

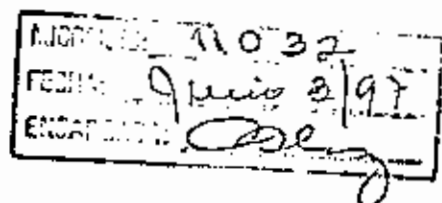
Efecto de niveles, fuentes y fraccionamientos de fertilizantes nitrogenados en arroz de secano

Proyecto especial presentado como requisito para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura.

presentado por

Cristian Bladimir Chicaiza Moreta

ZAMORANO, HONDURAS
Abril, 1998



829

BIBLIOTECA WILSON POPENO
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 83
TEGUCIGALPA HONDURAS

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reserva los derechos del autor.



Cristian Bladimir Chicaiza Moreta

Zamorano-Honduras
Abril, 1998

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen María por iluminar mi camino a lo largo de mi vida y mi carrera, "Dios mío gracias por ayudarme a salir adelante".

La culminación de este trabajo está dedicada enteramente a mis adorados padres Fabián y Susana por brindarme todo su apoyo incondicional, y siempre haber confiado en mí persona para salir adelante.

A mi abuelito Juan Pablo que en Paz descansa, por el valioso ejemplo que nos dejó, el saber que todo se puede con trabajo y perseverancia. Trataré de no defraudarte.

A Mayrita por brindarme todo su amor, apoyo y comprensión a lo largo de este año.

A mis queridos hermanos, Verito, Fabián y Gabi.

A toda mi familia y en especial a mis abuelitos por todo su apoyo y confianza depositada.

A mis tíos, Marco, Mercedes, Pablo P, Fausto, Delia por sus valiosos consejos oportunos.

A mi patria Ecuador.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y la Virgen María.

Un agradecimiento especial a mis queridos padres Fabián y Susana, gracias de todo corazón por estar siempre pendientes de que logre mis objetivos.

Al Dr. Pablo Paz por su apoyo, consejos, enseñanzas y tiempo a lo largo de la realización del proyecto.

A la Dra. Andrews, por su ayuda incondicional.

Al Dr. J.J Alan por su ayuda brindada en la culminación de mi proyecto.

A Julio Hasing, por todo su tiempo y apoyo brindado.

A mis compañeros de batalla, Joffre A., Miguel Y., Rodolfo P., Edwin F., Augusto T., Juan Diego P., por su amistad brindada.

A mis amigos del PIA, Andrés M., Emerson S., Stalin S., Pablo S., Diego R., Diego V., Carlos B., Gonzalo C., René B., Juan José O., Edison J., Edgar F., Marco H., Alex A., Paola P., Carlos P., Jack C., Francisco M., Alexandro T., por atenciones y consejos.

RESUMEN

Chicaiza, Cristian 1998. Efectos de niveles, fuentes y fraccionamientos de fertilizantes nitrogenados en arroz de secano. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 42p.

El arroz es el principal alimento para más de la mitad de la población mundial. Es el segundo cereal más importante después del trigo. El promedio de producción a nivel de Honduras es de 1,5 t/ha. Un incremento en la producción y rentabilidad del cultivo se pueden alcanzar mediante combinaciones de factores tecnológicos entre los cuales podemos identificar la fertilización, que ha experimentado en los últimos años un cambio significativo debido a la tendencia mundial de sostenibilidad que aboga por una reducción en el uso de agroquímicos. De esta manera, el éxito dependerá de conjugar estos factores tomando en cuenta limitantes de suelo y clima. El experimento se realizó en Zamorano. Tuvo como objetivo: Determinar los efectos de la variedad de arroz Cuyamel 3820 evaluando combinaciones de niveles, fuentes y fraccionamientos de fertilizantes nitrogenados para condiciones de secano, mediante la evaluación de sus interacciones en el rendimiento de grano y variaciones en los componentes de rendimiento. También se determinó un análisis parcial de costos sobre el rendimiento con las diferentes dosis y fuentes. Se experimentaron tres niveles, tres fuentes de nitrógeno y tres fraccionamientos. Se encontraron diferencias significativas en días a floración y días a madurez, en relación con el fraccionamiento. Con respecto a niveles hubo diferencia en altura de planta y tallos efectivos por m². No se encontró diferencia alguna en lo que respecta a fuentes de nitrógeno. A pesar de estas diferencias no se encontraron efectos significativos en el rendimiento. La variedad Cuyamel 3820 se adaptó bien a la cantidad de nitrógeno presente en el suelo por lo que amerita un posterior ensayo con niveles un poco más bajos que los incluidos para obtener un máximo de beneficio, siempre y cuando se tome como limitante la presencia de agua en el sistema. Como resultado del análisis, tomando en cuenta tendencias de rendimiento y basándose en los costos por aplicación, se puede llegar a concluir que existe menos gasto por aplicación utilizando urea y nitrato de amonio.

Palabras claves: Componentes de rendimiento y fenológicos, Cuyamel 3820, Fuentes de nitrógeno, arroz de secano

EL USO DIFERENTES FUENTES DE NITROGENO NO AFECTA LA PRODUCCION DE ARROZ EN LA VARIEDAD CUYAMEL.

La lucha técnica por incrementar la producción en arroz de secano es y seguirá siendo una tela larga por cortar. Un sinnfin de técnicas se han utilizado de manera que a nivel de productor de secano se logre incrementar su producción, que está entre 1.2 y 1.5 t/ha.

El cultivo de arroz tiene mucha importancia a nivel mundial, debido a que más de la mitad de la población del planeta lo utiliza como una fuente básica de alimentación dentro de su dieta diaria. Sin embargo, las áreas destinadas a su producción han ido disminuyendo específicamente en zonas bajo inundación, ya sea por falta de iniciativa a nivel gubernamental o por diversificación de productos. Sea cual fuere el motivo, de esta disminución cada vez se necesita más de este producto básico ya que la población mundial crece diariamente.

Con el fin de incrementar el rendimiento de la variedad de arroz Cuyamel 3820 utilizando una adecuada fertilización nitrogenada, se realizó un experimento en Zamorano, Honduras, donde se compararon urea, nitrato de amonio y sulfato de amonio en dosis de 80-120-160 kg de N/ha y tres fraccionamientos: a los 15 días después de la siembra, 15-45 DDS y 15-35-55 DDS.

Se observó que la variedad es muy susceptible al estrés hídrico y pH, por lo tanto no hubo una determinación efectiva de las combinaciones para incrementar la producción. Sin embargo, analizando los costos parciales por aplicación es más recomendable utilizar urea o nitrato de amonio debido a su menor costo de aplicación por ha.

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Resumen.....	vi
	Nota de prensa.....	vii
	Contenido.....	viii
	Índice de Cuadros.....	x
	Índice de Figuras.....	xi
	Índice de Anexos.....	xii
1	INTRODUCCION.....	1
2	REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1	Sistemas de producción.....	3
2.1.1	Arroz de regadío.....	3
2.1.2	Arroz de secano.....	3
2.2	Uso del nitrógeno por la planta de arroz.....	3
2.3	Reacciones del nitrógeno en el suelo; mineralización.....	4
2.4	Perdidas de nitrógeno del suelo.....	4
2.4.1	Lixiviación.....	4
2.4.2	Desnitrificación.....	5
2.4.3	Volatilización.....	5
2.5	Fertilizantes nitrogenados.....	5
2.5.1	Urea.....	6
2.5.2	Nitrato de amonio.....	6
2.5.3	Sulfato de amonio.....	6
2.6	Estudios de fuentes de nitrógeno.....	7
2.7	Frecuencias de aplicación y niveles de nitrógeno.....	7
2.8	Descripción de la variedad.....	8
3	MATERIALES Y METODOS.....	9
3.1	Ubicación.....	9
3.2	Material vegetal.....	10
3.2.1	Siembra.....	10
3.3	Parcela experimental.....	10
3.4	Diseño experimental.....	11

3.5	Tratamientos.....	11
3.6	Prácticas agronómicas.....	12
3.6.1	Preparación del suelo.....	12
3.6.2	Combate de malezas.....	12
3.6.3	Cosecha.....	12
3.7	Variables medidas.....	12
3.7.1	Días a floración.....	12
3.7.2	Altura de planta.....	12
3.7.3	Días a madurez fisiológica.....	13
3.7.4	Rendimiento.....	13
3.7.5	Componentes de rendimiento.....	13
3.8	Análisis estadístico.....	13
4	RESULTADOS Y DISCUSION.....	15
4.1	Efectos sobre los factores.....	19
4.1.1	Días a floración.....	19
4.1.2	Días a madurez.....	20
4.1.3	Días a cosecha.....	20
4.1.4	Altura de planta.....	21
4.2	Efectos sobre componentes de rendimiento.....	23
4.2.1	Tallos por m ²	23
4.2.2	Tallos efectivos por m ²	24
4.2.3	Granos por panícula.....	25
4.2.4	Peso hectolítrico.....	25
4.2.5	Rendimiento.....	26
5	CONCLUSIONES.....	30
6	RECOMENDACIONES.....	31
7	BIBLIOGRAFIA.....	32
8	ANEXOS.....	34

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1	Precipitación en mm durante el período del ensayo. Zamorano 1997.....	9
2	Resultados del análisis del suelo de la parcela experimental localizada en la zona de San Nicolás, Zamorano 1997.....	9
3	Resumen de los tratamientos utilizados en el ensayo.....	11
4	Efectos de los tratamientos sobre etapas fenológicas, de la variedad Cuyamel 3820. Zamorano, Honduras 1997.....	15
5	Efectos de los tratamientos sobre el rendimiento y los componentes de la variedad Cuyamel 3820. Zamorano, Honduras 1997.....	16
6	Niveles de significancia obtenidos en el Andeva de los efectos de factores sobre los parámetros estudiados de arroz, variedad Cuyamel 3820.....	17
7	Efectos simples de factores estudiados sobre variables fenológicas y de rendimiento de la variedad Cuyamel 3820.....	18
8	Diferencias de medias del fraccionamiento para días a floración y su nivel de significación (Método Tukey-Kramer).	19
9	Efectos simples de la suplementación de dosis de N sobre la altura de la planta.....	21
10	Porcentaje de tallos efectivos en relación a total de tallos por m ² ..	23
11	Efecto de la suplementación de N, sobre el número de tallos efectivos.....	24
12	Análisis aritmético del rendimiento en arroz de secano en base a niveles y fuentes de N.....	29

INDICE DE FIGURAS

Figura

1	Altura de planta en relación a la fertilización con N.....	22
2	Tallos efectivos por m ² en relación a la fertilización con N.....	25
3	Rendimiento por ha en relación a dosis de N.....	27

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1	Análisis de varianza para días a floración.....	35
2	Análisis de varianza para días a madurez.....	36
3	Análisis de varianza para altura de planta.....	37
4	Análisis de varianza para tallos efectivos por m ²	38
5	Análisis de varianza para rendimiento.....	39
6	Ajuste de regresión para altura de planta.....	40
7	Ajuste de regresión para tallos efectivos por m ²	41
8	Ajuste de regresión para rendimiento en función a dosis de nitrógeno.....	42

1. INTRODUCCION

Las estadísticas de producción y difusión del arroz indican que es el cultivo cerealero más importante del mundo en desarrollo y el alimento básico de más de la mitad de la población del planeta. En muchos países, los esfuerzos esenciales de desarrollo para cubrir las necesidades alimentarias nacionales se centran en el arroz. Al mismo tiempo a lo largo de varios años, ha progresado considerablemente nuestro conocimiento sobre las propiedades del arroz; además, se han logrado aumentos en la producción específicamente en países asiáticos (FAO, 1994).

El arroz de secano es un sistema en el que se siembra como cualquier otro cultivo, sin preparación de tierra mojada, transplante o diques alrededor de los campos. El arroz de secano es la forma más predominante de cultivo en América y África tropical. Representa el 72% del área total del arroz en África tropical, y el 75% en América tropical (Sánchez, 1981). En el caso de Centroamérica el 76% del área es destinada al sistema secano (Paz, 1997)¹.

Lavare y Suazo (1993), informan que en Honduras el 93% del arroz se cultiva en condiciones de secano. Este porcentaje de área cultivada, usualmente se reparte entre agricultores cuyos campos sufren de condiciones adversas para el crecimiento del cultivo, obteniendo, generalmente, rendimientos muy bajos que en promedio se encuentran en 1,5 t/ha.

Mundialmente, los rendimientos del arroz de secano son más bajos que los de arroz inundado. Probablemente la falta de agua y la falta de investigación sobre este sistema, constituyen las principales razones por las cuales los rendimientos son menores (Sánchez, 1981).

En la última década la fertilización ha experimentado un cambio, por la tendencia mundial a la sostenibilidad, que aboga por un menor uso de agroquímicos, en contraposición con épocas anteriores en que se trataba de usar fertilizante al máximo. El éxito de la explotación dependerá, pues, de conjugar adecuadamente todos los factores, entre ellos la fertilización, de forma que se obtenga la combinación óptima dentro de las limitaciones de clima y suelo.

¹PAZ P.E. 1997. Arroz de secano. Escuela Agrícola Panamericana. (Comunicación personal).

En estas condiciones, la fertilización bien realizada es capaz de aumentar los rendimientos de los cultivos (Gros, 1976).

El nitrógeno (N) es constituyente de aminoácidos, amidas, proteínas, bases como purinas y nucleoproteínas. La falta de N y de clorofila significa que el cultivo reducirá el uso de la luz solar como fuente de energía para llevar a cabo funciones esenciales tales como la absorción de nutrimentos (Suarez, 1994).

La absorción de los nutrimentos por la planta de arroz puede tener lugar de dos formas: el N es absorbido en forma amoniacal, si se encuentra en un sistema bajo inundación, o también puede ser asimilado en forma nítrica en el caso de secano ya que al existir una oxigenación mayor del terreno favorece la absorción del N en forma nítrica (Tinarelli, 1989).

El N es absorbido rápidamente durante las primeras etapas de desarrollo hasta el final del período vegetativo, decae ligeramente durante el estado de máximo macollamiento y diferenciación y vuelve a ser absorbido con rapidez hasta la etapa de grano pastoso. Sin embargo una asimilación mayor ocurre después de la floración (Perdomo, González, Galvis, 1985).

Todas las investigaciones relacionadas con la fertilización del arroz han demostrado, de forma clara, las grandes ventajas que se derivan del fraccionamiento del abonado nitrogenado, cuanto más permanente es el cultivo del arroz y cuanto más sueltos, arenosos y pobres los suelos más evidente es el efecto del fraccionamiento sobre la producción y sobre la capacidad de defensa a enfermedades (Tinarelli, 1989).

OBJETIVOS

General:

Determinar la mejor combinación de niveles, fuentes de N y fraccionamiento en condiciones de secano, sobre rendimiento y sus componentes de la variedad Cuyamel 3820.

Específicas:

- Evaluar la interacción de factores tales como mejor nivel, fracción y fuente de N en relación con la productividad.
- Determinar los componentes de rendimiento del cultivo bajo las condiciones de secano.
- Realizar un análisis económico del rendimiento con las diferentes fuentes de N.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 SISTEMAS DE PRODUCCION

2.1.1 Arroz de regadío

En este sistema la preparación de la tierra previo a la siembra se realiza con el suelo húmedo, y la mayor parte del arroz de riego se transplanta aunque cada vez se recurre mas a la siembra directa. Lo ideal es mantener el agua en el arrozal para impedir el desarrollo de malezas durante la época de crecimiento (FAO, 1994).

2.1.2 Arroz de secano

En este sistema el arroz se siembra como cualquier otro cultivo, sin preparación de tierra mojada, sin transplante y no necesariamente se poseen diques en los alrededores (Sánchez, 1981). El empleo de fertilizantes en este sistema es bajo, siendo difícil el establecimiento de las plantas y los rendimientos son bajos con respecto al sistema bajo inundación, sin embargo, el sistema de secano es muy utilizado (FAO,1994).

2.2 USO DEL NITROGENO POR LA PLANTA DE ARROZ

Los cultivos asimilan el N como NO_3^- y NH_4^+ . Con respecto al cultivo de arroz dependiendo del sistema de producción, el nitrógeno puede ser asimilado en forma de amonio si el sistema es inundado o en forma de nitrato si el cultivo se encuentra bajo condiciones de secano (Tinarelli ,1989). Con respecto a su movilidad el N es muy móvil lográndose translocar de las hojas hacia los órganos que lo necesiten (Andrews, 1997).

Sin embargo, el efecto del N y su respuesta dependen de factores como tipo de planta radiación solar, manejo del agua, periodo vegetativo, propiedades y características del suelo (Sánchez, 1981).

En síntesis, la función principal del N es la participación en la elaboración de las proteínas protoplasmáticas las cuales se utilizan para incrementar el macollaje y el área foliar (Murillo y González, 1982).

León y Arregoses (1985) indican que en suelos secos o en condiciones aeróbicas el producto final de la mineralización de compuestos orgánicos son los nitratos. Cuando se inunda el suelo se crean condiciones químicas y biológicas que afectan las transformaciones del N debido a la ausencia del oxígeno (O_2), la mineralización orgánica cesa al llegar al estado de amonio el cual es estable y tiende a acumularse.

2.3 REACCIONES DEL NITROGENO EN EL SUELO; MINERALIZACION

Según Sánchez (1981) la descomposición del N orgánico del suelo en compuestos inorgánicos, llamada mineralización, consiste de tres etapas: aminización, la transformación de proteínas en aminas; amonificación, la transformación de aminas en amonio (NH_4^+); y nitrificación, la transformación de amonio en nitrato (NO_3^-), con una etapa intermedia corta de transformación de nitrito (NO_2^-).

Los suelos de pH bajo ocasionan que la mineralización del N orgánico sea lenta, probablemente porque tan solo parte de la flora microbiana está adaptada a ambientes ácidos y también por tener relativamente alto contenido de materia orgánica en el suelo (Atanasiu y Samy, 1985). Quizás el factor dominante que afecta las tasas de mineralización del N en los trópicos sea el contenido de humedad en el suelo, temperatura, actividad microbial (Sánchez, 1981).

2.4 PERDIDAS DE NITROGENO DEL SUELO

Además del N extraído por las plantas, los procesos que conducen a pérdidas de este elemento incluyen: lixiviación, desnitrificación, volatilización, erosión y escorrentia (León y Arregoses, 1985). Otros factores que también están involucrados en las pérdidas de N incluyen humedad, textura y el pH del suelo; así mismo las prácticas del cultivo como fuente de N, dosis, época de aplicación durante el ciclo del cultivo y la forma de aplicación de los fertilizantes nitrogenados (Suarez, 1994).

2.4.1 Lixiviación

León y Arregoses (1985), indica que la lixiviación de nitratos es altamente relacionada con el movimiento de agua en el suelo. La cantidad de N perdido depende de la forma y cantidad de N presente o añadido, la duración de las lluvias, capacidad de retención del agua del suelo, el contenido de humedad en el momento que ocurre la lluvia y el tipo de cultivo presente (Suarez, 1994).

La fuente amoniacal es menos susceptible a las pérdidas por lixiviación que el ion NO_3^- , ya que el ion NH_4^+ es fuertemente retenido por el complejo coloidal; dependiendo del tipo de arcilla se retiene en mayor o menor cantidad (Sánchez 1981). Sin embargo, según

León y Arregoses (1985) las pérdidas por lixiviación en condiciones de inundación son altamente significativas.

2.4.2 Denitrificación

León y Arregoses (1985), la define como la reducción biológica de nitratos o nitritos a N gaseoso, el cual pasa a la atmósfera. Bajo condiciones de campo, el óxido nitroso es el gas que se pierde en grandes cantidades. Un alto contenido de residuos combinado con un bajo contenido de (O_2) favorecen las reacciones de denitrificación y las pérdidas de N en forma de gas. La reducción microbiana de nitritos y nitratos la realizan varias especies de bacterias; muchas de ellas pueden usar el oxígeno como receptor del hidrógeno (H), pero también pueden usar nitritos y N nítrico como sustitutos.

2.4.3 Volatilización

Las pérdidas de N por volatilización tienen en la actualidad mayor importancia que en el pasado debido al aumento considerable en las dosis de fertilizante nitrogenado utilizadas y a la preferencia de la urea como fuente amoniacal, en lugar de sales de amonio. Con mucha frecuencia la eficiencia de la urea es muy baja debido a las pérdidas de N por volatilización. La magnitud de las pérdidas se ven afectadas por la textura, la materia orgánica, el régimen de riego, la humedad relativa, el manejo de los fertilizantes, la época y la forma de aplicación (Suarez, 1994).

Según las fertilizaciones efectuadas durante las épocas secas y sobre todo en suelo seco, causan daños a la planta de arroz y ocurren grandes pérdidas de fertilizante por volatilización (las pérdidas por volatilización son mayores con urea que con sulfato de amonio). Murillo y González (1982).

2.5 FERTILIZANTES NITROGENADOS MINERALES

Los fertilizantes nitrogenados se pueden clasificar en:

- Inorgánicos.
 - Amónicos, como el sulfato de amonio
 - Nítricos, como el nitrato de calcio
 - Amónicos-nítricos, como el nitrato de amonio
- Orgánicos
 - Amídicos, como la urea

2.5.1 Urea

La urea o carbodiamida, es un producto de origen orgánico el cual también es obtenido sintéticamente a partir del amoníaco, haciéndolo reaccionar con el anhídrido carbónico (CO_2) (Holland Chemical International, 1997). Cuando se aplica urea al suelo, el N amídico (NH_2) se convierte, en primer lugar, en N amoniacal (NH_4^+) para pasar posteriormente a N nítrico (NO_3^-). Antes de que comiencen estas conversiones y por no ser la molécula de urea absorbida por las partículas del suelo este fertilizante es propenso al lavado. La urea contiene 46% de N en forma amídica, es un producto higroscópico que debe ser conservado en materiales herméticos especiales para evitar su deterioro. Su presentación es granulada; en polvo y de color blanco (Atanasiu y Samy, 1985).

En el suelo, por acción de la hidrólisis, se convierte en carbonato amónico lo que le da al suelo cierto carácter alcalino; posteriormente, por la acción de los microorganismos, se transforma en nitritos, que le dan al suelo, finalmente, un carácter ácido, motivo por el cual se recomienda realizar análisis de suelo en forma periódica para determinar el pH y corregir, en caso de existir una acidez extrema (Holland Chemical International, 1997).

2.5.2 Nitrato de amonio

Posee 33.5 % de N, distribuido en iguales proporciones en forma nítrica (NO_3^-) y en forma amoniacal (NH_4^+). Se puede aplicar en suelos salinos sin que exista riesgo de salinización; la forma nítrica, tiene una relación sinérgica con calcio (Ca), el magnesio (Mg) y el potasio (K). Esta asimilación, en cambio, es antagónica al existir la forma amoniacal en el suelo (Holland Chemical International, 1997).

2.5.3 Sulfato de amonio

El sulfato de amonio contiene 21% de N y 24 % de azufre (S). Es la fuente más antigua de N amoniacal y es una buena fuente de S para los suelos deficientes en este elemento. Cuando se añade al terreno, el ion amonio es retenido temporalmente por la fracción coloidal del suelo, hasta que es nitrificado. A causa del anión sulfato que lo acompaña esta forma de N tiende a ser ácida en su reacción en el suelo (Holland Chemical International, 1997).

Este fertilizante actualmente ha sido muy utilizado debido a su poca lixiviación ya que se retiene en los coloides del suelo (Atanasiu y Samy, 1985).

2.6 ESTUDIOS DE FUENTES DE NITROGENO

Experimentos de campo confirman que no hay diferencia significativa entre el sulfato de amonio, la urea y el nitrato de amonio en cuanto al cultivo de arroz, además que la eficiencia depende de las propiedades del suelo y del método de aplicación (Martínez, Name y Díaz, 1991). Informan también, que la acidez que produce un kg de N en el caso del sulfato de amonio es casi el triple de la que produciría un kg de N procedente de la urea.

Sánchez (1981), determinó que en estudios sobre el comportamiento de la urea y el sulfato de amonio, se encontraron resultados en donde la urea fue inferior. Este efecto se atribuye a una aplicación superficial de la urea de manera que no actúa adecuadamente por volatilizarse cuando se aplica en la superficie del suelo.

Murillo y González (1982), indican que las investigaciones con respecto a fuentes de N permitieron determinar que en el arroz de secano, no hay diferencia entre usar fuentes amoniacaes o nítricas, cuando no existan condiciones de saturación de suelos, aunque en estas condiciones, las fuentes amoniacaes significan mayor garantía y un mejor aprovechamiento de N. Estudios efectuados en Liberia (Costa Rica) usando fuentes de liberación lenta o de liberación controlada, como la urea recubierta con azufre, permitieron determinar que estos fertilizantes son más efectivos.

2.7 FRECUENCIAS DE APLICACIÓN Y NIVELES DE NITROGENO

Murillo y González (1982) indican que la mayor eficiencia en el uso del N se lograba cuando se fraccionaba y que la época más crítica y de efectos más positivos en los rendimientos era al inicio del desarrollo del primordio floral, aproximadamente 70 a 80 días después de la siembra.

El fraccionamiento del abonado nitrogenado ha demostrado, de forma clara, grandes ventajas que derivan, cuanto más permanente es el cultivo de arroz y cuanto más sueltos y arenosos, pobres en coloides minerales y humus, son los terrenos, superior y más evidente es el efecto del fraccionamiento sobre la producción (Tinarelli, 1989).

El fraccionamiento del abonado a pesar de mayores gastos de organización y distribución, ofrece numerosas ventajas. Permite calcular las cantidades de abono nitrogenado en función de las necesidades que la planta manifiesta durante el desarrollo del cultivo (Tinarelli, 1989).

Los estudios sobre la fertilización nitrogenada para arroz de secano han permitido determinar que el N es necesario fraccionarlo en tres épocas (a la siembra, al macollamiento y al inicio del primordio floral). También se ha podido demostrar que el fraccionamiento en dos partes: la mitad al macollaje y la otra al inicio del primordio floral, son sistemas más adecuados que abonar con todo el N a la siembra (Murillo y González 1982).

En cuanto a las dosis, Aguilar y Grau (1994) indican que cuando se aplican altas fertilizaciones nitrogenadas aumenta el porcentaje de granos vacíos, siendo algunas variedades especialmente sensibles. El número de espiguillas por panícula está estrechamente relacionado con el contenido de N absorbido hasta el momento de la floración, posteriormente, para obtener un mejor llenado del grano, es preciso un buen suplemento de N (Atanasiu y Samy, 1985).

2.8 DESCRIPCION DE LA VARIEDAD

La variedad Cuyamel 3820 fue desarrollada en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Colombia, mediante el cruce varietal de CICA7 por IR5533-13-1. Fue liberada en Honduras en 1985 (Programa Guayape, Olancho, 1998)².

Descriptivamente la variedad Cuyamel 3820 se caracteriza por ser de porte mediano (90-110 cm), moderadamente resistente al acame, buen macollamiento, se adapta muy bien a alturas que van de 0 - 750 msnm (Paz, 1998)³.

²CHRISTIANSEN, J. 1998. Cuyamel. Programa Guayape, Olancho, Honduras (Comunicación personal).

³PAZ P.E. 1998. Variedad Cuyamel. Escuela Agrícola Panamericana. (Comunicación personal).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACION

El presente ensayo se llevó a cabo en el sector de San Nicolás, de Zamorano, a una altura de 800 msnm, en el valle del río Yeguaré, Departamento de Francisco Morazán, Honduras. La precipitación durante los meses del ensayo se encuentra referida en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Precipitación en mm durante el período del ensayo. Zamorano 1997.

Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
96	84	160	103	109	5	557

El Cuadro 2 muestra las características físico-químicas del suelo donde se realizó el ensayo.

Cuadro 2. Resultado del análisis de suelo de la parcela experimental localizada en la zona de San Nicolás, Zamorano, 1997.

Análisis	Cantidad	Observación
pH (H ₂ O)	4.93	Fuertemente ácido
Materia Orgánica	2.32%	Medio
Nitrógeno	0.11%	Medio
Fósforo	17 ppm	Bajo
Potasio	200 ppm	Alto
Textura		Franca

Fuente: Laboratorio de Suelos de Zamorano, Honduras.

El terreno donde se realizó el experimento está clasificado como Mollic Ustifluent, miembro de la familia gruesa sobre mediana. Su topografía es plana a casi plana con una pendiente de 0 a 2%, con una capa superficial color pardo de textura mediana y una profundidad de 15 cm. El subsuelo con un espesor aproximado de 39 cm, es de color pardo grisáceo a pardo intenso, de textura gruesa. El sustrato tiene un espesor aproximado de 46 cm, por lo general, es rojo oscuro, de textura media con presencia de pocos fragmentos gruesos y pedregones redondeados que constituyen un 2% del volumen del sustrato (SECPLAN, 1989).

3.2 MATERIAL VEGETAL

Se utilizó la variedad de arroz Cuyamel 3820, cuyo periodo vegetativo es de 125 a 134 días después de la siembra. Ensayos realizados en Zamorano muestran periodos vegetativos de 140 -150 días. Es tolerante a la enfermedad conocida como piricularia (*Pyricularia oryzae*).

3.2.1 Siembra

La siembra se realizó directamente a chorro corrido utilizando un arreglo entre hileras de 0.20m, para darnos una cantidad de semilla de 100kg/ ha. Como fuente de P se utilizó DAP y como fuente de K se utilizó KCl, las dosis utilizadas fueron de 100kg/ha y 50kg/ha, respectivamente.

3.3 PARCELA EXPERIMENTAL

La unidad experimental consistió de 10 surcos de 6 m de longitud, espaciadas a 0.20 m. Dentro de ésta hubo dos subparcelas; una de las cuales se utilizó para calcular rendimientos y la constituyeron cuatro surcos centrales, recortadas 0.5 m de longitud en cada extremo. La otra fueron dos surcos adyacentes a los bordes, tomando una longitud de 1.25 m por un ancho de 0.50m para un área de 0.50 m², la cual se utilizó para medir los componentes de rendimiento.

3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, en un arreglo factorial de 3x3x3 más tres testigos absolutos con cuatro repeticiones. Los factores fueron: tres niveles de N equivalentes a 80, 120, 160 kg/ha, a partir del N del suelo, utilizando las cantidades necesarias de cada una de las fuentes: Urea, sulfato de amonio y nitrato de amonio, fraccionando los mismos un 1, 2, 3 veces. Con esto dio un total de 30 tratamientos.

La forma como se aplicó fue en bandas las cuales posteriormente fueron incorporadas por una cultivadora, luego se procedió a realizar riegos por cuanto el suelo en algunas ocasiones se encontraba sin la humedad deseada para el aprovechamiento mejor del fertilizante.

3.5 TRATAMIENTOS

Cuadro 3. Resumen de los tratamientos utilizados en el ensayo.

TRATAMIENTOS		
Fuentes	Niveles de N	Fraccionamientos
Nitrato de amonio	80, 120, 160 kg/ha	15DDS
		15DDS, 45DDS (50% cada una)
		15DDS, 35DDS y 55DDS (33% cada una)
Sulfato de amonio	80, 120, 160 kg/ha	15DDS
		15DDS, 45DDS (50% cada una)
		15DDS, 35DDS y 55DDS (33% cada una)
Urea	80, 120, 160 kg/ha	15DDS
		15DDS, 45DDS (50% cada una)
		15DDS, 35DDS y 55DDS (33% cada una)

El tratamiento testigo se basó en la cantidad de N que se encuentra en el suelo a partir del análisis de suelo.

3.6 PRACTICAS AGRONOMICAS

3.6.1 Preparación del suelo

El terreno se preparó con una arada y dos pases de rastra. Previo a la siembra se trazaron las hileras con una marcadora manual de puas calibrada a 0,20 m entre hileras. Antes de la última rastreada se aplicó el equivalente de 100 kg P_2O_5 /ha y 50 kg de K_2O /ha en una mezcla física de 18-46-0 y de 0-0-60.

3.6.2 Combate de malezas

El combate de malezas se llevó a cabo a los 21 días después de la siembra con aplicaciones de propanil y 2-4-D. Posteriormente, el combate fue manual debido a la persistencia de las malezas, sobre todo de gramíneas.

3.6.3 Cosecha

Se determinó el momento de la cosecha cuando la planta mostraba su panícula caída y el llenado del grano ya se había completado en su totalidad.

3.7 VARIABLES ESTUDIADAS

Se cosecharon las plantas que se encontraban dentro del área de evaluación para los componentes de rendimiento como para rendimiento, cortando las plantas con hoces y posteriormente desgranando las panojas dentro de un barril y guardaron los granos en bolsas de papel debidamente etiquetadas para su posterior toma de rendimiento estandarizado.

Para los componentes de rendimiento se procedió a cosechar el área determinada que comprendió 0,5m². Todo el material vegetativo fue colocado en bolsas etiquetadas para su posterior toma de datos.

3.7.1 Días a floración

Se determinó cuando el 50% de las plantas de la parcela útil se encontraban en floración.

3.7.2 Altura de planta

Se midió cuando las plantas se encontraban al inicio de madurez fisiológica y se tomó desde la base de la planta hasta donde llegó la punta de la hoja bandera.

3.7.3 Días a madurez fisiológica

Este dato se midió cuando el 95% de las panículas en la parcela presentaban una coloración amarilla.

3.7.4 Rendimiento

El rendimiento se calculó con base en el peso del grano aprovechable que se obtuvo en la cosecha de la parcela útil (5 m²). Se expresó en kg/ha al 12% de humedad.

3.7.5 Componentes de rendimiento

Esta variable se evaluó a partir de la parcela útil para componentes de rendimiento y estaba constituida de un área de 0.5 m². Se delimitó con un marco de metal el cual se utilizó como muestreador. Cada macolla o planta se puso dentro de una bolsa etiquetada con el número de la parcela. Luego de la finalización de la cosecha se procedió a evaluar el contenido de cada bolsa y se expresó en g/m².

-Tallos por m². Se contó el número de tallos dentro de la bolsa y éste se expresó en tallos por m².

-Tallos efectivos por m². Se evaluaron tallos que tenían una panícula efectiva o aprovechable para la producción y se expresó en tallos efectivos/m².

-Granos por panícula. Se procedió a seleccionar al azar cinco panículas efectivas de cada bolsa para contar el número de granos efectivos productivos.

-Peso hectolítrico. Este dato consistió en pesar en un biker calibrado de 100ml y, el peso del arroz y se expresó en kg / Hectolitro.

3.8 ANALISIS ESTADISTICO

Para analizar los datos se utilizó el programa "Statiscal Analysis System" (SAS[®]). Se realizó un análisis de varianza para las variables que se midieron, una separación de medias para las variables significativas y para los tratamientos se realizó análisis de regresión, se tomó como alpha de 0.1. El análisis económico de rendimiento para las diferentes fuentes de N y dosis se realizó con estimados de campo.

El análisis de varianza (ANDEVA), es una técnica empleada para probar la hipótesis de que los valores de una variable continua (variable dependiente) medidos bajo varias condiciones experimentales identificadas por variables de clasificación (variables independientes o factores) no son afectados por dichas condiciones. Las pruebas de comparación múltiple de medias se emplean para discriminar individualmente tratamientos (o modalidades de un factor) por su efecto en una variable de respuesta cuantitativa, cuando se ha rechazado la hipótesis planteada en el análisis de varianza (SAS Institute, 1989).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Los efectos de los tratamientos sobre las etapas fenológicas así como rendimiento y sus componentes se muestran en el cuadro 4 y 5 .

Cuadro 4. Efectos de los tratamientos sobre etapas fenológicas de la variedad Cuyamel 3820, Zamorano, Honduras 1997.

Dosis kg/ha	Fuente Nitrógeno	Fracción Nitrógeno	Días a floración	Días a madurez	Días a cosecha	Altura (cm)
0	Testigo	0	107	28	150	54
		1	113	33	150	64
	Urea	2	115	30	151	61
		3	115	30	150	58
		1	111	35	153	61
80	Nit. amonio	2	114	32	152	61
		3	114	32	153	61
		1	113	30	150	62
	Sul. amonio	2	112	31	150	60
		3	120	28	153	70
		1	115	30	150	62
	Urea	2	115	31	151	63
		3	118	28	150	66
		1	110	35	150	64
120	Nit. amonio	2	111	34	150	66
		3	117	28	150	64
		1	115	31	150	64
	Sul. amonio	2	116	30	150	66
		3	111	34	150	62
		1	116	32	153	64
	Urea	2	119	28	153	68
		3	114	28	150	67
		1	119	30	156	69
160	Nit. amonio	2	116	30	151	68
		3	115	30	150	66
		1	112	33	150	66
	Sul. amonio	2	116	31	151	66
		3	117	29	150	64

Cuadro 5. Efectos de los tratamientos sobre el rendimiento y los componentes de la Variedad Cuyamel 3820, Zamorano, Honduras, 1997

Dosis kg/ha	Fuente Nitrógeno	Fracción Nitrógen	Tallos /m ²	Tallos/m ² efectivos	Granos/ panícula	Peso Hectolit	Rendim iento t/ha	
80	Testigo	0	398	330	30	52	2.09	
		1	443	428	44	52	2.74	
		2	437	423	37	52	2.49	
	Urea	3	432	405	33	52	2.61	
		1	425	415	41	51	2.67	
		2	389	376	38	51	2.71	
	Nit. amonio	3	383	300	37	50	2.82	
		1	431	417	34	51	2.75	
		2	392	380	42	52	2.5	
	Sul. amonio	3	463	433	31	50	1.94	
		1	396	384	36	51	2.31	
		2	468	449	42	51	2.63	
120	Urea	3	436	419	41	50	2.56	
		1	408	396	37	51	2.61	
		2	433	411	37	51	2.76	
	Nit. amonio	3	466	417	37	50	2.25	
		1	478	459	39	52	2.6	
		2	464	438	40	51	2.67	
	Sul. amonio	3	453	432	33	52	2.63	
		1	429	372	38	52	2.38	
		2	447	425	31	51	2.4	
	160	Urea	3	456	441	39	50	2.5
			1	449	429	38	50	2.25
			2	502	470	37	49	2.28
Nit. amonio		3	447	430	28	51	2.3	
		1	436	425	38	52	2.43	
		2	448	416	43	49	2.41	
Sul. amonio		3	470	446	30	51	2.14	

El análisis de varianza de ensayo reveló que se presentaron diferencias significativas ($P < 0.10$) por efecto de dosis de N para las variables fenológicas como: Días a floración, días a madurez y altura de planta, también se presentaron efectos del fraccionamiento para las variables de componentes de rendimiento tales como, tallos efectivos por m². En el Cuadro 6 se presentan los niveles de significancia en el análisis de varianza para los diferentes tratamientos y sus interacciones sobre los parámetros estudiados

Cuadro 6. Niveles de significancia obtenidos en el Andeva de los efectos de factores sobre los parámetros estudiados de arroz, variedad Cuyamel 3820.

	VARIABLES FENOLOGICAS					COMPONENTES DE RENDIMIENTO				
	DFLO	DMAD	DCOS	ALTP	TALM	TEFM	GRAP	PESH	REND	
Bloque	0.373	0.622	0.12	0.313	0.488	0.674	0.483	0.13	0.034*	
Dosis	0.403	0.592	0.356	0.007*	0.135	0.080*	0.525	0.264	0.127	
Fuente	0.493	0.27	0.231	0.683	0.579	0.668	0.714	0.293	0.666	
Fraccionamiento	0.026*	0.008*	0.147	0.908	0.233	0.687	0.455	0.375	0.216	
BLOQ*DOSI	0.050*	0.184	0.016*	0.759	0.351	0.686	0.467	0.678	0.246	
BLO*FUEN	0.825	0.477	0.27	0.697	0.311	0.026*	0.509	0.724	0.593	
BLOQ*FRAC	0.968	0.961	0.964	0.604	0.954	0.967	0.035*	0.486	0.652	
DOSI*FUEN	0.396	0.531	0.163	0.389	0.306	0.156	0.891	0.645	0.246	
DOSI*FRAC	0.517	0.931	0.101	0.521	0.43	0.309	0.794	0.235	0.592	
FUEN*FRAC	0.884	0.938	0.169	0.803	0.677	0.233	0.324	0.822	0.239	

DFLO: Días a floración
 DMAD: Días a madurez
 DCOS: Días a cosecha
 ALTP: Altura de planta

TALM: Tallos por m²
 TEFM: Tallos efectivos por m²
 GRAP: Granos por panícula
 PESH: Peso hectolítrico
 REND: Rendimiento

Cuadro 7. Efectos simples de factores estudiados sobre variables fenológicas y de rendimiento de variedad Cuyamel 3820.

Tratamiento	Días a floración	Días a madurez	Días a cosecha	Altura (cm)	Tallos / m ²	Tallos / efectivos	Granos / panícula	Peso hectolitr	Rendimien to t/ha
Testigo	107	28	150	54	398	330	30	52	2.09
Dosis kg/ha									
80	114 A	31 A	151 A	62	421 A	397	37 A	51 A	2.58
120	114 A	31 A	150 A	64	444 A	422	38 A	51 A	2.55
160	116 A	30 A	151 A	66	453 A	429	36 A	51 A	2.34
Fuentes N									
Urea	115 A	30 A	151 A	64 A	438 A	416 A	38 A	51 A	2.51 A
Nit. amonio	115 A	31 A	151 A	64 A	433 A	408 A	36 A	50 A	2.51 A
Sul. amonio	115 A	31 A	150 A	64 A	448 A	416 A	37 A	51 A	2.45 A
Fración N									
1	114 A	30 A	151 A	64 A	432 A	414 A	39 A	51 A	2.52 A
2	115 A	31 A	151 A	64 A	442 A	419 A	38 A	51 A	2.53 A
3	117 AB	33 AB	151 A	64A	445 A	417 A	35 A	51 A	2.41 A

* Las medias seguidas de la misma letra son no significativas a (P<0.1).

4.1 EFECTOS SOBRE LOS FACTORES FENOLOGICOS

A continuación se presentan los efectos de los factores y variables, estudiadas.

4.1.1 Días a floración

Los días a floración mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.1$), en respuesta al fraccionamiento de N. Estos datos se presentan en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Diferencia de medias del fraccionamiento para días a floración y su nivel de significación (método de Tukey-Kramer).

TRATAMIENTO	*Días a floración
Fraccionamiento 1	114 A
Fraccionamiento 2	115 A
Fraccionamiento 3	117 AB
Testigo	107

*Medias seguidas por letras iguales no son significativas a ($P \leq 0.1$)

El número a días a floración fue significativamente mayor cuando se fracciono en tres dosis ($P < 0.1$). La variabilidad es expresada por el modelo en un 47 % de los casos ($R^2 = 0.47$); el coeficiente de variación (CV) es muy aceptable ya que su valor es de 3.9% (Anexo 1) dándonos a entender que no hay mucha variación por unidad experimental y los datos son confiables. El aumento en días como se puede observar en la comparación de medias es de tres días. La diferencia, como se debe a que los días a floración están relacionados con la cantidad de N suministrado (Ferreira, 1983).

Tinarelli (1994) indica que el fraccionamiento tiene grandes ventajas cuanto más permanente es el cultivo. Aconseja un nuevo abonado previo al desarrollo del primordio embrional de la panícula. Cultivos altamente estresados por N tienden a atrasar los días a floración ya que no existe una nutrición óptima en la planta (Atanasiuy Samy, 1985).

El aumento en días a floración implica que el cultivo estará en el campo 10 días más cuando se fraccionó en tres aplicaciones el N, ya que el N aplicado estimula el crecimiento vegetativo manera por la cual prolonga en ciclo del cultivo.

4.1.2 DIAS A MADUREZ

Como podemos observar en el cuadro 7, los días a madurez fueron significativamente diferentes ($P < 0.1$) cuando se fraccionaron las dosis de nitrógeno. Esta variable mostró un $R^2 = 0.38$ y un $CV = 13.4\%$ (Anexo 2) el cual es aceptable. La comparación de medias indica que se observaron diferencias de hasta dos días.

Un mayor número de días a cosecha se puede deber al suministro de N durante un mayor tiempo del ciclo, sin que mayores niveles tengan un efecto marcado o estadísticamente diferentes. Esto implica que el fraccionamiento más bajo más el N presente en el suelo son suficientes para satisfacer las necesidades del cultivo por N. También una causa de la poca diferencia de los tratamientos puede deberse a las condiciones de clima presente ya que días más soleados acelera la madurez. Sin embargo el tratamiento que se demora menos días a madurez es el más importante ya que se aprovecha de mejor manera el uso de la tierra y se incrementa el índice de cultivos por año.

Tinarelli, (1994) indica que la duración de la fase de maduración depende de factores tales como condiciones nutricionales y condiciones climáticas, en cambio Ferreira, 1983 indica que la cantidad de radiación solar incide en el periodo de maduración y es donde disminuye su actividad fotosintética. Tomando en cuenta lo que indica Tinarelli Ferreira es lo que paso con el experimento ya que la etapa de madurez esta dependiendo de las condiciones climáticas.

4.1.3 DIAS A COSECHA

Como se puede observar en el Cuadro 7, no se detectaron diferencias significativas como efecto de los tratamientos; sin embargo, la variabilidad expresada por el modelo es de 53 % de los casos, el CV es aceptable (1.63%). Las variaciones en días a cosecha fueron muy discretas y esto confirma un efecto marcado de la variedad Cuyamel ya que normalmente el periodo de maduración en arroz se encuentra en un rango de 30-35 días medidos a partir de la floración.

4.1.4 ALTURA DE PLANTA

Esta variable solo se vio afectada significativamente por las dosis de N; estos efectos se presentan en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Efectos simples de la suplementación de dosis de N sobre la altura de la planta.

TRATAMIENTOS kg/ha	ALTURA (cm)
0 Testigo	54
80	62
120	64
160	66

En esta variable se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.1$), para lo que respecta a dosis de N. Esta variable, expresada por el modelo, mostró un R^2 de 53 % y un CV de 7.8% (Anexo 3) que son muy aceptables. La adición de fertilizantes nitrogenados está muy relacionada con el tamaño de planta. Fertilizaciones altas de N conllevan a un volcamiento posible de plantas (Fernández y Vergara, 1985). Tinarelli (1989) indica que el exceso de N permite que la planta crezca conduciendo al acame y hace que la planta sea susceptible a los parásitos fúngicos. Para explicar el efecto que existe entre las dosis y el tamaño de planta se realizó un análisis de regresión (Anexo 6) el cual se indica en la Figura 1.

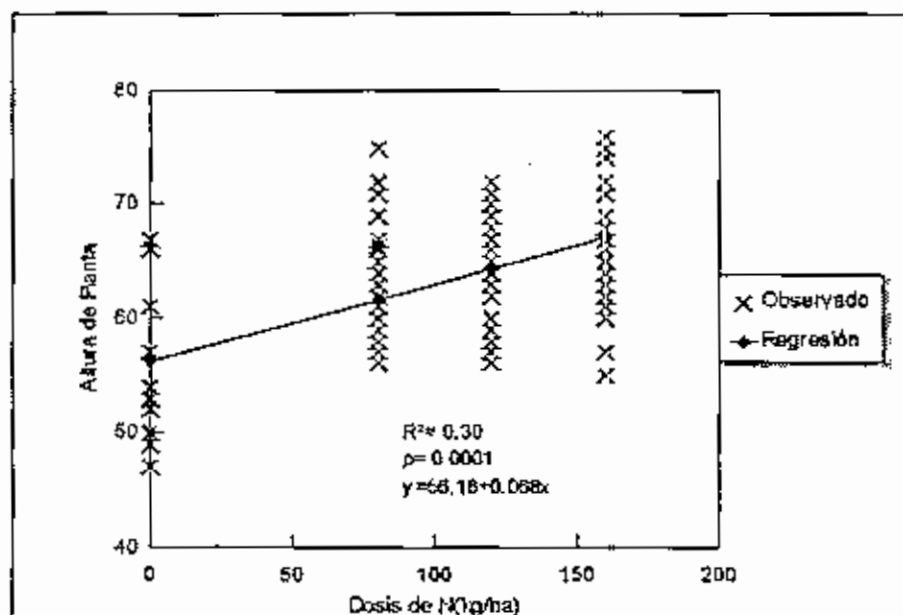


Figura 1 .Altura de planta en relación con la fertilización con N.

Sin embargo, en este ensayo los aumentos en altura sobre el testigo fueron discretos y no se presentaron problemas de acame. A pesar de los efectos de aumentos en fertilización nitrogenada las plantas mantuvieron una altura moderada como una respuesta aparente al estrés hídrico. Es de notar que se observó en apariencia, un aumento lineal en altura como respuesta a un aumento en los niveles de N.

A pesar de las buenas poblaciones que se tuvieron, la poca altura permitió mayor competencia de malezas, sobre todo de gramíneas, por lo cual fue necesario combatirlas manualmente antes de la floración. Normalmente, las variedades de secano son más altas y junto con un crecimiento más rápido, les permite competir más eficazmente con las malezas. La variedad Cuyamel 3820 fue desarrollada en sistemas de inundación de manera tal que en secano expresa limitantes en su crecimiento.

En las investigaciones llevadas a cabo por el Departamento de Agronomía sobre evaluación de líneas de arroz en secano, se han encontrado rangos de rendimiento entre los 3000-6000 kg/ha. Cuyas variedades se adaptan de mejor manera al sistema y mantienen un rango amplio de rendimiento, ya que están siendo seleccionados para secano, en comparación con Cuyamel 3820 que fuera sembrado en parcelas adyacentes (Paz, E. 1997).

4.2 EFECTOS SOBRE COMPONENTES DE RENDIMIENTO

A continuación se detallan los efectos de los factores y sus variables sobre el rendimiento y sus componentes.

4.2.1 TALLOS POR M²

Aun cuando se notan tendencias en la cantidad de tallos por m², estas no fueron significativas a ($P < 0.1$). No existió diferencia estadísticas entre tratamientos, tampoco interacciones con los tratamientos. Los datos de presentan en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Porcentaje de tallos efectivos en relación a total de tallos por m².

TRATAMIENTOS	Tallos/m ²	Tallos efectivos/m ²	Relación de tallos efectivos %
Testigo	398	330	83
Niveles N kg/ha			
80	421	397	94
120	444	422	95
160	453	429	94
Fuentes N			
Urea	438	416	94
Nit. amonio	433	408	94
Sul. amonio	448	416	92
Fraccionamientos N			
F 1	432	414	95
F 2	442	419	94
F 3	445	417	93

El Cuadro 10 nos muestra la relación existente de tallos efectivos, siendo en menor cantidad en el testigo sin N.

4.2.2 TALLOS EFECTIVOS POR M²

Esta variable se vio afectada por las dosis de N a un alpha de 10% ($P < 0.1$). Los resultados se presentan en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Efecto de la suplementación de N, sobre el número de tallos efectivos.

TRATAMIENTO (kg N/ha)	Tallos efectivos /m ²
0	330
80	397
120	422
160	429

Fernández y Vergara (1985) indican que el número de tallos incrementa debido a la aplicación abundante de fertilizante; el número de macollas puede incrementarse con el uso de N y P. Tinarelli (1989) indica que un óptimo contenido de nitrógeno después del ahijamiento máximo hasta la formación de la panícula, asegura la adecuada densidad de panículas fértiles.

El modelo fue significativo ($P < 0.1$), la variabilidad es expresada por el modelo en solamente un $R^2 = 0.48$ y un CV 15,5% (Anexo 4). Se realizó un análisis de regresión para el número de tallos efectivos, el que explica el efecto de la dosis de N sobre el incremento del número de tallos por m². El gráfico se muestra en la figura 2.

La regresión lineal mostro el mejor ajuste del análisis, (Anexo 7). Con un R^2 de 0.16 Esto indica que el efecto un mayor número de tallos efectivos se debe en menos de un 16% a las dosis de N. Existen otros factores, tales como la cantidad de agua presente la cual influyó sobre la variable analizada siendo estos responsables de más del 83%. Es importante considerar un mayor número de variables adicionales para poder cuantificar el efecto de la dosis de N.

Esto se puede explicar en parte por una interacción significativa de los bloque por las fuentes (Cuadro 6) sobre el número de tallos efectivos, indicando una reacción diferencial de las unidades experimentales a la variación en el área del ensayo, lo que a su vez indica la alta heterogeneidad del suelo donde se realizó este experimento.

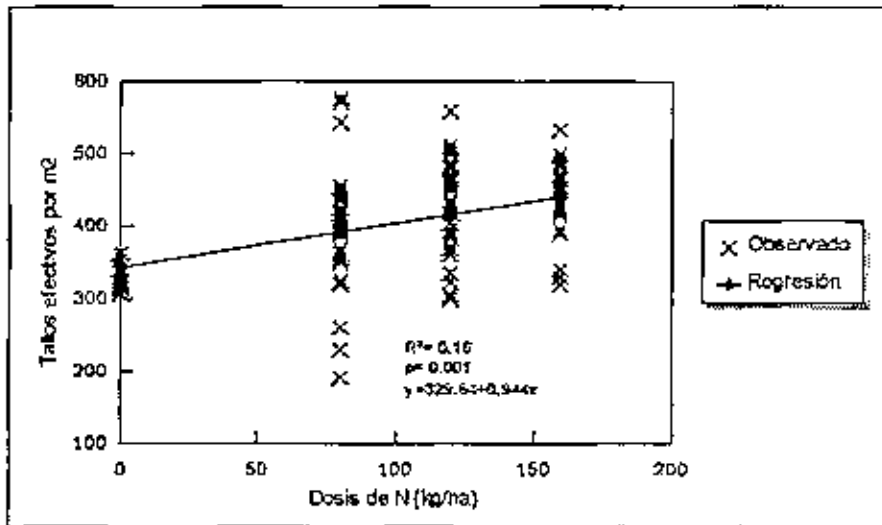


Figura 2. Tallos efectivos por m² en relación a la fertilización con N

4.2.3 GRANOS POR PANICULA

Para la variable granos por panícula no se detectaron diferencias estadísticas significativas. La variabilidad es expresada por el modelo en un 48% de los casos ($R^2 = 0.48$). El CV es de 25 % indicando que existe una variabilidad marcada entre unidades experimentales. Con todo esto no se detectaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.1$) entre tratamientos e interacciones. Sus valores reales se muestran en el Cuadro 7.

4.2.4 PESO HECTOLITRICO

Para el peso hectolítrico el modelo no fue significativo. La variabilidad expresada por el modelo es en 39% de los casos, el CV es adecuado (3.7%). Sin embargo, no se observaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.1$) entre los tratamientos, pudiéndose presumir que en esta variedad el peso hectolítrico no es afectado por los tratamientos.

4.2.5 RENDIMIENTO

Según se observa en el Cuadro 6 y 7, el rendimiento no mostró diferencias significativas ($P \leq 0.1$). El análisis del modelo mostró un coeficiente de determinación de 0.57 y un CV de 15,4% (Anexo 5) el cual es muy aceptable dada la complejidad del ensayo.

El efecto de las condiciones climatológicas atípicas para esta temporada como falta de precipitación, riegos suplementarios irregulares que se presentaron durante el periodo de fertilización fueron posiblemente responsables por los bajos rendimientos y la falta de diferencia entre dosis de N. El ensayo se asemeja a las condiciones características de secano, donde las épocas de mayor precipitación en una determinada región, deben coincidir con ciertos periodos de crecimiento como germinación, macollamiento, y la fase reproductiva, lo cual no sucedió durante la conducción del ensayo, y los riegos no tuvieron la frecuencia requerida para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo.

A pesar que el nivel de significación estuvo cerca de lo establecido, no hubieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y de que el rendimiento fue muy afectado por las condiciones climáticas y de riego. Se obtuvo rendimientos diferentes al testigo, el cual se mantuvo por encima de los promedios observados en sistema de secano en Honduras los cuales son de 1.2 t/ha. Esta escasa diferencia se atribuye a la cantidad de N presente en el suelo, la cual fue hasta cierto punto suficiente para mantener el rango de rendimiento observado.

Para mostrar el efecto se realizó un análisis de regresión que muestra que existió muy poca dependencia de las dosis de N ya que la variedad se adapta a condiciones mas bajas de las usadas en el tratamiento. La Figura 3 muestra el gráfico del efecto de la dosis de N en el rendimiento.

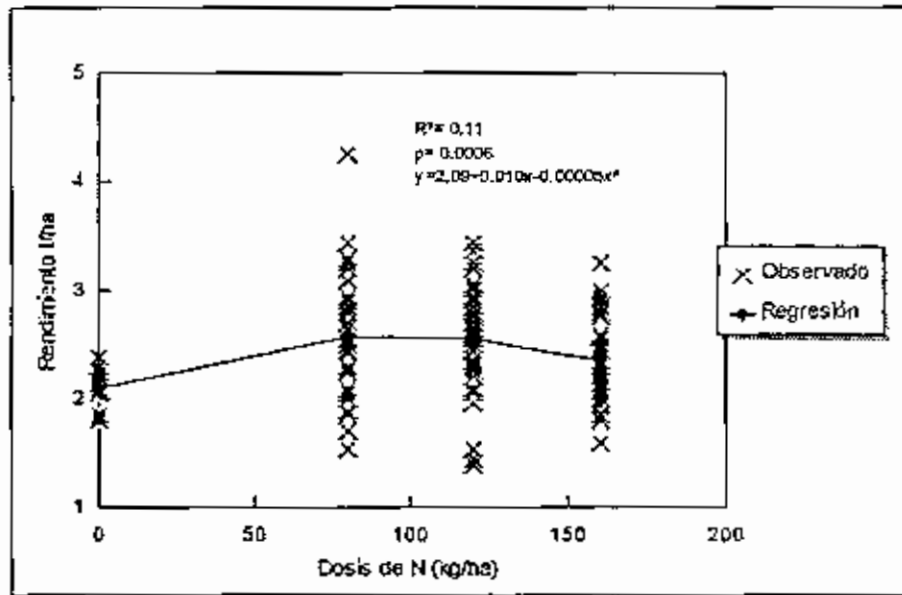


Figura 3. Rendimiento por ha en relación a dosis de N.

La regresión cuadrática mostró el mejor ajuste del análisis, con un R^2 de 0.11 (Anexo 8). Esto nos indica que el efecto en el rendimiento se debe en menos de un 39% a dosis de N. Existen otros factores como el agua que influyeron sobre esta variable, siendo estos factores responsables de más del 33% de los efectos sobre la variable. Es importante considerar un mayor número de variables adicionales para poder cuantificar el efecto de la dosis de N.

Sin embargo, no hubo diferencia entre las dosis, indicando que el N del suelo resultó en un rendimiento similar a los niveles más altos de N. Esta baja respuesta a los niveles de N es debida a condiciones de estrés hídrico ya que los riego suplementarios no estuvieron bien relacionados con las fertilizaciones debido a la frecuencia irregular de riego a lo largo de la aplicación del fertilizante. Podemos decir que las fertilizaciones no funcionan bien si hay déficit de agua debido a una menor movilidad de nutrientes, resultando una menor absorción de los nutrientes.

Existe una inflexión después de los 80 kg de N/ha (que en realidad corresponde a 120 kg, N/ha de los cuales 40 se encuentran en el suelo y los 80 son adicionados en el tratamiento).

Cuadro 8. Análisis aritmético del rendimiento en arroz de secano en base a niveles y fuentes de N.

	Testigo	Urea			Nitrato de amonio			Sulfato de amonio		
		80	120	160	80	120	160	80	120	160
		Costo fertilizante y aplicación	621	931.8	1,242	789	1,183	1,577	912	1,367
Costo cosecha	855	825	795	900	840	750	795	870	765	
Costo acarreo	116	110	106	120	112	100	106	116	102	
Costo parcial	1,592	1,867	2,143	1,808	2,135	2,427	1,813	2,353	2,690	
Rendimiento (t/ha)	2.09	2.5	2.42	2.73	2.54	2.27	2.39	2.63	2.32	
Ingreso Bruto (Lps/ha)	7,465	7,150	6,921	7,808	7,264	6,492	6,835	7,522	6,635	
Ingreso neto (Lps/ha)	5,198	5,283	4,778	6,000	5,130	4,065	5,022	5,169	3,945	
Aumento (%)	13	2	-8	15	-1	-22	-3	-1	-24	

Precio de grano de arroz en granza cotizado en 130 Lps/qq.

En el análisis aritmético se observa que es más rentable la utilización de urea o nitrato de amonio, ya que presenta un menor costo por aplicación en incrementa su beneficio. Sin embargo no hubieron diferencias entre dosis utilizando cualquiera de las fuentes.

Es importante recalcar que este análisis está basado unicamente en las tendencias demostradas en el campo para este ensayo, no tiene fundamentos estadísticos que lo respalden.

5. CONCLUSIONES

1. Las condiciones de estrés hídrico a lo largo del ensayo, no permitieron que los tratamientos mostraran diferencias significativas en la mayoría de variables estudiadas.
2. No se logró determinar una dosis adecuada ni fraccionamiento, que incrementen la productividad.
3. Las interacciones de niveles, fuentes y fraccionamiento no favorecieron la productividad en secano.
4. La utilización de urea o nitrato de amonio, presenta un menor costo por aplicación e incrementa el beneficio.

6. RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta los datos obtenidos en el tratamiento testigo se recomienda.

1. Estimar como factor importante la disponibilidad de agua.
2. Tomar en cuenta el análisis de suelo para determinar la cantidad de N que se debe aplicar.
3. Realizar evaluaciones sobre los fraccionamientos, basados no solo en número de aplicaciones, sino en las proporciones de N y textura de suelo.
4. Realizar el mismo ensayo utilizando variedades adaptadas a sistemas en secano.

7. BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR, M.; GRAU, D. 1994. Influencia de la dosis del abonado nitrogenado sobre los componentes de rendimiento y comportamiento agronómico del arroz. *Investigación Agraria Producción y Protección Vegetal (España)* 9 (1): 85-93.
- ANDREWS, A.M. 1997. *Curso de Nutrición Vegetal*. Zamorano, Tegucigalpa, Hond.
- ATANASTU, N.; SAMY, J. 1985. *Arroz; uso eficaz de los fertilizantes*. Zurich, Suiza, Conzet-Huber, 100p.
- FAO. 1995. *Estadísticas de Producción*, No. 130, Vol. 49, Dependencia de datos Básicos, Dirección de Estadísticas FAO. Roma, Italia, p70.
- FAO (ITALIA). 1994. *El arroz en la nutrición humana*. Ed. por Juliano, O. IRRI. p 1-10
- FERNANDEZ, F.; VEGARA, B.S. 1985. Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz. *In Arroz; Investigación y producción*. Ed por E. Tascón, E. García. Colombia, PNUD/CIAT. p.83-100.
- FERREIRA, C. 1983. *Cultura do arroz de sequeiro*. Ed. por Ferreira, Yamada, Malavolta. Brasil. Instituto da Potassa, p.77-94.
- GROS, A. 1976. *Abonos: Guía practica de la fertilización*. Trad. por Alonso Domínguez Vivanco. 6 ed, Madrid España, Mundi-Prensa, 1-70, p.245-266.
- HOLLAND CHEMICAL INTERNATIONAL. s.f. *Nitrato amonico granular*. Holanda Ecuador C.A. División agrícola, Guayaquil, Ecuador. s.p. Hoja divulgativa.
- LAVARE, H.; SUAZO, R. 1993. *Cartilla del arrozero hondureño*. Arroz en las Américas (Colombia) 14(2): 1-24.
- LEON, L.; ARREGOSES, O. 1985. Factores que afectan a la fertilización nitrogenada del arroz. *In Arroz; Investigación y producción*. Ed. por E. Tascón, E. García. Colombia, PNUD/CIAT. p.307-335.

- MARTINEZ, B. NAME, J. DIAS, A. 1991. Respuesta del arroz a diferentes fuentes y dosis de nitrógeno en los Llanos del Cocle. *In*. Memoria 37 Reunión Anual del PCCMCA, Marzo 12-22. Panama, Panama. p.115-126.
- MURILLO, J.; GONZALEZ, R. 1982. Manual de producción para arroz de secano en Costa Rica. 2 ed. San Jose, Costa Rica. CAFESA. 129 p.
- PAZ, P.E. 1997. Mejoramiento de arroz: selección de variedades para sistemas de secano. Informe Anual de Investigación-1996. Departamento de Agronomía. Zamorano, Honduras. v 9: 24-29.
- PERDOMO, M.; GONZALEZ, J.; GALVIS, C. 1985. Los macronutrientes en la nutrición de la planta de arroz. *In* Arroz; Investigación y producción. Ed. por E. Tascón, E.García. Colombia, PNUD/CIAT. 110 p.
- SAS INSTITUTE INC. SAS®. 1985. Procedures guide for personal computers, Version 6 Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc. p. 373.
- SANCHEZ, P. 1981. Suelos del trópico; Características y manejo. Trad. por Camacho. San José, Costa Rica, IICA. Serie de libros y materiales educativos. 450 p
- SECPLAN, 1989. Estudio de suelos a semidetalle del valle del Zamorano, Tegucigalpa, Hond. 89 p.
- SUAREZ, A. 1994. Manual de prioridades y uso de fertilizantes en suelos tropicales. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. La Lima, Cortés, Honduras. p.48-66.
- TINARELLI, A. 1989. El arroz. Trad. por Ramon Carreres. 2 ed. Madrid, España. Mundi-Prensa. 575 p.

8 ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para días a floración.

Dependent Variable: DFLO

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	43	1402.750397	32.622102	1.58	0.0411
Error	76	1570.841270	20.668964		
Corrected Total	119	2973.591667			
	R-Square	C.V.	Root MSE		DFLO Mean
	0.471736	3.972603	4.546313		114.441667

Dependent Variable: DFLO

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	100.7330414	33.5776805	1.62	0.3736
DOSI	2	96.9607308	48.4803654	2.35	0.4034
FUEN	2	15.5966331	7.7983166	0.38	0.4932
FRAC	2	64.9759086	32.4879543	1.57	0.0265
BLOQ*DOSI	6	274.6206439	45.7701073	2.21	0.0506
BLOQ*FUEN	6	58.7308936	9.7884823	0.47	0.8259
BLOQ*FRAC	6	27.7262877	4.6210479	0.22	0.9680
DOSI*FUEN	4	86.2505714	21.5626429	1.04	0.3906
DOSI*FRAC	4	67.6149515	16.9037379	0.82	0.5178
FUEN*FRAC	4	23.9250111	5.9812528	0.29	0.8640

Anexo 2. Análisis de varianza para días a madurez.

Dependent Variable: DMAD

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	43	880.8619942	20.4851627	1.13	0.3171
Error	76	1378.7296725	18.1411799		
Corrected Total	119	2259.5916667			
	R-Square	C.V.	Root MSE		DMAD Mean
	0.389832	13.46088	4.259246		31.6416667

Dependent Variable: DMAD

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	27.0231789	9.0077263	0.50	0.6226
DOSI	2	31.4368019	15.7184010	0.87	0.5923
FUEN	2	55.4859074	27.7429537	1.53	0.2702
FRAC	2	103.9752659	51.9876330	2.87	0.0081
BLOQ*DOSI	6	164.8903347	27.4817225	1.51	0.1847
BLOQ*FUEN	6	101.4273746	16.9045624	0.93	0.4773
BLOQ*FRAC	6	26.2475803	4.3745967	0.24	0.9614
DOSI*FUEN	4	57.7979208	14.4494822	0.80	0.5311
DOSI*FRAC	4	15.3451043	3.8362761	0.21	0.9313
FUEN*FRAC	4	14.3770196	3.5942549	0.20	0.9386

Anexo 3. Analisis de varianza para altura de planta

Dependent Variable: ALTP

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	43	2161.421209	50.265610	2.04	0.0033
Error	76	1870.860041	24.616579		
Corrected Total	119	4032.281250			
	R-Square	C.V.	Root MSE		ALTP Mean
	0.536029	7.821099	4.961510		63.4375000

Dependent Variable: ALTP

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	161.9556999	53.9852333	2.19	0.3133
DOSI	2	343.6583165	171.8291582	6.98	0.0073
FUEN	2	12.7781653	6.3890827	0.26	0.6835
FRAC	2	3.6656203	1.8328102	0.07	0.9080
BLOQ*DOSI	6	82.9891581	13.8315263	0.56	0.7593
BLOQ*FUEN	6	94.5097663	15.7516277	0.64	0.6979
BLOQ*FRAC	6	112.1210551	18.6868425	0.76	0.6042
DOSI*FUEN	4	102.9983310	25.7495827	1.05	0.3892
DOSI*FRAC	4	79.9675296	19.9918824	0.81	0.5213
FUEN*FRAC	4	40.0335373	10.0083643	0.41	0.8034

Anexo 4. Análisis de varianza para Tallos efectivos por m²

Dependent Variable: TEFM

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	43	282595.6786	6571.9925	1.64	0.0291
Error	76	303654.9131	3995.4594		
Corrected Total	119	586250.5917			
	R-Square	C.V.	Root MSE	TEFM Mean	
	0.482039	15.52332	63.20965	407.191667	

ANALISIS DE VARIANZA

13

0:02 Thursday, March 6, 1997

Dependent Variable: TEFM

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	8634.92316	2878.30772	0.72	0.6749
DOSI	2	20631.24080	10315.62040	2.58	0.0804
FUEN	2	8776.30530	4388.15265	1.10	0.6681
FRAC	2	718.03130	359.01565	0.09	0.5870
BLOQ*DOSI	6	15687.98300	2614.66283	0.65	0.6864
BLOQ*FUEN	6	60944.16160	10157.36027	2.54	0.0269
BLOQ*FRAC	6	5364.64353	894.10726	0.22	0.9679
DOSI*FUEN	4	27341.95988	6835.48997	1.71	0.1563
DOSI*FRAC	4	19486.20211	4871.55053	1.22	0.3097
FUEN*FRAC	4	22790.36829	5697.59207	1.43	0.2335

Anexo 5. Análisis de varianza para rendimiento.

Dependent Variable: REND

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	43	14.81900163	0.34462794	2.40	0.0004
Error	76	10.90786816	0.14352458		
Corrected Total	119	25.72686979			
	R-Square	C.V.	Root MSE		REND Mean
	0.576013	15.40939	0.378846		2.45854167

Dependent Variable: REND

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLOQ	3	3.92139362	1.30713121	9.11	0.0348
DOSI	2	1.14534792	0.57267396	3.99	0.1275
FUEN	2	0.09628747	0.04814374	0.34	0.6668
FRAC	2	0.39992910	0.19996455	1.39	0.2160
BLOQ*DOSI	6	1.16169748	0.19361625	1.35	0.2462
BLOQ*FUEN	6	0.66587757	0.11097959	0.77	0.5934
BLOQ*FRAC	6	0.60814175	0.10002362	0.70	0.6528
DOSI*FUEN	4	0.79699385	0.19924846	1.39	0.2460
DOSI*FRAC	4	0.40331432	0.10082856	0.70	0.5926
FUEN*FRAC	4	0.80819981	0.20204995	1.41	0.2395

Anexo 6. Ajuste de regresión para altura de planta.

Dependent Variable: ALTP

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob>F
Model	2	1374.90368	687.45184	30.267	0.0001
Error	117	2667.37757	22.71263		
C Total	119	4032.28125			
Root MSE	4.76578	R-square	0.3010		
Dep Mean	63.43750	Adj R-sq	0.2997		
C.V.	7.51255				

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	56.189361	1.35709068	40.306	0.0001
DOS1	1	0.068327	0.02974464	3.743	0.0003
DOS12	1	-0.000233	0.00016078	-1.451	0.1494

Anexo 7. Ajuste de regresión para tallos efectivos por m²

Dependent Variable: TEFM

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob>F
Model	2	97677.00335	48838.50167	11.695	0.0001
Error	117	488573.58832	4175.84264		
C Total	119	586250.59167			
Root MSE	64.62076	R-square	0.1666		
Dep Mean	407.19167	Adj R-sq	0.1524		
C.V.	15.86986				

Parámetros estimados:

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	329.645881	18.14314355	18.169	0.0001
DOSI	1	0.944771	0.27895951	3.387	0.0010
DOSI3	1	-0.000012753	0.00000858	-1.487	0.1397

Anexo 8. Ajuste de regresión para Rendimiento en función a dosis de nitrógeno.

Dependent Variable: REND

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob>F
Model	2	3.08319	1.54159	7.965	0.0006
Error	117	22.64368	0.19354		
C Total	119	25.72687			
Root MSE	0.43993	R-square	0.1198		
Dep Mean	2.45854	Adj R-sq	0.1048		
C.V.	17.89382				

Parametros estimados:

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	2.092439	0.12527250	16.703	0.0001
DOS1	1	0.010872	0.00274572	3.960	0.0001
DOS12	1	-0.000058197	0.00001484	-3.921	0.0001