

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**MENCIÓN EN AGRICULTURA SOSTENIBLE**



**NIVELES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL  
RENDIMIENTO DE GRANO DE ARROZ "CAPIRONA",  
(*Oryza sativa* L.), BAJO RIEGO EN EL SECTOR DE  
CAMPO VERDE-REGIÓN UCAYALI**

Tesis

Para optar el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS**

Edgardo Miranda Ruiz

**PROMOCIÓN 2009**

**Tingo María- Perú**

**2014**

**TM**

**AGR**

**0032**

**Miranda Ruiz, Edgardo**

“Niveles de Fertilización Nitrogenada en el Rendimiento de Grano de Arroz “Capirona”, (*Oryza sativa* L.) Bajo Riego en el Sector de Campo Verde – Región Ucayali”  
2014

79 páginas; 05 cuadros; 13 figs.; 30 ref.; 30 cm.

Tesis (M.Sc Ciencias Agrícolas. Mención Agricultura Sostenible) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Escuela de Pos Grado

1. ARROZ
2. RENDIMIENTO
3. MACOLLAMIENTO
4. NUTRIENTES
5. TRATAMIENTOS
6. BLOQUES



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**DIRECCION**



Av. Universitaria s/n .Telefax (062) 561070-Email: [posgrado@unas.edu.pe](mailto:posgrado@unas.edu.pe)  
"Año de la Promoción de la Industria Responsable y el Compromiso Climático"

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

En la ciudad universitaria, siendo las 10.00 a.m. del día jueves 05 del mes de junio de 2014, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la UNAS, se instaló el Jurado Calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:

**"Efecto de Tres Niveles de Fertilización Nitrogenada en el Rendimiento de Grano de Arroz "Capirona" (*Oriza sativa L.*) y la Calidad de Suelo, con Tecnología de Bajo Riego en el Sector de Campo Verde"**

A cargo del candidato al Grado de Maestro en Ciencias Agrícolas, Mención Agricultura Sostenible, **Ing. EDGARDO MIRANDA RUÍZ.**

Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el Jurado Calificador procedió a emitir su fallo declarando **APROBADO** con el calificativo de **BUENO**.

Acto seguido, a horas 11.45 a.m. el Presidente dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente Acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.

.....  
**M.Sc. JOSE W. ZAVALA SOLORZANO**  
Presidente del Jurado

.....  
**M.Sc. JORGE ADRIAZOLA DEL AGUILA**  
Miembro del Jurado

.....  
**M.Sc. JOSE LEVANO CRISOSTOMO**  
Miembro del Jurado

.....  
**M.Sc. HUGO HUAMANI YUPANQUI**  
Miembro del Jurado - Asesor

*Dedico:  
A mis queridos hijos  
Paulo y Edgar*

*A mi querida:  
Compañera sentimental  
Lolinda*

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Ing. M.Sc. Hugo Huamaní Yupanqui, patrocinador de mi tesis, Prof. Principal de la UNAS.

Al Ing. M.Sc. Jorge Vela Alvarado copatrocinador de mi tesis, Prof. Principal de la UNU.

A los miembros del Jurado Calificador de tesis, Presidente M. Sc. José Wilfredo Zavala Solórzano, miembro M.Sc. José Lévano Crisóstomo, miembro M.Sc. Jorge Adriazola Del Águila, por las correcciones y recomendaciones y a todos los demás docentes de la escuela de Posgrado de la UNAS por la formación académica, científica y profesional.

Al Ing. Héctor Campos Amasifuén por su valioso apoyo en la parte estadística, Investigador del INIA-Pucallpa.

Al señor Víctor QQuehue Huilca familia y hermanos por su valiosísimo apoyo en la ejecución del presente experimento, propietarios del terreno.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por haberme dado la oportunidad de realizar mi más anhelado estudio de maestría.

A la Dirección Regional Agraria de Ucayali, en la persona del Ing. Miguel Seijas del Castillo, por la brillante oportunidad de haberme dado, de trabajar en su prestigiosa institución que dirige.

Al Dr. Jorge Velásquez Portocarrero, Presidente del Gobierno Regional de Ucayali, por su confianza depositada en mi persona para dirigir la Agencia Agraria Padre Abad-Aguaytía.

## ÍNDICE

### Página

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>8</b>
2.1.	Antecedentes del cultivo.....	8
2.2.	Principales características de la variedad “Capirona”.....	9
2.3.	Antecedentes de investigación en arroz en selva alta y baja.....	10
2.4.	Necesidades nutritivas del arroz principalmente nitrógeno.....	12
2.5.	Elementos mayores y menores necesarios en el cultivo del arroz.....	14
2.5.1.	Deficiencias de nitrógeno en el arroz.....	15
2.5.1.1.	Aplicación nitrogenada en el arroz.....	16
2.5.1.2.	Recomendaciones para una adecuada aplicación de nitrógeno.....	18
2.6.	Dinámica nutricional del suelo.....	19
2.7.	El ciclo del nitrógeno en los suelos inundados.....	21
2.8.	Formas químicas en que el nitrógeno es absorbido por las plantas de arroz.....	23
2.8.1.	Absorción y asimilación de nitritos.....	25
2.8.2.	Absorción y asimilación de amonio.....	27
2.8.3.	Translocación de nitrógeno.....	28
2.9.	Fertilizantes nitrogenados.....	29

2.9.1. Fertilizantes nitrogenados orgánicos.....	29
2.9.2. Fertilizantes nitrogenados inorgánicos.....	30
2.10. Transformaciones de la Urea.....	32
2.10.1. Uso de fuentes amoniacales.....	35
2.10.2. Uso de fuentes nítricas.....	35
2.11. Los abonos químicos.....	36
2.11.1. Los tipos de abono y como usarlos.....	36
2.12. Características del suelo.....	37
2.12.1. Textura.....	38
2.12.2. Estructura.....	38
2.12.3. Profundidad.....	39
2.12.4. Materia orgánica.....	39
2.12.5. Acidez del suelo .....	40
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>42</b>
3.1. Ubicación del campo experimental.....	42
3.2. Material experimental.....	43
3.3. Unidades experimentales.....	44
3.4. Diseño experimental.....	44
3.5. Componentes en estudio.....	46
3.6. Disposición experimental.....	46
3.7. Variables a medir.....	48
• Macollamiento.....	48

•	Altura de plantas.....	48
•	Rendimiento en granos.....	49
•	Volcamiento o tumbada.....	49
•	Nutrientes en residuos vegetales en materia seca.....	49
•	Caracterización del suelo.....	50
•	Plagas y enfermedades.....	50
3.8.	Otros datos a registrar .....	52
3.9.	Metodología de conducción de la parcela.....	53
•	Evaluación y demarcación del terreno.....	53
•	Preparación del terreno(primer y segundo fanguero).....	53
•	Almacigado.....	53
•	Trasplante.....	55
•	Abonamiento.....	55
•	Cosecha.....	55
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>57</b>
4.1.-	Parámetros productivos.....	57
4.1.1.-	Macollamiento.....	57
4.1.2.-	Rendimiento en granos.....	58
4.2.-	Parámetros vegetativos.....	61
4.2.1.-	Altura de plantas.....	61
4.2.2.-	Plagas y enfermedades.....	63
4.3.-	Nutrientes en tejido vegetal.....	63



4.4.- Caracterización del suelo.....	64
<b>V. DISCUSIONES.....</b>	<b>68</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>75</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>77</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>78</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>80</b>
<b>IX. ANEXOS.....</b>	<b>86</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
1. Esquema del análisis de varianza para el diseño experimental.....	46
2. Descripción de los tratamientos.....	46
1. Estadios fenológicos del cultivo de arroz.....	52
2. Variables de productividad de <i>Oryza sativa</i> L. Var. "Capirona" en el sector Campo Verde, Caserío Tierra Roja.....	58
3. Variables vegetativas de <i>Oryza sativa</i> L. Var. "Capirona" en el sector Campo Verde, Caserío Tierra Roja.....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1. Esquema de la transformación del nitrógeno en el suelo del arrozal.....	23
2. Evaluación del efecto de la fertilización nitrogenada Frente al macollamiento.....	58
3. Evaluación del efecto de la fertilización nitrogenada frente al rendimiento de granos.....	59
4. Curva de respuesta polinómica (efecto tratamiento frente al rendimiento de granos).....	60
5. Curva de respuesta lineal (efecto tratamiento frente al rendimiento de granos).....	61
6. Evaluación del efecto de la fertilización nitrogenada frente a la altura de las plantas.....	62
7. Evaluación del efecto de la fertilización nitrogenada frente a las enfermedades.....	63

<b>8. Porcentaje de nitrógeno en tejido vegetal de arroz.....</b>	<b>64</b>
<b>9. Contenido de Aluminio y e hidrógeno al inicio y final del Experimento (0-20 cm del suelo).....</b>	<b>65</b>
<b>10. Contenido de Calcio y Magnesio al inicio y al final del experimento (0-20 cm del suelo).....</b>	<b>66</b>
<b>11. Contenido de Nitrógeno al inicio y al final del experimento (0-20 cm del suelo).....</b>	<b>66</b>
<b>12. Contenido de Potasio al inicio y al final del experimento (0-20 cm del suelo).....</b>	<b>67</b>
<b>13. Evaluación de acidez(pH) del área experimental en tres Momentos.....</b>	<b>67</b>

## RESUMEN

Esta investigación se ha desarrollado en el distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali, en el caserío de Tierra Roja, frontera con el distrito de Honoria; en una extensión de tres has, pertenecientes a la familia Qquehue, geográficamente ubicado entre las coordenadas 521815.17 Latitud Sur y 905389.31 Longitud Oeste, a una altitud de 180 msnm; la temperatura promedio es de 26.7 °C, con una humedad relativa de 78.9% en promedio y una precipitación anual de 1800 msnm. Mientras que los suelos son de textura arcillosa limosa, con drenaje pobre, con un pH de 3.94 y una saturación de aluminio de 74.60, inundables en mayor precipitación (noviembre a marzo).

El objetivo general de esta investigación es la de validar una tecnología determinando el rendimiento de granos en arroz *Oryza sativa L.* variedad "Capirona", el macollamiento y la calidad del suelo en un terreno, con fisiografía plana, acondicionada en pozas mediante bordes, con antecedentes de haber sido un aguajal.

Las parcelas de experimentación fueron tres bloques de 82.5 m<sup>2</sup> cada una, con cuatro subparcelas de 21 m<sup>2</sup>, distribuidas al azar para los tratamientos, se tomó la parte interna 12 m<sup>2</sup> para el muestreo; se empleó el diseño block completo al azar con cuatro tratamientos(40-80-120 y 0 kg de N) actuando como testigo(0 kg de N), el abonamiento se realizó al voleo a los 30

días del trasplante con un 50% de la dosis nitrogenada y la siguiente fracción al inicio del panojamiento.

Se encontró resultados favorables en rendimiento de granos, con el tratamiento de (120 kg N) 3367 kg/ha en comparación con el testigo(0 kg N) que se obtuvo 2567 kg/ha; en macollamiento con el tratamiento (120 kg N) 28 macollos/m<sup>2</sup> contra 25 macollos/m<sup>2</sup> obtenidos con el testigo(0 kg N); en los parámetros vegetativos se ha obtenido un mayor crecimiento de las plantas con el tratamiento de (120 kg N) en comparación con el testigo, no se observó presencia significativa de plagas, y en enfermedades una ligera presencia de la *Pyricularia oryzae*. La calidad del suelo se mantiene en óptimas condiciones comparando con las evaluaciones del inicio y del final del experimento, se mantiene una ligera reducción de las propiedades físicas por cuanto se ha observado un incremento de 5.83 a 5.24 % de la materia orgánica debido a la degradación lenta de los rastrojos; asimismo, un ligero incremento de los micronutrientes como el calcio y magnesio, una reducción del fósforo y un ligero incremento del potasio, en cuanto a la textura se mantiene con mayor porcentaje el arcilloso, permitiendo menos porosidad y una ligera capacidad de intercambio catiónico, para una mayor fijación de las raíces; observándose también una ligera reducción de N disponible de 0.26 a 0.24 %.

**Palabras claves:** rendimientos, macollamiento, nutrientes, tratamientos, bloques, arroz.

## I. INTRODUCCIÓN

El arroz *Oryza sativa L.* es una planta gramínea que pertenece a la familia poaceae, es uno de los principales cultivos de importancia internacional y nacional. Los diez principales productores de arroz en el mundo se encuentran en el continente asiático, siendo la India el mayor productor con 28% del total cultivado; sin embargo, produce solo el 23% del volumen mundial; el primer productor de arroz es China con 142 millones de toneladas, y es el segundo en superficie con 30.6 millones de hectáreas (DANTY, 2013).

En América Latina, el primer productor y consumidor de arroz es Brasil que en la temporada 2013/2014 sembrarían 2,4 millones de hectáreas, y producirían 8,3 millones de arroz pulido. Estos valores lo posicionan como el undécimo país en términos de superficie y el noveno en producción a nivel global. Muy distantes se encuentran Colombia y Perú que cultivan 410 y 375 mil hectáreas, respectivamente (DANTY, 2013).

La siembra de arroz a nivel nacional en las cinco últimas campañas agrícolas, tuvo su mayor nivel de siembras en la campaña agrícola 2008/2009, con 406,134 ha superior en un 10% a la campaña agrícola anterior. La superficie sembrada en la última campaña anterior fue de 387,677 ha, con un incremento del 5.6% que la campaña agrícola anterior (MINAG, 2012).

La producción de arroz ha venido creciendo a una tasa promedio del 2.4% en los últimos 10 años, el mismo que se viene sustentando por una mayor área cosechada en año 2009, pero reduciéndose en los años 2010/2011(MINAG, 2012).

El rendimiento promedio nacional fue de 7,292 kg/ha, un incremento del 0.1 % con respecto al año 2010; las principales regiones productoras del Perú mantienen rendimientos por encima del promedio nacional a excepción de San Martín, Loreto y Ucayali que sus rendimientos están por debajo del promedio nacional con 6654 y 2996 kg/ha respectivamente. La diferencia de los rendimientos de las regiones productoras ubicadas en la Costa por encima del promedio nacional contrastan con las regiones de la Selva que están por debajo del promedio nacional; básicamente se debe a las condiciones edafoclimáticas y la intensidad de las siembras que se dan en las regiones mencionadas (MINAG-OEEE, 2012).

MINAG, (2012). Manifiestan que el Perú siempre ha sido deficitario en lo que respecta a la producción de grano de arroz, tal es así que en lo que va del año 2012 son alrededor de 130,294 toneladas de importación que se ha realizado proveniente de Uruguay con el 76.4%, seguido de Brasil con 14.2%, y Argentina con el 7.1% concentrando el 97.7% de las importaciones de este cereal.



Actualmente el sector agropecuario nacional, está pasando por una grave crisis, caracterizada por un alto grado de descapitalización y endeudamiento; escasa rentabilidad, deficiente nivel tecnológico y baja productividad; problemas en el mercadeo de sus productos; insuficiente organización de los productores, falta de infraestructura productiva y desasimiento de servicios.

La producción de alimentos en nuestro país por ende requiere de un cambio que posibilite el salto de una agricultura agronómica hacia una agricultura ecológica. La agricultura convencional agronómica o industrial que actualmente practicamos, vislumbra los límites de producción, el costo de los insumos y demás gastos anexos a la actividad han crecido en tal forma que las utilidades obtenidas por la producción son mínimas.

Los productores dedicados a la producción de granos en la mayoría de los casos están cosechando volúmenes que solo les permite sobrevivir, los productos obtenidos son de mala o baja calidad nutricional, contienen una gran variedad de venenos residuales como consecuencia del uso y abuso de agroquímicos “que se han hecho necesarios” para que sus parcelas produzcan.

En la región Ucayali el arroz se cultiva en tres ecosistemas, barrizal (suelos Entisoles), con una cultura de siembra sin uso de fertilizantes y poco uso de agroquímicos, en bajo riego con el uso de fertilizantes inorgánicos, con el uso

de agroquímicos y en seco favorecido (suelos Ultisoles), aprovechando los suelos de altura como financiador de cultivos alternativos. El 40 % de la producción de arroz se cultiva en barrizales, por ser las zonas más extensas y por su alto contenido de nutrientes naturales, además por el bajo costo que significa su instalación, haciendo que estos cultivos alcancen rendimientos entre 2-4 t/ha, en bajo riego con el uso de nutrientes inorgánicos se obtienen rendimientos entre 4-6 t/ha; sin embargo, el costo de los insumos y demás gastos anexos a la actividad han crecido en tal forma que las utilidades obtenidas por la producción son mínimas(LARREA, 2003).

La región Ucayali, cuenta en la actualidad con una población de 468,922 habitantes con un incremento anual de 4523 personas y una tasa de crecimiento promedio de 0,97%; Coronel Portillo es la provincia que mayor población muestra un 74,4% seguida de Padre Abad, Atalaya y Purús.

El consumo per cápita de arroz en el Perú es de 46 kg por persona/año (MANERO, 2011).

Sin embargo, la producción de arroz es incipiente, por la falta de una adecuada utilización tecnológica que no llegan a satisfacer la demanda local y regional. En Ucayali, la provincia de Coronel Portillo, en sus distritos de Campo Verde, Manantay, Yarinacocha, Nueva Requena y la provincia de Padre Abad en su distrito de Curimana y Padre Abad, cuentan con áreas inundables y apropiadas

para la siembra de este cultivo, proceso que ocurre en épocas de mayor precipitación, manifestándose con aumento de caudal de las quebradas y riachuelos, sobrepasando el nivel conocido e inundando sectores cubiertos por vegetación, conocidos como aguajales. Las inundaciones en el área no revisten riesgos para la actividad humana debido a la baja densidad, salvo algunas obras civiles como carreteras y puentes menores que son mínimamente utilizados para actividad agrícola y/o forestal.

Es por ello que la producción de alimentos en nuestro país requiere de un cambio que posibilite el salto de una agricultura convencional e incipiente hacia una agricultura tecnológica con un enfoque ecológico.

Por lo tanto, el problema central en esta investigación es la "Limitada utilización de tecnologías de producción agrícola intensiva (bajo riego) en cultivo de arroz de la variedad "Capirona"; los cuales podrían ser aprovechadas, obtener rendimientos de granos (kg/ha) óptimos; además del mantenimiento de las propiedades de los suelos Ultisoles; para lo cual se plantea los siguientes objetivos e hipótesis.

### **1.1. Objetivo General**

- Evaluar la eficiencia del fertilizante nitrogenado en la producción de arroz en suelos con antecedentes de haber sido un aguajal en el distrito de Campo Verde, región Ucayali.

### **1.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el efecto de la incorporación de rastrojos de arroz y el uso eficiente de fertilizantes inorgánicos(N) en algunas propiedades del suelo.
- Efectuar el análisis de rentabilidad o relación beneficio costo de los tratamientos en estudio.

### **1.3. Hipótesis**

#### **Hipótesis alterna**

- Si se cuenta con terrenos de altura con antecedentes de haber sido un aguajal, inundables a través de canales de irrigación y/o por altas precipitaciones, además del uso de una tecnología de siembra de arroz, con la incorporación de rastrojos de cosecha y la aplicación de fertilizantes

inorgánicos nitrogenados; **obtendremos** rendimientos de granos que logren las 6 t/ha, se mantiene algunas de las propiedades físicas y químicas del suelo.

### **Hipótesis nula**

- Si se cuenta con terrenos de altura con antecedentes de haber sido un aguajal, inundables a través de canales de irrigación y/o por altas precipitaciones, además del uso de una tecnología de siembra de arroz, con la incorporación de rastrojos de cosecha y la aplicación de fertilizantes inorgánicos nitrogenados; **no obtendremos** rendimientos de granos que logren las 6 t/ha y tampoco se mantendría algunas de las propiedades físicas y químicas del suelo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Antecedentes del cultivo

El arroz *Oryza sativa L.*, es una planta gramínea que pertenece a la familia poaceae, es uno de los principales cultivos a nivel internacional y nacional; es el producto que más aporta al PBI agropecuario y agrícola. Aportó con el 4.5 % del PBI agropecuario y con el 7.7 % del PBI agrícola en el año 2011(MINAG, 2012).

En el Perú se vienen cultivando variedades básicamente de estatura corta como el “Capirona”, Huallaga, Alto Mayo y Porvenir. Caracterizadas porque responden básicamente a altas dosis de nitrógeno y que lo convierten en más grano que paja, además evitan el crecimiento excesivo y por ende el volcamiento por efectos del viento. En la selva alta el requerimiento de abono es menor debido a la menor radiación solar y más se destaca las diferencias varietales. Mientras que en la selva baja el requerimiento de abono es mayor por la alta incidencia de luz solar; la variedad “Capirona” destaca también porque tiene una calidad culinaria estupenda ya que se mantienen sueltas tras la cocción y con un valor comercial mucho mayor (LARREA, 2003).

### 2.2. Principales características de la variedad “Capirona”

<b>Origen:</b>	<b>INIA-PIA-Perú</b>
<b>Progenitores:</b>	<b>1766-4-B-20-1B/5685/1</b>
<b>Año de liberación:</b>	<b>1995</b>
<b>Adaptación:</b>	<b>Bajo Mayo, Huallaga Central</b>
<b>Altura de planta (cm):</b>	<b>110</b>
<b>Precocidad:</b>	<b>Semiprecoz</b>
<b>Respuesta a fertilización:</b>	<b>Alta</b>
<b>Rendimiento potencial (t/ha):</b>	<b>09</b>

Fuente: Cuadro 6, Informe final (LARREA, 2003)

En la región Ucayali se viene trabajando con diferentes variedades de arroz tanto de estatura corta como de estatura larga, dentro de las de estatura corta destaca la variedad "Capirona" la misma que fue liberado por el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), el año de 1995. En la actualidad se sigue trabajando con esta variedad en forma comercial, en tres tipos de ecosistemas (barrizales, secano y bajo riego), las semillas son producidas por la Estación Experimental Pucallpa del INIA y promocionadas por la Dirección Regional Sectorial de Agricultura Ucayali a través de los agricultores.

### **2.3. Antecedentes de investigación de arroz en selva alta y baja**

En un informe final publicado por el Ministerio de Agricultura bajo la autoría de LARREA, (2003) menciona que la investigación arrocerá y la asistencia técnica tanto en la selva alta y baja como en la costa son escasas, debido a la transferencia de las principales Estaciones Experimentales de Investigación a la Fundación Perú, que no cumplió con el encargo de mejorar estos vitales servicios. Actualmente la asistencia técnica por el INIA es nula por la falta de recursos económicos para su implementación, esta se brinda a través de las Agencias Agrarias, las ONG's y los proveedores de insumos.

En años anteriores en la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), se realizaron algunas investigaciones en arroz a nivel de tesis, la que detallo a continuación:

En un resumen de tesis publicado en Tingo María, por FARIAS, (1972) sobre un estudio económico del uso de fertilizantes nitrogenados en 4 variedades de arroz (Carolina, Fortuna, IR-578-8, IR-480-592), determinó que el IR-578-8 destacó en cuanto a rendimiento de granos, respondiendo a altas dosis de nitrógeno, para ello uso cinco niveles (30, 60, 90, 120 y 150 kg N/ha).



aplicación de  $P_2O_5$ , bajo tres niveles de nitrógeno; se encontró los siguientes resultados: la aplicación al voleo del fosforo dan buenos resultados mas no así el nitrógeno, la dosis de N de 100 y 150 kg/ha dan los mejores resultados.

RIOS, (1985) también en una tesis publicado en Tingo María, sobre un ensayo de rendimiento de 17 líneas y 4 variedades de arroz bajo condiciones de riego, utilizando niveles de 70-70-60 kg de NPK/ha, determinó el mayor alto rendimiento de seis líneas y variedades respectivamente (11643, 18476, 21699, 18552, CICA 8 y el INTI).

A nivel de Ucayali existen productores e instituciones que se dedican a la siembra de arroz en condiciones de bajo riego; con resultados satisfactorios obteniendo rendimientos muy variados entre 2 a 4 t/ha; utilizan muy poca tecnología que va desde la siembra en seco, sin riego alguno más que de las precipitaciones, hasta los sembríos en barrizales, que lo hacen en época de vaciante de los ríos sin tecnología alguna; sin uso de insumos adecuados, hasta la siembra con trasplante con uso de riego, semilla certificada y de insumos fortificados que permiten que los rendimientos sean mayores.

#### **2.4. Necesidades nutritivas del arroz principalmente N**

Uno de los fertilizantes inorgánicos que cumple una función muy importante en los rendimientos del cultivo del arroz es la Urea que contiene el 46% de nitrógeno puro, las bondades de este componente es referido en una investigación realizada por PERDOMO, et al. (1998) quien manifiesta que el nitrógeno(N), cumple funciones vitales en los seres vivos, encontrándose dentro de las plantas tanto en formas orgánicas como inorgánicas. Estas últimas son en realidad de escasa magnitud, estando la mayoría como  $\text{NO}_3^-$  (Nitratos), única forma inorgánica capaz de ser almacenada. Por lo tanto, dentro de la planta la mayoría del N se encuentra en forma orgánica. Este nutriente juega un rol esencial en el crecimiento del vegetal, ya que es constituyente de moléculas como: i) clorofila; ii) aminoácidos esenciales; iii) proteínas; iv) enzimas; v) nucleoproteínas; vi) hormonas; vii) trifosfato de adenosina (ATP). Además, el N es esencial en muchos procesos metabólicos, como por ejemplo, la utilización de los carbohidratos.

CHAUDHARY, (2003) menciona que los nitratos son los productos mineralizados de la materia orgánica en un ambiente aeróbico. Después de la inundación, los nitratos son reducidos a productos gaseosos que escapan al aire o son lixiviados en razón de la absorción negativa por el suelo. La mayor parte de

los nitratos desaparece del campo un par de días después de la inundación debido a la desnitrificación y la lixiviación.

Asimismo RALUY, et al. (2008) menciona que el arroz es un cultivo relativamente poco exigente en cuanto a necesidades nutritivas. El elemento que extrae del suelo en más cantidad es el potasio ( $K_2O$ ), pero con la ventaja de que en su mayor parte va a parar a las partes vegetativas de la planta, con lo que después de la cosecha puede ser reincorporado al suelo mediante labores de enterrado de los restos del cultivo.

Casi al mismo nivel de extracción se encuentra el nitrógeno (N), siendo asimiladas en este caso una buena parte de las extracciones por el grano del arroz, sin posibilidad por tanto de restitución al suelo. En tercer lugar encontramos el fósforo ( $P_2O_5$ ), con un nivel de extracción mucho más bajo que los dos casos anteriores. Además, los suelos saturados de agua suministran suficiente fósforo como para hacer innecesaria la fertilización con abonos fosfóricos (Fuentes, 1999), citado por (RALUY, et al. 2008).

Así pues, el nitrógeno es, el elemento nutricional más importante en el cultivo ecológico del arroz. Por tanto, a la hora de calcular las cantidades de abono a aportar para cubrir las necesidades del cultivo, los cálculos habremos de realizarlos en base a las de nitrógeno, teniendo la práctica seguridad de que las de

los otros elementos se verán cubiertas con las cantidades de estiércol necesarias para cumplir con el primero (RALUY, et al. 2008).

## **2.5. Elementos mayores y menores necesarios en el cultivo del arroz**

CHAUDHARY, (2003) en uno de sus informes sobre los problemas y limitaciones del arroz, manifiesta que la planta de arroz requiere de varios nutrientes esenciales para llegar a un óptimo rendimiento. Estos, son los elementos mayores e incluyen nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, azufre, carbono, hidrógeno y oxígeno. Aquellos elementos que son requeridos en menores cantidades pero que son esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas son conocidos como elementos menores o traza e incluyen hierro, manganeso, cobre, zinc, boro, molibdeno, cloro y silicio. El nitrógeno por lo tanto es un constituyente de las proteínas las cuales a su vez forman parte del protoplasma, de los cloroplastos y de las enzimas. El fósforo como fosfato inorgánico es un componente del trifosfato de adenosina (ATP) y del difosfato de adenosina (ADP), compuestos ricos de energía y de una coenzima involucrada directamente en la fotosíntesis. El potasio participa en la abertura y el cierre de las estomas controlando la difusión del bióxido de carbono en los tejidos verdes. También es esencial para activar enzimas tales como la que sintetiza el almidón. Por lo tanto el contenido crítico de nutrientes para una alta tasa de fotosíntesis

foliar se considera de 2 % de N, 0,4 % de  $P_2O_5$ , 1 % de  $K_2O$ , 0,4 % de MgO y 0,5 % de  $SO_3$ .

El contenido de nitrógeno, fósforo y azufre en las partes vegetativas es generalmente alto en las primeras etapas del crecimiento vegetativo y declina a medida que se llega a la madurez. El contenido de nitrógeno y fósforo es por lo general mayor en las panojas que en la paja, mientras que el contenido de potasio, calcio, magnesio, silicio, manganeso, hierro y boro es mayor en la paja. El contenido de azufre, zinc y cobre es prácticamente el mismo en la paja y en la panoja (CHAUDHARY, 2003).

Los nutrientes necesarios para producir una tonelada de arroz con cáscara en los trópicos son de cerca 20,5 kg de nitrógeno, 5,1 kg de fósforo y 44,4 kg de potasio por hectárea. A pesar de la gran diferencia en los rendimientos, la remoción de estos tres elementos es similar entre cultivos de rendimientos medios o altos (CHAUDHARY, 2003).

### **2.5.1. Deficiencias de nitrógeno en el arroz**

CHAUDHARY, (2003) manifiesta que el nitrógeno es el nutriente más importante del arroz. El macollaje, la elongación de los tallos y el crecimiento de las panojas son seriamente afectados por la deficiencia de nitrógeno. El nitrógeno

absorbido en el momento de la iniciación de la panoja ayuda a mantener las hojas verdes después de la formación de espigas y contribuye, por lo tanto, a una fotosíntesis activa necesaria para la producción de grano. La aplicación de fertilizante en cobertura 20 días antes de la formación de espigas incrementa el peso de la panoja, aumenta la resistencia al vuelco afectando el largo y el diámetro de los entrenudos, mejora la acumulación de materia seca en las partes basales y la resistencia de los tallos a la rotura.

#### **2.5.1.1. Aplicación nitrogenada en el arroz**

En los suelos que tienen una baja capacidad de retención de nitrógeno, las aplicaciones fraccionadas de fertilizante dan lugar a una alta recuperación del nitrógeno y por lo tanto a rendimientos mayores. La mayor parte de la fertilización en el arroz de secano en laderas y tierras bajas es aplicada en forma basal. La aplicación de nitrógeno en cobertura depende del régimen hídrico del campo, el que es variable en tiempo y espacio.

Al respecto, AGUILAR et al. (2006), menciona que el nitrógeno es el nutriente que ejerce mayor influencia sobre el crecimiento y el rendimiento en grano. La planta de arroz tiene dos periodos de máximo requerimiento de nitrógeno. El primero tiene lugar entre los 25 y 50 días después de la siembra, coincidiendo con el período de ahijado, cuando la planta incrementa

significativamente su área foliar y se determina el número de panículas por unidad de superficie. El segundo ocurre al comienzo de la fase reproductiva. Debe estar disponible una adecuada cantidad de nitrógeno durante este período de alargamiento del tallo y desarrollo de la panícula, es en el que se determina el número potencial de granos por panícula. En las Marismas de Sevilla, España por ejemplo; las dosis de nitrógeno suelen estar comprendidas entre 130 a 180 Kg/ha (una unidad de nitrógeno es equivalente a un Kg de este elemento).

Puede ser conveniente incrementar estas dosis en suelos poco fértiles o de alto contenido salino. Cuando la planta sufre deficiencia de nitrógeno los síntomas se observan mejor en las hojas más viejas, dado que el nitrógeno es muy móvil dentro de la planta y se trasloca preferentemente a las partes jóvenes y en crecimiento. Las hojas viejas cambian su color de verde a verde claro (clorosis), volviéndose más estrechas, cortas y erectas y en casos extremos amarillean y mueren. La planta reduce su porte, su ahijamiento y el tamaño de la panícula, acortando ligeramente su ciclo a floración. Con graves deficiencias disminuye el peso y sobre todo, el número de granos por panícula (CHAUDHARY, 2003).

Dosis excesivas de nitrógeno, en cambio, provocan un excesivo desarrollo vegetativo, aumentando el número de hijos sin panícula, el riesgo de encamado, el porcentaje de granos vacíos, la susceptibilidad a enfermedades (*Pyricularia*, *sclerotium*, etc.) y estimulándose la proliferación de malas hierbas y

algas. Reafirmados por (SENDRA, 1977) quien manifiesta que aportaciones excesivas de nitrógeno producen un desarrollo vegetativo exagerado y una mayor susceptibilidad al encamado y a las enfermedades, con la consiguiente pérdida en cantidad y calidad de la producción final.

### **2.5.1.2. Recomendaciones para una adecuada aplicación de nitrógeno**

En la capa superior de suelo que se ha oxidado, el amoníaco forma la materia orgánica; el fertilizante aplicado también es transformado en nitratos y desaparece a causa de los procesos de difusión y lixiviación en la zona reducida, a continuación alguna recomendaciones para una correcta aplicación de nutrientes.

- Aplicar siempre las cantidades requeridas de fertilizantes fosfatados como dosis basal en el momento de la preparación del suelo.
- Para prevenir las pérdidas de nitrógeno mezclar cuidadosamente los fertilizantes basales con el suelo.
- Mantener el campo libre de malezas antes de la aplicación del nitrógeno.
- Usar fertilizantes amoniacales y colocarlos siempre en la capa reducida del suelo.



- Los fertilizantes que contienen nitrógeno en forma de nitratos no son adecuados para el cultivo del arroz.
- El amoníaco y la úrea son fuentes igualmente adecuadas para la producción de arroz.
- Prevenir el secado del suelo ya que el nitrógeno se pierde bajo forma gaseosa desde su superficie y más aún desde las rajaduras de la tierra a niveles más bajos.
- La entrada y la salida de agua de inundación dan lugar a grandes pérdidas de nitrógeno hacia el aire. El agua limita los movimientos del aire en el suelo y cuanto menos aire haya en el suelo habrá menos posibilidades de cambio a nitrógeno gaseoso.
- Drenar los arrozales antes de aplicar fertilizantes nitrogenados; inundar los campos nuevamente dentro de las 24-48 horas después de su aplicación.

## **2.6. Dinámica nutricional del suelo**

En la agricultura tradicional (también la del arroz) se contempla el suelo como un substrato físico prácticamente inerte, asimilable a un medio hidropónico en el cual se inyectan unos elementos y del que se sacan determinados productos, como si de una fábrica se tratara. Como agravante, a menudo este sistema se fuerza mediante una mentalidad productivista especuladora (RALUY, et al. 2008).

En cambio, la agricultura ecológica contempla el suelo como un complejísimo laboratorio natural, física y bioquímicamente estructurado y fértil. Así se considera el medio terrestre como un elemento que goza de vida propia y que el agricultor a de proteger (y si cabe mejorar), aportando con discreción los elementos que compensen las extracciones efectuadas para que se mantengan las dinámicas y los equilibrios naturales. En este contexto, en la agricultura ecológica el abonado no pretende una aplicación tan directamente dirigida a las plantas como en la agricultura convencional sino un aporte al suelo y a sus procesos, de los cuales (no inmediatamente sino a medio-largo plazo) saldrá beneficiado el cultivo (RALUY, et al. 2008).

Si la dinámica de los nutrientes en los suelos agronómicos es compleja por la diversidad nutritiva, de suelos, de climas y de cultivos, la que se produce en los suelos inundados es todavía menos conocida. Esto es así porque desde la perspectiva agrícola los cultivos en estas condiciones son una minoría

económicamente poco importante en el mundo occidental y por tanto sus procesos han sido menos estudiados (RALUY, et al. 2008).

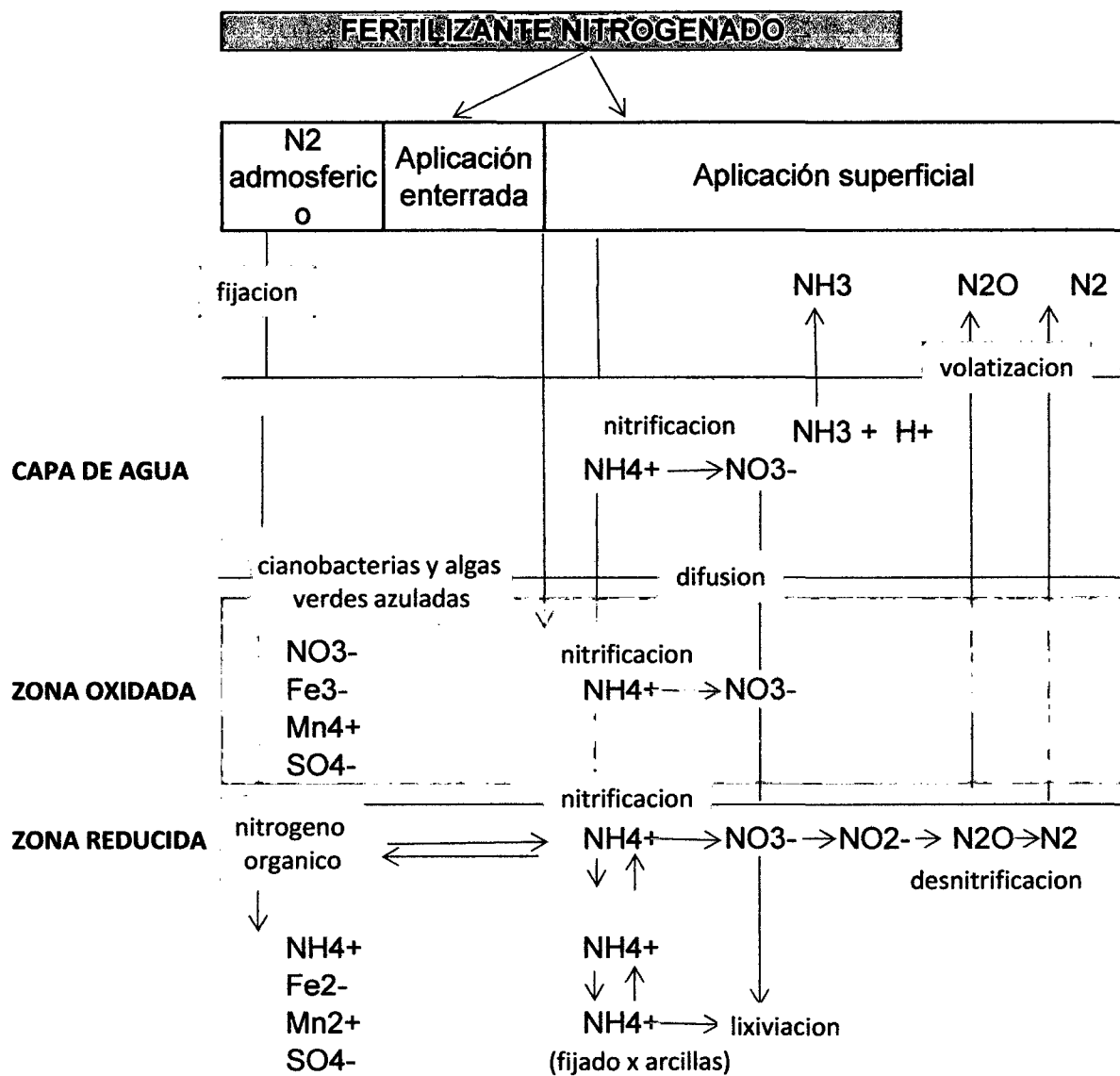
## **2.7.- El ciclo del nitrógeno en los suelos inundados**

Partiendo de la base de referencia de que la agricultura orgánica sólo admite la fertilización a base de materia orgánica adecuadamente compostada y sin residuos de antibióticos u otros productos de síntesis. En condiciones normales, la mayor parte del nitrógeno de los suelos se encuentra en forma de compuestos orgánicos, pero las plantas lo asimilan en forma inorgánica (mineralizada), ya sea en estado reducido (amoniaco), semioxidado (nitritos) o totalmente oxidado (nitratos), (RALUY, et al. 2008).

Asimismo RALUY, et al. (2008) menciona también, que en el proceso de descomposición o compostaje de la materia orgánica, el nitrógeno pasa primeramente a la forma amónica y posteriormente, en presencia de oxígeno libre y por efecto de las bacterias Nitrosomonas y Nitrobacter, a las formas nítricas de nitritos y nitratos. En los suelos inundados anaeróbicos este proceso de mineralización es más lento que en condiciones aeróbicas, pero como contrapartida la fracción que resulta inmovilizada en forma orgánica y que por tanto puede perderse por percolación o lavado, es mucho menor. Consecuentemente, la cantidad de nitrógeno disponible a corto y medio plazo por

las plantas en este tipo de condiciones es mayor. Por otra parte, la inundación de los campos provoca una fuerte desestabilización química del suelo, ligada a la actividad microbiana. Así, en ausencia de oxígeno se desestabilizan los nitratos y se produce un aumento del nitrógeno disponible, que se acumula en forma amoniacal. Una pequeña parte nitrógeno amoniacal quedo en disolución (y por tanto inmediatamente asimilable) y el resto es rápidamente adsorbido en la superficie de las partículas de arcilla y de humus, desde donde es fácilmente liberado a medida que las plantas van consumiendo la fracción disuelta.

Figura 1: Esquema de la transformación del nitrógeno en el suelo del arrozal



Fuente: Craswell, De Datta, (1980), Elaboración propia.

## 2.8. Formas químicas en que el nitrógeno es absorbido por las plantas de arroz

PERDOMO et al. (1998) manifiesta que las plantas de arroz pueden absorber N como  $\text{NO}_3^-$  o  $\text{NH}_4^+$ . Como en la mayoría de los suelos las condiciones permiten la acción de las bacterias nitrificantes, normalmente la mayoría de los cultivos absorben la mayor parte de su N como  $\text{NO}_3^-$ . Sin embargo, en situaciones específicas, como por ejemplo en condiciones anaeróbicas o inmediatamente a la aplicación de fertilizantes amoniacales, las plantas pueden absorber relativamente más  $\text{NH}_4^+$  que  $\text{NO}_3^-$ . La absorción de N como  $\text{NH}_4^+$  también puede ocurrir en la etapa temprana del crecimiento ya que ésta se produce cuando las temperaturas son aún bajas para que se produzca una rápida nitrificación. Al avanzar el estado de crecimiento la planta absorbe paulatinamente más  $\text{NO}_3^-$ .

En presencia de ambas formas de N, la preferencia de las plantas por una u otra forma varía según la especie. Algunas plantas, como por ejemplo los cereales, absorben N independientemente de la forma en que éste se encuentre, mientras que otras parecen haberse adaptado a una forma determinada de N. Las solanáceas (por ejemplo, tomate, tabaco) se ven favorecidas por una relación  $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$  más alta. El arroz es un ejemplo

de un cultivo adaptado a la absorción de N como  $\text{NH}_4^+$ , existiendo algunos cultivares que parecen no tolerar la presencia de  $\text{NO}_3^-$  (Tisdale et al, 1995), citado por (PERDOMO et al, 1998). Otras especies adaptadas a la nutrición con amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) son aquellas que crecen en suelos ácidos de regiones tropicales y subtropicales, donde el proceso de nitrificación se ve reducido. Incluso se ha detectado que las raíces de estas especies excretan inhibidores de la nitrificación.

### **2.8.1. Absorción y asimilación de nitritos**

El proceso de absorción de nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) es activo, con gasto de energía, requiriendo la presencia de enzimas especiales, como lo son las  $\text{NO}_3^-$  permeasas. Estas catalizan el pasaje de los iones  $\text{NO}_3^-$  a través de las membranas celulares, sobre todo a nivel de los pelos radiculares. Para este proceso, por lo tanto, la planta necesita haber sintetizado compuestos energéticos. La temperatura del suelo también afecta la absorción de  $\text{NO}_3^-$ , siendo ésta menor a temperaturas bajas. En suelos que tienen un pH bajo a medio este proceso es máximo, inhibiéndose cuando la concentración de  $\text{NH}_4^+$  es alta. La absorción también está afectada por el Mo, ya que se forma una molibdo proteína en la superficie de las células de la raíz, para el transporte de  $\text{NO}_3^-$ . (PERDOMO et al, 1998).

(1998).

Cuando la planta absorbe grandes cantidades de  $\text{NO}_3^-$ , también aumenta la síntesis de ácidos orgánicos, lo cual se asocia con una acumulación de cationes inorgánicos (Ca, Mg y K). El medio circundante a los pelos radiculares se vuelve alcalino y las raíces liberan  $\text{HCO}_3^-$  para mantener tanto la solución del suelo como el interior de la planta eléctricamente neutra. Una vez que el  $\text{NO}_3^-$  ha sido absorbido por la planta, puede ser almacenado como tal por los tejidos radiculares, o reducido y sintetizado en aminoácidos, o depositado en el xilema para ser transportado por los tallos. En los tallos y pecíolos puede existir tanto aminoácidos como  $\text{NO}_3^-$ ; este puede ser almacenado temporariamente o moverse hacia las hojas para ser almacenado allí o reducirse. Finalmente, los aminoácidos provenientes de cualquiera de estos lugares de almacenamiento pueden ser depositados en el floema para luego ser translocados a partes reproductivas o de activo crecimiento. Incluso parte de estos aminoácidos puede volver a las raíces. (PERDOMO et al, 1998).

La asimilación de  $\text{NO}_3^-$  se realiza a través de una serie de etapas. Primero, el  $\text{NO}_3^-$  se reduce a  $\text{NO}_2^-$  requiriéndose de la acción de enzimas como  $\text{NO}_3^-$  reductasa y de la presencia de fotosintatos. Se ha estimado que por cada molécula de  $\text{NO}_3^-$  que se reduce se requieren dos de NADH. Luego, ese  $\text{NO}_2^-$



se reduce a  $\text{NH}_3$ , por la acción de la nitrito reductasa. El  $\text{NH}_3$  obtenido es rápidamente incorporado a ácido glutámico por acción de la glutamina sintetasa y glutamato sintasa, ubicadas tanto dentro de las células, como fuera de ellas. (PERDOMO et al, 1998).

### 2.8.2. Absorción y asimilación de amonio

La absorción de amonio  $\text{NH}_4^+$ , contrariamente a la de  $\text{NO}_3^-$ , se cumple a través de un proceso activo y otro pasivo. A pesar de que el  $\text{NH}_4^+$  puede ser absorbido por un proceso pasivo, la tasa de absorción de  $\text{NH}_4^+$  depende más que la del  $\text{NO}_3^-$  del suministro de energía. Esto se debe a que una vez que es absorbido, el  $\text{NH}_4^+$  debe ser incorporado inmediatamente a los esqueletos carbonados. Si no existen carbohidratos disponibles para este proceso, el  $\text{NH}_4^+$  puede acumularse a niveles tóxicos dentro de la raíz. Esto produce detención del crecimiento y reducción de la absorción de K, con síntomas de deficiencia de este nutriente en la planta. Generalmente las plantas no transportan  $\text{NH}_4^+$  por el xilema, sino que el  $\text{NH}_4^+$  absorbido es transformado o asimilado en las raíces y luego transportado en forma de compuestos orgánicos aminados. Sin embargo, existen reportes que indican que el  $\text{NH}_4^+$  también puede ser asimilado en las hojas. El  $\text{NO}_3^-$ ; en cambio, no es tóxico dentro de

la planta y puede almacenarse en grandes cantidades, siendo luego translocado como tal, sin necesidad de reducción previa. (PERDOMO et al, 1998).

Una vez absorbido, el  $\text{NH}_4^+$  no requiere ser reducido, por lo que con relación al  $\text{NO}_3^-$  existiría un ahorro de energía por parte de la planta. Sin embargo, en algunas situaciones este costo energético podría no ser importante. Cuando el  $\text{NO}_3^-$  es reducido en la hoja, la energía que se utiliza para el proceso de reducción proviene directamente de la energía solar, y no supone utilización de carbohidratos como fuente de energía. Debido a que la energía solar disponible excede la energía requerida para reducir los carbohidratos, no existe competencia por energía dentro de la planta para la producción de carbohidratos o la reducción de  $\text{NO}_3^-$ . (PERDOMO et al, 1998).

Solamente cuando el  $\text{NO}_3^-$  es reducido en la raíz, la energía utilizada por la planta para este proceso proviene del catabolismo de los carbohidratos. Por lo tanto, el costo energético de reducir  $\text{NO}_3^-$  a  $\text{NH}_4^+$  es función de la proporción de  $\text{NO}_3^-$  que es reducido en la raíz en relación al  $\text{NO}_3^-$  que es reducido en las hojas (Hageman, 1984).citado por (PERDOMO et al, 1998).

### **2.8.3. Translocación de nitrógeno**

Dentro de la planta el N es muy móvil, por lo cual la planta lo puede redistribuir o translocar. A medida que el cultivo envejece, parte del N (partes orgánicas) de las áreas vegetativas se mueve hacia las semillas. Este proceso ocurre en forma independiente de la magnitud del suministro del N que el cultivo esté recibiendo desde el suelo. Sin embargo, si el cultivo dispone de una adecuada cantidad de N en las últimas etapas de su ciclo, la actividad fotosintética de la parte vegetativa tendrá una duración mayor, acumulándose más materia seca. Por lo tanto, la concentración de N total en las hojas mayor cuando la planta se encuentra en la fase vegetativa que cuando se encuentra en la etapa de fructificación. (PERDOMO et al, 1998).

## **2.9. Fertilizantes nitrogenados**

Los fertilizantes nitrogenados se clasifican, según su origen, en orgánicos e inorgánicos.

### **2.9.1. Fertilizantes nitrogenados orgánicos**

PERDOMO et al, (1998) manifiesta que las fuentes orgánicas de N fueron muy empleadas antes del desarrollo y utilización de los fertilizantes sintéticos. Actualmente son la base de la agricultura llamada orgánica, que

pretende obtener productos "orgánicos" o "naturales". En muchos países, estos productos, si están certificados, reciben un sobreprecio. En general, los contenidos de N en las fuentes orgánicas son del orden del 1 al 3%, por lo cual para aplicar cantidades significativas de N es necesario utilizar altas dosis del material orgánico. La mayoría del N de estos materiales no es soluble en agua, por lo que este N se va liberando a medida que se va mineralizando. Sin embargo, esta liberación no siempre ocurre lentamente. En algunos materiales, si se dan las condiciones de temperatura y humedad adecuadas gran parte del N orgánico es convertido en  $\text{NO}_3^-$  en las primeras 2 a 4 semanas de aplicado. Es importante entender que los procesos y reacciones en el suelo discutidos anteriormente ocurren independientemente del origen de ese N.

### **2.9.2. Fertilizantes nitrogenados inorgánicos**

PERDOMO et al, (1998) menciona que antes de 1939 los derivados de N más aplicados en agricultura eran el nitrato de sodio, la cianamida cálcica y el sulfato de amonio. El nitrato de sodio procedía de depósitos costeros de Chile y Perú. La cianamida cálcica es un fertilizante sintético, aunque su uso más importante era como defoliante. El sulfato de amonio es un subproducto de la industria del gas (en el proceso de gasificación se desprende amoníaco, el cual se hace combinar con ácido sulfúrico, formándose sulfato de amonio).

Los fertilizantes sintéticos comenzaron a producirse y utilizarse masivamente luego de la Segunda Guerra Mundial, ya que las plantas industriales que habían sido construidas para fabricar nitratos con objetivos bélicos, fueron luego destinadas a la producción de fertilizantes. Además, entre los años 1950 y 1975 se produjo la llamada Revolución Verde donde se logró la producción a escala comercial de los cultivos característicos de la agricultura moderna: híbridos de altos rendimientos, con mayores contenidos de aminoácidos esenciales, mayor resistencia a enfermedades y mejores adaptaciones al medio ambiente que sus progenitores. La síntesis de fertilizantes nitrogenados en gran escala potenció el desarrollo de dichos híbridos. (PERDOMO et al, 1998).

La mayoría de los fertilizantes nitrogenados inorgánicos derivan del amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), obtenido por síntesis de N e H gaseosos o de la industria del carbón. A partir del  $\text{NH}_3$  se elaboran muchos fertilizantes nitrogenados. (PERDOMO et al, 1998).

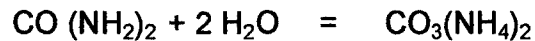
En el mercado existen también mezclas de urea y nitrato de amonio, que son soluciones de N no presurizadas, conocidas como soluciones UAN. Estas mezclas pueden contener desde 30 a 35% de urea, y desde 40 a 43% de  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ , más agua, siendo el % total de N de 28 a 32%. Cada solución tiene una temperatura de cristalización específica, lo cual

determina las condiciones de almacenamiento y el momento del año para aplicarlas. Estas soluciones presentan algunas ventajas: a) son fáciles de manipular y aplicar; b) pueden aplicarse más uniformemente que los fertilizantes sólidos; c) algunos pesticidas son compatibles con estas soluciones por lo que pueden ser aplicados conjuntamente. La cantidad de N a aplicar se calcula a partir de la densidad del fertilizante líquido. En general estas mezclas se utilizan en producciones muy intensivas. Otras fuentes de N de importancia creciente en la producción agrícola son las fuentes de liberación lenta de N, tales como la urea-formaldehído. Este producto contiene 30% de N. Puede ser usado en canchas de golf, plantas ornamentales, cultivos de invernáculo y viveros. Otro producto de lenta liberación es la urea recubierta con azufre. Cada gránulo de urea presenta una cobertura de azufre, siendo la concentración de N del orden de 36-38%. El N se va liberando paulatinamente luego que los microorganismos atacan la cubierta de S.

En Uruguay las fuentes más usadas son las amoniacales, representadas en un 95% por urea y fosfato de amonio, con un amplio predominio de la urea. Por este motivo a continuación se discutirán las transformaciones que sufre esta última en el suelo.

## **2.10. Transformaciones de la Úrea**

La úrea es un fertilizante de origen sintético. Su fórmula es  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  y contiene 46% de N. Al ser incorporada al suelo sufre un proceso de hidrólisis, formando carbonato de amonio ( $\text{CO}_3(\text{NH}_4)_2$ ).



Esta reacción es catalizada por la enzima ureasa, que abunda en el suelo.

Esto se debe a que la úrea es una molécula orgánica relativamente abundante, constituyendo la forma principal de excreción de N en la orina de los mamíferos. Al igual que lo que ocurre para otras enzimas del suelo, una parte de la actividad de la ureasa se localiza dentro de las fracciones humificadas de la MOS, y se considera que los mismos mecanismos que explican la estabilidad del humus explicarían la estabilidad de la ureasa en el suelo. Parte de la ureasa del suelo proviene de los microorganismos; muchos de ellos poseen esta enzima y son capaces de llevar a cabo esta hidrólisis. Los restos frescos en descomposición también aportan ureasa al suelo, aunque la enzima proveniente de estas fuentes se degrada rápidamente por la acción microbiana. (PERDOMO et al, 1998).

La molécula de  $\text{CO}_3(\text{NH}_4)_2$  producida en es inestable, y se descompone rápidamente en el suelo de acuerdo a la siguiente reacción:



Si existe suficiente humedad en el suelo estas dos reacciones ocurren rápidamente, por lo que generalmente se considera a la urea como un fertilizante amoniacal. Sin embargo, a diferencia de otros fertilizantes nitrogenados, el N de la urea tiene más probabilidades de perderse por volatilización. De acuerdo con la reacción  $\text{CO}_3(\text{NH}_4)_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + 2 \text{NH}_4^+ + 2 \text{OH}^-$ , cualquiera sea el pH del suelo, la zona de disolución de la urea el pH es siempre alcalino.

Estas pérdidas pueden existir solamente cuando la urea se aplica en superficie, ya que unos pocos centímetros de suelo sobre el fertilizante son suficientes para retener el  $\text{NH}_3$ . Por lo tanto, la mejor estrategia para reducir las pérdidas de urea es incorporarla al suelo, como se hace normalmente cuando se la aplica a la siembra. En caso de tener que aplicar este fertilizante en la superficie, lo que es común cuando se fertilizan cultivos o pasturas en crecimiento, es conveniente hacerlo en suelos secos. Si el suelo está húmedo, sería preferible aplicarlos en condiciones de baja evapotranspiración, como por ejemplo en días nublados. El mejor momento de aplicar urea en superficie sería antes de una lluvia. En estas condiciones atmosféricas, no sólo la evapotranspiración es baja, sino que además, la lluvia va a incorporar a la urea dentro de los primeros centímetros del suelo. En caso de contar con equipos de riego sería recomendable la aplicación de cierta cantidad de agua para lograr dicho objetivo. Por lo tanto, cuando la urea se aplica en superficie existe la



potencialidad de que parte del N se pierda por volatilización. Sin embargo, en la mayoría de las situaciones estas pérdidas no son muy importantes, y si se siguen ciertas normas básicas de manejo, normalmente la mayoría del N de la úrea se transforma rápidamente en  $\text{NH}_4^+$ , el cual es retenido por los coloides del suelo. (PERDOMO et al, 1998).

A diferencia de los macronutrientes P y K, en el caso del N puede ser una buena estrategia aplicarlo en forma fraccionada. Debido a la movilidad del N en el suelo, sería deseable aplicarlo en el momento de mayor demanda por parte del cultivo. (PERDOMO et al, 1998).

### **2.10.1. Uso de fuentes amoniacales**

En cultivos inundados, como por ejemplo en arroz bajo riego, se usan solamente fuentes amoniacales. Si se usaran fuentes nítricas las pérdidas por desnitrificación serían masivas.

### **2.10.2. Uso de fuentes nítricas**

Las fuentes nítricas se usan para situaciones específicas, donde la intensidad de la producción y la rentabilidad del producto es muy alta. Ejemplos de estas situaciones son los sistemas de producción de tomate en

invernáculo durante el invierno, el cultivo de tabaco y el de cítricos.

Una ventaja de las fuentes nítricas es que no son fuentes de acidez. Por el contrario, debido a que el  $\text{NO}_3^-$  generalmente se absorbe más rápido que el catión acompañante ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ), estas fuentes tienen cierto efecto alcalinizante.

## **2.11. Los abonos químicos**

También llamados "comerciales o inorgánicos" contienen una concentración mucho más alta de nutrientes que el estiércol o las coberturas vegetales del suelo, pero no tienen las capacidades de mejoramiento del suelo de éstos. Los abonos químicos frecuentemente son un ingrediente clave para el mejoramiento rápido de los rendimientos. A pesar de su costo constantemente en aumento, todavía producen ganancias si se usan correctamente. (PERDOMO et al, 1998).

### **2.11.1. Los tipos de abono y como usarlos**

Los abonos químicos (inorgánicos) con frecuencia son acusados de todo desde el "envenenamiento" del suelo hasta la producción de comestibles menos sabrosos y menos alimenticios. El "método orgánico" es básicamente muy

sano, porque la materia orgánica (en la forma de humus o mantillo) puede añadir los nutrimentos al suelo y mejorar la condición física del suelo (el surco, la retención de agua) y la capacidad de retención de nutrimentos. (PERDOMO et al, 1998).

Los abonos químicos suplen sólo alimentos y no tienen ningunos efectos beneficiosos en la condición física del suelo. Los abonos orgánicos hacen ambas cosas. No obstante, el estiércol y la cobertura de materia vegetal son abonos de fuerzas-bajas; 100 kg del abono químico 10-5-10 contiene la misma cantidad de N-P-K que 2000 kg del estiércol corriente. Los abonos orgánicos tienen que ser aplicados a tasas muy altas (como 20,000-40,000 kg/ha por año) para compensar por el contenido bajo de nutrimentos y para suplir suficiente humus para mejorar la condición física del suelo. (PERDOMO et al, 1998).

Hay evidencia irresistible mostrando que los abonos químicos y los orgánicos funcionan mejor Juntos. Un estudio de la Estación de Experimentos Agrónomos (Maryland Agricultural Experiment Station, E.E.U.U.) mostró un aumento en rendimientos del 20-33 % cuando los abonos químicos y la materia orgánica se aplicaron Juntos, en comparación a la aplicación doble de cada uno sólo. (PERDOMO et al, 1998).

## **2.12. Características del suelo**

CERVANTES, (2011) cita a Docuchaev, (1903) (Padre de la ciencia del suelo) considera al suelo, como una entidad natural, es decir, un cuerpo de la naturaleza, independiente y variante. Se le precisa como un ente complejo, estructurado y dotado de regímenes cíclicos (diarios, mensuales y anuales), que evoluciona en el curso del tiempo y cuyos caracteres están en relación con los factores de diferenciación: rocas, clima, topografía, seres vivos y edad. Por tanto, se dota al suelo de historicidad y geograficidad y se le coloca dentro de los conjuntos naturales, lo que contribuye al desarrollo de la Ecología. Además, se acepta la existencia de un desarrollo (edafogénesis), que lleva a minimizar los enormes errores técnicos que producían las aproximaciones parciales.

### **2.12.1. Textura**

La textura indica el contenido relativo de las partículas de diferente tamaño de arcilla, limo y arena del suelo. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa (FAO, 2014). En EE. UU., las partículas más pequeñas son la arcilla y se clasifican por el USDA como las de diámetros menores de 0,002 mm. Le siguen las partículas limo con diámetros entre 0,002 y 0,05 mm. Y las más grandes son la arena con tamaño de las partículas mayores a 0,05 mm. A su vez la arenas puede subdividirse en gruesa, intermedia como media, y las menores como fina (WIKIPEDIA, 2013).

### **2.12.2. Estructura**

Se define por las formas en que se agrupan las partículas individuales de arena, limo y arcilla. Cuando las partículas individuales se agrupan, toman el aspecto de partículas mayores y se denominan agregados (FAO, 2014); la estructura es el factor más importante en el crecimiento de las plantas, ya que influye sobre las relaciones hídricas y la aireación del suelo.

### **2.12.3. Profundidad**

La profundidad del suelo es importante en el cultivo de arroz, un suelo de entre 20 a 30 cm reviste importancia en el crecimiento de la raíz, puesto que un incremento en la profundidad, habitualmente se ve asociado a una mayor cantidad de nutrientes. Evitar los suelos de poca profundidad (5-10 cm), ya que el rendimiento potencial está limitado (INTA, 2009).

### **2.12.4. Materia orgánica**

Es la fracción orgánica que incluye residuos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición, tejidos y células de organismos que viven en el suelo y sustancias producidas por los habitantes del mismo. Según la recomendación de la **Soil Science Society Of América**, la materia orgánica del suelo se define en los términos siguientes "Fracción orgánica del suelo que

incluye residuos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición, tejidos y células de organismos que viven en el suelo y sustancias producidas por los habitantes del suelo. Esta fracción se determina en general en suelos que pasan por un tamiz con malla de 2.0 mm". La parte más estable de esta materia orgánica del suelo se llama humus, lo que la misma sociedad lo define como "fracción mas o menos estable de la materia orgánica del suelo, la que se obtiene después que se ha descompuesto la mayor parte de las sustancias vegetales o animales añadidas al suelo, comúnmente es de color oscuro" (FASSBENDER & BORNEMISZA, 1987).

#### **2.12.5. Acidez del suelo**

El pH óptimo (medido en la solución del suelo) para el arroz es de 6.6 (Ponnamperuma, 1977) citado por SENDRA (1977). A este valor del pH, la liberación microbiana de nitrógeno y fosforo de la materia orgánica y la disponibilidad del fosforo son altas, Las Concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de nutrientes, tales como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos están por debajo del nivel toxico. El pH no influye sobre las plantas en el aspecto biológico, si no, influye sobre la disponibilidad o fijación de algunos nutrimentos requeridos por la planta. La mayoría de las plantas, en suelos extremadamente ácidos, presentan bajos rendimientos al presentarse toxicidad de elementos(Al, Mn) y deficiencia de nutrientes (Ca, Mg, Mo), (SANCHEZ, 1981).

PERDOMO et al, (1998) manifiesta que los fertilizantes amoniacales generan acidez en el suelo ya que al nitrificarse liberan  $H^+$ . De acuerdo con la reacción  $NH_4^+ + 2 O_2 \rightarrow NO_3^- + H_2O + 2 H^+$ , por cada molécula de  $NH_4^+$  que se transforma en  $NO_3^-$  se producen 2  $H^+$ . La magnitud de este efecto acidificante depende de varios factores. Uno de ellos es el tipo de suelo. Los suelos de textura más arenosa tienden a acidificarse más rápido que los suelos más arcillosos, debido fundamentalmente a que los primeros tienen menos poder buffer, el cual es función del contenido de MOS y de la capacidad de intercambio catiónico del suelo.

En general, los fertilizantes amoniacales (sulfato de amonio, fosfato di y monoamónico) presentan residuos ácidos mayores que la urea, tanto en sus valores máximos como mínimos. En estos fertilizantes aparecen además otras fuentes de acidez, como son las moléculas de sulfatos y de fosfatos, las cuales actúan en el suelo aun cuando la molécula de  $NH_4^+$  no sea nitrificada.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Ubicación del campo experimental**

El presente trabajo de investigación se realizó en los terrenos del señor Víctor Qquehue Huillca, ubicado en el caserío Tierra Roja, km 34 interior 13 km (ramal a Tournavista), geográficamente está comprendido en el distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali a 180 msnm, entre las coordenadas (A) 96° 27' 29" y (D) 83° 32' 31". Políticamente pertenece al departamento de Ucayali, frontera con el departamento de Huánuco. La temperatura promedio es de 26.7 °C la temperatura máxima promedio es de 29.3 °C y la temperatura mínima promedio es de 24 °C. La humedad relativa promedio es de 78.9%. La precipitación anual promedio es de 1800 mm con una estación muy lluviosa (Noviembre – Marzo) y otra de menor precipitación (Abril – Octubre).

El caserío Tierra Roja se ubica en las zonas ecológicas de bosque tropical semi-siempre verde estacional (COCHRANE Y SANCHEZ, 1982); ligeramente ondulados y planos, el área experimental se encuentra en una zona plana, con antecedentes de haber sido un aguajal en años anteriores, la misma que viene siendo trabajado por más de cinco años en la siembra de arroz.



Los suelos son de textura arcillosa a arcillo limoso, drenaje pobre y pH de 3.94, con una saturación de Aluminio de 74.60 (Análisis de suelo del 27/09/06, laboratorio de la EEA-INIA).

PERALVO, (2010), menciona que existen diversos sistemas de clasificación de suelos. Una de las clasificaciones más difundidas es la del departamento de Agricultura de Estados Unidos, (Soil Taxonomy). Según esta clasificación dentro de las 12 órdenes tenemos a los **Ultisoles**; que según su composición tienen un horizonte argílico de poco espesor y un bajo porcentaje de saturación de base. Son suelos intensamente meteorizados, formados en regiones cálidas y húmedas bajo, vegetación forestal. Exhiben colores más rojos y pardos con menos fertilidad que los Alfisoles. Y los **Oxisoles**; que son suelos de un color rojo o amarillo debido a las altas concentraciones de hierro y aluminio. La mayoría se dan en los trópicos y son suelos muy meteorizados. Son infértiles debido a la falta de materia orgánica y a la completa ausencia de minerales solubles, lavados por el clima muy húmedo. Características muy parecidas a los suelos donde se desarrolló el experimento.

### **3.2. Material experimental**

El material experimental es una plantación de arroz bajo riego establecidas a inicios del año 2009. El área experimental está dentro de una parcela de 3 ha (infraestructura de bajo riego) y con una área experimental de 432

m<sup>2</sup>. La superficie total del terreno es de 30 ha, dentro de ellas se encuentran purmas altas, bajas y otros cultivos, etc.

### **3.3. Unidades experimentales**

RAMIREZ, (1985) utilizó una fórmula propuesta por Smith (1938), a fin de determinar el tamaño de una unidad experimental en arroz, la misma que es de 12 m<sup>2</sup>. Por lo que en el proyecto se propone que las unidades experimentales sean doce parcelas poligonales (rectangulares) de 3 m de ancho por 4 m de largo (12 m<sup>2</sup>), como parcela neta y 4 m de ancho por 5 m de largo (20 m<sup>2</sup>), como parcela total, dejando ½ metro alrededor de la parcela como borde, además del levantamiento de tierra (½ m de ancho), la misma que servirá para mitigar los efectos de bordes y minimizar los errores experimentales.

### **3.4. Diseño experimental**

Se empleó el diseño experimental: Block completo randomizado con tres repeticiones y cuatro tratamientos. Un análisis de varianza (ANVA) para analizar y verificar si existen diferencias estadísticas significativas entre medias (más de dos muestras); es decir, comprobamos si las diversas muestras podemos considerarlas muestras aleatorias de la misma población. Es el método apropiado cuando tenemos más de dos grupos en el mismo planteamiento; en vez de

comparar las medias de dos en dos, con el objetivo de identificar la importancia de los diferentes tratamientos o **variables independientes** en estudio y determinar cómo interactúan frente a las respuestas o variables dependientes; una varianza grande indica que hay mucha variación entre los sujetos, que hay mayores diferencias individuales con respecto a la media; una varianza pequeña nos indica poca variabilidad entre los sujetos, diferencias menores entre los sujetos. La varianza cuantifica todo lo que hay de diferente entre los sujetos u observaciones (MORALES, 2011). Se empleó el análisis de regresión mediante los polinomios ortogonales (lineal), ya que los mismos niveles espaciados a intervalos iguales así lo permite; a fin de conocer la naturaleza de la curva de respuesta al factor en estudio y las prueba de significación de las respuestas mediante la (prueba de Duncan) completando el análisis de variancia.

**Modelo matemático a usar:**

Lineal :  $Y_j = B_0 + B_1 X_j$

$B_0$  = Punto donde el plano de regresión cruza el eje de las Y

$B_1$  = coeficiente de regresión no conocida

$X_j$  = Nivel de nitrógeno ( $i = 1,2,3,4$ )

**Cuadro 1: Esquema del análisis de variancia para el diseño Experimental**

<b>FUENTES DE VARIACION</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>
<b>Bloques</b>	<b>2</b>
<b>Tratamientos(Niveles de Nitrógeno)</b>	<b>3</b>
<b>Error experimental</b>	<b>6</b>
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>

### 3.5. Componentes en estudio

Los componentes fueron tres niveles de nitrógeno y uno sin nitrógeno la misma que actuara como testigo, la que detallo en el siguiente:

### 3.6. Disposición experimental

**Cuadro 2: Descripción de los tratamientos.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Nivel Fertilizantes</b>	<b>Block I</b>	<b>Block II</b>	<b>Block III</b>
1	40kg (N)	T2	T4	T3
2	80kg (N)	T1	T1	T4
3	120kg (N)	T4	T2	T2
4	0 kg (N)	T3	T3	T1

### Características del diseño

**Bloque**

Número de bloque	:	03
Largo de bloque	:	22.5 m
Ancho del bloque	:	5 m
Área total del Bloque	:	112.5 m <sup>2</sup>
Área total del Experimento	:	315 m <sup>2</sup>

**Parcelas**

Número de parcelas por bloque	:	04
Largo de parcela	:	5 m
Ancho de la parcela	:	4 m
Número total de parcelas	:	12
Área de una parcela neta	:	12 m <sup>2</sup>
Área total de una parcela	:	20 m <sup>2</sup>

**Planta**

Número de plantas por parcelas	:	720
Número de plantas por bloque	:	28 80
Número total de plantas del experimento	:	8640
Número de plantas por hectárea	:	4 320 000

**Distanciamiento de siembra**

Entre filas	:	0.20 m
-------------	---	--------

Entre plantas : 0.20 m

### 3.7. Variables a medir

- **Macollamiento**

Se tomaron 5 plantas al azar de la parcela experimental y se contaron el número de macollos por cada planta, se usó la siguiente escala:

1	Más de 25	Muy buena
3	20 - 25	Buena
5	10 -19	Regular
7	5 - 9	Baja
9	menor- 5	Muy baja

- **Altura de planta**

Se midieron cinco plantas por cada parcela experimental, desde la superficie del suelo hasta la punta de la panícula más alta. La escala fue la siguiente:

1	Menos de 100 cm.	planta semienana
5	111 – 130 cm.	Intermedia

9 Más de 130 cm. Alta

- **Rendimiento en granos**

Se determinó el rendimiento en kg/ha de arroz en cáscara con **14 %** de humedad, se cosechó toda el área neta experimental, descartando los bordes.

- **Volcamiento o tumbada**

Se evaluó el volcamiento o tumbada en el estado de crecimiento, dentro de las parcelas experimentales de acuerdo a la siguiente escala:

- 1 Tallos fuertes, sin volcamiento
- 3 Tallos moderadamente fuertes. La mayoría de las plantas (más del 50%) presenta tendencia al volcamiento.
- 5 Tallos moderadamente débiles. Plantas moderadamente volcadas en su mayoría.
- 7 Tallos débiles. La mayoría de las plantas casi caídas.
- 9 Tallos muy débiles. Todas las plantas volcadas.

- **Nutrientes en residuos vegetales en MS**

Esta labor consistió en determinar la cantidad de Nitrógeno (N), presente en los desechos vegetales de cada una de las plantas, luego de ser secadas al sol. Se realizó en total cuatro análisis en laboratorio al final del ensayo, uno por tratamiento.

- **Caracterización del suelo (Análisis físico, químico )**

Para determinar la influencia nitrogenada del suelo en el crecimiento y productividad del cultivo del arroz (*Oryza sativa L.*), previa a la instalación y al finalizado del experimento, se extrajeron 1 kg de suelo, de una profundidad de 20 cm por cada unidad experimental tomadas al azar, homogenizadas y secadas, dichas muestras se enviaron al laboratorio de suelos de la UNAS, para su respectivo análisis físico y químico.

- **Plagas y enfermedades**

Se realizó evaluaciones de enfermedades al inicio del macollamiento y al inicio de la formación de la panícula en cada unidad experimental; mediante un muestreo al azar de algún foco infeccioso dentro de las unidades experimentales, usando un bastidor de un metro cuadrado; se evaluó tres parámetros: **su incidencia**, en % de unidades (plantas infectadas en el número total de unidades estimadas). **Intensidad**, medida por el área del tejido vegetal de una unidad de



muestreo (hoja, planta), afectada por la enfermedad (se define por tanto como el % del área afectada) área foliar parcial afectada respecto al área total de la hoja de la planta. **Severidad** definida como la intensidad con que la enfermedad afecta toda la población de plantas y se expresa como la media de las intensidades medidas en las unidades experimentales.

Para el caso específico de *Pyricularia* en la hoja y en el cuello de la panícula, se utilizó la siguiente escala:

0	Ninguna lesión visible
1	Menos del 1 %
2	del 1 a 5%
5	del 6 a 25%
7	26 – 50 %
9	51 – 100 %

- **Para la evaluación de plagas**

Se utilizó el **Método relativo**, la misma que sirve para determinar la densidad de plagas en áreas pequeñas de arrozales y estimar luego su población en todo el campo, empleando un bastidor de un metro cuadrado. Método empleado en programas de MIP del CIAT y recomendadas por Reissig et. al, (1985) y Shepard y Ferrer, (1987). La escala utilizada es la siguiente:

0	Ningún daño
1	1 – 10 %
3	11- 25 %
5	26 – 40 %
7	41 – 60 %
9	61 – 100 %

### 3.8. Otros datos a registrar

**Cuadro 3: Estadios fenológicos del cultivo de arroz.**

<b>FASES DEL CULTIVO</b>	<b>ESTADOS FENOLOGICOS</b>	<b>FECHAS</b>
<b>FASE VEGETATIVA</b>	Germinación	03/02/2011
	Emergencia de plántulas 3 hojas	06/02/2011
	Plántulas 4-5 hojas	13/02/2011
	Principio de ahijado	20/02/2011
	Trasplante	06/03/2011
	Máximo ahijado	12/03/2011
<b>FASE REPRODUCTIVA</b>	Diferenciación de la panícula	27/03/2011
	Alargamiento del tallo	11/04/2011
	Espigado	27/04/2011
	Floración	04/05/2011
<b>FASE MADURACION</b>	Grano lechoso	11/05/2011
	Grano pastoso	18/05/2011
	Grano duro	26/05/2011
	Cosecha	14/06/2011

### **3.9. Metodología de conducción de la parcela**

#### **3.9.1. Evaluación y demarcación del terreno**

Una vez determinado el área del terreno para la siembra del cultivo, se procedió a la demarcación respectiva, usando estacas pintadas y codificadas.

#### **3.9.2. Preparación del terreno (primer y segundo fangueo)**

Para la preparación de terreno se tuvo en cuenta el historial del campo, la misma que viene siendo utilizado por varias campañas anteriores en la siembra de arroz, por ende existe ya toda una infraestructura; en lo que respecta a las pozas, fueron inundadas con una película de agua de 5 cm y a una semana los suelos fueron removidas utilizando una Kubota (motor petrolero) con su respectivo rotocultor, haciendo que las malezas y rastrojos de arroz sean desbrozadas. Y el segundo fangueo se realizó a las ocho semanas, utilizando la misma máquina y haciendo el mismo trabajo de remoción del suelo, dejándolo totalmente chapeado. Al momento de remover el suelo la Kubota arrastro un tablón la misma que le permitió nivelar el suelo.



### 3.9.3. Almacigado

El almacigado fue realizado en una de las pozas después del primer fangueo, y para ello se utilizó semilla garantizada de la variedad "Capirona", categoría **certificada**, la misma que fue adquirida en la Estación Experimental Agraria del INIA-Pucallpa. Previo al almacigado las semillas fueron remojadas e introducidas por 24 horas en el agua en un riachuelo, para luego ser sacados y depositado en un lugar adyacente, tapados con hoja o manta durante 48 horas adicionales antes de ser regados al voleo en las camas almacigueras tres en total con una dimensión de 1 x 10 m<sup>2</sup>. Dichas camas mantuvieron una película de agua de 3 a 5 cm con una entrada y salida respectiva a fin de mantenerla una

temperatura acorde al medio ambiente y no perjudicarla la germinación y el crecimiento de las plántulas de arroz.

#### **3.9.4. Trasplante**

El trasplante se realizó a los 31 días desde el almacigado, para ello se extrajo las plántulas con mucho cuidado, uniéndolos en rollos más o menos manejables para que sean trasplantados en forma inmediata. Antes de ello las pozas de experimentación fueron inundadas con una película de cinco centímetros de agua a fin de facilitar el prendimiento de las plántulas.

#### **3.9.5. Abonamiento**

El primer abonamiento se realizó a los 37 días después del trasplante con una dosis fraccionada (50%) de nitrógeno. La segunda dosificación se realizó al inicio del macollamiento (78 días después de la siembra) al inicio de la fase reproductiva (panojamiento).

#### **3.9.6. Cosecha**

El momento oportuno de la cosecha se presentó a los 120 días, para ello las plantas presentaban un amarillamiento total y en plena madurez

fisiológica (secamiento); se utilizó mano de obra no calificada a fin de cosechar y trillar toda el área sembrada de arroz; en cada unidad experimental para luego ser embolsado (bolsas codificadas y pesadas posteriormente), peso fresco y peso seco al 14 % de humedad.

## **IV. RESULTADOS**

Para poder interrelacionar el efecto de los niveles de fertilización nitrogenada frente a las variables evaluadas se agrupo los resultados en los siguientes parámetros:

### **4.1. Parámetros productivos**

Se ha considerado a dos variables más importantes para determinar la productividad del cultivo de arroz en condiciones de bajo riego.

#### **4.1.1. Macollamiento**

Se evaluó durante tres fechas, tanto al inicio, al intermedio y al final del macollamiento; en la figura 1 se observa, una mayor producción de hijuelos (macollos) en la segunda y tercera evaluación; el tratamiento con 40 kg N y el tratamiento con 80 kg N, son las que obtuvieron un mayor macollamiento en la segunda evaluación(26 macollos/m<sup>2</sup> c/u respectivamente), pero con una alta variabilidad(17,049%); en la tercera evaluación, el tratamiento con 80 kg de N y el tratamiento con 120 kg de N, son los que han obtenido mayor macollamiento(27 y 28 macollos/m<sup>2</sup> respectivamente)con un CV de 2,085%. Según la prueba de Duncan al 0.05%, durante la tercera evaluación no existen diferencias

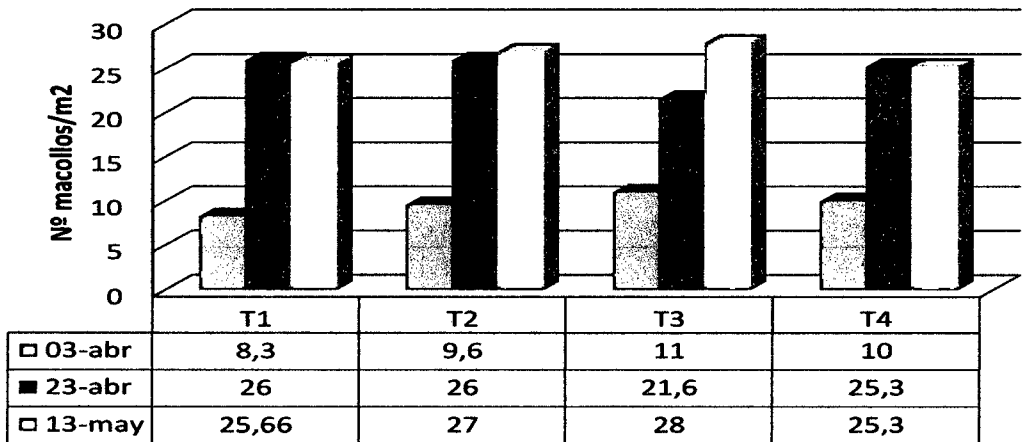
significativas entre el tratamiento uno y el tratamiento testigo, ni entre el tratamiento dos y el tratamiento tres.

**Cuadro 4: Variables de productividad de *Oryza sativa* L., var. "Capirona", evaluadas en el sector de Campo Verde, caserío Tierra Roja**

TRATAMIENTOS	MAC1	MAC2	MAC3	RDTO
T1 = 40 N	8.33 A	26.00 A	25.66 B	3111.00 B
T2 = 80 N	9.66 A	26.00 A	27.00 A	3144.30 B
T3 = 120 N	11.00 A	21.66 A	28.00 A	3366.67 A
T4 = 0 N	10.00 A	25.33 A	25.33 B	2,566.67 C
CV %	28,19	17,049	2,085	2,68
R2	0,389	0,413	0,903	0,965
P>F	0,6065	0,5628	0,0053	0,0003

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes (P, 0.05), prueba de Duncan

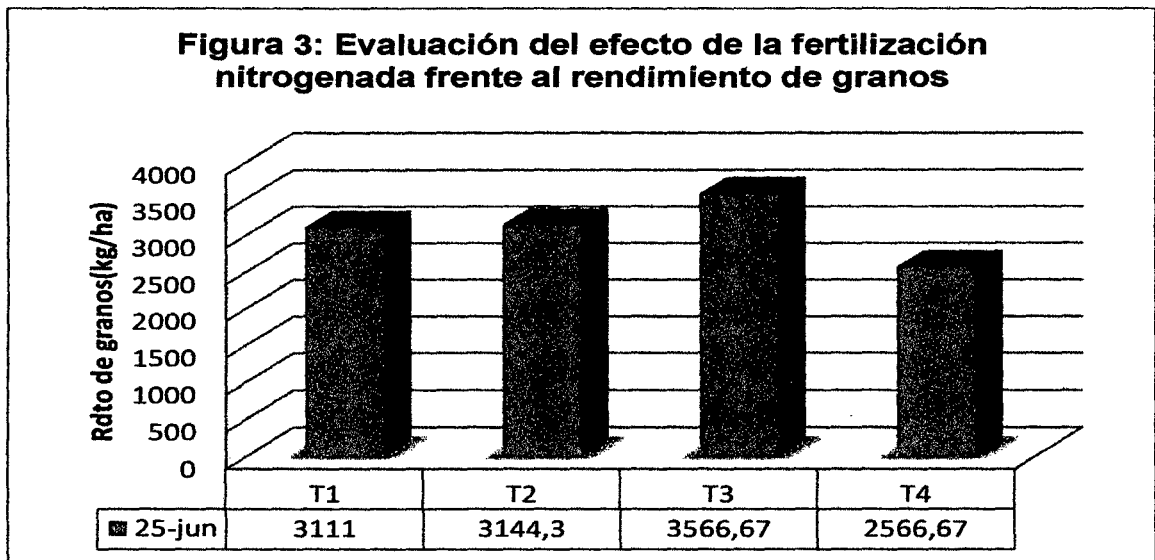
**Figura 2: Evaluación del efecto de la fertilización nitrogenada frente al macollamiento**





#### 4.1.2. Rendimiento en granos

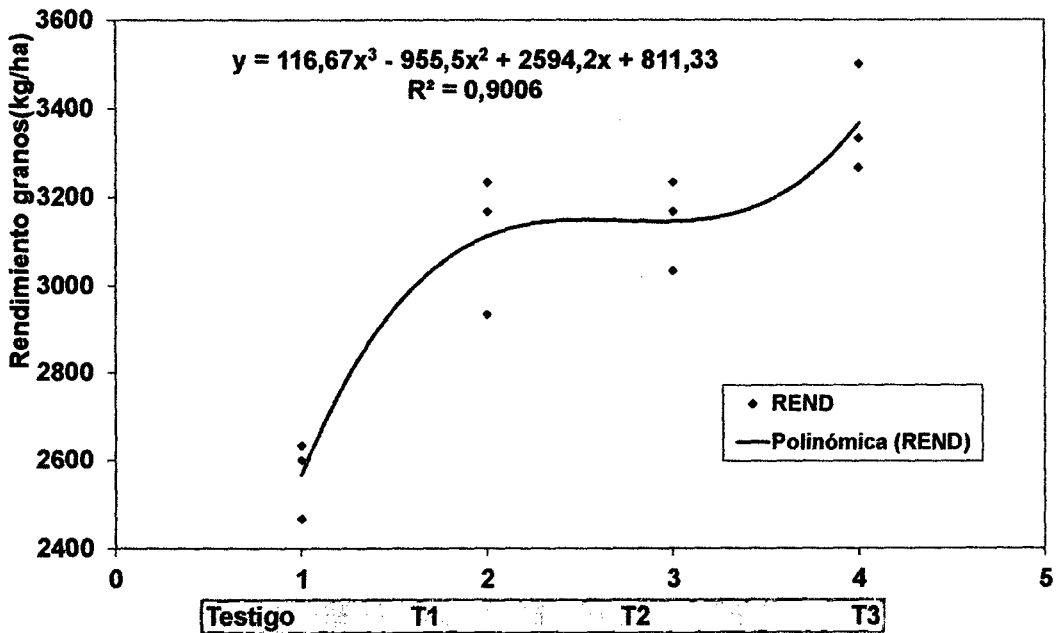
Se evaluó la producción de arroz en kg/ha al 14% de humedad; en la figura 2 se puede observar que el tratamiento de 120 kg N se ha obtenido un mayor rendimiento de granos (3567 kg/ha), mientras que con el tratamiento (testigo) 0 kg N, se ha obtenido el menor rendimiento (2567 kg/ha). En el cuadro 4 se muestra que los promedios no muestran variabilidad (CV 2.68 %), entre tratamientos. La prueba de Duncan al 0,05% nos muestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos 1 y 2 con el tratamiento 3 y con el tratamiento testigo; mientras que entre los tratamientos (3 y 4) las diferencias estadísticas son muy marcadas.



- **Análisis de regresión (polinomios ortogonales)**

Según el análisis(figura 4), se puede apreciar que el rendimiento de arroz en granos( kg/ha, al 14 % de humedad), tiene la forma de una curva de respuesta polinómica frente al efecto de los diferentes tratamientos(niveles de nitrógeno); deduciendo que a mayor incremento de nitrógeno en las parcelas, se tendrá como respuesta un mayor incremento en el rendimiento de granos; tal como lo afirma (AGUILAR et al. 2006), que el nitrógeno es el nutriente que ejerce mayor influencia sobre el crecimiento y el rendimiento en granos; así mismo lo afirma (RODRIGUEZ et al. 2002), que el rendimiento en granos es influenciado positivamente por el incremento de la dosis de nitrógeno.

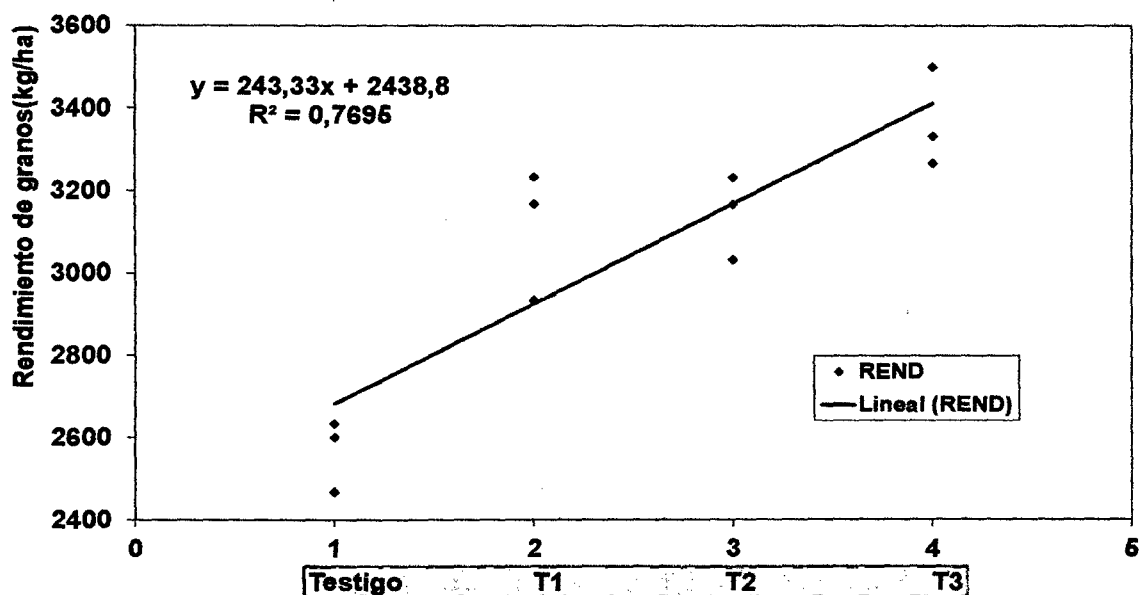
Figura 4: Curva de respuesta polinómica(efecto tratamiento frente al rendimiento de granos)



- **Análisis de regresión lineal ( $Y_1 = B_0 + B_1X_i$ )**

En la figura 5, se puede mostrar que el coeficiente ( $B_1$ ) nos determina la pendiente de la recta. La pendiente de la recta ( $B_1$ ) nos indica que por cada incremento en los niveles de nitrógeno ( $X_1$ ), le corresponde un incremento de 243.3 kg de granos de arroz ( $Y_1$ ). El origen de la recta ( $B_0$ ) sugiere que a mayor contenido de nitrógeno mayor rendimiento de granos en kilogramos.

Figura 5: Curva de respuesta lineal (efecto tratamiento frente al rendimiento de granos)



## 4.2. Parámetros vegetativos

### 4.2.1. Altura de plantas

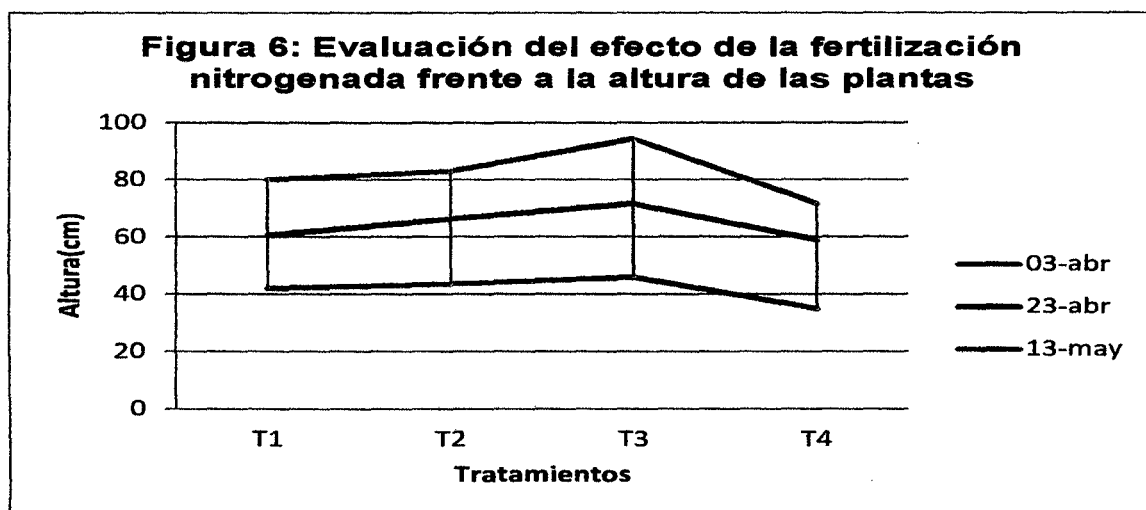
Con respecto a la altura de plantas se ha tenido los siguientes resultados, se ha realizado tres evaluaciones, observándose un mayor

crecimiento(94.33 cm) en el tratamiento con 120 kg N, en las evaluaciones respectivamente, tal como se muestra en el cuadro 5 y la figura 6; al someter al análisis de varianza a los promedios de la tercera evaluación, se obtiene un CV de 10.86%; Según la prueba de Duncan con una probabilidad mayor a 0.05, no existen diferencias significativas entre los tratamientos uno y dos, pero si con el tratamiento tres y con el testigo respectivamente.

**Cuadro 5: Variables vegetativas de *Oryza sativa* L., var. "Capirona", evaluadas en el sector de Campo Verde, caserío Tierra Roja.**

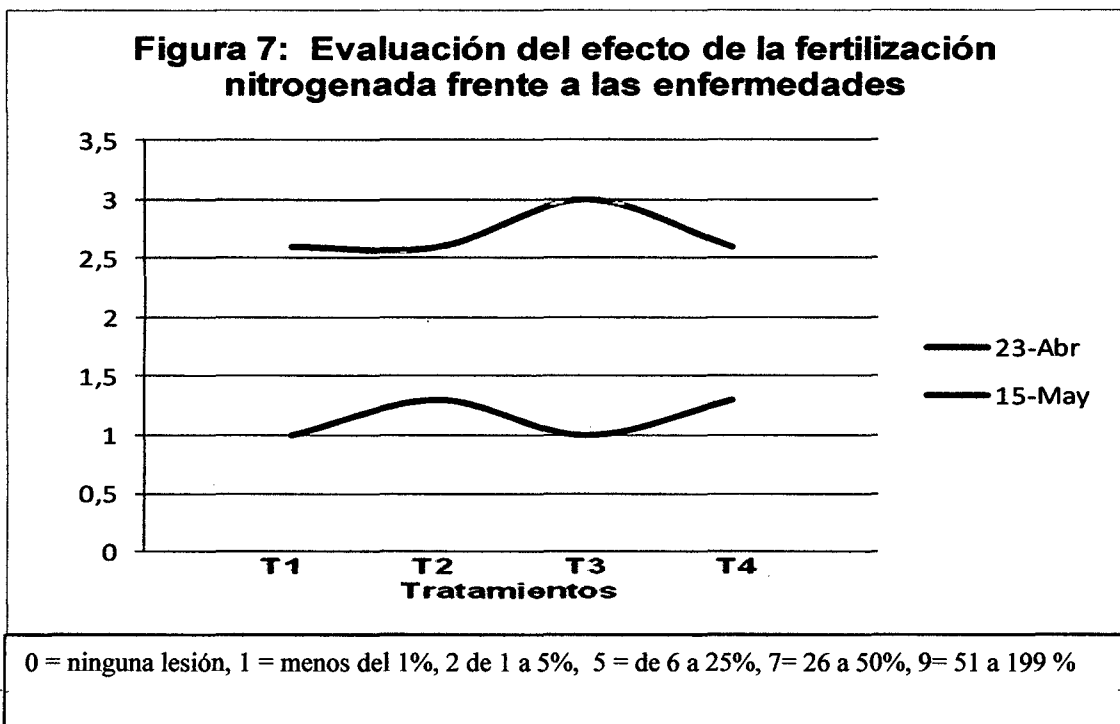
TRATAMIENTOS	ALT1	ALT2	ALT3	VOLCAMIENTO	PLAGAS Y ENFERMEDADES
T1 = 40 N	42 B	60.66 C	80.00 AB	1	2.6
T2 = 80 N	43.66 AB	66.33 B	83.00 AB	1	2.6
T3 = 120 N	46 A	71.66 A	94.33 A	1	3
T4 = 0 N	35 C	59.00 C	71.66 B	1	2.6
CV %	3,17	3,061	10,86		
R2	0,954082	0,928	0,676		
P>F	0,0006	0,0026	0,1468		

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes (P, 0.05), prueba de Duncan



#### 4.2.2. Plagas y enfermedades

No se observó presencia significativa de plagas; sin embargo, en lo que respecta a enfermedades, se pudo apreciar en la primera evaluación una ligera presencia de la enfermedad *Pyricularia* en el tratamiento dos (80 kg N) y el tratamiento cuatro (0 kg N); mientras que en la segunda evaluación se pudo apreciar una mayor presencia de la enfermedad en el tratamiento tres (120 kg N) un porcentaje mayor al 5%, tal como se aprecia en la figura 7.



#### 4.3. Parámetros de mejoramiento de suelos

##### 4.3.1. Nutrientes en tejido vegetal

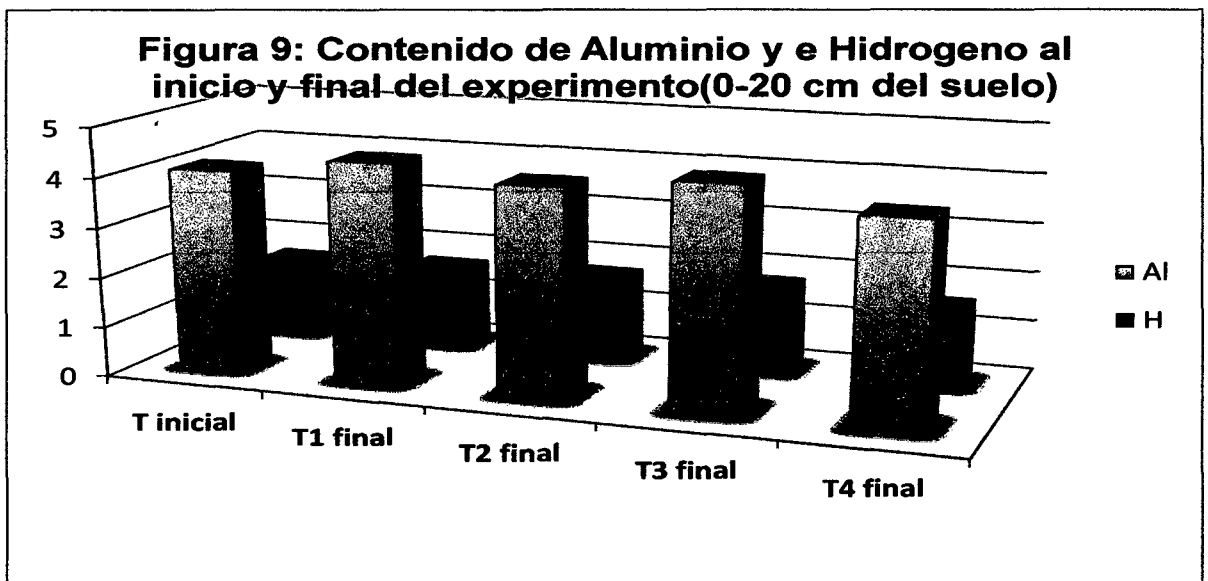
Con respecto a este parámetro evaluado de tejido vegetal; se ha obtenido en los tratamientos (T1= 0.25% N, T2= 0.36% N, T3= 0.27% N, T4= 0.31% N) niveles medianamente bajos de nitrógeno en un rango de 0.25 a 0.36 %.



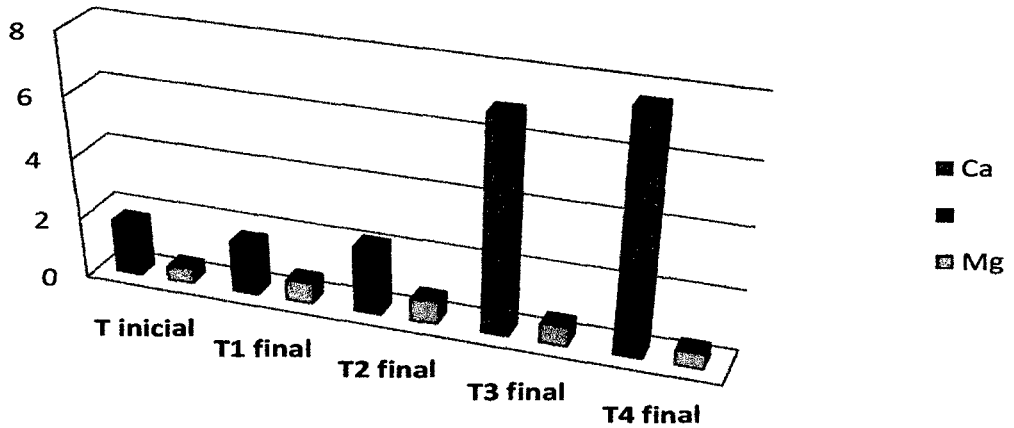
#### 4.3.2. Caracterización del suelo

De acuerdo a los análisis de suelos obtenidos en laboratorio de la UNAS, mostrados en el anexo 4, comparando los resultados obtenidos al inicio del experimento y del final, se puede deducir; que al iniciar el experimento el suelo mostraba una textura franco arcillosa, con un antecedente de pH totalmente ácido de 3.93, al inicio del experimento un pH extremadamente ácido de 4.28, un porcentaje de materia orgánica de 5.83 % (alto) y un porcentaje de nitrógeno de

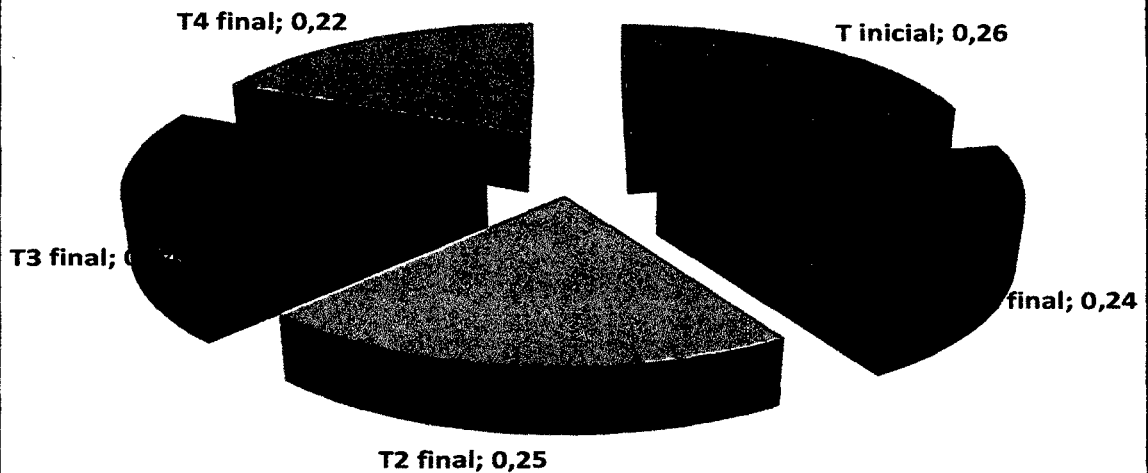
textura más arcillosa, un decrecimiento del pH (4.21), con un ligero incremento a mas acidez; un decrecimiento también moderado de materia orgánica a 5.24 %, además de un decrecimiento del nitrógeno(de 0.24 %); un decrecimiento del componente fosforo, y un ligero incremento del potasio, y magnesio, y un ligero incremento del calcio, tal como se muestran en los gráficos (9, 10, 11 y 12).



**Figura 10: Contenido de Calcio y Magnesio al inicio y al final del experimento(0-20 cm del suelo)**

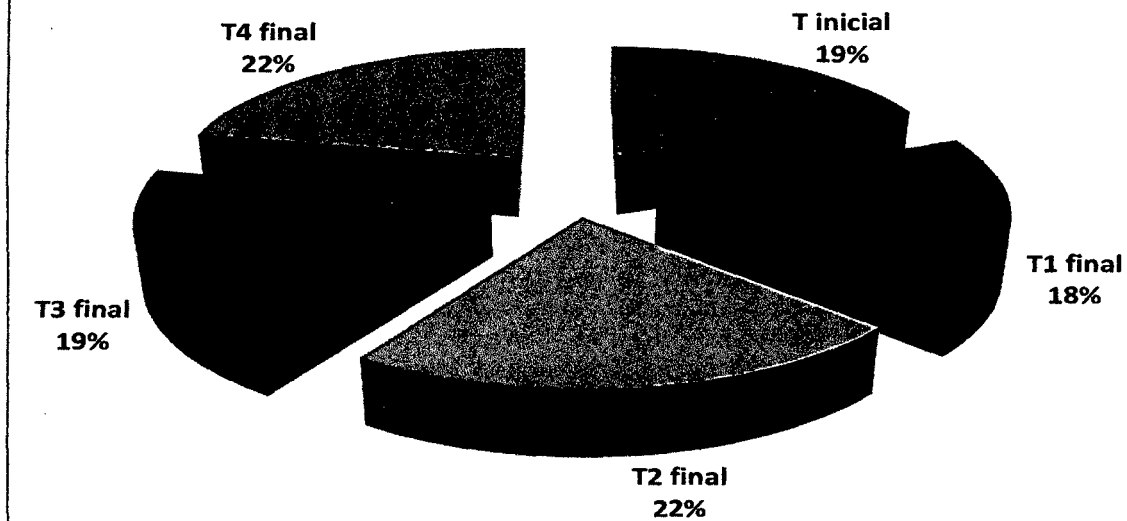


**Figura 11: Contenido de Nitrógeno al inicio y al final del experimento(0-20 cm del suelo)**

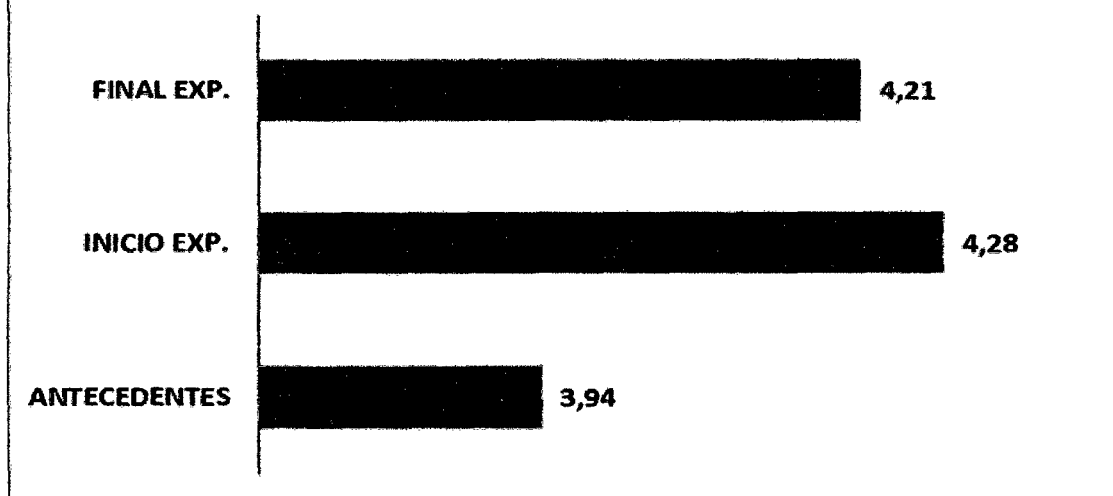




**Figura 12: Contenido de Potasio al inicio y final del experimento(0-20 cm del suelo)**



**Figura 13: Evaluación de acidez(pH) del área experimental en tres momentos**



## **V. DISCUSIONES**

### **5.1. Parámetros productivos**

#### **5.1.1. Con respecto al macollamiento**

La cantidad de macollos obtenidos durante la segunda y tercera evaluación con el tratamiento dos y tres, a los 25 y 58 días del trasplante, nos estaría indicando que la variedad de arroz "Capirona" es muy eficiente en la transformación de nitrógeno en tejidos vegetales. Durante su primer estadio (fase de ahijamiento), ya que a medida que se dosifica la cantidad de N; se incrementa la producción de macollos, afirmado por (LARREA, 2003), a mayor incremento de nitrógeno mayor producción de macollos durante el macollamiento; y corroborado por (AGUILAR et al, 2006), quien manifiesta que el Nitrógeno es el componente más importante durante los 25 y 50 días después de la siembra, coincidiendo con el periodo de ahijado, es ahí cuando la planta incrementa significativamente su área foliar y se determina el número de panículas (inicio de panículas 65 -75 días) por unidad de superficie.

#### **5.1.2. Con respecto al rendimiento de granos**

La cantidad de granos obtenidos con el tratamiento tres ha sido influenciado por la dosis de nitrógeno aplicada (120 kg N); tal como lo manifiesta

(RODRIGUEZ et al, 2002), que el rendimiento en granos es influenciado positivamente por el incremento de la dosis de nitrógeno. Corroborado por (AGUILAR et al, 2006), quien menciona que el nitrógeno es el nutriente que ejerce mayor influencia sobre el rendimiento en grano de arroz. Sin embargo al comparar con la hipótesis planteada de obtener 6 t/ha de grano al 14% de humedad y considerando el potencial genético de la variedad "Capirona" de 9 t/ha (en condiciones y nutriciones necesarias); solo se ha obtenido con el tratamiento tres (120 kg N), 3,360 kg/ha, equivalente al 56 % de lo propuesto en la hipótesis; por consiguiente se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula. Una propuesta muy alentadora, dichos resultados contrastan con nuestra realidad ya que existieron muchos factores edafoclimaticos como las altas precipitaciones (febrero-abril) que han influenciado en el rendimiento de granos, habiendo inundado las pozas de experimentación por encima de los 5 cm de película de agua permitido y por más tiempo de lo normal. Asimismo CHAUDHARY (2003), plantea que entre el rendimiento real en finca, contrasta con el rendimiento potencial en finca y mucho más con el rendimiento potencial teórico. La dinámica de los nutrientes en suelos inundados es mucho más compleja, porque es menos conocida ya que en esta condiciones son una minoría económicamente poco importante en el mundo occidental y por tanto sus procesos han sido menos estudiado (RALUY et al, 2008). En nuestro país y básicamente en nuestra región no existen datos relacionados con estudios de investigación en relación a la influencia del agua de riego en el rendimiento.

## **5.2. Parámetros vegetativos**

### **5.2.1. Con respecto a la altura de plantas**

Se ha obtenido con el tratamiento tres con 120 kg de N un mayor crecimiento (94.33 cm) con respecto a los demás tratamientos incluido el testigo con 0 kg de N que tuvo un crecimiento de (71.66 cm); al respecto LARREA (2003) manifiesta que la altura promedio de arroz variedad "Capirona" es de 110 cm, siendo una característica principal de esta variedad de estatura corta y evitar de esta manera el volcamiento.

### **5.2.2. Plagas y enfermedades**

Con respecto a la presencia de plagas según las evaluaciones realizadas no se encontró ningún daño, según el método relativo empleado por el CIAT y recomendadas por Reissig et., al, (1985) y Shepard y Ferrer, (1987).

Con respecto a enfermedades se ha podido observar que en la primera evaluación realizada, una ligera presencia de *Pyricularia oryzae* que no sobrepasa al 5%; mientras que en la segunda evaluación realizada la presencia de esta enfermedad se incrementa especialmente en el tratamiento(120 kg N) con mayor dosis de N por encima del 5%; influenciado posiblemente por el nitrógeno; a propósito (RODRIGUEZ et al, 2002) manifiesta que el incremento del suministro de

nitrógeno también influencia en el incremento de la *Pyricularia*. El MINAG (2012) también manifiesta que la selva en su conjunto debido a una alta humedad relativa tiene serios problemas con la enfermedad “el quemado de arroz” producido por la *Pyricularia*. Según el INTA (2009) de Nicaragua la *Pyricularia* es una enfermedad que apareció en la década de los 70 y se mantiene hasta la actualidad, afectando a la planta desde la semilla hasta los granos en etapa de maduración, recomendándose aplicaciones preventivas de fungicidas como el Benlate 50 WP, Carbendazin 50 SC, Hinosan 50 EC, Kasumin 2 SL, en dosis de 1 l/ha.

### **5.3. Parámetros de mejoramiento de suelos**

#### **5.3.1. Nutrientes en tejido vegetal**

La variedad de arroz “Capirona” caracterizada por ser de estatura corta (110 cm) ha obtenido en tejidos vegetales en MS un rango de (0.25 a 0.36 %) de nitrógeno, un nivel bajo según análisis de laboratorio de la UNAS; sus características responden básicamente a altas dosis de nitrógeno ya que transforman este abono en más grano y no en la producción de más paja como las variedades altas (LARREA, 2003). Corroborado por (CHAUDHARY, 2003), quien manifiesta que el contenido de nitrógeno, fósforo y azufre en las partes vegetativas es generalmente alto en las primeras etapas del crecimiento vegetativo y declina a medida que llega a la madurez.

### 5.3.2. Caracterización del suelo

Por las características mostradas al final del experimento, se deduce que las propiedades físicas y químicas del suelo se mantienen óptimas con una ligera mejoría en las propiedades físicas ya que el incremento de la materia orgánica ocasionadas por los rastrojos incorporados y el batido realizado dos veces antes de la siembra, facilitan una mejor textura favorable permanente (franco arcillosa). En cuanto al pH ésta mantiene una acidez extremadamente alta, posiblemente provocado por los cationes de  $H^+$  liberados producto de la fertilización nitrogenada con úrea  $CO(NH_2)_2$ . En esa línea PERDOMO et al, (1998) manifiesta que los fertilizantes amoniacales generan acidez en el suelo ya que al nitrificarse liberan hidrógeno ( $H^+$ ). De acuerdo con la reacción  $NH_4^+ + 2 O_2 \rightarrow NO_3^- + H_2O + 2 H^+$ , por cada molécula de amonio ( $NH_4^+$ ) que se transforma en nitratos ( $NO_3^-$ ) se producen 2  $H^+$ .

Los microorganismos del tipo Nitrobacter (WIKIPEDIA, 2012), son las que descomponen a la úrea en presencia de oxígeno, formándose primero el amoníaco ( $NH_4^+$ ) o el amonio ( $NH_3^+$ ), así mismo se genera también producto de las descargas eléctricas a partir del nitrógeno y del oxígeno que caen con las precipitaciones.

descargas eléctricas a partir del nitrógeno y del oxígeno que caen con las precipitaciones.

Una ventaja de las fuentes nítricas es que no son fuentes de acidez. Por el contrario, debido a que el  $\text{NO}_3^-$  generalmente se absorbe más rápido que el catión acompañante ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ), estas fuentes tienen cierto efecto alcalinizante.

La mayoría de las plantas, en suelos extremadamente ácidos, presentan bajos rendimientos al presentarse toxicidad de elementos (Al, Mn) y deficiencia de nutrientes (Ca, Mg, Mo), (SANCHEZ, 1981).

El proceso metabólico en la planta para formar aminoácidos y proteínas necesita que el nitrógeno se transforme a forma amónica o amina ( $\text{NH}_2$ ) para poderlo utilizar. El nitrato se reduce así: el nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) pasa a nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) luego pasa a amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y de ahí a amina ( $\text{NH}_2$ ). Por este motivo, antes de transformarse en nitrato, las plantas superiores han tomado ya parte como ion amonio. Algunas plantas, y sobre todo las jóvenes prefieren el nitrógeno amoniacal en vez del nítrico, debido, en parte, al hecho de que las plantas más jóvenes no poseen el sistema enzimático necesario para convertir el nitrógeno nítrico en amoniacal (PERDOMO et al, 1998).

abono sobre la descomposición de los residuos vegetales en la tierra, en relación con la posibilidad de constituir enlaces químicos entre el amoníaco y ciertas porciones de la materia orgánica no totalmente evolucionada (PERDOMO et al, 1998).



## VI. CONCLUSIONES

6.1. La eficiencia del fertilizante nitrogenado fue, satisfactoria en el macollamiento, por el incremento del número de macollos durante las tres evaluaciones realizadas, un CV de 2.085% durante la tercera evaluación nos indica el ANVA que no existen diferencias entre los promedios evaluados entre tratamientos. Por lo que concluimos que a mayor dosis de nitrógeno, mayor número de macollos, comparando con el testigo.

6.2. Un mayor rendimiento de granos (kg/ha), se ha obtenido con el tratamiento tres, de 3,367 kg/ha, comparando con el testigo que se obtuvo 2,567 kg/ha; estadísticamente diferentes según la prueba de Duncan entre los tratamientos 1, 2 y 3 con el tratamiento 4(testigo), y mucho más notorio la diferencia entre el T3 (120 kg de N) con el testigo (0 N).

6.3. En los análisis del suelo realizados en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria de la Selva(UNAS) tanto al inicio del experimento como al final, en cuanto a las propiedades (física, química), se obtenido un porcentaje alto de la materia orgánica (entre 5.24 a 5.83 %), con esto una mejora en la capacidad de intercambio catiónico; un decrecimiento del nitrógeno (de 0.26 a 0.24%), demostrándonos que la plantación no aprovecha el total del nitrógeno aplicado; siendo absorbidas parte de ellas por las partículas arcillosas y sufren también un lavado por las escorrentías producto de las precipitaciones en la época de

invierno. Así mismo los relámpagos ocasionan el desprendimiento de nitrógeno y oxígeno del medio ambiente, incrementándose estos dos elementos en el suelo.

6.4. Al realizar un análisis económico, del costo de producción de una ha de arroz bajo riego con la dosis de 120 kg de nitrógeno, se obtiene un índice de rentabilidad de 9.19; mientras que una ha de arroz en las mismas condiciones con 0 kg de nitrógeno, se obtiene un índice de rentabilidad negativo (- 315.81).

## **VII. RECOMENDACIONES**

- 1. Continuar con evaluaciones de mayor dosis de nitrógeno, y además en otros ecosistemas con la finalidad de obtener información que podría facilitar a que los agricultores lo tomen como validación.**
- 2. Continuar con evaluaciones sobre el rendimiento de grano probando y comparando con otras variedades de arroz.**
- 3. Seguir promoviendo el uso de tecnologías de riego en arroz, toda vez que la infraestructura instalada promueve la sostenibilidad del cultivo (dos campañas por año), usando en forma correcta los insumos sin el deterioro del medio ambiente.**
- 4. Continuar con evaluaciones teniendo en cuenta también, la época de menor precipitación a fin de tener menos incidencia negativa de los factores edafoclimáticos.**
- 5. Tomar en consideración la época de siembra, de preferencia a partir de marzo a fin de evitar que las condiciones de alta precipitación perjudiquen las evaluaciones y no se logren los objetivos planteados.**

## ABSTRACT

This research has developed in the Campo Verde district, province of Coronel Portillo, Ucayali region, in the village of Red Earth, border district Honoria; an area of three hectares, belonging to the family Qquehue geographically located between the coordinates 521815.17 "South latitude and 905389.31 West, at an altitude of 180 m; the average temperature is 26.7 ° C, with a relative humidity of 78.9% and an average annual rainfall of 1800 m. While soils are silty clayey poorly drained with a pH of 3.94 and a saturation aluminum 74.60, flooded more precipitation (November to March).

The overall objective of this research is to validate a technology determining grain yield in rice *Oryza sativa* L. variety "Capirona" tillering and soil quality on land, flat physiography, conditioned in pools by edges with history of having been a swamp.

The experimental plots were three blocks of 82.5 m<sup>2</sup> each, with four sub plots of 21 m<sup>2</sup>, randomized to treatment, the inner portion 12 m<sup>2</sup> for sampling was taken; complete block design with four treatments randomly (40-80-120 and 0 kg N) acting as a control (0 kg N), composting broadcast was made at 30 days after transplantation with 50% was used nitrogen dose and the following fraction at the beginning of tasseling.

Favorable results were found in grain yield with treatment (120 kg N) 3367 kg / ha compared with the control (0 kg N) obtained 2567 kg / ha; in tillering with treatment (120 kg N) 28 to 25 macollos/m<sup>2</sup> macollos/m<sup>2</sup> obtained with the control (0 kg N); in vegetative parameters has been obtained increased growth of plants with treatment (120 kg N) compared with the control, no significant pest presence was observed, and a slight disease presence of *Pyricularia oryzae*; soil quality is maintained in optimum condition assessments compared to the beginning and end of the experiment, a slight improvement of the physical properties because there has been an increase of organic matter from 1.29 to 2.23%; Also a slight increase of micronutrients such as calcium and sodium, reduction of phosphorus and potassium, in terms of the texture is maintained as silty clay allowing better porosity and higher cation-exchange capacity, and a higher fixing of roots; also observed a slight increase of N available to 0005-0095% due to degradation of the stubble that is a process that takes place slowly.

**Keywords:** performance, tillering, nutrient, treatments, blocks, rice.

## IX. BIBLIOGRAFIA

AGUILAR, M., GRAU, D., CONTRERAS, J. 2006. Respuesta agronómica del arroz a diversas dosis de abonado nitrogenado en las marismas del Guadalquivir. (En línea): ([http://www.junta\\_de\\_andalucia.es/.../alfresco/document?](http://www.junta_de_andalucia.es/.../alfresco/document?)). Cultivo del arroz en las marismas de Guadalquivir. Sevilla, España. 9 p )

ALTAMIRANO E. 1993. Efecto de la interacción NK en el cultivo del arroz (*Oryza sativa L.*) bajo el sistema de secano en Tingo María. (En línea): (<http://www.Congreso.gob.pe/comisiones/1999/ciencia/cd/unas/unas10/unas10-06.htm>). Resumen de tesis. 1 p. 30 Mar. 2014).

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1995. Principales enfermedades del arroz. Manual de manejo integrado de plagas. Capítulo 8. Cali, Colombia. 26 p.

CERVANTES, C. 2011. Informe de avance. Mapa de suelos del Perú (1:2500,000). (En línea): ([http://Consultorias.minam.gob.pe:8080/bitstream/123456789/180/CD\\_0000121.pdf](http://Consultorias.minam.gob.pe:8080/bitstream/123456789/180/CD_0000121.pdf)). Memoria descriptiva. Lima, Perú.

identificar las limitaciones de campo en la producción de arroz. Roma, Italia, 02 Jul. 2014).

COCHRANE, T. y SANCHEZ, P., 1982. Recursos de tierras, Suelos y su manejo en la región Amazónica: Informe acerca del estado de conocimiento. In: amazonia: Investigación sobre agricultura y Uso de Tierras. Serie CIAT 035-4 (82): 141-218 pp.

DANTY, J. 2013. Mercado del arroz: Crecimiento en el mundo y cambios productivos en Chile. (En línea): ([www.odepa.cl/wp-content/files\\_mf/138211656712609.pdf](http://www.odepa.cl/wp-content/files_mf/138211656712609.pdf) - google chrome).

FOOD AND ORGANIZATION. 2014. Textura del suelo. (En línea): FAO, ([ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO\\_training/FAO.../x6706s06.htm](ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_training/FAO.../x6706s06.htm)).

FOOD AND ORGANIZATION. 2014. Estructura del suelo. (En línea): FAO, ([ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO\\_training/FAO.../x6706s07.htm](ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_training/FAO.../x6706s07.htm)).

FASSBENDER, H., BORNEMISZA, E., 1987. Química de suelos, con énfasis en suelos de América Latina. (En línea): ([orton.catie.ac.cr/repdoc/A9793E/A9793E.PDF](http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A9793E/A9793E.PDF), 2da ed. Rev. San José, Costa Rica, UCA.).

FARIAS, G. 1972. Estudio económico del uso de fertilizante nitrogenado en cuatro variedades de arroz. (En línea):

FOOD AND ORGANIZATION. 2014. Estructura del suelo. (En línea): FAO, ([ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO\\_training/FAO.../x6706s07.htm](ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_training/FAO.../x6706s07.htm)).

FASSBENDER, H., BORNEMISZA, E., 1987. Química de suelos, con énfasis en suelos de América Latina. (En línea): (<orton.catie.ac.cr/repdoc/A9793E/A9793E.PDF>, 2da ed. Rev. San José, Costa Rica, UCA.).

INSTITUTO NICARAGUENSE DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA. 2009. Cultivo del arroz. (En línea): (<http://www.magfor.gob.ni/.../Guia%20Tecnica%20de%20ARROZ%20FINA> L... Guía Tecnológica para la Producción de arroz (*Oryza sativa*. L.), 28 pág.)

LARREA, N. 2003. Estudio de la competitividad de la producción de arroz en selva. Informe final. Encargado por PROAMAZONIA-MINAG. Lima, Perú. 71 p.

MANERO, A. 2011. Consumo percapita de arroz en Perú es de 45 kilos al año. (En línea): (<http://agronegociosenperu.blogspot.com/2009/11/consumo.per-capita-de-arroz-enperu-es.html>).

MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2012. El arroz. Principales Aspectos de la Cadena Agroproductiva. 37 pág. Lima, Perú.



(<http://agronegociosenperu.blogspot.com/2009/11/consumo.per-capita-de-arroz-enperu-es.html>).

MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2012. El arroz. Principales Aspectos de la Cadena Agroproductiva. 37 pág. Lima, Perú.

MORALES, P. 2011. Introducción al Análisis de Varianza. Universidad Pontificia Comillas, Facultad de Ciencias Humanas y Sociales (Última revisión 13 de Sept. de 2011). 25 p.

PERALVO, D. 2010. Clasificación de suelos. (En línea):([http://www.agrytec.com/agricola/index.pdf?option=com\\_cont](http://www.agrytec.com/agricola/index.pdf?option=com_cont). Artículos técnicos Editora Agrytec.com. Quito, Ecuador, 30 Mar. 2014).

PERDOMO, C., BARBAZAN, M., DURAN, J. 1998. Nitrógeno. Facultad de Agronomía. (En línea):([http://www.fagro.edu.uy/fertilidad\\_publica\\_Tomo%2520N.pdf](http://www.fagro.edu.uy/fertilidad_publica_Tomo%2520N.pdf). Áreas de Suelos y Aguas. Cátedra de Fertilidad. 69 p. Universidad de la Republica Uruguay. Montevideo).

POLO, A., 1988. Sistema de Cultivo en base a la Clasificación Taxonómica de algunos suelos de Pucallpa. (En línea): ([books.google.com.pe/books?id=2tAHvOe05BAC](http://books.google.com.pe/books?id=2tAHvOe05BAC)). V Seminario: Manejo de Suelos en Sistemas de Producción de Soya, Santa Cruz, Bolivia.

RALUY, T., ANTONI, J., FERRERES., A. 2008. Suelo y Fertilización en los Arrozales. (En línea):(<http://www.gentcat.cat/darp/pae.htm>. Capitulo II. El Cultivo Ecológico del Arroz en Zonas Costeras. Barcelona, España.41-54 p.)

RAMIREZ, L. 1985. Manual de Estadística Aplicada a la Investigación Agrícola. Capítulo 2. Lima, Perú, 17 p.

RIOS, M. 1985. Ensayo uniforme de rendimiento de 17 líneas y 4 variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo riego en Tulumayo, (En línea):([http://www.Congreso.gob.pe/comisiones/1999/ciencia/cd/unas/unas10/unas\\_10-06.htm](http://www.Congreso.gob.pe/comisiones/1999/ciencia/cd/unas/unas10/unas_10-06.htm). Resumen de tesis, Tingo María, Perú, 1 p.).

RODRIGUEZ, H., ARTEAGA, L., CARDONA, R., LUIS, M. 2002. Respuesta de las variedades de arroz Fonaiap 1 y Cimarrón a dos densidades de siembra y dos dosis de nitrógeno. (En línea): Bioagro 14(2):105-112 (<http://www.ucla.edu.ve.../7.%20respuesta%20de%20las%20variedades.pdf>. Artículo científico, Resumen. Estado de Portuguesa, Venezuela).

SENDRA, J. 1977. Cambios Químicos en Suelos Inundados Abonados del Arroz. Capítulo 5: (En línea):

([www.juntadeandalucia.es/export/drupalajda/1337168165Cultivo del Arroz en Clima\\_Mediterraneo\\_BAJA\\_pdf](http://www.juntadeandalucia.es/export/drupalajda/1337168165Cultivo%20del%20Arroz%20en%20Clima%20Mediterraneo_BAJA.pdf). Cursos Superiores 2/97).

SANCHEZ, P. 1981. Suelos del trópico, características y manejo. San José, Costa Rica, IICA, 210-350 p.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA SELVA. 2001. Normas técnicas para redacción y presentación de documentos científicos. Tingo María, Perú. 83 p.

UNIVERSIDAD DE GRANADA. 2008. Contaminación del suelo-tema 14. (En línea):([http://es.escribd.com/doc/77119860/ libro electrónico](http://es.escribd.com/doc/77119860/libro_electrónico). Ciencias de la Tierra y del medio ambiente. España, 7 p.).

WIKIPEDIA, 2012. Nitrato. (En línea): (<http://es.wikipedia.org/wiki/Nitrato> . La enciclopedia libre).

**ANEXO**

## ANEXO 1: ANALISIS DE VARIANCIA, PRUEBAS DE DUNCAN Y TUKEY

### ANVA RENDIMIENTO DE ARROZ CON DOSIS DE NITROGENO

Obs	TRAT	REP	MAC1	MAC2	MAC3	ALT1	ALT2	ALT3	RDTO
1	1	1	10	25	25	40	60	81	3233
2	2	1	12	28	26	42	65	82	3233
3	3	1	7	16	27	44	70	86	3500
4	4	1	10	22	25	36	60	60	2633
5	1	2	5	26	26	42	62	80	2933
6	2	2	6	24	27	43	68	83	3033
7	3	2	12	19	28	46	70	85	3267
8	4	2	10	29	26	34	59	80	2600
9	1	3	10	27	26	44	60	79	3167
10	2	3	11	26	28	46	66	84	3167
11	3	3	14	30	29	48	75	112	3333
12	4	3	10	25	25	35	58	75	2467

### ANVA RENDIMIENTO DE ARROZ CON DOSIS DE NITROGENO

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
TRAT	4	1 2 3 4
REP	3	1 2 3

Number of observations 12

## ANVA DE LA VARIABLE MACOLLAMIENTO 1

The GLM Procedure

Dependent Variable: MAC1

Sum of

Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	28.91666667	5.783333333	0.77	0.6065
Error	6	45.33333333	7.555555556		
Corrected Total	11	74.25000000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	MAC1 Mean
0.389450	28.19218	2.748737	9.750000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	10.91666667	3.63888889	0.48	0.7070
REP	2	18.00000000	9.00000000	1.19	0.3667

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	10.91666667	3.63888889	0.48	0.7070
REP	2	18.00000000	9.00000000	1.19	0.3667

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat vs Testigo	1	0.25000000	0.25000000	0.03	0.8616
T1 vs T2	1	2.66666667	2.66666667	0.35	0.5742
T1 vs T3	1	10.66666667	10.66666667	1.41	0.2797
T2 vs T3	1	2.66666667	2.66666667	0.35	0.5742

**ANVA DE LA VARIABLE MACOLLAMIENTO 2**

The GLM Procedure

Dependent Variable: MAC2

Sum of

Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	75.4166667	15.0833333	0.85	0.5628
Error	6	106.8333333	17.8055556		
Corrected Total	11	182.2500000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	MAC2 Mean
0.413809	17.04914	4.219663	24.75000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	38.9166667	12.9722222	0.73	0.5713
REP	2	36.5000000	18.2500000	1.02	0.4141

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	38.9166667	12.9722222	0.73	0.5713
REP	2	36.5000000	18.2500000	1.02	0.4141

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat vs Testigo	1	1.3611111	1.3611111	0.08	0.7915
T1 vs T2	1	0.0000000	0.0000000	0.00	1.0000
T1 vs T3	1	28.1666667	28.1666667	1.58	0.2552

T2 vs T3	1	28.16666667	28.16666667	1.58	0.2552
----------	---	-------------	-------------	------	--------

**ANVA DE LA VARIABLE MACOLLAMIENTO 3**

The GLM Procedure

Dependent Variable: MAC3

Source	DF	Sum of		F Value	Pr > F
		Squares	Mean Square		
Model	5	17.16666667	3.43333333	11.24	0.0053
Error	6	1.83333333	0.30555556		
Corrected Total	11	19.00000000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	MAC3 Mean
0.903509	2.085928	0.552771	26.50000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	13.66666667	4.55555556	14.91	0.0035
REP	2	3.50000000	1.75000000	5.73	0.0406

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	13.66666667	4.55555556	14.91	0.0035
REP	2	3.50000000	1.75000000	5.73	0.0406

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat vs Testigo	1	5.44444444	5.44444444	17.82	0.0056
T1 vs T2	1	2.66666667	2.66666667	8.73	0.0255



T1 vs T3	1	8.16666667	8.16666667	26.73	0.0021
T2 vs T3	1	1.50000000	1.50000000	4.91	0.0686

### ANVA DE LA VARIABLE ALTURA 1

#### The GLM Procedure

Dependent Variable: ALT1

Source	DF	Sum of		F Value	Pr > F
		Squares	Mean Square		
Model	5	218.1666667	43.63333333	24.93	0.0006
Error	6	10.5000000	1.7500000		
Corrected Total	11	228.6666667			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	ALT1 Mean
0.954082	3.174902	1.322876	41.66667

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	202.0000000	67.33333333	38.48	0.0003
REP	2	16.1666667	8.08333333	4.62	0.0610

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	202.0000000	67.33333333	38.48	0.0003
REP	2	16.1666667	8.08333333	4.62	0.0610

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat vs Testigo	1	177.7777778	177.7777778	101.59	<.0001
T1 vs T2	1	4.1666667	4.1666667	2.38	0.1738

T1 vs T3	1	24.0000000	24.0000000	13.71	0.0100
T2 vs T3	1	8.1666667	8.1666667	4.67	0.0741

**ANVA DE LA VARIABLE ALTURA 2**

The GLM Procedure

Dependent Variable: ALT2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	301.5833333	60.3166667	15.51	0.0022
Error	6	23.3333333	3.8888889		
Corrected Total	11	324.9166667			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	ALT2 Mean
0.928187	3.061361	1.972027	64.41667

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	298.9166667	99.6388889	25.62	0.0008
REP	2	2.6666667	1.3333333	0.34	0.7228

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	298.9166667	99.6388889	25.62	0.0008
REP	2	2.6666667	1.3333333	0.34	0.7228

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat vs Testigo	1	117.3611111	117.3611111	30.18	0.0015
T1 vs T2	1	48.1666667	48.1666667	12.39	0.0125

T1 vs T3	1	181.5000000	181.5000000	46.67	0.0005
T2 vs T3	1	42.6666667	42.6666667	10.97	0.0162

### ANVA DE LA VARIABLE ALTURA 3

The GLM Procedure

Dependent Variable: ALT3

Source	DF	Sum of		F Value	Pr > F
		Squares	Mean Square		
Model	5	1001.416667	200.283333	2.51	0.1468
Error	6	478.833333	79.805556		
Corrected Total	11	1480.250000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	ALT3 Mean
0.676519	10.86127	8.933396	82.25000

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	790.9166667	263.6388889	3.30	0.0992
REP	2	210.5000000	105.2500000	1.32	0.3352

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	790.9166667	263.6388889	3.30	0.0992
REP	2	210.5000000	105.2500000	1.32	0.3352

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat vs Testigo	1	448.0277778	448.0277778	5.61	0.0556
T1 vs T2	1	13.5000000	13.5000000	0.17	0.6951
T1 vs T3	1	308.1666667	308.1666667	3.86	0.0970

T2 vs T3	1	192.6666667	192.6666667	2.41	0.1712
----------	---	-------------	-------------	------	--------

### ANVA DE LA VARIABLE RENDIMIENTO DE GRANO ARROZ

The GLM Procedure

Dependent Variable: RDTO

		Sum of			
Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	1113894.833	222778.967	33.17	0.0003
Error	6	40298.833	6716.472		
Corrected Total	11	1154193.667			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	RDTO Mean
0.965085	2.689518	81.95409	3047.167

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	1039429.667	346476.556	51.59	0.0001
REP	2	74465.167	37232.583	5.54	0.0433

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	1039429.667	346476.556	51.59	0.0001
REP	2	74465.167	37232.583	5.54	0.0433

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat vs Testigo	1	923521.0000	923521.0000	137.50	<.0001
T1 vs T2	1	1666.6667	1666.6667	0.25	0.6361
T1 vs T3	1	98048.1667	98048.1667	14.60	0.0088

T2 vs T3                      1      74148.1667      74148.1667      11.04      0.0160

### **PRUEBA DE DUNCAN EN VARIABLE MACOLLAMIENTO 1**

Duncan's Multiple Range Test for MAC1

Alpha                      0.05

Error Degrees of Freedom      6

Error Mean Square      7.555556

Number of Means      2      3      4

Critical Range      5.492      5.692      5.791

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan

Grouping	Mean	N	TRAT
A	11.000	3	3
A	10.000	3	4
A	9.667	3	2
A	8.333	3	1

### **PRUEBA DE TUKEY EN VARIABLE MACOLLAMIENTO 1**

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for MAC1

II error rate than REGWQ.

Alpha                      0.05

Error Degrees of Freedom      6

Error Mean Square      7.555556

Critical Value of Studentized Range      4.89559

Minimum Significant Difference      7.7692

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey

Grouping	Mean	N	TRAT
A	11.000	3	3
A	10.000	3	4
A	9.667	3	2
A	8.333	3	1

## PRUEBA DE DUNCAN EN VARIABLE MACOLLAMIENTO 2

Duncan's Multiple Range Test for MAC2

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 6

Error Mean Square 17.80556

Number of Means 2 3 4

Critical Range 8.430 8.737 8.890

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan

Grouping	Mean	N	TRAT
A	26.000	3	1
A	26.000	3	2
A	25.333	3	4
A	21.667	3	3

## PRUEBA DE TUKEY EN VARIABLE MACOLLAMIENTO 2

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for MAC2

II error rate than REGWQ.

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 6  
 Error Mean Square 17.80556  
 Critical Value of Studentized Range 4.89559  
 Minimum Significant Difference 11.927

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey

Grouping	Mean	N	TRAT
A	26.000	3	1
A	26.000	3	2
A	25.333	3	4
A	21.667	3	3

## PRUEBA DE DUNCAN EN VARIABLE MACOLLAMIENTO 3

Duncan's Multiple Range Test for MAC3

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 6  
 Error Mean Square 0.305556  
 Number of Means 2 3 4  
 Critical Range 1.104 1.145 1.165

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan

Grouping	Mean	N	TRAT
A	28.0000	3	3
A	27.0000	3	2
B	25.6667	3	1
B	25.3333	3	4

### PRUEBA DE TUKEY EN VARIABLE MACOLLAMIENTO 3

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for MAC3

II error rate than REGWQ.

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 6

Error Mean Square 0.305556

Critical Value of Studentized Range 4.89559

Minimum Significant Difference 1.5624

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey

Grouping	Mean	N	TRAT
A	28.0000	3	3
B A	27.0000	3	2
B C	25.6667	3	1
C	25.3333	3	4



### PRUEBA DE DUNCAN EN VARIABLE ALTURA 1

Duncan's Multiple Range Test for ALT1

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 6

Error Mean Square 1.75

Number of Means 2 3 4

Critical Range 2.643 2.739 2.787

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan

Grouping	Mean	N	TRAT
A	46.000	3	3
B A	43.667	3	2
B	42.000	3	1
C	35.000	3	4

### PRUEBA DE TUKEY EN VARIABLE ALTURA 1

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for ALT1

II error rate than REGWQ.

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 6

Error Mean Square 1.75

Critical Value of Studentized Range 4.89559

Minimum Significant Difference 3.7391

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey

Grouping	Mean	N	TRAT
A	46.000	3	3
B A	43.667	3	2
B	42.000	3	1
C	35.000	3	4

### PRUEBA DE DUNCAN EN VARIABLE ALTURA 2

Duncan's Multiple Range Test for ALT2

Alpha	0.05		
Error Degrees of Freedom	6		
Error Mean Square	3.888889		
Number of Means	2	3	4
Critical Range	3.940	4.083	4.155

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan

Grouping	Mean	N	TRAT
A	71.667	3	3
B	66.333	3	2
C	60.667	3	1
C	59.000	3	4

**PRUEBA DE TUKEY EN VARIABLE ALTURA 2**

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for ALT2

II error rate than REGWQ.

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 6

Error Mean Square 3.888889

Critical Value of Studentized Range 4.89559

Minimum Significant Difference 5.5739

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey

Grouping	Mean	N	TRAT
A	71.667	3	3
A	66.333	3	2
B	60.667	3	1
B	59.000	3	4

**PRUEBA DE DUNCA N EN VARIABLE ALTURA 3**

Duncan's Multiple Range Test for ALT3

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 6

Error Mean Square 79.80556

Number of Means 2 3 4

Critical Range 17.85 18.50 18.82

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan

Grouping	Mean	N	TRAT
A	94.333	3	3
B A	83.000	3	2
B A	80.000	3	1
B	71.667	3	4

### PRUEBA DE TUKEY EN VARIABLE ALTURA 3

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for ALT3

II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	79.80556
Critical Value of Studentized Range	4.89559
Minimum Significant Difference	25.25

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey

Grouping	Mean	N	TRAT
A	94.333	3	3
A	83.000	3	2
A	80.000	3	1
A	71.667	3	4

### PRUEBA DE DUNCAN EN VARIABLE RENDIMIENTO DE GRANO

#### Duncan's Multiple Range Test for RDTO

Alpha	0.05		
Error Degrees of Freedom	6		
Error Mean Square	6716.472		
Number of Means	2	3	4
Critical Range	163.7	169.7	172.7

Means with the same letter are not significantly different.

#### Duncan

Grouping	Mean	N	TRAT
A	3366.67	3	3
B	3144.33	3	2
B	3111.00	3	1
C	2566.67	3	4

### PRUEBA DE TUKEY EN VARIABLE RENDIMIENTO DE GRANO

#### Tukey's Studentized Range (HSD) Test for RDTO

II error rate than REGWQ.

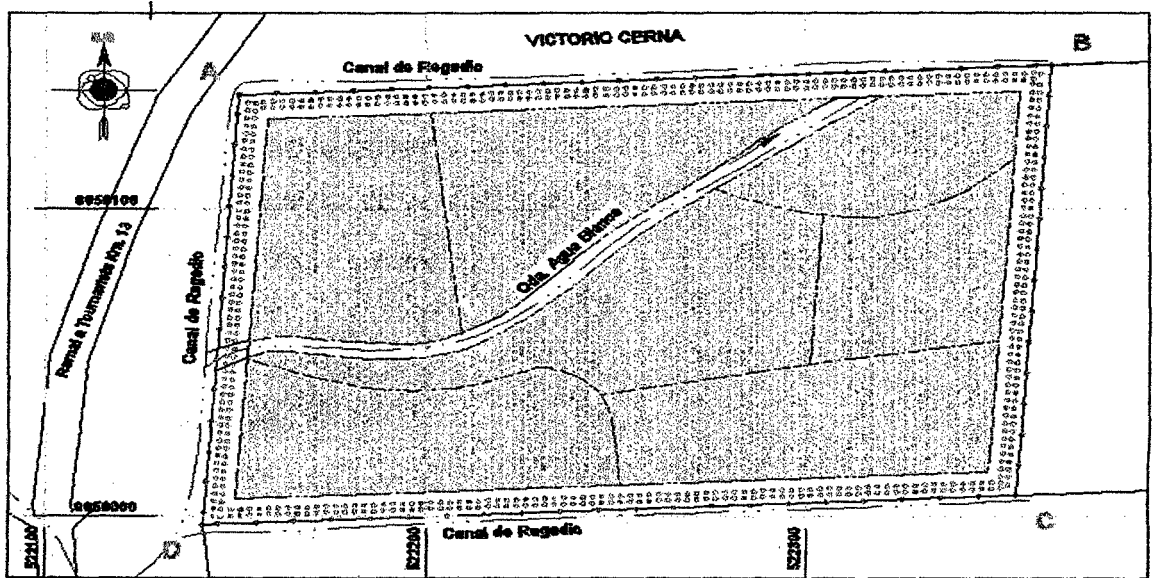
Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	6716.472
Critical Value of Studentized Range	4.89559
Minimum Significant Difference	231.64

Means with the same letter are not significantly different.

**Tukey**

Grouping	Mean	N	TRAT
A	3366.67	3	3
B A	3144.33	3	2
B	3111.00	3	1
C	2566.67	3	4

**Anexo 2: Croquis de ubicación de la evaluación de tesis, ubicado en el caserío de Tierra Roja, distrito de Campo Verde, region Ucayali.**



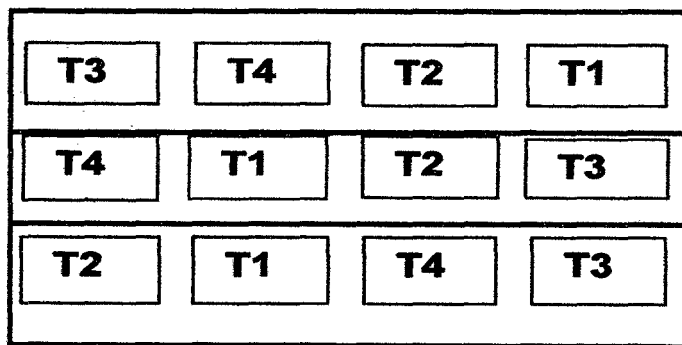
**CUADRO DE COORDENAS U.T.M**

VERTICE	LADO	DISTANCIA	ANG. INTERNO	ESTE (X)	NORTE (Y)
A	A-B	214.00	98°27'29"	522161.2880	9957127.0000
B	B-C	140.00	83°32'31"	322354.7885	9957148.8603
C	C-D	214.00	98°27'29"	922359.2821	9958008.8032
D	D-A	140.00	83°32'31"	522141.4985	9954967.3228
TOTAL		708.00	360°0'0"		

**LEYENDA**

Canal	
Caserío	
Carretera	
Camino de Regadío	
Estado de Parcelas de Tierras	

**DISEÑO EXPERIMENTAL**



**Leyenda:**

Unidad experimental: 4 X 5 m<sup>2</sup>

Repeticiones: 3

Tratamientos: 4





# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

TENDO MARIA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

[analisis@suelos.unas.ac.cr](mailto:analisis@suelos.unas.ac.cr)



## ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE: MIRANDA RUIZ EDGARDO

PROVENIENCIA: CAMPO VERDE - UCAYALI

Cod. LJD	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO				pH	M.O.	N	P	K <sub>2</sub> O	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CIC	%	%	%				
			Arena	Arcilla	Limo	Textura						Ca	Mg	K	Na	Al	H					CICe	Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al
			%	%	%																				
M2766	SR	ARROZ	19.86	43.04	37.28	Arcilloso	4.25	5.24	0.24	5.86	---	1.73	0.49	-	-	4.44	1.67	8.33	28.69	75.31	53.27				
M2767	SR	ARROZ	16.08	45.04	38.28	Arcilloso	4.22	5.97	0.25	6.00	284.00	---	2.22	0.69	-	-	4.19	1.72	8.01	32.03	67.97	57.50			
M2768	SR	ARROZ	17.80	43.04	39.28	Arcilloso	4.14	5.24	0.24	6.00	242.81	---	6.00	0.75	-	-	3.41	1.77	13.95	55.53	64.47	31.60			
M2769	SR	ARROZ	13.88	45.04	41.28	Arcilloso Limonoso	4.24	4.01	0.22	5.74	263.03	---	7.89	0.84	-	-	4.82	1.80	14.84	61.29	39.71	28.42			
M2770	SR	ARROZ	11.88	45.04	43.28	Arcilloso Limonoso	4.28	5.40	0.26	9.73	242.49	---	1.79	0.49	-	-	4.50	1.81	7.99	28.51	71.49	51.34			

Fecha: 17 de Noviembre 2014

RECIBO N° 396724

Controlado por: Biólogos

Ing. M.Sc. Miguel Ángel Huayra Rodríguez

