

Efectos de las escorias Thomás en el cultivo del  
arroz (Oryza sativa L.) variedad cien 4 en macetas

Por

EDGARDO E. QUINTERO  
JOSE DE LOS S. CASTRO  
MANUEL C. ARIZA

TESIS DE GRADO

Ingeniero Agronomo

Universidad Tecnológica del Magdalena

Facultad de Ingeniería Agronómica

1978

BIBLIOTECA AGROPECUARIA  
DE COLOMBIA

" EFECTOS DE LAS ESCORIAS THOMAS EN EL  
CULTIVO DEL ARROZ (Oryza sativa, L) VARIE  
DAD CICA 4 EN MACETAS ".

POR

EDGARDO E. QUINTERO R.

JOSE DE LOS S. CASTRO O.

MANUEL C. ARIZA V.

Tesis de Grado presentado como requisito parcial  
para optar el título de :

INGENIERO AGRONOMO

Presidente de Tesis.

ELIECER CANCHANO N. I. A.

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DEL MAGDALENA

FACULTAD DE AGRONOMIA

Santa Marta

1.978

" Los jurados examinadores del trabajo de Tesis, no serán responsa -  
bles de los conceptos e ideas emitidas por los aspirantes al título".

### III

DEDICO :

A mis padres que con valioso esfuerzo supieron llevarme a  
la feliz culminación de mis estudios.

A mi novia María de Lourdes

A mis hermanos y hermanas

A mis tios.

A mis amigos

EDGARDO EMILIO.

DEDICO :

A mis adorados padres.

A mis queridos hermanos, especialmente a Lucila Castro.

A mi esposa Margarita.

A la familia Pérez Mendoza.

A mis compañeros de Tesis.

A todos mis familiares.

A todos mis amigos.

JOSE DE LOS SANTOS.

DEDICO :

A mis padres.

A mis hermanos y hermanas.

A la memoria de mi abuela Elena.

A mis amigos:

MANUEL CECILIO.

## AGRADECIMIENTO

Al Doctor ELIECER CANCHANO N. I.A., por su orientación en el desarrollo de este estudio.

Al Doctor MANUEL GRANADOS N. I.A. M.S.

Al Doctor JORGE ORTEGA E. Programa Hortalizas ICA-Obonuco-Pasto.

Al Doctor JORGE PUEÑUELA. Director (E) Estación Obonuco.

Al Doctor MARIO LOBO. Coordinador Nacional Programa Hortalizas T. Ospina-Medellín.

Al Doctor LUIS ALFREDO LEON S. Químico Suelos. Programa de Producción Ganado de Carne.

Al Doctor HECTOR MEDINA. Universidad Nacional, Facultad de Agronomía-Medellín.

Al señor ANGEL CASTRO MENDOZA, Topógrafo.

Al Doctor RAFAEL BONILLA L. Economista agrícola.

Al señor CARLOS COTES DIAZ-GRANADOS. Director Biblioteca.

LOS AUTORES.

## VII

### CONTENIDO

CAP.	PAG :
I- INTRODUCCION	1
II- REVISION DE LITERATURA	4
III- MATERIALES Y METODOS	19
3.1. Descripción del área muestreada.	19
3.2. Descripción del área del experimento.	19
3.3. Preparación de las macetas y suelos.	20
3.4. Diseño experimental.	21
3.5. Toma de muestras foliares.	21
3.6. Trabajo de laboratorio.	21
IV- RESULTADOS Y DISCUSION	23
V- CONCLUSION	31
VI- RESUMEN	33
SUMMARY	35
VII- BIBLIOGRAFIA	37
APENDICE	52

## VIII

### INDICE DE FIGURAS

	PAG.
FIGURA 1. Relación entre las semanas de corte y la altura promedio de la planta (arroz) para el tratamiento 0 Kg/há de Escorias Thomas .....	42
FIGURA 2. Relación entre las semanas de corte y la altura promedio de la planta (arroz) para el tratamiento 50 Kg/há de Escorias Thomas .....	43
FIGURA 3. Relación entre las semanas de corte y la altura promedio de la planta (arroz) para el tratamiento 100 Kg/há de Escorias Thomas .....	44
FIGURA 4. Relación entre las semanas de corte y la altura promedio de la planta (arroz) para el tratamiento 150 Kg/há de Escorias Thomas .....	45
FIGURA 5. Relación entre las semanas de corte y la altura promedio de la planta (arroz) para el tratamiento 200 Kg/há de Escorias Thomas .....	46
FIGURA 6. Relación entre la altura de la planta (arroz) y la época de corte para los cinco (5) tratamientos con Escorias Thomas (0-50-100-150-200 Kg/há).....	47

- FIGURA 7. Aspecto del tratamiento número 1, correspondiente a la dosis de 0 Kg/há de Escorias Thomas, 150 Kg/há de Urea y 50 Kg/há de KCL. 48
- FIGURA 8. Aspecto del tratamiento número 2, correspondiente a la dosis de 50 Kg/há de Escorias Thomas, 150 Kg/há de Urea y 50 Kg/há de KCL. 49
- FIGURA 9. Aspecto del tratamiento número 4, correspondiente a la dosis de 150 Kg/há de Escorias Thomas, 150 Kg/há de Urea y 50 Kg/há de KCL. 50
- FIGURA 10. Aspecto del tratamiento número 5, correspondiente a la dosis de 200 Kg/há de Escorias Thomas, 150 Kg/há de Urea y 50 Kg/há de KCL. 51

## INDICE DE TABLAS

	PAG:
TABLA 1. Altura de plantas de arroz variedad CICA 4 en centímetros .....	24
TABLA 2. Altura promedio de plantas de arroz varie- dad CICA 4 en centímetros.....	25
TABLA 3. Análisis foliar del fósforo en p.p.m. en las tres épocas de corte .....	26

BIBLIOTECA AGRICOLA  
DE COLOMBIA

## I . INTRODUCCION

El arroz es el alimento básico de más de la mitad de la población mundial. A finales de este siglo se estarán alimentando con este cereal , más personas que todas las que hoy pueblan el mundo.

El arroz en Colombia es de suma importancia, no sólo por el hecho del área que se cultiva y del capital que en éste se invierten, si no que además es básico en la dieta de su pueblo; su explotación genera empleo a millares de trabajadores tanto en las zonas rurales como urbanas y dentro de la producción agrícola total, el 9% corresponde a este cereal. La cantidad de tierras que se podrían dedicar al cultivo del arroz, son inmensas en nuestro territorio.

En los últimos cinco años, la producción y consumo de arroz se han venido incrementando. Este incremento de la producción ha sido originado por muchos factores, como son el empleo de las variedades mejoradas de alto rendimiento, el eficaz empleo de fertilizantes, los adecuados métodos de cultivo y demás mediante la regulación del drenaje y del riego.

Como es bien sabido los rendimientos arroceros pueden ser aumentados considerablemente y algunas veces en forma espectacular por la aplicación de fertilizantes. Sin embargo, teniendo en cuenta los grandes ensayos experimentales realizados en este terreno, nos queda mucho por aprender sobre la clase y cantidad de fertilizantes utilizados para producir una cosecha de arroz y sobre la magnitud del incremento del rendimiento.

miento que se puede esperar mediante la aplicación de una determinada cantidad de nutriente requerido.

En la mayoría de las zonas arroceras del mundo, se ha demostrado que una adecuada fertilización es el método más eficaz para obtener rendimiento satisfactorio en un cultivo de arroz cuando se ejecutan simultáneamente en forma correcta, las demás prácticas agronómicas que dicho cultivo requiere.

Para obtener un gran acierto con el tratamiento de fertilizantes que demuestre los mejores rendimientos, es necesario conocer y analizar una serie de factores tales como, la textura, la temperatura, la precipitación, el pH del suelo y la fertilidad del mismo, involucrados tanto en la capacidad potencial del suelo para poder suministrar los nutrientes, como también la aptitud que tiene la planta para absorberlos y utilizarlos; además hay que tener en cuenta la dinámica de los fertilizantes o correctores aplicados al suelo y la manera como lograr de ello una mayor eficiencia.

La aplicación de abonos es de suma importancia ya que como factor causativo, contribuye directamente a los rendimientos, y como factor clave conduce a la acción de todas las series de medidas que contribuyen a elevar los rendimientos.

Este estudio se adelantó, utilizando la variedad CICA 4, que por su alto

rendimiento, buen macollamiento y gran resistencia a plagas y enfermedades, es prenda de garantía para los agricultores.

El objetivo primordial de este experimento fue el de evaluar el efecto de las Escorias Thomas en el cultivo del arroz, trabajando con macetas en umbráculo y teniendo como variable, la altura de la planta que se mediría en centímetros a los 30, 50 y 70 días.

## II. REVISION DE LITERATURA

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 acerca de la clase y cantidad de fertilizantes necesarios para producir una cosecha de arroz y acerca de la magnitud del incremento del rendimiento que puede esperarse de la aplicación de una determinada cantidad de nutriente requerido. (9).

La respuesta del fósforo es más irregular y menos general que la respuesta del Nitrógeno. Galiano (12), encontró un 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.

El aumento del rendimiento de arroz, debido al Potasio es incluso menor que el debido al fósforo. El efecto sobre el rendimiento, sin embargo, es altamente significativo e indica que este elemento no puede ignorarse cuando se plantea la aplicación de fertilizantes al arroz. Como en el caso del fósforo, su empleo general considerado sobre una base mundial probablemente no resulta económico (8).

Enwezor, citado por Igue y Bornemiza (18), indicó que la mineralización del fósforo orgánico correlacionó positivamente con el contenido

de fósforo orgánico total, sin ninguna relación con la relación C/P. Además, indicó una correlación significativa con el fósforo disponible.

Kittrick, mencionado por Thompson (27), indica que la adición de un fertilizante fosforado aumenta la concentración en fósforo asimilable del suelo. Sin embargo, el fósforo agregado se fija con bastante facilidad, y después de varios años cualquier adición de fosfato a la solución no alterará el equilibrio que existe entre el fosfato soluble y el fijo.

Barrow, citado por Igue y Bornemiza (18), indica también que la mineralización del fósforo orgánico en algunos casos es mayor o menor que la tasa de mineralización C y N.

Datta y Fox, nombrados por Villachica y Quevedo (29), dicen que la absorción de los nutrimentos por la planta está condicionada, entre otros factores, por las variaciones en la acidez del suelo, muchos autores indican que la disponibilidad de fósforo es máxima a pH 5.5 - 6.5, disminuyendo si el mismo baja a más de 7.0. La causa de la retención de fósforo a pH, y la reacción del mismo con el hierro y aluminio y sus óxidos hidratados y, con los iones del calcio y magnesio, así como con los carbonatos de estos metales.

Cabalar y Fassbender, (6), dicen que la aplicación de cal mejora la productividad de los suelos ácidos, especialmente en aquellos donde el fósforo es un factor limitante. El estudio y conocimiento del punto ópti-

mo de encalado y aplicación de fertilizantes son de gran importancia ; sin ellos las recomendaciones agronómicas tienen un valor limitado.

El tratamiento con cal aumenta la cantidad de fósforo asimilable. Es lógico admitir que este beneficio en fósforo asimilable se debe a la acción de la cal que actúa sobre el proceso de descomposición de las formas orgánicas del fósforo (26).

Las pruebas experimentales enseñan a menudo que el encalado aumenta de hecho la absorción de fosfato por una cosecha y reduce su respuesta a la fertilización fosfórica, justamente como si aquel fuera un fertilizante fosfórico por sí mismo. (25).

Jackson, citado por Bornemiza (4), dice que el contenido total de fósforo en la mayoría de los suelos minerales varían entre 0.02 y 0.50 por ciento, con un promedio de 0.05 por ciento. Este se puede subdividir en dos fracciones principales, una inorgánica que incluye principalmente fosfato complejos de aluminio, hierro y calcio, y la otra, orgánica.

Black y Goring, nombrados por Bornemiza (4), dicen que el porcentaje de la fracción orgánica en el fósforo total del suelo es variable.

Así por ejemplo; indican que esta fracción varía entre 2.6 y el 75% del fósforo total.

Van Diest, citado por Igue y Bornemiza (18), mostró que el fósforo orgánico aumentó hasta un 30% en suelos cultivados y fertilizados. El supo

ne que este aumento se debió a la incorporación del suelo de recibos de plantas y células microbianas.

Awan et al. mencionados por Bornemiza (4), dicen que a pesar de la considerable importancia que tiene el fósforo orgánico, existen pocos trabajos que se dediquen al estudio de esta categoría de fósforo en suelos de América Latina, mientras que el número de trabajos que se requieren a otros problemas de fósforo es bien elevado.

Para obtener grandes rendimientos se necesita añadir fertilizantes fosfóricos a muchos suelos. Esto quiere decir que tales suelos no son capaces de proporcionar por sí mismos suficientes fosfatos para el crecimiento óptimo de las plantas durante el período de vegetación del cultivo (7).

El fósforo es absorbido en su mayor parte en forma de ión monovalente, ortofosfato,  $H_2PO_4$ , conocido generalmente como fosfato. Este es uno de los tres aniones principales absorbidos por las plantas. Los otros dos son el nitrato y el sulfato. Todos estos iones se encuentran en una proporción notable en la materia orgánica del suelo. (27).

Los microbios del suelo contribuyen al aprovechamiento del fósforo por las plantas, a consecuencia de los diversos ácidos que producen y que aumentan la solubilidad de los fosfatos que de suyo son insolubles o casi insolubles. (26).

Ekpete y Cornfield, citados por Igue y Bornemiza (18), también indican que en condiciones anaeróbicas los fosfatos férricos pueden pasar a fosfatos ferrosos de mayor solubilidad, o aumentar la solubilidad de fosfatos de Fe, Al y Ca en los ácidos orgánicos producidos durante la actividad anaeróbica. La información de complejos orgánicos que reduce la actividad de Al y Fe deberá considerarse también como un factor que aumenta la disponibilidad de fósforo.

Las plantas son relativamente poco eficaces para utilizar los fosfatos del terreno en las condiciones normales del cultivo, rara vez absorben más del 20 a 30% de la cantidad suministrada como fertilizantes (25).

Buckman y Brady, (5), dicen que la clase de ión fosfato presente varía con el pH de la solución del suelo. Cuando el suelo es alcalino parece que la forma más común es la de  $\text{PO}_4\text{H}$ . Cuando el pH baja, el suelo que da debilmente ácido y predomina tanto el ión  $\text{PO}_4\text{H}$ , como el  $\text{PO}_4\text{H}_2$ .

Brich, nombrado por Russell y Russell (25), trabajando en Africa Central, descubrió que, con ciertos suelos y cosechas, cuanto menor era el pH del suelo, o mejor aún, cuanto menor es el tanto por ciento de saturación del complejo de cambio con bases, tanto mayor era la probabilidad de respuesta al fosfato, y que en estos suelos no existía correlación entre la respuesta y la cantidad de fosfato extraída por los disolventes ordinarios, la cual era ordinariamente bastante alta.

En varios ensayos experimentales realizados en el país, sólo se ha encontrado una respuesta marcada a la fertilización con fósforo en pocas regiones, en otras ha sido dudosa y en varios no se ha manifestado ningún beneficio. (2)..

Glander y Peter, citados por Montero y otros (22), dicen que 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.

Según Howeler, nombrado por Montero y otros (22), dice que la fertilización del arroz de riego, depende mucho de los cambios físico-químico que ocurren después de la inundación del suelo.

Aoki, citado por la Universidad de las Filipinas (28), atribuyó la falta de respuesta al fósforo, en condiciones de inundación, a la reducción del fosfato férrico insoluble a fosfato ferroso, que es más soluble.

Ponnainperuna, nombrado por Howeler (17), observó una gran diferencia entre los suelos en cuanto a los cambios de fósforo soluble en agua después de la inundación. En los suelos calcáreos arenosos con bajo contenido de hierro, se obtuvo el aumento más grande de fósforo, seguido por suelos ácidos arenosos con poco hierro, suelos neutros arcillosos y suelos ácidos arcillosos con alto contenido de hierro.

Atribuye el aumento a la concentración de fósforo soluble en agua; a) hidrólisis de fosfato de Fe (III) y Al; b) liberación de fósforo absorbido por intercambio aniónico a la arcilla e hidróxidos de Fe (III) y Al; y c) reducción de Fe (III) a Fe (II).

Fassbender, et al. citados por Guerrero (15), encontraron que en suelos ácidos, con predominio de los fosfatos de hierro y aluminio, la planta absorbió fósforo desde la fracción fácilmente reemplazable extraída con cloruro de amonio, mientras que en los suelos con predominio de los fosfatos de calcio, el fósforo fácilmente reemplazable y los fosfatos de aluminio participaron intensamente en el suministro de los fósforos aprovechables para la planta, mientras que los fosfatos de hierro no participaron en el proceso.

Patrick, mencionado por Howeler (17), dice que el mejor tiempo para la aplicación de fósforo es antes de sembrar ó muy pronto después de la siembra. Ensayos del International Atomic Energy 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 primordia.

El contenido en fósforo para los suelos de las diferentes regiones cálidas del país, varía ampliamente desde bajo hasta muy alto. En consecuencia es lógico esperar que en aquellos cultivos para los cuales sea más factible una respuesta a la fertilización fosfórica, aquella se pre -

sente en los suelos pobres en dicho elemento. Sin embargo, de acuerdo con el método comunmente empleado en el país para diagnosticar requerimientos de fósforo (Bray II), ocurre con frecuencia que la respuesta a la fertilización no se obtiene donde normalmente es esperada, especialmente en suelos del Tolima sur (16).

Debido al aumento en la concentración de fósforo, la mayoría de los ensayos de fertilización en arroz de riego no muestran respuestas significativas a fósforo. Sin embargo, en algunos suelos el contenido de fósforo es tan bajo que aún bajo inundación, la concentración de fósforo no aumenta significativamente. Varios ensayos en suelos de Oxisoles de los Llanos Orientales de Colombia han indicado que el arroz de riego sufre mucho por deficiencia de fósforo, y a veces se muere completamente si no se aplica al sembrar (17).

El "nivel crítico" de Nitrógeno en hojas, o sea, el porcentaje de Nitrógeno para el cual la producción tiende a estabilizarse, se sitúa alrededor de 2.9% de N a los 40-50 días de germinado el arroz; cercano al 2.5% de N a los 55-60 días y próximo a 2.3% de N a los 70-75 días. Para el fósforo el "nivel crítico" parece ser inferior a 0.14% de P, para las distintas fechas de muestreo; no obstante los porcentajes de fósforo promedio eran de 0.25% de P a los 40-45 días; de 0.23% de fósforo a los 55-60 días y de 0.22% de P a los 70-75 días, y estos parecen ser los valores deseables para obtener altas producciones. En cuanto al Potasio, el "ni

vel crítico" , debido a la relación entre Nitrógeno y Potasio en hojas , debe ser semejante a los de Nitrógeno o bien algo inferiores (20).

Chen y Lin, citados por Glander y Peter (13), encontraron que en Taiwán las cifras de la extracción de Nitrógeno y ácido fosfórico permanecían aproximadamente iguales durante muchos años, mientras que las indicaciones acerca de la asimilación de potasa variaban de año en año. El promedio de la relación de materias extraídas ascendió, para la primera cosecha de arroz, a  $100: (48.8 \pm 8.4): (145.9 \pm 6.5): (120.1 \pm 23.7)$ .

Las indicaciones acerca de la extracción de nutrientes muestran grandes diferencias de acuerdo a las numerosas variedades de arroz y a las diversas condiciones de cada lugar. Si se resumen los datos más importantes, citados en la literatura con respecto a la extracción de elementos nutritivos, ellos fluctúan, por cada 100 Kgs de grano y paja, en nitrógeno de 0.6 - 2.4 Kgs de N, en ácido fosfórico de 0.2- 1.2 Kgs de  $P_2 O_5$  y en potasa de 0.4 - 3.7 Kgs de  $K_2 O$ . De modo que como promedio de la relación de extracción se puede citar 1: 0.4: 1.2 (13).

En las primeras épocas de utilización de las escorias de desfoforación como fertilizante, se estimaba su valor por el ácido fosfórico que contenía soluble al citrato amónico (primer reactivo propuesto por Wargner), pero hoy día se acepta como más aproximado y más en relación con los efectos de las escorias sobre los cultivos, la solubilidad de su ácido fosfórico cítrico al 2% (reactivo también propuesto por Wargner después

de sus estudios experimentales) (1).

Las escorias son una buena fuente, tanto de calcio como de fósforo, equivalente a un 15-18% de  $P_2O_5$ , que es soluble en una solución de ácido cítrico en agua al 1%, según las condiciones normalizadas de análisis definidas por la Asociación de Químicos Agrícolas Oficiales. (3).

El fósforo de las escorias no es tan rápidamente asimilable por la planta como el contenido en el superfosfato; sin embargo, esta menor asimilación viene compensada por la alcalinidad de las escorias, ya que una ton de escoria tiene una capacidad para neutralizar los ácidos que equivale aproximadamente a la media ton de caliza (3).

Las escorias thomas se presentan en forma de un polvo negro muy pesado (100 Kgs ocupan solamente 50 l), que contiene del 14 al 22% de ácido fosfórico, oscilando la riqueza más corriente entre el 16 y 19%. El ácido fosfórico, se encuentra en las escorias bajo una forma especial (combinaciones complejas de fosfato y de sílico-fosfato), insoluble en el agua, pero soluble en gran parte en los ácidos débiles, principalmente en el reactivo de Wagner, que legalmente, debe disolver por lo menos el 75% del ácido fosfórico en las escorias. Cien kilogramos de escorias contienen, además de 45 a 55 Kgs de cal total de los cuales el 80% es cal activa. Esta riqueza en cal activa hace que las escorias sean un abonado de fosfato muy adecuado para el abonado de las tierras ácidas y de las praderas, en las que se han utilizado casi exclusivamente du -

rante mucho tiempo (14).

Los materiales fertilizantes fosforados, que se emplean más corriente - mente, bien como tales, o bien en la formulación de los fertilizantes com puestos, varían según la proporción en que su fósforo viene a ser asimilable para las plantas y también según su efecto final en la reacción del suelo (3).

Gómez et al, citados por Fassbender y Muller (11), dicen que observaron el efecto de las aplicaciones de escorias siderúrgicas, calcosilicatadas, en suelos ácidos por un período de 22 meses y encontraron que se produ cen cambios favorables del pH que dependen de la composición química de las escorias, especialmente de su contenido de  $R_2O_3$ . Sin embargo, encontraron también que su efecto no era comparable con el de caliza calcárea aplicada.

Suehisa et al, nombrados por Fassbender (10) indican que la aplicación de silicatos cálcicos producen un aumento de pH en los suelos, una dis minución en el aluminio cambiante y un aumento en el fósforo disponible, resultando de ello un aumento de la producción vegetal.

Experiencias realizadas por Burgevin y Henin en Versailles han comprobado que con aplicaciones de 1.000 Kgs de escorias thomas, por há, du - rante 3 años seguidos, se pudieran convertir suelos ácidos en neutros .

(1).

Werner, mencionado por Fassbender (10), informa que experimentos realizados en maceta o en el campo con suelos ligeramente ácidos de Europa, en los cuales aplicaciones de escorias thomas y fosfatos de Renania produjeron aumentos de pH hasta de una unidad.

Experiencias comparativas por Sanfourche, entre abonados fosfatos a base de superfosfato de cal, fosfatos pulverizados y escorias thomas en diferentes suelos, le demostraron que en los alcalinos y neutros los efectos de los superfosfatos de cal fueron mayores que los de las escorias thomas, desde el punto de vista de la rapidez de asimilación del ácido fosfórico, a su vez los de las escorias algo superiores a los de los fosfatos naturales. (1).

El precio, netamente más ventajoso de la unidad del  $P_2O_5$  de las escorias ha favorecido la utilización de este abono en todos los cultivos y en todas las regiones, incluso en terrenos calizos, aunque en ellos su eficacia inmediata es un poco inferior a la de los superfosfatos, siendo la acción de las escorias más lenta, hay que distribuirlas con más anticipación mediante una labor, y tanto más pronto cuanto más elevado sea el pH (14).

La época apropiada para extender las escorias es como un mes antes de las siembras para enterrarlas con alguna labor preparatoria, pero, sin embargo, si fuera preciso hacerlo antes o después de este plazo, puede realizarse igualmente su esparcido, pues ni las escorias son arras -

tradas a zonas fuera del alcance de las raíces, por la absorción que de un fósforo puedan hacer los suelos, ni si se acorta el plazo dañan las semillas (1).

Sea lo que fuere, parece no existir ninguna razón para aplicar el fosfato thomas en los suelos ácidos con gran antelación a la siembra, pues no se consigue un aumento en su valor fertilizante.

Por otra parte no se observaron ningún indicio de efectos nocivos de las altas dosis de Fosfatos Thomas aplicados en el momento de la siembra sobre la germinación, ni durante el desarrollo del cultivo. Es posible que en suelos cercanos a la neutralidad sea oportuno efectuar la aplicación cierto tiempo antes de la siembra (21).

Numerosos estudios de campo indican que las escorias básicas son una de las mejores fuentes de fertilizantes fosfatados y que tienen efectos residuales fuertes, que producen altos rendimientos en grano (28).

Las escorias suministran también cantidades importantes de algunos oligoelementos; 25 a 50 Kgs de Manganeso, y de Magnesio por toneladas, 10 a 60 gramos de cobre, 2 a 5 gramos de colbato, 5 a 10 gramos de molibdeno (14).

Por las características de la solubilidad de las escorias, para que aprovechen al máximo es aconsejable que se pongan las partículas en contacto directo con las raíces a fin de que los ácidos que estos expelen con-

tribuyan a aumentar la solubilidad de aquellas (1).

Tal condición indica la conveniencia de enterrarlas a la profundidad adecuada al sistema radicular de los cultivos si bien es cierto que al aplicarse a las praderas, pastizales ya formados, en los que suelen dar muy buenos resultados se hace una cobertura sin enterrarlas o enterrándolas muy superficialmente.

Normalmente las escorias thomas deben enterrarse a profundidad variable entre 8 y 30 cms., según la longitud de las raíces (1).

Miears, citado por la Universidad de las Filipinas (28), explicó que cuando el arroz está inundado, la disponibilidad de fósforo aumenta con el tiempo. Durante las primeras etapas de crecimiento de las plantas, el fósforo disponible en el suelo no puede satisfacer las de las plántulas en crecimiento y puede resultar esencial una aplicación suplementaria de fósforo, como fertilizante, para obtener un crecimiento apropiado.

Howeler (17), dice que se han presentado respuestas a aplicaciones de 400 Kg  $P_2O_5$ /há y a veces de 1.000 Kg  $P_2O_5$ /há en ensayos de materas. 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  $Fe_2$  en la solución.

Rodriguez y Lotero, nombrados por Pieri (23), dicen que experimentos

en invernadero indicaron que para los suelos negros de Antioquia la roca fosfórica produjo los más bajos rendimientos en lechuga romana, en contra-posición con el fosfato bicálcico y las escorias Thomas, El fosfato de amonio y el superfosfato triple produjeron rendimientos intermedios entre las fuentes antes mencionadas .

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Descripción del área muestreada.

Este trabajo se realizó con suelos de la finca "La Coquera" en la serie Monte, ubicada en el corregimiento del Reten, de propiedad del señor Cesar Sade.

Según el Instituto Agustín Codazzi (19), la serie Monte esta formada por suelos de relieve plano; drenaje natural, pobremente drenado, textura fina, sobre moderadamente gruesa y gruesa, substrato fino a moderadamente fino; no salinos ni sódicos. El color del suelo es gris oscuro y pardo grisáceo oscuro con manchas; el subsuelo gris, con (50%) moteados pardos, la reacción es moderadamente ácida en la superficie y ligeramente ácida en el resto del perfil. La saturación catiónica es mayor del 85%, el fósforo aprovechable promedio es bajo (5 p.p.m.) el Nitrógeno (0.12%) y el Carbón orgánico (0.41%) bajo; el nivel de fertilidad moderado.

#### 3.2 Descripción del área de experimento.

El lugar donde se llevó a cabo este experimento fue la Granja de la Universidad Tecnológica del Magdalena, Santa Marta, ubicada a  $74^{\circ} 07'$  y  $74^{\circ} 12'$  de longitud oeste y a  $11^{\circ} 11'$  y  $11^{\circ} 15'$  de latitud norte. Situada a una altura de 7 metros sobre el nivel del mar, con temperatura de 28.6 grados centígrados, humedad relativa de 74.76 por ciento, una precipitación anual de 674 mm según datos tomados en la Estación Meteorológica de la misma Granja.

### 3.3 Preparación de las macetas y los suelos.

Para llevar a cabo la preparación del suelo hubo necesidad de ponerlo a secar a temperatura ambiente y luego de estar completamente seco se procedió a tamizarlo.

Se utilizaron macetas con una capacidad de tres (3) kilos de suelo cada una y dejando unos tres (3) centímetros de la borda libre. Luego se dió un moje hasta que estuviera a capacidad de campo, para llevar a cabo la aplicación de los fertilizantes disueltos en 300 cc de agua y posteriormente se procedió a realizar la siembra.

Se utilizó semilla de arroz de la variedad CICA 4, tomando para ello aproximadamente de 40-60 semillas.

Los fertilizantes empleados fueron Escorias Thomas como fuente de Fósforo ( $14-20\% P_2 O_5$ ), Urea como fuente de Nitrógeno del 46% y el Cloruro de Potasio ( $60\% K_2 O$ ).

Durante los primeros 25 días se mantuvo el experimento a base de riegos periódicos regulados en tal forma que el suelo mantuviera humedad.

Días después de germinado el arroz se presentó una enfermedad fisiogénica llamada etiolación, la cual se caracteriza por un adelgazamiento y alargamiento de la planta, debido a la falta de luz. Esta enfermedad se controló mediante el suministro adecuado de luz en el lugar donde se llevó a cabo este ensayo. Además se presentó una quemazón en el ápice de las hojas debido a efectos fisiogénicos.

El trabajo de umbráculo se inició el 14 de Septiembre de 1.976 y finalizó el 29 de Noviembre del mismo año.

#### 3.4 Diseño experimental.

El trabajo se hizo según el diseño experimental establecido.

Diseño de Block irrestrictamente al azar, con un número total de cinco (5) tratamientos con cuatro (4) replicaciones.

Se estudió un sólo factor (P) a cinco (5) niveles de fertilidad como se indica a continuación; los niveles de Urea y KCL fueron constante en todos los tratamientos.

Los niveles de Escorias Thomas (fósforo) fueron 0, 50, 100, 150 y 200 Kg/há.

#### 3.5 Toma de muestras foliares.

Las muestras foliares se tomaron a los 30, 50 y 70 días, sin coger los renuevos, las cuales se lavaron con agua destilada y posteriormente fueron sometidas a secamiento en la estufa durante un tiempo de 24-26 horas y a una temperatura de 75-80 C. Después de estar completamente secas se procedió a extraerle la nervadura central; finalmente se dividió en pequeños trocitos; los cuales se maceraron y se procedió a efectuar los análisis de laboratorio.

#### 3.6 Trabajo de laboratorio.

Para efectuar la determinación del fósforo se usó el método del sulfo-molibdico.

Niveles	Escorias Thomas (Kg/há)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Kg/há)	Niveles	Urea (Kg/há)	Nitrógeno (Kg/há)	Niveles	KCL (Kg/há)	K <sub>2</sub> O (Kg/há)
1	0	0	1	150	69	1	50	30
2	50	8.5	2	150	69	2	50	30
3	100	17.0	3	150	69	3	50	30
4	150	25.5	4	150	69	4	50	30
5	200	34.0	5	150	69	5	50	30

Como este trabajo se realizó en macetas hubo necesidad de hacer las convenciones del caso y así tenemos:

22

Niveles	Escorias Thomas (gr/maceta)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (gr/maceta)	Niveles	Urea (gr/maceta)	Nitrógeno (gr/maceta)	Niveles	KCL (gr/maceta)	K <sub>2</sub> O (gr/maceta)
1	0.000	0.000	1	0.225	0.103	1	0.075	0.045
2	0.075	0.012	2	0.225	0.103	2	0.075	0.045
3	0.150	0.025	3	0.225	0.103	3	0.075	0.045
4	0.225	0.038	4	0.225	0.103	4	0.075	0.045
5	0.300	0.051	5	0.225	0.103	5	0.075	0.045

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Los diferentes resultados obtenidos, altura de planta en centímetros y fósforo total foliar en p.p.m., se pueden observar en las Tablas 1 y 3 respectivamente.

En la Tabla uno (1) se muestran los resultados promedios obtenidos de la altura de las plantas en centímetros; aquí se puede notar la diferencia entre la máxima altura correspondiente al tratamiento uno (1), 0 Kg/há de Escorias Thomas, 150 Kg/há de Urea del 46% N. y 50 Kg/há de KCL del 60%  $K_2O$ , con 47.75 cms. y la menor altura, correspondiente al tratamiento cinco (5), 200 Kg/há de Escorias Thomas, 150 Kg/há de Urea del 46% N y 50 Kg/há de KCL del 60%  $K_2O$ , con 40.5 cms. de altura, lo anterior no indica gran diferencia de altura entre los dos (2) tratamientos (7,25 cms.)

En la Tabla tres (3), se muestran los resultados promedios obtenidos en el análisis foliar para fósforo total, aquí se aprecia que la máxima cantidad de fósforo total a los 30 días se reporta en el tratamiento cuatro (4), 150 Kg/há de Escorias Thomas, con 3.000 p.p.m. y la menor cantidad reportada en los tratamientos tres (3) y cinco (5), 100 Kg/há y 200 Kg/há de Escorias Thomas, respectivamente, con 2.700 p.p.m.

En la misma Tabla tres (3), se nota que el máximo contenido de fósforo total foliar a los 50 días se reporta para el tratamiento uno (1), 0 Kg/há de Escorias Thomas, con 3.500 p.p.m. y el menor contenido para el

BLOCKS	T R A T A M I E N T O S					TOTAL BLOCK	$\bar{X}$
	1	2	3	4	5		
No.							
I	47	44	43	49	40	223	44.6
II	47	42	43	40	39	211	44.2
III	43	53	40	37	38	211	44.2
IV	54	46	46	39	45	226	46.5
TOTAL TRAT.	191	185	168	165	162	871	
$\bar{X}$	47.75	46.25	42.00	42.25	40.5		

TABLA 1. ALTURAS DE PLANTAS DE ARROZ VARIEDAD CICA 4 EN CENTIMETROS

TRATS.	S E M A N A S									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Trat. 1	21.0	22.5	27.75	32.5	33.5	38.25	42.0	43.5	46.0	47.75
Trat. 2	20.75	23.0	26.25	30.0	33.5	40.25	40.5	43.5	45.5	46.25
Trat. 3	22.0	26.0	28.0	31.5	33.0	36.0	37.0	40.5	41.75	42.0
Trat. 4	20.0	25.5	28.5	32.75	35.75	36.25	38.75	42.25	42.25	42.25
Trat. 5	21.0	26.25	28.0	30.5	33.25	34.75	36.5	38.0	40.0	40.5

TABLA 2. ALTURA PROMEDIO DE PLANTAS DE ARROZ VARIEDAD CICA 4 EN CENTI-METROS.

TABLA 3. ANALISIS FOLIAR DEL FOSFORO EN p.p.m. EN LAS  
TRES EPOCAS DE CORTE

TRATAMIENTO - DIA		DOSIS Kg/há ESCORIAS THOMAS	p.p.m.
1	30	0	2.900
2	30	50	2.900
3	30	100	2.700
4	30	150	3.000
5	30	200	2.700
1	50	0	3.500
2	50	50	2.700
3	50	100	2.800
4	50	150	2.500
5	50	200	3.100
1	70	0	2.600
2	70	50	3.300
3	70	100	3.400
4	70	150	3.900
5	70	200	3.200

tratamiento cuatro (4), 150 Kg/há de Escorias Thomas, con 2.500 p.p.m. De la misma manera se nota que para los 70 días el comportamiento del fósforo foliar total se presentó así: la mayor cantidad de fósforo foliar se reporta en el tratamiento cuatro (4), 150 Kg/há de Escorias Thomas, con 3.900 p.p.m. y el menor contenido para el tratamiento uno (1), 0 Kg/há de Escorias Thomas, con 2.600 p.p.m.

El análisis estadístico de varianza indica que, no hubo diferencia significativa entre tratamientos, al utilizar las dosis respectivas que dá el diseño. En la Tabla uno (1) de altura con respecto a las dosis de Escorias Thomas ya sea baja o alta (0-200 Kg/há), indica que la influencia del fósforo (Escorias Thomas) no tuvo la respuesta adecuada, esto es, que al aplicar dosis bajas de Escorias se nota un rendimiento casi igual con los tratamientos de dosis alta. Esto lo demuestra el resultado del tratamiento uno (1) en el cual no se aplicó la Escorias Thomas y se obtuvo una altura promedio de 47.75 cms. y el resultado obtenido con el tratamiento cinco (5) en donde se aplicó 200 Kg/há de las Escorias Thomas y se obtuvo un promedio de altura de 40.5 cms., lo que indica que la diferencia es mínima.

Montero, Revollo y Charry (22), trabajando en los suelos de la Zona Bananera sobre el efecto del fósforo (P) y el Potasio (K) en los componentes de rendimiento en arroz, tampoco encontraron significancia entre los tratamientos cuando usaron dosis de  $P_2O_5$  hasta de 80 Kg/há y

$K_2O$  en dosis hasta de 60 Kg/há.

Los suelos usados por Montero, Revollo y Charry (22), contenían 85.5 p.p.m. de P, dato muy parecido al encontrado en los suelos usados en el presente trabajo que reporta 80.p.p.m. de P, ó sean 391,59 Kg/há de  $P_2O_5$  y 366,4 Kg/há de  $P_2O_5$  respectivamente.

Si se analiza el dato de fósforo ( $P_2O_5$ ) que contenía el suelo usado por los autores antes mencionados, 391,59 Kg/há y las dosis aplicadas de  $P_2O_5$  hasta 80 Kg/há, y el contenido de  $P_2O_5$  que contenía el suelo usado en esta investigación (366,4 Kg/há) y la dosis más alta, 34 Kg/há (200 Kg/há de Escorias Thomas), se puede observar claramente la no presencia de significancia o respuesta del arroz. Posiblemente lo anterior se deba a que los suelos contienen suficiente fósforo (P), para mantener el cultivo del arroz y no responder a aplicaciones de este fertilizante.

Montero, Revollo y Charry (22), usaron como fuente fosfatada el Superfosfato Triple del 48% de  $P_2O_5$ , Cloruro de Potasio del 60% de  $K_2O$  y Urea del 46% de N.

Otras de las causas de la no respuesta del cultivo del arroz a la aplicación del fósforo (P), posiblemente se deba al aspecto de fijación por parte de algunas arcillas y/o el hierro y aluminio de cambio. Al respecto Raudales y Cuellar (24), encontraron para los suelos de la Zona Ba-

nanera una fijación de fósforo (P) promedia del 35.71%, aunque los autores afirman que no es un problema de embergadura para las prácticas agrícolas.

Con respecto al Nitrógeno, Zequeda y Páez (30), trabajando en los suelos de la Zona Bananera, con aplicaciones de Nitrógeno y Potasio, encontraron gran significancia al aplicar 300 Kg/há de Urea del 46% de N.

Los anteriores resultados indican que este cultivo responde muy favorablemente a las aplicaciones de Nitrógeno, cuando se cultiva en la Zona Bananera, lo cual se espera y se ajusta a las condiciones de baja materia orgánica (promedio de 2,32%), que presentan estos suelos.

Con respecto al Potasio (K), Montero, Revollo y Charry (22), trabajando en estos suelos y con el cultivo del arroz, no encontraron significancia entre los tratamientos, cuando aplicaron hasta 60 Kg/há de  $K_2O$ .

Zequeda y Páez (30), usando estos mismo suelos y el cultivo del arroz, si encontraron diferencia significativa al aplicar 250 Kg/há de Sulfato de Potasio.

Lo anterior indica que el cultivo del arroz puede responder significativamente a dosis altas de Potasio en los suelos de la Zona Bananera y con dosis de 50 Kg/há de KCL, usados en esta investigación tampoco se encontró significancia.

La fijación de fósforo en los suelos se puede originar por la precipitación del elemento en compuestos insolubles por la acción del hierro, aluminio y manganeso, elementos comunes a pH bajos.

Los suelos en donde se realizó el experimento tenían 80 p.p.m. (366,4 Kg/há de  $P_2O_5$ ) de fósforo y las aplicaciones fueron de 0, 50, 100, 150 y 200 Kg/há de Escorias Thomas. Con estas dosis no se obtuvo respuesta significativa.

Al respecto Herron (16), indica que bajo estas condiciones no se ejercen respuestas al fósforo, debido a las bajas dosis de fósforo que se aplicaron como se indica anteriormente, el cultivo del arroz, no respondió a este tipo de fertilización.

Howeler (17), indica que los suelos, bajo arroz sufren muchos cambios físico-químicos que ocurren después de la inundación. Los compuestos oxidados se reducen, dando como resultados un aumento en la concentración de Fe, Mn,  $NH_4$ ,  $PO_4$ , etc. Debido al aumento en la concentración de fósforo, la mayoría de los ensayos de fertilización en arroz de riego no muestran respuesta significativa a fósforo. Este proceso es factible que haya intervenido en el experimento.

El pH del suelo fue de 5.5 en donde el fósforo no funciona normalmente ya que el rango óptimo para este elemento es de 6 a 7.

## V. CONCLUSION

1. De acuerdo al análisis estadístico no hubo diferencia significativa entre las alturas de las plantas de arroz en centímetros con respecto a las dosis aplicadas ( 0-50-100 -150-200 Kg/há) de Escorias Thomas.
2. Según las pruebas de correlación entre el fósforo foliar y la altura promedio de la planta, durante las tres (3) épocas de corte (30 - 50 - 70 días) no se presentó ninguna correlación.
3. Observando el cuadro de alturas de plantas de arroz en centímetros, vemos que el mayor promedio en altura correspondió al tratamiento número uno (1) (47.75 cms.) con 0 Kg/há de Escorias Thomas, 150 Kg/há de Urea y 50 Kg/há de KCL, y el menor promedio en altura correspondió al tratamiento número cinco (5) (40.5 cms.) con 200 Kg/há de Escorias Thomas, 150 Kg/há de Urea y 50 Kg/há de KCL.
4. Según el análisis foliar, Tabla número tres (3) observamos que el mayor contenido de fósforo durante los primeros 30 días corresponde al tratamiento número cuatro (4) (150 Kg/há de Escorias Thomas) con 3.000 p.p.m. de fósforo y el menor contenido corresponde a los tratamientos tres (3) y cinco (5) (100 Kg/há y 200 Kg/há de Escorias Thomas) con 2.700 p.p.m. de fósforo.
5. En la misma Tabla se puede observar el comportamiento del fósforo foliar a los 50 días y observamos que el mayor contenido se reportó

en el tratamiento número uno (1) ( 0 Kg/há de Escorias Thomas) con 3.500 p.p.m. de fósforo y el menor contenido para esta época se reportó para el tratamiento número cuatro (4) (150 Kg/há de Escorias Thomas) con 2.500 p.p.m. de fósforo.

6. Para los 70 días el comportamiento del fósforo en el sistema foliar es el siguiente según la Tabla número tres (3): el mayor contenido se reportó en el tratamiento número cuatro (4) (150 Kg/há de Escorias Thomas) con 3.900 p.p.m. de fósforo y el menor contenido se reportó en el tratamiento número uno (1) ( 0 Kg/há de Escorias Thomas) con 2.600 p.p.m. de fósforo.

7. La Escorias Thomas no se debe utilizar como fertilizante fosfatado en aplicaciones con la siembra o algunos días antes de ella, ya que este material no responde, sino después de haberse incorporado por lo menos 100 días antes de la siembra.

## VI. RESUMEN

Este ensayo fue realizado en la Granja de la Universidad Tecnológica del Magdalena, Santa Marta, utilizando para ello suelos de la finca "La Coquera", ubicada en el corregimiento del Reten, de propiedad del señor César Sade.

Geográficamente la zona esta enmarcada dentro de las siguientes coordenadas:  $74^{\circ} 07'$  y  $74^{\circ} 12'$  de longitud oeste y  $11^{\circ} 11'$  y  $11^{\circ} 15'$  de latitud norte.

La zona esta situada a 7 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 28.6 grados centígrados y una precipitación anual de 674 mm., según datos tomados en la Estación Meteorológica de la misma Granja.

El trabajo consistió en una fertilización en arroz (variedad CICA 4) con Escorias Thomas. Para tal efecto se emplearon cinco (5) niveles de Escorias Thomas de 0, 50, 100, 150 y 200 Kg/há. Como fuente de Nitrógeno se empleó Urea del 46%, en dosis de 150 Kg/há, y como fuente de Potasio el KCL en dosis de 50 Kg/há. Los fertilizantes fueron aplicados al suelo, disueltos en 300 cc. de agua y posteriormente se procedió a realizar la siembra, a altura de materas, utilizando para cada una aproximadamente 40-60 semillas.

El diseño utilizado fue el de block irrestrictamente al azar. El número

total de tratamiento fue de 5 con 4 replicaciones.

Las muestras foliares se tomaron a los 30, 50 y 70 días; finalmente se maceraron y se procedió a efectuar los análisis de laboratorio.

Según el cuadro de alturas de plantas de arroz en centímetro, observamos que el mayor promedio en altura correspondió al tratamiento número uno (1) (47.75 cms.), y el menor promedio al tratamiento número cinco (5) (40.5 cms).

Según el análisis foliar de fósforo en p.p.m., durante las tres (3) épocas de corte, vemos que los mayores contenidos de fósforo correspondieron a los tratamientos cuatro (4) (150 Kg/há de Escorias Thomas) equivalente a 3.000 p.p.m., uno (1) ( 0 Kg/há de Escorias Thomas) equivalente a 3.500 p.p.m.; cuatro (4) (150 Kg/há de Escorias Thomas) equivalente a 3.900 p.p.m.; respectivamente, y los menores contenidos de fósforo a los tratamientos tres (3) y cinco (5) (100 Kg/há y 200 Kg/há de Escorias Thomas) equivalente a 2.500 p.p.m., uno (1) ( 0 Kg/há de Escorias Thomas) equivalente a 2.600 p.p.m.

## SUMMARY

This essay was performed in Santa Marta, at the Magdalena Technological University Grange; to carry out this experiment, grounds (soils) from Mr. Cesar Sade's from "La Coquera", (Reten) were used.

The zone is between coordinates  $74^{\circ} 07'$  -  $74^{\circ} 12'$  west longitude, and  $11^{\circ} 11'$  -  $11^{\circ} 15'$  north latitude. It is 7 m. high o.s. level, and it has an average temperature of  $28.6^{\circ} \text{C.}$ , annual precipitation: 674 mm. according Meteorological office of the zone.

Work was arice fertilization (CICA 4 variety) with Thomas Scorias. Five levels of scorias (0-50-100-150 and 200 Kg/há) were used Urea of 46% in doses of 150 Kg/há, was employed as nitrogen source, and KCL in doses, of 50 Kg/há as potassium one. Fertilizers were applied to the farming soils dissolved in 300 cc. of water: then the planting was made of height pots with 40-60 seeds eacho one.

The design was "radom blocks". The whole number of treatments were five, with 4 replications.

Leaf samples were collected at 30, 50 and 70 days; finally, leaves were macerated and laboratory analysis done.

According with the rice plants height table (cm), we observe that the best mean was to number one (47.75 cms), and the least to number (5) (40.5

cm).

According to the leaf phosphorus analysis (p.p.m.), during three cutting seasons, we conclude that the greater, phosphorus contents were those of treatments 4 (150 Kg/há of thomas scorias) equivalent to 3.000 p.p.m. 1 ( 0 Kg/há of thomas scorias) equivalent to 3.500 p.p.m.; 4 (150 Kg/há of thomas scorias) equivalent to 3.900 p.p.m.; and the lower, those corresponding to 3-5 ( 100- 200 Kg/há of thomas scorias) equivalent to 2.700 p.p.m.; 4 ( 150 Kg/há of thomas scorias) equivalent to 2.500 p.p.m.; 1 ( 0 Kg/há of thomas scorias) equivalent to 2.600 p.p.m.

## BIBLIOGRAFIA

1. AGUIRRE, A.J. Suelos, abonos y enmiendas. Madrid, Dossart, 1.963. 451 p.
2. "ANALISIS DE SUELOS. Como guía para hacer recomendaciones de fertilizantes". Fedearroz, 23 (245): 18-15 Marzo, 1.974.
3. BEAR, F.E. Los suelos en relación con el crecimiento de los cultivos. Casanova, Barcelona, Omega, 1.969. pp. 227-228.
4. BORNEMIZA, E. "El fósforo orgánico en suelos tropicales". Turrialba, 16 (1): 33-39, Enero-Marzo, 1.966
5. BUCKMAN, H.O. y N.C. Brady. Naturaleza y propiedades de los suelos. Barcelona, Montaner y Simon, 1.970. pp. 450-465.
6. CABALAR, R. y H.W. Fassbender. "Efecto del encalado en las formas y disponibilidad de fosfatos en suelos de la región cacaotera, Bahía, Brasil". Turrialba, 21 (1): 38-46, Enero-Marzo, 1.971
7. COLLIS, G.B. y E.S. Davey. Suelo, atmósfera y fertilizantes. Fundamento de Agricultura Moderna-I. Barcelona, AEDOS, 1.971 336 p.
8. DAVIES, E.B., Hogg, E.E. y H.H. Hopewell. Extention return of nutrient element by dairy cattle possible leaching losses international soil sciencie conference procceding, 1.962. s.p.
9. DOYLE, J.L. La respuesta del arroz al abonado. Roma, FAO, 1.966 71 p. (Estudios agropecuarios, No. 70).
10. FASSBENDER, H.W. "Estudio del fósforo en suelos de América Central IV. Capacidad de fijación de fósforo y su relación con características edáficas". Turrialba, 19 (4): 497-505, Oct- Dic, 1.969

11. FASSBENDER, H.W. y L. Muller. "Uso de enmiendas silicatadas en suelos altamente fijadores de fosfatos. Efecto de fertilizantes silicofosfatos". Turrialba, 19 (3): 368 - 374, Jul-Sep , 1.969.
12. GALLIANO, F. y otros. "Evaluación de varios métodos químicos para determinar el fósforo asimilable en suelos arroceros". II T/ Tecnología, 7 (34): 28-42. 1.965
13. GLANDER, H. y A. Peter. Conocimientos y experiencias en la fertilización del arroz. 2a. ed. Hannover, verlagsgesells. Chaft, 1.962. 36 p. (Boletín verde 6).
14. GROSS, A. Abonos guía práctica de la fertilización. 5a. ed. Madrid, Mundi-prensa, 1.971. 525 p.
15. GUERRERO, R.R. "Formas de fósforo y sus relaciones con la fertilidad de los suelos". Suelos ecuatoriales, 6 (1): 349-387, Sep, 1.974.
16. HERRON O., Francisco E. La fertilización fosfórica en cultivos de clima cálido (En Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo). 3er. Coloquio de Suelos. El fósforo en zonas trópicas. Bogotá, 1.973). p 16.
17. HOWELER, R.H. "La fertilización del arroz de riego y de secano". Suelos ecuatoriales, 6 (1): 245 - 263, sep, 1.974
18. IGUE, K y E Bornemiza. "Mineralización de P. Orgánico en suelos ácidos de Costa Rica". Turrialba, 21 (1): 47- 52, Enero - Marzo, 1.971.
19. INSTITUTO Geográfico Agustín Codazzi. Sociedad Agrológica Colombiana. Estudio semidetallado de suelos del sector plano del municipio de Ciénaga, para fines agrícolas. Bogotá, 1.969 336 p. (Vol. 5 No. 1).

20. LOPEZ, R. Cultivo del arroz. Palmira Universidad Nacional de Colombia Facultad de Agronomía. 256 p.
21. MC CORMICK, N y J. Galiano. "Valor fertilizante del fosfato thomas. Influencia de la época de aplicación en suelos orgánicos ácidos. II. Ensayos de campo". Bogotá, Agricultura trópic 19 (10): 590-593, Oct, 1.963.
22. MONTERO, C., C.A., F.J. Revollo S. y C.E. Charry G. Efecto del fósforo y potasio en los componentes de rendimiento de arroz. (Oriza sativa); Tesis de Grado. Santa Marta, Universidad Tecnológica del Magdalena, Facultad de Agronomía, 1.976. 40 p.
23. PIERI, Angelo M, Luis A. León S. y Alfredo Ramírez V. "Uso eficiente de fertilizantes fosfatados en la producción de pastos en suelos ácidos". Suelos ecuatoriales, 6 (1): 265-287, sep., 1.974
24. RAUDALES P., P.M. y R.J. Cuellar D. Fijación del fósforo en suelos de la Zona Bananera (Magdalena). Tesis de Grado. Santa Marta, Universidad Tecnológica del Magdalena, Facultad de Agronomía, 1.974. 41 p.
25. RUSSELL, J. y W. Russell. Las condiciones del suelo y el crecimiento de las plantas. 4a. ed. Madrid, Aguilar, 1.968. 801 p.
26. TEUSCHER, H. y R. Adler. El suelo y su fertilidad. México, Continental, 1.965., 510 p.
27. THOMPSON, L.M. El suelo y su fertilidad. 3a. ed. Barcelona, Reverté, 1.965 412 p.
28. UNIVERSIDAD DE LAS FILIPINAS. Cultivo del arroz, Manual de producción. México, Limusa, 1.975 427 p.
29. VILLACHICA, H. y F. Quevedo. "Efecto del encalado en el rendimiento y la concentración de nutrientes en el sorgo". Turrialba

22 (1): 11 -18, Enero- Marzo, 1.972.

30. ZEQUEDA H., I.D. y J. Páez Castro. Respuesta del arroz (Oriza sativa) a cinco niveles de fertilización con nitrógeno y potasio en la Zona Bananera del Magdalena; Tesis de Grado. Santa Marta, Universidad Tecnológica del Magdalena, Facultad de Agronomía, 1.973. 38 p.

F I G U R A S

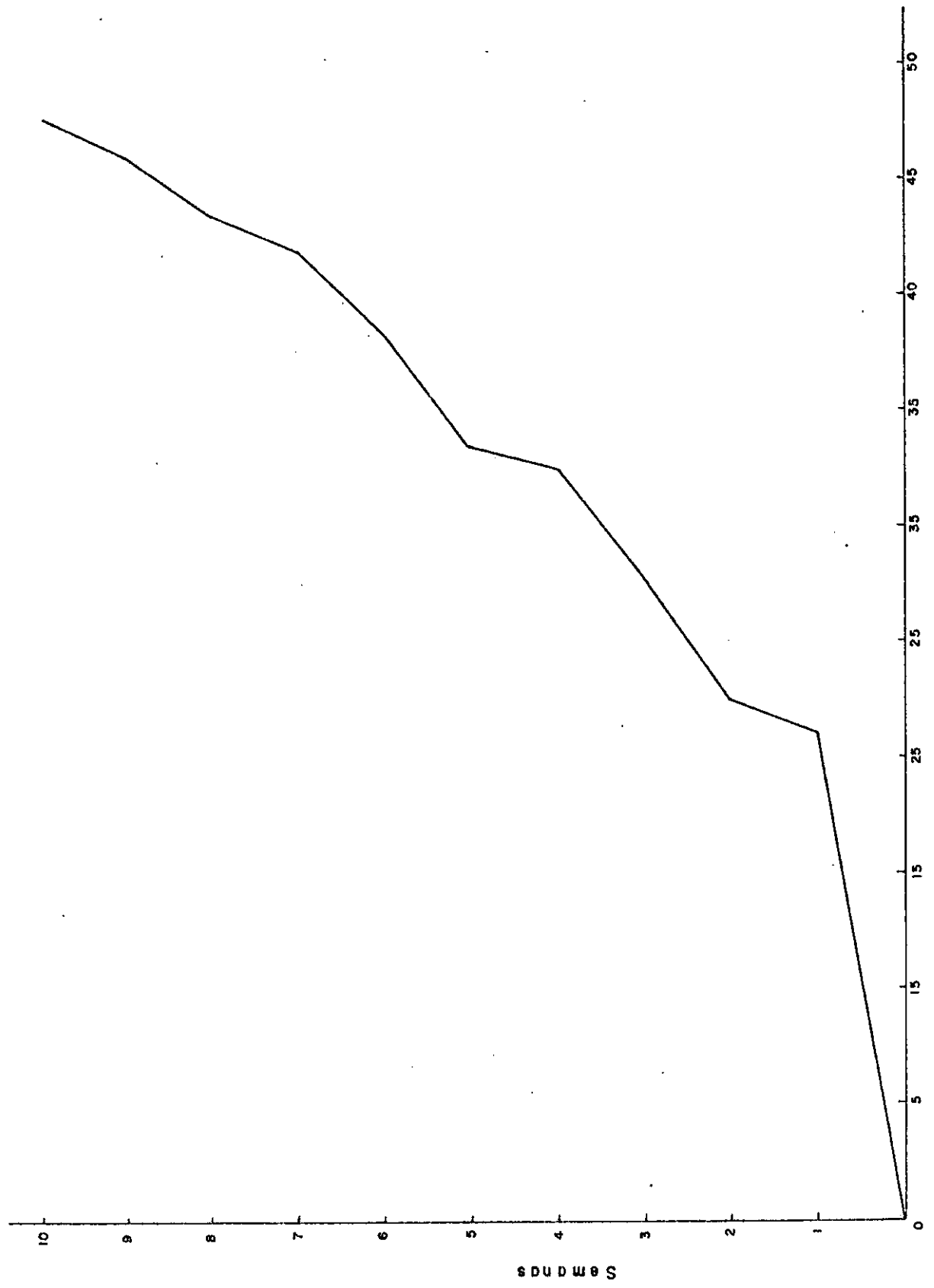


FIGURA 1.- Relación entre las semanas de corte y la altura promedio de la planta (arroz) para el tratamiento o Kg/Ha. de Escorias Thomas.

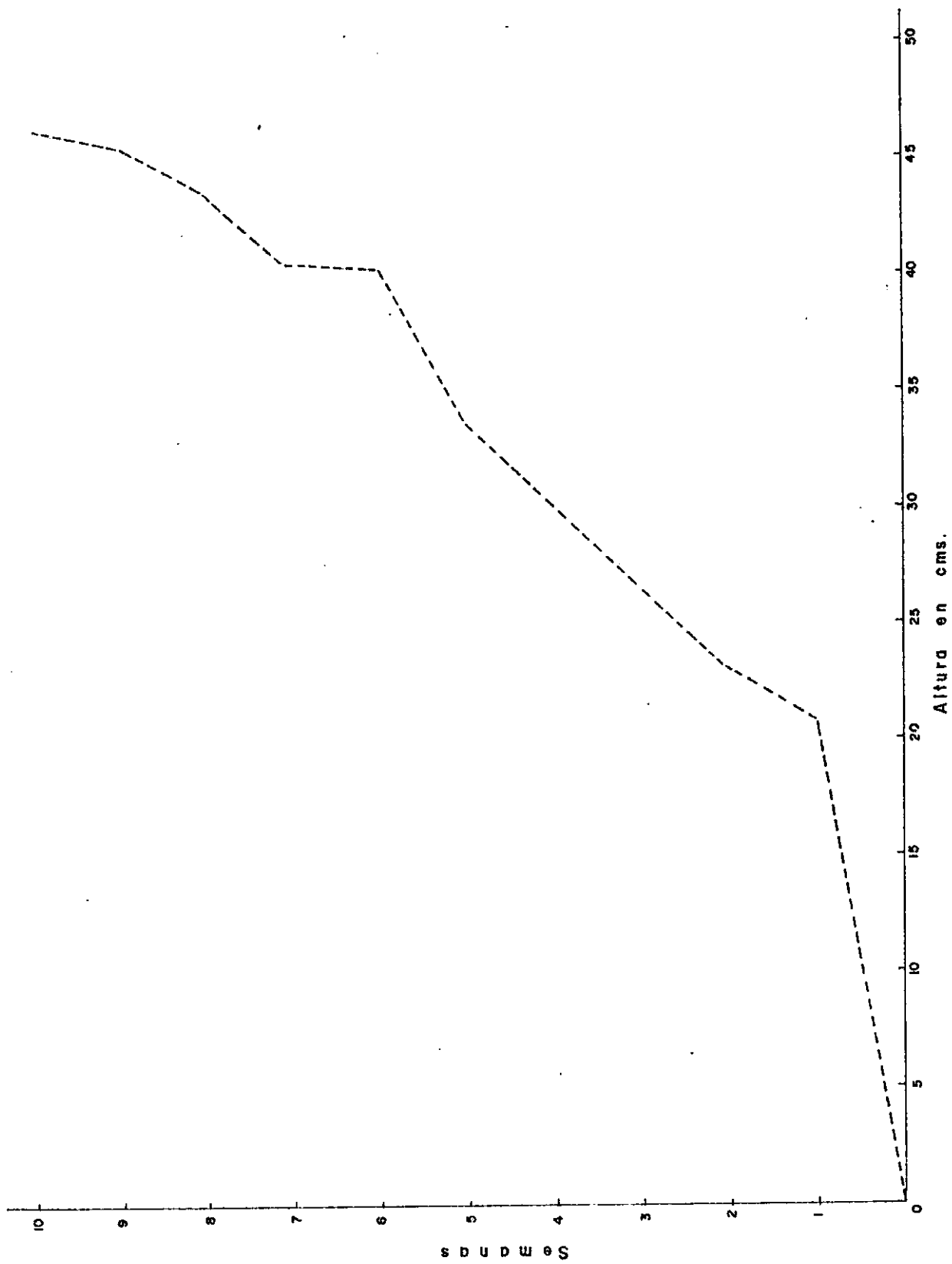
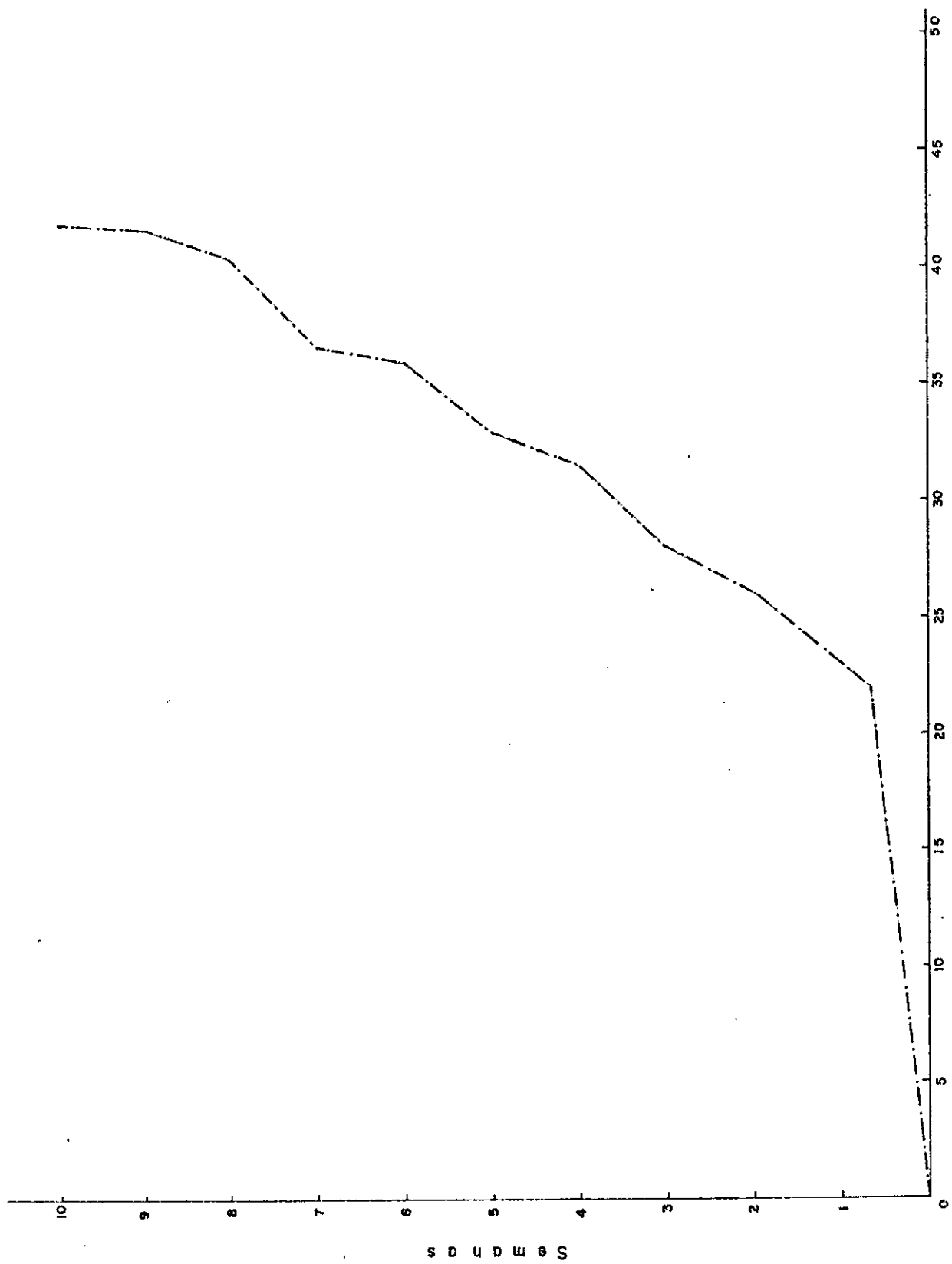
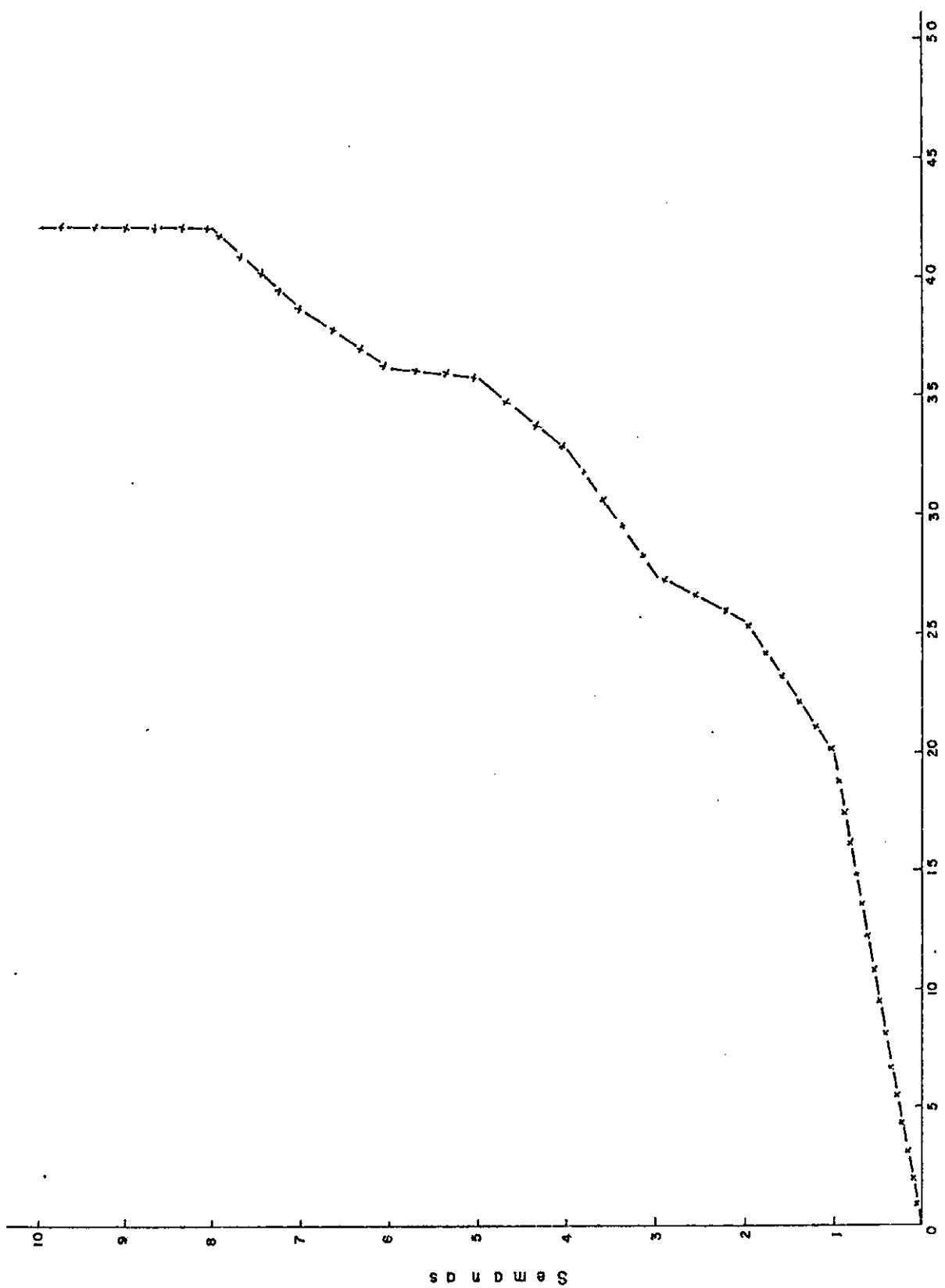


FIGURA 2.- Relación entre lasemas de corte y la altura promedio de la planta (arroz) para el tratamiento 50 Kg/Ha. de Escorias Thomas



Altura en cms.  
 FIGURA 3.- Relacion entre las semanas de corte y la altura promedio de la planta (arroz) para el tratamiento 100 Kg/Ha.  
 de Escorias Thomas



Altura en cms.  
 FIGURA 4.- Relación entre las semanas de corte y la altura promedio de la planta (arroz) para el tratamiento 150 Kg/Ha.  
 de Escorias Thomas

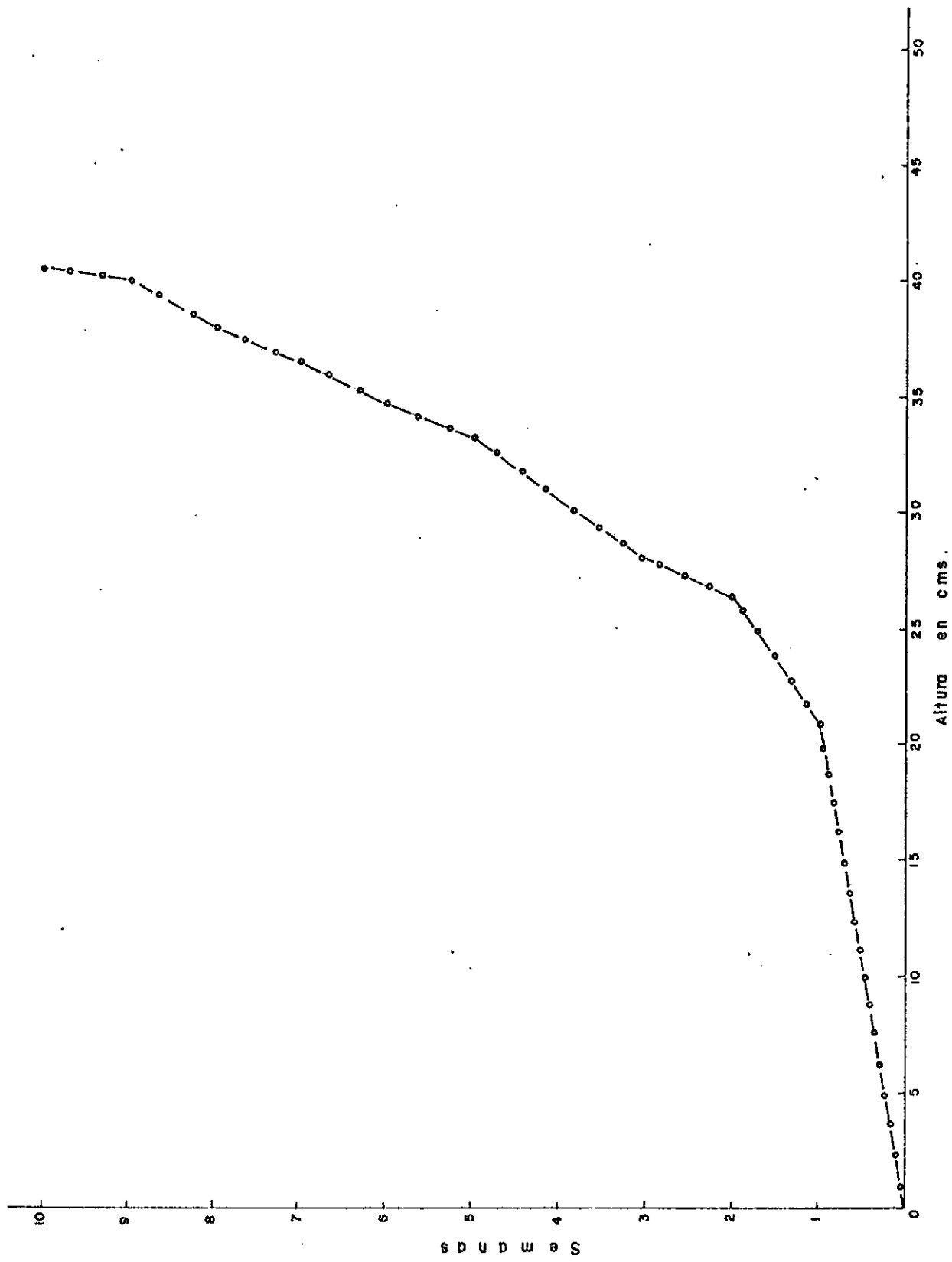


FIGURA 5.— Relación entre las semanas de corte y la altura promedio de la planta (arroz) para el tratamiento 200Kg/Ha.

de Escorias Thomas.

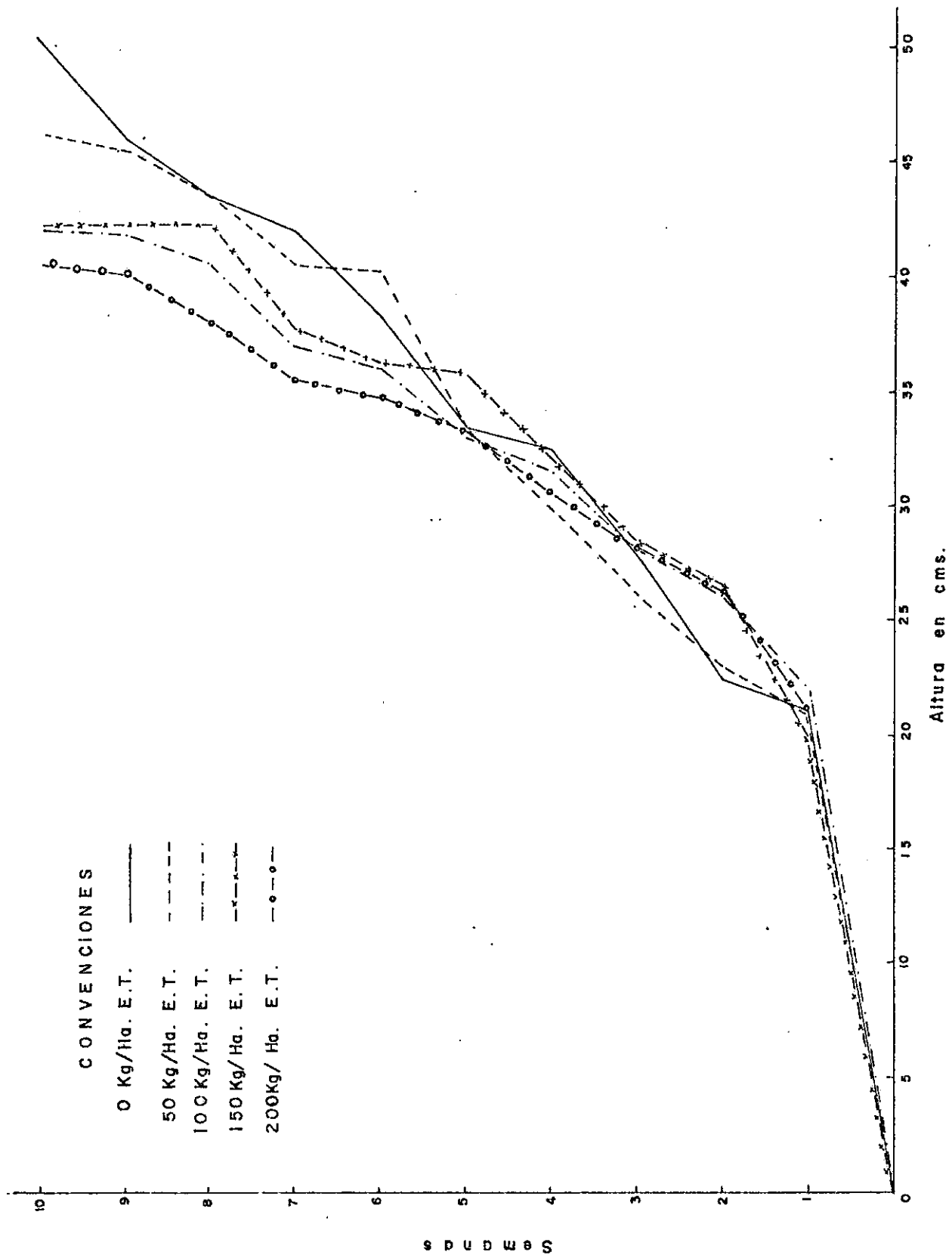


FIGURA 6.- Relación entre altura de la planta (arroz) y la época de corte para los cinco tratamientos con Escorias

Thomas ( 0 - 50 - 100 - 150 - 200 Kg/Ha ).

A P E N D I C E

SC TOTAL

$$\text{Bloque I} = 47^2 + 44^2 + 43^2 + 49^2 + 40^2$$

$$\text{Bloque II} = 47^2 + 42^2 + 43^2 + 40^2 + 39^2$$

$$\text{Bloque III} = 43^2 + 53^2 + 40^2 + 37^2 + 38^2$$

$$\text{Bloque IV} = 54^2 + 46^2 + 42^2 + 39^2 + 45^2$$

$$\text{Bloque I} = 2.209 + 1.936 + 1.849 + 2.401 + 1.600 = 9.995$$

$$\text{Bloque II} = 2.209 + 1.764 + 1.849 + 1.600 + 1.521 = 8.943$$

$$\text{Bloque III} = 1.849 + 2.809 + 1.600 + 1.369 + 1.444 = 9.071$$

$$\text{Bloque IV} = 2.916 + 2.116 + 1.764 + 1.521 + 2.025 = \underline{10.342}$$

38.351

$$n = 20$$

$$FC = \frac{871^2}{20}$$

$$FC = \frac{758.641}{20}$$

$$FC = 37.932.05$$

38.351

37.932.05

418.95

$$\begin{aligned}
\text{SC Trar.} &= \frac{191^2 + 185^2 + 168^2 + 165^2 + 162^2}{4} - 37.932.05 \\
&= \frac{36.481 + 34.225 + 28.224 + 27.225 + 26.244}{4} - 37.932.05 \\
&= \frac{152.399}{4} - 37.932.05 \\
&= 38.099.75 - 37.932.05 \\
&= 167.70
\end{aligned}$$

$$\text{SCE} = \text{SC total} - \text{Sc Trat.}$$

$$= 418.95 - 167.70$$

$$= 251.25$$

## ANALISIS DE VARIANZA

Fuentes de Variación	SC	Gl	S <sup>2</sup>	F. Calc.	F. del 0.05	libro. 0.01
Tratamientos	167.70	4	41.925	0.834	3.11	5.04
Error Experimental	251.25	15	50.25			

$$S^2 = \frac{167.70}{4} = 41.925$$

$$S = \frac{251.25}{5} = 50.25$$

$$F. Calc = \frac{41.925}{50.25} = 0.834$$

## PRUEBA DE DUNCAN

$$SX = \sqrt{\frac{S^2}{r}}$$

$$SX = \sqrt{\frac{50.25}{5}}$$

$$SX = \sqrt{10.05}$$

$$SX = 3.17$$

VALORES A.E.S.

2	3	4	5
3.01	3.16	3.25	3.31

Estos valores se multiplican por 3.17

2	3	4	5
9.54	10.01	10.30	10.49

ORDENACION DE PROMEDIOS DE MENOR A MAYOR

40.5 - 42.0 - 42.25 - 46.25 - 47.74

No hay diferencia significativa ni con la prueba de Duncan.



FIGURA 7. Aspecto del tratamiento número 1, correspondiente a la dosis de 0 Kg/há de Escorias Thomas, 150 Kg/há de Urea y 50 Kg/há de KCL.



FIGURA 8. Aspecto del tratamiento número 2, correspondiente a la dosis de 50 Kg/há de Escorias Thomas, 150 Kg/há de Urea y 50 Kg/há de KCL.



FIGURA 9. Aspecto del tratamiento número 4, correspondiente a la dosis de 150 Kg/há de Escorias Thomas, 150 Kg/há de Urea y 50 Kg/há de KCL.



FIGURA 10. Aspecto del tratamiento número 5, correspondiente a la dosis de 200 Kg/há de Escorias Thomas, 150 Kg/há de Urea y 50 Kg/há de KCL.