

Universidad Nacional de San Martín

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



**“ Niveles de Fertilización Nitrogenada en suelo
seco sobre el rendimiento de Arroz
(Oryza sativa L.), al transplante, en el
Bajo Mayo “**

TESIS



Para Optar el Título de:

INGENIERO AGRONOMO

Presentado por el Bachiller:

Celso Nazario Arévalo Cárdenas

Tarapoto — Perú

2001

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL

**“NIVELES DE FERTILIZACION NITROGENADA EN SUELO SECO
SOBRE EL RENDIMIENTO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.), AL
TRASPLANTE, EN EL BAJO MAYO”.**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

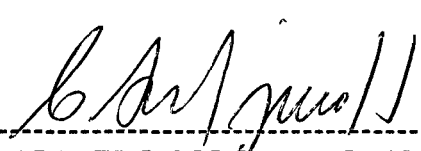
PRESENTADO POR EL BACHILLER:

CELSO NAZARIO ARÉVALO CÁRDENAS

MIEMBROS DEL JURADO



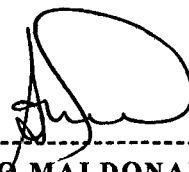
Ing°Msc.PARDO M. MONCADA MORI
PRESIDENTE



Ing°.ALFREDO SOLÓRZANO HOFFMAN
MIEMBRO



Ing°.MANUEL DORIA BOLAÑOS
MIEMBRO



Ing°.DARÍO MALDONADO VÁSQUEZ
ASESOR

DEDICATORIAS

A mis padres, **Celso y Nora Maritza**;
Quienes con sus sacrificios hicieron
Posible uno de mis grandes aspiraciones,
De ser profesional para ellos con todo
Cariño y eterna gratitud.

A mis hermanos : **Telmo Antonio,**
Maria Raquel, Maritza Eleodora,
Lenin, Antonia y Ana Magrith; Por
brindarme siempre su apoyo moral
como gesto de sincera estimación.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing°. Agrónomo **Dario Maldonado Vásquez**, Catedrático de la Universidad Nacional de San Martín, patrocinador de la presente tesis.

Al Ing°. Agrónomo **Fernando Montero Bances**, de la Estación Experimental “El Porvenir”, Co-patrocinador de la presente tesis.

Al Ing°. Agrónomo **Orlando Palacios Agurto**, de la Estación Experimental “El Porvenir”, Colaborador de la presente tesis.

Al Ing°. Agrónomo **Carlos D. Vecco Giove**, Colaborador de la presente tesis.

Al Dr. **Carlos Bruzzone Córdova**, colaborador de la presente tesis.

Al Ing° Agrónomo **Edison Hidalgo Meléndez**, de la Estación Experimental “El Porvenir”.

CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
III. REVISION BIBLIOGRÁFICA	4
3.1. Generalidades	4
3.2. Del Nitrógeno.	5
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	26
4.1. Materiales	26
4.2. Metodología	28
V. RESULTADOS	38
VI. DISCUSIONES	49
VII. CONCLUSIONES	55
VIII. RECOMENDACIONES	57
IX. RESUMEN	58
SUMMARY	59
X BIBLIOGRAFIA	60
ANEXOS	63

I. INTRODUCCIÓN.

La producción mundial de los tres principales cereales alimenticios, arroz, trigo y maíz ha sobrepasado el crecimiento de la población durante los últimos 30 años. Esta diferencia ha sido principalmente el resultado de importantes ganancias en productividad. (*Bruzzone C. 1 999*).

En el Perú, el cereal más significativo es el arroz, pues se ha convertido en principal fuente de consumo de la población. El 75% del crecimiento de la producción de arroz en el Perú, durante la última década, se ha debido a incrementos en la productividad del cultivo y apenas el 25% a aumentos en el área cultivada. Este logro fue posible por la perseverancia en la selección de mejores variedades, e importantes avances realizados en irrigación, fertilización, manejo integrado del cultivo, técnicas de mecanización y procesamiento post - cosecha. (*Bruzzone C. 1 999*).

En San Martín, el problema principal de la fertilización radica en la forma de aplicación como se ha venido realizando la practica actual de la fertilización, como es al voleo y en lámina de agua, lo que origina perdidas por volatilización, infiltración y denitrificación, causadas por las altas temperaturas predominantes de la zona.

Es necesario hacer un uso adecuado de las prácticas agronómicas, con el objeto de acercarse al potencial productivo de las variedades modernas disponibles. En el campo de la fertilización se debe incrementar la eficiencia del nitrógeno en el cultivo de arroz en San Martín, siendo la práctica de incorporar nitrógeno al suelo una de las formas más eficientes para explotar el verdadero potencial de rendimiento de las variedades que se cultivan en nuestro país e incrementar los niveles de producción en áreas irrigadas de costa y selva. (*Montero F. 1 992*).

La presente tesis se realizó con el propósito de contribuir a un mejor conocimiento de los efectos de la urea incorporada al suelo, sobre la producción y beneficio económico del cultivo en condiciones locales.

II. OBJETIVOS.

- 2.1. Determinar el efecto de la incorporación de diferentes niveles de nitrógeno en suelo seco en el rendimiento de arroz cascara y calidad de grano de la variedad Capirona, bajo el sistema de trasplante.

- 2.2. Determinar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

3.1. Generalidades.

El arroz, es un cultivo originario de la India, siendo China el país que ocupa el primer lugar en el Asia, generalmente se cultiva en suelos inundados y la mayor parte del agua procede de precipitaciones pluviales. Su cultivo puede producirse en líneas generales bajo dos formas, ya sea bajo riego e inundación donde se han obtenido altos rendimientos por unidad de área y/o secano. (*Escuela de Agricultura de la Universidad de Filipinas, 1 979*).

El nitrógeno es el elemento que más influye en los rendimientos y en la mayoría de los casos se le considera como el principal factor limitante del rendimiento. Se indica que por cada kilogramo de Nitrógeno aplicado se registra el incremento en el rendimiento de 12,7 kg. de arroz en cáscara en promedio mundial. (*CIAT, 1 983*)

Recientemente *Tejada et. al.*; al revisar varios trabajos sobre nuevas formas de urea, variedades modernas y nuevos métodos de aplicación encontraron que el incremento en rendimiento puede llegar a 41 kg. de arroz/kg, de nitrógeno aplicado (promedio de 21 - 24 kg. de Nitrógeno aplicado. (*CIAT. 1 983*).

3.2. Del Nitrógeno.

El Nitrógeno utilizado por las plantas de arroz procede de diversas fuentes: materia orgánica del suelo, de la atmósfera precipitado con la lluvia o fijado por microorganismos, de abonos orgánicos y fertilizantes minerales. (*Biblioteca de la agricultura, 1 997*).

Por un lado, tenemos la fijación del nitrógeno libre de la atmósfera (N_2), e incorporado al suelo por dos vías: la primera por la acción de las bacterias azotobacter que lo fijan directamente de la atmósfera, y la segunda por la acción de las bacterias simbióticas aerobias estrechamente unidas a las raíces de las leguminosas. Estas bacterias reciben el nombre de rhizobium sp y mantienen una relación simbiótica con las leguminosas: por un lado le proporciona a las plantas parte del nitrógeno fijado de la atmósfera y, por otro reciben de ellos sustancias orgánicas elaboradas, producto de la fotosíntesis de la planta. Sobre el nitrógeno procedente de la materia orgánica incorporada al suelo (excrementos, seres muertos, etc), actúan los microorganismos que lo degradan. Entonces el nitrógeno pasa, por varias fases hasta que se mineraliza. Su estudio y determinación son muy complejos. Bastará decir que las proteínas (materia orgánica nitrogenada), se transforman en nitrógeno amoniacal (NH_4), esté en grupos aminados (NH_2), los cuales dan lugar a amoniaco y sales amoniacales (NH_3), y estos finalmente se transforman

en nitritos (NO_2) primero y en nitrato (NO_3) después. (*Biblioteca de la agricultura, 1 997*).

3.2.1. Inmovilización y Mineralización del Nitrógeno.

En suelos secos o en condiciones aeróbicas el producto final de la mineralización del nitrógeno orgánico son los nitratos. Cuando los suelos son inundados se crean condiciones químicas y biológicas que afectan las transformaciones del nitrógeno debido a la ausencia del oxígeno, la mineralización del nitrógeno orgánico cesa al llegar al estado de amonio, el cual es estable en condiciones reducidas y tiende a acumularse. (*CIAT, 1 983*).

En condiciones aeróbicas la formación de nitratos tiene dos desventajas; en primer lugar el anión es fácilmente lixiviado, y en segundo lugar las bacterias denitrificantes que convierten el nitrato a N_2 y N_2O , también remueven el nitrógeno de la zona radical. (*CIAT, 1 983*).

En los suelos inundados la ausencia de NO_3^- y la acumulación de NH_4^+ , se consideran benéficas para el arroz por las siguientes razones:

- El arroz utiliza mejor el NH_4^+ , que el NO_3^-
- Los productos de la reducción del NO_3^- son tóxicos para el arroz.

- La presencia de NO_3^- promueve o altera el orden de absorción de nutrimentos, especialmente a la absorción de Manganeseo.
- Los excesos de NH_4^+ , no son tóxicos (*CIAT, 1 983*).

3.2.2. Pérdidas de Nitrógeno del Suelo.

De *Datta et. al., Vlech et. al. 1 980*, mencionan que además del nitrógeno extraído en la cosecha existen pérdidas por denitrificación que oscilan de 25 a 90%, otras por lixiviación de 1 a 70% y por volatilización entre 0.5 y 20%. Las pérdidas por erosión y esorrentía aún no se han medido con exactitud. La fuente amoniacal es menos susceptible a las pérdidas por lixiviación ya que el ion NH_4^+ es más fuertemente retenido por el complejo coloidal que el ion NO_3^- (*CIAT, 1 983*).

La volatilización del nitrógeno se realiza por reducción química de los nitratos (NO_3^-) los cuales pasan al estado gaseoso (N_2 , N_2O , NO), perdiéndose en la atmósfera así como por transformación del amonio (NH_4^+) a amoniaco en el suelo y en el agua de la poza.

De 10 bolsas de urea aplicada con esta modalidad sólo se aprovechan del 25 - 50% perdiéndose entre 75 - 50% en el agua y en el aire (*Minguillo F., 1 982*).

3.2.3. De la Respuesta del Arroz al Nitrógeno.

Los factores que condicionan la respuesta del arroz a las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados incluyen: las condiciones edáficas, la variedad del arroz sembrado, las condiciones climáticas, el manejo del cultivo, y el manejo del fertilizante. (*CIAT, 1 983*).

3.2.3.1. Condiciones Edáficas.

Entre los factores del suelo que influyen en la eficiencia de aplicación de los fertilizantes nitrogenados se destacan, el contenido de materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico (CIC), el pH, el contenido de sales y la escasez o exceso de algún otro nutrimento diferente al nitrógeno. La respuesta inicial al nitrógeno en el cultivo del arroz es influenciada negativamente por la cantidad de materia orgánica en el suelo. (*CIAT, 1 983*).

Tejada et. al (1 980). Al analizar los datos de 114 experimentos efectuados en 11 países asiáticos, encontraron que la cantidad de materia orgánica tenía poca relación con la respuesta a la aplicación de varias formas de urea cuando la altitud de la localidad era menos que 300 m.s.n.m., pero mostraba una alta correlación con todas las formas cuando la altitud era mayor. (*CIAT, 1 983*).

La capacidad de intercambio catiónico es la característica del suelo que más afecta la respuesta al nitrógeno; entre más alta sea la CIC, mayor será la capacidad del suelo para suministrar y retener NH_4^+ . (*CIAT, 1 983*).

El pH del suelo afecta la respuesta al nitrógeno aplicado puesto que, a medida que éste aumenta, se incrementan las pérdidas de amonio por volatilización. (*CIAT, 1 983*).

En los suelos salinos el rendimiento del arroz es menor que en suelos no salinos. (*Escuela de Agricultura de la Universidad de Filipinas, 1 979*).

3.2.3.2. Variedad de Arroz Sembrado.

Las características varietales asociadas con la respuesta al nitrógeno incluyen; las características foliares, la altura de la planta y la resistencia a volcamiento, la capacidad de macollamiento y la duración del ciclo de vida. *(CIAT, 1 983).*

La altura de la planta de arroz es una función de la longitud de entrenudos; ambos caracteres pueden variar con el medio ambiente, sin embargo, bajo condiciones similares, tienen valores constantes. *(Escuela de Agricultura de la Universidad de Filipinas, 1 979).*

El volcamiento interfiere en la transmisión de la luz, la fotosíntesis y la traslocación de nutrimentos, causa estabilidad y baja respuesta al nitrógeno y reduce el rendimiento. *(CIAT, 1 983).*

El número de tallos en la planta de arroz está fuertemente influenciado por la herencia y el ambiente, siendo la cantidad de nitrógeno aplicado el factor ambiental más importante. La liberación de nitrógeno por el suelo se

tiene entre los factores que más influyen el macollamiento de la planta de arroz, por lo que se concluye que niveles de nitrógeno y capacidad de macollamiento están positivamente correlacionados. (CIAT, 1983).

3.2.3.3. Condiciones Climáticas.

De Datta y Zarate (1970) informaron y comunicaron que, los mayores rendimientos se lograron cuando se sembró en mayo de 1968, ya que el cultivo recibió la mayor cantidad de energía solar 45 días antes de la cosecha. Así mismo, los rendimientos aumentan y decrecen correspondientemente a medida que aumenta y disminuye la radiación solar. (CIAT, 1983).

La temperatura afecta la denitrificación como la acumulación de amonio. A bajas temperaturas (menos de 15°C), la tasa de denitrificación es lenta, pero afecta muy rápidamente cuando la temperatura sube de 15° a 45°C. La amonificación se refleja en la concentración de NH_4^+ soluble en agua, la cual decrece cuando la temperatura

baja de 45°C a 15°C; en esta última se puede observar síntomas de deficiencia de nitrógeno. (CIAT, 1983).

La fertilización nitrogenada afecta la esterilidad causada por la baja temperatura durante la mitosis. Cuando la temperatura está por encima o cerca de la temperatura crítica (20°C), el nitrógeno aplicado tiene poco efecto en la esterilidad. Sin embargo, a temperaturas moderadamente bajas (16°C), el porcentaje de esterilidad aumenta al incrementar la cantidad de nitrógeno aplicado. (CIAT, 1983).

3.2.3.4. Manejo del Cultivo.

Las prácticas de manejo del cultivo que modifican las respuestas al nitrógeno incluyen: el sistema de cultivo, la densidad de siembra y el control de malezas, plagas y enfermedades. (CIAT, 1983).

El sistema de cultivo, seco o con riego, es uno de los factores que más afecta la eficiencia de los fertilizantes nitrogenados.

Varios autores han determinado los efectos benéficos del fangúeo en la nutrición del arroz. El principal efecto benéfico de la preparación del suelo en el sistema de inundación es la disminución del movimiento de agua a través del suelo, lo cual puede aumentar significativamente la eficiencia del nitrógeno aplicado debido a menores pérdidas por lixiviación. (*Sánchez, Panda y Singh, de Datta, IRRI, y Kerim*) - (*CIAT, 1983*).

3.2.3.5. Manejo del Fertilizante.

La urea, es un cuerpo perteneciente al grupo de las amidas, que posee un 46% de nitrógeno amoniacal, ó más exactamente ureico. Según su grado de apelmazamiento, la densidad de la urea es pequeña, del orden de 0.8 g/cc. Bajo la acción de la ureasa, segregada por ciertas bacterias, la urea se hidroliza en el suelo y pasa al estado de nitrógeno amoniacal que, a su vez se nitrifica. (*Biblioteca de la Agricultura 1997*).

Puesto que el nitrógeno amoniacal es parcialmente volátil y que la urea se transforma rápidamente en nitrógeno amoniacal primero y nítrico después, será conveniente

enterrar este abono, mediante una labor somera, justo después de la aplicación. (*Biblioteca de la Agricultura 1 997*).

La urea es la principal fuente de nitrógeno para el cultivo del arroz, conjuntamente con la omnipresente enzima ureasa y las temperaturas dominantes en costa y selva; se convierte en menos de una semana en carbonato de amonio, el cual es volátil en un medio neutro o alcalino, de ahí la importancia de incorporar la urea al suelo. (*INIPA; 1 983*).

Los problemas del uso de la urea incluyen su higroscopicidad, su rápida descomposición por la enzima ureasa a amonio y dióxido de carbono y el incremento temporal que produce en el pH del suelo. Las pérdidas de nitrógeno de la urea oscilan entre 60 - 80%. (*INIPA, 1 983*)

A). Epocas de Aplicación del Nitrógeno.

El principal objetivo de un buen manejo del fertilizante nitrogenado es proporcionarle el nitrógeno a la planta cuando ella lo necesita. El arroz necesita asimilar nitrógeno durante todo su período vegetativo, pero existen dos etapas de mayor exigencia:

Durante el macollamiento y al inicio de la formación de la panícula. (*CIAT, 1 983*).

Al momento de la floración el nitrógeno tomado por la planta se encuentra almacenado en las láminas y vainas de las hojas; en este momento se inicia su traslocación, de tal manera que cerca de la mitad del nitrógeno almacenado va a los granos. La otra mitad del nitrógeno contenida en los granos es absorbida por la planta durante la formación de ellos. (*CIAT, 1 983*).

La *IAEA*, encontró que el nitrógeno aplicado al momento de la siembra es utilizado con una eficiencia de aproximadamente un 12% y al momento de la iniciación de la formación de la

panícula de un 34%. La eficiencia promedio de 2 aplicaciones fue el 23%. (CIAT, 1 983).

B). Métodos de Aplicación de Nitrógeno.

El nitrógeno normalmente podrá aplicarse en dos formas: una aplicación basal antes de la siembra directa o trasplante la cual puede ser incorporada en el suelo o al voleo y aplicaciones posteriores al voleo. (INIPA; 1 983).

La necesidad de incorporar los fertilizantes amoniacales en la capa reducida en sistema con inundación constante es importante, ya que en estas condiciones la eficiencia del nitrógeno mejora. (CIAT, 1 983).

Según CIAT (1 983), *Ramich et.al.*, obtuvo mayores rendimientos cuando el sulfato de amonio fue colocado de 5 – 7,5 cm. de bajo de la superficie húmeda. La eficiencia de la aplicación fue 2,5 veces mayor que la aplicación en la superficie. La misma fuente afirma que *Mikkelson y Yinfrack*, encontraron de 20 - 25% de incremento en el

rendimiento de grano cuando el sulfato de amonio fue enterrado a una profundidad de 5 a 10 cm..

Minguillo C. 1 982, realizó trabajos en fuentes de lenta disponibilidad de nitrógeno, en donde se obtuvieron resultados en cuanto a fuentes y épocas del tratamiento SCU-50% (trasplante), Urea común 50% (Punto de Algodón) y urea común aplicado en tres partes (1/3 al inicio de macollamiento, 1/3 45 ddt, 1/3 al punto de algodón), entre las cuales no existió diferencias significativas. El tratamiento que obtuvo el más alto rendimiento fue urea lenta, disponibilidad (1/2 trasplante), urea común (1/2 punto de algodón); a la dosis de 160 kg. N/ha en 9,730 ton/ha de arroz con cáscara de la variedad Naylam.

3.2.4. Nutrientes Primarios.

Nitrógeno:

El nitrógeno es absorbido por las plantas, principalmente en forma de iones nitrato (NO_3^-) o amonio (NH_4^+). Casi todo el nitrógeno que absorben las plantas existe en forma de nitrato. Existen dos razones básicas para esto; Primero el nitrógeno como móvil en el suelo se desplaza con el agua del mismo hacia las raíces de las plantas donde es absorbido.

El nitrógeno amoniacal por otro lado, se adhiere a la superficie de las partículas de suelo y no es traslocado a las raíces. Segundo, todas las formas de nitrógeno de los fertilizantes que se aplican a los suelos son transformadas a nitrato bajo condiciones adecuadas de temperatura, aireación, humedad, etc. por los organismos del suelo. (*California Fertilizer, 1 995*).

El nitrógeno es utilizado por las plantas para sintetizar aminoácidos, que a su vez forman proteínas. El protoplasma de todas las células vivas contiene proteínas. Las plantas requieren también nitrógeno para sintetizar otros compuestos vitales como la clorofila, los ácidos nucleicos y las enzimas. (*Barbosa M. 1 987*).

Fósforo.

El fósforo es absorbido por las plantas en forma de H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} o PO_4^{3-} , dependiendo del pH del suelo. La cantidad de fósforo disponible que existe en el suelo puede ser apenas del 1% o menos de la cantidad total existente. (*California Fertilizer, 1 995*).

La solubilidad del fosfato está bajo el control de varios factores. Uno de ellos es la cantidad total de fosfato en fase sólida que existe en el suelo. Cuanto mayor es la cantidad total presente en el suelo, mayor es la posibilidad de que este último tenga más fósforo en solución. (*California Fertilizer, 1 995*).

Otro factor importante es el nivel de contacto que existe entre el fosfato en fase sólida y la solución del suelo. Durante los períodos de rápido crecimiento de las plantas, el fósforo presente en la solución del suelo puede ser sustituida 10 veces o más al día por fósforo en fase sólida. La temperatura y el pH del suelo afectan también la solubilidad del fosfato. La disponibilidad máxima del fósforo del suelo ocurre cuando el pH va de 6,5 a 7,5 (*California Fertilizer, 1 995*).

Los trabajos realizados por varios investigadores han demostrado que las plantas absorben una mayor cantidad de fósforo cuando se

añade nitrógeno a los fertilizantes fosfatados. Las plantas lo utilizan para sintetizar ácidos nucleicos (ADN y ARN), así como para almacenar y transferir energía a partir de enlaces ricos en energía (ATP y ADP). (*California Fertilizer 1 995*).

Potasio.

El potasio es absorbido por las plantas en la forma de iones potasio (K^+). No se sintetizan en compuestos, como ocurre con el nitrógeno y el fósforo, sino que tiende a permanecer en forma iónica en las células y tejidos. El potasio es esencial en la translocación de azúcares y la formación de almidón, las células guardianes lo requieren para llevar a cabo la apertura y cierre de los estomas, procesos que son importantes para el uso adecuado del agua. (*California Fertilizer 1 995*).

Los suelos pueden contener de 408,6 a 6,536 kg. de potasio por cada 92,9 m², a una profundidad de 15,24 cm. Casi del 90 al 98% del potasio existe en los minerales primarios y no puede ser utilizado por las plantas. Del 1 al 10% es capturado en las arcillas con red cristalina en expansión y apenas puede ser utilizado entre 1, y el 2% está contenido en la solución del suelo y en los sitios de

intercambio y puede ser utilizado fácilmente por las plantas.
(*California Fertilizer 1 995*).

3.2.5. El Cultivo de Arroz en el Perú.

En Perú, la mayoría de áreas dedicadas al cultivo de arroz son irrigadas; bajo este sistema se produce aproximadamente el 93% de este cereal en el Perú. Las principales áreas productivas se encuentran ubicadas en la costa y en la selva alta. Estas áreas contribuyen con el 64,6% y 28,4% de la producción nacional, respectivamente. (*Bruzzone C. 1 999*). La producción nacional, asciende a 1'350 572,4 TM, con una superficie de 232 163,6 has., un rendimiento promedio de 5,82 TM/ha. Los principales valles arroceros de la selva se encuentra ubicados en los departamentos de Cajamarca (Jaén), de Amazonas (Bagua) y San Martín. La Selva Alta irrigada tiene un potencial medio en cuanto a productividad. Su rendimiento promedio actual bordea las 5,5 TM/ha. Sin embargo en San Martín se han registrado rendimientos superiores a las 9,0 TM/ha, en suelos con una adecuada fertilización, lo que indica que existe una brecha muy grande que cubrir en manejo del cultivo. En gran parte de la Selva

Alta irrigada se pueden producir dos campañas al año y existe el potencial para incorporar no menos de 50 000 nuevas hectáreas.

(Bruzzone C. 1 999).

Los principales limitantes de la Selva Alta lo representan los problemas de suelo y los problemas fitosanitarios. Ambos problemas pueden ser manejados satisfactoriamente con el desarrollo y uso de tecnología adecuada. La Selva Alta presenta una producción de 432 630,2 TM/ha, con una extensión de 80 677,4 has, y un rendimiento promedio de 5,362 TM/ha. En lo que respecta a la Selva Baja, presenta una producción de 79 723,0 TM, una superficie de 34 616,6 has, y un rendimiento promedio de 2,303 TM/ha. *(Bruzzone C. 1 990).*

En San Martín la variedad más utilizada es Capirona. Esta es una variedad de arroz desarrollada a partir del cruce CT-7948, introducida al Perú del CIAT y sometido a un proceso de estabilización y selección por parte de los fitomejoradores de la Red de Investigación en Arroz del Programa Nacional de Investigación de Maíz y Arroz (PNIMA) en las Estaciones Experimentales de "Nueva Cajamarca" y posteriormente en la de "El Porvenir", y puesta a disposición de los productores del bajo Mayo y del Huallaga Central desde el año de 1 995. Es una variedad que presenta las siguientes características; resistencia

intermedia al desgrane, un período vegetativo de 135 a 140 días, mediana resistencia al tumbado, de altura semi enana, presenta resistencia de campo a la enfermedad de la hoja blanca, de buena apariencia de grano, porque es largo, delgado y translúcido, de muy buena aceptación en el mercado nacional. Bajo condiciones comerciales locales el rendimiento oscila entre 6,0 a 7,0 TM/ha, teniendo un alto rendimiento potencial y habiendo llegado hasta las 9,00 TM/ha. (*Bruzzone et al... 1 997*).

3.2.6. Trabajos de Fertilización Nitrogenada.

Se condujo un experimento en el Instituto Internacional del Arroz (IRRI), para evaluar el comportamiento en dos variedades (IR-36 e IR-42) de diferentes clases de urea bajo condiciones de riego, fueron probados cuatro fertilizantes experimentales (basal e incorporado), llamados urea revestida(SCU), isobutylidene diurea (IBDU), urea forestry grade y urea dicyandiamide, los cuales se compararon con urea normal aplicada en dosis fraccionadas (1/3 basal e incorporado + 1/3 al inicio de la panícula y mitad 15 días después de la siembra y la otra mitad al inicio de la panícula). Los rendimientos de ambas variedades con 90 kg N/ha, aplicado en la forma de urea revestida con azufre basal e incorporado antes de la

siembra al voleo, fueron significativamente mas altos que las otras formas de urea y métodos de aplicación, excepto con la aplicación fraccionada de urea normal, a razón de 90 kg N/ha, 2/3 basal y 1/3 al inicio de la panícula, dio rendimientos de grano mas altos que la otra aplicación fraccionada de nitrógeno, mitad 15 días después de la siembra y mitad 40 días después de la siembra, pero no fue significativamente diferente del rendimiento obtenido con otras formas de urea, excepto con urea revestida. (*De Datta, S.K. y Rico G. 1 982*)

La aplicación fraccionada de nitrógeno a 120 kg N/ha dio un mayor rendimiento en comparación con los otros tratamientos a 90 kg N/ha, excepto la urea revestida, la cual dio rendimientos similares en las dos variedades. (*De Datta, S.K. y Rico G. 1 982*).

En la Estación Experimental San Ramón Yurimaguas, se probaron cuatro niveles de nitrógeno utilizando urea: 0,50,100 y 200 kg N/ha por cuatro épocas de aplicación; todo al trasplante, mitad al trasplante y mitad al inicio de panoja, mitad al macollamiento y mitad al inicio de panoja, un tercio al trasplante, un tercio al macollamiento y un tercio al inicio de panoja. Todos los

tratamientos fueron probados en dos sistemas de preparación del suelo: fangueado y no fangueado, arado en seco. En relación a las diferencias en rendimiento de grano, encontraron que las primeras cinco cosechas estarían relacionadas a los efectos del fangueo, debido a que disminuye el movimiento de agua a través del suelo lo cual puede aumentar significativamente la eficiencia del nitrógeno aplicado, debido a menores pérdidas por lixiviación, asimismo promueve la mineralización de nitrógeno del suelo e incrementa el potencial de nitrógeno que puede suministrar el cultivo. (*Arévalo L.A. 1991*).

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Materiales.

El presente trabajo de investigación se realizó en los campos de la Estación Experimental Agraria "EL PORVENIR", del Instituto Nacional de Investigación (INIA), ubicada en el Distrito de Juan Guerra, Provincia y Región de San Martín.

La Estación Experimental Agraria "EL PORVENIR"; geográficamente se encuentra a 6°38' de latitud sur y 76°21' de longitud oeste, con una altitud de 232. m.s.n.m. Para este estudio se utilizó la variedad CAPIRONA, de amplia aceptación en la Selva Alta.

Según ONERN, (1 992), ecológicamente el área de trabajo se encuentra en la zona de vida de bosque seco tropical (bs-t) en la Selva Alta del Perú.

En el cuadro 01 se presenta los datos meteorológicos durante el período experimental de Setiembre 1 998 a Enero 1 999.

El análisis físico - químico del suelo se realizó en el laboratorio de suelos de la estación Experimental "El Porvenir". Los resultados de este análisis nos indican que se trata de un suelo de textura arcillosa, de reacción

neutra, con un contenido medio de materia orgánica y nitrógeno y con alto contenido de fósforo y potasio. (Cuadro 2).

CUADRO N° 01.- Datos Meteorológicos de Temperatura, humedad relativa y precipitación pluvial durante los meses de Setiembre de 1 998 hasta Enero de 1 999 en la Estación Meteorológica de Juan Guerra (SENAHMI. 1 999).

MES	TEMPERATURA DEL AIRE (°C)			HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIP. (mm/mes)
	Máx.	Mín.	Media		
Setiembre	34,7	20,2	26,8	79,1	107,1
Octubre	33,6	21,5	27,0	81,3	110,5
Noviembre	34,1	21,9	28,0	73,0	90,0
Diciembre	34,2	21,6	27,9	74,0	85,5
Enero	32,8	21,8	27,3	80,0	123,6
TOTAL	201,1	128,6	163,6	467,4	680,5
PROMEDIO	33,51	21,43	27,26	77,9	113,42

En el presente Cuadro N° 01, se indica los datos meteorológicos obtenidos durante el desarrollo del trabajo, en donde el mayor mes de precipitación fue Enero y temperatura media en el mes de noviembre.

CUADRO No. 02.- Resultados de Análisis Físico - químico del suelo experimental realizado en el laboratorio de suelos de la E.E. "El Porvenir".

PARÁMETRO	VALOR	METODO EMPLEADO
<u>Análisis Físico:</u>		
Arena (%)	21,2	Bouyucos
Limo (%)	15,6	Bouyucos
Arcilla (%)	63,2	Bouyucos
Textura (%)	Arcilloso	Hidrómetro
<u>Análisis Químico:</u>		
Materia Orgánica (%)	2,00	Walkley y Black
Nitrógeno (kg/Ha).	45,00	Kjedahl
Fósforo (ppm)	29,7	Olsen Modificado
Potasio (meq/100g suelo)	0,53	Fotometría de llama
pH	7,4	Conductímetro
Ca + Mg (Meq/100g suelo)	37,5	Titulación

4.2. Metodología

4.2.1. Componentes en Estudio.

En este trabajo se estudiaron cuatro (04) tratamientos con incorporación de urea a una dosis de 160 Kg N/ha en diferentes proporciones y un tratamiento testigo que no recibió incorporación de fertilizante.

LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS FUERON:

<u>No. TRATAMIENTO</u>	<u>IDENTIFICACIÓN</u>
T ₀	Testigo. Aplicación al voleo del 50% de la dosis en lámina de agua, al inicio del macollamiento y el 50% de la dosis al inicio de formación de la panícula. (Punto de algodón).
T ₁	Incorporación del 100% de la dosis en suelo seco, antes del trasplante.
T ₂	Incorporación del 75% de la dosis en suelo seco antes del trasplante y 25% de la dosis al voleo al inicio de formación de la panícula. (Punto de algodón).
T ₃	Incorporación del 50% de la dosis en suelo seco antes del trasplante y 50% al voleo al inicio de formación de la panícula. (Punto de algodón).
T ₄	Incorporación del 25% de la dosis en suelo seco antes del trasplante y 75% de la dosis al voleo al inicio de formación de la panícula. (Punto de algodón).

La incorporación de la urea en cada tratamiento fue aplicada en dos fracciones antes del trasplante y al punto de algodón (80 días después de la siembra - DDS).

Antes del trasplante, se hizo la incorporación de urea en suelo seco, previamente nivelado, y bien mullido. Para la incorporación se utilizó la siguiente metodología.

- a). Se determinó la cantidad de fertilizante nitrogenado (urea) a aplicar por cada tratamiento.
- b). Después se voleó el fertilizante nitrogenado (urea) al suelo y luego se pasó a cubrir con pala y rastrillo, tratando en lo posible de depositarla a una profundidad de 10cm., similar a la profundidad lograda por una rastra liviana. El tiempo de la incorporación se realizó en un día, para todos los tratamientos.
- c). Luego al día siguiente se realizó la inundación de las unidades experimentales y el posterior trasplante.

Al encañado o punto de algodón (80 días después de la siembra - DDS) la aplicación de la urea se hizo al voleo, en una lámina de agua para todos los tratamientos.

Sin embargo, para el testigo la aplicación de la urea se realizó; según la forma tradicional de la zona, siendo aplicada al voleo en forma fraccionada a los 15 días después del trasplante(DDT)al encañado o punto de algodón (80 días después de la siembra - DDS) en lámina de agua.

4.2.2. Historia del campo Experimental.

El presente trabajo de tesis, se instalo en el campo de la Estación Experimental “El Porvenir” donde se ha venido trabajando durante 17 años en la producción de semilla de arroz básica y registrada.

4.2.3. Diseño Experimental.

Los tratamientos fueron dispuestos siguiendo un diseño estadístico de Bloques Completos al Azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

4.2.4. Características del campo experimental.

A). Del Experimento.

Largo	:	38,6m.
Ancho	:	13,4m.
Area	:	517,24m ²
No. De Bloques	:	04
No. De unidades experimentales	:	20

B). Bloque.

Largo	:	19,3m.
Ancho	:	5,8m.
Area del bloque	:	111,94m ²
No. de unidades Experimentales	:	05

C). Unidad Experimental.

Largo	:	5,0 m.
Ancho	:	3,0 m.
Area	:	15,0m ²
Area neta experimental	:	8,0 m ²
Separación entre unidades	:	1,15 m.

4.2.5. Manejo del Cultivo.

A). Almacigo.

La preparación del terreno consistió en la eliminación de la vegetación, roturación del terreno mediante un pase de rastra (semipesado), el batido del terreno en barro mediante un pase de rotovator y la posterior nivelación fina utilizando paletas de madera.

En una lámina de agua de 5 cm., se voleó semilla pre-germinada a una densidad de 150g/m² de almacigo, equivalente a 75 kg/ha., en terreno definitivo.

Sobre una lámina de agua de 5cm., se fertilizó empleando urea (46% N) a una dosis de 80 kg N/ha aplicando a los 15 días después de la siembra.

B). Campo Definitivo.

La preparación del suelo en el campo definitivo, comprendió la limpieza y mecanización del suelo. Inicialmente se dio una pasada de arado, luego se continuó con una doble pasada con rastra (semi pesada) para mullir bien el suelo, se hizo la

demarcación, estaqueo, la confección de los bordes, terminando con la instalación del sistema de riego, y la nivelación de las unidades experimentales.

La fertilización en campo definitivo se realizó empleando como fuente Nitrogenada Urea (46% N) a una dosis total de 160 kg. N/ha (6,96 bolsas/ha), en diferentes formas de aplicación .

El trasplante se efectuó una vez incorporado el fertilizante nitrogenado, previamente regado y/o inundado, cuando las plántulas tuvieron 27 días de almacigadas; se empleó 3 plantas por golpe; cuidando de que no estuviesen expuestas al sol por mucho tiempo. El distanciamiento fue de 0,25 m entre hileras y 0,25 m entre golpes.

En cuanto al manejo de plagas se hizo aplicaciones de insecticida (Cyfluthrina) y funguicida (Tebuconazole) a dosis de 200cc/ha; a los 40 días después de la siembra, luego se aplicó fungicida (tebuconazole) a los 90 días (DDS).

Para el control de malezas, se hizo aplicación de herbicida pre-emergente (Bentiocarbamato) a dosis de 3 litros/ha., en lámina de agua, a 3 días de finalizado el trasplante.

El riego se efectuó de acuerdo a las necesidades del cultivo, tomando en cuenta las épocas críticas de macollamiento floración y llenado del grano.

La cosecha se realizó en forma manual, en un área neta experimental de 8,0m² descartando los contornos para evitar el efecto de borde.

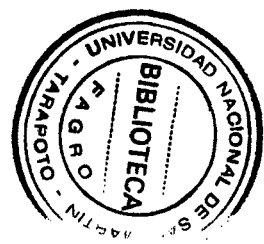
4.2.6 Observaciones Registradas.

1. Rendimiento de Grano por Hectárea.

Considerando el área de cada unidad experimental (8,0m²), se determinó el rendimiento en kg/ha., de arroz en cáscara ajustándose los datos al 14% de humedad.

2. Número de Panojas por Metro Cuadrado.

Se determinó el número de panojas por metro cuadrado del área neta experimental, en base a 16 golpes.



3. Número de Granos Llenos por Panoja.

Por cada parcela se tomaron 10 panojas al azar para determinar la fertilidad de los granos en base al número de granos llenos por panoja.

4. Peso de 1 000 Granos.

Se tomó 1 000 granos enteros por parcela, con un contenido de humedad del 14% y se calculó el promedio de sus pesos en gramos.

5. Macollamiento Total por Metro Cuadrado.

Se determinó el número de macollos totales, en un metro cuadrado, en base a 16 golpes.

6. 50% de Floración.

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta la fecha en que el 50% de las plantas entren en floración, en base a la observación visual de cada parcela.

7. Altura de Planta. ✓

Se midió la altura al 90% de maduración, desde la superficie del suelo hasta el ápice de la panícula más alta, excluyendo las aristas se evaluaron 10 plantas al azar.

8. Días a la Maduración Final.

Se registró el número de días transcurridos desde la fecha de siembra hasta la fecha de la cosecha.

9. Calidad Molinera. ✓

Se tomaron muestras de 100 gramos de semilla de cada unidad experimental, se limpió, se descascaró y se piló en molino experimental, luego se pesó el arroz blanco, y se clasificó en dos grupos; el arroz entero (granos enteros y granos de 3/4 de su tamaño), arroz partido o quebrado (menos de 3/4, mitades y puntas de grano), después se pesó cada uno de ellos, y representó el "Índice de pilada".

10. Relación Grano Paja.

Se tomaron el peso de 05 plantas al azar, luego se sometió el secado en estufa a 80°C por espacio de 72 horas, hasta que la muestra tenga el peso constante, tanto de los granos como de la paja.

V. RESULTADOS

Las evaluaciones se realizaron de acuerdo a las normas establecidas por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), según el Sistema de Evaluación Estándar para Arroz (CIAT, 1 983).

5.1. Rendimiento de Grano por Hectárea (Kg/ha).

CUADRO No.03: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO DE GRANO.

FUENTE	GL	S.C.	C.M	F.C.	SIGNIF.
Bloques	3	4,468	1,489		
Tratamientos	4	2,493	0,623	6,1781	**
Error	12	1,211	0,101		
TOTAL	19	8,172	--	--	--

** Altamente significativa entre tratamientos ($\alpha = 0,05\%$)

CUADRO No. 04: PRUEBA MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA EL RENDIMIENTO DE GRANO

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO DE GRANO (Kg/ha)	SIGNIFICANCIA (1)
T ₃	8 693	a
T ₄	8 373	ab
T ₂	8 168	b
T ₁	7 968	bc
T ₀	7 653	c
X	8 170	
C.V (%)	3,89	Sx = 0,16

(1) Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

5.2. Numero de Panojas por Metro Cuadrado.

CUADRO No. 05: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL NÚMERO DE PANOJAS POR M².

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	SIGNIF.
Bloques	3	1933,400	3644,467		
Tratamiento	4	9603,200	2400,800	7,3464	**
Error	12	3921,600	326,800		
TOTAL	19	15458,20	--	--	--

** Altamente significativo entre tratamiento ($\alpha = 0,05\%$)

CUADRO No. 06 : PRUEBA MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA EL NÚMERO DE PANOJAS POR M².

TRATAMIENTO	No. DE PANOJAS POR/M ²	SIGNIFICANCIA (1)
T ₃	272,8	a
T ₄	258,3	a
T ₂	255,0	a
T ₁	252,8	a
T ₀	207,8	b
X	249,3	
C.V (%)	7,25	S _x = 9,04

(1) Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

5.3. Número de Granos LLenos Por Panoja.

CUADRO No. 07: NÚMERO DE GRANOS LLENOS POR PANOJA.

FUENTE	G.L	S.C.	C.M.	Fc.	SIGNIF.
Bloques	3	10,800	3,600		
Tratamientos	4	118,700	29,675	3,3064	**
Error	12	107,700	8,975		
TOTAL	19	237,200	--	--	--

* Significativa entre tratamiento ($\alpha = 0,05\%$)

CUADRO No. 08: PRUEBA MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA EL NÚMERO DE GRANOS LLENOS POR PANOJA.

TRATAMIENTO	No. DE GRANOS LLENOS/PANOJA	SIGNIFICANCIA (1)
T ₃	126,8	a
T ₂	124,5	ab
T ₁	121,5	b
T ₄	120,8	b
T _o	120,5	b
X	122,8	
C.V.(%)	2,44	Sx = 1,49

(1) Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

5.4. Peso de 1 000 Granos (gr)

CUADRO No. 09: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PESO DE 1 000 GRANOS.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	SIGNIF.
Bloques	3	3,00	1,000		
Tratamientos	4	3,771	0,943	2,0826	N.S.
Error	12	5,433	0,453		
TOTAL	19	12,204	--	--	--

N.S. No Significativa entre tratamiento ($\alpha = 0,05\%$)

CUADRO No. 10: PRUEBA MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA EL PESO DE 1 000 GRANOS

TRATAMIENTOS	PESO DE 1 000 GRANOS(gr.)	SIGNIFICANCIA (1)
T ₄	29,15	a
T ₀	28,78	a
T ₂	28,24	a
T ₃	28,07	a
T ₁	28,05	a
X	28,46	
C.V.(%)	2,36	Sx = 0,34

(1) Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

5.5. Macollamiento Total por Metro Cuadrado

**CUADRO No. 11: ANALISIS DE VARIANZA PARA EL
MACOLLAMIENTO TOTAL POR
METRO CUADRADO.**

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	SIGNIF.
Bloques	3	8,200	2,733		
Tratamientos	4	35,200	8,800	5,617	**
Error	12	18,800	1,567		
TOTAL	19	62,200	--	--	--

** Altamente significativo entre tratamientos ($\alpha = 0,05\%$)

**CUADRO No. 12: PRUEBA MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA
EL MACOLLAMIENTO TOTAL POR
METRO CUADRADO.**

TRATAMIENTO	MACOLLAMIENTO TOTAL/M ²	SIGNIFICANCIA (1)
T ₄	276	a
T ₁	260	a
T ₂	256	a
T ₃	252	a
T ₀	212	b
X	251,2	
C.V.(%)	7,97	Sx = 0,63

(1) Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

5.6. Días al 50% de Floración

CUADRO No. 13: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LOS DÍAS AL 50% DE FLORACIÓN.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	SIGNIFIC.
Bloques	3	0,850	0,317		
Tratamientos	4	35,800	8,950	10,959	**
Error	12	9,800	0,817		
TOTAL	19	46,550	--	--	--

** Altamente significativo entre tratamientos ($\alpha = 0,05\%$).

CUADRO No. 14: PRUEBA MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA DÍAS AL 50% DE FLORACIÓN.

TRATAMIENTO	50% DE FLORACIÓN DÍAS	SIGNIFICANCIA (1)
T ₃	97,00	a
T ₄	96,50	a
T ₁	96,50	a
T ₂	96,00	a
T ₀	93,25	b
X	95,85	S _x = 0,45
C.V (%)	0,94	

(1) Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

5.7. Altura de Planta (cm)**CUADRO No. 15: ANALISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA DE PLANTA.**

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	SIGNIFIC.
Bloques	3	9,200	3,067		
Tratamientos	4	367,200	91,800	18,735	**
Error	12	58,800	4,900		
TOTAL	19	435,200	--	--	--

** Altamente significativo entre tratamiento ($\alpha = 0,05\%$)

CUADRO No. 16: PRUEBA MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA LA ALTURA DE PLANTA.

TRATAMIENTO	ALTURA DE PLANTA (cm)	SIGNIFICANCIA (1)
T ₂	119,3	a
T ₁	116,5	ab
T ₃	114,8	bc
T ₄	111,8	c
T ₀	106,8	d
X	113,8	
C.V (%)	1,95	S _x = 1,11

(1) Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

5.8. Días de la Maduración Final

CUADRO No.17: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LOS DÍAS DE LA MADURACIÓN FINAL.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	SIGNIFIC.
Bloques	3	0,400	0,133		
Tratamientos	4	2,300	0,575	3,286	*
Error	12	2,100	0,175		
TOTAL	19	4,800	--	--	--

* Significativa entre tratamiento ($\alpha = 0,05\%$)

CUADRO NO. 18: PRUEBA MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA LOS DÍAS DE LA MADURACIÓN FINAL.

TRATAMIENTO	DÍAS DE LA MADURACION FINAL	SIGNIFICANCIA (1)
T ₂	141,0	a
T ₁	140,8	a
T ₄	140,8	a
T ₃	140,5	a b
T ₀	140,0	b
X	140,6	
C.V(%)	0,30	S _x = 0,21

(1) Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

5.9. Calidad Molinera (Granos Enteros y porcentaje de pila).

CUADRO No. 19: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA CALIDAD MOLINERA, EN GRANOS ENTEROS.

FUENTE	G.L	S.C.	C.M.	Fc.	SIGNIFIC.
Bloques	3	1,57	0,523		
Tratamientos	4	4,10	1,024	4,13	*
Error	12	2,98	0,248		
TOTAL	19	8,64	--	--	--

* Significativa entre tratamiento ($\alpha = 0,05\%$)

CUADRO No. 20: PRUEBA MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA LA CALIDAD MOLINERA.

TRATAMIENTO	GRANOS ENTEROS	SIGNIFIC. (1) DE GRANOS ENTEROS	PORCENTAJE DE PILA
T ₃	60,51%	a	72,35 %
T ₂	60,48%	a	71,98 %
T ₁	59,61%	b	71,95 %
T ₀	59,56%	b	72,18 %
T ₄	59,55%	b	71,73 %
X	59,94%	-	72,03 %
C.V (%)	0,83	-	S _x = 0,25

(1) Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

5.10. Relación Grano Paja

CUADRO No. 21: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA RELACIÓN GRANO PAJA.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	SIGNIFIC.
Bloques	3	0,003	0,001		N.S.
Tratamientos	4	0,004	0,001	0,9348	
Error	12	0,012	0,001		
TOTAL	19	0,018	--	--	--

N.S. = No significativa entre tratamiento ($\alpha = 0,05\%$)

CUADRO NO. 22: PRUEBA MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA LA RELACION GRANO PAJA

TRATAMIENTO	RELACION GRANO PAJA	SIGNIFICANCIA (1)
T ₁	0,810	a
T ₂	0,810	a
T ₃	0,787	a
T ₄	0,787	a
T ₀	0,777	a
X	0,794	S _x = 0,016
C.V (%)	3,92	

(1) Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

**5.11. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS CINCO TRATAMIENTOS
EN ESTUDIO.**

**CUADRO No. 23: ANÁLISIS ECONÓMICO DE 5 TRATAMIENTOS EN EL
CULTIVO DE ARROZ (Kg/ha) AL TRASPLANTE
EVALUADOS EN LA E.E. "EL PORVENIR".**

TRATAMIENTOS	To	T1	T2	T3	T4
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN	3 661,30	3 768,30	3 781,30	3 781,30	3 781,30
1.-Costos de Aplicación del Fertilizantes Nitrogenado (S/.)	261,30	368,30	381,30	381,30	381,30
- Fertilizante Urea (S/.)	235,30	235,30	235,30	235,30	235,30
- Mano de Obra (S/.)	26,00	13,00	26,00	26,00	26,00
- Incorporación (S/. 80,0/1,5 h.rastra)	0,00	120,0	120,0	120,0	120,00
2.- Costos de Producción sin Incorporación de Urea.	3 400,00	3 400,00	3 400,00	3 400,00	3 400,00
Rendimiento (kg/Há)	7 653,00	7 968,00	8 168,00	8 693,00	8 373,00
Precio de Arroz Cáscara (S/./kg)	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Punto de Equilibrio (Kg).	5 230,43	5 383,29	5 401,86	5 401,86	5 401,86
Costo Unitario (S/.)	0,48	0,47	0,46	0,43	0,45
Ingreso Bruto (S/.)	5 357,10	5 577,60	5 717,60	6 085,10	5 861,10
Utilidad (S/.)	1 695,80	1 809,30	1 936,30	2 303,80	2 079,80
Relación Beneficio-costo	1,46	1,48	1,51	1,61	1,55
Rentabilidad (%)	46,32	48,01	51,20	60,92	55,00

VI. DISCUSIÓN:

6.1. Rendimiento de Grano por Hectárea (kg/há).

La diferencia altamente significativa según cuadro N° 04 de la prueba múltiple de Duncan, el tratamiento T₃ (50% incorporado) y T₀ (Sin incorporación), demuestra en forma contundente la ventaja productiva de la incorporación nitrogenada versus la fertilización tradicional. El coeficiente de variabilidad es excelente para la confiabilidad del análisis (3,89 %).

En el cuadro N° 04 de la prueba múltiple de Duncan, se observa la alta significatividad del T₃ frente al testigo tradicional (T₀), que principalmente se debe a los componentes del rendimiento, número de panojas por metro cuadrado y al número de granos llenos por panoja.

Tanto T₃ como T₀ presentan dosis iguales de aplicación en momentos similares, pero al parecer, el efecto en el rendimiento radica en la disponibilidad de nitrógeno durante la fase vegetativa, que debido a la incorporación fue mayor en T₃, demostrando alta eficiencia de la fertilización; concordando con lo mencionado por **Montero F. 1 992**, quien indica que incorporar los fertilizantes amoniacales en la capa reducida con inundación constante mejora la eficiencia de la fertilización y la planta absorbe mayor cantidad de nutrientes desde épocas tempranas.

La falta de significación estadística entre los rendimientos de T_3 y T_4 puede indicar que los requerimientos de nitrógeno pueden ser menores considerando el nivel de eficiencia de la fertilización, concordando con el **CIAT – 1 983**. Que la eficiencia de la incorporación puede ser hasta 2,5 veces mayor que la fertilización tradicional.

La reducción de los rendimientos de T_2 y T_1 frente a T_3 pueden deberse más a excesos de nitrógeno en el suelo que a su deficiencia en la fase reproductiva, según se verá en el punto relacionado con altura de planta.

6.2. Numero de Panojas por Metro Cuadrado.

En general el testigo presentó un número de panojas por metro cuadrado menor que el resto de los tratamientos, que puede deberse a que éstos tuvieron mejor disponibilidad de nitrógeno en la etapa de macollamiento. En el cuadro N° 06 de la prueba múltiple de Duncan, se observa que no existe diferencias estadísticas entre tratamientos con incorporación pero si con el testigo tradicional, donde resalto el T_3 (50% incorporado), atribuyendo a este componente al igual que el número de granos llenos por panoja el aumento en rendimiento de grano (kg/ha). Coincidiendo con lo manifestado por el **INIPA, 1 983**. Donde el rendimiento incrementa linealmente con el incremento del número de panojas por metro cuadrado y el número de granos llenos por panoja.

6.3. Número de Granos Llenos por Panoja.

La superioridad de T_3 en la variable número de granos llenos por panoja podría sugerir la dosis óptima de fertilizante aplicado al momento de encañado frente a las cantidades inadecuadas del T_4 y T_1 . El testigo presentó menor número de granos llenos por panoja frente a T_3 , posiblemente por un efecto secuencial de disponibilidad de nitrógeno en fases tempranas.

6.4. Peso de 1 000 Granos.

Los resultados obtenidos en el cuadro N° 10 de la prueba múltiple de Duncan, concuerdan con lo expresado por INIPA, 1 983 en donde el peso de 1 000 granos puede afectar el rendimiento en cierto modo, pero rara vez es un factor limitativo y en la mayoría de los casos permanece constante con relación a los demás componentes del rendimiento.

La falta de significatividad entre tratamientos demuestra que no existe una relación directa entre la práctica de la incorporación y el peso de granos.

6.5. Macollamiento Total por Metro Cuadrado.

La inferioridad del macollamiento del testigo (T_0) frente al resto de tratamientos evidencia el efecto positivo de la incorporación de urea al suelo, que posiblemente se debe a la eficiencia de la fertilización,

traducida en mayor cantidad de nitrógeno disponible, favoreciendo al macollamiento. Además, debe agregarse que el coeficiente de variabilidad de la prueba es excelente (7,97 %).

6.6. Días al 50% de Floración.

El efecto que tiene la incorporación de urea al suelo, elevando la eficiencia de la fertilización, se puede apreciar en el retraso de la floración de los tratamientos con respecto al testigo. Pese a que la diferencia entre el máximo valor registrado ($T_3= 97$ dds) y el mínimo ($T_0= 93,25$ dds) es estrecha, la prueba muestra un coeficiente de variabilidad excelente (0,94%), que brinda completa confiabilidad.

6.7. Altura de Planta.

La alta significatividad para las diferencias entre el testigo y el resto de tratamientos, demuestra una relación directa entre la disponibilidad real de nitrógeno en el suelo y la altura de planta. El orden de los resultados divergentes estadísticamente entre sí indica una relación de incremento de la altura en forma directa a la dosis suministrada en la incorporación (primera fertilización); tal es así que T_2 (75%) es más alto de T_3 (50%) y T_1 (100%) difiere estadísticamente de T_4 (25%).

El hecho de que T_2 difiere de T_3 y no de T_1 puede deberse a que en este último tratamiento el nitrógeno disponible no pudo aprovecharse en su

totalidad, mientras que en T_2 hubo un efecto mayor por el fraccionamiento de la fertilización.

6.8. Días de la Maduración Final.

Existe diferencias estadísticas entre tratamientos para esta variable. Aunque la cantidad del nitrógeno disponible afecta prolongando el período de maduración del cultivo, en este caso debe comentarse que la escala de evaluación cualitativa tiene un error propio (metodológico) al margen de la prueba estadística, lo cual no permite relacionar contundentemente los días de la maduración final con la incorporación; en este caso lo mas adecuado es trabajar con la variable días al 50% de floración.

6.9. Calidad Molinera.

T_3 y T_2 muestran ventajas comparativas en el rendimiento de Granos enteros frente al resto de tratamientos. Esto podría sugerir las dosis a trabajar en la práctica de incorporación de urea al suelo, para lograr la mayor cantidad de grano entero posible. Siendo el rendimiento de pila similar para todos los tratamientos, el porcentaje de granos quebrados es inversamente proporcional al de granos enteros, donde T_3 tiene el menor porcentaje de grano quebrado.

6.10. Relación Grano Paja.

No obstante las diferencias observadas en el rendimiento y desarrollo de tratamientos, la relación grano-paja se mantiene constante, evidenciando el funcionamiento de un complejo mecanismo de compensación en la planta.

6.11. Análisis Económico.

En el cuadro N° 23 del análisis económico, se demuestra la conveniencia del T₃ (50% incorporado) como práctica para lograr los mayores beneficios económicos. Se debe tener en cuenta que la práctica de incorporación se realiza con maquinaria, razón por la cual en el análisis económico se considera los costos de incorporación mecanizada, inferiores al costo de incorporación manual.

Un factor de distorsión de la relación beneficio-costos es el precio del producto, pero sus variaciones afectan proporcionalmente a todos los tratamientos.

VII. CONCLUSIONES.

1. La incorporación de urea incrementa el rendimiento de arroz irrigado. El mayor rendimiento lo presentó el tratamiento T₃ 50% incorporado y el menor rendimiento fue para el testigo (T₀) sin incorporación, en forma altamente significativa, también existieron algunas diferencias entre el resto de tratamientos.
2. Los tratamientos con incorporación de urea presentaron mayor número de panojas por m² frente al testigo, con alta significatividad.
3. El tratamiento T₃ presentó el mayor número de granos llenos por panoja, superando significativamente al testigo tradicional (T₀).
4. Los tratamientos con incorporación de urea al suelo (T₄, T₁, T₂ y T₃), se mostraron con el mayor número de macollos por m², superando al tratamiento testigo. (T₀).

5. Existió una significativa diferencia entre la altura de planta del testigo y el resto de los tratamientos, con algunas diferencias significativas entre sí.

Esta altura puede asociarse directamente con una mayor absorción de nitrógeno por la planta, por una mayor eficiencia en la fertilización.

6. Los tratamientos T_3 (50% incorporado) y T_2 (75% incorporado) presentaron el mayor porcentaje de granos enteros, calidad molinera e índice de pilada, respectivamente.

7. El mayor valor de Beneficio-costo (1,61), utilidad (S/. 2 301,80) y rentabilidad (60,92%) se dio para el tratamiento T_3 . El tratamiento testigo T_0 registró los mínimos valores de Beneficio – costo (1,46) utilidad (S/. 1 695,80) y rentabilidad (46,32%) respectivamente.

VIII. RECOMENDACIONES.

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio se recomienda:

1. Incorporar 50% de Nitrógeno en suelo seco antes del trasplante y 50 % al inicio de la formación de la panícula (Punto de algodón).
2. Ajustar la dosis de urea a incorporar, teniendo como referencia el tratamiento T₃. Se debe incluir testigos con similares dosis y momentos de aplicación para cada tratamiento.
3. Desarrollar trabajos de investigación a diferentes profundidades de incorporación.
4. Desarrollar nuevos trabajos de investigación en otras fuentes nitrogenadas o en mezclas con fertilizantes fosfóricos y/o potásicos.
5. Se recomienda para posteriores ensayos el uso de la incorporación mecanizada de urea al suelo, para una mejor determinación del efecto en la producción y beneficio económico.
6. Ampliar el rango de sistemas de incorporación de nitrógeno en las diferentes etapas de crecimiento y desarrollo del cultivo de arroz.

IX. RESUMEN.

El objetivo fundamental de la tesis fue determinar el efecto de la incorporación de diferentes niveles de nitrógeno (formulada en urea) en suelo seco en el rendimiento de arroz cáscara y calidad de grano de la variedad Capirona, en sistema de trasplante en la Estación Experimental "El Porvenir" San Martín, Perú.

El diseño experimental empleado fue de Bloques Completos al Azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. La fertilización e incorporación de nitrógeno fue al voleo, en suelo seco; el 50 % antes del trasplante y el otro 50 % en el periodo de punto de algodón (80 DDS).

El tratamiento T₃, (Incorporación del 50% de la dosis al voleo en suelo seco, antes del trasplante y 50% al periodo de punto de algodón) alcanzó el mayor rendimiento de grano con 8 693 Kg./ha, superando significativamente al testigo, que mostró precocidad a la floración frente a los demás tratamientos.

Los tratamientos T₃ y T₂ (Incorporación del 75% de la dosis al voleo en suelo seco, antes del trasplante y 25% al periodo de punto de algodón) mostraron la mejor calidad molinera.

Los resultados indican que la incorporación de nitrógeno favorece al rendimiento de arroz en cáscara. Sin embargo los niveles de utilidades y rentabilidad fue similar entre los tratamientos con incorporación de nitrógeno a excepción del testigo T₀.

SUMMARY.

The main objective of the thesis was to determine the effect of the incorporation of different nitrogen levels (formulated in urea) in dry soil in the yield of rice shell and quality of grain of the variety Capirona, in transplant system in the Estación Experimental “El Porvenir” San Martin, Peru.

The design experimental employed was at random of Complete Blocks with five treatments and four repetitions. The fertilization and nitrogen incorporation went to the volley, in dry soil, 50% before the transplant and the other 50% in the period of cotton point (80 DDS).

The treatment T₃, (Incorporation of 50% of the dose to the volley in dry soil, before the transplant and 50% in the period of cotton point)reached the biggest grain yield with 8 693 Kg./ha, overcoming the witness that showed precocity to the flowering in front of the other treatments significantly. The treatments T₃ and T₂ (Incorporation of 75% of the dose to the volley in dry soil, before the transplant and 25% in the period of cotton point)showed the best quality miller.

The results indicate that the nitrogen incorporation favors to the yield of rice in shell. However the levels of utilities and profitability was similar among the treatments with nitrogen incorporation to the witness exception T₀.

X. BIBLIOGRAFÍA.

1. AREVALO Luis A. 1 991. "Respuesta del Arroz a la Fertilidad bajo Condiciones de un Suelo Tropical Inundado". Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial, Proyecto Suelos Tropicales. Lima . 23 p.
2. BARBOSA FILHO, Morel P. 1 987. "Nutricao E. Adubacao Do Arroz" (Sequiro E Irrigado), Asociación Brasileira para Pesquería da Potasa edo Fosfato. Piracicaba. Brasil. 129 p.
3. BRUZZONE C.S 1 999. "Curso de Manejo Integrado de Plagas En Arroz". Nuevo Cajamarca, Perú. 145 p.
4. BRUZZONE C.S., GARCIA B., PALACIOS A. 1 997. Nuevos Cultivares de arroz para el Huallaga Central y la Selva Alta Peruana. Póster Proyectado en la X - Conferencia Internacional del Arroz para América Latina y el Caribe, Marzo de 1 997. Acarigua - Venezuela. 28 p.
5. BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA. 1 997. "Impresión EMEGE, Industria Gráfica, Lexus - España. 780 p.
6. CALZADA B.J. 1 970. "Métodos Estadísticos para la Investigación". Edición 3. Editorial Jurídica S.A. Lima - Perú . 645 p

7. CALIFORNIA FERTILIZER ASSOCIATION. 1 995. "Manual de Fertilizantes para Horticultura". Editorial LIMUSA S.A. Balderas / México D.F. 297 p.
8. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1 983. "Fertilización Nitrogenada del Arroz". Guía de Estudio. Cali - Colombia. CIAT. 40 p.
9. CURSO DE ARROZ Y LEGUMINOSAS DE GRANO (INIPA). 1 983. Estación Experimental Vista Florida - Chiclayo/Perú. 50 p.
10. DE DATTA S.K. 1 976. "Fertilizantes y Acondicionamiento del Suelo para el Arroz Tropical en Cultivo de Arroz". Escuela de Agricultura de la Universidad de Filipinas. 139 - 174 p.
11. DE DATTA S.K. y RICO G. 1 982. "Efecto de fuentes métodos y época de aplicación del nitrógeno sobre el rendimiento del arroz bajo condiciones de riego". International Rice Research Institute, Department of Agronomy. Los Baños - Philippines, 15 p.
12. ESCUELA DE AGRICULTURA DE LA UNIVERSIDAD DE FILIPINAS. 1 979. "Cultivo del Arroz". Manual de Producción Editorial Lima S.A. México. 426 p.

13. ESPAÑA P. B. Y GARCIA NORUEGA V. 1989. "Manual de Fertilizantes para Horticultura". Editorial Limusa S.A. Balderas - México D.F. 297 p.
14. GRIST D.H. 1982. "Arroz". Primera Edición. Editorial Continental S.A. México. 689 p.
15. MINGUILLO C.F. 1982. "Fertilización del Cultivo de Arroz", Curso de Adiestramiento en Producción de Arroz". Chiclayo - Perú.
16. MONTERO B. F. 1992. "Incorporando Urea Aumentarán sus Rendimientos en el Cultivo de Arroz". INIA. Transferencia de Tecnología Agropecuaria (TTA). Lima - Perú. 13 p.
17. OFICINA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE RECURSOS NATURALES (ONERN); 1992. Inventario y Evaluación Integral de los Recursos Naturales de la Zona del Bajo Mayo. Lima - Perú, Vol. I, 400 p.
18. ROSERO M. 1983. "Sistema de Evaluación Estandar para Arroz". 2da Edición. CIAT. Colombia. 59 p.
19. SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (SENAHMI). 1999. Dirección Regional de San Martín - E.E. "EL PORVENIR".

A N E X O S

ANEXO No. 01: RENDIMIENTO DE GRANO POR HECTAREA (kg).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	X
	I	II	III	IV		
T1	8 320,0	8 100,0	7 610,0	7 840,0	31 870	7 968,0
T2	8 550,0	8 220,0	7 240,0	8 660,0	32 672	8 168,0
T3	9 050,0	9 460,0	7 700,0	8 560,0	34 770	8 690,0
T4	8 440,0	9 240,0	7 360,0	8 450,0	33 493	8 373,0
T5	7840,0	7970,0	6970,0	7830,0	30600,00	7650,0

ANEXO No. 02: MACOLLAMIENTO TOTAL POR METRO CUADRADO

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	X
	I	II	III	IV		
T1	272	272	272	224	1 040	260
T2	256	272	256	240	1 024	256
T3	256	256	224	272	1 008	252
T4	256	320	256	272	1 104	276
To	192	224	208	224	848	212

ANEXO No. 03 : DIAS AL 50% DE FLORACIÓN.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	X
	I	II	III	IV		
T1	98	96	96	96	386,0	96,50
T2	96	96	96	96	384,0	96,50
T3	96	96	98	98	388,0	97,00
T4	96	96	96	98	386,0	96,50
To	93	94	93	93	373,0	93,25

ANEXO No. 04 . ALTURA DE PLANTA.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	X
	I	II	III	IV		
T1	116	118	116	116	466,00	116,50
T2	116	121	123	117	477,00	119,25
T3	116	112	118	113	459,00	114,75
T4	110	113	111	113	447,00	111,75
To	107	106	106	108	427,00	106,75

ANEXO No. 05 : NUMERO DE PANOJAS POR METRO CUADRADO.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	X
	I	II	III	IV		
T1	249	263	227	272	1 011,00	252,75
T2	255	265	256	244	1020.00	255.00
T3	251	316	252	272	1 091,00	272,75
T4	267	268	270	228	1 033,00	258,25
To	192	218	203	218	831.00	207.75

ANEXO No. 06: GRANOS LLENOS POR PANOJA

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	X
	I	II	III	IV		
T1	121	123	122	120	486,00	121,50
T2	126	128	118	126	498,00	124,50
T3	129	121	128	129	507,00	126,75
T4	121	121	119	122	483,00	120,75
To	120	119	122	121	482,00	120,50

ANEXO No. 07 : PESO DE 1 000 GRANOS (gr).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	X
	I	II	III	IV		
T1	28,092	29,315	27,557	27,224	112,18	28,04
T2	27,572	30,017	27,767	27,604	112,96	28,24
T3	27,630	27,690	28,420	28,535	112,27	28,06
T4	28,404	29,605	28,322	29,252	116,58	29,14
To	28,419	28,776	28,957	28,957	115,10	28,77

ANEXO No. 08 : DIAS A LA MADURACIÓN FINAL.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	X
	I	II	III	IV		
T1	140	141	141	141	563,00	140,75
T2	141	141	141	141	564,00	141,00
T3	141	141	140	140	562,00	140,50
T4	141	141	141	140	563,00	140,75
To	140	140	140	140	560,00	140,00

ANEXO No. 09 : MOLINERÍA GRANOS ENTEROS.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	X
	I	II	III	IV		
T1	59,54	58,79	60,27	59,80	238,40	59,60
T2	61,06	60,30	59,58	60,95	241,88	60,47
T3	60,57	60,34	61,17	59,98	242,00	60,50
T4	59,80	58,90	59,42	60,05	238,16	59,54
To	59,60	58,98	59,75	59,89	238,20	59,55

