo que demuestra que económicamente el resultado es aplicable en la producción, ya que el Fitomás-E por ser un producto ecológico no afecta el medio ambiente, y permite un aumento del rendimiento, lo que puede contribuir a sustituir importaciones.

**Palabras claves. Fitomás-E, Arroz, Fertilizante foliar, Rendimiento.**

## SUMMARY

In consideration with the observations on a green - yellowish color's leave in the plantations rice (*Oryza sativa* L.), the low contained of organic matter and the decrease agricultural yields in this cereal in Agricultural UBPC Las Nuevas, in the Las Nuevas community, La Sierpe Municipality, Sancti Spiritus Province, was carried out foliage applications with Fitomás combined with mineral fertilizers NPK to different dose and application moments, to obtainer a nutrition alternative for the cultivation rice. This study was executed on a Gley Vertigo soil, during 2010 and 2011 years, using INCA LP-5 variety, the sow was carried out for the volley method, the fertilization was made combining Fitomás-E with NPK to different dose and in different vegetative phases of plant rice. The results showed that the employment the foliage fertilization with Fitomás-E combined with the mineral NPK auspicious an increment the yields, reaching 4.75 t.ha-1 like average gives the different used variants. When carrying out the economic analysis the treatment gives in campaign Cold 2010-2011 where you applies 65% of nitrogen with 5 foliages applications, more 100% of PK, it overcame the witness that is applied 130 kg N + 75 kg PK according to technical instructive, in 2.5 t.ha-1 reaching a gain 7884.54 pesos for hectare. Economically the result was good since the Fitomás-E to be an ecological product and it doesn't affect the environment, it substitutes imports and increase the yield with regard to the witness.

# ÍNDICE

1- INTRODUCCIÓN -----	1
2- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA -----	4
2.1 Fundamentación Teórica -----	17
2.1.1 Generalidades del El cultivo del Arroz-----	17
2.1.2 Morfología y Taxonomía -----	20
2.1.3 Botánica-----	21
2.1.4 Importancia Económica-----	22
3- MATERIALES Y METODOS -----	23
4- RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	29
4.1 Valoración en condiciones de producción-----	29
4.2 Análisis Económico-----	34
5-CONCLUSIONES -----	35
6-RECOMENDACIONES -----	36
7- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	37

## 1. Introducción.

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

El arroz (*Oryza sativa L.*) es el alimento básico de la población cubana, con un consumo per cápita de 69,5 Kg, sin embargo, las producciones de este cereal solo satisfacen el 50 % del consumo nacional (Normas técnicas el Arroz, 2009).

En la actualidad existen diferentes factores que impiden alcanzar el potencial productivo de las variedades de arroz liberadas en el país, siendo algunos de ellos la degradación de los suelos, la poca utilización de abonos orgánicos, fertilizantes foliares y un mal manejo de la fertilización mineral que garanticen un balance adecuado en la nutrición de la planta de arroz.

Por otra parte en bibliografía consultada e intercambio con investigadores de la Estación Territorial de Granos "Sur del Jíbaro" se pudo constatar de los beneficios de la utilización combinada del Fitomás-E con la fertilización mineral, en los incrementos de los rendimientos de varios cultivos, dentro de los que se incluye el arroz. González (2010).

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 del país. 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).

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 nutrición de las plantas es un proceso complejo en el cual sucede una gran cantidad de interrelaciones de tipo físico, químico y 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 (Calderón, F. 1995)

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).

Según González. (2009) muchos productores agrícolas cubanos califican al Fitomás-E como el bioestimulante del siglo, por sus resultados tan evidentes, en una amplia gama de cultivos. Es un líquido de aplicación foliar, estimulante del crecimiento vegetal general y de acción anti-estrés, con efectos que incrementan la producción entre 6 y hasta 70 %, en dependencia del cultivo y las condiciones de su empleo. Es un producto de origen natural, que actúa como bionutriente vegetal. Contiene materia orgánica, donde se encuentran las sustancias activas y sales. Estimula la germinación, el crecimiento, la floración, fructificación y también actúa como producto anti-estrés, en caso de sequía, exceso de humedad, fototoxicidad, salinidad, etc. Se ha demostrado que es un potenciador de agroquímicos, porque disminuye las dosis necesarias de pesticidas y herbicidas. Tiene amplia aplicación, tanto en la agricultura convencional como en la sostenible.

Según González, (2010) El Fitomás-E se ha evaluado en más de 30 cultivos, entre ellos tomate, col, lechuga, flores, frijoles, tabaco, pimientos, melón, pepino, boniato, acelga, rábano, césped. Se ha aplicado en Cuba en caña de azúcar a dosis de 2 litros/ha en más de 100 000 ha en las zafras 2003, 2005, 2006 y 2007, con incrementos de producción de caña hasta de 12 ton/ha. González, Concluye diciendo que el producto tiene beneficios en el cultivo del arroz como son:

1. El producto aumenta en un 18.04% el rendimiento en el cultivo del arroz.
2. Es una fuente de sustitución de importaciones ecológica que ayuda a disminuir los altos costos de los fertilizantes químicos.
3. Aumenta en proporciones los componentes del rendimiento.
4. Aumenta el tamaño de la planta, así como el largo y ancho de las hojas aumentando el área foliar y la fotosíntesis.
5. Solo cuesta \$50.00 en MN en una aplicación, la que se puede mezclar con otro producto y no lleva costo por avión.

**Problema científico**

Insuficientes conocimientos en cuanto a la aplicación del fertilizante foliar Fitomás-E combinada con fertilizante mineral, en vista a aumentar los rendimientos del cultivo del arroz (*Oryza sativa L.*).

**Hipótesis:**

La aplicación de diferentes dosis de Fitomás-E combinada con fertilizante mineral, nos mostrará evidencias que se puede lograr incremento de los rendimientos del cultivo del arroz.

**Objetivo General**

Determinar la influencia de dos combinaciones de Fitomás-E con fertilizante mineral sobre el rendimiento del cultivo del arroz en las campañas de frío 2009-2010 y 2010-2011 en la UBPC agropecuaria Las Nuevas.

**Objetivo Específico:**

1. Evaluar la dosis de 6 l/ha de Fitomás-E combinada con 110.49 kg N + 75 kg PK de en la campaña frío 2009-2010
2. Evaluar la dosis de 14 l/ha de Fitomás-E combinado con 84.48 kg N + 75 kg PK en la campaña frío 2010-2011
3. Realizar valoración económica al tratamiento más productivo.

## 2. Revisión Bibliográfica

En las directivas del Comandante en Jefe Fidel Castro (1990), para el período especial en tiempo de paz se plantea. “fortalecer la actividad de la investigación y acelerar la introducción de experiencias de vanguardia, dirigiendo los esfuerzos a la búsqueda de alternativas para garantizar los niveles de producción necesarios en el cultivo del arroz, a pesar de las limitaciones en la disponibilidad de fertilizantes y pesticidas; elaborando programas para el aprovechamiento máximo de éstos en el período más corto posible, de acuerdo con nuestra fuente”.

Con los cambios climáticos actuales y el pronóstico que se realiza para el siglo XXI, las especies vegetales están expuestas al incremento de la temperatura, disminución de las lluvias y la emisión de gases efecto invernadero, entre otros factores los cuales tienen tendencia a mostrarse de forma estresante para los cultivos; esto hace que crezca la vulnerabilidad de los mismos

La producción de arroz se enfrenta a graves problemas, entre los que se encuentran una tasa descendente de crecimiento de las cosechas, la escasez de mano de obra y la contaminación del medio ambiente (FAO, 2007).

(Castro, 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.

Madrugá (2004) expresó que aumentar las producciones arroceras sobre la base de mayores rendimientos, junto con una mejor calidad de este grano, es de los objetivos que se propone Cuba en el 2004, declarado oficialmente “Año Internacional del Arroz” por la Asamblea General de Naciones Unidas, teniendo en cuenta la incidencia de este cultivo en la alimentación de la humanidad y las bajas reservas que hoy tiene de este cereal el planeta. La producción nacional solo satisface un poco más del 50 % de las necesidades por lo que se ve obligado a completar con importaciones.

Los cambios en el régimen de lluvias afectarán a los cultivos, en particular al arroz, en muchos países de la zona. FAO (2008).

Ante este peligro latente es necesario conocer que las plantas no se encuentran sometidas a un solo factor que les provoque estrés sino a un conjunto diverso de factores que actúan sobre ella a la vez, como es el caso del trasplante, esto hace necesario estudiar alternativas fundamentadas científicamente, que permitan precondicionar a las posturas para resistir y sobrevivir el efecto postrasplante, de forma tal que se garantice un mejor desarrollo morfológico y fisiológico de las plantas, para una mayor uniformidad en el campo. Dentro de los efectos que se generan en las plantas estresadas están; incremento de la peroxidación, como plantea Willekens *et al.* (1997), disminución del contenido clorofílico según Izquierdo, (2007) y Peterson *et al.* (1993) lo que genera además disminución en la capacidad depuradora de peróxido de hidrógeno exógeno en hojas según Izquierdo *et al.* (2009)

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<sup>-1</sup> de arroz cáscara resulta imprescindible estabilizar la fertilidad del suelo mediante la aplicación de sustancias orgánicas.

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

En los últimos años se ha producido un significativo incremento en la producción y comercialización de nuevos insumos agrícolas, elaborados y desarrollados por diversas empresas nacionales e internacionales para su aplicación en los cultivos, con el fin de obtener incrementos en las cosechas, con riesgo mínimo de contaminación ambiental. Díaz *et al.* (2005). El Fitomás-E es un compuesto orgánico elaborado por el Instituto Cubano de Investigaciones en Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), a partir de materiales proteicos, con aminoácidos, carbohidratos, péptido de bajo peso molecular y minerales asociados a las cadenas orgánicas.

La importancia de estos bioproductos radica en su capacidad para suplementar o movilizar nutrientes con un mínimo uso de recursos no renovables; además, tiene la ventaja de que los procesos microbianos son rápidos y los biopreparados pueden aplicarse en pequeñas unidades para solucionar problemas locales específicos.

En este sentido, los biofertilizantes y bioestimuladores microbianos representan un componente vital de los sistemas sustentables, ya que constituyen un medio económicamente atractivo y ecológicamente aceptable de reducir los insumos externos y mejorar la cantidad y calidad de los recursos internos mediante la utilización de microorganismos del suelo debidamente seleccionados, capaces de aportar a los cultivos nitrógeno fijado de la atmósfera, fósforo transformado a partir del que está fijado en el suelo y sustancias fisiológicamente activas que, al interactuar con la planta, desencadenan una mayor activación del metabolismo vegetal. Martínez (2006).

El aumento de la producción de arroz mediante una agricultura sostenible y que no perjudique el medio ambiente es un arma esencial para lograr que algunos países, especialmente en Asia y África puedan asegurar la alimentación de su población FAO, (2004).

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.

El clima es un factor importante en la producción de arroz e incide directamente sobre los rendimientos; este no es estático, está sujeto a fluctuaciones en tiempo y espacio. Los mayores rendimientos en arroz a nivel mundial se obtienen con una adecuada radiación solar durante la época de seca, mientras que resultan comparativamente bajos durante la estación lluviosa, debido a días nublados con inadecuada intensidad de luz.

La temperatura es uno de los elementos que más influye sobre la producción de arroz, en general los mayores rendimientos del grano se han conseguido cuando las temperaturas son bajas durante la maduración, debido a que el balance entre

fotosíntesis y respiración resulta mayor. A su vez, estas temperaturas bajas prolongan la fase de maduración, lo que contribuye al incremento de la radiación solar recibida Espineira et. al., (2001).

En la atmósfera terrestre el nitrógeno es el componente mayoritario, ya que según Stevenson (1986), el 79.08 % de su volumen esta constituido por N<sub>2</sub>. Este elemento también se encuentra ligado a otros formando diversos compuestos, los cuales son susceptibles de ser arrastrados por el agua de lluvia, este hecho junto con la fijación de N<sub>2</sub> atmosférico por bacterias libres y ciertas leguminosas, constituye las principales vías naturales de aporte de nitrógeno a la litosfera.

La introducción de las nuevas variedades en Cuba, trajo como consecuencia un incremento importante de la producción, al asociar el cultivo con un uso mayor de fertilizantes minerales, fundamentalmente nitrogenados, constituyendo estos la variable más relevante en la fijación del rendimiento de las variedades modernas de arroz; este elemento es responsable de procesos fisiológicos como morfogénesis, crecimiento foliar, fotosíntesis y senescencia. De Datta, (1981)

Las variedades modernas resultan más eficientes en la relación del incremento de la productividad en base al uso del nitrógeno, o sea, producen mayor cantidad de kilogramos de arroz por cada Kg. de fertilizante nitrogenado aplicado, sin embargo, en ausencia de este fertilizante las variedades modernas también logran mayor rendimiento que las tradicionales. Berrio et. al., (2002).

Salgado, (2001), se refirió a:

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.

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 macro elementos y siete micro elementos), sino también el silicio, tomando en consideración que la planta de arroz realiza una alta absorción de este elemento. Takahashi et al, (1990).

Conocer el estado nutricional del cultivo en sus diferentes etapas fenológicas es indispensable para definir los momentos propicios para ejecutar la fertilización nitrogenada. El análisis de tejido verde (análisis foliares) es una forma de conocer el contenido de nitrógeno y la necesidad de nutrimento en la planta de arroz, aunque esta técnica proporciona resultados precisos, su costo y las demoras necesarias para completar el análisis en el laboratorio hacen que sea inadecuada para efectuar recomendaciones de fertilizantes oportunamente, un recurso alternativo al análisis foliar es la estimación del contenido de nitrógeno en hojas a través de mediciones de la clorofila, puesto que facilita la estimación del status del nitrógeno en las hojas en forma inmediata. Mientras que la deficiencia de nitrógeno se manifiesta con un amarillamiento que comienza en las hojas inferiores más viejas, en plantas adecuadamente fertilizadas con este elemento se observa un color verde intenso Quirós y Ramírez, (2006); dada esta respuesta fisiológica se puede inferir el contenido de nitrógeno mediante la medición de la clorofila en la planta y conocer de este modo el estado nutricional del cultivo, ayudando en la toma de decisiones con respecto a la cantidad y momento propicio de efectuar la fertilización nitrogenada en el arrozal. Villar y Ortega, (2002).

En un principio, los fertilizantes nitrogenados más empleados fueron: Sulfato de Amonio, Nitrato Amónico, Nitrato Sódico, Nitrato Amónico Clásico, Cianamida y Urea. En los últimos 25 años la urea ha cobrado un gran interés, convirtiéndose en uno de los más importantes fertilizantes nitrogenados, así en 1984/85 el 37 % de los 70 millones de toneladas de nitrógeno empleado como fertilizante lo fue en forma de urea, mientras que en 1955 alcanzaba solamente el 5 % Sheldrick, (1987).

Según Aguilar y Espinosa, (2003), la determinación del contenido total de nitrógeno en el suelo es insuficiente para recomendaciones de abonado, dado que este análisis incluye la forma nítrica, que en buena parte se pierde o inutiliza, como sabemos, tras la inundación de la parcela.

El abonado es una de las prácticas agrícolas más importantes puesto que constituye la base imprescindible para el máximo desarrollo de las demás mejoras tecnológicas introducidas. En efecto carece de sentido plantar una nueva variedad si no aplicamos los fertilizantes en la medida que la planta lo necesita, ya que se corre el riesgo de no obtener todo el potencial que la planta es capaz de proporcionar o incluso es posible que se obtengan resultados negativos. Leinweber and Reuter, (1992).

Uno de los principales problemas que presenta la fertilización es el efecto a mediano y largo plazo ejercido sobre la planta, la consecuencia de una fertilización deficiente no se percibe de forma clara, sino en base a un decrecimiento progresivo de productividad y de forma más inmediata en una calidad deficiente; la planta se afecta por la carencia de nutrientes mucho antes de que aparezcan los primeros síntomas visuales identificables por el agricultor; cuando se manifiestan tales síntomas, el problema se encuentra ya en un estado muy avanzado, cuando ya resulta difícil corregir y en cualquier caso muy costoso; por ello es importante mantener el estado nutrimental de la planta en un nivel óptimo. Sowers et. al.,) 1994)

Respecto al fraccionamiento de la fertilización nitrogenada, sigue siendo muy común el método calendario de tres o cuatro aplicaciones, donde el porcentaje de nitrógeno aplicado en cada lapso no supe las necesidades nutricionales de la planta en los momentos fisiológicos críticos para la obtención de rendimientos óptimos Osada, (1995); Wilson et al. (1998).

La dosis de fertilizante mineral dependerá principalmente de la fertilidad y tipo de suelo, de la clase y cantidad de los restos de cosecha y de las posibles enmiendas orgánicas incorporadas, de la variedad, de las condiciones climáticas y de la experiencia de campañas precedentes. Menor cantidad de nitrógeno es necesaria en terrenos nuevos para el cultivo del arroz. Las áreas rellenadas con tierra procedente de rebajes requieren menos abonado que las que han perdido, en este proceso, su fértil capa superficial. Si la fecha de siembra se retrasa, acortándose el ciclo vegetativo, las necesidades de nitrógeno se reducen. Cuando la lluvia y el frío afectan la preparación del lecho de siembra, además de las pérdidas de nitrógeno por volatilización, la materia orgánica se mineraliza más lentamente y la plántula queda privada de nitrógeno rápidamente disponible en esta etapa crítica. En áreas cercanas a las entradas de agua de riego frecuentemente no es necesaria la aplicación de abonado debido principalmente al nitrógeno aportado por el agua de riego así como a su mayor oxigenación, que estimula la proliferación de microorganismos fijadores de nitrógeno atmosférico. Aguilar y Espinosa, (2003).

Dividir las aplicaciones de Nitrógeno en varias veces permite al productor reaccionar ante específicas condiciones climáticas durante el periodo vegetativo y ajustar de esa manera la dosis. Así el objetivo de aplicar la dosis correcta de nutrientes es mucho más

fácil de alcanzar con aplicaciones divididas que con una única fertilización. Muchos experimentos de campo han probado este concepto. Menéndez, (2006)

El nitrógeno en forma amoniacal que el arroz absorbe activamente en etapas tempranas se aprovecha en la síntesis de proteína, producción de macollas y vainas de las hojas (Yoshida, 1981). De lo anterior se infiere que a mayor adsorción de nitrógeno mayor cantidad de macollas efectivas por unidad de superficie, en consecuencia, un contenido óptimo de nitrógeno entre la fase de máximo ahijamiento y la formación de la panícula permite una adecuada densidad de panículas (Tinarelli, 1989). En este estado inicial de formación de la panícula la disponibilidad de nitrógeno es indispensable para fortalecer el desarrollo reproductivo del arroz; entre 20-25 días antes de la floración la planta de arroz empieza su etapa reproductiva con la formación del primordio, en ese momento el nudo de la hoja bandera coincide con el de la hoja siguiente y dentro de la vaina la panícula en formación mide entre 1 y 2 mm de longitud (De Datta, 1982), en esta etapa gran parte de la energía metabólica de la planta es usada para formar espiguillas y granos, con intensa emisión de raíces adventicias superficiales, la absorción de nitrógeno se incrementa significativamente. El adecuado abastecimiento de nitrógeno en este periodo asegura mayor cantidad de espiguillas, mayor tamaño de la panícula y máxima cantidad de granos llenos (Yoshida, 1981, De Datta, 1982 y Tinarelli, 1989).

El nitrógeno es el nutriente que más influye en los rendimientos y en la mayoría de los casos se le considera un factor limitante de la producción agrícola. Son diversas las vías por las cuales las plantas lo adquieren para satisfacer exigencias nutricionales, no obstante hoy en día cobra importancia la fijación biológica del nitrógeno atmosférico, llevada a cabo por microorganismos (Hernández, Ana N, 1996).

El nitrógeno es el nutriente que ejerce mayor influencia sobre el crecimiento y el rendimiento en grano. La planta de arroz tiene dos periodos de máximo requerimiento de nitrógeno. El primero tiene lugar entre los 25 y 50 días después de la siembra, coincidiendo con el periodo de ahijamiento, cuando la planta incrementa significativamente su área foliar y se determina el número de panículas por unidad de superficie. El segundo ocurre al comienzo de la fase reproductiva. Debe estar disponible una adecuada cantidad de nitrógeno durante este periodo de alargamiento del tallo y

desarrollo de la panícula, en el que se determina el número potencial de granos por panícula. Aguilar y Espinosa, (2003).

Fairhurst and Dobermann, (2002), observaron que las pérdidas de nitrógeno por desnitrificación estaban en proporción directa con los contenidos de materia orgánica del suelo. Los contenidos de oxígeno de la capa aeróbica del perfil de un suelo arrocero, inciden directamente sobre la velocidad de los procesos de desnitrificación a los que están sujetos los amonios provenientes de la hidrólisis catalítica de la urea; de allí la importancia de garantizar la saturación hídrica del suelo mediante el sistema de mojes permanentes hasta que el cultivo tenga la capacidad de soportar lámina permanente, que en condiciones de nivelación relativamente uniformes se puede establecer a los 30 días después de siembra

Según Castilla y Myriam Patricia Guzmán, (2001), el potasio se considera un elemento importante para que la planta tenga una mayor resistencia al ataque de patógenos y plagas. Esto es válido en relación con el estado nutricional de la planta a través de su ciclo vegetativo. Un aspecto importante a tener en cuenta es la disponibilidad de potasio en la solución del suelo, la cual se ve afectada por diferentes razones: cantidad y tipo de arcilla, concentración del elemento en el suelo y las relaciones catiónicas como calcio + magnesio / potasio, calcio / potasio y magnesio / potasio

Según Castilla y Myriam Patricia Guzmán, (2001) un desbalance en la fertilización puede afectar la disponibilidad de potasio en la solución del suelo o puede bloquear la absorción de elementos como el nitrógeno y el fósforo; La enfermedad Mancha Parda ó Helminthosporiosis ha sido considerada una enfermedad de menor importancia económica y por ende su patógeno *Bipolaris oryzae* no ha sido muy estudiado. Esta enfermedad ha sido atribuida a problemas nutricionales o aquellos lotes donde se han presentado problemas de deficiencia de agua.

En mayor proporción que en otros cultivos, la productividad del arroz depende de la disponibilidad y eficiencia en la absorción del nitrógeno, tanto por su contribución directa como por permitir la absorción de otros nutrientes (Ramírez, 2001). Aunque el cultivo es capaz de usar en forma efectiva las fuentes amoniacales, cuando se aplica una dosis más alta que la necesaria o su distribución es inapropiada, ocurren pérdidas especialmente por nitrificación y volatilización; cuando se aplica urea sobre lámina de agua o sobre barro, las pérdidas de nitrógeno por volatilización pueden ser de hasta el

80 % (De Datta, 1981). Por otra parte, si el nitrógeno se aplica en forma de nitratos, pudieran ocurrir pérdidas por lixiviación, por tal razón no deben usarse tales fuentes de nitrógeno en agroecosistemas inundados. Molina, (2003).

Según algunos autores (Wilson et. al, 1998, Jaramillo et. al, 2003), una forma de minimizar las pérdidas por volatilización es fertilizar con la dosis completa de Nitrógeno en una sola aplicación temprana, justo antes de introducir la lámina de agua permanente, esto es posible gracias a que la absorción del amonio a las arcillas es mayor en suelo seco que en suelo húmedo, pues el mojado reduce la superficie de contacto directo con las arcillas, además aplicando una lámina de agua inmediatamente después de la fertilización se induce la anaerobiosis, se inhibe la nitrificación y en consecuencia disminuyen las pérdidas de Nitrógeno por volatilización (Molina, 2003). Sin embargo en la práctica los productores por lo general fraccionan el fertilizante nitrogenado en tres o más aplicaciones.

El nitrógeno es el elemento nutritivo que más directamente está relacionado con el incremento de la producción y la calidad al influir positivamente sobre:

- Número de hijos por planta.
- Número de espiguillas por panícula.
- Porcentaje de granos llenos por espiguillas.
- Densidad del grano.
- Contenido proteico del grano.

El nitrógeno se absorbe durante todo el ciclo de la planta, coincidiendo las mayores extracciones durante las fases de crecimiento vegetativo activo (ahijamiento y encañado) y reproductiva (floración y llenado del grano). Durante el desarrollo vegetativo el arroz absorbe nitrógeno en forma amoniacal, que estimula el ahijamiento e incrementa el número de panículas; al iniciarse la fase reproductiva absorbe preferentemente el nitrógeno nítrico, que incrementa el número de espiguillas. Munevar, (1995).

Por otra parte según lo expresado por Meneses et. al, 2005, la Urea es un fertilizante de liberación rápida que cuando se fertiliza utilizando el método calendario de tres o cuatro

fraccionamientos posee una baja eficiencia en la recuperación del nitrógeno y generalmente no supe las necesidades nutricionales de la planta de arroz, con vistas a obtener el rendimiento potencial de las variedades modernas, especialmente en las condiciones actuales de suelo degradado de la Arrocera Sur del Jíbaro; en la actualidad también los precios del fertilizante se han incrementado, como consecuencia de la alta cotización del petróleo, por lo que obtener una mayor eficiencia se hace cada vez más necesario,

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 influidas 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 las estomas, tiene que ver con el control de la difusión del CO<sub>2</sub> en los tejidos verdes que es el primer paso de la fotosíntesis; el potasio también es esencial en la actividad de las enzimas.

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. Copley, (2000).

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, Paneque et al., (1998).

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.

El conocimiento de la dinámica de la materia orgánica del suelo (MOS) es esencial para entender el flujo del carbono (C) y el nitrógeno (N) en el mismo. Estudios empíricos y modelos de simulación, sugieren que las diferencias en cantidad y calidad de los aportes orgánicos al suelo dan las diferencias en el tamaño de los “pooles” orgánicos y las tasas de mineralización del carbono y el nitrógeno; sin embargo, aún persisten dudas sobre el efecto de la textura (% de arcilla + limo) sobre el reciclaje del carbono en el suelo. Es bien sabido que los suelos arcillosos retienen una mayor cantidad de materia orgánica que los arenosos, no obstante aplicárseles el mismo aporte a ambos (Hassink, 1994). Estas diferencias resultan de la mayor protección de la materia orgánica del suelo contra la biodegradación (Van Veen and Kuikman, 1990). La protección ocurre cuando la materia orgánica del suelo es adsorbida sobre la superficie de las partículas de arcilla y limo, o cuando es “incrustada” o recubierta por los minerales de arcilla, o cuando se localiza dentro de los microagregados, fuera del alcance de los microorganismos (Elliott and Coleman, 1988). Todos estos mecanismos afectan negativamente las tasas de mineralización del carbono y el nitrógeno (Skjemstad et. al., 1993).

La materia orgánica constituye un campo importante de la ciencia del suelo, aunque compleja y poco explorado en nuestro país; su estudio, indudablemente es vital para nuestra economía agraria; Reinol, (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; Ruiz (1978).

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.

Sanzo et al (1985), argumentaron respecto a la materia orgánica que su porcentaje muestra tendencia al aumento a medidas que resultan mayores los niveles aportado al suelo.

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 suplementar NPK y otros nutrientes, sino causan además efectos físicos y fisiológicos favorables.

Yoshida y Zuzuki (1981), encontraron que el etano es descompuesto en la rizosfera de las plantas de arroz en suelo húmedo, porque la raíz de la planta de arroz es incapaz de descomponer el etano. También existen otras sustancias, como residuales de la fabricación de papel (lodo), que resulta propias para su incorporación a los suelos pobres en materia orgánica y que se esta procediendo a su prueba como mejorador de esto.

Según Sanzo et al 2002 (en prensa), la producción de masa seca se estimuló con la aplicación de estiércol, sobre todo cuando éste se complementó con fertilizantes nitrogenado sintético.

Khind et al. (1983) Hallaron que a medida que avanzaba la edad de la Sesbania aculeata se incrementaba la cantidad de masa verde y seca, así como el nitrógeno suministrado al suelo; a los 30 días de edad de esta leguminosa no se apreció aumento sustancial en los rendimientos del arroz, mientras que a los 45 días de edad, el aporte de nitrógeno, al suelo representó 60 kilogramos por hectáreas (Kg. /ha) y a los 60 días ya resultó desorden de 120 Kg. /ha

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.

En trabajo realizado por Saborit et al (1985), encontraron que al utilizarse 45 t 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.

En el Tolima, la fertilización constituye actualmente el 30% de los costos totales, debido posiblemente a que cada vez estamos aplicando mayor cantidad de fertilizantes para compensar el deterioro que a través del tiempo han sufrido los suelos por el uso

intensivo y por el mal manejo del agua que se reflejan en un aumento de la erosión (Myriam Patricia Guzmán y Luís Armando Castilla. 2003).

## 2.1 Fundamentación Teórica.

### 2.1.1 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 continúa 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 <sup>-1</sup>	Seco 8.2 t. ha <sup>-1</sup>
	Húmedo 5.7 t. ha <sup>-1</sup>
Ciclo	Seco 128
	Humedo 110
Resistencia al ACAME	Resistente
Togasodes Oiriziculos Muir	Resistente
Pericularia Grisea Sacc	Moderadamente resistente
Steneotarsonemus Spinki	Moderadamente resistente

Ahijamiento	Fuerte
Siembra de transplante	25 Kg. ha <sup>-1</sup>
Siembra boleo	110 Kg. ha <sup>-1</sup>
Nitrógeno	Seca 175 Kg. ha <sup>-1</sup> Lluvia 147 Kg. ha <sup>-1</sup>

Momento óptimo 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.

#### Principales elementos tecnológicos

En arroz las siembras se ejecutan de dos modos (Sanzo et al., 2003):

- Siembra directa: cuando la semilla botánica se sitúa directamente en su lugar definitivo de cultivo.
- Siembra indirecta: cuando la semilla botánica se siembra en un semillero para trasplantarla posteriormente como postura a su área definitiva.

Dentro de la siembra directa encontramos las tecnologías a boleo y en hileras a chorrillo. La primera se emplea en cualquiera de las tecnologías de preparación de suelo, realizándose manualmente en áreas pequeñas y en áreas grandes con máquinas o avión. Cuando se use la tecnología de preparación de suelo seco-fangueo, seco-desinfección o fangueo-doblaje se utiliza semilla pregerminada. La siembra en hileras a chorrillo se utiliza en la tecnología de preparación de suelo en seco y se realiza con la máquina sembradora o manualmente (García et. al., 2002).

El trasplante en el arroz es un sistema de siembra indirecta, en la cual las plántulas crecen inicialmente en semilleros, para posteriormente llevarlas definitivamente al campo. En esta fase debe tomarse gran cuidado, tanto con las semillas en la siembra como con las plántulas a partir de la germinación. La atención adecuada que se le brinde al semillero incidirá decisivamente en los rendimientos que se alcancen en la

cosecha. La siembra puede realizarse cuando el coleóptilo mida alrededor de tres milímetros de longitud. Se distribuirá la semilla a voleo sobre la superficie, tratando de lograr de 40 a 50 gramos/m<sup>2</sup> (2 ó 3 puñados de semilla). Seguidamente se cubre con una capa ligera de tierra o fango, para evitar la pérdida de la misma o su deterioro, además del cuidado necesario con aves y roedores (Sanzo et. al., 2003).

Garantizando 400 m<sup>2</sup> de semillero, que es aproximadamente un cordel, se requieren 52 libras (29.9 kg) de semilla. Con las posturas que produce este semillero se puede plantar una hectárea (equivalente a 24 cordeles). El momento óptimo de trasplante de arroz es entre 15 y 25 días después de germinado, en dependencia de la época de siembra (García et. al., 2002).

### 2.1.2 Morfología y Taxonomía.

El arroz, es una monocotiledónea perteneciente a la familia Poacea.

**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 láminas estériles la raquilla y el flósculo.

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

### 2.1.3 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 glumelas, 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 se termina en una espina larga (arrocés barbudos o más o menos cortos).

Arrocés 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.

#### **2.1.4 Importancia Económica.**

El arroz es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial, aunque es 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 consideramos 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.

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).

#### 4. Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en áreas de la UBPC Agropecuaria Las Nuevas, localizada en Las Nuevas, Municipio La Sierpe, Provincia de Sancti – Spíritus, en los años 2010 y 2011, 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, las siembras se realizaron en la misma campaña y en la misma área.

El Fitomás-E es un producto derivado de la industria azucarera; está constituido, según Montano y Villar, (2005), por aminoácidos, bases nitrogenadas y péptidos de origen vegetal y actúa en los centros activos y los procesos bioquímicos de las plantas.

**Tabla 1:** Principales características químicas del Fitomás-E.

Extractos Orgánicos g/lit	N g/lit	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g/lit	K <sub>2</sub> O g/lit
150	55	31	60

El suelo utilizado correspondió a un Gley Vértigo (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 empleado en los trabajos

pH		MO %	Cationes cambiabiles ( <b>cmol . kg<sup>-1</sup></b> )				T
KCL	H <sub>2</sub> O		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	
6.4	7.0	1.04	7.2	2.4	0.31	0.04	11.1

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

### 3.1 Valoraciones en condiciones de producción.

#### Efectos de las aplicaciones foliares de diferentes dosis de Fitomás-E combinado con N.P.K.

Se realiza un trabajo diferenciado en un área de una ha, durante las campañas de Frío (2009-2010 y 2010-2011), con el objetivo de observar el efecto de las aplicaciones foliares de Fitomás-E combinado con N.P.K. sobre los rendimientos agrícolas del cultivo del arroz.

##### 3.1.1. Campaña de Frío (2009-2010)

El cultivar de arroz utilizado fue la LP-5, la cual se sembró de forma directa, a boleó, con semilla pre germinada a razón de 130 Kg. ha<sup>-1</sup>.

La fertilización mineral se realizó de la forma siguiente

N = 170 Kg. ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 75 Kg. ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O = 75 Kg. ha<sup>-1</sup>.

##### Tratamientos.

Testigo de referencia N.P.K (según Instructivo Técnico del 2005)

Fertilización del suelo con (65% de N) más 100% P.K, combinado con 3 aplicaciones foliares de Fitomás-E

##### Método de fertilización del suelo

El Fósforo y el Potasio se aplicó en ambas campañas todo de fondo previo a la siembra.

##### Testigo:

La Fertilización Nitrogenada se realizó en tres fraccionamientos.

# De aplicaciones	Dosis (kg/ha)	Momento (ddg)
1 _____	56.6 _____	8
2 _____	56.6 _____	50
3 _____	56.6 _____	72

El procedimiento de las Aplicaciones Foliares de Fitomás-E combinado con los fertilizantes minerales con el (65% de N) más 100% P.K, se realizó de la siguiente forma, diferenciándose en las dosis lo cual se refleja en la tabla 3.

**Tabla 3:** Momentos de aplicación y dosis.

Aplicación	Momento ddg	Fertilización Mineral (Kg. ha <sup>-1</sup> .)			Fitomás-E
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	L. ha <sup>-1</sup>
1	Fondo		75	75	
2	8	36.83			
3	30				2
4	50	36.83			
5	56				2
5	72	36.83			
6	80				2
	total	110.49	75	75	6

Las 3 aplicaciones del fertilizante foliar de Fitomás-E se realizaron en diferentes fases vegetativas de la planta que fueron:

- Ahijamiento Activo.
- Cambio de Primordio.
- Máximo Embuchamiento.

### 3.1.2 Campaña de Frío (2010-2011)

El trabajo se realizó en la campaña de Frío 2010-2011 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 y dosis de Fitomás-E y la cantidad de Nitrógeno al suelo el cual fue del 65% del recomendado por el Instructivo Técnico

$$N = 130 \text{ Kg. ha}^{-1} \quad P_2O_5 = 75 \text{ Kg. ha}^{-1} \quad K_2O = 75 \text{ Kg. ha}^{-1}$$

#### Tratamientos

- Testigo de referencia (según Instructivo Técnico).
- Fertilización al suelo al 65% de Nitrógeno más 100% PK, combinado con 5 aplicaciones foliares de Fitomás-E

#### Método de fertilización del suelo

El Fósforo y el Potasio se aplicó en ambos casos todo de fondo previo a la siembra

#### Testigo

La Fertilización Nitrogenada se realizó en tres fraccionamientos

# De aplicaciones	Dosis (kg/ha)	Momento (ddg)
1 _____	43.33 _____	8
2 _____	43.33 _____	50
3 _____	43.33 _____	72

El procedimiento de las Aplicaciones Foliares de Fitomás-E combinado con los fertilizantes minerales (65% de N) más 100% P.K, se realizó de la siguiente forma, diferenciándose en las dosis lo cual se refleja en la tabla 4.

**Tabla 4:** Momentos de Aplicación y dosis.

aplicación	Momento dddg	Fertilización Mineral (Kg. ha <sup>-1</sup> .)			Fitomás-E lt. ha <sup>-1</sup>
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
	Fondo		75	75	
1	8	28.16			
2	30				2
3	47				3
4	50	28.16			
5	56				3
6	65				3
7	72	28.16			
8	80				3
	total	84.48	75	75	14

Como se observa en la tabla 4 las aplicaciones del fertilizante foliar de Fitomás-E fueron realizadas en diferentes momentos de la fase vegetativa de la planta que fueron:

- Inicio de Ahijamiento.
- Ahijamiento Activo.
- Cambio de Primordio.
- Formación de Espiguillas.
- Máximo Embuchamiento

### **3.2 Evaluaciones realizadas en las campañas de Frío (2009-2010 y 2010-2011).**

- 1-Panículas /m<sup>2</sup>
- 2-Total de granos
- 3-Granos llenos por panículas
- 4-Granos vanos por panículas
- 5-% vanos.
- 6-Peso de 1000 granos (gr.)
- 7-Altura de la planta (m)
- 8-Ancho de la hoja Bandera (mm)
- 9-Largo de la hoja Bandera (cm.)
- 10-Rendimiento Agrícola en 8 m<sup>2</sup>;
- 11-Valoración económica de los resultados.

### **3.3 Procesamiento estadístico**

Para el procesamiento estadístico se utilizó el paquete GWBASIC sobre Windows XP. Se aplicó Anova de clasificación simple con la prueba de comparación de medias Duncan.

## 4. Resultados y Discusión

### 4.1 Valoración en condiciones de producción

#### 4.1.1 Campaña de Frío 2009-2010 y 2010-2011

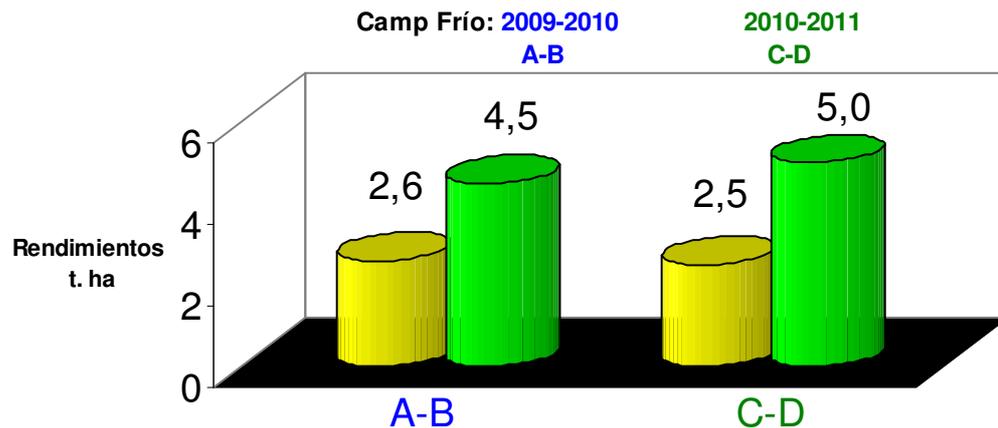


Figura 1: Efecto de las aplicaciones foliares con Fitomás-E combinado con fertilizante mineral en el rendimiento agrícola del arroz.

**Legenda: Camp Frío: 2009-2010 y 2010-2011**

**A. Test.** 170 kg N + 75 kg PK. **B. Trat.** 65% N + 100% PK + 6 lt Fitomás-E

**C. Test.** 130 kg N + 75 kg PK. **C. Trat.** 65% N + 100% PK + 14 lt Fitomás-E

Al analizar los tratamientos donde se realizaron las aplicaciones foliares de Fitomás-E combinada con el 65% N + 100% PK se obtuvieron rendimientos superiores al testigo de referencia donde se aplicó NPK según instructivo técnico, alcanzando un incremento de 1.9 t. ha<sup>-1</sup> en la campaña 2009-2010 y de 2.5 t. ha<sup>-1</sup> en la campaña 2010-2011.

Todo esto corrobora lo planteado por García 2007, que una correcta fertilización de Fitomás-E combinada con la mineral mejora el metabolismo y provee más energía para el crecimiento de la planta, mayor fortaleza, desarrollo para las raíces y favorece la activa acumulación de nutrientes; beneficiando con esto el rendimiento agrícola del cultivo.

#### 4.1.2 Evaluaciones de otros parámetros de rendimiento (Promedio)

**Tabla 5:** Evaluaciones de otros parámetros de rendimiento (Promedio) en condiciones de producción.

	<b>Campa: 2009-2010</b>		<b>Campa: 2010-2011</b>	
Tratamientos	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
- Panículas /m <sup>2</sup>	304	386	293	427
- Total de granos	87	87	100	140
- Granos llenos	100	110	91	133
- Granos vanos	19	17	9	7
- % de G/ vanos.	16.5	14.8	10.2	9.8
- Peso de 1000 granos (gr.)	28.6	29.5	27.2	28.1
- Altura de la planta (m)	0.70	0.79	1.20	1.35
- Ancho de la hoja Bandera (mm)	9	10	9	11
- Largo de la hoja Bandera (cm.)	17	19	16	18
- Longitud de la panícula (cm.)	20.3	21.6	22.0	23.5

#### Leyenda.

##### **Campa: 2009-2010**

**A** = Testigo 170 kg N + 75 kg PK

**B** = Tratamiento 65% N + PK 100% +3 aplicaciones foliares de Fitomás-E

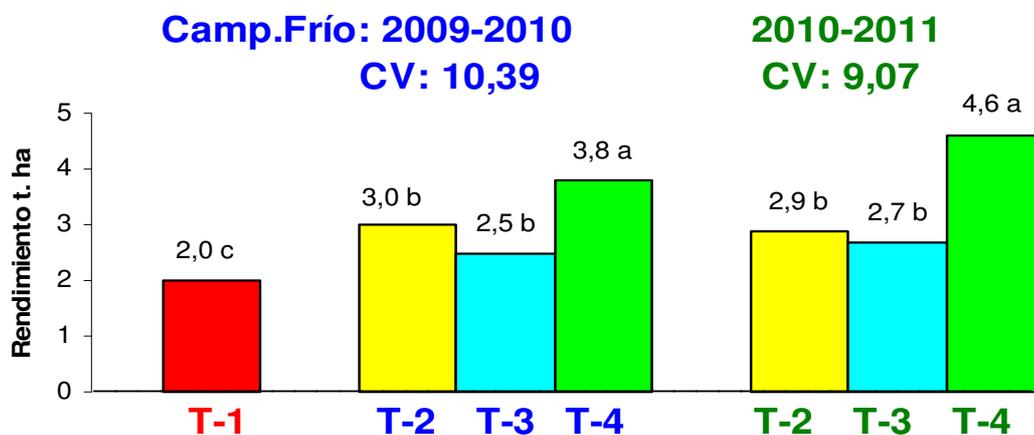
##### **Campa: 2010-2011**

**C** = Testigo 130 kg N + 75 Kg. PK

**D** = Tratamiento 65% N + PK 100% +5 aplicaciones foliares de Fitomás-E

En la tabla 5 se muestran los resultados alcanzados en condiciones de producción, los que corroboran los rendimientos agrícolas obtenidos de forma general, demostrando que cuando se utilizó el 65% N + 100% PK + aplicaciones foliares, el Tratamientos **(B-D)** superaron al testigo **(A-C)**, alcanzándose un incremento en todos los parámetros evaluados con relación al desarrollo vegetativo de la planta y el rendimiento, destacándose el número de panículas por m<sup>2</sup> y la disminución de granos vanos por panículas a favor de **(B-D)**, 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 del elemento que aporta, provee más energía para el crecimiento de la planta, mayor fortaleza, desarrollo para las raíces y favorece la activa acumulación de nutrientes; beneficiando con esto todas las etapas del cultivo desde: llenado del grano, panícula por metro cuadrado y rendimiento agrícola. González 2009

#### 4.1.3 Efecto del Fitomás-E combinado con NPK en los rendimientos agrícolas del cultivo del arroz.



**Figura 2:** Efecto del Fitomás-E combinado con diferentes dosis de fertilizante mineral sobre el rendimiento agrícola del cultivo del arroz en condiciones semicontroladas.

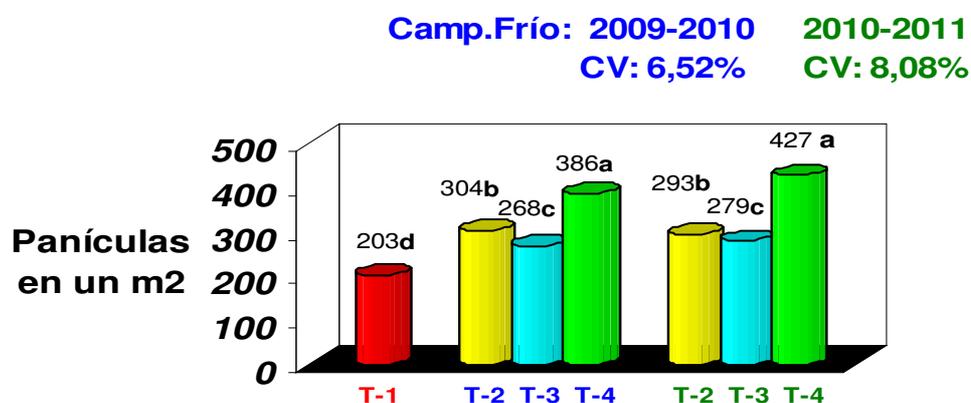
#### Leyenda:

- T-1. Tes Abs.** (media de las dos camp.); **T-2. Tes Ref.** (170kgN+75kgPK)
- T-3. Trat.** Tres aplica. de Fitomás-E (6 lt. ha); **T-4. Trat.** Tres aplica. de Fitomás-E (6 lt. ha) combinado con 65% N+100%PK;
- T-2. Tes Ref.** (130kgN+75kgPK);
- T-3. Trat.** Cinco aplica. de Fitomás-E (14 lt. ha);
- T-4. Trat.** Cinco aplica. de Fitomás-E (14 lt. ha) combinado con 65% N+100%PK

(a-c) Letras difieren estadísticamente según dócima para ( $p < 0.05$ ) según Duncan

En la figura 2 se observa que la combinación de la fertilización mineral y la foliar de Fitomás-E aumentan los rendimientos considerablemente en la producción, en relación al testigo, con diferencia significativa sobre los de más tratamientos e incluyendo al testigo absoluto y los de referencias. Esto corrobora lo planteado por (Muñiz, 1991) que 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.

#### 4.1.4 Evaluación de Panículas en un m<sup>2</sup> en las dos campañas



**Figura 3:** Comportamiento de las panículas en un m<sup>2</sup> en las campañas de frío 2009-2010 y 2010-2011.

**Legenda:**

**T-1.** Tes Abs. (Media de las dos camp.); **T-2.** Tes Ref. (170kgN+75kgPK);  
**T-3.** Tes Ref. Tres aplicaciones de Fitomás-E (6 lt. Ha); **T-4.** Trat. Tres aplicaciones de Fitomás-E (6 lt. Ha) combinado con el 65%N+100%PK;  
**T-2.** Tes Ref. (130kgN+75kgPK); **T-3.** Tes Ref. Tres aplicaciones de Fitomás-E (14 lt. Ha); **T-4.** Trat. Cinco aplicaciones de Fitomás-E (6 lt. Ha) combinado con el 65%N+100%PK

(a,b,c,d) valores con letras diferentes presentan diferencia significativa según dócima para (p<0.05) según Duncan

En la **figura 3** el **T-1** es una media del absoluto de las dos campañas; el **T-2, T-3 y T-4** son de la camp: 2009-2010; el **T-2, T-3 y T-4** pertenecen a la camp: 2010-2011. En la gráfica se observa que en los tratamientos donde se combinó el Fitomás-E con el 65% de N más el 100% de PK se obtuvieron más panículas por metros cuadrados que en los restantes incluyendo al testigo.

Esto corrobora lo dicho por Aguilar y Espinosa (2003) donde plantean que una correcta fertilización en el momento óptimo de las diferentes fases vegetativas de la planta incrementa significativamente el área foliar y determina el número de panículas por plantas.

## 4.2 Análisis Económico

Análisis económico entre la fertilización con el 65% de N más 100% PK combinada con 5 aplicaciones foliares con Fitomás-E y el testigo con NPK al 100% según instructivos técnicos.

La Tabla 7: Muestra los resultados del análisis económico para una hectárea donde se aplicó el 65% N + 100% PK combinado con 5 aplicaciones foliares con Fitomás-E, comparado con el testigo fertilizado con el 100% de NPK.

Variantes	Rendimiento Agrícola t. ha <sup>-1</sup>	CUP por Hectárea		
		Ingreso	Gasto	Ganancia
A	2.5	7157.80	1654.40	5503.40
B	5.0	14315.60	927.66	13387.94
B-A	2.5	7157.80	-726.74	7884.54

**A:** Testigo 130 kg N + 75 kg PK

**B:** Tratamiento 84.48 kg N + 75 kg PK + 14 lt Fitomás-E

El precio del arroz fue de 130.00 pesos el quintal y de Fitomás-E cuesta la tonelada 50.00 pesos en moneda nacional.

Como se observa en la tabla 7 podemos decir que el tratamiento **B** superó en 2.5t. ha<sup>-1</sup> al testigo **A** lo que permitió un incremento en los ingresos a favor de **B**; después de descontar los gastos totales incurridos en la hectárea nos da una ganancia de 7884.54 pesos por hectárea, lo que demuestra que económicamente el resultado es aplicable en la producción, ya que el Fitomás-E por ser un producto ecológico no afecta el medio ambiente, y permite un aumento del rendimiento, lo que puede contribuir a sustituir importaciones.

## **5. Conclusiones**

1- La variante más efectiva fue la realizada en la campaña 2010-2011 donde se aplicó 14 l/ha de Fitomás-E + 84.48 kg N + 75 kg PK donde aumentó los rendimientos 2.5 t. ha con respecto al testigo

2- Económicamente los mejores resultados fueron en la campaña de frío 2010-2011 con la combinación de 14 l/ha de Fitomás-E + 84.48 kg N + 75 kg PK donde se obtuvo una ganancia relativa de 7884.54 pesos por hectárea con respecto al testigo.

## **6. Recomendaciones.**

- Incluir el Fitomás-E en la fertilización del cultivo de arroz en pequeñas áreas del sector cooperativo y campesino.
- Continuar los trabajos con Fitomás-E para seguir analizándolo estadísticamente y poder recomendar dosis y momentos óptimos de aplicación de este producto.

## 7. Referencias Bibliográficas.

- AGUILAR, M. y ESPINOSA, M. Respuesta del arroz a diversas dosis de abonado nitrogenado en las Marismas del Guadalquivir [en línea]. Sevilla, 12 marzo 2003 [Consulta: 21 abril 2010]. Disponible en: [www.agroinformacion.com](http://www.agroinformacion.com).
- ANGLADETTE, A. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. 1ra ed. La Habana, Cuba: Instituto del Libro, 1969. pp. 12-15.
- BERRIO, L.; R, L.; CORREA, F. y TULANDE, E. Respuesta al uso de nitrógeno en variedades de arroz sembrados en Colombia. Foro Arroceros Latinoamericano. Cali, Colombia: S.C.C.S, 2002, nº 8.
- CAI, Instructivo Técnico del Arroz. Unión CAI Arroz. Cuba: CIDA, 2002. pp. 10-52.
- CALDERÓN, F. Concepción Moderna de la Nutrición Vegetal: fundamento para la interpretación de análisis de suelos, plantas y aguas para riego. Bogotá - Colombia: SCCS, 1995. p. 305.
- CASTILLA, L. A. Fertilización y Nutrición: factores claves en el cultivo de arroz. Bogotá - Colombia: SCCS, 2001. p. 10 - 11.
- CASTILLA, L. A. y PATRICIA, M. La materia orgánica en el cultivo del arroz. Bogotá - Colombia: SCCS, 2003.
- CASTILLA, L. A. y PATRICIO, M. Fertilización y Nutrición: factores claves en el cultivo de arroz. Santa Fe de Bogotá - Colombia: SCCS, 2001. p. 6.
- CASTRO, F. Directivas para el período especial en tiempo de paz. Editorial Política Comité Central del PCC. La Habana, Cuba. Granma, 14 marzo 1990.
- CASTRO, F. Resolución Económica del V Congreso del Partido. Granma, 13 agosto 1997.
- CASTRO, R. X Congreso de la ANAP. Granma, 10 abril 2010
- CHESNÍN, L. El papel de los fertilizantes orgánicos en el aumento de la fertilidad de los suelos. Información Express. Cuba: CIDA, 1982. p. 26 - 27.
- COPLEY, F. El aumento de la biodiversidad en relación con el incremento de la materia orgánica Información Express. Cuba: CIDA, 2000.
- DE DATTA, S. K. Principales and Practices of Rice Production. Los Baños Philippines: IRRI, 1981. p. 618.

- DE, S. K. Efecto de fuentes, métodos y época de aplicación del nitrógeno sobre el rendimiento del arroz bajo condiciones de riego. Centro de Investigaciones Agropecuario Región llanos Centrales. Venezuela. Agronomía Tropical, marzo 1982, nº 32.
- DÍAZ, C.; ZUAZNÁBAR, R.; CÓRDOBA, R.; MONTANO, R.; HERNÁNDEZ, J.; HERNÁNDEZ, F. y GARCÍA, E. Validación del bioestimulante Fitomás-E en el cultivo de la caña de azúcar [en línea]. Cuba, 05 enero 2005 [Consulta: 08 febrero 2011]. Disponible en: [www.icidca.cu/Productos/Fitomas](http://www.icidca.cu/Productos/Fitomas).
- ELLIOTT E. y COLEMAN, D.C. Let the Soil work for us. Philippines: IRRI, 1988. pp. 23,32.
- ESPINEIRA, J.; VLADIMIR, R.; HOYOS, E.; MONTOYA, R. y SIERRA, J. Incidencia de la radiación solar y la temperatura en 4 variedades de arroz. Arroz, abril 2012, vol. 50, nº 433, p. 30 - 35.
- FAIRHURST, T. y DOBERMANN, A. Rice in the global food supply. Rice production, Special Supplement Publication. Better Crops, febrero 2012, vol. 16, nº 1, pp. 3-6.
- FAO. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de. Boletín de tierra y agua, enero 2000, nº 8.
- FAO. Impacto del cambio climático en la producción de alimentos con énfasis en el arroz [en línea]. Cuba, 01 enero 2008 [Consulta: 16 marzo 2010]. Disponible en: [www.ric.fao.org](http://www.ric.fao.org).
- FAO. Producción yearbook [en línea]. Roma, Italia, 01 febrero 2007 [Consulta: 10 febrero 2010]. Disponible en: [www.fao.org](http://www.fao.org).
- FAO. "El cultivo del arroz "[en línea]. Cuba, 23 julio 2004 [Consulta: 13 marzo 2011]. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org.2004>
- FLAIG, W. Soil. Organic Matter as a source of nutrients organic. Matter and rice. Philippines: IRRI, 1984. p. 73 - 92.
- GARCÍA, A.; AH, A.; SOCORRO, M. y CABELLO, R. Manual del Arrocero. 2da ed. Instituto de Investigaciones del Arroz: Ministerio de la Agricultura, 2002.
- GARCÍA, D. Evaluación del bioestimulante Fitomás-E en el cultivo del maíz var. FR-28. Trabajo de Diploma. Universidad agraria de La Habana. Cuba: CENSA, 2002.
- GONZÁLEZ, L. El Fitomás- E como foliar en el cultivo de Arroz. La Sierpe. S S, Cuba:

CIDA, 2010.

- GONZÁLEZ, L. Fitomás-E: El bioestimulante del siglo [en línea]. Cuba, 24 agosto 2009 [Consulta: 08 febrero 2011]. Disponible en: <http://bloguerosrevolucion.ning.com/profiles/blogs/fitomase-el-bioestimulante-del>.
- HASSINK, J. Effects of soil texture and grassland management on soil organic C and N and rates of C and mineralization Soil Biol. Washington, EUA: Biochem, 1994.
- HERNÁNDEZ, A. N. Selección de rizo bacteria para la biofertilización en el cultivo del maíz. Tesis de Maestría. La Habana, Cuba: ICA, 1996.
- HERNÁNDEZ, A.; PÉREZ, J. M.; BOSCH, D.; FUENTES, E. y HERNÁNDEZ, M. Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Instituto de Suelo. Ministerio de la Agricultura. Ciudad de la Habana. Cuba: CIDA, 1999. p. 64.
- IZQUIERDO, A. Diagnóstico y recomendaciones nutricionales para el incremento de los rendimientos de tabaco tapado. Logro económico IIT. La Habana, Cuba: ICA, 2007.
- IZQUIERDO, A. Método de depuración de peróxido de hidrógeno exógeno. Logro científico. IIT. La Habana, Cuba: ICA, 2009.
- KHIND, C.; MECLU, O. y BERI, V. Age of dhaincha, gren matter, and nitrogen economy in rice. Philippines: IRRI, 1983. p. 17.
- LEINWEBER, P. y REUTER, G. The influence of different fertilization practices on concentrations of organic carbon and total nitrogen in particle - size fractions during 34 years of soil formation experiment in loamy marl. Biology and Fertility of soils. Canada: Better Crops, 1992. p. 119 - 124.
- MUNEVAR, M.F. Fundamentos para la interpretación del análisis del suelo, planta y agua para el riego: conceptos sobre la materia orgánica y el nitrógeno del suelo relacionado con la interpretación del análisis químico. 2da ed. Santa Fé de Bogotá: S.C.C. S, 1995. pp. 227,243.
- MADRUGA, A. Cuba por aumentar sus rendimientos arroceros. Granma, 23 febrero 2004.
- MARTÍNEZ, R. Los biofertilizantes y bioestimuladores bacterianos como pilares básicos de la agroecología. Caracas: CIARA, 2006. p. 35.
- MENENDEZ, F. Nuevos productos fertilizantes [en línea]. Philippines: IRRI, 03 enero 2006 [Consulta: 22 noviembre 2006]. Disponible en: [www.agrositio.com](http://www.agrositio.com).

- MENESES, P. Alternativa de Manejo y Tecnología para el mejoramiento de la eficiencia en la fertilización nitrogenada en el cultivo del arroz en aniego. Tesis de Maestría. Universidad de Ciego de Ávila: ICA, 2005.
- MINAG, Normas técnicas del cultivo del arroz. Sancti Spíritus. Cuba: CIDA, 2009.
- MONTANO, R. y VILLAR, J. X Jornada Científica del INIFAT. Impacto de los bionutrientes Fitomás tanto en la agricultura convencional como en la sostenible [DVD]. Ciudad de La Habana, 30 marzo 2005 [Consulta: 15 febrero 2012]. Disponible en: <http://www.icidca.cu/Productos/Fitomas.htm>.
- MUÑOZ, O. Conferencia. Los Sistemas Integrados de la Nutrición Vegetal (SINV). Cuba: CIDA, 1991.
- MOLINA, E. 2003. Características y manejo de fertilizantes que contienen nitrógeno, fósforo y potasio. In: Meléndez, G.; Molina, E. eds. Fertilizantes: Características y manejo. Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica, San José p. 37-57 .
- OSADA, A. Photosynthesis and respiration in relation to nitrogen responsiveness. Science of rice plant: physiology. food and agriculture policy research center. Tokio, Japan: MD, 1995. pp. 696-703.
- PANEQUE, V. M. y BERTOLI, M. Abonos Orgánicos: concepto práctico para su evaluación y aplicación. La Habana. Cuba: INCA, 1998.
- PERDOMO, M. A.; GONZÁLEZ, J.; DE, C. y GARCÍA, E. Correo. Boletín Informativo de la Federación Nacional de Arroceros Tarifa Postal Reducida No. 1321. Santa fé de Bogotá, Colombia: SCCS, 1997.
- PETERSON, T. A. Neb Guide: Using a Chlorophyll Meter to Improve N Management. Cooperative Extension, Institute of agriculture and Resources. University of Nebraska - Lincoln. USA: IAR, 1993.
- QUIRÓS, R. y RAMIREZ, C. Evaluación de la Fertilización nitrogenada en arroz inundado. Agronomía Mesoamericana. Costa Rica, San José: EUCR, 2006.
- RAMIREZ, C. Fisiología de la producción de los cultivos tropicales: nutrición nitrogenada. Universidad de Costa Rica, San José: EUCR, 2001. pp. 203,224.
- REINOL, R. L. Boletín de Reseña. Suelo y Agroquímica: influencia de la materia orgánica en las propiedades del suelo. La Habana, Cuba: UNAH, 1978.
- RUIZ, R. N. Influencia de la materia orgánica en las propiedades del suelo. Boletín de

- Reseña 1. Santiago de Cuba, Cuba: CIDA, 1978. p. 7 - 71.
- SABORIT, R. SANZO, R. y M, P. Efecto del estiércol vacuno sobre el desarrollo y rendimiento de la variedad de arroz J - 104. En: II Foro Científico Técnico del CMICT. Sancti Spiritus. Cuba: CIDA, 1985.
- SABORIT, R.; SANZO, R. y MARTÍNEZ, M. Fertilización orgánica combinada con la mineral NPK, su importancia en el incremento de la productividad del arroz anegado; Beneficios al suelo. Tesis de Doctorado. Sancti Spíritus, Cuba: ICA, 2009.
- SALGADO, J. L. Correo Fedearroz. Boletín Informativo de la Federación Nacional de Arroceros - Fondo Nacional de Arroz. Bogotá, D. C: SCCS, 2001.
- SANZO, R. Boletín de Reseña no. 15. La Habana, Cuba: CIDA, 1985.
- SANZO, R.; PÉREZ, R.; JIMÉNEZ, R.; SABORIT, R.; GARCÍA, J. y RODRÍGUEZ, R. Arroz Popular. "ABC Técnico". Estación Territorial de Investigaciones del Arroz "Sur del Jíbaro". Sancti Spíritus. Cuba: CIDA, 2003. pp. 6-49.
- SANZO, S. R.; A, A. C. y M, P. Efecto del estiércol vacuno sobre los rendimientos del arroz y la disminución de la dosis de nitrógeno aplicada a un suelo Ferralítico Cuarcítico Amarillo Rojizo Lixiviado. Periódico Trabajadores, 16 enero 2002.
- SHELDRIK, F. World Nitrogen Survey. Industry and Finance Series, vol. XX. Washington, DC: World Bank Technical Paper, 1987. p. 227.
- SKJEMSTAD, O.; J, L.; J, M. y G, S. High energy ultraviolet photo - oxidation: a novel technique for studding physically protected organic matter in clay and silt - sized aggregates. New York: Soil Sci, 1993. p. 485 - 499.
- SOWERS, E.; W, W.; C, B. y L, J. Nitrogen use efficiency of split nitrogen applications in soft white winter wheat. Agron. J. Arkansas. U.S.A: Soil Sci, 1994. pp. 942-948.
- STEVENSON, J. The Nitrogen cycle in soil: Global and ecological aspects. en: Cycles of soil: carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients. New York: Little Rock, 1986. pp. 106-154.
- SHIGA, H. Role of soil fertility in rice production. Hokuno 43 (3): 1976. Pp 18 – 31.
- TAKAHASHI, E.; MA, J. y MIYAKE, Y. The possibility of silicom as an essential element for higher plants. Comments Agric. Food Chem. 2. Plants Nutr. Philippines: IRRI, 1990. p. 99 - 122.
- TINARELLI, A. El Arroz. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Madrid: Mundi-prensa, 1989. p. 575.
- VAN, J. y J, P. Soil structural aspects of decomposition of organic matter by micro -

- organisms. Biogeochemistry. U.S.A: Soil Sci, 1990. p. 213 - 233.
- VILLAR, D. y ORTEGA, R. Medidor de clorofila, bases teóricas y su aplicación para la fertilización nitrogenada en cultivos. Agronomía y Forestal UC, abril 2002, nº 8.
- WILLEKENS, H. y SANGPEN, C. Catalasa is a sink for H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and is indispensable for stress defence in C<sub>3</sub> plants. Canada: EUCR, 1997.
- WILSON, C.; SLATON, N.; NORMAN, R. y MILLER, D. Efficient Use of fertilizer. Rice Production Hand Book. University of Arkansas, Division of Agriculture, Cooperative Extension Service. Arkansas. USA: Little Rock, 1998. pp. 51-72.
- YOSHIDA, S. Fundamentals of Rice Crop Science. International Research Institute, Philippines. Philippines: IRRI, 1981. p. 269.
- YOSHIDA, T. y ZUZUKI, M. Formation and degradation of ethylene in submerged Rice Soils. Sci. Plants Nutr. Philippines: IRRI, 1981. p. 129 - 135.