

RESPUESTA DEL ARROZ (*Oriza sativa* L.) A LA FERTILIZACIÓN CON DIFERENTES NIVELES DE NITROGENO¹ (Chané. Prov. Santisteban, Santa Cruz, Verano 2008-2009)

OVANDO JIMÉNEZ JAIRO²; AGUILERA, RUTH MERY³



Jairo Ovando Jiménez

RESUMEN

Se analiza la introducción de diferentes dosis de fertilización nitrogenada en el cultivo de arroz, en la localidad de Chané, provincia Obispo Santisteban del departamento de Santa Cruz, en la campaña Verano 2008/2009. Se estudiaron los niveles de fertilización Sulfammo Npro (80-100-120 kg/ha), Compo Master (80-100-120 kg/ha) y un testigo sin aplicación en la variedad de arroz Paititi. La aplicación de los tratamientos fue al voleo en plena fase de macollamiento del arroz (20 días después de la germinación). Durante la evolución del cultivo se tomaron datos de: floración, altura de planta, plantas por metro lineal número de panícula, tamaño de panícula, peso del grano, humedad, rendimiento por has, y por fanegas. Hubo respuesta significativa a la aplicación de N en las distintas variables en estudio. En rendimiento la respuesta fue altamente significativa a los niveles de fertilización en dosis de 80 – 100 kg/ha. El mejor tratamiento fue T2, (Sulfamo 100 kg/ha) con 28.39 fan. /ha. seguido de T1 (Sulfamo 120 kg/ha) con 28.06 fan/ha. y el testigo sin aplicación presentó un rendimiento promedio de 20.01 fan/ha. El análisis económico, determinó más rentable el tratamiento al T2 (Sulfamo 100 kg/ha).

ABSTRACT

The introduction of different nitrogen rates on rice cultivation was analyzed in the village of Chané, Obispo Santisteban Province of Santa Cruz, in the Summer season 2008/2009. The levels of Sulfammo NPRO fertilization (80-100-120 kg / ha), Compo Master (80-100-120 kg / ha) were studied and a control without application in rice variety Paititi. The application of the treatments was done in full rice tillering (20 days after germination). During the evolution cultivation data was recorded: flowering, plant height, plants per linear meter of panicle number, panicle size, grain weight, moisture, yield per ha, and bushels. There was significant response to N application in the different variables under study. Performance was highly significant to fertilization levels at doses of 80 to 100 kg / ha. The best treatment was T2 (Sulfamo 100 kg / ha) with 28.39 fan. / ha. Followed by T1(Sulfamo 120 kg / ha) with 28.06 fan / ha. y the control: presented an average yield of 20.01 fan / ha. The economic analysis determined the most cost effective treatment to be T2 (Sulfamo 100 kg / ha).

PALABRAS CLAVE: Arroz. Fertilización. Nitrógeno.

KEYWORDS: Rice. Fertilization. Nitrogen.

INTRODUCCION

El cultivo del arroz, con alrededor de 162 millones de hectáreas sembradas, constituye la base nutricional para la gran parte de la población mundial. Su producción y consumo lo convierte en el cultivo alimenticio más importante para una tercera parte de la humanidad, es decir, de aproximadamente 2.000 millones de personas (MARTINEZ, 1997).

En Bolivia, el cultivo de arroz ha ganado mayor importancia gracias al programa de colonización que impulsó la migración de agricultores a nuevas áreas de producción como el norte de Santa Cruz, el Chapare, Yapacaní, Alto Beni y Guarayos.

En el Departamento de Santa Cruz se tiene un área cultivada de aproximadamente 100.000 hectáreas, lo que representa un 26 % del total de la superficie sembrada con diferentes cultivos y el 61 % de la superficie sembrada con arroz a nivel nacional (CAO.

2008/09). El rendimiento promedio actual del arroz en cáscara es de 2.5 t/ha (INE, FENCA, CIPCA, 2007).

Entre los factores que afectan a los rendimientos del cultivo de arroz, se han identificado al clima, principalmente por la mala distribución de la precipitación pluvial; la proliferación de malezas e insectos y particularmente la paulatina y permanente degradación de los suelos. Actualmente, una gran superficie de suelos que han sido utilizados para la agricultura, presentan severas deficiencias de nutrientes, principalmente nitrógeno; limitaciones físicas para el desarrollo radicular, así como también una baja capacidad de retención de agua. Estas condiciones del suelo han sido ocasionadas por un excesivo laboreo, el incremento de las tasas de descomposición de la materia orgánica y la falta de reposición de los nutrientes extraídos por las cosechas. En estas condiciones será difícil que los pequeños y medianos agricultores puedan salir de la pobreza.

¹ Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. UCEBOL.

² Tesista. Estudiante de la Carrera de Ciencias Agronómicas de la UCEBOL.

³ Docente asesor. Ingeniera Agrónoma. UCEBOL:

Una alternativa efectiva para incrementar la productividad del cultivo de arroz, es el uso de fertilizantes químicos y minerales que puedan proveer nutrientes esenciales de manera oportuna y económica. La aplicación de fertilizantes nitrogenados, en dosis y épocas adecuadas, podría cubrir las deficiencias de este nutriente e incrementar los rendimientos.

OBJETIVOS

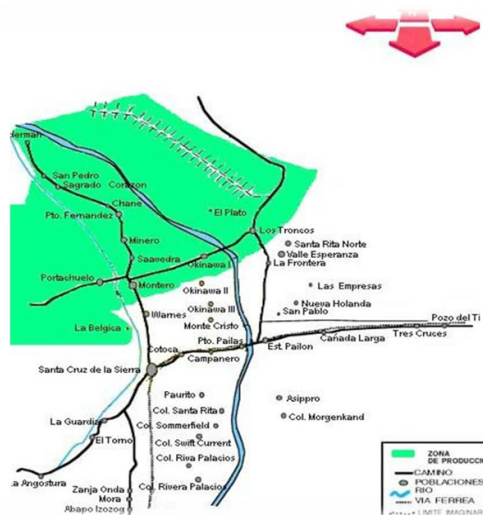
Objetivo General

Determinar la repuesta del cultivo del arroz a la fertilización con diferentes dosis de

SULFAMMO y COMPO MASTER, en la Localidad de Chane, provincia Obispo Santistevan del Departamento de Santa Cruz.

Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de SULFAMMO y COMPO MASTER sobre algunas características agronómicas y de rendimiento del cultivo del arroz.
- Determinar la rentabilidad económica de la fertilización con SULFAMMO y COMPOMASTER.



Mapa 1. Zonas productoras de arroz en el Departamento de Santa Cruz. CAO (2008)

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo fue realizado en la propiedad agrícola "19 de Abril", ubicada en la localidad de Chané, en la provincia Obispo Santistevan. Esta propiedad se encuentra situada a 96 km al norte de la ciudad de Santa Cruz, geográficamente se encuentra en el paralelo 17°25' de latitud sur y 62°54' de longitud oeste y a una altitud de 350 m.s.n.m.

De acuerdo con datos de los últimos 25 años, registrados en la Estación Experimental Agrícola de Saavedra, la zona presenta una precipitación promedio anual de 1200 mm, una temperatura promedio anual de 27° C y una humedad relativa del 75 %.

Los suelos de la zona se caracterizan por que son débilmente desarrollados, presentan horizontes AC y A(B)C incipientes. El color de la capa superficial es pardo y el subsuelo es pardo pálido o pardo amarillento. La textura de la capa superficial y subsuelo varía de franco limosa a arcillo limosa. En general, son suelos con una capa-

dad de infiltración moderada y una alta capacidad de retención de agua. El pH varía entre suavemente alcalino a moderadamente alcalino, en todo el perfil de suelo. La capacidad de intercambio catiónico varía de moderada a alta. La saturación de bases, generalmente es muy alta, para todos los horizontes del perfil. El contenido de materia orgánica y nitrógeno es moderado. El nivel de fósforo asimilable se encuentra en niveles moderados a altos.

Como material vegetal se empleó la variedad CONARROZ 101 (Paititi), cuyas características son las siguientes:

Vigor de la planta	Vigorosa
Días a inicio de formación de panícula	55
Días a floración	85
Días a maduración	115
Altura de planta (cm)	97
Acame (vuelco)	R
Desgrane	MR
Pubescencia de la semilla	Pubescente
Arista	Corta
Peso de 1000 granos	30.3
Largo de grano pelado(mm)	7.55
Relación largo/ancho	3.62
Tipo de grano	Extra largo
Centro de blanco	2.0
Temperatura de Gelatinización	A/I
Amilosa	30.8

Como fuente de nitrógeno se utilizaron 2 fertilizantes: Sulfammo es un fertilizante sólido, complejo, granulado, de base nitrogenada, que libera gradualmente el nitrógeno y que presenta una concentración de 26 % de Nitrógeno, 11 % de Azufre, 2 % de Manganeso, 6 % de Calcio y 0.5 % de Boro; Compo Master es una mezcla física, sólida, granulada, cuya concentración final es de 34 % de Nitrógeno y 12 % de Azufre.

Tratamientos

En el estudio se probaron 7 tratamientos, en los que se incluyen las fuentes de nitrógeno: Sulfammo y Compo Master. De cada uno de los fertilizantes se probaron 3 dosis: 120, 100 y 80 kg/ha. Además, fue incluido un tratamiento testigo. En el Cuadro 1 se presentan las cantidades de nitrógeno aplicado en cada uno de los tratamientos.

Cuadro 1. Tratamientos experimentales en el ensayo "Respuesta del cultivo de Arroz (Oriza sativa L.) a la fertilización con diferentes niveles de nitrógeno". Chane, Verano 2008/2009

Nº	Fertilizante	Dosis (kg/ha)	Nitrógeno (kg/ha)
T1	Sulfammo	120	32.2
T2	Sulfammo	100	26.0
T3	Sulfammo	80	20.8
T4	Compo Master	120	40.8
T5	Compo Master	100	34.0
T6	Compo Master	80	27.2
T7	Testigo absoluto	0	0.0

La unidad experimental fue de 25 m de ancho x 20 m de largo, resultando en 500 m². Así mismo, cada repetición tuvo una superficie de 3.500 m² y la superficie útil del ensayo fue de 14.000 m². Los tratamientos experimentales fueron evaluados bajo el diseño experimental de Bloques al Azar de 7 tratamientos y 4 repeticiones, haciendo un total de 28 unidades experimentales

Manejo del ensayo

Siembra

El ensayo fue establecido en la campaña del verano 2008/2009, siguiendo las recomendaciones del manual técnico del arroz del CIAT (2009). Se utilizó una sembradora Valdan Jumil graduada para depositar 65 semillas por metro lineal, a una distancia de 17 cm entre surcos.

Aplicación del fertilizante

Los fertilizantes, fueron aplicados al voleo, de acuerdo a las cantidades establecidas para cada uno de los tratamientos, en la fase de macollamiento del arroz (20 días después de la germinación).

Control de malezas

El control de las malezas se realizó cuando la infestación de las mismas llegó a niveles de daño económico al cultivo del arroz. Esta labor se realizó en todos los tratamientos siguiendo las recomendaciones de la empresa AAA INTERNACIONAL Ltda. Se utilizó el herbicida sistémico Butaclor 60 % del grupo químico triazinas en dosis de 4 litros por hectárea y Clomazone 48% del grupo químico soxazolinas, en dosis de 0,4 litros por hectárea.

Control de insectos

El control de los insectos-plagas se lo realizó cuando la infestación de los mismos llegó a niveles de daño económico al cultivo del arroz. Esta labor se la realizó en todos los tratamientos con el uso de Cipermetrina (25 % del grupo químico piretroide, dosis de 0,2 l/ha) y Methomyl (90 % del grupo de los carbonatos, dosis de 250 g/ha)

Control de enfermedades

El control de las enfermedades se realizó cuando la infestación de las mismas llegó a niveles de daño económico al cultivo del arroz. Esta labor se la realizó en todos los tratamientos con el uso de fungicidas, de acuerdo a las recomendaciones de Agro Jamales: Tebuconazole 25 % en dosis de 0.3 l/ha, (específico para el control de las enfermedades causada por Piricularia).

Metodología de evaluación

-Registro de datos climáticos

Durante el periodo de evaluación del ensayo se registró la temperatura diariamente, estableciéndose la temperatura promedio, la temperatura mínima y la temperatura máxima ocurrida durante el ciclo de desarrollo del cultivo del arroz. De la misma manera, fue registrada la precipitación ocurrida durante este periodo.

Registro de datos agronómicos

- Número de planta por metro lineal

Esta característica se evaluó a 10 días después de la germinación. Se tomaron 2 muestras de 1 metro lineal de los tres surcos centrales por unidad experimental.

- Altura de planta

Se registró la longitud, en centímetros, desde la base de la planta hasta el ápice de la misma, en 10 plantas tomadas al azar de cada unidad experimental.

- Días a floración

Se tomaron en cuenta los días desde la siembra hasta cuando el 50 % de las plantas presentaron panículas florecidas.

-Número y tamaño de panícula por metro lineal

De cada unidad experimental, se tomaron 4 muestras al azar y se contó la cantidad existente de panículas por planta. De la misma manera, de este material, se registró el tamaño de la panícula.

-Días de maduración

Se tomó en cuenta los días desde la germinación hasta la madurez de grano (85 % de los granos de la panícula madura).

- Cosecha y rendimiento

En el área central de cada unidad experimental, se cortaron 4 muestras al azar de 4 surcos, haciendo un área útil de 3m². Posteriormente se procedió al despigado y venteado del grano con una trilladora estacionaria a motor, luego se pesaron las muestras de cada tratamiento en una balanza marca "Filizola" con capacidad de 20 kg. Una vez obtenido el dato de campo, se determinó la humedad de la muestra, estandarizándose al 13% con el determinador de humedad. Finalmente el peso de grano fue expresado en kg/ha para su análisis estadístico.

Análisis económico

Para determinar la rentabilidad de la fertilización con diferentes dosis de nitrógeno se realizó un análisis económico siguiendo la metodología propuesta por CIMMYT (1995).

El nivel óptimo se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Producto marginal} = \frac{\text{Precio del Fertilizante}}{\text{Precio del arroz}}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condiciones climáticas

- Régimen térmico

Se registran los datos promedios de la temperatura mensual durante el periodo de evaluación del ensayo. En la Figura 1, se presentan los valores de las temperaturas máximas, mínimas y medias ocurridas desde el mes de octubre de 2009 (fecha de siembra) hasta el mes de febrero del 2010 (fecha de cosecha).

Conforme a estos datos, se puede observar que las temperaturas máximas extremas registradas durante los cuatro meses de la época de verano presentan pequeñas oscilaciones, las mismas que fluctúan entre 30 grados centígrados, con unas leves variaciones térmicas. La temperatura media durante este periodo tampoco presenta variaciones muy grandes ya que durante estos meses ocurrió una temperatura alrededor de los 25 y 26 grados centígrados.

Finalmente, la temperatura mínima registrada durante este periodo muestra un comportamiento casi uniforme, oscilando sus valores alrededor de los 22 grados centígrados. De estos resultados se puede indicar que el ambiente térmico para el cultivo del arroz ha estado dentro de sus exigencias térmicas como para tener una buena producción de grano y en ninguno de los meses las temperaturas han bajado a niveles que podrían dañar o perjudicar el normal desarrollo del cultivo.

De acuerdo al manual técnico del CIAT, (1994), el arroz se puede cultivar en zonas comprendidas hasta los 1.250 m.s.n.m. con temperaturas medias entre 24 y 28° C pero soporta muy bien temperaturas superiores.

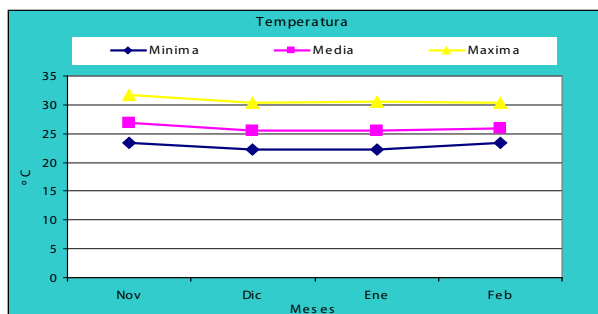


Figura 1. Temperatura mínima, media y máxima registrada durante el estudio "Respuesta del arroz (Oriza sativa L.) a la fertilización con diferentes dosis de nitrógeno. Chane, Verano 2008/2009.

-Régimen pluviométrico

Las precipitaciones registradas durante el ciclo vegetativo del cultivo del arroz, variedad Paititi, están representadas gráficamente en la Figura 2. Esta relación de registro de lluvia se inició a partir del mes de octubre y noviembre de 2008, se extiende hasta el mes de abril del 2009.

En el mes de noviembre se registró una precipitación de 65 mm, la misma que no afectó significativamente al cultivo, probablemente porque se encontraba en la primera etapa de crecimiento, cuando las exigencias de humedad son menores. Además, se debe tomar en cuenta que en el mes de octubre ocurrió una precipitación de 244 mm y que el suelo, por su textura pesada, tiene una alta capacidad de retención de agua. Estos factores han contribuido para que la humedad del suelo fuera suficiente para cubrir los requerimientos en los primeros 40 días después de la siembra. En el mes de diciembre se registró una precipitación de 335.8 mm, lo que aseguró el desarrollo normal del cultivo de arroz.

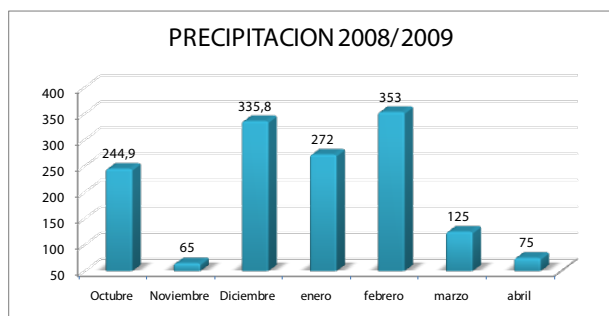


Figura 2. Precipitación registrada durante el estudio "Respuesta del arroz (Oriza sativa L.) a la fertilización con diferentes dosis de nitrógeno. Chane, Verano 2008/2009.

En el mes de enero se registraron precipitaciones de hasta 80 mm en un solo día, sumando un total de 272 mm en todo el mes, cuando el cultivo del arroz tenía los 75 días después de la siembra, es decir en la etapa en que el cultivo estuvo en plena formación de la espiga. En el mes de febrero también ocurrieron precipitaciones altas, más de 80 mm en un solo día, sumando un total de 353 mm

durante el mes. Con se puede observar en la Figura 2, la cantidad y distribución de la precipitación ocurrida durante el periodo de evaluación fue altamente favorable para el desarrollo del cultivo del arroz.

Características químicas del suelo

El suelo experimental tiene una reacción (pH) suavemente ácida. En este valor de pH la mayoría de los nutrientes esenciales se encuentran en formas asimilables para las plantas. Así mismo la Conductividad Eléctrica que presenta este suelo indica que no existen problemas de salinidad. Los Cationes Intercambiables Ca²⁺ y K⁺ se encuentran en niveles bajos, mientras que el Mg⁺ presenta un nivel moderado, al igual que la Capacidad de Intercambio Catiónico. También, la Materia Orgánica y el Fósforo disponible se encuentran en niveles moderados (Cuadro 2). El Nitrógeno total se presenta en un nivel medio, por lo que para especies de alto rendimiento, puede ser un factor limitante. La textura del suelo es Arcillo Limosa. De acuerdo a estos resultados, es posible aseverar que el suelo experimental no presenta serias limitaciones para el cultivo de arroz.

Cuadro 2. Resultados del Análisis físico-químico del suelo donde se realizó el estudio "Respuesta del cultivo de Arroz (Oriza sativa L.) a la fertilización con diferentes niveles de nitrógeno". Chane, Verano 2008/2009

Características del suelo	Valores	Interpretación
pH	6,3	Suavemente ácido
C.E. (micromhos cm-1)	133,0	Sin problemas de salinidad
Ca ²⁺ (cmolc kg-1)	1,0	Medio
Mg ²⁺ (cmolc kg-1)	1,6	Alto
Na ⁺ (cmolc kg-1)	0,55	Medio
K ⁺ (cmolc kg-1)	0,24	Medio
T.B.I. (cmolc kg-1)	12,8	
C.I.C.E. (cmolc kg-1)	13	Medio
Saturación de Bases %	98	
Acidez cmolc kg-1	0,2	
Aluminio	0,0	Ausente
Fósforo (mg kg-1)	14	Medio
Materia Orgánica (%)	2,0	Medio
Nitrógeno Total (%)	0,21	Medio
Arena (%)	2,0	
Limo (%)	33,0	
Arcilla (%)	65,0	
Textura	YL	Arcillo Limoso

Fuente: Laboratorio de Suelos – CIAT, 2008

- Número de plantas por metro lineal

De acuerdo a los resultados del análisis estadístico, esta variable presentó diferencias estadísticamente significativas con respecto a los tratamientos de fertilización.

Entre los tratamientos de fertilización con Sulfammo, se destaca el nivel de 100 kg ha-1 (54 plantas m-1), el mismo que difiere en 23

% con respecto al tratamiento testigo (Figura 3) y que, según la prueba de comparación de medias (DMS $P < 0.05$) resultó estadísticamente superior al resto de los tratamientos estudiados (Cuadro 3). Un comportamiento similar es observado entre los tratamientos con CompoMaster, en el que sobresale la dosis de 100 kg ha⁻¹ (50 plantas m⁻¹) con una diferencia de 14 % con respecto al testigo. En valores absolutos, todos los tratamientos de fertilización superaron al testigo, aunque los tratamientos con 80 y 120 kg ha⁻¹ de CompoMaster no difieren estadísticamente con el tratamiento testigo. Aparentemente, en este suelo, la aplicación de 100 kg ha⁻¹ de Sulfammo, sería la más adecuada para asegurar una buena población de plantas del cultivo de arroz.

Cuadro 3. Resultados de la prueba de comparación de medias (DMS $P < 0.05$) del Número de plantas por metro lineal en el estudio "Respuesta del cultivo de Arroz (Oriza sativa L.) a la fertilización con diferentes niveles de nitrógeno". Chane, Verano 2008/2009

Tratamientos	Dosis (kg ha ⁻¹)	Media	Significancia Estadística	Comparación Medias (DMS $P < 0.05$)
T1 Sulfammo	120	51	**	AB
T2 Sulfammo	100	54		A
T3 Sulfammo	80	47		BC
T4 CompoMaster	120	45		C
T5 CompoMaster	100	50		B
T6 CompoMaster	80	45		C
T7 Testigo	0	44		C

Grado de significancia: ** Altamente significativo, * Significativo, NS no significativo. Distintas letras en la misma columna indican diferencias entre tratamientos según la prueba de DMS ($P < 0.05$).

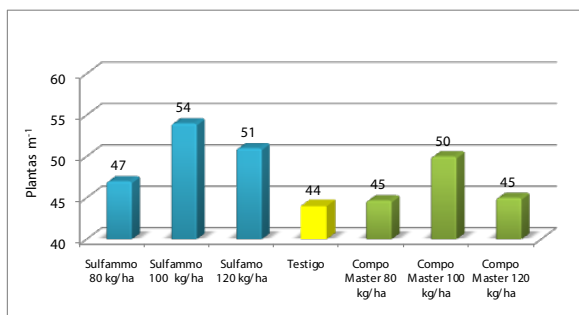


Figura 3. Número de planta por metro lineal, registrada en el estudio "Respuesta del cultivo de Arroz (Oriza sativa L.) a la fertilización con diferentes niveles de nitrógeno". Chane, Verano 2008/2009.

Altura de planta

De acuerdo a los resultados del análisis estadístico, la altura de planta del arroz presentó diferencias estadísticamente significativas con respecto a los tratamientos de fertilización.

En valores absolutos, todos los tratamientos de fertilización resultaron superiores al testigo. Se destaca el tratamiento Sulfammo 120 kg ha⁻¹ (101 cm) el mismo que presentó el mayor valor de altura de planta. Aunque, de acuerdo a la prueba de comparación de medias (DMS $P < 0.05$), no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos de fertilización (Cuadro 4). En la Figura 4 se puede observar que entre los tratamientos con Sulfammo ocurre una cierta

tendencia de aumento de la altura de planta conforme aumenta la dosis de fertilizante. Este comportamiento no es observado en los tratamientos con CompoMaster. Está bien documentado que la fertilización con nitrógeno favorece al crecimiento de la plantas. El nitrógeno promueve el aumento de la altura y la formación de macollos productivos que favorecen al incremento del rendimiento de grano (Doyle, 1986).

Cuadro 4. Resultados de la prueba de comparación de medias (DMS $P < 0.05$) de Altura de Planta (cm) en el estudio "Respuesta del cultivo de Arroz (Oriza sativa L.) a la fertilización con diferentes niveles de nitrógeno". Chane, Verano 2008/2009

Tratamientos	Dosis (kg ha ⁻¹)	Media	Significancia Estadística	Comparación Medias (DMS $P < 0.05$)
T1 Sulfammo	120	100.8	*	A
T2 Sulfammo	100	99.0		AB
T3 Sulfammo	80	97.9		AB
T4 CompoMaster	120	98.8		AB
T5 CompoMaster	100	93.5		BC
T6 CompoMaster	80	93.8		BC
T7 Testigo	0	90.8		C

Grado de significancia: ** Altamente significativo, * Significativo, NS no significativo. Distintas letras en la misma columna indican diferencias entre tratamientos según la prueba de DMS ($P < 0.05$).

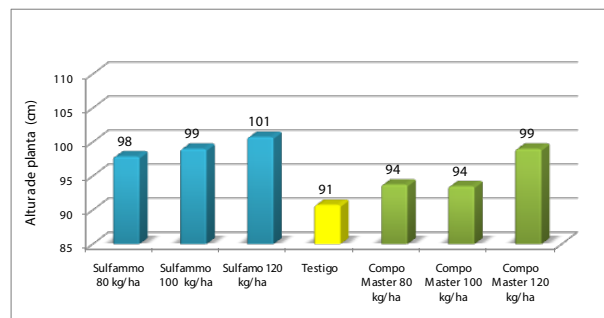


Figura 4. Altura de planta, registrada en el estudio "Respuesta del cultivo de Arroz (Oriza sativa L.) a la fertilización con diferentes niveles de nitrógeno". Chane, Verano 2008/2009.

- Número de Panículas por planta

De acuerdo a los resultados del análisis estadístico los tratamientos de fertilización no provocaron cambios en el Número de Panículas por planta de arroz.

En valores absolutos, las plantas fertilizadas con Sulfammo, presentaron un mayor número de panículas, en comparación con el testigo, siendo el mejor tratamiento la aplicación de 120 kg ha⁻¹ (Figura 5). En el caso del fertilizante CompoMaster se logró un incremento de apenas 5 % con la aplicación de 100 y 120 kg ha⁻¹. Aparentemente, bajo las condiciones en las que se llevó este estudio, las dosis utilizadas en ambos fertilizantes, no fueron suficientes para provocar diferencias estadísticamente significativas en el Número de panículas por planta.

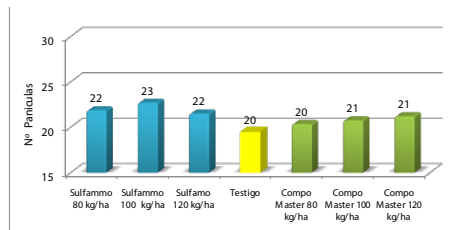


Figura 5. Número de panículas por metro lineal, registrada en el estudio "Respuesta del cultivo de Arroz (Oriza sativa L.) a la fertilización con diferentes niveles de nitrógeno". Chané, Verano 2008/2009.

- Longitud de panículas

El análisis de varianza para los datos de Longitud de panículas no verificó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos de fertilización.

Aunque sin diferencias estadísticamente significativas, la aplicación de los fertilizantes provocó ligeros incrementos en la longitud de panículas del arroz. En la Figura 6, se puede observar que en las tres dosis de Sulfammo, como también de CompoMaster, la longitud de panícula es superior al testigo. El mayor incremento (16 %) fue conseguido con 120 kg de Sulfammo por hectárea.

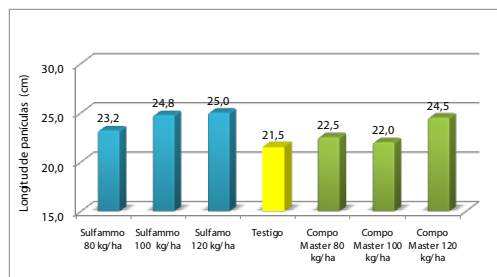


Figura 6. Longitud de panículas (cm), registrada en el estudio "Respuesta del cultivo de Arroz (Oriza sativa L.) a la fertilización con diferentes niveles de nitrógeno". Chané, Verano 2008/2009.

-Número de granos por panícula

De acuerdo a los resultados del análisis estadístico, los tratamientos de fertilización provocaron diferencias significativas en el Número de granos por panícula del arroz.

El tratamiento testigo fue superado estadísticamente por todos los tratamientos de fertilización (Cuadro 5). El promedio más alto fue observado en el tratamiento Sulfammo 100 kg ha⁻¹ (54 granos), el mismo que es superior en 17 % con respecto al testigo. En segundo lugar, el tratamiento Sulfammo 120 kg ha⁻¹ (52 granos), resultó superior en 13 % con respecto al testigo. De la misma manera, los tratamientos con 100 y 120 kg ha⁻¹ de CompoMaster (ambos con 50 granos) presentaron una diferencia de 8.7 % con respecto al testigo. De esta manera, queda evidenciado que la fertilización con Sulfammo y/o CompoMaster pueden incrementar el número de granos por panícula del cultivo de arroz.

Cuadro 5. Resultados de la prueba de comparación de medias (DMS P<0.05) del Número de granos por panícula en el estudio "Respuesta del cultivo de Arroz (Oriza sativa L.) a la fertilización con diferentes niveles de nitrógeno". Chané, Verano 2008/2009

Tratamientos		Dosis (kg ha ⁻¹)	Media	Significancia Estadística	Comparación Medias (DMS P< 0,05)
T1	Sulfammo	120	52	**	AB
T2	Sulfammo	100	54		A
T3	Sulfammo	80	48		CD
T4	CompoMaster	120	50		BC
T5	CompoMaster	100	50		BC
T6	CompoMaster	80	46		D
T7	Testigo	0	46		D

Grado de significancia: ** Altamente significativo, * Significativo, NS no significativo. Distintas letras en la misma columna indican diferencias entre tratamientos según la prueba de DMS (P < 0.05).

En la Figura 7 se puede apreciar que los mayores incrementos en el número de granos por panícula fueron alcanzados con la aplicación de Sulfammo.

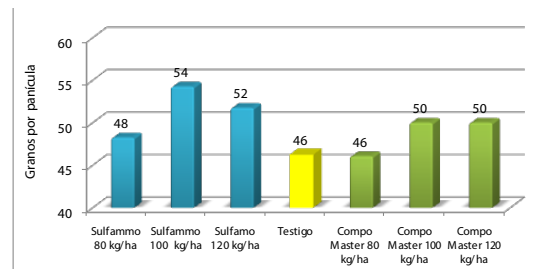


Figura 7. Número de granos por panícula, registrado en el estudio "Respuesta del cultivo de Arroz (Oriza sativa L.) a la fertilización con diferentes niveles de nitrógeno". Chané, Verano 2008/2009.

-Humedad de grano

La variable Humedad de grano no presentó diferencia estadística significativa (P<0.05) entre tratamientos según el análisis de varianza. En la Figura 8 se muestran los resultados del efecto de la aplicación de fertilizantes nitrogenados en la Humedad de grano del arroz.

Aparentemente, la fertilización con nitrógeno no provocó modificaciones en la fase vegetativa del cultivo de arroz, por lo que, en todos los tratamientos se alcanzó una maduración relativamente uniforme.

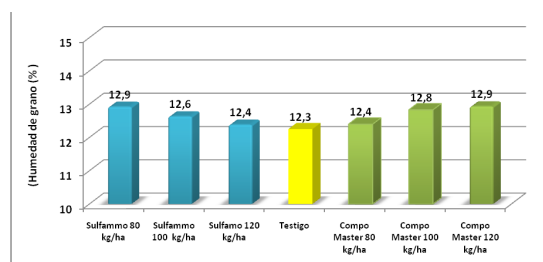


Figura 8. Humedad de grano (%), registrada durante el estudio de "Respuesta del cultivos de arroz (Oriza sativa L.) a la fertilización con diferentes niveles de nitrógeno". Chané, Verano 2008/2009.

- Rendimiento de grano

El análisis de varianza para la variable Rendimiento de campo, en kg ha⁻¹, detectó diferencias altamente significativas entre tratamientos de fertilización.

En general, todos los tratamientos de fertilización con nitrógeno presentaron rendimientos promedios superiores al testigo. Cuando se aplican 80 kg/ha del fertilizante Sulfammo, se observa un significativo incremento (1350 kg/ha de grano), se alcanza el máximo incremento (1483 kg/ha) con la dosis de 100 kg/ha de fertilizante y luego el incremento se reduce a 1425 con la dosis más alta de Sulfammo (120 kg/ha). En el caso de CompoMaster, el incremento, con respecto al tratamiento testigo es de 425, 625 y 891 kg/ha con la aplicación de 80, 100 y 120 kg/ha de fertilizante, respectivamente (Cuadro 6).

La respuesta diferenciada entre los dos fertilizantes, favorable a Sulfammo, puede estar relacionada al hecho de que el fertilizante CompoMaster es una mezcla física, lo que no ha permitido una aplicación homogénea. En este tipo de fertilizantes, en el que se mezclan partículas de diferente tamaño, se tiene la dificultad de que al aplicarlos, por el peso y el tamaño de la partícula y por la fuerza de la gravedad, ocurre un asentamiento de las partículas de mayor peso, las mismas que caen primero.

En la Figura 9, se puede observar que se destaca el tratamiento Sulfammo 100 kg ha⁻¹ con un incremento de 41.9 % con respecto al tratamiento testigo. De igual manera, los tratamientos Sulfammo 120 y 80 kg ha⁻¹, sin diferencias estadísticas entre sí presentaron incrementos de 40 y 38 %, respectivamente. Entre los tratamientos con CompoMaster fue observado un incremento sostenido conforme se aumentaron las dosis del fertilizante; con relación al testigo, los incrementos relativos fueron de 12, 18 y 25 %, respectivamente.

Cuadro 6. Resultados de la prueba de comparación de medias (DMS P<0.05) del Rendimiento de grano en el estudio "Respuesta del cultivo de Arroz (Oriza sativa L.) a la fertilización con diferentes niveles de nitrógeno". Chané, Verano 2008/2009

Tratamientos	Dosis (kg ha ⁻¹)	Media	Significancia Estadística	Comparación Medias (DMS P< 0,05)
T1 Sulfammo	120	4967	**	AB
T2 Sulfammo	100	5025		A
T3 Sulfammo	80	4892		CD
T4 CompoMaster	120	4433		BC
T5 CompoMaster	100	4167		BC
T6 CompoMaster	80	3967		D
T7 Testigo	0	3542		D

Grado de significancia: ** Altamente significativo, * Significativo, NS no significativo. Distintas letras en la misma columna indican diferencias entre tratamientos según la prueba de DMS (P < 0.05).

Estos resultados concuerdan plenamente con los observados en diversos trabajos de investigación (Cordero, 1964; Sánchez, 1972; Angulo et al., 1981; Morales, 1982; Ricaldez, 1988; Tinarelli, 1989; Ortiz, 1993) los mismos que han reportado respuestas altamente positivas a la fertilización nitrogenada. La corrección de las deficiencias de nitrógeno promueve un rápido crecimiento de la planta,

la formación de macollos, al incremento del número de granos por panícula, al porcentaje de granos maduros y al tamaño y peso del grano y al incremento del rendimiento y la calidad del grano de arroz.

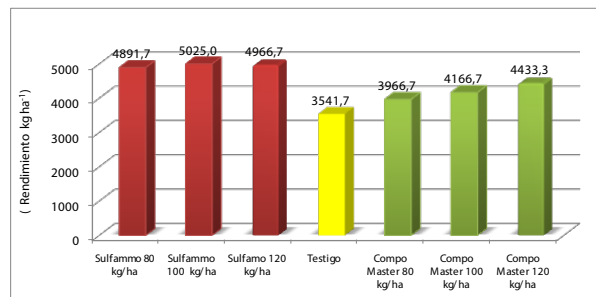


Figura 9. Rendimiento de grano (kg ha⁻¹), registrado en el estudio "Respuesta del cultivo de Arroz (Oriza sativa L.) a la fertilización con diferentes niveles de nitrógeno". Chané, Verano 2008/2009.

En las Figuras 10 y 11, se puede observar que con la aplicación de dosis crecientes de Sulfammo se obtiene una respuesta de tendencia cuadrática (Anexo 11) con una máxima técnica de 106.7 kg de fertilizante, mientras que con la aplicación de CompoMaster la respuesta es de tendencia lineal, con un incremento de aproximadamente 7 kilos de grano por cada kilo del fertilizante.

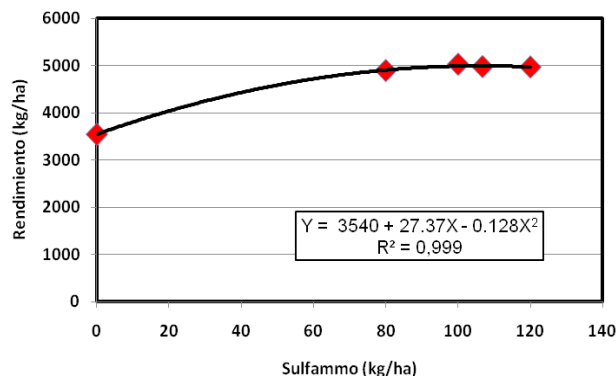


Figura 10. Rendimiento del cultivo de arroz (Oriza sativa L.) en función de la fertilización con diferentes dosis de Sulfammo. Chané, Verano 2008/2009.

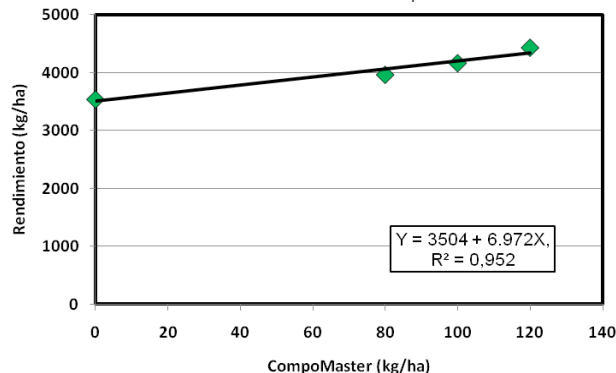


Figura 11. Rendimiento del cultivo de arroz (Oriza sativa L.) en función de la fertilización con diferentes dosis de CompoMaster. Chané, Verano 2008/2009.

Análisis económico

El análisis económico (Cuadro 7) nos muestra que el T2 (100 kg Sulfammo), presenta mayor rentabilidad con un ingreso de 209.3 \$us/ha, seguido del T3 (80 kg Sulfammo), con 199.7 \$us/ha, la aplicación de fertilizante nitrogenado mostro rentabilidad en todos los tratamientos, comparados con el testigo sin aplicación por lo cual justifica su aplicación en términos de retorno para el agricultor.

Cuadro 7. Resultados del análisis económico de la fertilización con diferentes dosis de Sulfammo y CompoMaster. Chané, Verano 2008/2009

No.	Tratamientos	Rendi- miento	Ingreso Bruto	Costo Ferti- zan-tes	Ingreso Neto	Ingre- so/CF
		Kg/ha	Bs.			
T1	Sulfammo 120	4967	982.11	100.8	881.31	180.98
T2	Sulfammo 100	5025	993.64	84.0	909.64	209.30
T3	Sulfammo 80	4892	967.28	67.2	900.08	199.75
T4	CompoMaster 120	4433	876.65	93.6	783.05	82.72
T5	CompoMaster 100	4167	823.92	78.0	745.92	45.59
T6	CompoMaster 80	3967	784.37	62.4	721.97	21.64
T7	Testigo	3542	700.33	0.0	700.33	

1 Tonelada de arroz = \$us. 35.0

TC 1 \$us = 6.98

CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

La precipitación registrada durante el periodo de evaluación no afectó al desarrollo del cultivo del arroz, más bien con estas precipitaciones se obtuvo buenos rendimientos.

La temperatura promedio (30° C) registrada durante el periodo de estudio fue adecuada para el desarrollo del cultivo del arroz.

El número de plantas por metro lineal y la altura de planta se incrementaron significativamente con la aplicación de 100 kilos de Sulfammo. Un efecto similar se observa con la aplicación de 100 kilos por hectárea de CompoMaster.

El número de panículas y longitud de panícula no variaron significativamente con la aplicación de las diferentes dosis de Sulfammo y CompoMaster.

El número de granos por panícula se incrementó significativamente con la aplicación de 100 kilos de Sulfammo, como también con la aplicación de 120 kilos por hectárea de CompoMaster.

El mayor incremento de rendimiento del cultivo de arroz fue alcanzado con la aplicación de 100 kilos de Sulfammo y con la aplicación de 120 kilos de CompoMaster.

El nivel óptimo de fertilización fue de 100 k/ha de Sulfammo, con un beneficio neto de 209.3 \$us/ha

RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se emiten las siguientes recomendaciones:

En suelos de textura arcillosa, como el utilizado en este experimento, se recomienda el uso de 80 a 100 kilos del fertilizante Sulfammo.

Se recomienda realizar este mismo trabajo de investigación en suelos de texturas medias y livianas.

Se recomienda realizar un análisis de suelo antes de planificar la fertilización del cultivo de arroz.

BIBLIOGRAFIA

ANGULO, R. REYES, N. PAZ. 1981. Informe de ensayos en fertilización en el cultivo

del arroz. CIAT. Santa Cruz, Bolivia, 42 pp.

ARREGOCÉS, OSCAR; AHN, SANG-WON ; JENNINGS, PETER R.; GONZÁLEZ,

J. 1982. Enfermedades del arroz en América Latina y su control. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Fundación Kelloggs. Cali, COLOMBIA.

AYALA, C.R. 1996. Respuesta del cultivo de arroz a niveles de fertilización mineral y

orgánica con alta densidad de siembra en sistema chaquero. Tesis de Grado. Facultad de

Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz – Bolivia. 101 p.

CALANCHA J. (1983) Estudios Regionales de fertilización de Arroz a secano. Tesis para

optar título de Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz – Bolivia.

CAO. 2008. Números de mi Tierra. Datos estadísticos de la producción del cultivo del arroz. Santa Cruz, Bolivia.

Compite Med

Respuesta

Caso N° 1: (Viene de Pag. N° 13)

Carcinoma basocelular

Se trata de una lesión de borde fijo, costroso, en una zona de exposición cutánea, que se mostró "activa" desde hace relativamente poco tiempo. Tras la biopsia se confirmó la sospecha de carcinoma basocelular.