

Efecto de una enmienda de acción rápida con tres dosis de N y cuatro variedades de arroz en un sistema de secano

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

Presentado por:

Miguel Elias Yunes Sarmiento

Zamorano – Honduras
Agosto, 1998

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

Miguel E. Yunes Sarmiento

Zamorano – Honduras

Agosto, 1998

Efecto de una enmienda de acción rápida con tres dosis de N y cuatro variedades de arroz en un sistema de secano

Presentado por:

Miguel E. Yunes Sarmiento

Aprobada:

Pablo Emilio Paz, Ph. D.
Consejero Principal

Juan Carlos Rosas, Ph. D.
Jefe de Departamento

Ana Margoth Andrews, Ph. D.
Asesor

Antonio Flores, Ph. D.
Decano Académico

Nancy Erickson, Ph. D.
Asesor

Keith L. Andrews, Ph. D.
Director

Juan José Alán, Ph.D
Coordinador PIA

DEDICATORIA

A Dios por darme la fuerza para seguir adelante.

A mis abuelos Manuel y Olga por se un ejemplo para mi.

A mi madre y mis hermanos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas esas personas que de una u otra forma me ayudaron en la realización de este trabajo.

Al Doctor Pablo Paz, profesor y amigo que con su tiempo y consejos oportunos fueron de gran ayuda.

A la Doctora Andrews, por su dedicación.

A la Doctora Nancy Erickson, por la confianza depositada en mi, el apoyo y comprensión brindada en todo momento.

Al Doctor Alán, por el tiempo y dedicación brindada.

A mis casi hermanos D. Vivanco, W. Pejúan y J. Pagán

A mis buenos amigos, E. Toro, D. Román, P. Rodríguez, P. Sánchez, R. Sánchez, M. Haro, E. Toro, G. Poquiviqui, I. Fromm y a todas aquellas personas que hicieron mi estadía mas placentera en Zamorano.

A mis compañeros de batalla del departamento.

A el personal docente y laboral del Departamento.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A mi padre y mi abuelo por haber financiado mis estudios en Zamorano.

RESUMEN

Yunes, Miguel. 1998. Efecto de una enmienda de acción rápida con tres dosis de N y cuatro variedades de arroz en un sistema de secano. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 40p.

El arroz es el cultivo alimenticio de gran importancia y es la base de la dieta para más de la tercera parte de la humanidad. La mayor parte del arroz es producido en los trópicos pero sus rendimientos son más bajos que los de la zona templada. Esta diferencia se debe al manejo inadecuado y a la falta de variedades que respondan de forma positiva a los fertilizantes, por lo que el objetivo del estudio fue evaluar los efectos de una enmienda de acción rápida con tres dosis de N (0, 50 y 100 k/ha) y cuatro variedades de arroz (1001, INIAP 415, Oryzica 3 y Cuyamel 3820). Se utilizó un diseño de parcela su-sub-divididas en un arreglo factorial de 2x3x4 con cuatro repeticiones. En el experimento se evaluaron características fenológicas y los componentes de rendimiento del arroz. El ensayo dio los siguientes resultados no hubo interacciones entre los tres factores estudiados. El rendimiento solo presentó diferencias entre las variedades. Las más rendidoras fueron la INIAP 415 y la Oryzica 3. Su rendimiento promedio sobrepasó la t/ha. La variedad más eficiente en lo que respecta a la ganancia de peso diario fue la INIAP 415 con 9.101 k diarios que es cerca del doble de lo que produjo la 1001. El N solo afectó la maduración y la floración del arroz. Se concluye que las cuatro variedades se comportaron de forma diferente en todas las variables estudiadas. El cambio en el pH no tuvo efecto en el rendimiento.

Palabras claves: Encalamiento, Fertilización nitrogenada, Eficiencia reproductiva, variedades, HI-Cal-Mag

¿SUELOS ÁCIDOS: UN PROBLEMA EN LA PRODUCCIÓN DE ARROZ DE SECANO?

Unos de los principales problemas en el trópico es la presencia de suelos ácidos que disminuye los rendimientos del arroz. Teniendo presente este problema, el investigador realizó un experimento en el Zamorano, en la época de verano, donde las condiciones por falta de agua son críticas.

El Zamorano es una institución de educación superior en el campo de la agricultura, localizada a 30 km al este de Tegucigalpa.

Con el objetivo de probar el efecto de realizar una enmienda en el suelo, que actué de forma instantánea y logre realizar las prácticas del cultivo necesaria, para lograr mejoras en el rendimiento.

Se comprobó que en las condiciones de verano, el producto comercial llamado Hi-Cal-Mag tuvo un efecto en corregir levemente la acidez en los suelos del Zamorano, aunque no en elevar el rendimiento en la producción de arroz, pero evita que se consiga toxicidad en los suelos por un pH fuertemente ácido.

Los aumentos en la producción de los países tropicales es inferior a los de la zona templada, esto se debe a un uso inadecuado de los fertilizantes, que acidifican el suelo.

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría	ii
	Páginas de firmas.....	iii
	Dedicatoría	iv
	Agradecimientos	v
	Agradecimientos a patrocinadores.....	vi
	Resumen.....	vii
	Nota de prensa.....	viii
	Contenido	ix
	Índice de cuadros	xii
	Índice de figuras	xiv
	Índice de anexos	xv
1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	OBJETIVOS.....	2
1.1.1	Objetivo Principal.....	2
1.1.2	Objetivo Secundarios.....	2
2	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1	MORFOLOGÍA DEL ARROZ.....	3
2.1.1	Fases de crecimiento del arroz.....	4
2.2	EL ARROZ Y EL AMBIENTE.....	5
2.2.1	Luminosidad.....	5
2.2.2	Temperatura.....	5
2.2.3	Precipitación.....	5
2.2.4	Otros factores.....	5
2.3	LOS FERTILIZANTES Y EL ARROZ.....	6
2.3.1	Efecto del nitrógeno.....	6
2.3.2	Suelos ácidos.....	7

2.3.3	Cal y encalado.....	8
2.4	VARIEDADES DE ARROZ.....	8
2.4.1	Variedad INIAP 415.....	9
2.4.2	Variedad 1001.....	9
2.4.3	Variedad Cuyamel 3820.....	9
2.4.4	Variedad Oryzica 3.....	10
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3.1	UBICACIÓN.....	11
3.2	MATERIALES.....	12
3.2.1	Material vegetal.....	12
3.2.2	Fertilizantes.....	12
3.3	PRACTICAS DEL CULTIVO.....	12
3.3.1	Preparación del suelo.....	12
3.3.2	Siembra.....	13
3.3.3	Riego.....	13
3.3.4	Combate de malezas.....	13
3.3.5	Cosecha.....	13
3.4	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	13
3.5	UNIDAD EXPERIMENTAL.....	13
3.5.1	Parcela útil.....	13
3.5.2	Area de muestreo.....	13
3.6	VARIABLE ESTUDIADAS.....	14
3.6.1	Fecha de floración.....	14
3.6.2	Fecha de madures fisiológica.....	14
3.6.3	Altura de la planta.....	14
3.6.4	Componentes de rendimientos.....	14
3.6.4.1.	Número de tallos efectivos por metro cuadrado.....	14
3.6.4.2	Número de tallos malos por metro cuadrado.....	14
3.6.4.3.	Número de granos por panícula.....	14
3.6.4.4	Peso de 1000 granos.....	14
3.6.5	Análisis de suelo.....	14
3.6.6	Rendimiento.....	14

3.7	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	15
4	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	16
4.1	EFFECTOS VISIBLES.....	16
4.2	EFFECTOS SOBRE LOS FACTORES FENOLOGICOS.....	19
4.2.1	Efectos sobre la floración.....	19
4.2.2	Efectos sobre la maduración.....	21
4.2.3	Altura de la planta.....	22
4.3	EFFECTOS SOBRE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO.....	22
4.3.1	Número de tallos malos.....	22
4.3.2	Número de tallos efectivos.....	23
4.3.3	Número de granos por panícula.....	23
4.3.4	Peso de 1000 granos.....	24
4.3.5	Rendimiento.....	25
4.4	CAMBIO EN EL Ph.....	26
4.5	POSIBLES FACTORES QUE AFECTARON EL EXPERIMENTO.....	27
5	CONCLUSIONES.....	33
6	RECOMENDACIONES.....	34
7	BIBLIOGRAFIA.....	35
8	ANEXO.....	38

INDICE DE CUADROS

cuadro

1	Precipitación mensual y total y temperaturas máximas, mínimas y promedio durante el período del ensayo.....	11
2	Análisis inicial del suelo del lote Chorrera 4.....	12
3	Medias de los efectos de los tratamientos sobre las variables fenológica de cuatro variedades de arroz.....	17
4	Medias de los efectos de los tratamientos sobre el rendimiento y sus componentes en cuatro variedades de arroz.....	18
5	Probabilidad de ocurrencia de cada tratamiento	19
6	Efecto simple de las dosis de N sobre la floración.....	19
7	Efecto de las variedades sobre los días a floración.....	20
8	Efecto del N sobre la maduración.....	21
9	Efecto de las cuatro variedades de arroz sobre la maduración.....	21
10	Efecto de la interacción de variedades con Hi-Cal-MAG sobre la altura.....	22
11	Efecto de las variedades sobre el número de tallos efectivo.....	23
12	Interacción del N por Hi-Cal-Mag sobre el número de granos	23
13	Efecto de las variedades sobre el número de granos por panícula.....	24
14	Interacción del Hi-Cal-Mag en la variedades sobre el peso de 1000 granos de cuatro variedades de arroz.....	24

cuadro		
15	Rendimiento de cuatro variedades de arroz.....	25
16	Análisis del suelo realizados para determinar los efectos de los tratamientos en la sub-parcela sobre el pH en el suelo.....	26
17	Temperaturas críticas en las diferentes etapas de crecimiento del arroz.....	27
	cuatro variedades de arroz.....	17

INDICE DE FIGURAS

Figura

1	Temperaturas max. y min. en la fase vegetativa básica.....	29
2	Temperaturas max. y min en la fase vegetativa retardada.....	30
3	Temperturas max. y min. en la fase reproductiva.....	31
4	Determinacion de zonas más propensas a presentar estres hídrico.....	32

INDICE DE ANEXOS

Anexos

1	Análisis de suelo al principio del experimento.....	39
2	Análisis de suelo al final del experimento.....	40

1.- INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es el cultivo alimenticio más importante y el mayor componente de la dieta para más de una tercera parte de la humanidad (Chapman y Carter, 1976; Mendizabal, 1997). En el continente asiático se encuentra cerca del 90% del arroz producido y consumido; sin embargo, en otras partes del mundo, incluyendo algunos países de Latinoamérica está tomando gran importancia. A nivel mundial, el área productiva del arroz es aproximadamente 150 millones de hectáreas (FAO, 1991).

Aún siendo uno de los principales cultivos agrícolas en la mayoría de los países tropicales, los rendimientos promedios por hectárea han sido tradicionalmente más bajos que los promedios obtenidos en países de la zona templada. Esta diferencia se debe, principalmente a la aplicación de una tecnología más moderna - mejor control del agua, preparación adecuada de las tierras, combate de las plagas y malas hierbas, aplicación oportuna y correcta de los fertilizantes y muchas otras prácticas del cultivo. Otro factor importante que ha determinado bajos rendimientos es la falta de variedades que no se acamen y que responda bien al nitrógeno y puedan cultivarse con buenos resultados (Universidad de Filipinas, 1975; Gudiel, 1986).

El sistema de producción tiene un fuerte efecto sobre el rendimiento, ya que se ha comprobado que el sistema de inundación tiene rendimientos más altos que los producidos en secano, con un rendimiento de cuatro y dos toneladas respectivamente (Chandler, 1984). En América del Sur, el 82% de la tierra sembrada con arroz, corresponde a Brasil, que siembra grandes extensiones de arroz en secano, provocando bajos rendimientos por extensión de área (FAO, 1991).

En 1990, 160,000 ha fueron sembradas de arroz en Ecuador, de las cuales un 40% se siembran bajo inundación y 60% bajo condiciones favorables de secano, además, el 60% de la tierra sembrada fue cultivada con variedades de INIAP que son precoces y altamente productivas, con lo que se obtuvo un rendimiento promedio de 3.3 t/ ha (Andrade, 1992).

En Honduras, el arroz como grano ocupa el tercer lugar en la producción nacional, con una producción de 57,600 toneladas métricas de arroz en granza en 1986, en un área de aproximadamente 25,000 ha. De éstas 17,000 ha fueron sembradas con los sistemas tradicionales; seguidos por el sistema mecanizado con 6,000 ha. Para el sistema bajo riego se informa de un total de 2,000 ha, teniendo un aporte a la producción nacional de granos básicos de 9.6% (Suazo, 1988).

Las necesidades de N en el arroz son aproximadamente 115 a 126 kg/ha para producir entre 6000 a 7000 kg/ha de arroz en cáscara. Claramente tales cantidades deberán llegar a la planta a través de las reservas del suelo o de los fertilizantes y en menor cantidad, por vía foliar (Tinarelli, 1989). EL N en el arroz fomenta el crecimiento rápido (aumento de altura y formación de renuevos), aumentan el tamaño de los granos, incrementa el contenido protéico del grano y proporciona N a microorganismos, mientras se descomponen materiales orgánicos de bajo contenido de N (Universidad de Filipinas, 1975).

El pH influye en la disponibilidad de los nutrientes que se encuentran en el suelo y que podrán ser utilizados por el arroz. Para provocar cambios en el pH se cuenta con fuentes como óxidos, hidróxidos y carbonatos de calcio. Cualquiera de las tres, incorporadas al terreno, estimulan la descomposición de la materia orgánica, presente o incorporada (Tinarelli, 1989). Para Comhaire (1965) la adición de cal es absolutamente necesaria, cuando el pH es inferior a 5.5 y es aconsejable cuando dicho pH varía entre 5.5 y 6.5. Según este autor, se obtuvieron rendimientos más altos de arroz en suelos en los que el pH se encontraba entre 6.0 y 7.5. Dichas zonas se encontraban en países en donde el encalado es una práctica común o en lugares con suelos de pH elevado.

OBJETIVOS

Objetivo Principal

1.- Evaluar el efecto de una enmienda de acción rápida para corregir el pH en un suelo ácido y las interacciones de este con las distintas dosis de N y las variedades y sobre el rendimiento del arroz en un sistema de secano con riego suplementario.

Objetivos Secundarios

- 1.- Determinar la respuesta del N aplicado en función de los posibles cambios de pH.
- 2.- Evaluar el comportamiento de las variedades ecuatorianas en comparación con sus testigos hondureños, en condiciones de secano con riego suplementario.
- 3.- Determinar la mejor combinación entre variedades, niveles de N y aplicación de la enmienda.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 MORFOLOGÍA DE LA PLANTA DE ARROZ

El arroz es una gramínea perenne, con tallos redondos y huecos, compuestos de nudos y entrenudos. Las hojas son planas y unidas al tallo por la vaina, posee una inflorescencia en forma de panícula. El arroz está adaptado para crecer en condiciones inundadas, aunque se desarrolla con éxito en suelos no anegados. El tamaño de la planta de arroz va desde los 0.4 m (variedades enanas) hasta más de 7.0 m (arroz flotante) (Universidad de Filipinas, 1975 y CIAT, 1978).

Los órganos de la planta de arroz se pueden dividir en dos grupos:

- Organos vegetativos: Raíces, tallos y hojas.
- Organos reproductores o florales: las inflorescencias y la semilla.

Las raíces seminales, temporales o embrionarias (crecen de la semilla cuando germina) tienen pocas ramificaciones y sobreviven solo para la germinación, luego son remplazadas por las raíces adventicias o secundarias las cuales brotan de los nudos inferiores. (De Datta, 1981). Las raíces del arroz son fibrosas y adventicias, una vez formado el tallo. Estas raíces están cubiertas por pelos absorbentes, que se van lignificando al ir creciendo la planta (León, 1987).

En los primeros estados de crecimiento las raíces son blandas y al pasar el tiempo estas se ramifican y se vuelven más gruesas. Las raíces están protegidas en las puntas por una masa de células llamada cofia, que facilita la penetración en el suelo (CIAT, 1978).

Los tallos están constituidos por una serie de nudos y entrenudos en orden alterno, en el nudo hay una hoja y un capullo que se puede desarrollar, para dar lugar a un vástago o renuevo. La distancia a que están cada entrenudo varía de acuerdo a la variedad, pero los entrenudos inferiores y superiores son más cortos que los intermedios. Los entrenudos son sólidos al estar inmaduros, al madurar pierden la médula y se forman tallos huecos. Los tallos maduros en la superficie exterior carecen de vellosidades. El engrosamiento de los tallos es desde abajo hacia arriba (León, 1987).

Los renuevos se desarrollan a partir del tallo principal en orden alterno. Los renuevos primarios salen de los nudos inferiores, que dan lugar a los renuevos secundarios y éstos, a su vez, dan lugar a los terciarios (Universidad de Filipinas, 1988).

Las hojas están sujetas al tallo en forma alterna por medio de la vaina. La primera hoja en aparecer es el profilo, que se desarrolla en la base del tallo principal o de las macollas, la cual no tiene lámina y esta constituida por dos brácteas aquilladas. En cada nudo se desarrolla una hoja. La que está debajo de la panícula se llama hoja bandera.

En una hoja completa se distinguen: la vaina, el cuello y la lámina. En la vaina está la glabra que es donde se une con el tallo. En el cuello se encuentran la lígula y las aurículas. La lígula aparece en la base del cuello como una prolongación de la vaina. Las aurículas son dos apéndices con pequeños dientes en la parte convexa (CIAT, 1988). Esta estructura ayudan a diferenciarlas de las malezas en los arrozales.

En los órganos florales tenemos las panículas, las espiguillas. La panícula nace del nudo superior del tallo y esta protegida por una hoja terminal llamada hoja bandera. La rama principal de la panícula se divide en raquis y estos, se dividen en ramas secundarias y esta a su vez en ramas terciarias en las cuales están las espiguillas. Las espiguillas permanecen erectas en la floración, pero al llenar el grano éstas se doblan (León, 1987) (Universidad de Filipinas, 1988).

Las espiguillas están formadas por tres flores, de la cual una es fértil. La flor está formada de seis estambres y un pistilo. El pistilo consiste del ovario, el estilo y el estigma. Cada flor esta recubierta por la gluma y la lema (León, 1987).

El grano de arroz está compuesto del ovario maduro, la lema y la palea, la raquilla, las lemas estériles y las aristas cuando se encuentran presentes. El embrión se une con el endospermo. La lema y la palea forman la cáscara del arroz.

2.1.1 Fases de crecimiento del arroz

El arroz tiene un patrón de crecimiento que se puede dividir en las siguientes fases:

2.1.1.1 La fase vegetativa básica o activa. Que dura de 25 a 65 días para la mayoría de variedades.

2.1.1.2 La fase vegetativa retardada. Empieza desde la fase vegetativa básica hasta el comienzo de la formación de las panículas, su duración varia de acuerdo con la longitud del día y la temperatura en aquellas variedades estacionales.

2.1.1.3 La fase reproductiva. Va desde el comienzo de la formación de las panículas a la floración.

2.1.1.4 La fase de maduración. Que va desde la floración hasta la maduración. Esta fase dura aproximadamente unos 35 días.

2.1.1.5 De madurez a cosecha. Dura aproximadamente 5 días esta fase depende mucho de la temperatura del ambiente (Mendizabal, 1997).

2.2 EL ARROZ Y EL AMBIENTE

Según la Comisión Nacional De Investigación Y Transferencia De Tecnología Agropecuaria (CONITTA) (1991) en los trópicos se siembra la mayor parte del arroz en el mundo, siendo la temperatura, la luminosidad y la precipitación algunas de las mayores limitantes de este cultivo.

2.2.1 Luminosidad

Según Monge (1994) y CONITTA (1991) El cultivo de arroz es exigente en luminosidad especialmente en la época de floración y de madurez y favorece al número de granos por panícula ya que baja el porcentaje de granos vanos. También, se ha encontrado una mejor respuesta a la aplicación de N. En los trópicos, la radiación adecuada es entre los 250 a 350 cal / cm² / día.

2.2.2 Temperatura

Para el desarrollo normal del arroz las temperaturas deben variar entre los 18° y 35°C. prefiriendo las temperaturas más altas debido a que las más bajas debilitan la planta haciéndola susceptible a las plagas (Monge, 1994).

2.2.3 Precipitación

La precipitación es un factor limitante en el arroz de secano, por lo tanto se debe hacer coincidir el pico de lluvia con las etapas de mayor necesidad de agua por parte del cultivo, con lo que se disminuye el uso del riego suplementario. El requerimiento del arroz es de 5 a 10 mm de agua diarios (Monge, 1994).

2.2.4 Otros factores

Los vientos fuertes son perjudiciales para el arroz, en especial en las etapas de floración y madurez ya que provocan el volcamiento de la planta, el aborto de las flores y la caída del

grano. Las humedades relativas mayores de 80% y menores de 90% son adecuadas, ya que superiores a esta se incrementa el ataque de patógenos (CONITTA, 1991).

Entre las condiciones edáficas tenemos que la textura del suelo arcillosa, arcilla arenosa o arcilla limosa son las adecuadas para este cultivo. En cuanto al pH es recomendable un suelo que este entre 5.5 a 6.5 evitando los extremos (Monge, 1994).

2.2 LOS FERTILIZANTES Y EL ARROZ

Según la FAO (1984a), el requisito fundamental del aumento de la producción de arroz mediante la utilización eficaz de los fertilizantes, es la adopción del uso de variedades mejoradas de alto rendimiento, debido a que las antiguas no responden al uso de más de 30kg/ha en la estación húmeda y de 20 kg/ha en la estación seca. Exceso de succulencia en los tallos provocado por el N es la causa del acame temprano y del ataque de plagas.

Los fertilizantes son los medios por los cuales se da los nutrientes a la planta, estos nutrientes son elementos o compuestos inorgánicos, indispensables para el correcto crecimiento de la planta y los cuales no son sintetizados por el cultivo durante el proceso normal de su metabolismo. En el arroz tenemos 16 elementos esenciales, Carbono, H, O, N, P, K, S, Ca, Mg, Zn, Fe, Cu, Mo, B, Mn y Cl (De Datta, 1981).

2.3 EFECTO DEL NITRÓGENO

En el arroz, el N interviene entre otros factores, en la fotosíntesis por ser parte de la clorofila, favorece el crecimiento rápido y el número de hijuelos, aumenta el tamaño de las hojas y los granos, aumenta el número de espiguillas por panícula, incrementa el porcentaje de espiguillas llenas y el porcentaje de proteína (De Datta, 1981).

Según Comhaire (1965) y la Fao (1983), el N que se toma del suelo en forma de nitrato (NO_3^-) o de amonio (NH_4^+) y se combina con los compuestos del metabolismo de los hidratos de carbono de las plantas para formar aminoácidos y proteínas. El N es el motor de crecimiento de la planta. Como es el constituyente esencial de las proteínas, interviene en todos los procesos principales del desarrollo de la planta y en la determinación del rendimiento. FAO (1984b) menciona que el número de panículas depende del número de hijuelos y éste queda determinado dentro de los 10 días posteriores al momento de máximo ahijamiento. Para alcanzar un buen número de panículas es importante contar

con un contenido óptimo de N en la planta desde el estado inicial de desarrollo hasta la formación de dichas estructuras.

Una vez mencionada la importancia del N en el crecimiento del arroz, nos vemos en la necesidad de aplicación de fertilizantes nitrogenados, para lo cual se cuenta con varias fuentes de N según Comhaire (1967), en la cual la más eficaz es el sulfato de amonio seguido por el nitrato de amonio, Tomando el sulfato de amonio como un 100% de eficacia, la Urea solo llega a un 82%.

De acuerdo con De Datta (1986), el N es, generalmente necesario en la mayoría de los suelos arroceros, en particular en aquellos lugares en los que se cultivan variedades modernas, que muestran respuesta a este elemento y a prácticas mejoradas de cultivo. Afirma que los suelos de textura gruesa tienen, por lo general, altos niveles de percolación de agua y grandes pérdidas de N por lixiviación y volatilización. En tales suelos se pueden recomendar aplicaciones de N, siempre que se sigan normas adecuadas para el manejo del agua. Las aplicaciones de N deben ser fragmentadas, utilizando una parte durante el transplante y otra durante el inicio de la formación de la panícula.

En un experimento realizado por Bravo (1980), en Nicaragua, realizó pruebas con la variedad "IR-22" utilizando niveles de 0, 75, 150 y 225 kg/ha de N y concluyó que los diferentes niveles de N influyen en forma significativa en el número de granos llenos por panícula. Tinoco et al (1988) realizó un estudio con la variedad "CR-1821" y con dosis creciente de 0, 60, 90, 120 y 150 kg/ha de N, en Costa Rica y encontraron una respuesta alta al N y un efecto lineal altamente significativo con incrementos de 21 kg/ha de grano por cada kg de N aplicado por ha. Estos resultados se deben a una asociación del N con plantas más vigorosas, de mayor altura y con mayor cantidad de hijuelos.

Andrews (1998), la deficiencia de N limita la expansión y la división de las células con lo que provoca un enanismo y un amarillamiento por ser parte constituyente de la clorofila con lo que nos conduce a una reducción del rendimiento. En cambio el exceso de N provoca en la planta tallos suculentos que ocasiona acame, reduce la calidad y aumenta la incidencia de plagas.

Según Comhaire (1967), el máximo aprovechamiento del N en arroz, es en forma de amonio, ya que por la desnitrificación en suelos con condiciones anaeróbicas se pierde gran parte del N, por lo tanto aconseja fertilizar arrozales con fertilizantes amoniacales, ya que la nitrificación de este se realiza en forma lenta y defectuosa y además la liberación del N es progresiva con lo que no hay peligro de lixiviación con lo que se evita la contaminación del agua.

2.3 SUELOS ACIDOS

Los suelos tropicales acidos posee en su mayoría baja capacidad de intercambio cationico (CIC), y baja saturacion de bases. Los bajos rendimientos de estos suelos se deben, principalmente a la toxicidad del Al o del Mn y a la deficiencia de P. A menudo las deficiencias de Ca, Mg y K son tambien causa de un mal desarrollo de las plantas, primordialmente en los suelos oxisoles y los ultisoles. Los contenidos de K y Mg del suelo se ven limitados una vez que el pH y el P han sido corregido, por lo tanto se necesita aplicaciones de K y Mg para que esten disponible (FAO, 1990).

Segun Comhaire (1967), el arroz tolera suelos acidos, ya que crece bien a pH de 5.5. a 6, pero no significa que su desarrollo es adecuado a pH menor a 5. Para De Datta (1981), a pocas semanas de que los campos de arroz son inundados el ph de los suelos acidos sube y en suelos sodicos y calcareos drecrease el pH , por lo tanto la inundacion de terrenos destinados para arroz, conduce a tener un pH neutro en ellos. Estos cambios en el pH se atribuyen al cambio de los iones ferrico a ferroso , la acumulacion de amonio y al cambio del dióxido de carbono a metano.

2.3 CAL Y ENCALADO

En los suelos con baja CIC (como en los suelos tropicales), se encuentran minerales de silicato, arcillas estratificadas, 1:1 y oxidos de Fe y de Al con densidades de carga superficiales muy altas. Por lo tanto, la cantidad de cal aplicada en estos suelos, para elevar el pH a valores de 6.5 a 7 son muy altas, por ser retenidas por estas cargas superficiales, con lo que nos aumenta el costo de produccion del arroz y puede ocasionar efectos secundarios en la disponibilidad o toxicidad de K , Mg, Zn, B, Fe y Mn con lo que se puede producir efectos indeseables en la estructuras del suelo.

En suelos, con baja cantidad de carga negativa, absorben solamente nutrientes como Ca, Mg y K. Al aplicar cal, la mayor parte se consume en generar carga negativa y a su vez atrae los iones de Ca. Por esta razon poco Ca pasa al subsuelo, a pesar de que se aplique grandes cantidades de Ca o que se aporten iones que faciliten el transporte de la Ca al subsuelo (FAO, 1990).

El pH del subsuelo es a menudo menor que el de la capa arable y aunque no existe ninguna barrera física entre las dos capas, el subsuelo contiene menos raíces. Esto está asociado con subsuelos ricos en Al, pobres en Ca y con pH cercano o inferior al punto de carga cero (PCC) (Uehara y Keng, 1975).

Según Kamprath (1973) citado por FAO (1991) y Pearson (1975) recomienda que para muchos cultivos y algunos suelos tropicales, el pH no debe elevarse a más de 5.5, ya que a ese valor la mayoría de los cultivos tienen tolerancia a la acidez del suelo.

Según Comhaire (1965), el efecto del Ca en los arrozales es que influye en el contenido de N en suelo rellenos por la aceleración de la descomposición de la materia orgánica, evita la inmovilización de P por formación de fosfato férrico, facilita la disponibilidad del K, mantiene altos los niveles de S en forma de sulfatos, incrementa la actividad del Mo y de la vida microbial del suelo. Además tiene un efecto sobre las resistencias de hongos, ya que el ambiente favorable para el desarrollo de los hongos son condiciones ácidas y el Ca aumenta el pH del suelo.

2.3 VARIEDADES DE ARROZ

2.3.1 Variedad INIAP 415

Proviene del Centro Internacional De Agricultura Tropical (CIAT). Denominada P1042-2-3-18 proveniente del cruce F1 (IR930 x IR IR579) X F1 (IR 930 x IR 22). El rendimiento por sacas (200 lbs) es de 57 a 96, con una altura de 87 a 123 cm. El número de macollas por plantas es de 24 y su ciclo vegetativo es de 142 días. Con un porcentaje de volcamiento del 35% a tiempo de cosecha y con una longitud del grano de 7.2 mm. A tiempo de cosecha da un porcentaje de arroz entero del 69% y es moderadamente susceptible al desgrane y la semilla puede presentar una dormancia de 4 semanas (Andrade et al, 1988).

2.3.2 Variedad 1001

Es una de las variedades criollas que es sembrada en la zona de litoral ecuatoriano en especial en Samborodon Yaguachi y Boliche. Se estima un rendimiento de 60 sacas, con una altura promedio de la planta de un metro, el número de macollas por planta es de 60 a 80, con un ciclo vegetativo de 4 meses y un volcamiento del 20% a la cosecha grano es

de longitud de 8 mm con un porcentaje de desgrane del 95%, la dormancia de la semilla es aproximadamente 4 semanas (Yunes, 1997)¹.

2.3.3 Variedad Cuyamel 3820

Esta variedad fue creada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), en Colombia por un cruzamiento P1 CICA 7) x P2 (IR 5533-13-1) y denominada P3820-4-1-3 . Esta variedad fue introducida en Honduras en el año de 1985. La adaptabilidad de esta variedad es desde lo 0 msnm hasta los 750 msnm. El periodo vegetativo de esta variedad es de 125 a 134 días a partir de la siembra, con una altura de 90 a 110 cm. Tallos moderadamente fuerte con un rendimiento de 5.8 tn/ha. El rendimiento del desgrane es de 69.7% con una relación de grano entero/ quebrado de 81/19 .El grano tiene una longitud de 6.4 mm (Christiansen, 1998)^b.

Segun Chicaiza (1998), en un estudio realizado con esta variedad en un sistema de secano obtuvo los siguientes rendimientos de 1.94 a 2.82 tn/ha, dependiendo del regimen de fertilizacion nitrogenada.

2.3.4 Variedad Orizica 3

Segun Arregui(1998)^c esta variedad produjo un rendimiento en secano y en un sistema de inundado de 3.779 y 4.150 tn/ha respectivamente. En un experimento realizado por Romero (1992), sobre el rebrote de la Orizica 3, informo que la soca de arroz de esta variedad da entre 893 a 1432 kg/ha que viene a ser entre el 30% al 48% de lo que rinde la variedad en su primer cultivo o cosecha, con lo que se da en promedio de rendimiento de 2960 kg/ha y entra a floracion a los 87 dias despues de sembrado, con un tiempo a cosecha aproximado de 119 dias.

¹ Yunes, M. 1997 Variedad 1001. Piladora del Pacifico. Samborondon, Guayas, Ecuador .

^bChristiansen, J. 1998. Variedad Cuyamel. Estacion Experimental Guayape. Juticalpa, Olancho, Honduras.

^c Arregui, F.1998. Variedad Oryzica 3. Escuela Agricola Panamericana. El Zamorano, Honduras.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 UBICACION

El ensayo se llevó a cabo en el lote la Chorrera 4 de San Nicolás, en Zamorano, en el valle del Río Yeguaré, Departamento de Francisco Morazán, Honduras, en los meses de noviembre de 1997 a mayo de 1998, con un sistema de secano irrigado.

La precipitación y las temperaturas máximas, mínimas y promedio durante los meses del ensayo se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Precipitación mensual y total (mm) y temperaturas máximas, mínimas y promedio (°C) durante el período del ensayo. Zamorano, 1997-1998.

	Nov.*	Dic.	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo **	Total
Precipitación	101.4	1.4	3.2	0	5	0.6	19.7	131.3
Temperatura Máximas	27	30.1	28.9	32.3	32.8	33.4	35.0	
Temperatura Mínimas	17.6	13.4	14.1	14.0	19.0	24.6	25.1	
Temperatura Promedios	22.7	21.9	21.7	23.1	25.8	29.3	30.2	

* A partir del 5 de noviembre.

** Hasta el 15 de mayo.

Fuente: Estación Meteorológica, Departamento de Agronomía, Zamorano.

Los resultados del análisis de suelo realizado por el Laboratorio de Suelos de Zamorano en septiembre de 1997 se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Análisis inicial del suelo del lote Chorrera 4, Zamorano. 1997

Análisis	Contenido	Interpretación
pH	4.59	Fuertemente ácido
Materia orgánica	2.08 %	Medio
Nitrógeno total	0.11 %	Medio
Fósforo disponible	22 ppm	Medio
Potasio disponible	212 ppm	Alto
Calcio disponible	1207 ppm	Alto
Magnesio disponible	112 ppm	Bajo
Azufre disponible	16 ppm	Bajo / Normal

El terreno presentó una textura franca con porcentajes de arena, limo y arcilla de 32%, 44% y 24 %, respectivamente.

3.2 MATERIALES

3.2.1 Material vegetal

Se utilizaron las variedades de arroz ecuatorianas 1001 e INIAP 415 y las variedades hondureñas Oryzica 3 y Cuyamel 3028.

3.2.2 Fertilizantes

Como tratamiento base se aplicaron 100 kg de P_2O_5 /ha y 50 kg de K_2O /ha antes de la última rastreada previo a la siembra.

Como fuente de N se utilizó urea en las dosis de 0, 50 y 100 kg N/ha, adicionalmente al contenido en el suelo (40 kg/ha), y se fraccionó a los 15 y 50 días después de la siembra (DDS), en partes iguales.

Se utilizó como enmienda química para corregir el pH, hidróxido de Ca y Mg en forma del producto comercial Hi-Cal-Mag (39% Ca puro y 19% Mg puro con una variación de +/- 5%) el cual se incorporó en el 50% de las parcelas siete días antes de la siembra a una dosis de 520 kg/ha según recomendación del fabricante (Andrews, 1997)^e.

^e Andrews, A.M. 1998. Departamento de Agronomía. Zamorano, Honduras. (Comunicación Personal).

3.3 PRACTICAS DEL CULTIVO

3.3.1 Preparación del suelo

Se chapeó para hacer un desmonte del terreno. El 24 de octubre de 1997 se rastreó y se incorporó el tratamiento base. La incorporación del Hi-Cal-Mag se realizó el 29 de septiembre, por medio de un arado rotatorio.

3.3.2 Siembra

La siembra se realizó el 5 de noviembre, en forma manual utilizando un equivalente a 100 kg de semilla /ha.

3.3.3 Riego

El riego se hizo por aspersión. Para esto se distribuyeron ocho aspersores en dos columnas. La frecuencia del riego se efectuó de acuerdo con la programación de riego del Departamento de Agronomía.

3.3.4 Combate de malezas

Las malezas se combatieron con Basagran a una dosis de 1.5 L/ha, 25 DDS y se realizaron dos deshierbas complementarias a 90 DDS y antes de la cosecha. Las deshierbas se realizaron manualmente.

3.3.5 Cosecha

La cosecha se realizó manualmente en forma estratificada de acuerdo con la madurez de cada variedad y se prolongó desde el 15 de abril hasta el 15 de mayo de 1998.

3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de parcelas sub-sub divididas, con cuatro repeticiones con la siguiente disposición:

- Parcelas Principal: Niveles de Hi Cal Mag (0 y 520 kg/ha).
- Sub-parcela: Niveles de N (0, 50 y 100 kg/ha).
- Sub-sub-parcela: variedades de arroz (1001, INIAP 415, Cuyamel 3820 y Oryzica 3).

Textura franca con un porcentaje de arena, limo y arcilla de 32%, 44% y 24 % respectivamente.

3.2 MATERIALES

El experimento se lo llevo a acabo en el sistema de secano favorecido ya que se sembro en el mes de Noviembre que concuerda con los meses de poca o nada precipitacion.

Como tratamiento basal se aplico 100 kg de P_2O_5 y 50 kg/ha de K_2O antes de la siembra.

Se utilizo las variedades 1001, INIAP 415, Oryzica 3 y Cuyamel 3028 con una densidad de 10gr.por linea de 6.0m.

Como fuente de nitogeno se utilizo urea en las dosis de 0, 50 y 100 kg/ha. Se utlizo como enmienda un producto comercial llamado Hi Cal Mag (39% Ca puro y 19% Mg puro con una variacion de mas o menos 5%) el cual se incorporo en el 50% de las parcelas siete dias antes de la siembra a una dosis de 520 kg/ha.

2.33.3 PARCELA EXPERIMENTAL

El area donde se realizo el ensayo se dividio en parcela, sub parcela y sub sub parcela, en la que la sub sub parcela tenia 8 hileras de 6m separadas 0.20m, el area util eran 4 hileras de 5.0 m de longitud que es 4 m^2 y el area de muestreo de los componentes de los rendimientos es de 2 hileras de 1.25 m de longitud con un area de 0.5 m^2 .

Se realizo en este experimento 4 replicas con lo que se tuvieron un total de 96 sub sub parcelas .

2.43.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizo un arreglo factorial de 2 X 3 X 4, en parcelas sub- subdivididas, con 4 repeticiones.

- Parcela Grandes : Niveles de Hi Cal Mag
- Sub - parcela : Niveles de N (0, 50, 100 kg/ha.)
- Sub-sub-parcela: Variedades de arroz (INIAP 1001, INIAP 415, CUYAMEL 3820 y ORYZICA 3).

3.6.3.- Altura de la planta

Se tomo desde el suelo hasta la parte más alta de la planta (panícula u hoja bandera), se la midio por medio de una regla en la que se tomaron tres puntos localizados al azar en la parcela.

3.6.4.- Componentes de rendimiento

Se lo tomo en el área de muestreo de 0.5m^2 se cosecho mediante un marco de metal que delimito el area se cortaron todos los tallos que estuvieron dentro del marco y se lo metio en una bolsa que llevaba el numero de cada tratamiento y se determino los siguientes puntos:

- **Número de tallos / m^2** .Se conto todos los tallos producidos en el area de muestreo para realizar el analisis estadistico.
- **Número de tallos efectivos / m^2** . Se conto los tallos que por lo menos tenian una grano bueno.
- **Número de granos / panícula**. Se escogio al azar 5 paniculas de las cuales se conto el numero de granos buenos.
- **Peso de 1000 granos**. De los granos contados anteriormente se lo pesaron y por medio de una regla de tres se llega al peso de 1000 granos.

3.6.5 Acame o volcamiento.

Se medio en una escala de 1 al 5 en donde el 1 = erecto y 5 = volcado.

3.6.6 Análisis de suelo.

Los suelos se analizan al inicio y al final del ensayo en los cuales se determinara el efectos de los tratamiento en cada sub parcela no se lo tomo por la sub sub parcela ya que el efecto de las variedades sobre la absorcion y fijacion de los nutrientes es considerado para este ensayo como parecido.

3.6.7 Rendimiento (kg/ha)

Se determino por la cosecha del area util que eran las cuartos hileras centrales de 5.0m de longituld que da un area de 4m^2 menos 0.5m^2 que era el area de muestreo con lo que queda 3.5m^2 . Se tomo el porcentaje de humedad del grano y se ajusto a 13% de humedad.

3.5 UNIDAD EXPERIMENTAL

Consistió en ocho hileras espaciadas 0.20 m con 6.0 m de longitud, en la cual se sembraron las variedades de arroz a chorro corrido.

3.5.1 Parcela útil

Consistió de las cuatro hileras centrales de la unidad experimental con una longitud de 5.0 m, el área útil fue para calcular el rendimiento.

3.5.2 Area de muestreo

Consistió de dos hileras del área útil con una longitud de 1.25 m, para determinar los componentes de rendimiento de cada tratamiento.

3.6 VARIABLES ESTUDIADAS

Durante el ciclo vegetativo y la madurez se midieron las siguientes variables:

3.6.1 Fecha a floración

Cuando el 50% de las plantas en la parcela presentaron por lo menos una panícula.

3.6.2 Fecha de madurez fisiológica

Cuando el 90% de las panículas cambiaron de color verde a verde amarillamiento.

3.6.3 Altura de la planta (cm)

Se midió desde el suelo hasta la parte más alta de la planta (panícula u hoja bandera), se midió por medio de una regla. Se tomaron tres plantas al azar en la parcela experimental, luego se determinó el promedio de altura por cada unidad experimental.

3.6.4 Componentes de rendimiento

Se midieron en el área de muestreo de 0.5m² y se cosechó mediante un marco de metal que delimitó el área. Se cortaron todos los tallos que estuvieron dentro del marco y se colocaron en una bolsa debidamente identificada.

3.6.4.1 Número de tallos efectivos / m². Se contaron todos los tallos que por lo menos había producido un grano por panícula.

-3.6.4.2 Número de tallos malos / m². Se contaron todos los tallos que no había formado granos o que solamente tenían granos vanos.

3.6.4.3 Número de granos / panícula. Se escogieron al azar cinco panículas en las que se contaron el número de granos formados. Se determinó el promedio de granos por panícula, de cada unidad experimental.

3.6.4.4 Peso de 1000 granos. Se contaron y pesaron 200 granos de cada unidad experimental. El valor de este peso se multiplicó por cinco para sacar el peso de los 1000 granos.

3.6.5 Análisis de suelo.

Los suelos se analizaron al inicio y al final del ensayo para determinar los efectos del tratamiento en cada sub-parcela.

3.6.6 Rendimiento (kg/ha)

Se determinó por la cosecha del grano del área útil de cuarto hileras centrales 3.5m². Se tomó el porcentaje de humedad del grano y se ajustó a 13% de humedad. Se pesaron las muestras en una balanza con una precisión de 0.00 kg y ese peso se multiplico por 2857 para sacar las t/ha.

3.7 ANALISIS ESTADÍSTICO

Para analizar los datos se utilizó el paquete estadístico “Statistical Analysis System” (SAS^R) versión 6.4 para Windows. Se realizó un análisis de varianza para las variables estudiadas. Se realizó una separación cuando hubo diferencias significativas por medio del método Tukey a una significación de alpha 0.10.

4. RESULTADO Y DISCUSION

4.1 EFECTOS VISIBLES

Debido a la época de siembra del cultivo se presentaron varias situaciones en el transcurso del ensayo que influyó de alguna manera los resultados obtenidos en el experimento. Se presentaron diferencias visibles en la altura de las plantas ya sea por las variedades y por el N.

Un factor relevante para que se presentaran estas diferencias fue la calidad de semilla, ya que para las variedades Cuyamel 3820 y Oryzica 3 se contó con semilla básica, en cambio, para las variedades ecuatorianas se obtuvo semilla de un campo comercial de producción de grano, lo que provocó que existiera una gran variabilidad entre parcelas principalmente alargando el ciclo del cultivo en el campo y provocando desigualdades en la altura de las plantas.

En lo que se refiere al ataque de plagas, la única que se detectó por su daño en el campo fueron los conejos, que atacaron en las primeras etapas del cultivo, comiendo los brotes tiernos, se presentó un caso curioso que la variedad más afectada por el conejo fue la 1001 ya que tiene un crecimiento más acelerado y además las hojas de esta variedad fueron más gruesa y succulentas, en las cuales pudo existir una preferencia por parte del conejo a esta variedad, por encontrarse en la época de verano y no existir ningún otro cultivo tierno en la zona.

Para los efectos causados por el N se detectó en el campo, diferencias en la altura y en aspectos nutricionales, ya que donde se aplicó el N, Este actuó de forma, que evitó el amarillamiento en la planta, con lo que concuerda a lo que se encontró en la literatura sobre los efectos de N sobre las plantas.

Los resultados del efecto de los tratamientos sobre las variables floración, madurez y altura de planta se presentan en el Cuadro 3 y los del rendimiento y sus componentes en el Cuadro 4.

Cuadro 3. Medias de los efectos de los tratamientos sobre las variables fenológicas de cuatro variedades de arroz.

Hi-Cal-Mag k/ha	N k/ha	Variedad	Días a floración	Días a maduración	Altura cm
0	0	1001	133	174	65
0	0	INIAP 415	130	163	55
0	0	ORYZICA 3	124	166	52
0	0	CUYAMEL	142	175	57
0	50	1001	155	180	61
0	50	INIAP 415	135	169	55
0	50	ORYZICA 3	132	162	53
0	50	CUYAMEL	144	176	56
0	100	1001	160	182	61
0	100	INIAP 415	146	173	55
0	100	ORYZICA 3	135	172	51
0	100	CUYAMEL	145	163	59
520	0	1001	143	168	67
520	0	INIAP 415	135	167	54
520	0	ORYZICA 3	134	171	51
520	0	CUYAMEL	137	172	52
520	50	1001	151	181	70
520	50	INIAP 415	145	176	56
520	50	ORYZICA 3	141	168	53
520	50	CUYAMEL	156	178	54
520	100	1001	155	181	70
520	100	INIAP 415	150	173	62
520	100	ORYZICA 3	134	161	58
520	100	CUYAMEL	145	171	56

Cuadro 4. Medias de los efectos de los tratamientos sobre el rendimiento y sus componentes en cuatro variedades de arroz.

Hi-Cal-Mag k/ha	N k/ha	Variedad	Tallos malos/m ²	Tallos buenos/m ²	Granos / panícula	Peso de 1000 granos	Rend t/ha
0	0	1001	196	319	17	23	0.67
0	0	INIAP 415	86	573	33	20	1.96
0	0	ORYZICA 3	256	291	25	19	0.87
0	0	CUYAMEL	132	491	20	23	0.67
0	50	1001	115	354	17	23	0.98
0	50	INIAP 415	122	411	26	16	1.25
0	50	ORYZICA 3	55	580	40	17	1.50
0	50	CUYAMEL	197	453	23	20	0.96
0	100	1001	422	201	16	17	0.80
0	100	INIAP 415	276	386	21	11	1.63
0	100	ORYZICA 3	417	286	12	20	1.03
0	100	CUYAMEL	165	482	15	26	1.14
520	0	1001	71	461	30	22	1.48
520	0	INIAP 415	197	521	32	22	2.45
520	0	ORYZICA 3	222	376	26	20	1.53
520	0	CUYAMEL	103	411	22	18	1.22
520	50	1001	207	362	13	21	1.04
520	50	INIAP 415	206	492	18	22	1.25
520	50	ORYZICA 3	298	291	19	19	0.62
520	50	CUYAMEL	173	382	15	21	0.56
520	100	1001	289	207	17	23	0.41
520	100	INIAP 415	284	373	32	18	1.23
520	100	ORYZICA 3	171	489	33	18	1.78
520	100	CUYAMEL	116	491	30	20	1.22

Los resultados del análisis de varianza se presentan en el cuadro 5. Estos análisis indican diferencias significativas ($P < 0.10$) para los efectos de algunos tratamientos en ciertas variables.

Cuadro 5. Probabilidades de ocurrencia de cada tratamiento y sus interacciones con un alpha ($P < 0.10$).

Fuente de variación	Días a floración	Días a madurez	Altura cm	Tallos malos /m ²	Tallos efectivos /m ²	Granos/ panícula	Peso del grano	Rdto. k/ha
Bloque	0.5349	0.9327	0.6814	0.3374	0.4793	0.3877	0.0801	0.4179
Hi-Cal-Mag	0.5791	0.5141	0.5447	0.9798	0.9665	0.6892	0.5286	0.7939
N	0.0262	0.0032	0.4336	0.2562	0.5737	0.5927	0.2811	0.6564
Hi-Cal-Mag x N	0.6542	0.8093	0.2909	0.4997	0.6566	0.0681	0.4507	0.4509
Variedad	0.0061	0.2026	0.0001	0.2646	0.0133	0.0233	0.0327	0.0031
Hi-Cal-Mag x Variedad	0.5566	0.8508	0.0168	0.6616	0.766	0.9239	0.0503	0.9809
N x Variedad	0.1912	0.5654	0.9458	0.5091	0.1483	0.5519	0.2369	0.1957
Hi-Cal- Mag x variedadxN	0.4112	0.1887	0.9226	0.2142	0.1253	0.3179	0.4741	0.4459

4.2 EFECTOS SOBRE LOS FACTORES FENOLOGICOS

4.2.1 Efectos sobre la floración

El modelo para los días a floración, tiene un R^2 de 0.77 y un C.V. de 5.89 % con una probabilidad de 0.0001 y el promedio de los días a floración de las variedades es de 141.73 días. Para este caso, posiblemente debido a factores como la distribución del riego, topografía del terreno, entre otros.

Para los días a floración se encontraron diferencias significativas debido a las dosis de N y en las variedades.

En el cuadro 6. Se muestran el efecto de las distintas dosis de N sobre la floración.

Cuadro 6. Efecto simple de las dosis de N sobre la floración de cuatro variedades de arroz.

N k/ha	Días a floración
0	135 A
50	144 B
100	146 B

En este ensayo la floración de las variedades estudiadas se vio atrasada al aumentar las dosis de N, lo que concuerda con De Datta (1981), que el N alarga el ciclo vegetativo de las plantas, y Monge (1994) que la carencia de este elemento acelera la floración de la planta provocando una esterilidad parcial.

En el cuadro 7 se presenta los efectos de las variedades sobre los días a floración. Se presentan diferencias entre las cuatro variedades estudiadas, siendo la Oryzica 3 la que entró en floración más rápido, teniendo una diferencia de más de seis días entre las variedades con lo que se podría aprovechar esta ventaja que presenta esta variedad a una floración adelantada, y concuerda con Tinarelli (1989) que estas diferencias entre variedades están controladas por pocos locus o genes, en donde tienen poca o ninguna intervención las condiciones ambientales que rodean al cultivo, salvo en los casos de estrés extremos.

Cuadro 7. Efecto de las variedades sobre los días a floración.

Variedad	Días a floración
Oryzica 3	133 A
INIAP 415	140 B
Cuyamel 3820	144 C
1001	149 D

Los resultados obtenidos por Arregui (1998)⁶ indican que la variedad Oryzica 3 entra en floración más rápido que la Cuyamel 3820, lo cual concuerda con los datos observados en este experimento. También se observó que hubo un alargamiento del ciclo de las cuatro variedades estudiadas en este experimento; Chicaiza (1998) informó que la variedad Cuyamel 3820 entra a floración a los 107 días después de sembrado. Igual resultado obtuvo Arregui (1998)^e con las variedades Oryzica 3 y Cuyamel 3820 que llegaron a floración a los 107 y 109 días, respectivamente. Asimismo las variedades ecuatorianas que son precoces en condiciones del litoral ecuatoriano. Se puede concluir que el ambiente influyó en los días a floración del arroz, en forma similar para las variedades.

En un ensayo realizado por Diaz (1993) concuerda con lo presentado en el experimento y se concluye que hay diferencias significativas en la floración en variedades y en la cantidad de N aplicado.

4.2.2 Efectos sobre la maduración

En el análisis de los días a madurez se obtuvo un R^2 de 0.574 con un coeficiente de variación de 28.67 y una probabilidad de ocurrencia de 0.0236, con un promedio entre días de 30.

⁶ Arregui, J. 1998. Evaluación de fuente de N y sistema de producción sobre el rendimiento del arroz. El Zamorano, Honduras (Comunicación Personal).

Se detectaron diferencias significativas solamente entre las dosis de N y las variedades. En el cuadro 8 y 9, se observa el efecto de las dosis de N y las variedades sobre los días a madurez.

Cuadro 8. Efecto del N sobre la maduración

N k/ha	Días a madurez
0	169 A
50	174 B
100	173 A B

Al separar las medias se observó que solo se presentaron diferencias entre el nivel cero y las dosis aplicadas. Esto se debe a factores nutricionales, ya que hay un mayor transporte de carbohidratos a los granos por lo que se acelera la maduración. También se observó un efecto de la radiación solar, que alargo esta fase para todas las variedades (Ottavo, 1975; Tinarelli, 1994).

En las plantas se observó una mayor succulencia en los tratamientos donde se aplicó N, en cambio donde no se aplicó el N se presentaron plantas amarillamientas y además, plantas con menor altura.

Cuadro 9. Efecto simple de las cuatro variedades de arroz sobre la maduración.

Variedad	Días a madurez
Oryzica 3	167 A
INIAP 415	170 A B
Cuyamel 3820	174 B C
1001	178 C

Existe por lo menos una diferencia de 3 días entre las distintas variedades, siendo la variedad Oryzica 3 la que entró a madurez más rápido. La variedad 1001 fue la que más se tardó y esta diferencia fueron posiblemente por la falta de adaptabilidad a las condiciones del experimento, ya que esta variedad en lugares de latitud bajas entra a madurez a los 100 días aproximadamente. Todas las variedades se vieron afectadas en un

alargamiento de sus días a madurez según la literatura. Con lo que tenemos que la Oryzica 3, Cuyamel 3820, INIAP 415 y 1001 tuvieron aproximadamente un mes de retraso en entrar a madurez. Estos alargamientos son un indicativo de la falta de adaptabilidad a las condiciones del experimento.

4.2.3 Altura de la planta

Para la altura de la planta se obtuvo un ajuste al modelo de 74.18 % con un C.V. de 8.99, una probabilidad de 0.0001. La media general de la altura de las plantas estuvo en 58 cm.

Las diferencias que se dieron en esta variable fueron por la interacción del Hi-Cal-Mag x variedad y un efecto simple de variedades que es el que más influyó en la altura. En el cuadros 10 se presentan estas diferencias.

Cuadro 10. Efecto de la interacción de variedad con las dosis de Hi-Cal-Mag (k/ha) sobre la altura de planta.

Hi-Cal-Mag	Variedad				TOTAL
	1001	INIAP 415	ORYZICA 3	CUYAMEL 3820	
0	63	55	52	57	57
520	69	57	54	54	59
Total	66	56	53	56	

Se ve una diferencia de casi 1.5 cm al aplicar el Hi-Cal-Mag. Todas las variedades respondieron positivamente a la aplicación de Hi-Cal-Mag con respecto a la altura, excepto la Cuyamel 3820. Esta respuesta se debe a una mayor disponibilidad de los nutrientes del suelo; en suelos fuertemente ácidos se obtiene un crecimiento defectuoso de las plantas por deficiencias de Ca y/o Mg, P y Mo (León, 1975). La enmienda tuvo un efecto mínimo en el cambio del pH (Anexo 2) y benefició más en suplir nutrientes como Ca y Mg.

No hubo diferencias entre las variedades INIAP 415, Cuyamel 3820 y la Oryzica 3. La única que tuvo diferencias fue la 1001. En este experimento no se dio problemas por acame, posiblemente se deba al estrés hídrico que sufrieron las plantas.

4.3 EFECTOS SOBRE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO

4.3.1 Número de tallos malos

El modelo de este Andeva se ajustó a un 57.08% con una variación del 80.38 la cual es una muy alta, la probabilidad es de 0.0268. Con un promedio de tallos malos de 193 /m². Para esta variable no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados.

4.3.2 Número de tallos efectivos

El modelo del número de tallos efectivos tiene un ajuste de 67.82% con una variación de casi 40% con una alta probabilidad de 0.0002. El promedio de los tallos efectivos es de 402 tallos/ m².

En esta variable del rendimiento solo se detectaron diferencias significativas para número de tallos efectivos por metro cuadrado, por efecto de las variedades (cuadro 11).

Cuadro 11. Efecto de las variedades sobre el número de tallos efectivos por metro cuadrado.

Variedad	Tallos efectivos/m ²
INIAP 415	455 A
Cuyamel 3820	451 A
Oryzica 3	385 A B
1001	318 B

La variedad 1001 es la variedad que produjo menor número de tallos efectivos y no tuvo diferencias con la Oryzica 3. No presentaron diferencias significativas en el número de tallos efectivos entre las variedades INIAP 415, Cuyamel 3820 y Oryzica 3.

4.3.3 Número de granos por panícula

El modelo para el número de granos por panícula se ajustó a un 64.59 % con una variación de 47.75 y una probabilidad de 0.0013. El promedio de granos por panícula es

de 23 granos, que es bastante bajo si se comparan con producciones en la época de lluvia que superan los 50 gramos por panícula en la mayoría de los casos.

En este caso solo se encontraron diferencias por efecto de la interacción de los niveles de N x Hi-Cal-Mag, y además un efecto simple de las variedades. Estos resultados se muestran en los cuadros 12 y 13.

Cuadro 12. Efecto de la interacción de las dosis de N por los niveles de Hi-Cal-Mag sobre el número de granos por panícula.

Hi-Cal-Mag	N 0	N 50	N 100	Media
0	24	27	16	22
520	28	16	28	24
Media	26	21	22	

Según los resultados obtenidos en este experimento tenemos que con la aplicación de la enmienda se obtuvo un incremento de 22 a 24 granos/panícula, en cambio, el efecto de N fue una disminución en esta variable. En un experimento realizado por Gallardo (1986) en Colombia, se concluyó que el N tiene un efecto positivo en el número de granos por panículas. En este caso no se encontró un patrón definido en esta interacción, ya que a niveles de 0 y 100 kg de N con la aplicación de la enmienda, se observó un aumento en la cantidad de granos pero al nivel medio de N y con la enmienda se redujo el número de granos.

Cuadro 13. Efecto de las variedades sobre el número de granos

Variedad	Número de granos/panícula
1001	27 A
Cuyamel 3820	26 A
Oryzica 3	21 A B
INIAP 415	18 B

Las variedades INIAP 415 y Oryzica 3 estadísticamente no presentan diferencia, a pesar de haber sido las más rendidoras presentaron menor número de granos por panículas, lo que implica que el rendimiento se deba a otros componentes. Las variedades 1001, Cuyamel

3820 y Oryzica 3 no presentan diferencias, aunque la Oryzica esta por debajo del promedio general.

4.3.4 Peso de 1000 granos

Para este modelo el peso de los 1000 granos, se ajustó a 55.27% con una variación de 24.43 con una probabilidad de 0.0466. La media del peso de 1000 granos fue de 20 gramos. Para este efecto solo se encontró diferencias entre la interacción de los niveles de Hi-Cal-Mag y las variedades y por el efecto simple de las variedades.

Cuadro 14. Efecto de la interacción de los niveles de Hi-Cal-Mag con las variedades sobre el peso de 1000 granos de cuatro variedades de arroz.

Hi-Cal-Mag (k/ha)	Variedad				TOTAL
	1001	INIAP 415	ORYZICA 3	CUYAMEL 3820	
0	21	16	19	23	20
520	22	20	19	20	20
Total	22	18	19	21	

La variedad 1001 cuenta con el mayor peso de los 1000 granos esto se debe principalmente al tamaño del grano que es mayor en esta variedad. El peso de los granos aumento en todas las variedades con la excepción de la variedad Cuyamel 3820. La variedad INIAP 415 tuvo un aumento considerable de casi 4 gramos se podría decir que esta variedad tiene mayor necesidad Ca, o el efecto de la enmienda tiene sobre la disponibilidad de otros elementos. Con lo que se concluye que todas las variedades con excepción de la Oryzica 3, el peso de los granos aumentó con la adición de la enmienda, debido a las aportaciones de Ca que refuerzan las paredes celulares al aportar pectato de Ca.

4.3.5 Rendimiento

El modelo para el rendimiento dio un ajustó de 72.47% con un coeficiente de variación de 60.23 a una probabilidad de 0.001. El promedio del rendimiento estuvo en 1.2 t/ha, que coincide con el rendimiento promedio de producción de arroz en seco en Honduras.

En lo que significa al rendimiento solo se encontró diferencias significativas entre las variedades utilizadas como lo demuestra el cuadro 15.

Cuadro 15. Rendimiento de cuatro variedades de arroz.

Variedad	Rendimiento
INIAP 415	1.62 A
Oryzica 3	1.22 A B
Cuyamel 3820	0.95 B
1001	0.9 B

La variedad INIAP 415 fue la más rendidora aunque no existieron diferencias con Oryzica 3; su mayor rendimiento se debe por el número de tallos efectivos que produjo aunque, fue la variedad con menor número de granos por panícula y de menor peso por granos. La variedad 1001 tuvo un número de tallos efectivos relativamente bajo aunque en las otras característica sobresalió.

Otra forma para determinar el rendimiento de las variedades es por su eficiencia reproductiva, que es la división del rendimiento por el tiempo a cosecha; esto nos determina la ganancia de rendimiento diario lo que nos da el siguiente resultado para INIAP 415, Orizica 3, Cuyamel 3820 y 1001 de 9.101, 6.932, 5.219 y 4.864 k de ganancia diaria, respectivamente. En este sentido la INIAP 415 es la más eficiente.

4.4 CAMBIO EN EL pH

Para este análisis se realizó un muestreo para todo el terreno donde se iba a conducir el ensayo, tomando en cuenta la uniformidad del terreno en su pH y la disponibilidad de nutrientes. De este muestreo se obtuvo una muestra representativa a la cual se le hizo el análisis de suelo. Los resultados de este análisis se compararon al final del cultivo, con el análisis de cada sub-parcela, una vez cosechado el arroz. No se tomo el análisis de la sub-sub-parcela, asumiendo que las variedades tienen requerimientos parecidos y su comportamiento es similar. A continuación se presenta los resultados de los análisis de suelo en el cuadro 16.

Cuadro 16. Análisis de suelo realizados para determinar los efectos de los tratamiento en la sub parcela sobre el pH en el suelo.

TRATAMIENTO	pH				MEDIA
	1	2	3	4	
TESTIGO	4.59				4.59
Hi-Cal-Mag 0 N0	5.11	5.05	4.82	5.13	5.03
Hi-Cal-Mag 0 N50	5.29	4.90	5.00	5.10	5.07
Hi-Cal-Mag 0 N100	5.27	4.96	5.05	5.08	5.09
Hi-Cal-Mag 520 N0	5.48	5.22	5.10	5.19	5.25
Hi-Cal-Mag 520 N50	5.32	5.37	5.10	5.33	5.28
Hi-Cal-Mag 520 N100	5.04	5.03	5.24	5.15	5.12

De acuerdo a estos resultados, analizado en un diseño de parcela dividida en el mismo experimento, solo se encontró diferencias entre la aplicación de Hi-Cal-Mag, que subió el pH de 5.06 a 5.21, esto se debe principalmente que el hidróxido de calcio, libera Ca que compite con el hidrógeno, el cual es el causante de la acidez en el suelo (Tisdale y Nelson, 1991; Cooke, 1992). El efecto aunque es significativo pudo haber sido afectado por la cantidad y distribución de agua que recibió el cultivo, ya que hubieron días que el suelo estaba completamente seco y otros días que después del riego se encharcaba el terreno. En todo caso, los cambios en el pH son muy discretos y en consecuencia no se vieron los efectos, salvo en las interacciones con N y variedades sobre los componentes de rendimiento y la altura que concuerda con el experimento que realizaron Tejada et al (1986), en 1986 de encalado y niveles de N y K en el que no hubo diferencias en el rendimiento con la aplicación de CaO y su interacción con los fertilizantes, pero se corrigió el pH en 0.7 unidades.

La principal diferencia en el cambio del pH se debe, a que existió variabilidad en el terreno y no era uniforme en el pH ni en su disponibilidad de nutrientes, como se puede observar en el cuadro 16 que existe gran variabilidad entre las repeticiones de los tratamientos.

4.5 POSIBLES FACTORES QUE AFECTARON EL EXPERIMENTO

En la fase vegetativa básica la temperatura no tuvo efecto sobre los siguientes eventos germinación, emergencia, enraizamiento y en la elongación de la hoja, pero afecto en la formación de tallos, ya que según el cuadro 17 y la figura 1 se ve que se presentaron temperaturas de aproximadamente 10° C lo cual afecta al desarrollo del cultivo en su etapa de macollamiento. Cabe indicar que el experimento se condujo en un período anormal de producción de arroz para la zona (nov. 97 – mayo 98).

En la etapa vegetativa tardía se ve la influencia por el fotoperíodo, razón por la cual se alargo esta etapa. Los días fueron cortos para los primeros días del año. Además, en el verano se dio un factor anormal que fue la presencia de la bruma. Se presento efecto en la iniciación y diferenciación de la panícula por bajas temperaturas que en la primera quincena de febrero, Fig. 2 y cuadro 17, se presento un promedio de 14° C como temperatura mínima. Esta puede ser la razón por el desorden en la formación de las panículas.

En la etapa reproductiva, se observo un efecto por la temperatura mínima, ya que en la mayoría del tiempo esta temperatura era inferior a la que necesita el cultivo para una correcta floración Fig. 3 y Cuadro 17, este efecto ocasiona el aborto de las flores y los granos vanos en el arroz.

En la etapa de maduración no se dio problema con la temperatura, ya que el promedio se centra entre los 30° C es ideal para la madurez del grano. En cambio hubo problemas en la etapa de la cosecha por temperaturas mayores a los 30° C.

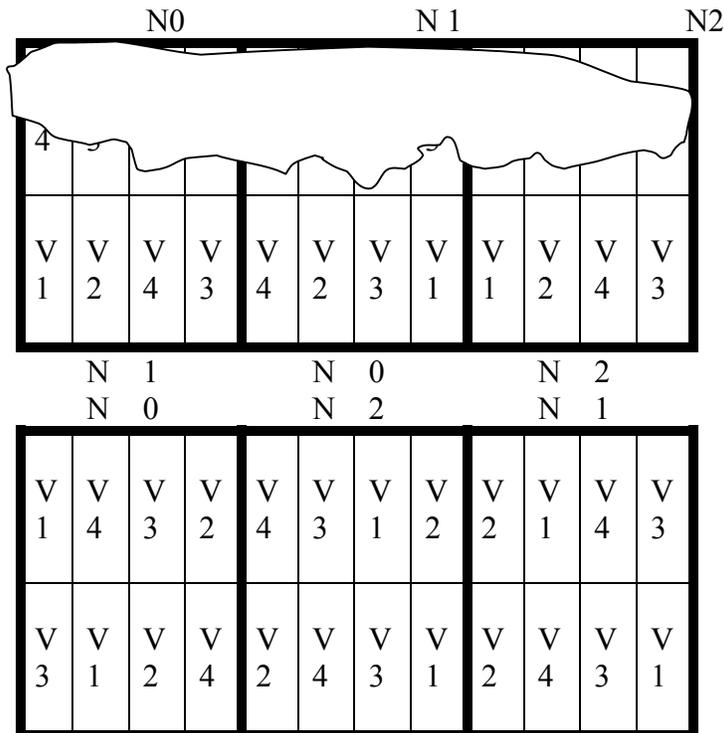
Cuadro 17. Temperaturas críticas en las diferentes etapas de crecimiento del arroz

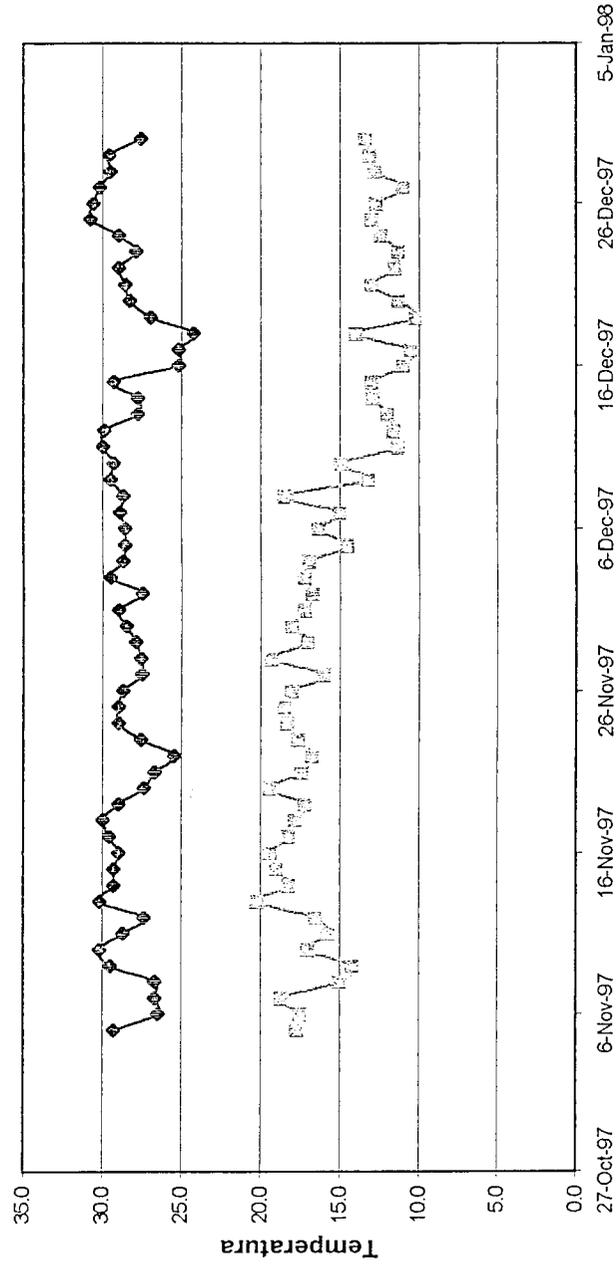
Etapas de desarrollo	Temperaturas críticas (C°)		
	Baja	Alta	Optima
Germinación	10	45	30 – 35
Emergencia y establecimiento	12 –13	35	25 - 30
Enraizamiento	16	35	25 – 28
Elongación de las hojas	7 –12	45	31
Macollamiento	9 –16	33	28 –31
Iniciación de la panícula	15		
Diferenciación de la panícula	15 –20	38	

Floración	22	35	30-32
Maduración	12-18	30	20-22

Fuente: Arraudeau y Vergara, 1991

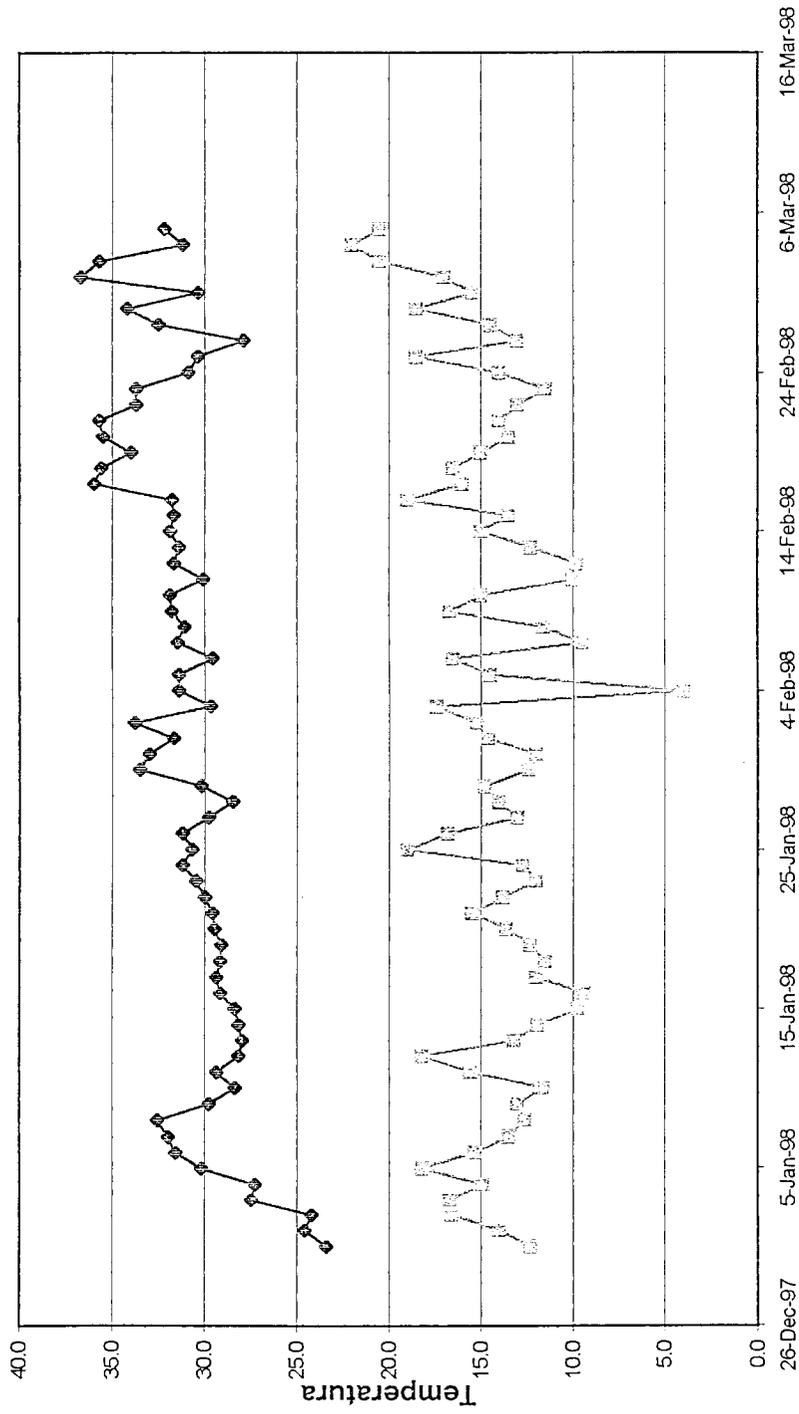
Otro problema que se detectó fue la precipitación, que fue de 101.4 mm, durante el tiempo que el arroz estuvo en el campo, y que no llena los requerimientos del cultivo que son de 5 a 10 mm diarios (Monge, 1994), razón por lo cual se contó con el riego por aspersión, que se vio afectado por el viento y la mala distribución de este, ya que se regaba de acuerdo a un turno que en el mejor de los casos era de 7 días, de manera tal que el ensayo sufrió períodos intermitente de sequía extrema. En la figura 4 se señala los lugares que estaban más propenso a presentar plantas con estrés hídrico.





Días desde la siembra hasta macollamiento

Figura 1. Temperaturas máximas y mínimas en la fase vegetativa básica



Días desde macollamiento a formación de panícula

Figura 2. Temperaturas máximas y mínimas en la fase vegetativa retardada

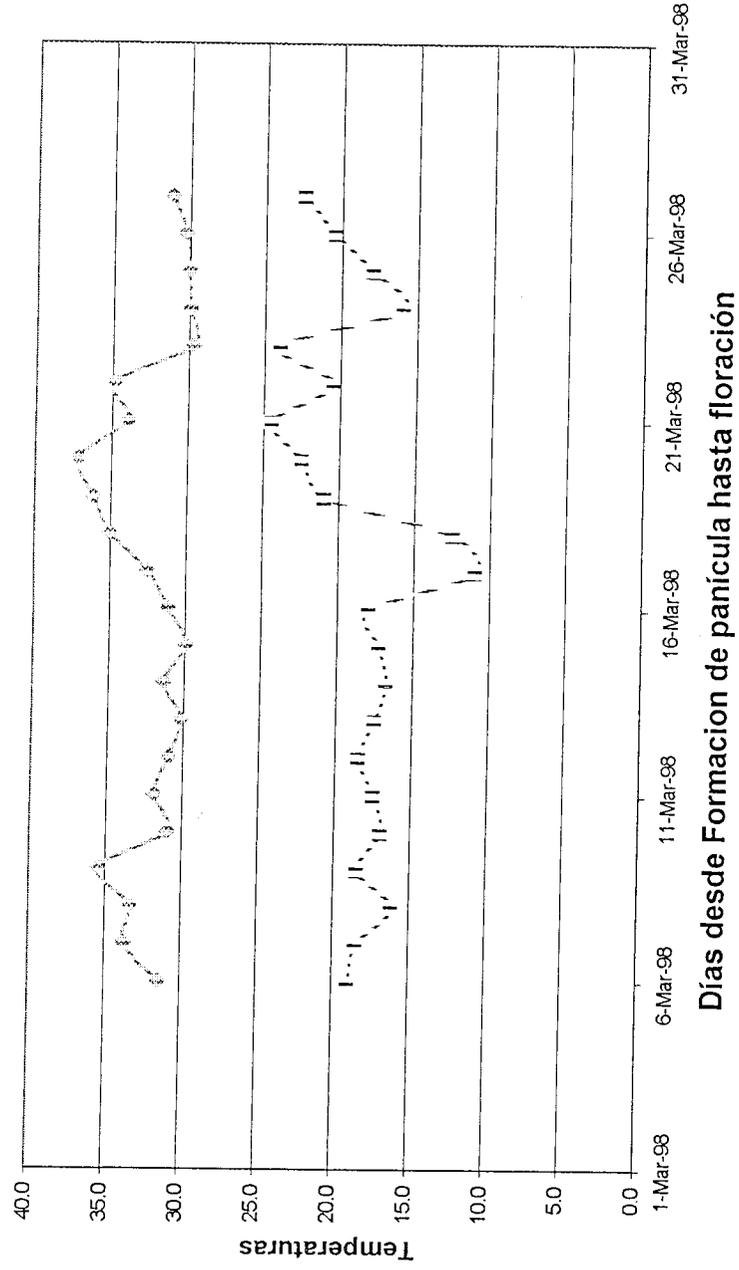
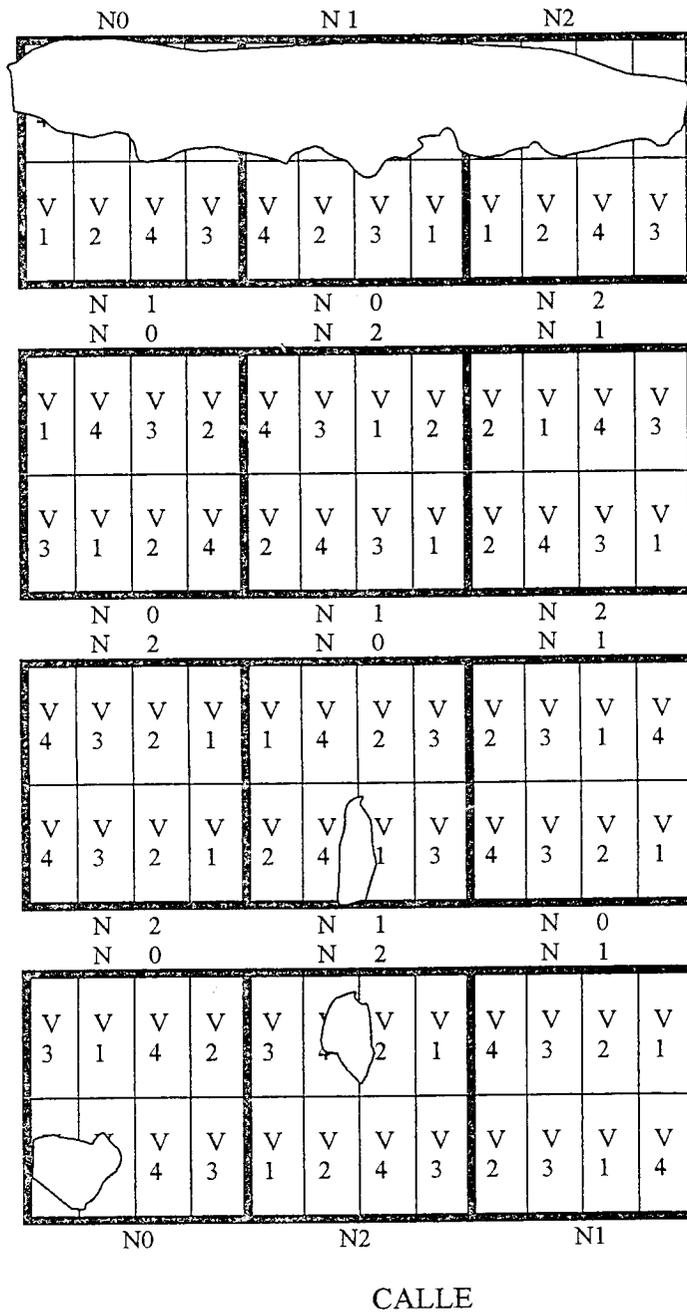


Figura 3. Temperaturas máximas y mínimas en la fase reproductiva



Zonas en blanco fueron las más propensas a presentar estrés hídrico.

Figura 4. Determinación de zonas más propensas a presentar estrés hídrico en el ensayo.

5. CONCLUSIONES

- El beneficio de la enmienda en corregir la acidez, no se vio reflejado en un incremento en el rendimiento.
- El único efecto de la interacción Hi-Cal-Mag con N fue en un incremento en el número de granos por panícula.
- La INIAP 415 fue la variedad que se adaptó más a las condiciones del experimento.
- El ambiente influyó en los resultados del experimento.

6. RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en el experimento se recomienda:

- Ejecutar ensayos de este tipo de validación agronómica en las épocas normales de producción de arroz, asegurando respuestas adecuada del cultivo para observar mejores respuestas a tratamientos similares.
- Realizar el experimento con un sistema de producción diferente (inundado, secano favorecido y secano)

BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, F. 1992 Rice Yield Evaluations in Ecuador 1968 - 1990. RICE PROGRAM, INIAP, Ecuador.

Citado por: CUEVAS, F. 1992. Rice in Latin America: improvement, management and marketing. IRRI / CIAT. Cali, Colombia. 236 p.

ANDRADE, F et al. 1988. INIAP 415 Nueva variedad de arroz de alto rendimiento. Programa de arroz. Estación Experimental Boliche. Boliche Ecuador. 7 p.

ANDREWS, M. 1998. Nutrición Vegetal. Apuntes de clase. Mayo de 1998. Escuela Agrícola Panamericana.

ARRAUDEAU, M. A; VERGARA, B.S. 1991. Manual Arroceros de Secano. IRRI / IRAT. Manila, Filipinas. 281 p.

BRAVO, J .1980. Efectos de niveles de nitrógeno y densidades de siembra en el rendimiento de arroz bajo riego. Tesis Ing. Agr. Escuela Nacional de Agricultura y ganadería Managua, Nicaragua. 42 p.

DE DATTA, 1986. Producción de arroz. Fundamentos y practicas. Trad. del ingles por Manuel Guzmán y Zulai Fuentes. Editado por Arturo Sánchez. 1ra. Ed. Mexico DF, Mexico, Editorial Limusa.425 p.

CHAPMAN, S; CARTER, L. 1976. Producción Agrícola Principios y Prácticas. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 572 p.

CHANDLER, R. 1984. Arroz en los Trópicos. Guía para el desarrollo de programas nacionales. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. Iica/serie investigación y desarrollo N^o12. 304 p.

CIAT, 1978. Morfología de la planta de arroz Guía de estudio. Cali, Colombia. 20 p.

COMHAIRE, M. 1965 Rice Manuring. Center International Informacion et De Documentation Des Producteurs de Phosphate Thomas, Bruselas, Bélgica. 108 p.

CONITTA (COMISION NACIONAL DE INVESTIGACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA), 1991. **Arroz. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. 44 p.**

FAO. 1991. Estadística de Producción. No. 104. Vol. 45. Dependencia de Datos Básicos, Dirección de Estadística FAO. Roma, Italia. 72 p.

FAO. 1990 El Uso eficaz de los fertilizantes en suelos ácidos de tierras altas en los trópicos húmedos. Boletín FAO: Fertilizantes y Nutrición Vegetal # 10. Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 64 p.

FAO. 1984b. Los niveles de producción agrícola y el empleo de fertilizantes. Boletín FAO: Fertilizantes y Nutrición Vegetal # 2. Organización De Las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 66 p.

FAO. 1984a. Uso óptimo de los fertilizantes para los cereales. Boletín FAO: Fertilizantes y Nutrición Vegetal # 3. Organización De Las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 32p.

FAO. 1983. Maximizing Fertilizer use efficiency. FAO: Fertilizer and plant nutrition Bulletin # 6. Food And Agriculture Organization Of The United Nations. Roma, Italia. 50 p.

KAMPRATH, E. 1973. Soil acidity and liming. A review of soils research in tropical Latin America. North Carolina Agric. Exper. Sta. Techn. Bull. 126- 137 p.

Citado por: FAO. 1990 El Uso eficaz de los fertilizantes en suelos ácidos de tierras altas en los trópicos húmedos. Boletín FAO: Fertilizantes y Nutrición Vegetal # 10. Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 64 p.

GUDIEL, V.M. 1986. Manual Agrícola Superb. VI edición corregida y revisada Guatemala, Guatemala. 393 p.

MONGE, L. 1994. Cultivo del arroz. Los cultivos básicos en Costa Rica. Segunda reimpresión de la segunda edición. Ed. EUNED. San José, Costa Rica. 45p.

MENDIZABAL, M. 1997. Capacidad de rebrote de arroz a dos alturas de corte con diferentes niveles de nitrógeno y potasio. Tesis de Grado para la Ingeniería Agronómica. Escuela Agrícola Panamericana. Tegucigalpa, Honduras. 35 p.

PEARSON, C. 1975. Control of Crop Productivity. School of Agriculture The University of Western Australia. Academic Press. Orlando, Florida, Usa. 315 p.

ROMERO, R. 1992. Rebrote de la Variedad de Arroz Oryzica 3 en respuesta a Diferentes dosis de Nitrógeno y dos Métodos de aplicación. Informe Anual de Investigación del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana. Vol. # 5. 135 p.

SUAZO, R. 1988. Manejo del cultivo del arroz en Honduras. Memoria de la XXXIV Reunión Anual de PCCMCA. San José, Costa Rica. 267 p.

Citado por: SUAREZ, G. 1990. Evaluación de niveles de fertilización, densidad de siembra y uso de herbicidas en dos variedades de arroz (*Oryza sativa* L.). Tesis de Grado para la Ingeniería Agronómica. Escuela Agrícola Panamericana. Tegucigalpa, Honduras. 73 p.

UEHARA, G.; KENG, J. 1975. Management implications of soil management in Latin America. Soil Management in tropical America. North Carolina State University, Raleigh. EE.UU. 351-363 p.

Citado por: FAO. 1990 El Uso eficaz de los fertilizantes en suelos ácidos de tierras altas en los trópicos húmedos. Boletín FAO: Fertilizantes y Nutrición Vegetal # 10. Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 64 p.

TINARELLI, A. 1989. El arroz. Ediciones Mundi Presa. 2ª ed. Rev. Madrid, España. 575 p.

TINOCO, R et al. 1988. Respuesta de la variedad de arroz CR 1821 a diferentes densidades de siembra y a dosis crecientes de nitrógeno bajo condiciones de riego. Memoria de la XXXIV. Reunión Anual del PCCMCA. San José, Costa Rica. 134 p.

Citado por: SUAREZ, G. 1990. Evaluación de niveles de fertilización, densidad de siembra y uso de herbicidas en dos variedades de arroz (Oryza sativa L.). Tesis de Grado para la Ingeniería Agronómica. Escuela Agrícola Panamericana. Tegucigalpa, Honduras. 73 p.

UNIVERSIDAD DE FILIPINAS. 1975. Cultivo de arroz manual de producción. Editorial Limusa. México D.F., México. 572 p.