

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**"EFECTO RESIDUAL DE ENMIENDAS ORGANICAS E
INORGANICAS EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)
VARIEDAD 'CAPIRONA' EN UN SUELO DEGRADADO"**

TESIS

Para optar el titulo de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Willian Vásquez Saldaña

PROMOCIÓN I - 2007

"Unasinos escudo de éxito y liderazgo de nuestra nación"

Tingo María - Perú

2010

F04

V32

Vásquez Saldaña, William

Efecto Residual de Enmiendas Orgánicas e Inorgánicas en el Cultivo de Arroz (*Oryza sativa* L.) Variedad "Capirona" en un Suelo Degradado. Tingo María, 2010.

69 h.; 28 cuadros; 17 fgrs.; 21 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero Agrónomo) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Agronomía.

ORYZA SATIVA L. / CULTIVO-ARROZ / RENTABILIDAD / SUELO
DEGRADADO / EFECTO RESIDUAL / ENMIENDAS / TINGO
MARÍA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUÁNUCO / PERÚ.

DEDICATORIA

Para mis padres **Luis y Ofelia**, Con todo el amor y cariño de siempre, mi eterno agradecimiento, quienes con su comprensión, abnegación y sacrificio hicieron posible que cumpla mi sueño de ser ingeniero agrónomo.

A mi tío **Horacio** por la orientación y apoyo brindado en la ejecución y redacción del presente trabajo

A mi adorada esposa **Lizeth**, y a mi hijo **Diego Alexander**, con mucho amor y cariño

A mis hermanos **Julio, Kely, Nilo y Daniel** por su apoyo moral.

A la memoria de mis queridos abuelos **Gilberto, Laney y Jacinta** quienes partieron para nunca volver

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que han colaborado en la culminación del presente trabajo, entre ellos:

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva por haberme dado la oportunidad de lograr mi formación profesional.
- A mi asesor Ing. M.Sc. Carlos HUATUCO BARZOLA, docente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- A los miembros del Jurado de Tesis: Ing. M.Sc. José Wilfredo ZAVALA SOLÓRZANO, Ing. M.Sc. Hugo HUAMANI YUPANQUI e Ing. Jaime CHAVEZ MATIAS.
- A la familia Cárdenas Basiliano, por su apoyo brindado durante la ejecución de proyecto.
- A las hermanas Carmelitas del albergue Las Lomas por el terreno experimental.
- A mis amigos, Freddy Mendoza Reap, Nixon Rojas Sandoval, Daniel Vásquez Saldaña, Aldo López Rodríguez, Jhon Pinchi Sánchez, Tony Córdova Ríos, Tomy Adrián Díaz Ríos y Kesper Valera Ríos, que me brindaron su apoyo físico y moral.
- Al Ing. Pedro HUERTO GUZMAN Administrador del Fundo I de la Facultad de Agronomía

ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	12
II. REVISIÓN DE LITERATURA	13
2.1. Generalidades sobre el cultivo de arroz	13
2.1.1. Origen	13
2.1.2. Taxonomía.....	13
2.1.3. Factores edafoclimáticos	14
2.2. Acidez del suelo y encalado	15
2.2.1. Acidez del suelo.....	15
2.2.2. Naturaleza de la acidez del suelo.....	17
2.2.3. Encalado.....	21
2.3. La gallinaza como fuente de materia orgánica	24
2.4. Requerimientos nutricionales	25
III. MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1. Ubicación del experimento	26
3.2. Análisis de suelo.....	26
3.3. Datos meteorológicos	29
3.4. Componentes en estudio.....	29
3.4.1. Arroz 'Capirona'	29
3.4.2. Enmienda inorgánica	30
3.4.3. Fertilización inorgánica	30
3.4.4. Terrazas	30
3.5. Tratamientos en estudio	30
3.6. Diseño experimental.....	31

3.7. Conducción del experimento	32
3.7.1. Antes de la instalación del experimento	32
3.7.2. Demarcación de las parcelas.....	32
3.7.3. Abonamiento.....	33
3.7.4. Control de malezas.....	33
3.8. Observaciones registradas	33
3.8.1. Fecha de siembra	33
3.8.2. Fecha y porcentaje de emergencia.....	34
3.8.3. Altura de planta.....	34
3.8.4. Número de macollos/m ²	34
3.8.5. Número de panojas/m ²	34
3.8.6. Número de espiguillas/panoja.....	35
3.8.7. Peso de 1000 granos.....	35
3.8.8. Rendimiento.....	35
3.8.9. Análisis de rentabilidad	35
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	36
4.1. Rendimiento del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.....	36
4.2. Características biométricas del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.....	39
4.2.1. Altura de planta.....	39
4.2.2. Número de macollo/m ²	41
4.2.3. Número de panojas/m ²	45
4.2.4. Número de espigas/ panoja	48
4.2.5. Peso de 1000 granos.....	51
4.2.6. Peso fresco.....	54

4.2.7. Peso seco	56
4.3. Análisis de rentabilidad.....	36
V. CONCLUSIONES.....	61
VI. RECOMENDACIONES.....	63
VII. RESUMEN.....	64
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	66
IX. ANEXO	69

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Resultados iniciales de los análisis de suelos de los tratamientos en estudio.....	27
2. Resultados finales de los análisis de suelos.....	28
3. Datos meteorológicos observados en los meses de evaluación.	29
4. Descripción de los tratamientos en estudio.	31
5. Análisis de variancia del rendimiento del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.	36
6. Prueba de Duncan ($\alpha =0.05$)del rendimiento del cultivo de arroz variedad 'Capirona'	37
7. Análisis de variancia de la altura de planta del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.....	39
8. Prueba de Duncan ($\alpha =0.05$) de la altura de planta del cultivo de arroz variedad 'Capirona'	40
9. Análisis de variancia de número de macollos/m ² del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.....	41
10. Prueba de Duncan ($\alpha =0.05$) de número de macollos/m ² del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.....	44
11. Análisis de variancia del número de panojas/m ² del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.....	46
12. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) de número de panojas/m ² del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.....	46

13. Análisis de variancia del número de espigas/panoja del cultivo de Parroz variedad 'Capirona',	49
14. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) de número de espigas/panoja del cultivo de arroz variedad 'Capirona'	50
15. Análisis de variancia del peso de 1000 granos del cultivo de arroz variedad 'Capirona'	52
16. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) del peso de 1000 semillas del cultivo de arroz variedad 'Capirona'	53
17. Análisis de variancia del peso fresco del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.	55
18. Análisis de variancia del peso seco del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.	57
19. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) del peso seco del cultivo de arroz variedad 'Capirona'	57
20. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio	60
21. Promedio de la altura de planta (cm) a nivel de los bloques y tratamientos experimentales en el cultivo de arroz var. 'Capirona'....	72
22. Promedio de macollos/m ² a nivel de los bloques y tratamientos experimentales en el cultivo de arroz var. 'Capirona'	72
23. Promedio de panojas/m ² a nivel de los bloques y tratamientos experimentales en el cultivo de arroz var. 'Capirona'	73
24. Promedio de espigas/panoja a nivel de los bloques y tratamientos experimentales en el cultivo de arroz var. 'Capirona'	73
25. Promedio del peso de 1000 granos a nivel de los bloques y tratamientos experimentales en el cultivo de arroz var. 'Capirona'....	74

26. Promedio del peso fresco (g) de planta a nivel de los bloques y tratamientos experimentales en el cultivo de arroz var. 'Capirona'....	74
27. Promedio del peso seco (g) de planta a nivel de los bloques y tratamientos experimentales en el cultivo de arroz var. 'Capirona'....	75
28. Rendimiento (kg/ha) del cultivo de arroz var 'Capirona' a nivel de los bloques y tratamientos experimentales.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Promedio de rendimiento de grano del cultivo del arroz variedad 'Capirona'.....	38
2. Promedio de altura de planta del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.....	41
3. Promedio de número de macollos/m ² del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.....	45
4. Promedio del número de panojas/m ² del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.....	48
5. Promedio del número de espigas/panoja del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.....	51
6. Promedio del peso de 1000 semillas del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.....	53
7. Promedio del peso fresco del cultivo de arroz variedad 'Capirona'... ..	55
8. Promedio del peso seco del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.....	59
9. Distribución de los tratamientos experimentales	70
10. Croquis de las unidades experimentales (tratamientos).....	71
11. Preparación del terreno experimental.....	76
12. Limpieza de malezas en las unidades experimentales.....	76
13. Vista panorámica de los tratamientos en estudio	77
14. Crecimiento de los tratamientos en estudio.....	77
15. Control fitosanitario del cultivo de arroz var 'Capirona'.....	78

16. Cosecha del cultivo de arroz var 'Capirona'	78
17. Muestreo de suelo en las unidades experimentales	79

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la aplicación de enmiendas al suelo ha adquirido gran importancia en la zona del Alto Huallaga, debido principalmente a la excesiva acidez y de la toxicidad del aluminio que se encuentra generalmente en una concentración de 1 ppm a más, siendo lo tóxico para las plantas por el efecto directo en la división celular (proceso mitótico), a tal grado, que casi todos los programas de desarrollo incluyen dentro de sus paquetes tecnológicos, neutralizar al aluminio con enmiendas de reacción alcalina, haciendo disponible los nutrientes para la planta.

El arroz variedad 'Capirona' y el maíz variedad Marginal 28 T son los cultivos que mejor se han adaptado en la zona del Alto Huallaga, sembrado anualmente por los agricultores para autoconsumo y como fuente de proteínas y carbohidratos.

En Tingo María, las características inorgánicas y el fuerte intemperismo químico han determinado la aptitud agrícola del suelo en categorías que se relacionan con la acidez. Entre los suelos más ácidos de la región, con valores de pH por debajo de 5.0 se encuentran, los suelos de ladera, de colinas, lomadas y suelos de terraza aluvial antigua.

Objetivos:

1. Determinar el efecto residual de los materiales encalantes, dolomita, estiércol de gallina y fertilización NPK, en el rendimiento del cultivo de Arroz (*Oryza sativa* L) en un suelo degradado de ladera.
2. Efectuar el análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades sobre el cultivo de arroz

2.1.1. Origen

El arroz es una de las plantas más antiguas cultivadas en el mundo, y es base de alimentación en la mayoría de las poblaciones a nivel mundial (LEON, 1952).

Según la ESTACIÓN EXPERIMENTAL NUEVO CAJAMARCA (1990), la variedad 'Capirona' es de origen peruano, cuyos progenitores son TOX 1766/156-85//264414. Las características de las plantas son: altura 115 cm., periodo vegetativo: 155 días, y rendimiento promedio que oscila entre 1.7 – 2.0 t/ha

2.1.2. Taxonomía

Según LEÓN (1952), el arroz (*Oryza sativa* L.) es clasificado de acuerdo a los siguientes taxones:

Reino	:	Vegetal
División	:	Embriophita
Sub división	:	Angiospermas
Clase	:	Monocotiledoneas
Sub clase	:	Apétalos
Orden	:	Graminedaes
Subfalimia	:	Peacoideal
Familia	:	Gramineae

Género : Oryzeae
Especie : *Oryza sativa* L.

2.1.3. Factores edafoclimáticos

Temperatura

Las temperaturas críticas, altas y bajas inciden en el rendimiento, afectando el macollamiento, formación de espiguillas y maduración. La temperatura óptima para la germinación es de 25 - 35 °C, floración 30 - 33°C y maduración de 20 - 25°C (MANUAL PARA LA EDUCACIÓN AGROPECUARIA EN EL CULTIVO DE ARROZ, 1988)

Precipitación

Las necesidades de agua varían durante el desarrollo vegetativo, las fases críticas durante las cuales se necesita una mayor disponibilidad son principalmente la germinación y el periodo que transcurre entre el comienzo de la formación de las flores hasta la de las cariósides.

Los requerimientos de agua para condiciones de secano son como mínimo de 600 – 1200 mm de precipitación; para suelos ubicados en terrazas bajas inundables son de 1800 – 2500 mm de precipitación; y de 9000 – 1600 m³ de agua por hectárea para arroz bajo condiciones de riego (INSTITUTO DE DESARROLLO AGRARIO DE LAMBAYEQUE, 1994).

Suelo

El arroz es poco exigente en relación con el tipo de suelo. Se puede cultivar tanto en suelos arcillosos como en suelos arenosos si se dispone de suficiente agua, prosperando mejor en suelos de franco arcilloso

limoso o franco arcilloso. Los rangos de pH del suelo para el cultivo de arroz oscilan entre 5.5 y 6.5 cuando el cultivo es de secano y entre 7 y 7.2 cuando se trata de arroz bajo riego (MANUAL PARA LA EDUCACION AGROPECUARIA EN EL CULTIVO DE ARROZ, 1988).

Horas sol

Una luminosidad alta y una humedad relativa del aire de 70 – 80 % son los niveles óptimos para la floración y fecundación, los cuales incrementan el número de granos llenos (EMBRAPA/UFPEL, 1985).

2.2. Acidez del suelo y encalado

2.2.1. Acidez del suelo

La acidez del suelo esta relacionada con el contenido de aluminio cambiante en los suelos inorgánicos, mientras que en los suelos orgánicos se encuentra relacionada con la liberación de iones de hidrogeno por parte de los grupos funcionales de la materia orgánica.

El impacto más importante producido por la acidificación sobre el medio ambiente es la lixiviación de compuestos ácidos del suelo a las aguas superficiales y subterráneas. El agua que drena de los suelos acidificados contiene elevadas concentraciones en aluminio. Este elemento produce un impacto negativo sobre las aguas superficiales (deterioro de la vida acuática) y subterráneas (contaminación de acuíferos). Otro impacto muy significativo es la reducción de la capacidad filtrante amortiguadora de los suelos, dejando a las aguas superficiales y subterráneas a merced de los agentes nocivos externos (DONAHUE *et al*, 1981).

El contenido de materia orgánica y la consecuente fertilidad de los suelos con explotación semipermanente se observa que la fertilidad disminuye rápidamente, y que los periodos de regeneración son muy cortos como para permitir una recuperación adecuada de la fertilidad del suelo. Por esta razón en ciclos alternados y sucesivos de explotación y descanso, se produce una degradación muchas veces irreversibles de la fertilidad de los suelos. Por último, se produce una pérdida de la diversidad de especies vegetales acompañada de cambios en los organismos del suelo, al favorecer la proliferación de especies acidófilas (FASSBENDER, 1975).

Muchos suelos en regiones húmedas son muy ácidos (pH menor que 5) y el crecimiento del cultivo es limitado por la toxicidad de aluminio, manganeso o de ambos. El catión intercambiable más importante es el aluminio (FASSBENDER, 1975).

Aunque actualmente existe mucha información que soporta el punto de vista de que el Mg^{+2} actúa en el suelo en forma semejante al calcio, también es cierto que muchos otros investigadores han encontrado que el Mg^{+2} tiene la capacidad de ayudar a desarrollar niveles de por ciento de sodio intercambiable (PSI) mayores en suelos y en materiales arcillosos. Hay un efecto específico del Mg^{+2} intercambiable sobre las propiedades físicas de los suelos causando disminución en la conductividad hidráulica porque tiene características dispersivas. El grado de dispersión aumenta a medida que aumenta la relación Mg:Ca en la solución (TISDALE y NELSON, 1977).

El Mg^{+2} intercambiable puede reducir el crecimiento de las plantas debido a un efecto directo de toxicidad. La disminución en la productividad se

puede atribuir a una deficiencia de Ca causada por los altos niveles de Mg^{+2} en el suelo.

Al aumentar la proporción de Mg^{+2} intercambiable, manteniendo la proporción de Na^{+} constante, aumentan la dispersión, la expansión y la máxima higroscopicidad del suelo, lo mismo que el contenido de sustancias húmicas y compuesto hidrofílicos, pero disminuyen la infiltración y el ascenso capilar (PLASTER, 2000).

2.2.2. Naturaleza de la acidez del suelo

Numerosos trabajos han probado que el aluminio intercambiable es el catión dominante asociado con la acidez del suelo. El aluminio precipita a un pH de 5.5 a 6.0; por lo tanto a mayores valores de pH del suelo mayores se encuentran poco o nada de aluminio intercambiable (DONAHUE *et al*, 1981). Una medida útil de la acidez del suelo es el porcentaje de saturación de aluminio en base a la capacidad de intercambio catiónico efectiva (CIC_e).

El aluminio intercambiable adsorbe iones muy fuertemente con las cargas negativas de los sistemas de silicatos laminares y de silicatos laminares con revestimiento de oxido.

La medición de la acidez se efectúa en forma indirecta mediante la medición de la concentración de iones de hidrogeno presentes en el suelo. Ello ocurre al producirse la hidrólisis del aluminio en presencia de agua, generándose una liberación de iones de hidrogeno, los cuales se determinan en la reacción del suelo o pH (PLASTER, 2000).

Fósforo en suelos ácidos

El fósforo total en la capa arable disminuye conforme aumenta la intensidad de la meteorización. Así mismo, las formas de fósforo inorgánico presentes en un suelo dependen de la meteorización química, donde la proporción de fosfato de calcio disminuye y la proporción de fosfatos de hierro aumenta, en base a la meteorización

Los Oxisols y Ultisols muy ácidos y meteorizados generalmente tienen una alta capacidad de fijación de fósforo, debido a que el aluminio intercambiable reacciona con los compuestos fosfatados y forma complejos que tienen la fórmula general $Al(OH)_2H_2PO_4$ que se asemeja a las formas cristalinas de la Variscita, pero son más solubles. Cuando mayor sea el contenido de aluminio intercambiable, mayor será la capacidad de fijación de fósforo, 1 meq de aluminio intercambiable puede fijar alrededor de 70 ppm de fósforo; precipitando fósforo como fosfato de aluminio (TISDALE y NELSON, 1977).

Una de las medidas para reducir la fijación de fósforo se basa en el manejo de formas y niveles de aplicación de los fertilizantes fosforados, ya sea localizando dicha aplicación o incrementando los niveles de fósforo utilizados (TISDALE y NELSON, 1977).

También es factible el empleo de rocas fosfóricas, en condiciones ácidas existe liberación de formas asimilables de fósforo. Se ha demostrado que el comportamiento de la roca fosfobayovar es similar al de los superfosfatos en condiciones de acidez del suelo (TISDALE y NELSON, 1977).

En los suelos ácidos el fósforo se encuentra en forma de fosfatos de Al y Fe. En los suelos neutros y alcalinos o calcáreos este elemento se

encuentra principalmente, en forma de fosfato de caliza, también se puede encontrar como fosfato de Mg y como fosfato de Na (AGRICULTURA DE LAS AMERICAS, 1965).

El fósforo se encuentra en el suelo en forma de compuestos orgánicos e inorgánicos. La fracción orgánica se halla en el humus y otros materiales orgánicos y la fracción inorgánica se halla en numerosas combinaciones con Hierro, Aluminio, Calcio, Fluor y otros elementos. Los compuestos orgánicos complejos deben ser mineralizados para que el fósforo pueda ser absorbido por la planta; este elemento actúa en la fotosíntesis, respiración, almacenamiento y transferencia de energía, división celular, alargamiento celular y otros procesos de la planta. La concentración de fósforo es más alta en la semilla que en cualquier otra parte de la planta (CUBEROS y MORENO, 1971).

Potasio

En la mayoría de los suelos la cantidad total de potasio es aproximadamente suficiente, y esta constituido por minerales pocos solubles a solubles como los feldespatos, ortoclasas y las funciones iónicas. Cuando existe mucho potasio soluble en suelo y no es usado por la planta estos son adsorbidos en los lugares de intercambio catiónico (EMBRAPA, 1999).

Las principales fuentes originales del potasio en el suelo son los feldespatos potásicos, la moscovita y la biotita, siendo la disponibilidad del potasio en estos minerales del orden de biotita > moscovita > feldespato potasio. Así mismo, menciona que, el potasio es absorbido por la planta en

cantidades mayores que cualquier otro elemento mineral, exceptuando el nitrógeno (TISDALE y NELSON, 1977).

El potasio es adsorbido en su forma iónica K^+ . El potasio es vital para la fotosíntesis. Cuando hay deficiencia de potasio la fotosíntesis disminuye y la respiración aumenta lo cual reduce la cantidad de concentración a los carbohidratos en la planta. El contenido de potasio en las plantas varia de 0.5 a 2.5% de su peso en seco. La interacción Nitrógeno Potasio también se manifiesta considerablemente en las leguminosas al favorecer la fijación del nitrógeno atmosférico, bajos niveles de potasio, aumenta el suministro de nitrógeno por lo tanto reduce la producción, mientras que con concentraciones medias del potasio la repuesta al nitrógeno mejora, y a una mayor dosis de potasio, se obtiene la máxima producción con la máxima dosis de nitrógeno (TISDALE y NELSON, 1977).

Nitrógeno

La mayor parte del nitrógeno en el suelo, en las regiones húmedas se encuentran como compuestos orgánicos que resultan de la descomposición microbiana de residuos animales o vegetales (BORNEMISZA, 1982). La buena nutrición con K favorece la rápida transformación del N inorgánico en proteína, por consiguiente, el K incrementa el efecto de los abonos nitrogenados, elevando los rendimientos. El nitrógeno es adsorbido como nitrato (NO_3^-) que resultan del proceso de amonificación y nitrificación que posteriormente se reduce a (NH_4^-) en las células de las plántulas para formar parte de los aminoácidos y proteínas (BORNEMISZA, 1982).

El nitrógeno que se halla en el suelo puede ser generalmente clasificado como inorgánico y orgánico. Las formas inorgánicas incluyen NH_4 , NO_3^- , NO_2^- , N_2O^- , NO^- y nitrógeno elemental y las formas orgánicas incluyen aminoácidos, proteínas, consolidados y libre, amino azúcares y otros compuestos no identificados (TISDALE y NELSON, 1977).

Un suelo en condiciones normales de humedad, temperatura y posible insolación, tiene un contenido de nitrógeno característico y específico, pero si algún factor tal como el contenido de humedad se altera, también el contenido de nitrógeno cambia. Recíprocamente el aumento de nitrato por aplicación de un fertilizante eleva la cantidad de nitratos temporalmente si los otros factores permanecen constantes (TISDALE y NELSON, 1977).

2.2.3. Encalado

El encalado es la práctica más común y efectiva en la corrección de la acidez del suelo, al mejorar el ambiente químico en torno al sistema radicular. La amplia bibliografía referente a la acidez del suelo y encalado consideran que entre los objetivos del encalado se puede considerar la elevación del pH, reducción de los efectos tóxicos o negativos de Al y Mn principalmente, corrección de las deficiencias de Ca y Mg, incremento de la disponibilidad de P y Mo e incremento de la actividad microbiana (fijación biológica del N_2 por ejemplo) entre otros (EMBRAPA, 1999).

El encalado es el elemento recuperador de los suelos agotados, recuperando el complejo de cambio y eliminando los efectos negativos de la alta acidez. El encalado mejora las características físicas del suelo y un aumento del espacio radical. Mejora de las características físicas, es que

atribuido a una mayor descomposición de la materia orgánica o su fase coloidal, que es agente estabilizador de los agregados, proporcionando mejor estructura el aumento del espacio radical puede ser debido a la mejora de las condiciones químicas de los horizontes inferiores (LEON, 1971).

Gran parte de los suelos del trópico son ácidos, con pH menores a 5.0; los primeros experimentos de encalados en los suelos tropicales fueron modelados de acuerdo con la experiencia en regiones templadas con suelos de carga permanente y consistieron en llevar estos suelos hasta niveles neutros de pH. Cuando estos enfoques fueron aplicados a suelos tropicales con carga variable los resultados fueron negativos (FITZPATRICK, 1984).

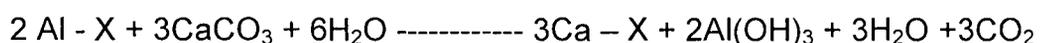
El encalado en suelos de trópico, se obtiene buenos resultados cuando se aplica en base a la proporción aluminio intercambiable. Se ha observado que la cantidad equivalente de cal que se requiere para reducir al aluminio hasta un nivel menor del 10% es dos o tres veces la cantidad de aluminio intercambiable a neutralizar. Sin embargo se recomienda hacer aplicaciones que conduzcan a la elevación del pH en una unidad, siendo la alternativa mas viable la combinación de practicas de selección de genotipos tolerantes al Aluminio con la aplicación de técnicas para corregir la acidez del suelo como el uso de especies vegetales tolerantes a la acidez y el uso de materia orgánica (LEON, 1971).

Con la disolución del carbonato de calcio, el aluminio y el Hidrogeno del complejo de cambio son reemplazados por el calcio y magnesio produciéndose un aumento de cationes y el aumento en el porcentaje de saturación de bases y al mismo tiempo la elevación del pH de la solución del

suelo. La aplicación del calcáreo, como CaCO_3 reacciona con el suelo de la siguiente manera:



En estas reacciones se observa que los receptores de protones son el hidroxilo (OH^-) y los bicarbonato (HCO_3^-). Los iones OH^- y HCO_3^- producidos neutralizan la acidez y aumentan el pH y el Calcio del suelo. Con esto se aclara que los correctores de la acidez deben tener componentes básicos para regenerar iones de OH. La neutralización de la toxicidad de Al con la aplicación del calcáreo puede ser demostrada de la forma siguiente:



La forma Al(OH)_3 es insoluble en agua y de esta manera es eliminada la toxicidad de Aluminio (DONAHUE, *et al*; 1981).

Es sabe que el nitrógeno asegura un crecimiento rápido de las plantas y que la disminución del nitrógeno disponible debe provocar disminución consecuente en la síntesis de proteínas. Los que provoca a su vez una disminución de tamaño de las células y del ritmo de divisiones (DEVLIN, 1980).

2.3. La gallinaza como fuente de materia orgánica

El valor de la gallinaza varía de acuerdo a muchos factores tales como, raza de las aves, tipo de alimentación, tiempo transcurrido hasta el momento de uso, las condiciones de humedad y de almacenamiento. Así tenemos que una alimentación con alto contenido de proteínas producirá la gallinaza con contenidos relativamente alto de nutrientes.

La gallinaza de aves contiene mayor cantidad de nutrientes que cualquier otro estiércol de granja, el contenido de humedad de gallinaza fresca sin yacija o camas es de 60 a 70%, la cual para optimizarse debe secarse rápidamente a fin de que conserve su máximo valor como fertilizante; el análisis químico es de 1-8-5 de N-P-K respectivamente. La cantidad de nutrientes que contienen el abono de aves varía considerablemente. El abono puro es muy rico y debe usarse en pequeñas cantidades para evitar las quemaduras en las plantas, algunos de los abonos de aves contienen un alto porcentaje de yacija, como virutas, pajilla de arroz, etc. que permite usar este abono en dosis mas elevadas en numerosas cosechas (DONAHUE, *et al*; 1981).

La gallinaza es rica en nitrógeno, contiene cierta cantidad de fósforo y bajo en potasio; la composición de estiércol de aves presentan materia seca (25 - 30%), N (2%), P_2O_5 (2.5%), Ca + Mg (4.2%), K_2O (1.3%), S (0.05%), B (0.4%), Cu (0.2%) (8). Mientras que la composición del excremento contiene H_2O (55%), N (1.0%), P_2O_5 (0.8%), K_2O (0.4%). El análisis final del excremento avícola muestra como constituyente a N (2.0 - 8.0%), P_2O_5 (0.2 - 1.0%), K_2O (1.0 - 2.0%), Mg (2.0 - 3.0%), Na (1.0 - 2.0%) y total de sales (2.0 - 5.0%) (SANCHEZ, 1983).

2.4. Requerimientos nutricionales

Un terreno hipotético, ideal para el mejor desarrollo de la planta de arroz debe tener una buena capacidad de retención hídrica en correspondencia con una moderada permeabilidad, como consecuencia de una discreta presencia de arcilla y materia orgánica, capaz de asegurar una reserva constante de agua; condiciones que se dan en terrenos francos; arcillo – arenosos y no excesivamente permeable; una gran capacidad de intercambio catiónico; un buen porcentaje de saturación de bases de Ca^{++} , K^+ y NH_4^+ ; un alto, pero no excesivo, contenido de materia orgánica; un valor inicial del pH a 6, que asegure un buen abastecimiento de N; K, P, Ca, Mg, Fe y Si, además de Zn, Cu y Mo, y otros oligoelementos; condiciones que no favorezcan fenómenos de toxicidad derivados de determinados estados químicos del Fe, Al, CO_2 , SH_2 y, en general, de ácidos orgánicos y productos tóxicos de la descomposición de la materia orgánica (TINARELLI, 1989).

Por cada 100 kg de arroz cáscara se necesitan, sin tener en cuenta las pérdidas, de 1.9 a 2.1 kg de N, 0.43–0.56 kg de P, 4.7-4.9 kg de K, 0.72 kg de Ca, 0.53 kg de Mg, 0.26 kg de Fe, 0.26 kg de Mn y 37.9 kg de SiO_2 , que es como decir 115-126 kg/ha de N para producir 6000-7000 kg/ha de arroz cáscara; claramente, tales cantidades deberán llegar a la planta a través del terreno, ya sea de sus reservas o de los fertilizantes y, de forma limitada, por vía foliar (TINARELLI, 1989).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

El presente trabajo de investigación se realizó en la localidad de bajo Afilador en el kilómetro 2 carretera Tingo María-Huánuco (Las Lomas), distrito de Rupa Rupa - Tingo María, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco ubicado en las siguientes coordenadas:

Este	:	0391243
Norte	:	8969300
Altitud	:	747 m.s.n.m

Historial del campo experimental

El campo experimental utilizado se encontraba en estado de barbecho, con abundancia de helechos (shapumbal). El 06 de abril del 2006, se realizó la siembra del zapallito italiano (*Cucurbita pepo* L.), y se realizaron las aplicaciones que serán evaluadas como efecto residual en el presente trabajo de investigación.

3.2. Análisis de suelo

Se sacaron muestras de suelo, las cuales fueron secadas al medio ambiente y llevadas al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (Cuadro 1). Se puede ver los análisis iniciales en los diferentes tratamientos, asumiéndose que la mayoría de los tratamientos corresponde a suelos con reacción ácido o fuertemente ácido, con materia orgánica (3.6 – 4.2%), nitrógeno medio a alto (0.16 – 0.21%), contenido de fósforo medio

Cuadro 1. Resultados iniciales del análisis de suelos de los tratamientos en estudio.

Trata- mientos	Análisis mecánico				pH	M.O. (%)	N (%)	P (ppm)	K ₂ O (kg/ha)	Cationes cambiabiles (me/100 g)								Bases Camb. (%)	Acidez Camb. (%)
	Ao (%)	Li (%)	Ar (%)	Text						01:01	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H		
T ₁	60	23	17	Fo.Ao.	5.8	4.7	0.21	10.7	269	5.84	3.8	1.2	0.8	0.04	0.0	0.0	5.84	100.00	0.00
T ₂	60	21	19	Fo.Ao.	5.4	4	0.18	9.1	297	4.30	3.6	0.7	0.0	0.00	1.4	1.0	6.70	64.18	35.82
T ₃	62	23	15	Fo.Ao.	5.2	4.3	0.19	8.6	247	4.20	3.6	0.6	0.0	0.00	2.0	0.8	7.00	60.00	40.00
T ₄	58	21	21	Fo.Ao.	5.7	4.0	0.18	8.9	223	4.85	3.1	1.0	0.7	0.05	0.0	0.0	4.85	100.00	0.00
T ₅	60	21	19	Fo.Ao.	5.6	3.9	0.18	9.9	258	4.84	3.0	1.0	0.8	0.04	0.0	0.0	4.84	100.00	0.00
T ₆	56	23	21	Fo.Ao.	5.1	4.4	0.20	10.5	219	4.30	3.6	0.7	0.0	0.00	2.0	1.0	7.30	58.90	41.10
T ₇	60	21	19	Fo.Ao.	5.8	4.2	0.19	8.4	259	5.74	3.6	1.3	0.8	0.04	0.0	0.0	5.74	100.00	0.00
T ₈	56	25	19	Fo.Ao.	5.0	3.6	0.16	8.8	213	3.30	2.8	0.5	0.0	0.00	1.9	0.6	5.80	56.90	43.10

Fuente: Laboratorio de suelos de la UNAS, Tingo María.

Cuadro 2. Resultados finales de los análisis de suelos.

Trata- mientos	Análisis mecánico				pH 01:01	M.O. (%)	N (%)	P	K ₂ O	Cambiables me/100 g					Bases Camb. (%)	Acidez Camb. (%)
	Ao (%)	Li (%)	Ar (%)	Text						Ca	Mg	Al	H	ClCe		
T ₁	55	28	17	Fo.Ao.	5.1	2.5	0.11	8.6	236	2.50	0.7	3.3	1.2	7.7	41.56	58.44
T ₂	55	24	21	Fo.Ao.	4.6	2.7	0.12	8.6	219	3.5	0.8	1.5	1.5	7.3	58.9	41.10
T ₃	61	22	17	Fo.Ao.	4.8	2.7	0.12	7.8	200	3.7	0.6	2.2	0.8	7.3	58.9	41.10
T ₄	55	22	23	Fo.Ao.	4.8	2.7	0.12	8.9	212	3.3	0.5	2.3	1.0	7.1	53.52	46.48
T ₅	59	22	19	Fo.Ao.	5.1	3.0	0.14	8.8	216	2.7	0.6	1.5	0.2	5.0	66.00	34.00
T ₆	55	22	23	Fo.Ao.	4.7	2.2	0.10	8.3	203	2.5	0.8	2.3	0.9	7.5	57.33	42.67
T ₇	59	22	19	Fo.Ao.	5.1	3.2	0.14	7.9	212	3.2	0.7	1.0	0.0	4.9	79.59	20.41
T ₈	61	20	19	Fo.Ao.	4.7	2.3	0.10	8.8	210	3.0	0.4	2.3	0.8	6.5	52.31	47.69

Fuente: Laboratorio de suelos de la UNAS, Tingo María.

(8.4 – 10.7 ppm), finalmente el contenido de potasio es bajo (213 – 297kg/ha) al igual que la capacidad de intercambio catiónico.

3.3. Datos meteorológicos

Los datos meteorológicos para el presente trabajo se han obtenido de la Estación Meteorológica de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, que se muestra a continuación:

Cuadro 3. Datos meteorológicos observados en los meses de evaluación.

Meses	Temperatura (°C)			HR (%)	PP(mm)	Horas sol
	Mínima	Máxima	Media			
Diciembre	21.0	29.0	25.0	87	600.7	100.4
Enero	21.3	29.3	25.3	88	539.7	114.4
Febrero	21.1	29.2	25.1	88	263.9	95.4
Marzo	20.8	29.1	24.9	88	437.6	109.4
Abril	20.9	30.0	25.4	86	305.3	152.3

Fuente: Estación Meteorológica de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2006 – 2007

3.4. Componentes en estudio

3.4.1. Arroz 'Capirona'

La semilla fue proporcionada por el Fundo I, de la Facultad de Agronomía de la UNAS.

3.4.2. Enmienda inorgánica

Para el presente experimento se evaluó el efecto residual de las dosis de cal, dolomita y gallinaza aplicados en un trabajo de investigación anterior, ejecutado por el Sr. Echer Ponce Caro, donde aplicó dolomita (5.65 - 5.37 - 6.06 (kg/parcela) y gallinaza (5 t/ ha)

3.4.3. Fertilización inorgánica

Asimismo se evaluó el efecto residual de la aplicación de la formula de abonamiento 40 – 80 – 80 en el cultivo de zapallito italiano, ejecutado por el Sr Ponce.

Terrazas

El presente trabajo de tesis se realizó en una terraza alta a una altitud de 747 msnm, para evaluar el efecto residual originado en el suelo. Las aplicaciones de las fuentes orgánicas, inorgánicas y la fertilización se realizaron en la campaña anterior, utilizando el cultivo de zapallito; por lo tanto, se evaluó dicho efecto de estas aplicaciones en el cultivo de arroz.

3.5. Tratamientos en estudio

El presente experimento contó con 8 tratamientos tal como se muestra en el siguiente Cuadro 4.

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos en estudio. ^{1/}

Tratamientos	Descripción	Dosis (kg/ha)
T ₁	Dolomita	1x(*)
T ₂	Gallinaza	5000
T ₃	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	40-80-80
T ₄	Dolomita+Gallinaza	1x+5000
T ₅	Dolomita+ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	1x+40-80-80
T ₆	Gallinaza+ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	5000+40-80-80
T ₇	Cal+gallinaza + N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	1x+5000+40-80-80
T ₈	Testigo absoluto	Sin aplicación

(*) x = meq/Al intercambiable.

^{1/} Los tratamientos fueron aplicados para ejecutar el experimento anterior.

En el presente trabajo de tesis se evaluó el efecto residual de los tratamientos mencionados en el Cuadro 4, aplicados en la campaña anterior en el cultivo de zapallito italiano (*Cucurbita pepo* L), teniendo como finalidad el estudio del comportamiento y efecto de los diferentes tratamientos en el rendimiento del arroz variedad 'Capirona'.

Asimismo, cabe resaltar que no se ha realizado ninguna aplicación de abono, fertilizante ni enmienda, pero sin embargo se realizó la estimación económica para contabilizar en el análisis económico. La aplicación de las dosis fueron hechas dos meses antes del inicio del presente experimento.

3.6. Diseño experimental

El diseño experimental que se ha utilizado fue el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 8 tratamientos incluyendo el tratamiento testigo y 3 repeticiones.

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Respuesta de la i -ésima aplicación de fertilizante orgánico e inorgánicos en el j -ésimo bloque.

μ = Media general.

α_i = Efecto de la i -ésima aplicación de los fertilizantes orgánicos e inorgánicos.

β_j = Efecto del j -ésimo bloque.

E_{ij} = Efecto aleatorio del error experimental.

Para:

$i = 1, 2, \dots, 8$ tratamientos

$j = 1, 2, \dots, 3$ bloques

3.7. Conducción del experimento

3.7.1. Antes de la instalación del experimento

Se ha realizado el historial de campo, recepción de datos y el análisis de suelo al inicio y final del experimento.

3.7.2. Demarcación de las parcelas

Se ha procedido a realizar la limpieza manual utilizando el machete, y luego se realizó la demarcación y la parcelación de acuerdo al

croquis de la distribución de las parcelas (Figura 9) Distribución de los tratamientos experimentales

3.7.3. Abonamiento

Se evaluó el efecto residual en el cultivo de arroz, de los abonos y fertilizantes aplicados en el cultivo zapallito italiano (*Cucurbita pepo* L), realizado en el trabajo de Investigación del Sr. Echer Ponce Caro según los tratamientos en estudio (Cuadro 4).

Para el caso de cal, dolomita y gallinaza, se aplicó 30 días antes de la siembra de zapallito italiano (*Cucurbita pepo* L). Los fertilizantes sintéticos fueron aplicados según la fórmula de abonamiento señalada en los tratamientos en estudio (Cuadro 4).

3.7.4. Control de malezas

Se realizó al inicio del experimento manteniéndolo limpio durante todo el tiempo de investigación; estas se realizaron manualmente.

3.8. Observaciones registradas

3.8.1. Fecha de siembra

La siembra del arroz (*Oryza sativa* L.) variedad 'Capirona', se realizó el 09 de diciembre del 2006. El distanciamiento empleado para la siembra fue de 25 x 25 cm. entre plantas. El número de semillas empleadas por golpe fue de seis.

3.8.2. Fecha y porcentaje de emergencia

Se registró la emergencia y el porcentaje de germinación, después de la siembra, considerando la fecha de evaluación cuando el 50% de las plantas emergieron.

Antes de la siembra se ha realizado el pre germinado de las semillas, mediante el humedecimiento durante 24 horas; para posteriormente realizar la siembra.

3.8.3. Altura de planta

Se tomaron 16 plantas al azar dentro de la parcela neta, las cuales fueron medidas en cm, desde la superficie del suelo hasta la punta más alta de la hoja; esta observación se realizó en la etapa de maduración fisiológica.

3.8.4. Número de macollos / m²

Se ha realizado el conteo de macollos y panículas existentes en un metro cuadrado (16 golpes) dentro de la parcela neta en cada tratamiento, estas labores se han realizado a 20 días antes de la cosecha.

3.8.5. Número de panojas /m²

La evaluación de este carácter se ha realizado al momento de la cosecha en 16 golpes dentro de la parcela neta en cada tratamiento.

3.8.6. Número de espiguillas / panoja

Se ha realizado momentos antes de la cosecha, considerando 10 panojas al azar de los golpes que quedaron dentro de la parcela neta, en cada parcela contabilizando el número de granos llenos, vacíos (granos vanos) y enfermos.

3.8.7. Peso de 1000 granos

Se tomaron 1000 semillas del área neta de cada parcela para luego pesarlo en una balanza analítica, ajustados a 14% de humedad.

3.8.8. Rendimiento

El rendimiento de arroz en cáscara se determinó pesando el rendimiento del área neta de cada tratamiento los cuales fueron ajustados al 14% de humedad y luego llevados a kg/ha.

3.8.9. Análisis de rentabilidad

Este parámetro económico se pudo obtener realizando un estimado de los gastos de producción e ingresos generados estimados por hectárea., determinando la relación entre ambas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Rendimiento del cultivo de arroz variedad 'Capirona'

En el Cuadro 5, se observa que los rendimientos para los tratamientos encontrados, muestran diferencias altamente significativas, los cuales han sido influenciados estadísticamente por los efectos residuales de las enmiendas y abonos y por sus interacciones. A nivel de los bloques estos tratamientos presentaron un comportamiento heterogéneo.

Cuadro 5. Análisis de variancia del rendimiento del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.

Fuente de variación	SC	CM
Bloques	77030.94	38515.47 S
Tratamientos	13126465.04	1875209.29 AS
Error experimental	122728.34	8766.31
Total	13326224.33	

CV: 2.65%

Asimismo, se observa que el coeficiente de variabilidad para el análisis de variancia fue de 2.65%, el cual nos da una excelente homogeneidad de los resultados obtenidos bajo variación respecto a la media.

Para efecto de comparación de medias (Cuadro 6) para cada tratamiento se ha utilizado la prueba de significación o de comparación de medias (Duncan $\alpha = 0.05$) para poder establecer las diferencias estadísticas existentes entre los tratamientos involucrados en el presente experimento.

Cuadro 6. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) del rendimiento del cultivo de arroz variedad 'Capirona'

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	
T ₇ (Cal+gallinaza + N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	4900.72	a
T ₆ (Gallinaza+ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	3991.34	b
T ₂ (Gallinaza)	3819.55	c
T ₃ (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	3657.19	c
T ₄ (Dolomita+Gallinaza)	3434.15	d
T ₁ (Dolomita)	3349.69	d
T ₅ (Dolomita+ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	2894.59	e
T ₈ (Testigo absoluto)	2211.53	f

De acuerdo a la prueba de Duncan, con un nivel de significancia de 0.05% (Cuadro 6 y Figura 1), muestra el comportamiento del testigo con respecto a los demás tratamientos, el cual presenta el más bajo rendimiento de grano (2211.53 kg/ha), siendo diferente estadísticamente a los demás. Ello se debe posiblemente al mal llenado de las espigas contenidas en las panojas, por que necesitaban de una mayor absorción de elementos nutritivos principalmente potásico tal, como manifiesta NORMAN UPHOFF (2001). En tal sentido, el potencial de las panojas para producir buen número de macollos se habrían inhibido. Además, el mismo autor señala que, cuando las plantas de arroz son cultivadas bajo condiciones de secano en suelos saturados, esta tiende a crear un sistema cerrado. Y con respecto al T₇ (Cal+gallinaza + N-P₂O₅-K₂O), que alcanzó el rendimiento más alto (4900.72 kg/ha) en comparación a los demás tratamientos, fue por la interacción de sus

componentes, particularmente el nitrógeno que crea un ambiente de crecimiento positivo para la planta, capitalizando su vigor y mejor desarrollo de la planta. ALTAMIRANO (1993), en un estudio sobre el efecto del nitrógeno y potasio en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo el sistema de secano en Tingo María, encontró que el mejor rendimiento estuvo relacionado con un promedio de 152.80 espiguillas por panícula.

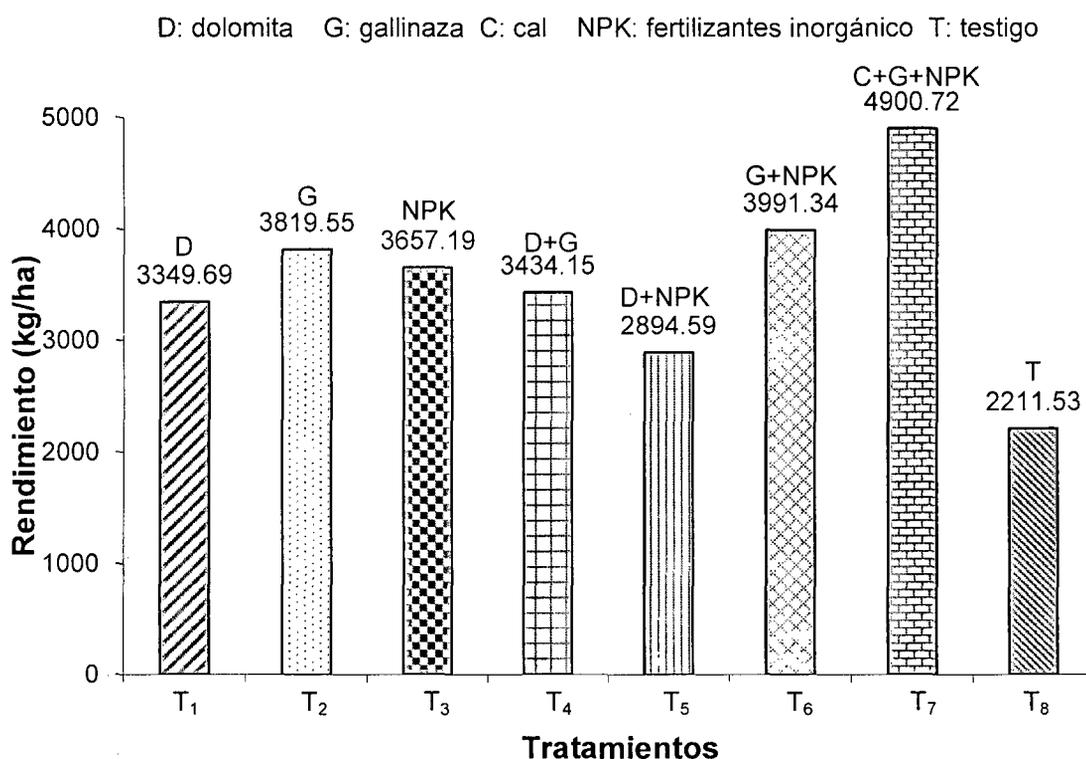


Figura 1. Promedio de rendimiento de grano del cultivo del arroz variedad 'Capirona'.

El rendimiento estadístico en el tratamiento T₇ es de 4900.72 kg/ha, de arroz con cáscara a 14 % de Humedad, ello obedece como en los demás, al comportamiento positivo de sus componentes del rendimiento como son: número de panojas por metro cuadrado.

4.2. Características biométricas del cultivo de arroz variedad 'Capirona'

4.2.1. Altura de planta

De acuerdo al análisis de variancia realizado al promedio de las alturas de la planta de arroz en experimento (Cuadro 7), se puede apreciar que no existe diferencia estadística en el comportamiento de los diferentes bloques experimentales o repeticiones; es decir, los datos obtenidos en estas muestras fueron homogéneas, debido a la homogeneidad de las labores al momento de realizar la conducción del experimento.

Sin embargo, a nivel de tratamientos en el Cuadro 7, se observa de acuerdo al análisis de variancia, que no existe significancia estadística entre los diferentes tratamientos; es decir, que los tratamientos tienen comportamiento similar con respecto al otro, en el promedio de altura de planta del cultivo de arroz, var. 'Capirona', empleando una discriminancia de error en la prueba con un nivel ($\alpha=0.05$). Asimismo, el valor del coeficiente de variabilidad fue de 7.52%, que está calificado dentro del rango de excelente homogeneidad.

Cuadro 7. Análisis de variancia de la altura de planta del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.

Fuente de variación	SC	CM	
Bloques	0.01	0.007	N.S
Tratamientos	0.03	0.004	N.S
Error experimental	0.03	0.003	
Total	0.07		

C.V. =7.52%

En el Cuadro 8, de la Prueba de Duncan con un nivel $\alpha=0.05$ para la comparación de los promedios de la altura de planta, obtuvimos que: no existe diferencia estadística entre los tratamientos evaluados, existiendo solo diferencia entre el T₄ vs T₁. Es decir que los demás tratamientos en estudio tuvieron un comportamiento similar en este parámetro.

Cuadro 8. Prueba de Duncan ($\alpha =0.05$) de la altura de planta del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.

Tratamientos	Alturas (m)	Significación
T ₄ (Dolomita+Gallinaza)	0.71	a
T ₇ (Cal+gallinaza + N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	0.69	a b
T ₂ (Gallinaza)	0.67	a b
T ₃ (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	0.66	a b
T ₅ (Dolomita+ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	0.65	a b
T ₆ (Gallinaza+ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	0.65	a b
T ₈ (Testigo absoluto)	0.63	a b
T ₁ (Dolomita)	0.60	b

El comportamiento similar en la altura de la planta puede ser debido a que el arroz es poco exigente en relación con el tipo de suelo. Se le puede cultivar tanto en suelos arcillosos. Los rangos de pH del suelo para el cultivo de arroz oscilan entre 5.5 a 7.2 (MANUAL PARA LA EDUCACIÓN AGROPECUARIO EN EL CULTIVO DE ARROZ, 1988). Este comportamiento se puede adjudicar a que para el desarrollo de la planta no influyo

notablemente la aplicación de los diferentes tratamientos, mas sí, para el rendimiento o producción del cultivo.

En la Figura 2, se aprecia el comportamiento a nivel de promedios para el parámetro de la altura de planta, observando valores no muy distantes entre ellos, lo cual demuestra o corrobora lo manifestado por las diferentes pruebas estadísticas empleadas (Análisis de Variancia y Duncan).

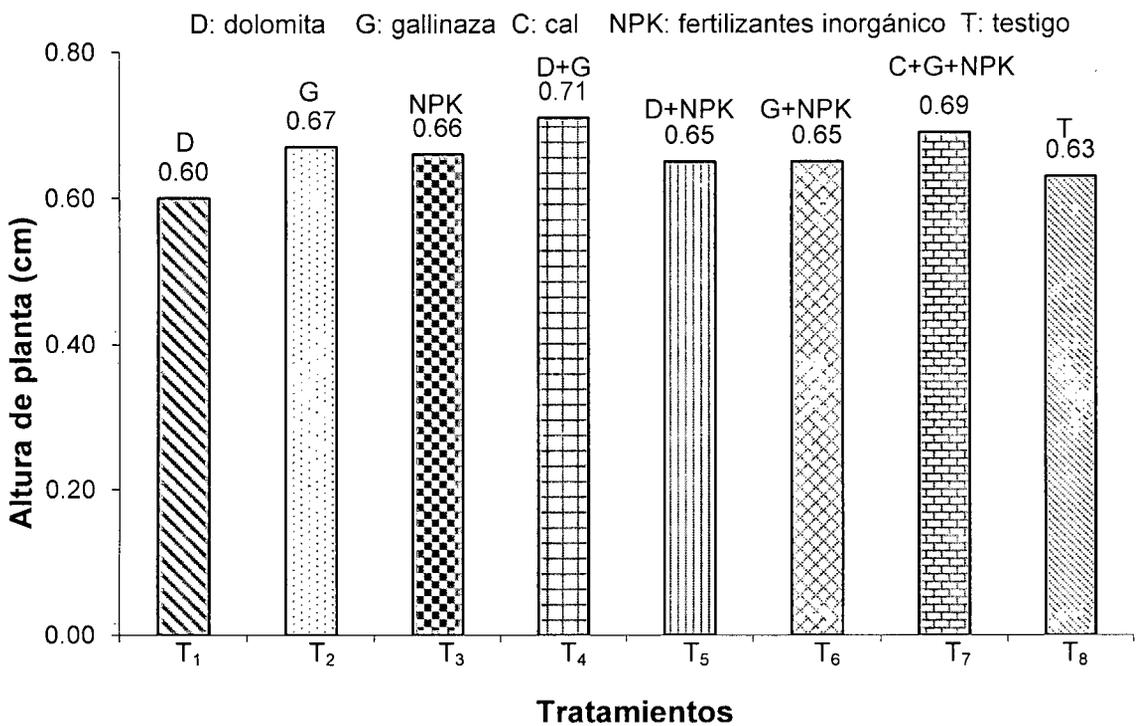


Figura 2. Promedio de altura de planta del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.

4.2.2. Número de macollos/m²

En el Cuadro 9, se observa el análisis de variancia para el número de macollos/m² del cultivo de arroz, donde existe solamente diferencia estadística a nivel de bloques. Es decir, que el comportamiento de estos fue heterogéneo o diferente debido a condiciones ambientales.

A nivel de tratamientos, de acuerdo al análisis de variancia se puede apreciar que existe una alta significación estadística entre el comportamiento de estas unidades experimentales; es decir que al menos uno o más tratamientos tuvieron un comportamiento diferente con respecto a los demás tratamientos a nivel de este parámetro.

El comportamiento diferente puede ser atribuido a la acción de las fuentes de nutrientes y encalantes empleado. Una de las características de la gallinaza, es ser rico en nitrógeno, contiene mediana cantidad de fósforo y bajo en potasio otros indican que la composición de estiércol de aves presentan materia seca (25 - 30%), N (2%), P₂₀₅ (2.5%), Ca + Mg (4.2%), K₂₀ (1.3%), S (0.05%), B (0.4%), Cu (0.2%) (AGRICULTURA DE LAS AMERICAS, 1965.), lo cual pudo influir en que el comportamiento de los tratamientos que contengan esta fuente mineral, mientras que se comportó distinto a los demás.

Cuadro 9. Análisis de variancia de número de macollos/m² del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.

Fuente de variación	SC	CM	
Bloques	28.27	14.14	S
Tratamientos	103.49	14.78	AS
Error experimental	42.47	3.03	
Total	174.24		

C. V. = 12.06%

Con respecto al coeficiente de variabilidad, para los datos promedios obtenidos en este parámetro fue de 12.06%, que es calificado dentro del rango de aceptabilidad de muy buena homogeneidad.

En el Cuadro 10, de la prueba de Duncan con $\alpha = 0.05$ como medida de discrepancia para los errores, nos muestra que el T₄ (18.42) y T₇ (17.58) fueron los que superaron en los promedios del número de macollos a los demás tratamientos. Los tratamientos T₄ (dolomita + gallinaza) y T₇ (Cal + gallinaza + N-P₂O₅-K₂O), influyeron para la mayor formación del número de macollos en la planta. Según DONAHUE, MILLER y SHICKLUNA (1981), el encalado de suelos tropicales (dolomita y cal) ha dado buenos resultados cuando se aplica en base a la proporción aluminio intercambiable; ya que la aplicación del encalante se realizó considerando lo mencionado. Con respecto a la influencia de la gallinaza, según, DONAHUE, MILLER y SHICKLUNA (1981), el análisis final del excremento avícola muestra como constituyente a N (2.0 - 8.0%), P₂O₅ (0.2 - 1.0%), K₂O (1.0 - 2.0%), Mg (2.0 - 3.0%), Na (1.0 - 2.0%) y total de sales (2.0 - 5.0%), los cuales son cantidades de nutrientes que la planta dispone para su alimentación y desarrollo.

Los T₂, T₃, T₅, T₈, T₁ y T₆ mostraron un comportamiento homogéneo en los promedios del número de macollo, de acuerdo a la prueba de Duncan (Cuadro 8); esto es debido a que todos estos tratamientos no contaron con encalantes o emplearon fuente inorgánicas como se detalla: el T₁ (encalante sin nutriente), T₅ (dolomita+ N-P₂O₅-K₂O), T₆ (Gallinaza+ N-P₂O₅-K₂O). Esto corrobora lo manifestado por DONAHUE, MILLER y SHICKLUNA (1981), que el encalado neutraliza la acidez de los suelos.

Cuadro 10. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) de número de macollos/m² del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.

Tratamientos	Nº macollos	Significación
T ₄ (Dolomita+Gallinaza)	18.42	a
T ₇ (Cal+gallinaza + N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	17.58	a b
T ₂ (Gallinaza)	14.69	b c
T ₃ (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	14.15	c
T ₅ (Dolomita+ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	14.10	c
T ₈ (Testigo absoluto)	13.69	c
T ₁ (Dolomita)	13.25	c
T ₆ (Gallinaza+ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	11.77	c

Así mismo, FASSBENDER (1975), menciona que el encalado es el elemento recuperador por excelencia de los suelos agotados, recuperando el complejo de cambio y eliminando los efectos negativos de la acidez elevada. Otros efectos benéficos del encalado son la mejora de las características físicas del suelo y un aumento del espacio radical. La mejora de la característica físicas del suelo puede ser atribuido a una mayor descomposición de la materia orgánica o su fase coloidal, que es agente estabilizador de los agregados, proporcionando mejor estructura el aumento del espacio radical puede ser debido a la mejora de la condiciones químicas de los horizontes inferiores.

En la Figura 3, se aprecia el comportamiento a nivel de promedios de los diferentes tratamientos evaluados con respecto a la característica número de macollos/m².

D: dolomita G: gallinaza C: cal NPK: fertilizantes inorgánico T: testigo

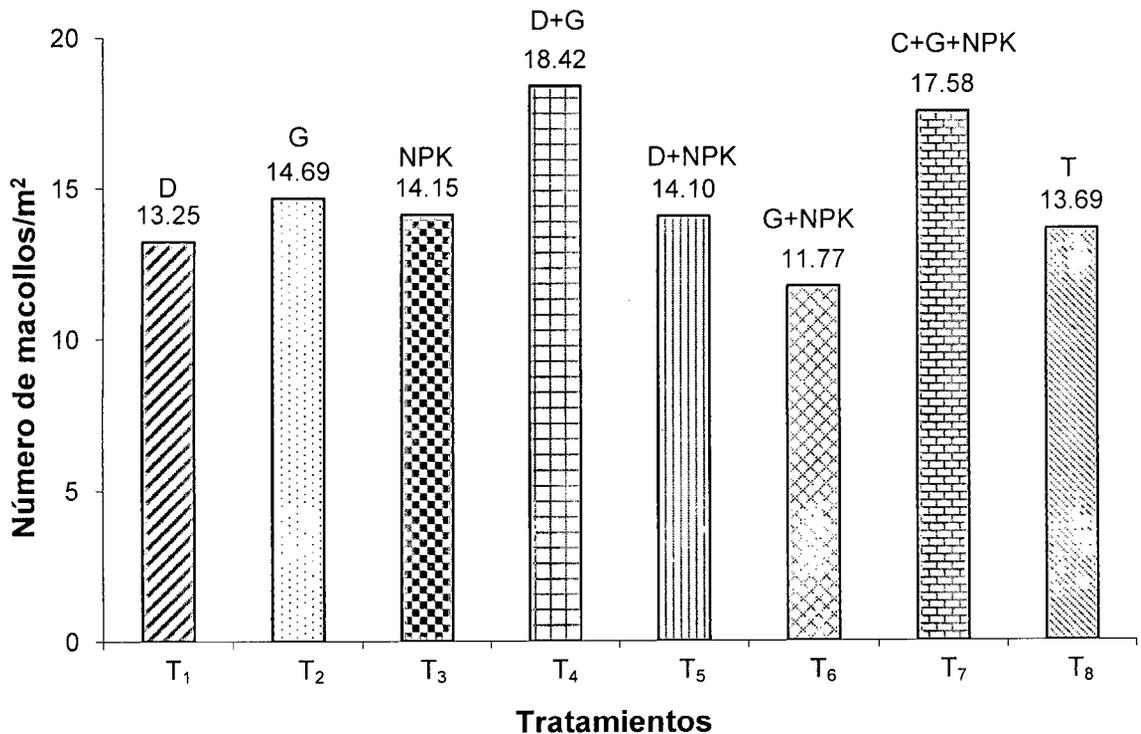


Figura 3. Promedio de número de macollos/m² del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.

4.2.3. Número de panojas/m²

De acuerdo al Análisis de variancia mostrado en el Cuadro 11, se aprecia que el comportamiento de los diferentes bloques empleados en el presente experimento fue no significativo; es decir, que no hubo variación en el comportamiento y los resultados obtenidos de estas unidades experimentales agrupadas entre los bloques.

Sin embargo, a nivel de los tratamientos evaluados, existió una significación estadística en su comportamiento, lo cual nos manifiesta que al menos uno o más tratamientos tuvieron un comportamiento diferente en el

parámetro del número de panojas/m², para lo cual se tuvo que realizar la prueba de Duncan.

Cuadro 11. Análisis de variancia del número de panojas/m² del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.

Fuente. de variación	SC	CM	
Bloques	9.78	4.89	NS
Tratamientos	64.76	9.26	S
Error experimental	34.75	2.49	
Total	109.28		

CV= 9.17%

En el Cuadro 12, de la prueba de Duncan de la característica número de panojas/m², se observa que los tratamientos T₄ (19.67), T₇ (19.04) y T₅ (19.02) tuvieron un comportamiento superior a los demás tratamientos, pero similar entre ellos mismos. Esto fue debido a que los tratamientos mencionados estuvieron compuestos de fuentes minerales o nutricionales para las plantas más encalantes (dolomita y cal); los cuales en conjunto favorecieron para incrementar el número de macollos/m² en comparación a los demás tratamientos.

La influencia del encalado en el suelo efectiva en la corrección de la acidez del suelo, al mejorar el ambiente químico en torno al sistema radicular. Los objetivos del encalado se puede considerar la elevación del pH, reducción de los efectos tóxicos o negativos de Al y Mn principalmente, corrección de las deficiencias de Ca y Mg, incremento de la disponibilidad de P

y Mo e incremento de la actividad microbiana (fijación biológica del N₂ por ejemplo) entre otros, manifestado por FASSBENDER (1975).

Cuadro 12. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) de número de panojas/m² del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.

Tratamientos	Nº de panojas	Significación
T ₄ (Dolomita+Gallinaza)	19.67	a
T ₇ (Cal+gallinaza + N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	19.04	a b
T ₅ (Dolomita+ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	19.02	a b
T ₆ (Gallinaza+ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	16.52	b c
T ₃ (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	16.31	b c
T ₂ (Gallinaza)	15.92	c
T ₈ (Testigo absoluto)	15.65	c
T ₁ (Dolomita)	15.33	c

En la Figura 4, se aprecia el comportamiento a nivel de promedios de los diferentes tratamientos evaluados con respecto a la característica número de panojas/m².

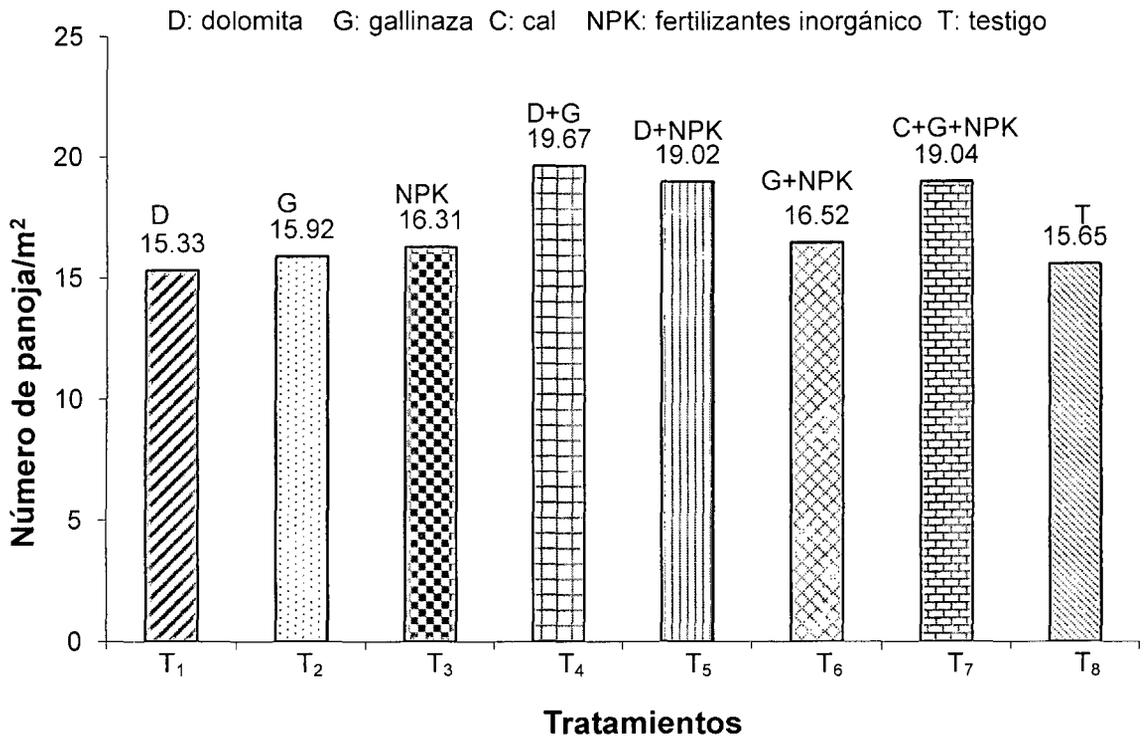


Figura 4. Promedio del número de panojas/m² del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.

4.2.4. Número de espigas/panoja

En el Cuadro 13, de análisis de variancia se aprecia que a nivel de bloques, no existen diferencias estadísticas en su comportamiento, lo cual manifiesta que los datos obtenidos de los diferentes bloques experimentales fueron similares, no existiendo variación entre ellos.

En el mismo Cuadro 13, a nivel de tratamientos observamos que existe una significación estadística entre el comportamiento de estas unidades experimentales; es decir que por lo menos un tratamiento se comportó de manera distinta a los demás.

Cuadro 13. Análisis de variancia del número de espigas/panoja del cultivo de arroz variedad 'Capirona',

Fuente de variación	SC	CM	
Bloques	14.63	7.31	NS
Tratamientos	835.86	119.41	S
Error experimental	472.68	33.77	
Total	1323.16		

C. V. = 18.98%

También podemos observar que el coeficiente de variabilidad obtuvo un valor de 18.98%, calificado como buena homogeneidad en los resultados obtenidos.

Después de analizar el Cuadro 14, de la prueba de Duncan para el parámetro de número de espigas/panoja podemos decir que:

Los tratamientos T_7 y T_6 , tuvieron un comportamiento estadístico similar, es decir que los promedios (T_7 : 54.60 y T_6 : 53.63) fueron estadísticamente iguales, pero no numéricamente. Estos dos tratamientos superaron a los demás con respecto al parámetro mencionado, esto es debido quizás a la influencia de las fuentes inorgánicas presentes en estos tratamientos, más la complementariedad de la gallinaza que actuó como fuente de conservación de los elementos minerales ($N-P_2O_5-K_2O$) incorporados en la fuente inorgánica. Si mismo, existió un tratamiento (T_5 : dolomita + $N-P_2O_5-K_2O$), pero no contó con la gallinaza y su duración el campo de cultivo fue menor a consecuencia de la pendiente y lluvias. Esto comprueba que las

fuentes orgánicas (gallinaza) contribuyen a la retención de nutrientes y mejora de las propiedades físico-químicas del suelo.

Cuadro 14. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) de número de espigas/panojas del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.

Tratamientos	Nº espigas/panojas	Significación
T ₇ (Cal+gallinaza + N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	54.60	a
T ₆ (Gallinaza+ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	53.63	a
T ₄ (Dolomita+Gallinaza)	43.15	b
T ₂ (Gallinaza)	42.58	b
T ₃ (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	42.42	b
T ₈ (Testigo absoluto)	39.97	b
T ₅ (Dolomita+ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	39.30	b
T ₁ (Dolomita)	38.48	b

D: dolomita G: gallinaza C: cal NPK: fertilizantes inorgánico T: testigo

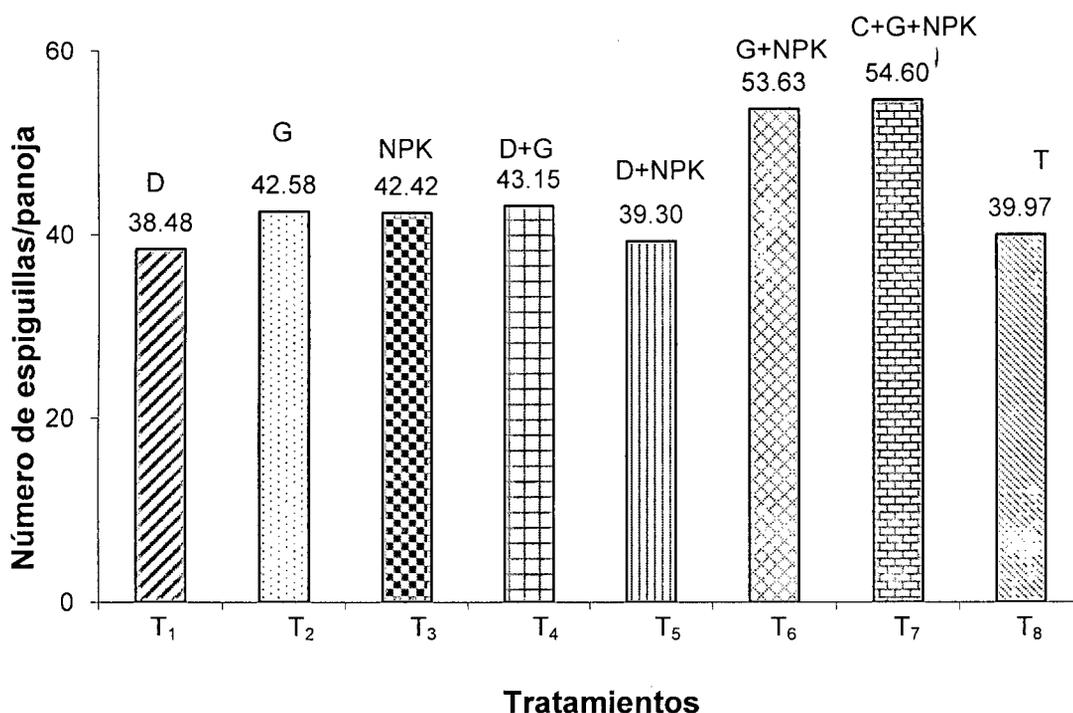


Figura 5. Promedio del número de espigas/panojas del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.

4.2.5. Peso de 1000 granos

De acuerdo a la prueba de F del Análisis de variancia (Cuadro 15) y la prueba de Duncan (Cuadro 16) con respecto al peso de 1000 semillas de arroz, se deduce:

Para los bloques experimentales no existen diferencias estadísticas significativas, por lo tanto podemos afirmar que tuvieron un comportamiento similar en cuanto al peso de 1000 granos de arroz.

Cuadro 15. Análisis de variancia del peso de 1000 granos del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.

Fuente de variación	SC	CM	
Bloques	1.52	0.76	NS
Tratamientos	84.47	12.07	AS
Error experimental	7.74	0.55	
Total	93.73		

C. V. = 2.88%

- Con respecto a tratamientos podemos observar que existe diferencias estadísticas altamente significativas, es decir al menos el comportamiento promedio de un tratamiento difiere de los demás tratamientos. Para identificar lo mencionado se realizó la prueba de Duncan con un $\alpha = 0.05$ obteniéndose como resultados:

- No existe diferencia estadística en el comportamiento de los tratamientos T₇ (Cal+gallinaza + N-P₂O₅-K₂O) y, T₄ (Dolomita+Gallinaza).

- El tratamiento T₇ y el T₄ difieren y superan los demás tratamientos (T₅, T₆, T₂, T₁, T₃ y T₈).

- El desarrollo de las semillas reflejada en este Cuadro, se observa que la respuesta a los tratamientos donde se aplicaron gallinaza es muy marcada y se relaciona directamente con la respuesta a los rendimientos; se pudo notar también un efecto casi neutral cuando se aplico dolomita sin gallinaza, posiblemente por un desbalance nutricional creado, o por la falta de nutrientes disponibles.

Cuadro 16. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) del peso de 1000 semillas del cultivo de arroz variedad 'Capirona' .

Tratamientos	Peso (g)	Significación
T ₇ (Cal+gallinaza + N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	27.30	a
T ₄ (Dolomita+Gallinaza)	26.30	a b
T ₅ (Dolomita+ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	25.32	b c
T ₆ (Gallinaza+ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	25.31	b c
T ₂ (Gallinaza)	24.80	c
T ₁ (Dolomita)	24.30	c
T ₃ (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	24.14	c
T ₈ (Testigo absoluto)	20.50	d

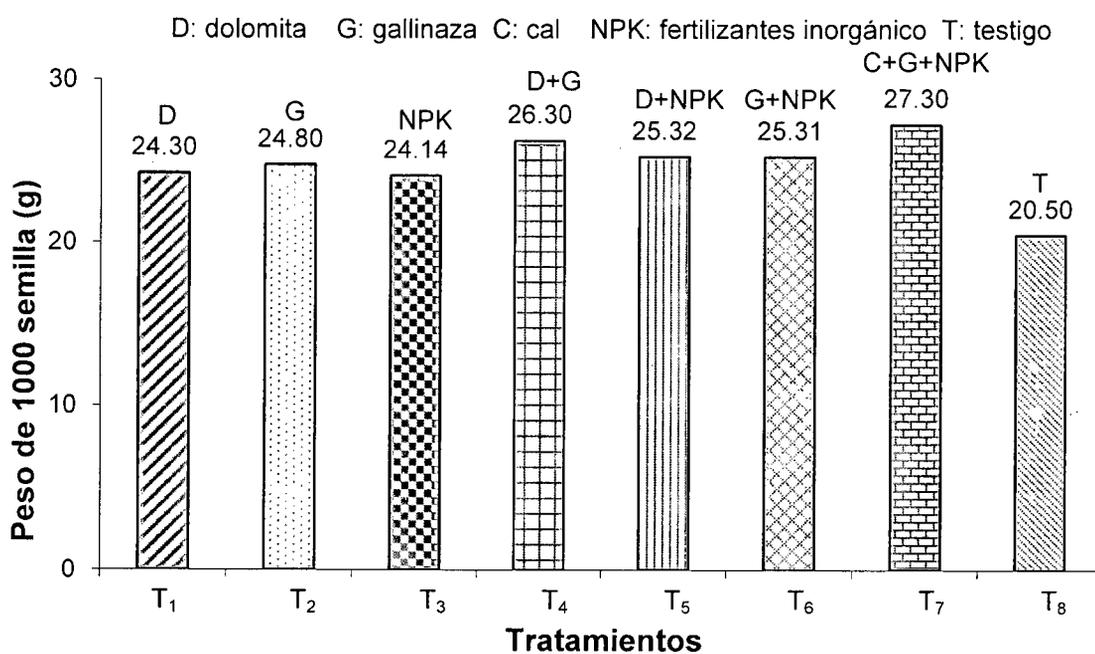


Figura 6. Promedio del peso de 1000 semillas del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.

Es sabido también que el nitrógeno asegura un crecimiento rápido de las plantas y que la disminución del nitrógeno disponible debe provocar disminución consecuente en la síntesis de proteínas, lo que provoca a su vez una disminución de tamaño de las células y especialmente del ritmo de divisiones (DEVLIN, 1980) y por ende el rendimiento del cultivo.

4.2.6. Peso fresco

De acuerdo con la prueba de F del ANVA y prueba de Duncan para el peso fresco de planta de arroz (Cuadro 15), se deduce:

- Para bloques no existe diferencias estadísticas significativas, es decir tuvieron un comportamiento similar en cuanto a la acumulación del promedio de materia viva en las plantas evaluadas.
- Con respecto a tratamientos no existe diferencias significativas, es decir, el comportamiento de los tratamientos evaluados no difiere de los demás en cuanto al promedio de materia viva.
- Sin embargo, numéricamente podemos notar diferencias en el promedio: T₄, T₇, y T₅, pero quedando en último lugar el tratamiento T₁. También podemos apreciar que al igual efecto en la mayoría de los parámetros evaluados.

Cuadro 17. Análisis de variancia del peso fresco del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.

Fuente de variación	SC	CM	
Bloques	272476.33	136238.16	NS
Tratamientos	300604.22	42943.46	NS
Error	555842.69	39703.05	
Total	1128923.23		

C V. = 27.27%

D: dolomita G: gallinaza C: cal NPK: fertilizantes inorgánico T: testigo

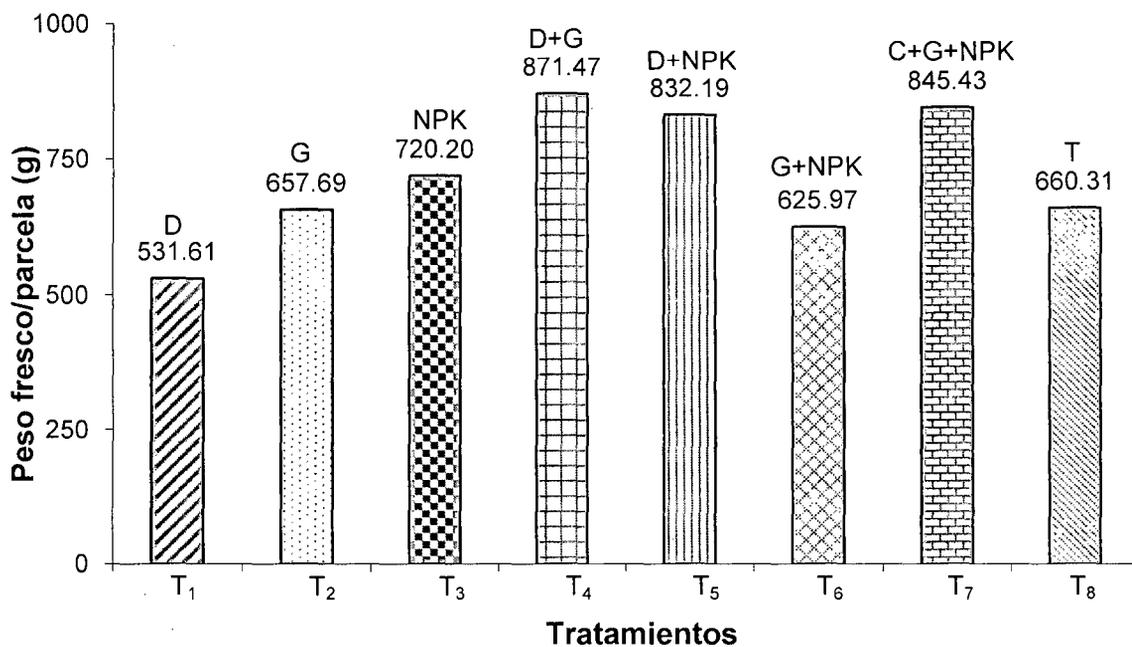


Figura 7. Promedio del peso fresco del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.

4.2.7. Peso Seco

En el Cuadro 18, de acuerdo al análisis de variancia para el peso de la planta de arroz, podemos observar que el comportamiento es casi similar al rendimiento de grano observado en la Figura 1. Sin embargo la única diferencia encontrada es a nivel del tratamiento T₄. El peso seco de la planta en estudio es un reflejo del desarrollo de la planta, y por ende es factor causal que determina el rendimiento del cultivo, sin embargo la diferencia existente quizás escapa a factores climáticos.

De acuerdo a la prueba de análisis variancia del Cuadro 17, del peso seco del cultivo de arroz, podemos deducir:

- Que para bloques no existe significación estadística, es decir, tuvieron un comportamiento similar.
- Con respecto a tratamientos se encontró diferencias estadísticas altamente significativas, es decir, al menos el peso seco en promedio de un tratamiento difiere de los demás en cuanto al promedio del peso seco de planta. Para conocer que tratamientos difieren entre si, se realizó la prueba de Duncan con un nivel de $\alpha=0.05$, y se concluye:
 - Que los tratamientos T₇, T₄, T₂ y T₃ no difieren entre si, en cuanto al promedio del peso seco de planta, pero estos a su vez difieren y superan significativamente a los tratamientos T₁, T₅, T₆, y T₈.
 - Los tratamientos T₂, T₃, T₁, T₅ y T₆ no difieren entre si, pero estos tratamientos superan estadísticamente al tratamiento T₈ (testigo absoluto).

Cuadro 18. Análisis de variancia del peso seco del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.

Fuente de variación	SC	CM	
Bloques	13855.04	6927.52	NS
Tratamientos	278063.86	39723.41	AS
Error experimental	115475.25	8248.23	
Total	407394.15		

C. V. = 18.03%

Cuadro 19. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) del peso seco del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.

Tratamientos	Peso (g)	Significación	
T ₇ (Cal+gallinaza + N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	689.67	a	
T ₄ (Dolomita+Gallinaza)	622.33	a	
T ₂ (Gallinaza)	544.87	a	b
T ₃ (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	524.00	a	b
T ₁ (Gallinaza+ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	448.67	b	c
T ₅ (Dolomita)	442.00	b	c
T ₆ (Dolomita+ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	425.83	b	c
T ₈ (Testigo absoluto)	333.33		c

- Los tratamientos T₈, T₆, T₅ y T₁ no difieren entre si, es decir, tuvieron un comportamiento similar.

- El factor principal que repercutió en el peso de las plantas en el presente estudio de acuerdo a los análisis estadísticos, fue la aplicación de enmiendas, tanto orgánica como inorgánica, ya que cuando se aplicó estas dos enmiendas en el mismo tratamiento (T_7 y T_4), esto repercutió favorablemente superando a los demás tratamientos que también se aplicó enmienda, pero de manera individual. Los tratamientos donde se les aplicó gallinaza superaron significativamente a todos los tratamientos en los que no se aplicó dicha enmienda. Lo que significa que la enmienda orgánica tiene mejores propiedades de incrementar el crecimiento de frutos en suelos ácidos que la dolomita en este cultivo; esto puede ser atribuido a la mayor cantidad de nutrientes disponibles, así como por los diferentes niveles y radicales que presenta la materia orgánica aportados al suelo donado por las enmiendas. Corroborando con el trabajo de investigación de LEON (1971), el cual manifiesta que niveles mayores de nitrógeno presentaron mayor tamaño y diámetro de planta y frutos en gramíneas, influenciado por una dosis de nitrógeno mayor con respecto a sus tratamientos de menor dosis.

- La importancia de la gallinaza no solamente constituye un factor vital para el rendimiento del arroz, si no que interviene decisivamente en la calidad de frutos, crecimiento de plantas, incremento de materia seca y demás parámetros corroborándose en los demás parámetros evaluados en el presente estudio.

D: dolomita G: gallinaza C: cal NPK: fertilizantes inorgánico T: testigo

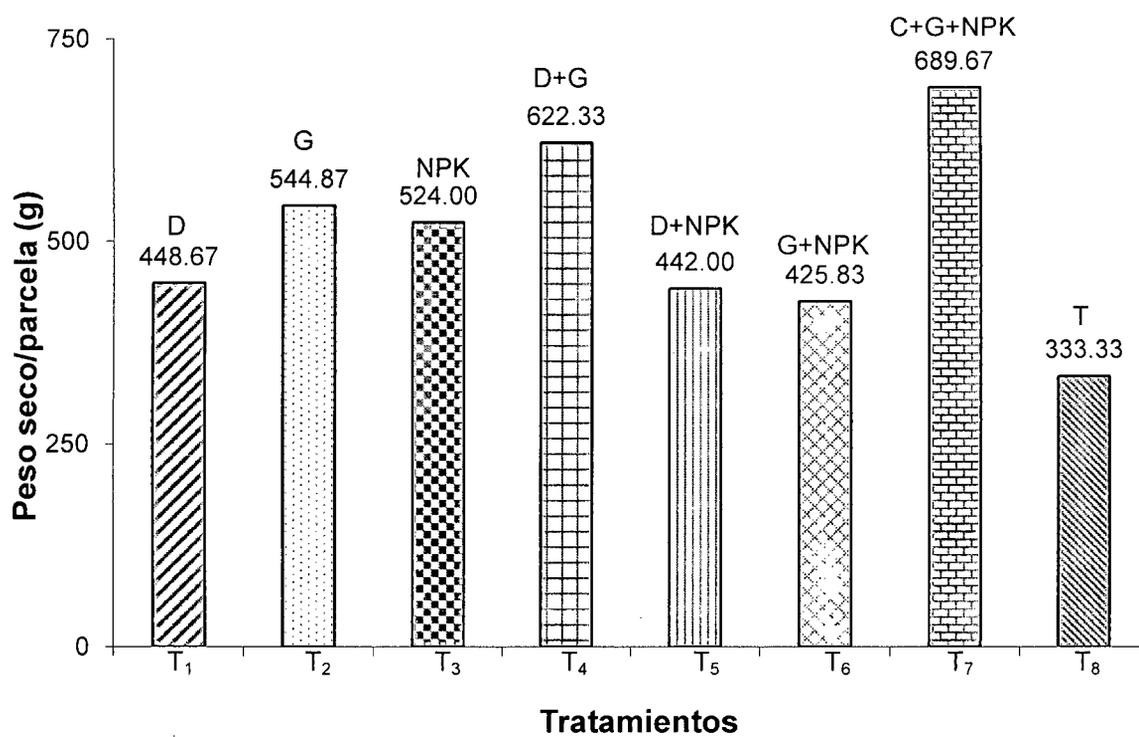


Figura 8. Promedio del peso seco del cultivo de arroz variedad 'Capirona'.

4.3. Análisis de rentabilidad

El índice de rentabilidad que se obtuvo mediante la división del valor de la utilidad entre el costo de producción, para cada uno de los tratamientos en estudio. Se muestra en el mismo cuadro que el mayor valor del índice de rentabilidad lo obtuvo el tratamiento T₇ (cal + gallinaza + N - P₂O₅ - K₂O) con 3.43 cuya utilidad neta fue de 4,173.79 soles/ha, indicando que la aplicación de materia orgánica y fertilizantes provocan un mayor beneficio económico; debido a que en este tratamiento se utilizó mayor abono que los otros tratamientos; seguido de los tratamientos T₂ (gallinaza) y T₆ (gallinaza + N - P₂O₅ - K₂O) y quedando en último lugar los tratamientos T₅ (dolomita + N - P₂O₅ - K₂O) y T₈ (Testigo absoluto) con 1.9 y 2.17 de índice de rentabilidad respectivamente.

Cuadro 20. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio

Trata- mien- tos	Costos de producción/ha (S/.)							Rdto (kg/ha)	Ingreso Bruto	Utilidad (S./ha)	Índice de Rentabilidad	
	Limpieza de terreno	Preparación del terreno	Control de malezas	Semillas	Siembra y cosecha	Abonam.	Trilla					Total (S/.)
T ₁	250	125	120	97	130	120	45	887	3349.69	3684.66	2797.66	3.15
T ₂	250	125	120	97	130	150	45	917	3819.55	4201.50	3284.50	3.38
T ₃	250	125	120	97	130	320	45	1087	3657.19	4022.90	2935.90	2.70
T ₄	250	125	120	97	130	250	45	1017	3434.15	3777.56	2760.56	2.71
T ₅	250	125	120	97	130	390	45	1157	2894.59	3184.04	2202.04	1.90
T ₆	250	125	120	97	130	270	45	1037	3991.34	4390.47	3353.47	3.23
T ₇	250	125	120	97	130	450	45	1217	4900.72	5390.79	4173.79	3.43
T ₈	250	125	120	97	130	0	45	767	2211.53	2432.68	1665.68	2.17

FUENTE: Dirección Regional y Sub - regional de Agricultura (MINAG-OIA). Costo/kg S/ 1.1

Valor de la cosecha = Producción (kg/ha) x Precio/kg

Rentabilidad Neta = Rendimiento Costo Unitario - Total Costos Parciales

Índice de rentabilidad = Utilidad ÷ Costo de producción

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, bajo las condiciones en las que se realizó el experimento, se puede concluir lo siguiente:

1. Los tratamientos (cal + gallinaza + N – P₂O₅ – K₂O y gallinaza + N – P₂O₅ – K₂O) T₇ y T₆ superaron significativamente en rendimiento a los demás tratamientos; es decir, el efecto residual de estas aplicaciones en ambos tratamientos tuvieron un mayor efecto en el rendimiento del cultivo de arroz.
2. El efecto residual de la gallinaza en los diferentes tratamientos presentaron mejores resultados en cuanto el comportamiento biométrico y productivo del cultivo de arroz; seguido de los tratamientos que contenían enmienda inorgánica. Es decir, la influencia individual de la gallinaza y la enmienda es satisfactoria para el cultivo, alcanzando mayores efectos residuales frente a los fertilizantes inorgánicos.
3. El efecto residual de la dolomita, influye positivamente en el rendimiento del cultivo de arroz debido a la acción encalante en el suelo, cambiando las propiedades físicas y químicas de los suelos, mejorando la disponibilidad de los nutrientes para la planta.
4. El efecto residual de la combinación de fertilización (N, P₂O₅ y K₂O) + gallinaza + dolomita mostró resultados aceptables en el rendimiento del cultivo de arroz en suelos ácidos, más no donde se aplicó solamente N, P₂O₅ y K₂O en comparación con los demás tratamientos evaluados.

5. Para el análisis de rentabilidad, los tratamientos T₇ (Cal+gallinaza + N-P₂O₅-K₂O), T₂ (dolomita+gallinaza) y T₆ (gallinaza + N-P₂O₅-K₂O) fueron superiores a los demás, obteniendo mayores ingresos económicos como producto de la rentabilidad del cultivo en función a la producción.

VI. RECOMENDACIONES

1. Para incrementar la producción de grano del arroz var. 'Capirona' en suelos degradados bajo cultivo secano es necesario aplicar fuentes de materia orgánica juntamente con una enmienda orgánica; preferentemente cal + gallinaza + NPK.
2. Repetir el ensayo en la misma área experimental para determinar el tiempo residual que presenta las enmiendas estudiadas.
3. Los trabajos con aplicación de materia orgánica y dolomita deben ejecutarse en una rotación de cultivos para evaluar el efecto residual.

VII. RESUMEN

Esta investigación se realizó con la finalidad de identificar la influencia de las enmiendas, abonamiento y fertilización en suelos ácidos para el cultivo de arroz var. 'Capirona' en condiciones de secano en el sistema tradicional del pequeño agricultor arrocero que practica algunas labores de abonamiento, que le permita obtener mayores rendimientos de granos; y así mismo, para determinar algunos parámetros biométricos de la planta en la zona de Tingo María.

El presente estudio se realizó en la localidad de Afilador Km. 3; en un suelo ácido de las Lomas, ubicado geográficamente entre los puntos: 0391243 S y 8969300 W, aproximadamente a una altitud de 747 m.s.n.m., con temperaturas máximas de 30 °C y mínimas de 21 °C, precipitaciones promedio de 429.44 mm/mes y una humedad relativa de 87.4%.

Los registros y observaciones tomadas en cuenta en el presente trabajo de investigación conciernen a la altura de planta, número de macollos/m², número de panojas/m², número de espiguillas/panoja, peso de 1000 granos, rendimiento (kg/ha), y análisis de rentabilidad.

Entre los resultados obtenidos se puede mencionar que los tratamientos (cal + gallinaza + N-P₂O₅-K₂O y gallinaza + N-P₂O₅-K₂O) T₇ y T₆ superaron significativamente en rendimiento a los demás tratamientos; estos parámetros anteriormente mencionados como medidas de evaluación resultaron más favorecidos en los tratamientos donde componían encalantes, materia orgánica y fertilizantes, es decir que la diferencia de estos fue mayor frente a los que tenían dosis de fertilizantes. De acuerdo a los resultados el T₇ alcanzó un

rendimiento de 4900.72 kg/ha con 3.43 de rentabilidad, mientras que el T₈ solo obtuvo 2211.53 kg/ha con 2.17 de rentabilidad.

En cuanto a la altura de planta, existió un comportamiento estadístico significativo a nivel de tratamientos experimentales, ya que alcanzaron un promedio de 0.71 m (T₄) y 0.69 m (T₇). Mientras que el T₁ absoluto alcanzó 0.60m, notándose una diferencia significativa en este último parámetro. Otra vez confirmando la influencia de las fuentes de enmiendas y materia orgánica en el desarrollo de la planta.

Con respecto al número de macollos/m², el promedio más alto con 18.42 (T₄), siendo el más bajo el T₁ con 13.69. Los demás tratamientos siguieron en forma escalonada al nivel superior, corroborando lo anteriormente mencionado; que las fuentes de enmiendas y materia orgánica influye en el desarrollo de la planta. Al mismo tiempo en la comparación al número de panojas/m², a nivel de bloques no difieren en cuanto a los promedios, siendo a nivel de tratamientos las diferencias en los promedios en cuanto al parámetro mencionado (T₄: 19.67, T₇: 19.04), y el menor promedio fue el T₁:15.33.

En cuanto a los números de espigas/panoja, existió una significación a nivel de tratamientos experimentales, siendo los tratamientos T₇: 54.60 y T₆: 53.63 los que alcanzaron un promedio superior e igual estadísticamente; siendo el más bajo el T₁ con 38.48. En cuanto al peso de 1000 granos existió diferencia significativa a nivel de tratamientos aplicados; siendo los tratamientos T₇ (54.60 g) y T₆ (53.63 g) superiores y homogéneos estadísticamente.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. AGRICULTURA DE LAS AMERICAS. 1965 La gallinaza es valiosa como fuente de fertilizante. 1965. N° 25: 32 – 33.
2. ALTAMIRANO, E. 1993. Efecto de la interacción N-K en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) bajo el sistema de secano en Tingo María. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 89p.
3. BORNEMISZA, E. 1982. Introducción a la química de los suelos. Washington D.C. Secretaria General FAO. 74p.
4. CIAT. 1984. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia. 40p.
5. CUBEROS, J. y MORENO, M. 1971. Leguminosas de grano. Edit. Mundi Prensa. Madrid, España. 101p.
6. EMBRAPA/UFPEL. 1985. Fundamento para a cultura do arroz irrigado. FUNDECAO, Cargill; Campinas, Brasil 317p
7. DEVLIN, R. M. 1980. Fisiología vegetal. Tercera Edición. Omega. SA. Barcelona, España. 517p.
8. DONAHUE, R. L.; MILLER R. C. y SHICKLUNA, 1981. Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. Prentice Hall Hispano Americana S.A. México D.F. 449p.
9. EMBRAPA. 1999. Manejo da acidez dos solos do cerrado. E. De Varzea do Brasil. Ministerio de Agricultura do abastecimento Santa Antonia de Goias. Brasil. 42p.

10. ESTACION EXPERIMENTAL NUEVO CAJAMARCA, 1990.
Características de los cultivares de arroz. Nuevo Cajamarca –
Rioja. Imprenta Saberes, Boletín técnico 003. 7P.
11. FITZPATRICK, F. E. 1984. Suelos, su formación, clasificación y
distribución. Ed. CECOSA. México. 308p.
12. FASSBENDER, H. W. 1975. Química de los suelos con énfasis en
América Latina. San José de Costa Rica. IICA. 215p.
13. INSTITUTO DE DESARROLLO AGRARIO DE LAMBAYEQUE. 1994
Cultivo de arroz. Estación experimental agropecuaria. Vista
Florida. Boletín técnico. Chiclayo, Perú.
14. LEÓN, A. 1952. Clasificación botánica de especies tropicales. Editorial
Omega. Barcelona – España 117.
15. LEON, A. 1971. Neutralización de la acidez del suelo. Sociedad
Colombiana de la ciencia del suelo. 3: 11 – 17.
16. MANUAL PARA EDUCACION AGROPECUARIA EN EL CULTIVO DE
ARROZ 1988. Edit. Trilles. México. 62p.
17. NORMAN UPHOFF. 2001. Scientific issues raised by the System of
Rice Intensification: A less-water rice cultivation system, in:
Water-Saving Rice Production Systems: Proceedings of an
International Workshop at Nanjing Agricultural University,
China, April 2-4, 2001. Plant Research International B.V.,
Wageningen, Netherlands. Pp. 23
18. PLASTER, E. J. 2000. La ciencia del suelo y su manejo. Ed. Paraninfo.
España. 405p.

19. SANCHEZ. 1983. Suelo del trópico, características y manejo. San José de Costa Rica. IICA. 631p.
20. TINARELLI, A. 1989. El arroz. Ediciones Mundi Prensa. Traducido por Ramón Miguel Carreres Ortells. Madrid, España. 575p.
21. TISDALE, S. L. y NELSON W. H. 1977. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Montaner y Simón S.A. Barcelona, España. 760p.

IX. ANEXO

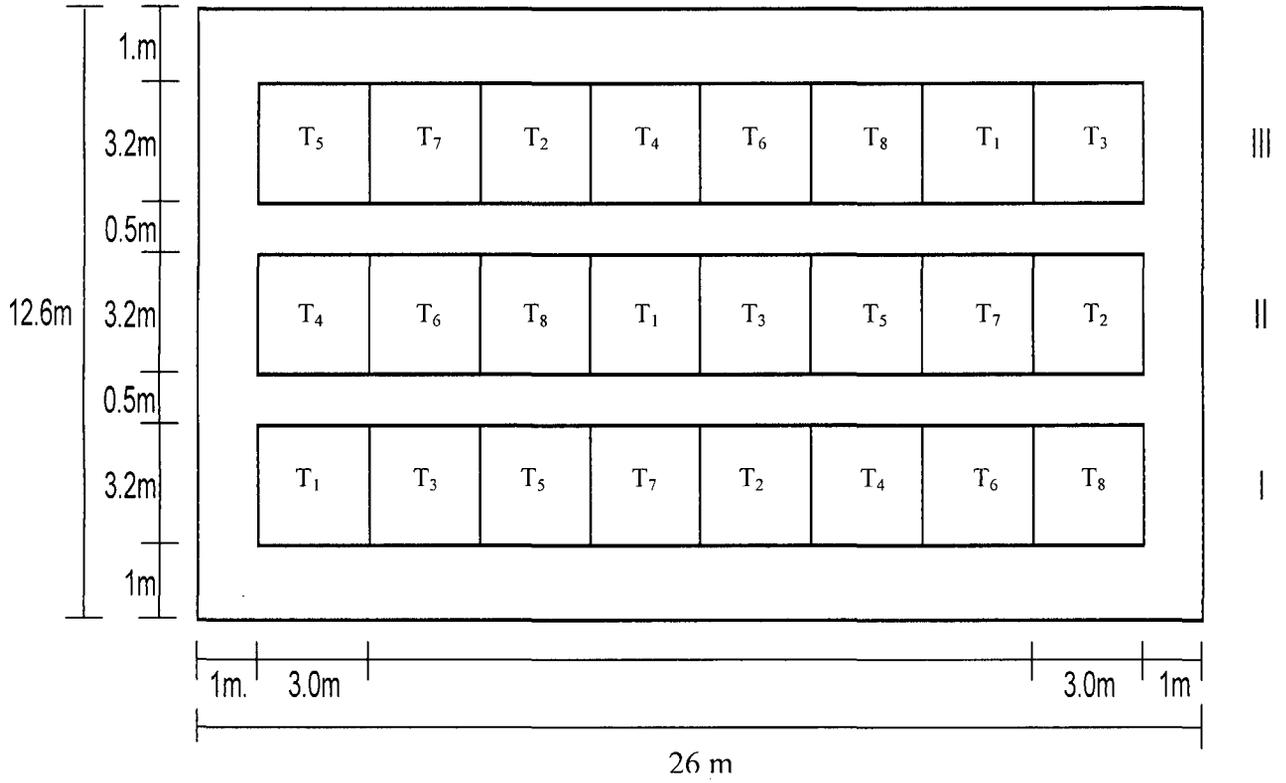


Figura 9. Distribución de los tratamientos experimentales

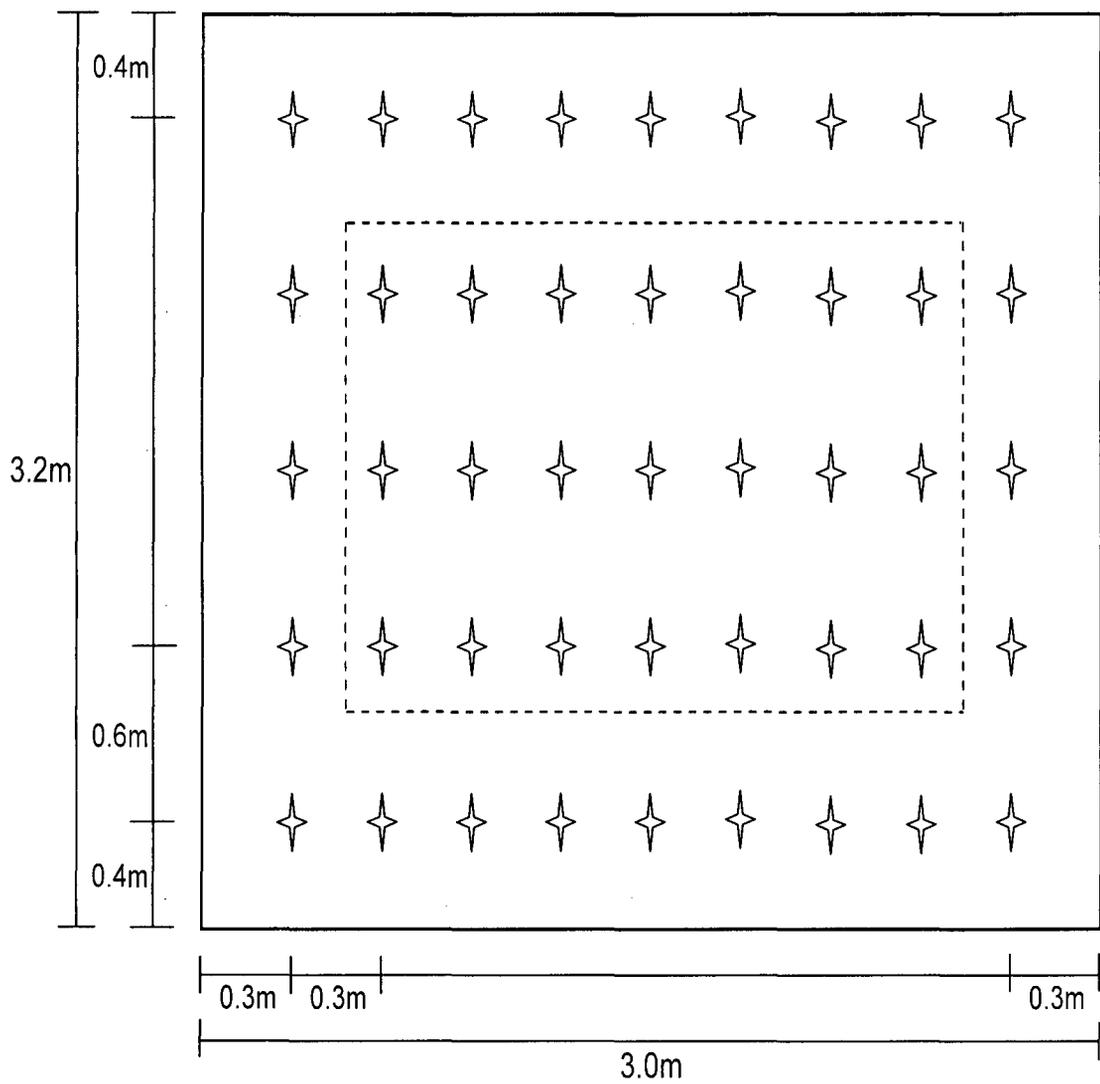


Figura 10. Croquis de las unidades experimentales (tratamientos)

Cuadro 21. Promedio de la altura de planta (cm) a nivel de los bloques y tratamientos experimentales en el cultivo de arroz var. 'Capirona'

Tratam.	I	II	III	Total	Prom.
T ₁	0.61	0.63	0.55	1.79	0.60
T ₂	0.66	0.64	0.73	2.02	0.67
T ₃	0.61	0.73	0.64	1.98	0.66
T ₄	0.62	0.72	0.79	2.13	0.71
T ₅	0.63	0.68	0.64	1.95	0.65
T ₆	0.61	0.70	0.65	1.96	0.65
T ₇	0.71	0.65	0.71	2.07	0.69
T ₈	0.55	0.67	0.68	1.90	0.63
Total	5.00	5.42	5.40	15.81	

Cuadro 22. Promedio de macollos/m² a nivel de los bloques y tratamientos experimentales en el cultivo de arroz var. 'Capirona'

Tratam.	I	II	III	Total	Prom.
T ₁	13.81	13.50	12.43	39.75	13.25
T ₂	14.25	15.00	14.81	44.06	14.69
T ₃	13.18	14.37	14.87	42.44	14.15
T ₄	15.62	19.93	19.68	55.25	18.42
T ₅	11.43	13.68	17.18	42.31	14.10
T ₆	11.56	11.50	12.25	35.31	11.77
T ₇	12.75	20.06	19.93	52.75	17.58
T ₈	12.75	15.31	13.00	41.06	13.69
Total	105.38	123.38	124.19	352.94	

Cuadro 23. Promedio de panojas/m² a nivel de los bloques y tratamientos experimentales en el cultivo de arroz var. 'Capirona'

Tratam.	I	II	III	Total	Prom.
T ₁	16.06	17.50	12.43	46.00	15.33
T ₂	17.93	15.00	14.81	47.75	15.92
T ₃	16.68	17.37	14.87	48.94	16.31
T ₄	19.37	19.93	19.68	59.00	19.67
T ₅	19.00	20.87	17.18	57.06	19.02
T ₆	17.81	16.50	15.25	49.56	16.52
T ₇	19.62	19.43	18.06	57.13	19.04
T ₈	13.62	15.31	18.00	46.94	15.65
Total	140.13	141.94	130.31	412.38	

Cuadro 24. Promedio de espigas/panoja a nivel de los bloques y tratamientos experimentales en el cultivo de arroz var. 'Capirona'

Tratam.	I	II	III	Total	Prom.
T ₁	41.10	33.60	40.75	115.45	38.48
T ₂	49.45	33.10	45.20	127.75	42.58
T ₃	43.25	47.55	36.45	127.25	42.42
T ₄	45.70	46.65	37.10	129.45	43.15
T ₅	45.70	36.50	35.70	117.90	39.30
T ₆	50.60	52.15	58.15	160.90	53.63
T ₇	54.20	56.85	52.75	163.80	54.60
T ₈	32.65	45.50	41.75	119.90	39.97
Total	362.65	351.90	347.85	1062.40	

Cuadro 25. Promedio del peso de 1000 granos a nivel de los bloques y tratamientos experimentales en el cultivo de arroz var. 'Capirona'

Tratam.	I	II	III	Total	Prom.
T ₁	24.81	24.50	23.59	72.90	24.30
T ₂	24.39	24.98	25.02	74.39	24.80
T ₃	25.17	24.2	23.05	72.42	24.14
T ₄	26.64	26.28	25.97	78.89	26.30
T ₅	25.69	25.49	24.79	75.97	25.32
T ₆	25.23	25.13	25.56	75.92	25.31
T ₇	28.81	26.31	26.77	81.89	27.30
T ₈	19.54	21.34	20.62	61.50	20.50
Total	200.28	198.23	195.37	593.88	

Cuadro 26. Promedio del peso fresco (g) de planta a nivel de los bloques y tratamientos experimentales en el cultivo de arroz var. 'Capirona'

Tratam.	I	II	III	Total	Prom.
T ₁	381.75	855.78	357.29	1594.82	531.61
T ₂	621.95	622.34	728.79	1973.08	657.69
T ₃	871.97	797.92	490.70	2160.59	720.20
T ₄	882.64	931.36	800.40	2614.40	871.47
T ₅	495.00	1261.25	740.31	2496.56	832.19
T ₆	377.50	739.73	760.67	1877.90	625.97
T ₇	807.58	741.63	987.07	2536.28	845.43
T ₈	521.72	746.32	712.9	1980.94	660.31
Total	4960.11	6696.33	5578.13	17234.57	

Cuadro 27. Promedio del peso seco (g) de planta a nivel de los bloques y tratamientos experimentales en el cultivo de arroz var. 'Capirona'

Tratam.	I	II	III	Total	Prom.
T ₁	374	556	416	1346.00	448.67
T ₂	632	382	620	1634.00	544.87
T ₃	506	577	489	1572.00	524.00
T ₄	616	610	641	1867.00	622.33
T ₅	260	544	522	1326.00	442.00
T ₆	340	453	484	1277.00	425.83
T ₇	719	632	718	2069.00	689.67
T ₈	327	327	346	1000.00	333.33
Total	3774	4081	4236	12091.00	

Cuadro 28. Rendimiento (kg/ha) del cultivo de arroz var 'Capirona' a nivel de los bloques y tratamientos experimentales.

Tratam.	I	II	III	Total	Prom.
T ₁	3520.25	3344.36	3184.46	10049.07	3349.69
T ₂	3935.99	3902.78	3619.88	11458.65	3819.55
T ₃	3688.76	3538.7	3744.11	10971.57	3657.19
T ₄	3489.50	3425.54	3387.41	10302.45	3434.15
T ₅	2948.30	2843.75	2891.72	8683.77	2894.59
T ₆	4058.99	3992.57	3922.46	11974.02	3991.34
T ₇	4964.27	4758.86	4979.03	14702.16	4900.72
T ₈	2290.25	2190.62	2153.72	6634.59	2211.53
Total	28896.31	27997.18	27882.79	84776.28	



Figura 11. Preparación del terreno experimental.



Figura 12. Limpieza de malezas en las unidades experimentales



Figura 13. Vista panorámica de los tratamientos en estudio



Figura 14. Crecimiento de los tratamientos en estudio



Figura 15. Control fitosanitario del cultivo de arroz var 'Capirona'



Figura 16. Cosecha del cultivo de arroz var 'Capirona'.



Figura 17. Muestreo de suelo en las unidades experimentales