

DIAGNOSTICO FOLIAR EN EL CULTIVO DEL ARROZ

P O R :

FULGENCIO CALVO REALES

LUCY MIRANDA GARCIA

SILVIO LIZCANO RIVAS

Tesis de grado presentado como requisito parcial
para optar al título de :

80851J 75803
INGENIERO AGRONOMO

PRESIDENTE DE TESIS :

MANUEL GRANADOS H. I.A.; M.S.

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DEL MAGDALENA

FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA

SANTA MARTA

1.983



Tes.
IA-00295
C.169d.

012868

" Los jurados examinadores del trabajo de tesis no serán responsables de los conceptos e ideas emitidas por el Aspirante al Título".

DEDICO :

A mis padres, por haber sembrado en
mí la esperanza de convertirme en un
profesional.

A mis hermanas

A mis sobrinos

A mi novia

A mis familiares

A todos mis amigos y amigas.

FULGENCIO

D E D I C O:

A mis padres.

A mis hermanos, en especial a Anita.

A mi tia Ana.

A mi abuela.

A mi novio.

A mis sobrinos.

A mis familiares.

LUCY.

A G R A D E C I M I E N T O S

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a las siguientes personas.

Al DR. MANUEL GRANADOS NUÑEZ, I.A. M.S. Por su orientación en el desarrollo de este estudio.

Al SR. RUBEN ROCHA, por su colaboración.

Al SR. ABELARDO LIZCANO COTES.

Al DR. JORGE GADBAN REYES, I.A.

Al DR. JORGE DAVID, I.A.

A la DRA. DUBYS DURAN VIVES. Abogada, por su invaluable colaboración.

A la SRA. ROSA MARQUEZ.

A los Directores y Trabajadores de la Granja Experimental de la Secretaria de Fomento del Departamento del Magdalena.

Al Director y Trabajadores de la Granja de la Universidad Tecnológica del Magdalena.

A la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Tecnológica del Magdalena.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron en la realización del presente trabajo.

C O N T E N I D O

CAP.		PAG.
I.	INTRODUCCION	1
II.	REVISION DE LITERATURA	4
III.	MATERIALES Y METODOS	18
	3.1 DESCRIPCION DEL AREA	
	3.1.1 Ubicación y fecha	
	3.1.2 Características generales del area	
	3.2. DESARROLLO DEL ESTUDIO	19
	3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTO	20
	3.4. ANALISIS FOLIAR	22
	3.4.1 Recolección de las muestras	
	3.5. PREPARACION DE LAS MUESTRAS	23
	3.6. DETERMINACION Y METODOS DE ANALISIS	23
	3.7. CARACTERISTICAS ECOLOGICAS Y QUIMI- CAS DEL LUGAR DONDE SE EFECTUO EL ENSAYO.	23
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	25
	4.1. ENSAYO DE CAMPO	25
	4.1.1. Efecto del N y P aplicados al suelo en la producción de arroz.	

4.2. ANALISIS FOLIAR

4.2.1. Contenido de N y P en las hojas en los diferentes cortes.

4.2.2. Relaciones entre nutrientes aplicados y concentraciones de nutrientes en las hojas.

4.2.3. Relación entre nutrientes en las hojas.

4.2.3.1. Relación entre % N y P en los diferentes cortes.

4.2.4. Relación entre el contenido de nutrientes en las hojas y la producción de arroz.

4.2.4.1. Porcentaje de N en hojas con la producción.

4.2.4.2. Porcentaje de P en la hoja con la producción.

4.2.4.3. Correlación entre el contenido nitrógeno y fósforo en el suelo con el contenido en el grano.

V. CONCLUSIONES

42

VI. RESUMEN

44

SUMMARY	47
VII. BIBLIOGRAFIA	50
APENDICE	55

INDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Dosis y Código de fertilizantes en el experimento de la Granja de Fomento del Departamento del Magdalena.	20
Tabla 2.	Tratamientos aplicados en el ensayo efectuado.	21
Tabla 3.	Algunas características ecológicas y químicas del lugar del ensayo.	23
Tabla 4.	Rendimiento de Arroz CICA 8 en casca ra en Kg/12 metros cuadrados.	26
Tabla 5.	Rendimiento de Arroz CICA 8 en casca ra en Kg/Ha.	28
Tabla 6.	Coeficiente de regresión múltiple ajustados para la estimación del rendimiento parcelario en el ensayo efectuado en la granja experimental de la Secretaría de Fomento del Departamento del Magdalena. 1.983.	30
Tabla 7.	Porcentaje de Nitrogeno en hojas de arroz en varias fechas de germinado el cultivo.	32
Tabla 8.	Porcentaje de fosforo en hojas de arroz en varias fechas de germinado el cultivo.	34

Tabla 9.	Porcentaje de Nitrógeno obtenido en el grano, en el ensayo de Arroz CICA 8.	36
Tabla 10.	Porcentaje de fósforo obtenido en el grano en el ensayo de arroz CICA 8.	38
Tabla 11.	Porcentaje de Nitrógeno obtenido en el Suelo (KJELDHAL) después de la siembra de arroz CICA 8.	40
Table 12.	Fósforo obtenido en el suelo (BRAY I) después de la siembra de Arroz CICA 8.	41

INDICE DE APENDICE

T A B L A S

	Pág.
Tabla 13. Análisis de varianza preliminar para arroz en cascara.	63
Tabla 14. Análisis de varianza final para arroz en cáscara.	65
Tabla 15. Análisis de varianza para porcentaje de nitrógeno en hojas de arroz en varias fechas de germinado el cultivo.	66
Tabla 16. Análisis de varianza para porcentaje de fósforo en hojas de arroz en varias fechas de germinado el cultivo.	68
Tabla 17. Análisis de varianza preliminar para arroz sin cáscara Kg/12 metros cuadrados.	70
Tabla 18. Análisis de varianza final para arroz sin cáscara.	75
Tabla 19. Algunas característica físicas y químicas de los suelos antes y despues del ensayo realizado en la Granja del Departamento del Magdalena.	73

C U A D R O S

	Pág.
Cuadro 1.. Producción media en Kg/ha, y producción relativa en % en el ensayo efectuado en la Granja de la Secretaría de Fomento del Departamento del Magdalena.	74
Cuadro 2. Rendimiento de arroz CICA 8 sin cáscara en Kg/12 metros cuadrados.	75
Cuadro 3. Rendimiento de arroz CICA 8 sin cáscara en Kg/ha.	76

F I G U R A S

Figura 1. Regresión del efecto del Nitrógeno en el rendimiento de arroz CICA 8.	77
Figura 2. Regresión del efecto de fósforo en el rendimiento de arroz CICA 8.	78
Figura 3. Relación de nitrógeno aplicado en el suelo en Kg/ha. y el Nitrógeno en las hojas en porcentaje a los 60 días de germinado.	79
Figura 4. Relación del efecto del Nitrógeno aplicado al suelo en el contenido de nitrógeno en las hojas a los 90 días de germinado el arroz.	80

- Figura 5. Relación entre el fósforo aplicado al suelo y el fósforo contenido en las hojas de arroz a los 45 días de germinado. 81
- Figura 6. Relación entre el porcentaje de Nitrógeno y el porcentaje de fósforo en hojas de arroz CICA 8 a los 45 días de germinado. 82
- Figura 7. Relación del efecto del fósforo en el grano en % y la producción de arroz CICA 8. 83
- Figura 8. Relación del contenido de fósforo en el suelo en ppm. y la producción del arroz CICA8. 84
- ANALISIS ECONOMICO 85

I. INTRODUCCION

Entre los cultivos comerciales el arroz es el principal en el campo agrícola en la mayoría de los países tropicales, es quizás el más antiguo de los cultivos, y ha sido por muchos años el alimento más importante de los seres humanos. Por ésto se le ha puesto interés especial, no solo en la propagación en todo el mundo, sino en el desarrollo de las diferentes prácticas agronómicas que conllevan a obtener unos mayores rendimientos.

El arroz es el segundo producto de importancia agrícola, con 420.000 hectáreas cultivadas y una producción de 2'050.000 toneladas por valor de 45.000.000.000. El rendimiento medio en Kg/Ha alcanzado es el mas alto de América Latina. Nuestro país se encuentra entre los cinco de más alta productividad en el mundo. Participan en esta actividad unas 6.000 empresas agropecuarias que ocupan de manera permanente 70.000 familias. (*)

Por ser un producto básico en la alimentación de las zonas

(*)

ESCALLON VILLA ALVARO. La danza de los millones. Bancos, fraudes, empréstitos y arroz. El Espectador. Bogotá. Nov. 27 de 1.983. p.la. la. c. 3,4.

mas pobres del mundo, el arroz aporta el 60% de proteínas y el 75% de las calorías de la dieta diaria. La tercera parte de las calorías que consumen los habitantes de América Latina, provienen del arroz. Por ello, es uno de los cultivos alimenticios más importantes.

Durante los últimos años, tanto la producción como el consumo, se ha venido incrementando; este incremento en la producción debido a diferentes factores, como el empleo de variedades mejoradas de alto rendimiento, el empleo eficaz de fertilizantes, método adecuado de cultivo, incluyendo la regulación del drenaje y del riego.

En arroz los trabajos efectuados sobre diagnóstico foliar son escasos, pero ofrecen grandes posibilidades. La necesidad que tienen las plantas dentro de los tejidos de determinada cantidad de un nutriente para su normal desarrollo se puede determinar mediante un diagnóstico foliar.

El análisis foliar ha demostrado ser una técnica adecuada en numerosos cultivos, para diagnosticar su estado de nutrición y poder determinar las prácticas de abonamiento que deben llevarse a cabo para obtener la máxima producción.

El arroz, como cualquier otro cultivo, requiere para su crecimiento normal determinada cantidad de nutriente, en general los suelos no lo contienen en forma de fácil asimilación para

las plantas y es por lo tanto indispensable adicionar al suelo o al cultivo, los nutrientes para que ellas los aprovechen facilmente.

Para acertar con el tratamiento fertilizante que determine los mayores rendimientos, es indispensable conocer y analizar, por una parte, una serie de factores involucrados tanto en la capacidad potencial del suelo para suministrar nutrientes, como la aptitud de la planta para absorberlos y utilizarlos, por otra parte, la dinámica de los fertilizantes o correctores aplicados al suelo y la manera de lograr una mayor eficiencia de ellos. (23).

Con el propósito de efectuar un experimento al respecto, se adelantó este estudio con la variedad de arroz CICA 8, tratando de profundizar las investigaciones realizadas sobre diagnóstico foliar ya que en la región de la costa atlántica no se ha hecho estudios sobre ellos.

II. REVISION DE LITERATURA

El diagnóstico foliar se basa en la necesidad que tienen las plantas de una determinada concentración dentro de sus tejidos de cada nutriente para su normal desarrollo. Cuando el suelo no está suficientemente provisto de uno o varios nutrientes, o cuando se presentan dificultades que impiden su absorción por la planta, la concentración de ese o esos elementos es baja en ella.

Uno de los objetivos principales del análisis foliar es el de corregir las deficiencias posibles en el cultivo para obtener así los máximos rendimientos. Por tanto, los análisis deben efectuarse en épocas en las que una adición de nutriente a la planta puede ser utilizado por éstas en beneficio de la producción.

El análisis de plantas puede ser visto como un estudio de la relación entre el contenido de nutrimentos de la planta con su crecimiento. A través de la experiencia e investigaciones, la concentración de nutrimentos en partes específicas de la planta, se utiliza como guía para indicar en cuanto tiempo son tomados los nutrimentos que se les proporcione. Tal concentración le sirve al Agrónomo y al Ingeniero Agrónomo, como herramienta para evaluar el desarrollo de nutrimentos y mejo-

rar las prácticas de fertilización. (32)

Recientemente, Angladette realizó una recopilación de los trabajos efectuados en arroz para determinar su estado nutricional a través de análisis de la planta o de partes de ella. En cuanto al análisis foliar se refiere, el primer problema es cual hoja debe muestrearse y en qué tiempo. Maume recomienda que se empleen la segunda y tercera a partir de la panícula al tiempo de la floración. (3)

En la estación agrícola de Lac Alaaotra se emplea la hoja bandera durante la floración. Ishizuka y Tanaka mostraron que en la floración, la diferencia en la composición de las hojas vivas es insignificante. Los resultados del análisis foliar son muy dispares; mientras en algunos lugares se han encontrado correlaciones entre el contenido de nutrimento y la producción, en otros no se ha encontrado, o han variado mucho de un año a otro.

Angladette (3) concluye que el análisis de las plantas puede indicar el nivel de fertilidad del suelo solo para una dada variedad, un específico lugar, y bajo las mismas condiciones climáticas y de cultivo.

La parte correcta de la planta para ser muestreada debe ser estudiada para aquellas, que tienen configuraciones muy diferentes, según Jones, el gradiente de ciertos nutrimentos

entre la parte superior e inferior dentro de la planta es el indicado de la situación de los nutrimentos, que las pruebas en cualquier parte específica de la planta (16).

KENWORTHY (17), anota que los mejores análisis e interpretación no tienen valor sin un muestreo adecuado, la revisión de literatura ilustra claramente, que las publicaciones proporcionan instrucciones específicas relacionadas con la colección y preparación de tejidos para análisis.

La época de muestreo es importante desde dos puntos de vista: 1o. Para detectar deficiencias a tiempo de ser corregidos y 2o. para interpretar los datos de las pruebas. Mientras más temprano se descubra la deficiencia de nutrimento, se tiene más oportunidad de corregirla dentro de la misma estación. Con experiencia, el análisis de plantas puede utilizarse para mejorar la producción de cultivo de varias maneras, incluyendo la evaluación de programa de fertilización, diagnóstico de crecimiento anormal, como guía para cosecha y reconocer los nutrimentos de la planta (32).

Numerosos análisis de peciolo de hojas, tomados de varias parcelas de campo, han demostrado que hay una estrecha relación entre la composición química y la producción. Una alta producción está conforme con una concentración definida de nutrimentos en las hojas denominada composición normal. (22)

Los factores ambientales a más del contenido de nutrientes del suelo puede influir también en la concentración del nutriente en el tejido de la planta, y de éste modo plantear un problema potencial en la interpretación. También las condiciones ambientales tales como la humedad y temperatura, pueden influir directamente en la relación al primer periodo de crecimiento y a épocas posteriores (29).

Prevot y Ollagnier(26), indican que la interpretación de los resultados obtenidos por los diagnósticos foliares es particularmente delicado, puesto que no solamente los factores internos de la planta actúan uno sobre otros, sino que, además están en relación recíproca con el conjunto de los factores externos.

En efecto, el rendimiento de un vegetal está controlada por la acción recíproca de los factores internos y externos, y la nutrición mineral de la planta no es sino uno de los múltiples factores del rendimiento. Su importancia relativa respecto a los otros factores dependerán de las circunstancias de lugar y tiempo, además estos mismos autores (26) expresan que la ventaja del análisis foliar, radica en que al realizar in situ, en condiciones naturales de vegetación y su desventaja es la toma de muestra.

El diagnóstico foliar es una herramienta para determinar los requerimientos de fertilizantes de las plantas cultivadas.

Con base en la suposición de que hay dentro de ciertos límites una correlación positiva entre la dosis de nutrimentos, el contenido de este elemento y la producción. (23)

Heller, citado por Prevot y Ollagnier (26) anota que el análisis de los resultados del diagnóstico foliar debe también basarse sobre los estudios teóricos, y en particular sobre el análisis de las relaciones entre la concentración de la solución, acumulación de los iones y crecimiento. A este respecto, el cultivo de los tejidos proporcionan una técnica eficaz.

La concentración de nutrientes dentro de los tejidos de las plantas cambian durante la época de crecimiento. La razón para este cambio puede ser atribuido a la diferencia en las proporciones de nutrimentos consumidos y a la producción de sustancias secas. (29)

Ulrich y Hills (32) anotan que para determinar bien un programa de fertilización, es preciso encontrar las necesidades de la planta, tomando una serie de muestras a través de toda la estación de crecimiento. La primera serie de muestras debe tomarse muy temprano para detectar cuanto antes, deficiencias de ciertos elementos nutritivos particularmente fósforo. Las muestras subsecuentes deben tomarse con tres o cuatro semanas de intervalo (32).

El mínimo de series de muestras de un cultivo debe ser de cuatro : una al principio del desarrollo, la segunda un poco antes de la mitad del período de crecimiento y la última justamente un poco antes de cosechar. Hay muchas consideraciones importantes en la selección de los tejidos para el análisis y es de importancia que el método de muestreo se estandariza con base en la colección de muestreo más bien que en base del personal profesional (19).

La actitud general hacia el análisis de plantas para el propósito de diagnóstico, es tener muestra analizadas para muchos tratamientos como sea posible. Sin un análisis completo no es posible considerar la interrelación entre los nutrientes y su balance. (18).

Cuando más completo se quiere el análisis hay tendencia de coleccionar más muestra Si estas muestras son de parcelas se pueden tomar muestras duplicadas o triplicadas en cada parcela. Cuando se trabaja con árboles frutales, cada árbol puede muestrearse separadamente y promediar los valores para cada parcela, más bien que una muestra (19).

Aldrich (2), anota que el análisis de plantas de cultivos anuales, rara vez pueden ser hechos con suficiente tiempo para que sirvan de guía para corregir cualquier deficiencia median-

te el uso de fertilizante.

Los resultados pueden ser por supuesto, muy valioso para el planteamiento de tratamientos en futuros años. Por otra parte, el análisis de plantas perennes, tales como árboles frutales, puede ser útil para corregir deficiencias.(2)

Chapman (5), anota que solamente conociendo un análisis completo puede formarse un juicio de las necesidades de la planta. Por ejemplo, para una planta dada, un alto nivel de nitrógeno puede indicar que no tiene necesidad de este elemento, pero la razón puede ser que el fósforo o algún otro elemento tiene una concentración baja o deficiente, cuando esta condición es corregida, la necesidad de nitrógeno puede cambiar completamente.

El análisis de planta se basa en la premisa de que la cantidad de un elemento dado de una planta es una indicación del suministro de este nutrimento particular, y por lo tanto se relaciona directamente con el suelo (23).

Los primeros investigadores se interesaron principalmente de las condiciones del suelo para suministrar nutrimentos, Dikow y Atterberg, citados por Malavolta y Pimentel, conceptuaron que del análisis de planta, debe esperarse información principalmente de la necesidad de nutrimento de la planta y no del suelo. Poco después que se reconoció la importancia

del suministro del nutrimento del suelo a las plantas para su crecimiento y antes de que se extendiera el conocimiento de que el suministro varía con la clase de suelo, se dedujo, particularmente por Liebig, que para mantener la fertilidad de un suelo, la cantidad de nutrimentos removidos por el cultivo, debe ser restituído en forma de abono o fertilizantes. (23).

Es bien conocido que los rendimientos arroceros pueden ser aumentados sustancialmente, y a veces espectacularmente por la aplicación de fertilizantes. Sin embargo a pesar de la gran cantidad de labor experimental realizada en este terreno, queda mucho por aprender a cerca de la clase y cantidad de fertilizantes necesarios para producir una cosecha de arroz, y a cerca de la magnitud del incremento del rendimiento que puede esperarse en la aplicación de una determinada cantidad de nutrientes requeridos. (6).

Según Howeler, nombrado por Montero y otros, dice que la fertilización del arroz de riego, depende mucho de los cambios físico-químico que ocurren despues de la inundación del suelo. (25)

El nitrógeno es un nutriente esencial para el arroz; las plantas de arroz han de tener tanto nitrógeno, como necesitan en la etapa temprana y mediana de formación de renuevos, para ser que aumenten al máximo en número de panojas: la plan

ta sigue necesitando nitrógeno, incluso en la etapa de maduración. (15)

La falta de nitrógeno es el factor nutricional más frecuente como el limitante del crecimiento de la planta, ya que los suelos tienen una baja capacidad de retener formas oxigenadas de nitrógeno, la mayoría de este elemento en el suelo se reduce a formas nitrogenadas en la materia orgánica y microorganismo; por lo tanto una vez que éstas formas son extinguidas, el nitrógeno debe ser adicionado al cultivo, con el objeto de garantizar un adecuado equilibrio nutricional necesario para el buen desarrollo de la planta, que se reflejará en mejores rendimientos. (1)

La adsorción metabólica del nitrógeno parece estar ligada en forma directa a la respiración particularmente al principio del crecimiento, según las fases de la vegetación de la fertilidad del medio de cultivo y de los métodos culturales. (3)

Se puede comprobar que el aporte de nitrógeno en abono se traduce en la mayoría de los casos por un incremento del nivel de nitrógeno en las hojas jóvenes; después, a partir de la floración se observa una migración de nitrógeno hacia los granos o semillas en fase de maduración, los cuales contienen al momento de cosechar del 73 al 75% del nitrógeno total de la planta. (3)

Según Frye (8), en todas las regiones arroceras del mundo se ha comprobado que una fertilización adecuada es el método más eficaz para obtener rendimientos apreciables en un cultivo de arroz, cuando simultáneamente se efectúan en forma correcta las demás prácticas agronómicas que éste requiere.

El nitrógeno es quizás el nutrimento que más influye en los rendimientos y en la mayoría de los casos se le considera como un factor limitativo de la producción. Aunque a veces se ha encontrado una respuesta negativa, la correlación lineal obtenida en 20 países indica un promedio mundial de incremento en el rendimiento de 12.7 Kg. de arroz en cáscara por cada Kg. de nitrógeno aplicado.(6)

En el Japón, para un período de 18 años, se encontró una alta correlación positiva ($r = 0.932$) entre el rendimiento y la cantidad de fertilizante nitrogenado aplicado (26).

Recientemente, Tejada et al (30) al revisar trabajos sobre nuevas formas de urea, variedades modernas y nuevos métodos de aplicación encontraron que el incremento en rendimiento puede llegar a 41 Kg. de arroz/Kg. de nitrógeno aplicado (promedio de 21 -24 Kg. de arroz/Kg. de nitrógeno aplicado).

Según Sánchez (28), la CIC es la característica del suelo que más afecta la respuesta del nitrógeno : entre más alta

sea la capacidad de intercambio catiónico , mayor será la capacidad del suelo para suministrar y retener NH_4 .

La fertilización nitrogenada aumenta el número de hijos (Tanaka et al, 1964 : Tanaka et al, 1966; Fagade y De Datta, 1971) influyendo así en el efecto de la densidad. Según Nguu y De Datta (1979), cuando no se aplica nitrógeno, el rendimiento aumenta linealmente con el incremento en la densidad debido a que las altas densidades compensan el efecto adverso del poco número de hijos (4).

Aunque el efecto de las aplicaciones de fósforo en el rendimiento de las plantas de arroz no es tan espectacular ni generalizado, como cuando se aplica nitrógeno, es necesario hacer fertilización fosfórica en las regiones sin suficiente fósforo porque esta insuficiencia limita significativamente la producción (21).

La respuesta al fósforo es más irregular y menos general que la respuesta al nitrógeno. El grado altamente significativo de la correlación entre el fósforo y el rendimiento, sin embargo, indica que se trata de un elemento importante en la producción arrocerá, y hasta un elemento clave en algunos países. (9).

Debido al aumento de la concentración de fósforo, la mayoría de los ensayos de fertilización de arroz de riego indican que

no hay respuestas significativas a aplicaciones de fósforo, aún en los mismos suelos en los cuales muchas veces si hay respuesta al fósforo cuando se trata de cultivos aeróbicos.

(13)

El arroz no presenta ninguna respuesta a la fertilización con fósforo, ni siquiera en suelos que tengan contenidos muy bajos de fósforo disponible, pero se observa una disminución en la fracción de fósforo inorgánico soluble en agua se atribuye la disminución a la conversión de fósforo inorgánico y en parte la precipitación por el calcio, que se observa a veces, cuando hay una gran concentración en el agua de riego.

(7)

El arroz tiene grandes necesidades y divergencias frente al aprovechamiento con los tres principales elementos nutritivos cuyo origen se le atribuye a los diversos contenidos en minerales de las variedades y las diferentes condiciones de cultivo en cada lugar. Esto lo constataron investigaciones hechas en diferentes países del mundo. (12)

El fósforo es un elemento nutritivo fundamental, además de favorecer el desarrollo fundamental de la planta, influye sobre la formación de raíces y de granos, por lo general robustece la planta aumentando su resistencia a la adversidad del clima y ataque de enfermedades. (27)

Las cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio que se utilizan en muchas regiones arroceras del mundo varían extensamente y dependen principalmente de las variedades utilizadas y de las condiciones fisico-químicas de los suelos. (12)

El mejor tiempo para la aplicación del fósforo es antes de sembrar. Ensayos de la Internacional Atomic Energy y Agency con fertilizantes marcados con P-32 indicaron que la eficiencia del fósforo aplicado disminuye mucho si se retarda la aplicación después de dos semanas antes de la iniciación de la primordial. (13)

Según Reinhard H Howeler, citados por Zequeda y Paez, la fertilización de arroz de riego depende mucho de los cambios físico-químicos que ocurren después de la inundación del suelo. Debido a la reacción el pH se aumenta en suelos ácidos y se disminuye en suelos alcalinos, mientras que el potencial redox, se disminuye en ambos casos. Además los compuestos oxidados se reducen, dando como resultado un aumento en la concentración de fósforo, la mayoría de los ensayos de fertilización de arroz de riego no muestran respuesta significativa al fósforo. Sin embargo en algunos suelos el contenido de fósforo es tan bajo que aún bajo inundación las concentraciones de fósforo no aumentan significativamente. (33)

En Colombia casi todos los ensayos de fertilización indican que el arroz de riego no responde a aplicaciones de fósforo, excepto en los suelos de la costa Norte.

En los Llanos Orientales las investigaciones del ICA muestran respuestas hasta 75 - 150 Kg. P_2O_5 como superfosfato triple. Se han presentado respuestas a aplicaciones de 400 Kg. P_2O_5 Ha. y a veces a 1000 Kg. P_2O_5 Ha. en ensayos en Montería. Con estas altas aplicaciones las plantas inicialmente producen mucho follaje, pero después sufren más por el anaranjamiento, que es una enfermedad fisiológica relacionada con la alta concentración de Fe en la solución (13)

Cierta cantidad de fósforo se acumula en las raíces y lámina de las hojas de arroz hasta la iniciación de la panícula, y a medida que el tallo se elonga una cantidad considerable de fósforo circula por él hasta la etapa de la floración. De allí en adelante, el fósforo es rápidamente traslocado a los granos que acumulan al rededor del 75% del fósforo absorbido. Solamente el 15% o menos permanece en la paja. (19)

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. DESCRIPCION DEL AREA.

3.1.1. Ubicación y fecha.

El ensayo se realizó en la granja experimental de la Secretaría de Fomento del Departamento del Magdalena, localizada en el Municipio de Santa Marta, al Nordeste de Colombia.

Geográficamente está localizada a $74^{\circ}07'$ y $72^{\circ}12'$ longitud Oeste, $12^{\circ}11'$ y $11^{\circ}15'$ longitud sur Greeneich.

El experimento se inició el 10. de marzo de 1983 y culminó el 30 de junio del mismo año.

3.1.2. Características generales del área.

La zona presenta las siguientes características : El clima correspondiente a esta zona es Monte espinoso tropical cálido con un período seco, al año se encuentra influenciada por los fuertes vientos alisios que soplan durante los meses de diciembre y abril, alcanzando velocidades hasta de 8 mts. por segundo. Datos consignados por Muñoz y Rivera (26).

sequía que se presenta en los meses de diciembre a abril y otra relativamente lluviosa, que se presenta en los meses de mayo a noviembre. En los meses de julio y octubre presenta la mayor precipitación.

3.2. DESARROLLO DEL ESTUDIO.

El área donde se desarrollo el experimento, se escogió teniendo en cuenta ciertos factores como: Topografía del terreno, vías de acceso, disponibilidad de agua para riego.

El lote donde se realizó el enasayo contaba con un área de 1584 metros cuadrados, con un área efectiva de 624 metros cuadrados. Para la preparación del terreno se hicieron respectivamente 1 arada, 3 rastrillada y nivelada del terreno, seguidamente se trazó el lote y se hicieron los canales de riego y drenaje.

El lote estaba compuesto por 52 parcelas con un largo de 6 metros y ancho de 2 metros por parcela, dejando entre tratamiento y tratamiento 1 metro y entre replicación y replicación 2 metros respectivamente, dejando alrededor del experimento 3 metros para facilidad de la maquinaria.

Se utilizo semilla de arroz de la variedad CICA 8 con una densidad de siembra de 200 Kg/Ha aplicandose los siguientes

fertilizantes: Urea de 46 % de nitrógeno y superfosfato triple de 46 % de P_2O_5 . La siembra se realizó al voleo, la aplicación del superfosfato triple se hizo al momento de la siembra incorporándola al suelo. La urea se aplicó en tres fracciones iguales a los 25 - 45 - 60 días de germinado el cultivo.

3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS.

El diseño utilizado fué el de superficie de respuesta de composición central con trece tratamientos (los tratamientos impares del factorial 5^2) y cuatro repeticiones. Los tratamientos se dispusieron completamente al azar en cada bloque.

TABLA 1. Dosis y códigos de los fertilizantes ensayados en el experimento de la granja de Fomento del Departamento del Magdalena.

Fertilizantes en Kg/Ha	C ó d i g o				
	-2	-1	0	1	2
Urea	0	75	150	225	300
Superfosfato triple	0	50	100	150	200

Los tratamientos que se aplicaron en el presente estudio, a-

parecen en la tabla 2.

TABLA 2. Tratamientos aplicados en el ensayo efectuado.

Tratamiento Número	Urea Kg/Ha	superfosfato triple Kg/Ha
1	0	0
2	150	0
3	300	0
4	75	50
5	225	50
6	0	100
7	150	100
8	300	100
9	75	150
10	225	150
11	0	200
12	150	200
13	300	200

El lote fué sometido a riego teniendo en cuenta que el agua de una parcela no pasara a la otra para no alterar dosificaciones y cálculos posteriores.

Despues de la siembra se hicieron 4 mojes permanentes con el objeto de darle a la semilla la humedad requerida para la

germinación.

Cuando el cultivo cumplió su ciclo vegetativo se procedió a la cosecha respectiva haciéndose individualmente parcela por parcela. Se presentó un ataque de cogollero (Spodoptera sp.) a los 20 días, pero no se justificó control químico debido a la baja intensidad del ataque y al control biológico ejercido por cierta cantidad de Aves (garzas) que se presentaron en el lote en dicho período.

Para evitar cualquier infestación de maleza, se hizo una aplicación de Ronstar en dosis de 4 litros /Ha. en preemergente. Cuando el cultivo cumplía un período de 90 días se presentó un ataque de chinche (Scotinophora sp.) El cual se controló con Dimecron en dosis de 3 cc./ litro de agua.

3.4. ANALISIS FOLIAR.

3.4.1. Recolección de las muestras.

Para el análisis foliar, se tomaron 5 submuestras dentro de cada parcela de hojas completamente desarrolladas e inmediatamente inferior a la hoja bandera. Las muestras se tomaron a los 45- 60 -75- 90 días de germinado el cultivo.

3.5. PREPARACION DE LAS MUESTRAS.

Una vez colectadas las muestras en el campo, se llevaron al Laboratorio, se lavaron ligeramente con agua destilada y se secaron en estufa de ventilación forzada a 75°C. Durante 24 horas. Luego se desecharon las nervaduras centrales se picaron sus tejidos con picadora Volvo y una vez picadas, se depositaron separadamente en bolsas de polietileno, esperando ser analizadas.

3.6. DETERMINACION Y METODOS DE ANALISIS.

El método empleado para la determinación de nitrógeno tanto en la hoja, suelo y grano, fué el de Kjeldhal. Para la determinación de fósforo en la hoja, suelo y grano fué el método Cloromolibdico, propuesto por Uldrich.

3.7. CARACTERISTICAS ECOLOGICAS Y QUIMICAS DEL LUGAR DONDE SE EFECTUO EL ENSAYO.

TABLA 3. Algunas características ecológicas y químicas del lugar del ensayo. (Los datos ecológicos fueron suministrados por la estación Meteorológica de la Universidad Tecnológica del Magdalena. El Análisis químico se realizó en el Laboratorio de suelo de la misma Universidad).

Altura (m.s.n.m.)	4
Precipitación media anual.	674 mm
Temperatura media anual	27°C
Humedad relativa	75 %
Textura	Fco. Ar. A
pH	7.25
% M.O.	3.95
P (ppm) Bray I	59.8
Ca me/100 gr.	8.15
K me/100 gr	0.68
Mg me/100 gr	2.8

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. ENSAYO DE CAMPO.

4.1.1. Efecto de N y P aplicados al suelo, en la producción de arroz.

Los resultados alcanzados en el experimento aparecen en los cuadros 1 y 2, que incluyen los rendimientos parcelarios promedios en peso de arroz CICA 8 en cascara obtenidos, por cada fuente de fertilizante y dosis, además de los rendimientos en kilogramos por hectáreas.

Se aprecia que la mayor producción de arroz corresponde al tratamiento 13 en el cual se obtuvo un promedio de 6.531kg/ha, con dosis de 300 kg/ha de Urea y 200 kg/ha de Superfosfato triple, le siguen los tratamientos 12, 2 y 5 con producciones de 5.499 ; 5.133 y 5.087 kg/ha, respectivamente.

De las producciones obtenidas, solo el tratamiento 13 fué superior al promedio obtenido comercialmente en la zona que es de 5.500 kg/ha*. Según esto se puede apreciar un aumento de 1.031kg/ha, lo que representa un 18.7% de incremento debido al efecto de la aplicación de fertilizantes.

Los incrementos de los tratamientos 13, 12, 2 y 5 sobre el

(*)

GRANADOS NUÑES, M. Respuesta del arroz a Silicio y fosforo en el Reten (Magdalena). Santa Marta, Universidad tecnologica del Magdalena, 1979. p.18

TABLA 4. RENDIMIENTO DE ARROZ CICA 8 EN CASCARA EN KG/DOCE METROS².

Número Trata- miento	Urea	Super fosfato triple 40% P ₂ O ₅	I	II	III	IV	SUMA	- Y
1	0	0	6.27	2.75	4.18	6.27	19.47	4.8675
2	150	0	7.15	3.85	6.60	7.04	24.64	6.1600
3	300	0	6.05	5.28	5.72	5.50	22.55	5.6375
4	75	50	4.07	4.29	4.40	6.05	18.81	4.7025
5	225	50	4.07	5.50	6.82	8.03	24.42	6.105
6	0	100	6.05	4.62	3.30	5.17	19.14	4.785
7	150	100	5.83	5.83	5.72	5.39	22.77	5.6925
8	300	100	6.05	3.96	6.38	6.27	22.66	5.665
9	75	150	6.27	6.05	5.94	5.06	23.32	5.83
10	225	150	5.39	6.16	6.49	5.83	23.87	5.9675
11	0	200	3.83	4.52	4.94	6.80	20.09	5.0225
12	150	200	6.71	6.60	6.71	6.38	26.40	6.60
13	300	200	6.27	7.81	8.25	9.02	31.35	7.8375
			74.01	67.22	75.45	82.81	299.49	74.8725

testigo es de 2.475; 1.443; 1.077 y 1.031 kg/ha respectivamente y presenta un incremento en porcentaje de 61%; 35.6%; 26.5% y 26.4% respectivamente.

Según estos resultados es evidente que con la aplicación de fertilizantes (Urea y Superfosfato triple) se obtuvo un aumento sensible en la producción de arroz.

La producción promedia alcanzada por los tratamientos es de 4.799 kg/ha, resultó aceptable si se tiene en cuenta que las condiciones edáficas y el grado de salubridad del agua utilizada para el riego del cultivo, no son los más adecuados.

En las tablas 4 y 5 también apreciamos que hubo mayor respuesta en la producción a la aplicación de nitrógeno, con aumento del más del 25% en relación al testigo. La aplicación al fósforo no dió lugar a ninguna variación apreciable en la producción de arroz.

Estos resultados están relacionados en gran parte con el contenido de nitrógeno y fósforo y los factores fisico-químicos involucrados en el suelo puesto que el análisis químico reporta un contenido medianamente alto de nitrógeno y también alto en fósforo. Según Howeler R.H. (13) la fertilización de arroz de riego depende mucho de los cambios fisico-químicos que ocurren después de la inundación del suelo.

TABLA 5. RENDIMIENTO DE ARROZ CICA 8 EN CASCARA EN KG/HA.

TRATA MIEN TOS	UREA 46% N	SUPERFOSFATO TRIPLE 46%P ₂ O ₅	I	II	III	IV	SUMA	\bar{Y}
1	0	0	5.225	2.2916	3.4833	5.225	16.2249	4.056
2	150	0	5.9583	3.2083	5.500	5.8666	20.5332	5.133
3	300	0	5.0416	4.400	4.7666	4.5833	18.7915	4.697
4	75	50	3.3916	3.575	3.6666	5.0416	15.6748	3.918
5	225	50	3.3916	4.5833	5.6833	6.6916	20.349.9	5.087
6	0	100	5.0416	3.850	2.750	4.3083	15.9499	3.987
7	150	100	4.8583	4.8583	4.7666	4.4916	18.9749	4.743
8	300	100	5.0416	3.300	5.3166	5.225	18.8833	4.720
9	75	150	5.225	5.041	4.950	4.2166	19.4333	4.858
10	225	150	4.4916	5.1333	5.4083	4.8583	19.8916	4.972
11	0	200	3.1916	3.7666	4.116.6	5.6666	16.7414	4.185
12	150	200	5.5916	5.500	5.5916	5.3166	21.9999	5.499
13	300	200	5.225	6.5083	6.875	7.5166	26.1249	6.531
			61.6744	56.0173	62.8745	69.0077	249.573	4.799

Los resultados obtenidos en la producción de arroz con cás cara, en los tratamientos 4 y 6 son menores, que los obtenidos en el testigo, debido al desbalance entre los nutrientes aplicados en estos tratamientos actuando recíprocamente con factores involucrados en el suelo.

No hubo respuesta de nitrógeno por mínima aplicación, ya que la dosis óptima física se calculó en 234.25 Kg/Ha, y tampoco al P, debido al que el P en el suelo resultó alto, según análisis químico que aparece en la tabla 19 del apéndice.

En la figura 1 y 2 se reflejan los resultados obtenidos en la aplicación de Urea y Superfosfato Triple. La Producción de arroz debido al efecto del Nitrógeno presenta una curva concava como resultado del desarrollo de la ecuación de producción, que nos demuestra que hay un punto máximo, mientras que la curva de producción debido al Superfosfato Triple nos demuestra que se presenta una ligera respuesta a este fertilizante a partir de los 100 Kg/Ha de Superfosfato simple, hasta un leve ascenso cuando se aplica la dosis de 200 Kg/Ha del mismo fertilizante.

En la tabla 6, se presentan los coeficientes de regresión múltiples ajustados con base en los rendimientos parcelarios.

TABLA 6. Coeficiente de regresión múltiple ajustados para la estimación del rendimiento parcelario en el ensayo efectuado en la granja experimental de la Secretaría de Fomento del Departamento del Magd 1983.

	Coeficientes ajustados
b_0	5.648412
b_1	0.3707142
b_2	0.235
b_{11}	- 0.118594
b_{22}	0.170155
b_{12}	0.10169

$$Y = 5.648412 + 0.3707142X_1 + 0.235X_2 - 0.118594X_{11}^2 + 0.170155X_{22}^2 + 0.10169X_1X_2 (*)$$

(*) X_1 = Urea

X_2 = Superfosfato triple.

Con esta ecuación de regresión múltiple en unidades originales, se sustituyen los valores de los niveles de urea y superfosfato triple, para estimar los rendimientos calculos en KG de arroz, los cuales se proceden a representar gráficamente, como aparecen en la figura 1 y 2.

4.2. ANALISIS FOLIAR

4.2.1 Contenido de N y P en las hojas en los diferentes cortes.

Los porcentajes de N en materia seca se encuentran en la tabla 7 y los porcentajes de P en la tabla 8. En ellos se encuentra el porcentaje promedio obtenido en N y P y se detalla el Porcentaje de N y P obtenido en las hojas en las diferentes fechas en que se colectaron las muestras, así como los valores de F de los análisis de varianza en el apéndice, Tabla 15 para porcentaje de N en las hojas y Tabla 8 para porcentaje de P en las hojas.

Para porcentaje de N en el primer Corte, 45 días de germinado el cultivo, se puede apreciar que el contenido más alto de N fué en aquellos tratamientos cuya adición de Urea fué mayor, pero en general el contenido de N es muy similar entre un tratamiento y otro.

A los 60 y 75 días el contenido de N aumenta en forma proporcional, especialmente en los tratamientos con alto contenido de Urea y a los 90 días este porcentaje disminuye. Según SHAUBLE (29), la concentración de nutrientes varía durante la época de crecimiento.

Con respecto al porcentaje de P en las hojas en las diferentes fechas de corte es muy similar y no presenta gran



TABLA 7. PORCENTAJE DE NITROGENO EN HOJAS DE ARROZ EN VARIAS FECHAS DE GERMINADO EL CULTIVO.

TRATA MIEN- TOS	UREA 46%N Kg/ha.	SUPERFOSFATO TRIPLE 46% P ₂ O ₅ Kg/Ha	DIAS DE GERMINADO				SUMA	X	PRODUCCION Kg/ha.
			45	60	75	90			
1	0	0	2.28	2.47	2.84	2.28	9.87	2.467	4.056
2	150	0	2.47	2.66	2.42	2.46	10.01	2.502	5.133
3	300	0	2.56	3.03	2.89	3.07	11.55	2.887	4.697
4	75	50	2.37	2.11	2.66	2.60	9.74	2.435	3.918
5	225	50	2.56	2.47	2.51	2.56	10.10	2.525	5.087
6	0	100	2.33	2.56	2.89	2.88	10.66	2.665	3.987
7	150	100	2.61	2.74	2.74	2.89	10.98	2.745	4.743
8	300	100	2.47	3.72	3.40	3.35	12.94	3.235	4.720
9	75	150	2.37	2.89	2.89	2.93	11.08	2.77	4.858
10	225	150	2.47	3.03	3.03	2.89	11.51	2.877	4.973
11	0	200	2.28	2.61	3.12	2.89	10.90	2.725	4.185
12	150	200	2.56	2.61	2.65	2.89	10.71	2.677	5.499
13	300	200	2.56	3.77	4.99	4.01	15.33	3.832	6.531
			31.89	36.67	39.03	37.79	145.38		

variación entre un tratamiento y otro. El mayor porcentaje se obtuvo a los 45 días y 60 días de germinado el cultivo.

4.2.2. Relaciones entre nutrientes aplicados y concentraciones de nutrientes en la hoja.

La relación entre el N aplicado con la concentración en las hojas se encuentra en la tabla 7. Se encontró una correlación positiva significativa entre el nitrógeno aplicado y el porcentaje de este nutriente en las hojas a los 60 - 90 días de germinado el cultivo. Apendice, gráfica 3 y 4.

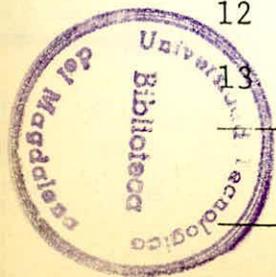
Se puede apreciar que el máximo porcentaje de nitrógeno en las hojas se obtuvo con 300 Kg/Ha de urea y 200 Kg/ha de superfosfato triple en el cual se obtuvo un promedio general de 3.83 % de Nitrógeno en hojas de arroz.

Los resultados obtenidos en el tratamiento 3- 10 - 13 correspondiente a las dosis de 300 - 0 ; 225 - 150 ; 300 - 200 Kg/Ha de urea y superfosfato triple respectivamente, dan clara evidencia de la relación existente entre el nutriente aplicado y el obtenido en las hojas.

El menor porcentaje de nitrógeno encontrado en las hojas corresponde a los tratamientos 1- 4 debido a dosis 0 en el tratamiento 1 y a una dosis baja en el tratamiento 4.

TABLA . 8 . PORCENTAJE DE FOSFORO EN HOJAS DE ARROZ EN VARIAS FECHAS DE GERMINADO EL CULTIVO.

TRATA	UREA MIENTOS 46% N	SUPERFOSFATO TRIPLE 46% P)	DIAS DESPUES DE GERMINADO				SUMA	Y	PRODUCCION Kg/Ha.
			45	60	75	90			
1	0	0	0.09	0.16	0.09	0.11	0.45	0.11	4.056
2	150	0	0.14	0.18	0.18	0.16	0.66	0.16	5.133
3	300	0	0.19	0.21	0.19	0.18	0.77	0.19	4.697
4	75	50	0.23	0.24	0.16	0.19	0.82	0.20	3.918
5	225	50	0.19	0.18	0.13	0.14	0.64	0.16	5.087
6	0	100	0.18	0.29	0.19	0.21	0.87	0.21	3.987
7	150	100	0.19	0.21	0.16	0.16	0.72	0.18	4.743
8	300	100	0.18	0.23	0.16	0.16	0.73	0.18	4.720
9	75	150	0.23	0.23	0.18	0.19	0.83	0.21	4.858
10	225	150	0.28	0.19	0.14	0.16	0.77	0.19	4.973
11	0	200	0.29	0.24	0.18	0.19	0.90	0.22	4.185
12	150	200	0.21	0.23	0.16	0.21	0.81	0.20	5.499
	300	200	0.21	0.21	0.19	0.23	0.84	0.21	6.531
			2.61	2.80	2.11	2.29	9.81	2.452	



Respecto al P aplicado con el P obtenido en las hojas en porcentaje, los resultados se encuentran en la tabla 8. El máximo promedio corresponde al tratamiento 11 con dosis de 0 Kg/Ha de Urea y 200 Kg/Ha de superfosfato triple respectivamente, en el cual se obtuvo 0.225 % de fósforo en hojas de arroz.

En general, el P aplicado no aumento significativamente el contenido de P en las hojas. Pero podemos establecer que el mayor porcentaje de P foliar se encuentra en los tratamientos 13, 11 y 6 que corresponden a las dosis de 300-200; 0-200; 0-100 Kg/Ha de Urea y Superfosfato triple respectivamente. HOWELER (13) dice, debido a la alta concentración de P la mayoría de ensayos de arroz de riego, indican que no hay respuesta significativa.

Se encontró una correlación positiva significativa entre el P aplicado con el P en porcentaje obtenido en las hojas a los 45 días de germinado el cultivo, como se aprecia en el apendice, gráfica 5 .

4.2.3. Relación entre nutrientes en las hojas.

4.2.3.1. Relación entre porcentaje de N y P en los diferentes cortes.

Se hicieron correlaciones entre Porcentaje de N obtenido en las hojas con porcentaje de P en las hojas en las diferentes épocas de germinado el cultivo, 45-60-75-

TABLA 9. PORCENTAJE DE NITROGENO OBTENIDO EN EL GRANO, EN EL ENSAYO DE ARROZ CICA 8.

TRATA MIENTOS	DOSIS KG/HA UREA 46 % DE N	PORCENTAJE DE N
1	0	1.55
2	150	3.41
3	300	3.81
4	75	3.36
5	225	3.96
6	0	2.50
7	150	2.81
8	300	4.41
9	75	3.56
10	225	3.01
11	0	3.51
12	150	2.91
13	300	3.01
-		
X		= 3.216

90 días, pero solo se obtuvo correlación positiva significativa a los 45, lo que se puede apreciar en el apéndice, grafica 6.

4.2.4. Relaciones entre el contenido del nutriente en las hojas y la producción de arroz.

4.2.4.1. Porcentaje de N en las hojas con la producción.

En general no se encontró una correlación positiva significativa entre el porcentaje de N con la producción, pero sí podemos observar en la tabla 7 que si hay una respuesta positiva cuando el porcentaje de N se encuentra entre 2.8% y 3.8% y contenidos inferiores a 2.4% de N en las hojas, se presentan bajas en la producción. Pero MAGNITSKI (20) dice que hay una estrecha relación entre la composición química y la producción; una alta producción está conforme con una concentración definida de nutrimentos en las hojas llamadas composición normal.

4.2.4.2. Porcentaje de P en las hojas con la producción.

No se encontró una correlación positiva significativa entre el contenido de P en las hojas con la producción de arroz. Más sin embargo MURAYAMA (24) encontró en Japón para un periodo de 18 años, una alta correlación positiva.

En la tabla 10 se puede apreciar que los porcentajes de P

TABLA.10. PORCENTAJE DE FOSFORO OBTENIDO EN EL
GRANO EN EL ENSAYO DE ARROZ CICA 8.

TRATA MIENTOS	DOSIS KG/HA SUPERFOSFATO TRIPLE 46 % P ₂ O ₅	PORCENTAJE DE FOSFORO
1	0	0.60
2	0	1.15
3	0	1.32
4	50	1.25
5	50	1.27
6	100	1.55
7	100	1.22
8	100	1.00
9	150	0.90
10	150	1.40
11	200	1.00
12	200	1.05
13	200	1.17
		X = 1.144

varian escasamente. No se encontró una respuesta positiva que nos permitiera determinar en forma progresiva los rendimientos de acuerdo al porcentaje de P obtenido.

4.2.4.3. Correlaciones entre el contenido de N y P en el suelo con el obtenido en el grano.

No se encontró una correlación positiva significativa entre el contenido de N en el suelo con el contenido de N en el grano.

En el Apendice, en las graficas 1 al 8 se encuentran las correlaciones que fueron significativas en este ensayo.

TABLA 11. PORCENTAJE DE NITROGENO OBTENIDO EN EL SUELO (KJELDHAL) DESPUES DE LA SIEMBRA DE ARROZ CICA 8.

TRATA MIENTOS	UREA 46% N KG/HA.	% NITROGENO	PRODUCCION KG/HA.
1	0	0.15805	4.056
2	150	0.21552	5.133
3	300	0.21552	4.697
4	75	0.14368	3.918
5	225	0.54599	5.087
6	0	0.35920	3.987
7	150	0.22989	4.743
8	300	0.3161	4.720
9	75	0.22989	4.858
10	225	0.54599	4.972
11	0	0.30173	4.185
12	150	0.21552	5.499
13	300	0.53162	6.531
		$\bar{X} =$	0.3083

TABLA 12. FOSFORO OBTENIDO EN EL SUELO (BRAY I)
DESPUES DE LA SIEMBRA DE ARROZ CICA 8.

TRATA MIEN- TOS	SUPERFOSFATO FOFATO TRIPLE 46% P ₂ O ₅	FOSFORO ppm	PRODUCCION KG/HA.
1	0	35.21	4.056
2	0	70.42	5.133
3	0	70.42	4.697
4	50	49.29	3.918
5	50	77.46	5.087
6	100	77.46	3.987
7	100	84.50	4.743
8	100	59.85	4.720
9	150	77.46	4.850
10	150	49.29	4.972
11	200	53.16	4.185
12	200	70.42	5.499
13	200	53.15	6.531
$\bar{X} = 63.70$			

V C O N C L U S I O N E S

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante la fertilización de arroz CICA 8 con Urea de 46% de N y Superfosfato Triple con 46% de P_2O_5 , se dieron las siguientes conclusiones.

La mayor producción obtenida en este experimento fué de 6.531 Kg/Ha de arroz CICA 8 que corresponde al tratamiento 13. Esta sobrepasa en 1.031 Kg/Ha, que representa un 18.7% de incremento con relación a la producción obtenida comercialmente en la zona. Siguen en orden de importancia los tratamientos 12, 2 y 5.

Los resultados obtenidos en el tratamiento 13 con respecto al testigo representa un aumento de 2.475 Kg/Ha, incrementándose en un 61%.

Los tratamientos 4 y 6 donde se aplicó dosis de 75 - 50; 0-100 Kg/Ha de Urea y Superfosfato triple respectivamente, se obtuvieron rendimientos menores que en el testigo.

El análisis foliar resultó ser una técnica adecuada para diagnosticar el estado nutricional de la variedad CICA 8. Los resultados indican que la aplicación de N al suelo dió lugar tanto a un aumento de su contenido en las hojas como

aumentos significativos en la producción.

Con las aplicaciones de P se encontró un aumento en la producción, pero solo se obtuvieron correlaciones positivas significativas entre el P aplicado y el obtenido en las hojas a los 45 días de germinado el cultivo.

El máximo porcentaje de N obtenido en el suelo fué de 0.5459%.

El menor contenido de N en las hojas se encontró a los 90 - días de germinado el cultivo y el contenido de P en las hojas fué mayor a los 60 días de germinado el cultivo.

VI R E S U M E N

El experimento fué realizado en la Granja Experimental de la Secretaría de Fomento del Departamento del Magdalena, localizada en el Municipio de Santa Marta, al nordeste de Colombia.

La zona está situada a 4 m.s.n.m. con temperatura promedio de 27°C. humedad relativa del 74-76%, drenaje moderado y precipitación promedio de 640 mm al año. Geográficamente está localizada a 74 07' y 72 12' longitud oeste, 12 11' y 11 15' longitud sur de Greenwinch.

El ensayo consistió en hacer un Diagnóstico Foliar con la variedad de arroz Cica 8, utilizando los siguientes fertilizantes, urea 46% N y superfosfato triple 46 % P_2O_5 utilizándose cinco niveles de urea 0-75-150-225-300 y cinco niveles de superfosfato triple 0-50-100-150-200. El superfosfato triple fué aplicado al momento de la siembra incorporándola al suelo. La urea se aplicó en 3 fracciones iguales a los 25 - 45- 60 días de germinado el cultivo.

El diseño utilizado fué el de superficie de respuesta de composición central con trece tratamientos y 4 replicaciones lo que dá un total de 52 parcelas. El área de cada parcela fué de doce metros cuadrados con un área total de 1.584 metros y con un área efectiva de 624 metros cuadrados.

La labor de siembra y fertilización se hicieron al voleo. Se utilizó semilla de arroz Cica 8, con densidad de siembra de 200 Kg/Ha, para el análisis foliar se tomaron 5 submuestras dentro de cada parcela de hojas completamente desarrollada e inmediatamente inferior a la hoja bandera.

Las muestras se tomaron a los 45 - 60 - 75 -90 días de germinado el cultivo; colectadas las muestras se llevaron al laboratorio se lavaron con agua destilada, se secaron en estufa de ventilación forzada, durante 24 horas a temperatura de 75 C. luego se procedió a picar las muestras y cuando estuvieron lista se les hizo el respectivo análisis.

Se hizo análisis de N y P tanto en hojas suelo y grano, para la determinación de nitrógeno se utilizó el método Kjeldahl, para P en grano y hoja el método cloromolibdico y para fósforo en grano se determinó por Bray I.

El periodo vegetativo del cultivo fué de 120 días.

La mayor producción se obtuvo en el tratamiento 13 donde se aplicó dosis de 300 Kg/Ha de Urea y 200 Kg/Ha de superfosfato triple, obteniéndose una producción de 6.531 K/ha.

Hay que anotar que los resultados obtenidos en el ensayo específicamente en el tratamiento 13 hubo un incremento de 1.031 Kg/Ha al resultado obtenido a nivel comercial lo que represen-

ta un 18.7% de incremento debido a la aplicación de fertilizantes.

El diagnóstico foliar resultó ser de gran evidencia para determinar las necesidades nutricionales en el cultivo del arroz.

Para el Diagnóstico foliar se correlacionaron diversas variables pero sólo hubo significación en las enunciadas en el apéndice I . Gráfica del 3 al 10.

S U M M A R Y

This experiment was done in an experimental farm property of the Magdalena fomentation secretary, located on Santa Marta, north of Colombia.

This area located 4 meters over sea level, with a promedium temperature of 27°C, relative humidity between 74 - 76%, a moderated drenaje and 640 mm of precipitation by year. In geographic terms it is located 74° 07' and 72° 12' west longitude, 12° 11' and 11° 15' south longitude from Greenwich.

The process basically consist in doing a Foliar Diagnosis with a Rice variety called Cica 8, using the following fertilizers, Urea 46% N and Triple superfosfato 46% P₂O₅ using also five levels of urea 0- 75- 150 - 225 - 300 and five levels of triple superfosfato was applied at seedtime incorporating it to the soil.

The urea was applied in three equals parts at 25 - 45 - 60 days of germinated the cultivation.

The used design was the surface response of the central composition, with 13 treatments and 4 replications with a great total of 52 parcels. The area of each parcel land was of twelve square meters.

With a total area of 1584 square meters and with an effective area of 624 square meters. The sowing and fertilization labor was done blowing the seed from the air. Was used rice seed Cica 8, with a sowing density of 200 kg/ha, and for the foliar analysis was taken 5 sub samples from each parcel of completely developed leaves and immediately under the leader leaf.

The samples were taken at the 45 - 60 - 75 - 90 days of germinated the cultivation, collected the samples, they were carried to the laboratory, and washed with distilled water, then dried with a kitchen of forced ventilation during 24 hours with a temperature of 75°C, later the samples were processed and when they were ready the respective analysis was done.

It was done analysis of N and P, in surface leaves and grain, for the N determination was used Kjeldahl method, for the grain and leaf the chloromolibdico method, for soil phosphorus it was determined by the Bray I method.

The vegetative period for the cultivation was of 120 days. The mayor production was obtained in the 13 treatment where applied dosis of 300 kg/ha. Of urea and 200 kg/ha. Of triple superfosfato getting a production of 6.531 kg/ha.

It is important to know that the obtained results in the experiment, specifically in the 13 treatment there was an increase of 1.031 kg/ha, with respect to the obtained result at a commercial level, which represents an 18.7% increase because of the fertilizers used.

The foliar diagnosis did result of great evidence in order to determinate the nutritive necessities in the rice cultivation.

Some variables were correlated for the foliar diagnosis but there was only signification in the ones written on the appendix graf 3 - 10.

VII. B I B L I O G R A F I A

1. ANALISIS DE tejido para fertilizar el arroz. Agricultura de las Américas. Kansas City, 18(7):116, jul., 1969.
2. ALDRICH, S.R. Plant análisis : Problems and opportunities. In: Soil Science Society of América. Su. Soil testing and plant analysis. parte II. plant analysis. Madison 1967 .p. 1-10.
3. ANGLADETTE, A. "Rice nutritional status as indicated by plant analysis". Encita 18, p .355-372.
4. ARREGOCES, Oscar P. y LEON, Luis Alfredo. Fertilización nitrogenada del arroz. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1982. 40p.
5. CHAPAM, H.D. Plant analysis values suggestive of nutrient Status of selected crop. In: Soil Science Society of América. Su Soil testing and plant Analysis. Part II Plant Analysis. Madison 1967. p 77-92.
6. DOYLE, J.L. La Respuesta del arroz al abonado, Roma, FAO, 1966. 69p. (FAO: Estudios Agropecuarios; n°70)
7. ESCUELA DE AGRICULTURA, UNIVERSIDAD DE FILIPINAS E INSTITUTO INTERNACIONAL PARA LAS INVESTIGACIONES DEL ARROZ. Cultivo del arroz: manual de producción. Mexico, Limusa, 1975. p.148.
8. FRYE CASAS, A. Fertilidad y fertilización de algunos suelos arroceros del tolima. Agricultura Tropical. Bogotá, (8): 393-408, 1969.

- 9.----- . Los suelos bajo inundación y la fertilización del arroz. Bogotá, Fedearroz, ICA, 1974. pp 39-60.
10. GALEANO Francisco. Estimación del fósforo asimilable en el suelo por análisis de tejidos vegetales. Suelos Ecuatoriales. Medellin, 6(1): 329-346, sep. 1974.
11. GARCIA SEGRERA, J. Fertilización con N.P.K. y análisis foliar en banano (Musa sapientum) en algunos suelos de la zona bananera (Santa Marta). Tes. Ing. Agr. Santa Marta, Universidad Tecnológica del Magdalena. 1977. 88p.
12. GLAMDER, H. y PETER, A. Conocimiento y experiencias en la fertilización del arroz. Hannover, Verlagsgesellschaft, 1962. 36p. (Boletín verde n°6)
13. HOWELER, R. H. La fertilización fosfórica del arroz de riego y de secano. Suelos Ecuatoriales. Medellín, 6(1): 245- 263, Sep. 1974.
14. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLOGICAS. Diagnostico foliar en arroz. Bogotá, D.E., Federación Nacional de Arroceros, 1967. 105 p.
15. INSTITUTO INTERNACIONAL PARA LA INVESTIGACION DEL ARROZ. Cultivo del arroz. Manual de producción. Mexico, Lima, 1975. 139p.
16. JONES, J.B. Interpretación of plant analysis for several agronomies crops. In: Soil Science Society of American, su. Soil testing and plant analysis. Part II Plant. Analysis. Madison, 1967. p 46-57.
17. KENWORTHY, A.L. Plant analysis as an aid to cotton fertilización. In: soil Scienci Society of América Pu



- Soil testing and plant analysis Part II. Plant analysis. Madison, 1967. pp 38-64.
18. La Role Du Silicon-Sinpoium sur la Nutrición Duriz. Manila 1964. Agromonic Tropical. 9(3):326. 1969.
 19. LEON, luis Alfredo. Fertilización fosfórica del arroz. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1981 40p.
 20. MAGNITSKI, K.P. The diagnostic of mineral nutritiön of plants according o chenical composition of leaves. In;Plant analysis and fertilizer problems Walter Routher ed. Washington. Américan Institute of Biologi - cal Science 1961. pp 159-179.
 21. MALAVOLTA, E. y PIMENTEL, F. Folier diagnostic in Bra-sil. In:plant Analysis and fertilizer problems.Wal - ter Reuther ed. Washington. American Institute of Bi-bliogical Science 1961. pp 180-189.
 22. MATTA, Javier; MURGAS, Rafael Y SANCHEZ, José . Efecto del metasilico de sodio en la producción de arroz (Oriza sativa L.). Tes. Ing Agr. Santa Marta, Uni-versidad Tecnológica del Magdalena, 1977. p74.
 23. MONTERO, C.A., REVOLLO, F. y CHARRY, C.E. Efecto del fósforo y potacio en los componentes del rendimiento del arroz(Oriza sativa L.), Tes. Ing. Agr. Santa Mar-ta, Universidad Tecnológica del Magdalena, 1976. 84p.
 24. MURAYAMA, N. Productive efficiency of fertilizers in pe-cent rice cultural In Japan Jarq 9 (2): 79-83.
 25. NUÑEZ, Rael e IVERA, Manuel. Fitotoxicidad por el uso de

- pesticidas agrícolas aplicadas al cultivo del arroz. (Oriza sativa L.) en diferentes dosis y épocas de aplicación. Tes. Ing Agr. Santa Marta, Universidad Tecnológica del Magdalena., 1979. 56p.
26. PREVOT, P. y OLLAGNIER, M. Método de utilización del diagnóstico foliar. Fertilite. Paris, (2):3-12, sep 1957.
 27. RAMIREZ, F. Cultivo del arroz. Santa Marta, Universidad Tecnológica del Magdalena, 1975. pp 15-21. (mimeo grafiado).
 28. SANCHEZ, P.A. Fertilización y manejo del nitrógeno en el cultivo del arroz tropical. Suelos Ecuatoriales. 4 (1): 197-240. 1972.
 29. SHAUBLE, C.E. Problems with plant analysis. In:proceeding Simposium on plant analysis illinois. Skokie U SA, Chemical Corporation, 1970. pp 27-38.
 30. TEJADA, H.R; CRASWELL, E.T. DE DATTA, S.K. Site factors affecting the efficiency of nitrogen fertilizer in INSFFER Experiment. Alabama, Internacional Fertilizer Development center, 1980. 20p
 31. TISDALLE, S.L. y NELSON, W.L. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Barcelona, Montanar y Simón, 1970. 760p.
 32. ULRICH, and HILL, F.J. Principles and practices analysis. In:Soil testing and plant Analisis part II. Analysis. In:Soil testing and plant analisis part II. Analisis, Madison, 1967. pp 11-24.

33. ZEQUEDA, I. y PAEZ, C.J. Respuesta de arroz a cinco niveles de fertilización con N y K en la Zona Bananera del Magdalena. Tes. Ing. Agr. Santa Marta, Universidad Tecnológica del Magdalena, 1973. 38P.

A P E N D I C E

DISEÑO DE SUPERFICIE DE RESPUESTA DE COMPOSICION CENTRAL
CON DOS VARIABLES

X = MATRIZ CODIFICADA.

X_0	X_1	X_2	$X_{1.1}$	$X_{2.2}$	$X_{1.2}$	
1	-2	-2	4	4	4	
1	0	-2	0	4	0	
1	2	-2	4	4	-4	
1	-1	-1	1	1	1	
1	1	-1	1	1	-1	
1	-2	0	4	0	0	= X
1	0	0	0	0	0	
1	2	0	4	0	0	
1	-1	1	1	1	-1	
1	1	1	1	1	1	
1	-2	2	4	4	-4	
1	0	2	0	4	0	
1	2	2	4	4	4	

$X' =$ MATRIZ TRANSPUESTA

$$X' = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ -2 & 0 & 2 & -1 & 1 & -2 & 0 & 2 & 1 & 1 & 2 & 0 & 2 \\ -2 & -2 & -2 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 \\ 4 & 0 & 4 & 1 & 1 & 4 & 0 & 4 & 1 & 1 & 4 & 0 & 4 \\ 4 & 4 & 4 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 4 & 4 & 4 \\ 4 & 0 & -4 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & -4 & 0 & 4 \end{pmatrix}$$

$$X'X = \begin{array}{c|ccc|ccc|c|c} & & & (X'X) & & & (B) & & (X'Y) \\ \hline & 13 & 0 & 0 & 28 & 28 & 28 & b_0 & 74.8725 \\ & 0 & 28 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_1 & 10.38 \\ & 0 & 0 & 28 & 0 & 0 & 0 & b_2 & 6.58 \\ & 28 & 0 & 0 & 100 & 68 & 0 & b_{11} & 157.865 \\ & 28 & 0 & 0 & 68 & 100 & 0 & b_{22} & 167.105 \\ & 0 & 0 & 0 & 68 & 0 & 68 & b_{12} & 6.915 \end{array}$$

X'	Y	(X'Y)
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	4.8675 6.16	74.8725
-2 0 2 -1 1 -2 0 2 -1 1 -2 0 2	5.6375 4.7025	10.38
-2 -2 -2 -1 -1 0 0 0 1 1 2 2 2	6.105 4.785	6.58
4 0 4 1 1 4 0 4 1 1 4 0 4	5.6925 5.665	157.865
4 4 4 1 1 0 0 0 1 1 4 4 4	5.83 5.9675	167.105
4 0 -4 1 -1 0 0 0 -1 1 -4 0 4	5.0225 6.6 7.8375	6.915

$$B = \frac{(X'Y)}{(X'X)} = (X'Y)(X'X)^{-1}$$

13	28	28	b_0	74.8725
28	100	68	b_{11}	157.865
28	68	100	b_{22}	167.105
$(X'X)$			(B)	$X'Y$

$$\begin{array}{ccc|ccc|ccc} 13 & 28 & 28 & a & b & b & 1 & 0 & 0 \\ 28 & 100 & 68 & b & c & b & 0 & 1 & 1 \\ 28 & 68 & 100 & b & d & c & 0 & 0 & 1 \end{array}$$

Soluciones (a b)

$$(13a + 56b = 1) \quad (3)$$

$$28a + 168b = 0$$

$$a = 0.27272727$$

$$b = -0.045454535$$

Soluciones (c d)

$$(28b + 100c + 68d = 1) \quad (28)$$

$$13b + 28c + 28d = 0 \quad (-68)$$

$$c = 0.026176948$$

$$d = -5.073 \times 10^{-3}$$

$$\begin{array}{cccccc} 0.27272727 & -0.045454535 & -0.045454535 & 74.8725 & b_0 & 5.648412 \\ -0.045454535 & 0.026176948 & -0.005073 & 157.865 & b_{11} & -0.118594 \\ -0.045454535 & -0.005073 & 0.026176948 & 167.105 & b_{22} & 0.170155 \\ & & (X'X)^{-1} & & (X'Y) = & (B) \end{array}$$

$$b_0 = 5.648412$$

$$b_1 = 0.3707142$$

$$b_2 = 0.325$$

$$b_{11} = -0.118594$$

$$b_{22} = 0.170155$$

$$b_{12} = 0.10169$$

$$b_1 = \frac{10.38}{28} = 0.3707142$$

$$b_2 = \frac{6.58}{28} = 0.235$$

$$b_{12} = \frac{6.915}{68} = 0.10169$$

$$F. \text{ CORRECCION DE LA PRODUCCION} = \frac{(74.8725)^2}{13}$$

$$F.C. = 431.2224$$

$$Q = B.X'Y$$

$$5.648412 \times 74.8725 = 422.9107$$

$$0.3707142 \times 10.38 = 3.848$$

$$0.235 \times 6.58 = 1.5463$$

$$-0.118594 \times 157.865 = -18.72184$$

$$0.170155 \times 167.105 = 28.43375$$

$$0.10169 \times 6.915 = 0.70318$$

$$438.72009$$

$$Q = 438.72009$$

$$S.C.r. = (Q - F.C.)r$$

$$S.C.r. = (438.72009 - 431.2224)4$$

$$S.C.r. = 29.99076$$

$$S.C.AJ. = S.C.trata - S.C.r.$$

$$S.C.AJ. = 35.1462 - 29.99076$$

$$S.C.AJ. = 5.15544$$

CONCLUSION

$$R^2 = \frac{29.99076 \times 100}{81.2378} = 36.91724 \%$$

$$R^2 = 36.91 \% = \text{Coeficiente de determinación.}$$

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{12}X_1X_2$$

$$Y = 5049.98 + 8.556X_1 - 12.98X_2 - 0.02108X_1^2 + 0.06806X_2^2 + 0.027117X_1X_2$$

$$\frac{dy}{dX_1} = 8.556 - 0.04216X_1 + 0.027117X_2$$

$$\frac{dy}{dX_2} = -12.98 + 0.13612X_2 + 0.027117X_1$$

$$X_1 = 234.25 \text{ Kg/Ha de Urea.}$$

$$X_2 = 48.68 \text{ Kg/Ha de Superfosfato triple.}$$

$$Y = 5736,14$$

OPTIMO ECONOMICO.

$$\frac{dy}{dX_1} \cdot \frac{Pp_1}{py} = 8.556 - 0.04216X_1 + 0.027117X_2 = 0.8727$$

$$\frac{dy}{dX_2} \cdot \frac{Pp}{Py} = -12.98 + 0.027117X_1 + 0.13612X_2 = 1.045$$

$$X_1 = \text{Urea} = 220.16 \text{ Kg/Ha}$$

$$X_2 = \text{Superfosfato triple} = 58.96 \text{ Kg/Ha}$$

$$Y = 5735.2 \text{ Kg/Ha.}$$

MAXIMO BENEFICIO O INGRESO NETO

$$\begin{aligned} \text{IN} &= Y \cdot PY - X_1 \cdot PX_1 - X_2 \cdot PX_2 - CF \\ &= 5735.2 (22) - 220.16 (19.2) - 58.96 (23) - 70.000 \\ &= 50.591,24 \text{ \$/Ha.} \end{aligned}$$

TABLA 13. ANALISIS DE VARIANZA PRELIMINAR PARA ARROZ EN CASCARA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.CAL.	F.TAB 0.05	F. TAB 0.01
TRATA	12	35.1462	2.92885	2.876328**	1.95	2.56
BLOCK	3	9.434	3.14466	3.08826*	2.79	4.20
ERROR	36	36.6576	1.01826			
TOTAL	51	81.2378				



BLOQUE I = 74.01

BLOQUE II = 67.22

BLOQUE III = 75.45

BLOQUE IV = 82.81

TOTAL = 299.49

F.C. = 1724.8896

$$\text{S.C. TRATA.} = \frac{(19.47)^2 + (24.64)^2 + \dots + (31.35)^2 - \text{F.C.}}{4}$$

$$\text{S.C. TRATA} = 35.1462$$

$$\text{S.C. BLOQUES} = \frac{(74.01)^2 + (67.22)^2 + \dots + (82.81)^2 - \text{F.C.}}{13}$$

$$\text{S.C. BLOQUES} = 1734.32 - 1724.8896$$

$$\text{S.C. BLOQUE} = 9.434$$

$$\text{S.C. TOTAL} = (6.27)^2 + (7.15)^2 + \dots + (9.02)^2 - \text{F.C.}$$

$$\text{S.C. TOTAL} = 1806.1274 - 1724.8896$$

$$\text{S.C. TOTAL} = 81.2378$$

$$\text{S.C. ERROR} = 81.2378 - (9.434 + 35.1462)$$

$$\text{S.C. ERROR} = 36.6576$$

TABLA 14. ANALISIS DE VARIANZA FINAL PARA ARROZ EN CASCARA

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.CAL.	0.05	F.TAB. 0.01
TRATA	12	35.1462	2.92885	2.876328**	1.95	2.56
BLOCK	3	9.434	3.14466	3.08826*	2.79	4.20
REGRE	5	29.99076	5.99815	5.890549**	2.48	3.58
F.A.J.	7	5.15544	0.7364914			
ERROR	36	36.6576	1.0182666			
TOTAL		81.2378				

TABLA 15. ANALISIS DE VARIANZA PARA PORCENTAJE DE NITROGENO EN HOJAS DE ARROZ EN VARIAS FECHAS DE GERMINADO EL CULTIVO.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.CAL	0.05 F. TAB.	0.01
TRATA	12	6.87765	0.5731375	6.14290346**	1.95	2.56
BLOCK	3	2.250023	0.75000766	8.03860275**	2.79	4.20
ERROR	36	3.358827	0.09330075			
TOTAL	51	12.4865				

BLOQUE I	=	31.89
BLOQUE II	=	36.67
BLOQUE III	=	39.03
BLOQUE IV	=	37.79
TOTAL	=	145.38
F.C.	=	406.4489

$$\text{S.C. TRATA} = \frac{(9.87)^2 + (10.01)^2 + \dots + (15.33)^2}{4} - \text{F.C.}$$

$$\text{S.C. TRATA} = 413.32655 - 406.4489$$

$$\text{S.C. TRATA} = 6.87765$$

$$\text{S.C. BLOQUE} = \frac{(31.89)^2 + (36.67)^2 + \dots + (37.79)^2}{13} - \text{F.C.}$$

$$\text{S.C. BLOQUE} = 408.698923 - 406.4489$$

$$\text{S.C. BLOQUE} = 2.250023$$

$$\text{S.C. TOTAL} = (2.28)^2 + (2.47)^2 + \dots + (4.01)^2 - \text{F.C.}$$

$$\text{S.C. TOTAL} = 418.9354 - 406.4489$$

$$\text{S.C. TOTAL} = 12.4865$$

$$\text{S.C.E.} = 12.4865 - (2.250023 + 6.87765)$$

$$\text{S.C.E.} = 3.358827$$

TABLA 16. ANALISIS DE VARIANZA PARA PORCENTAJE DE FOSFORO EN HOJAS DE ARROZ EN VARIAS FECHAS DE GERMINADO EL CULTIVO.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.CAL.	0.05 ^{F.} TAB.	0.01
TRATA	12	0.043075	0.003589	0.06577	1.95	2.56
BLOCK	3	0.022346	0.007448	0.1364	2.79	4.20
ERROR	36	1.96437	0.054566			
TOTAL	51	2.0298				

BLOQUE I = 2.61

BLOQUE II = 2.80

BLOQUE III = 2.11

BLOQUE IV = 2.29

TOTAL = 9.81

F.C. = 1.8506

$$\text{S.C. TRATA} = (0.45)^2 + (0.66)^2 + \dots + (0.84)^2 - \text{F.C.}$$

$$\text{S.C. TRATA} = 0.043075.$$

$$\text{S.C. BLOQUE} = (2.61)^2 + (2.80)^2 + \dots + (2.29)^2 - \text{F.C.}$$

$$\text{S.C. BLOQUE} = 0.022346.$$

$$\text{S.C. TOTAL} = (0.09)^2 + (0.14)^2 + \dots + (0.23)^2 - \text{F.C.}$$

$$\text{S.C. TOTAL} = 2.0298.$$

$$\text{S.C. ERROR} = 2.0298 - (0.043075 + 0.022346)$$

$$\text{S.C. ERROR} = 1.964379.$$

TABLA 17. ANALISIS DE VARIANZA PRELIMINAR PARA ARROZ SIN CASCARA
 KG/12 METROS CUADRADOS.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.CAL.	F.TAB 0.05	F. TAB 0.01
TRATA.	12	20.14299	1.6785	2.82385**	1.95	2.56
BLOCK	3	5.0705	1.690	2.8432*	2.79	4.20
ERROR	36	21.40021	0.5944			
TOTAL	51	46.6137				

BLOQUE I	=	56.025
BLOQUE II	=	50.8411
BLOQUE III	=	57.11545
BLOQUE IV	=	62.68584
TOTAL	=	226.7103
F.C.	=	988.4146

$$\text{S.C. TRATA.} = \frac{(14.7378)^2 + (18.6517)^2 + \dots + (23.7319)^2 - \text{F.C.}}{4}$$

$$\text{S.C. TRATA.} = 1008.5575 - 988.4146$$

$$\text{S.C. TRATA.} = 20.14299$$

$$\text{S.C. BLOQUE.} = \frac{(56.025)^2 + (50.8411)^2 + \dots + (62.68584)^2 - \text{F.C.}}{13}$$

$$\text{S.C. BLOQUE.} = 993.485 - 988.4146$$

$$\text{S.C. BLOQUE.} = \frac{5.0705}{2}$$

$$\text{S.C. TOTAL.} = (4.7463)^2 + (2.081)^2 + \dots + (6.82814)^2 - \text{F.C.}$$

$$\text{S.C. TOTAL.} = 1035.028 - 988.4146$$

$$\text{S.C. TOTAL.} = 46.6137$$

$$\text{S.C.E.} = 46.6137 - (5.0705 + 20.14299)$$

$$\text{S.C.E.} = 21.40021$$

TABLA 18. ANALISIS DE VARIANZA FINAL PARA ARROZ SIN CASCARA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.TAR 0.05	F.TAB 0.01
TRATA	12	20.14299	1.6785	2.82385**	1.95	2.56
BLOCK	3	5.0705	1.690	2.8432*	2.79	4.20
REGRE	5	29.99076	5.998	10.09024**	2.48	3.58
F.A.J.	7	5.1554	0.7364			
ERROR	36	21.4002	0.5944			
TOTAL	51	46.6137				

TABLA 19. ALGUNAS CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DE LOS SUELOS ANTES Y DESPUES DEL ENSAYO REALIZADO EN LA GRANJA DEL DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA.

	Antes	Despues
1. Textura	Fco Ar A	Fc Ar A
2. pH	7.25	7.20
3. % M .O.	3.95	2.63
4 P(ppm) Bray I	59.8	59.6
5. Ca : mc /100 gr	8.15	7.80
6. K : mc /100 gr	0.68	0.62
7. Mg : mc /100gr	2.8	2.5

CUADRO -1. PRODUCCION MEDIA EN KG/HA Y PRODUCCION RELATIVA EN % EN EL ENSAYO EFECTUADO EN LA GRANJA DE LA SECRETARIA DE FOMENTO DEL DEPTO. DEL MAGDALENA.

TRATA MIENTOS	I	II	III	IV	PRODUCCION	PRODUC. MEDIA	PRODUCCION RELATIVA %
1	5.225	2.2916	3.4833	5.225	16.2249	4056.2	100
2	5.958	3.2083	5.500	5.866	20.5332	5133.3	126.5
3	5.0416	4.400	4.766	4.5833	18.7915	4697.8	115.8
4	3.3916	3.575	3.666	5.0416	15.6748	3918.7	96.6
5	3.3916	4.5833	5.6833	6.6916	20.349.9	5087.4	125.4
6	5.0416	3.850	2.750	4.3083	15.9499	3987.4	98.3
7	4.8583	4.858	4.766	4.4916	18.9749	4743.7	116.95
8	5.0416	3.300	5.316	5.225	18.8833	4720	116.36
9	5.225	5.041	4.950	4.216	19.4333	4858.3	119.77
10	4.4916	5.133	5.4083	4.858	19.8916	4972.9	122'6
11	3.1916	3.766	4.1166	5.666	16.7414	4185.3	103.18
12	5.5916	5.500	5.5916	5.3166	21.9999	5499.9	135.59
13	5.225	6.5083	6.875	7.5166	26.1249	6531.2	161.
	61.6744	56.0173	62.8745	69.0077	249.5735		

CUADRO 2.. RENDIMIENTO DE ARROZ CICA 8 SIN CASCARA EN KG/DOCE METRÓS CUADRADOS.

TRATA.	UREA	Super Fosfato Triple 46% P ₂ O ₅	I	II	III	IV	SUMA	- Y
1	0	0	4.7463	2.081	3.1642	4.7463	14.7378	3.6845
2	150	0	5.4125	2.914	4.9962	5.329	18.6517	4.6629
3	300	0	4.5798	3.9969	4.3300	4.1635	17.0702	4.2675
4	75	50	3.0809	3.2475	3.3308	4.579	14.2382	3.5595
5	225	50	3.0809	4.1635	5.1627	6.0787	18.4858	4.6214
6	0	100	4.5798	3.4973	2.4981	3.9136	14.4888	3.6222
7	150	100	4.4133	4.4133	4.3300	4.08023	17.23683	4.3092
8	300	100	4.5798	2.9977	4.8296	4.74639	17.15355	4.2883
9	75	150	4.7463	4.5798	4.4965	3.83042	17.65302	4.4132
10	225	150	4.08023	4.6631	4.9129	4.4133	18.06953	4.5173
11	0	200	2.89931	3.42164	3.73958	5.1476	15.20813	3.8023
12	150	200	5.07947	4.9962	5.07947	4.82966	19.9848	4.9962
13	300	200	4.74639	5.91217	6.2452	6.82814	23.7319	5.9329
			56.025	50.88411	57.11545	62.68584	226.7103	

CUADRO 3. RENDIMIENTO DE ARROZ CICA 8 SIN CASCARA EN KG/HA.

TRATA MIENTOS	UREA	SUPERFOSFATO TRIPLE 46% P ₂ O ₅	BLOQUE				SUMA	- Y
			I	II	III	IV		
1	0	0	3.9552	1.7341	2.6368	3.9551	12.281	3.0703
2	150	0	4.5104	2.4283	4.1635	4.4408	15.543	3.8857
3	300	0	3.8165	3.3307	3.6083	3.4695	14.225	3.5561
4	75	50	2.5674	2.7062	2.7756	3.8158	11.865	2.9662
5	225	50	2.5674	3.4695	4.3022	5.0655	15.404	3.8511
6	0	100	3.8165	2.9144	2.0817	3.2613	12.073	3.0184
7	150	100	3.6777	3.6777	3.6083	3.4009	14.364	3.5911
8	300	100	3.8165	2.4980	4.0247	3.9553	14.294	3.5736
9	75	150	3.9552	3.8165	3.7470	3.1920	14.110	3.6776
10	225	150	3.4001	3.8859	4.094	3.677	15.057	3.9544
11	0	200	2.4160	2.8513	3.1163	4.28966	12.673	3.1683
12	150	200	4.2328	4.1635	4.2328	4.02471	16.653	4.1634
13	300	200	3.9553	4.9268	5.2043	5.6901	19.776	4.9441
			46.6872	42.4033	47.5958	52.238	188.9250	

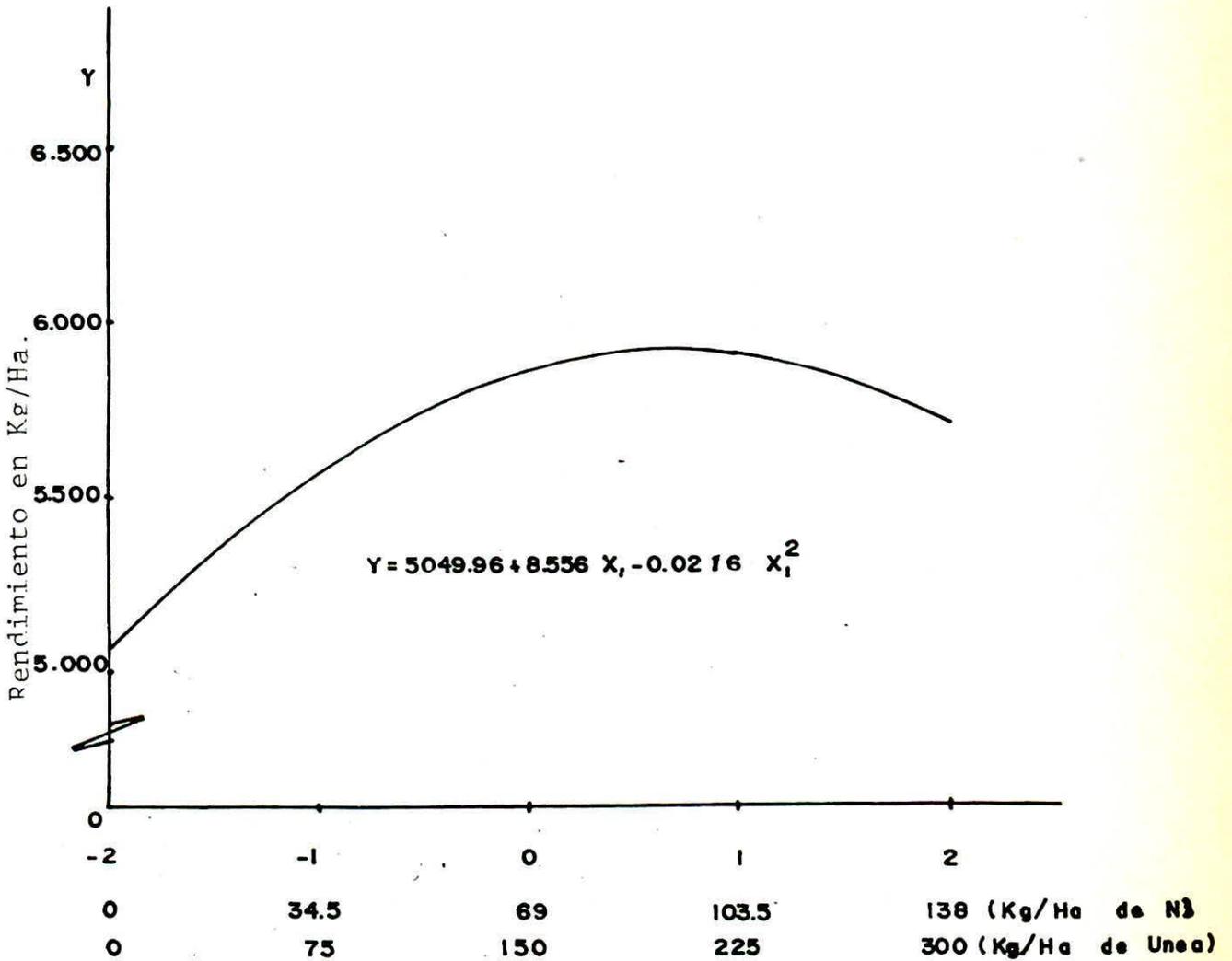


FIG.1.-Regresión del efecto del Nitrógeno en el rendimiento de arroz CICA 8.

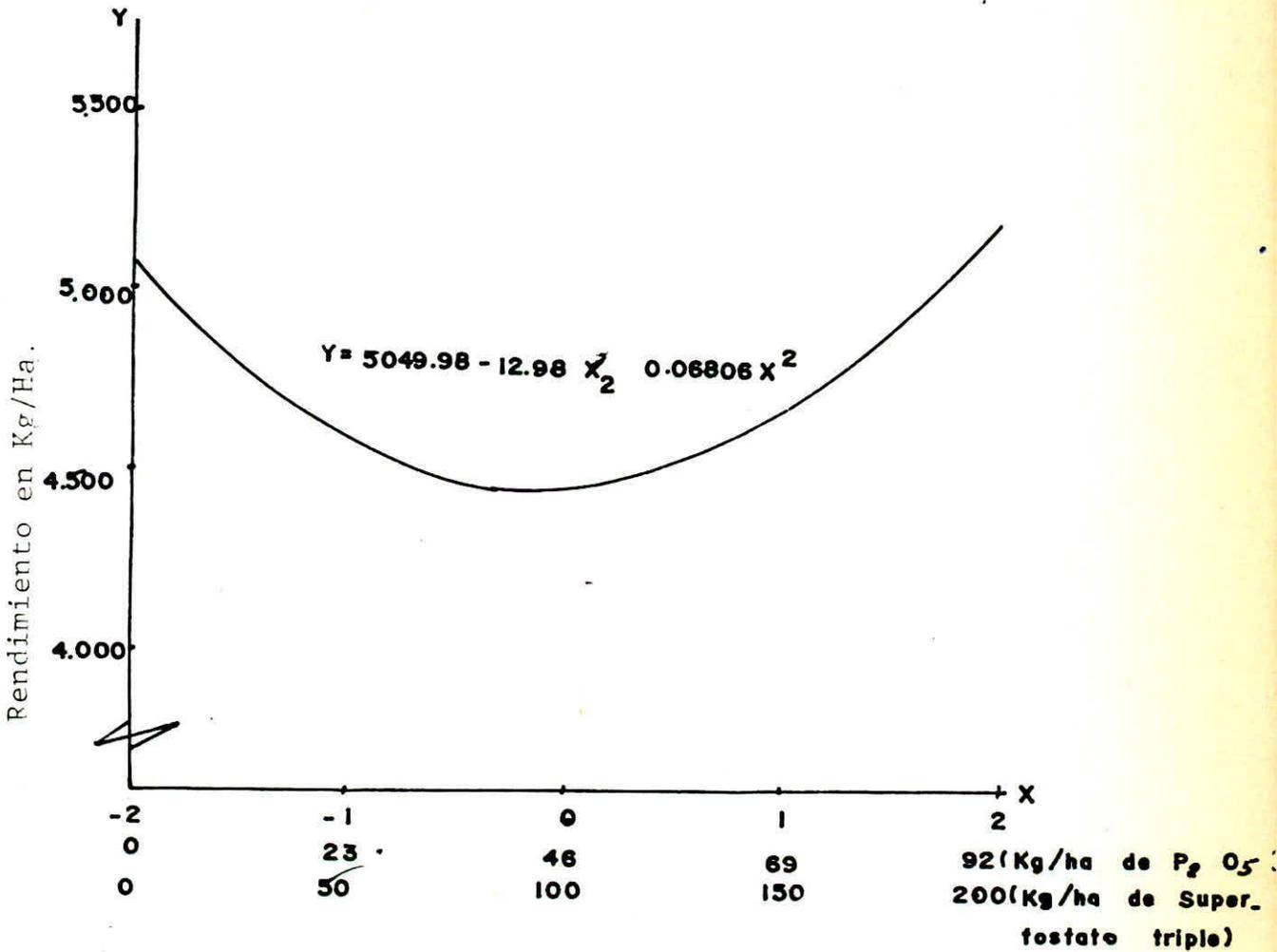


FIG. 2.-Regreción del efecto de fósforo en el rendimiento de arroz CICA 8.

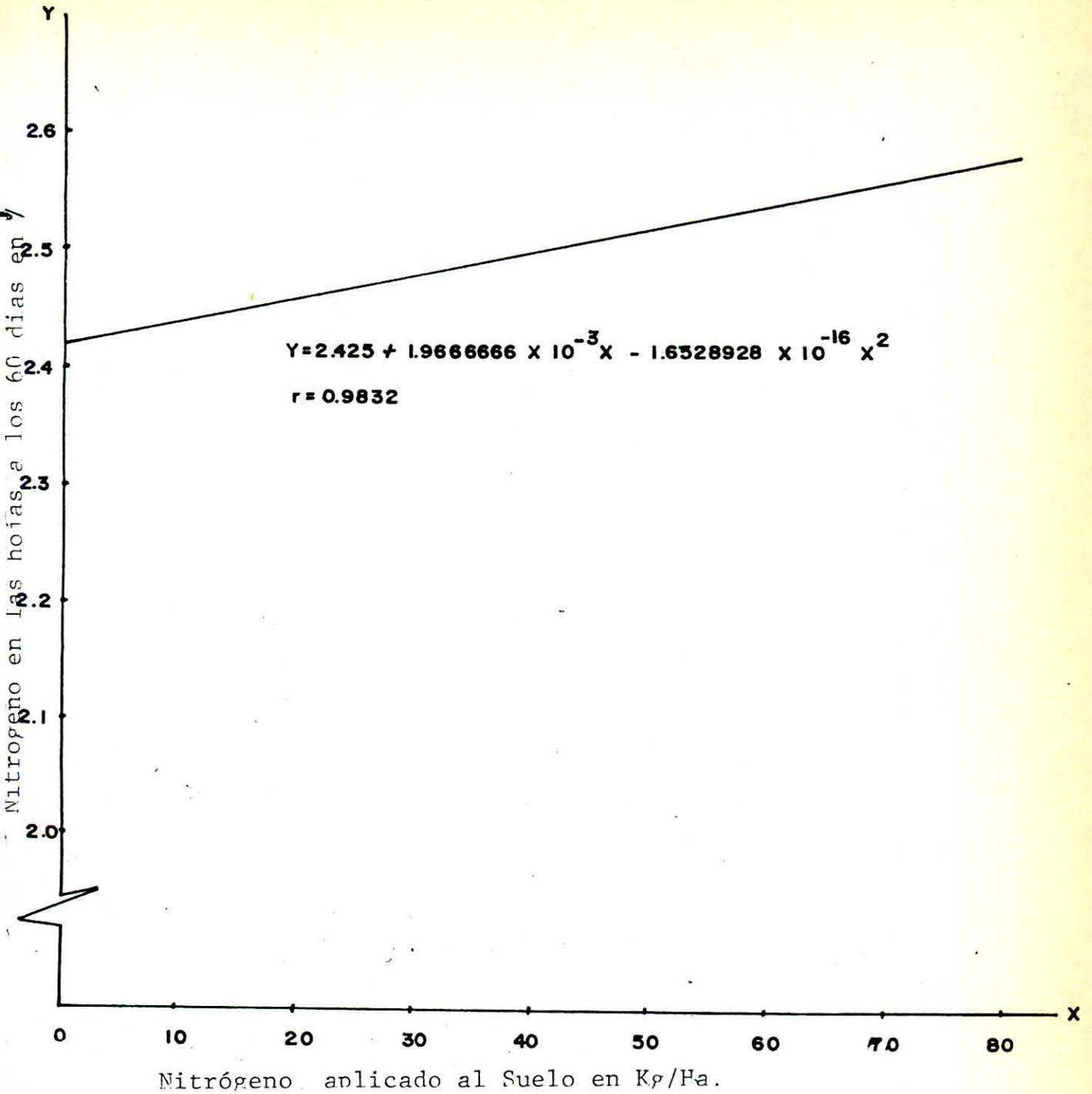


FIG. 3. Relación de nitrógeno aplicado en el suelo en Kg/Ha. y el Nitrógeno en las hojas en porcentaje a los 60 días de germinado.

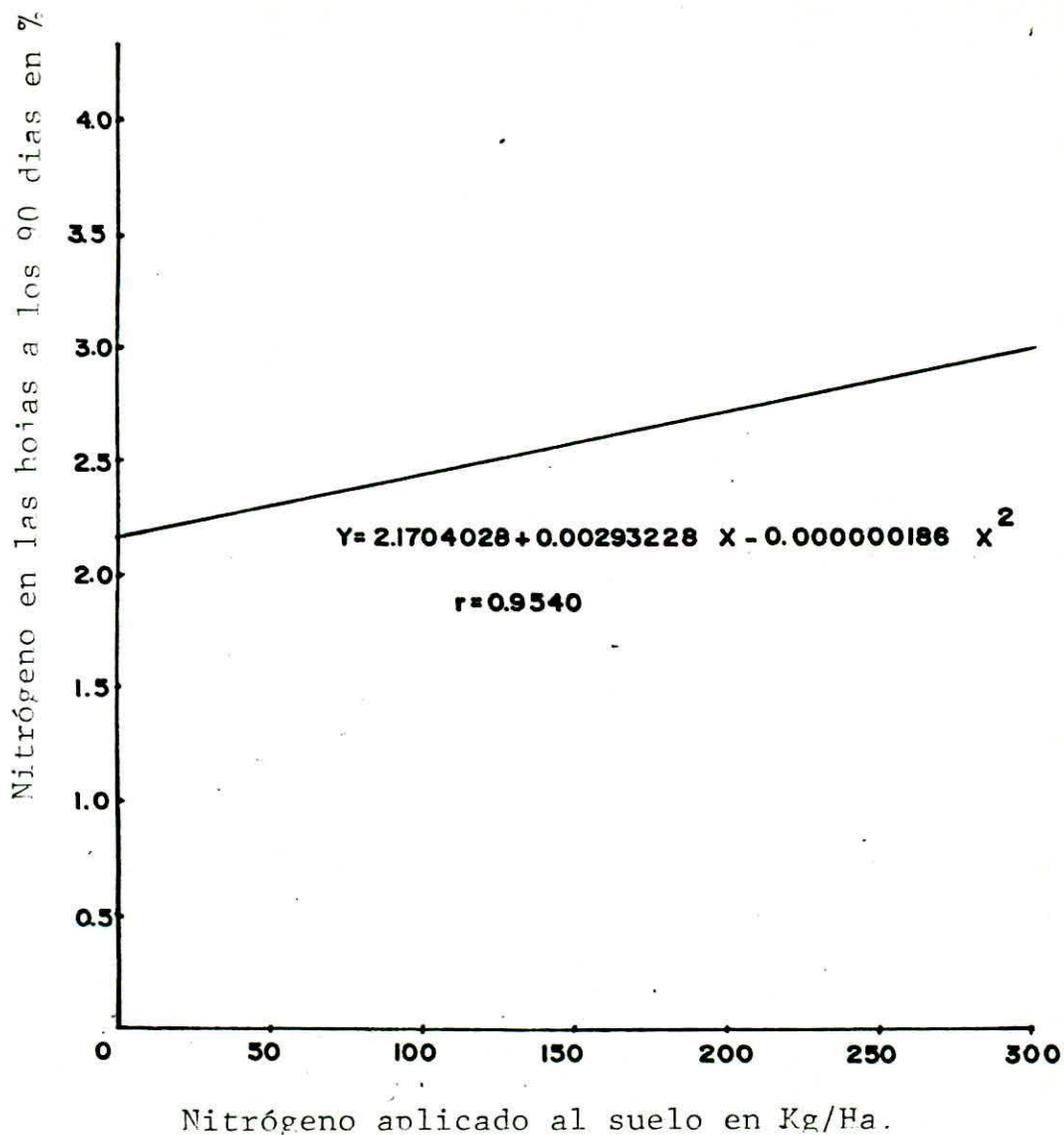
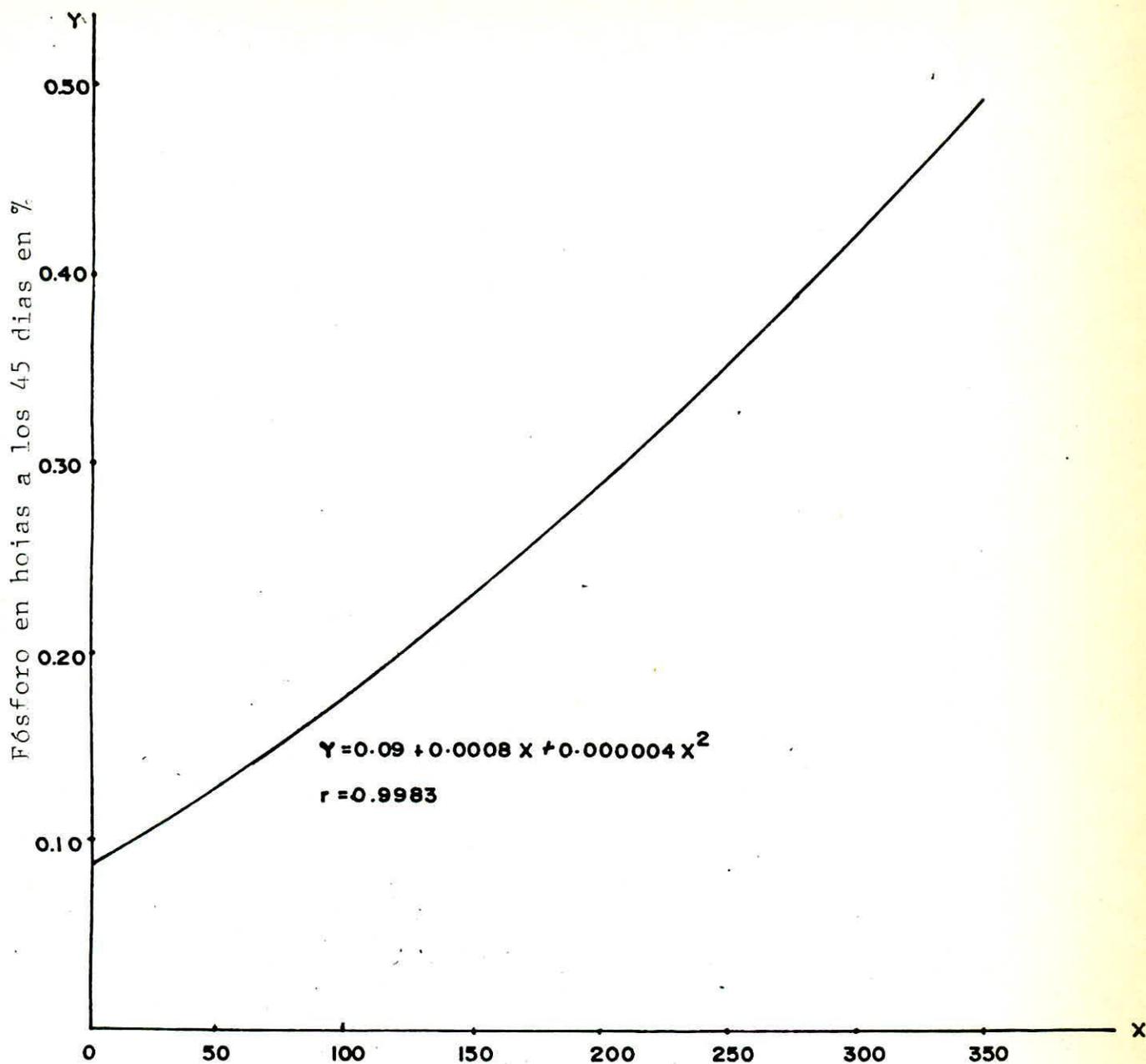


FIG. 4.-Relación del efecto del Nitrógeno aplicado al suelo en el contenido de nitrógeno en las hoias a los 90 dias de germinado el arroz.



Fósforo aplicado al Suelo en Kg/Ha. en forma de superfosfato triple.

FIG. 5.-Relación entre el fósforo aplicado al suelo y el fósforo contenido en las hojas de arroz a los 45 días de germinado.

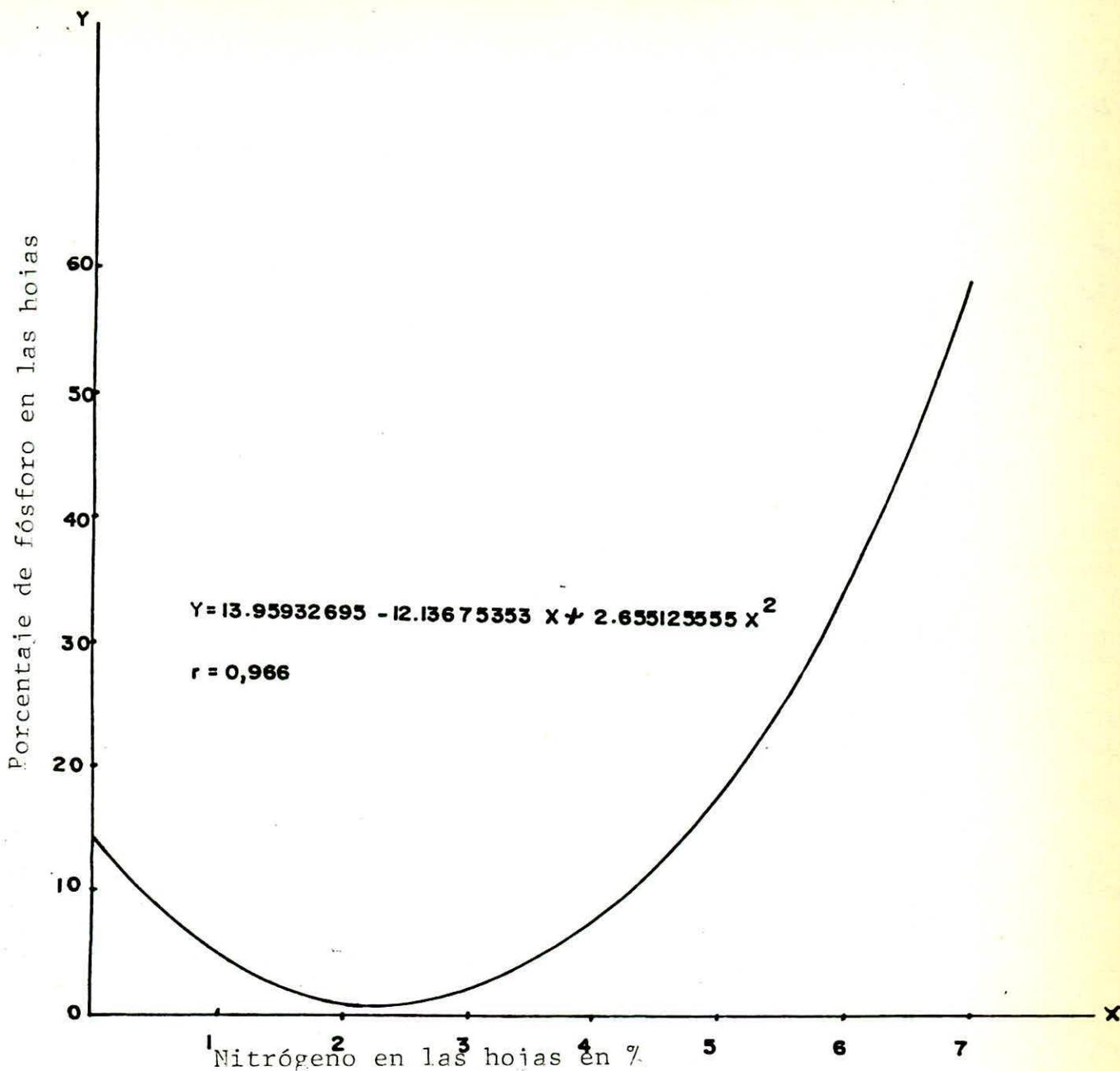


FIG. 6.-Relación entre el porcentaje de Nitrógeno y el porcentaje de fósforo en hojas de arroz CIJA 8 a los 45 días de germinado.

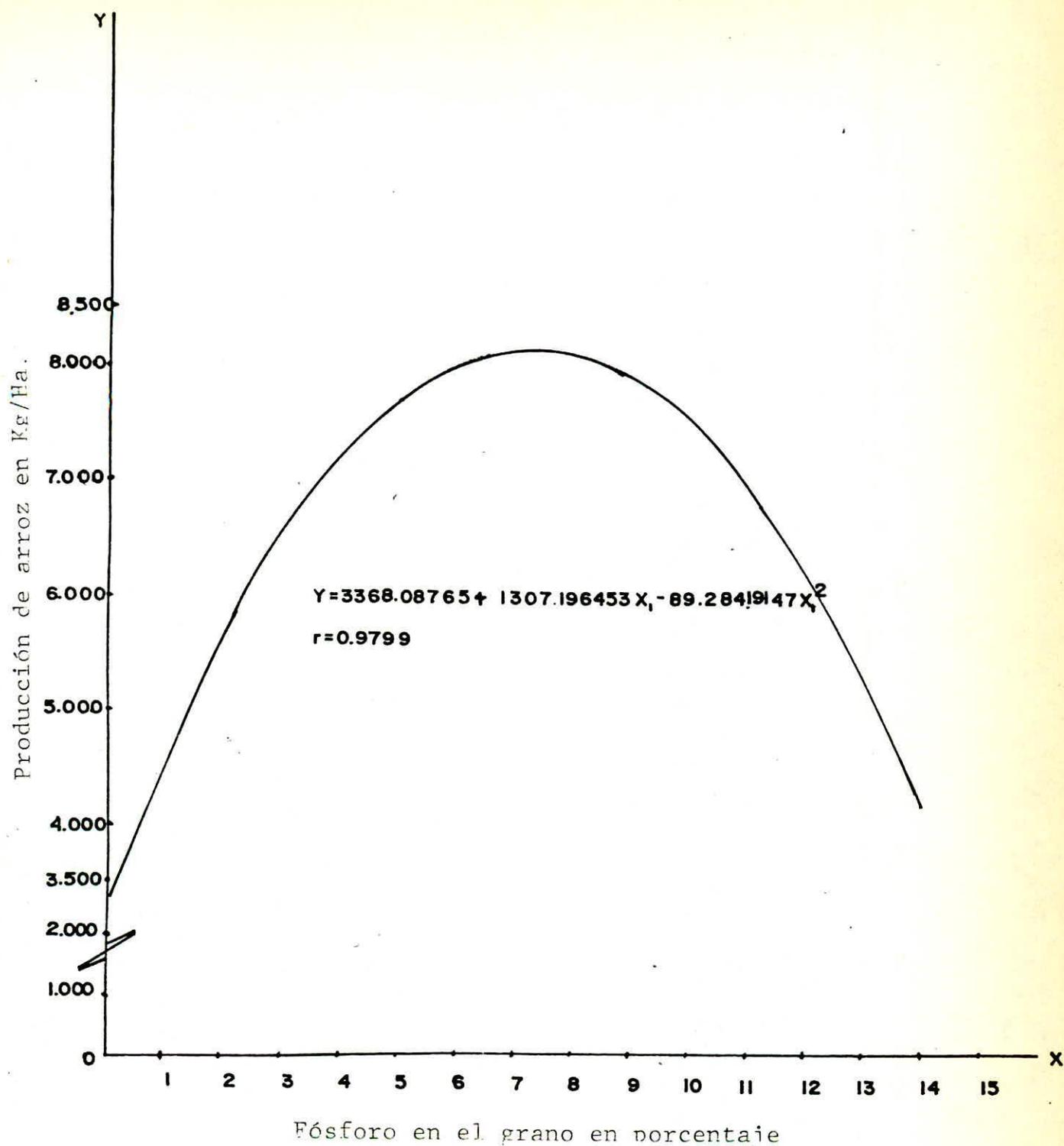


FIG. 7.-Relación del efecto del fósforo en el grano en % v la producción de arroz CICA 8.

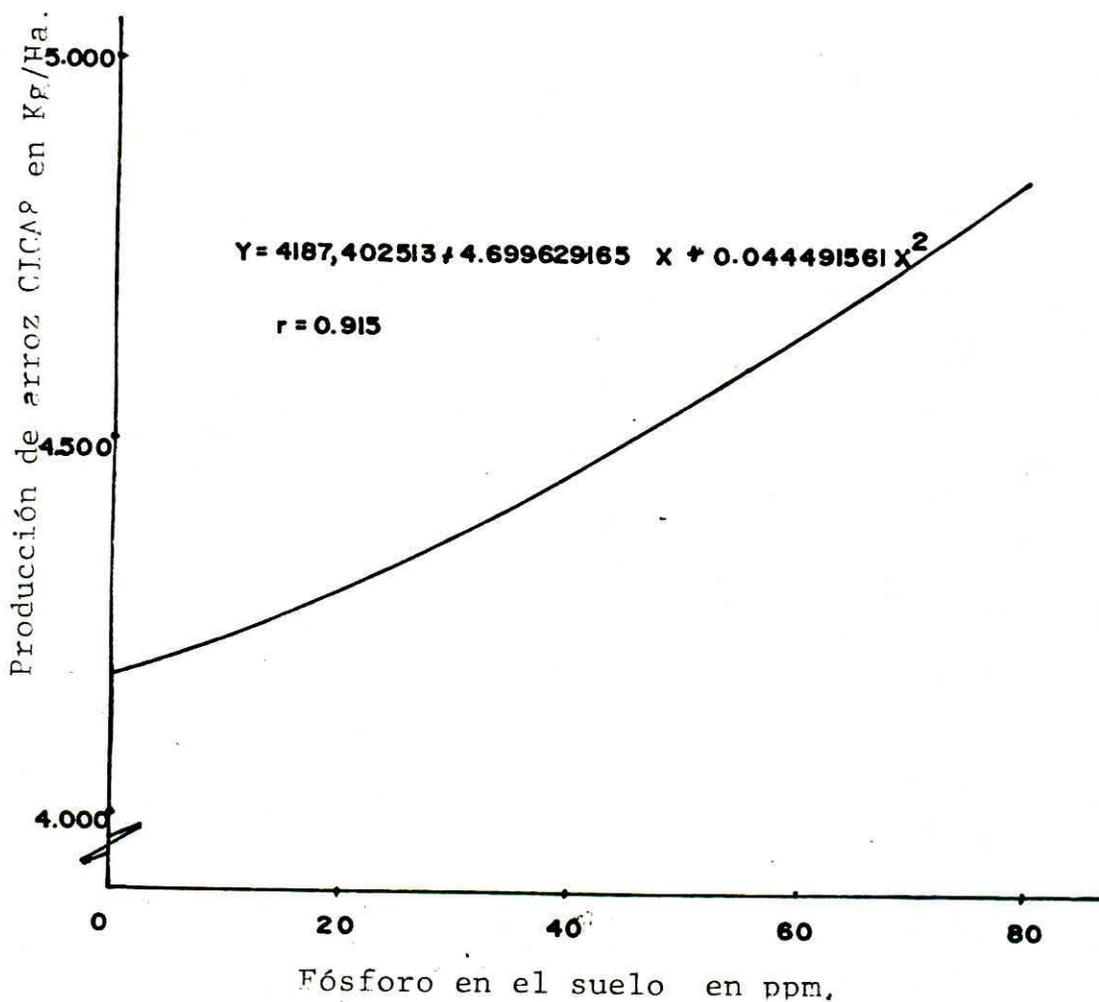


FIG.8. Relación del contenido de fósforo en el suelo en ppm. y la producción del arroz CICA 8 .

ANALISIS ECONOMICO

Si comparamos la producción que se obtuvo en los testigos con la producción obtenida con la aplicación de fertilizantes, podemos considerar que hubo un incremento en la producción y por ende un incremento rentable en pesos por kilos. Considerando el precio del arroz Cica 8 a \$ 22.00/Kg. donde se incluye la cancelación de la cosecha por el incremento de los rendimientos, el costo de los elementos empleados en el experimento Urea y Superfosfato triple y su aplicación.

Con relación a los fertilizantes, podemos decir, que con una aplicación de 150 Kg/ha de urea y 200 Kg/Ha. de superfosfato triple se consiguió una producción de 5.499 Kg/Ha con una utilidad neta de \$ 20.269.

Mientras que con la aplicación de 300 Kg/Ha de urea y 200 Kg/Ha de superfosfato triple se consiguió una producción de 6.531 Kg/Ha, dejando una utilidad neta de \$ 38.235.

De todo lo anterior deducimos que con el incremento de fertilizante a dosis óptimas en el cultivo del arroz y una adecuada asistencia técnica, se pueden obtener resultados satisfactorios en la producción.

CUADRO No.9 UTILIDAD NETA A OBTENER EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DEL ENSAYO EFECTUADO EN LA GRANJA EXPERIMENTAL DE LA SECRETARIA DE FOMENTO DEL DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA 1983.

TRATA No.	UREA 46% N KG/HA	SUPERFOSFATO TRIPLE 46%P 0 KG/HA	PRODUCCION KG/HA	INCREMENTO KG/HA	VALOR COSTO INCREMENT		UTILIDAD NETA \$/Ha
					\$/Ha 1	\$/Ha 2	
1	0	0	4.056	1.077	----	----	-----
2	150	0	5.133	1.077	23.694	6.018	17.676
3	300	0	4.697	641	14.102	8.313	5.789
4	75	50	3.918	-138	3.036	3.741	-6.777
5	225	50	5.087	1.031	22.682	8.725	13.957
6	0	100	3.987	- 69	1.518	3.575	-5.093
7	150	100	4.743	687	15.114	7.816	7.298
8	300	100	4.720	664	14.168	10.655	3.513
9	75	150	4.858	802	17.640	7.733	9.907
10	225	50	4.973	917	20.174	8.520	11.654

Continuación Cuadro No.9.

11	0	200	4.185	129	2.838	6.232	- 3.394
12	150	200	5.499	1.443	31.746	11.477	20.269
13	300	200	6.531	2.475	54.450	16.215	38.235

1. Considerando el precio del arroz CICA 8 a \$ 22/Kg.
2. Se incluye el pago de la cosecha por el incremento en los rendimientos \$1.8 Kg.
El costo de los fertilizantes aplicados urea = \$19.20 superfosfato triple = \$23.
oo y su aplicación general = \$ 1.400.