

APLICACION DEL RIEGO A DISTINTOS PORCENTAJES
DE HUMEDAD APROVECHABLE EN EL CULTIVO DEL TRIGO

TESIS

Sometida a la consideración de la
Escuela de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

por

Raúl Carrillo García

Como requisito parcial para obtener
el título de Ingeniero Agrónomo es-
pecialista en Irrigación.

Diciembre de 1964

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

BIBLIOTECA E. A. G.

INDICE

	Pag.
INTRODUCCION.....	1
LITERATURA REVISADA.....	3
MATERIAL Y METODOS.....	9
RESULTADOS.....	15
DISCUSION.....	22
RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	25
BIBLIOGRAFIA.....	29
APENDICE.....	31

INDICE DE CUADROS Y GRAFICAS

		Pag.
Cuadro	1. Por ciento de humedad en el grano al momento de la cosecha.....	15
Cuadro	2. Relación del por ciento de humedad aprovechable con la producción de grano y paja.....	17
Cuadro	3. Análisis de la varianza del rendimiento.....	18
Cuadro	4. Diferencia entre medias aritméticas de los tratamientos.....	18
Cuadro	5. Relación del por ciento de humedad aprovechable con algunas características vegetativas.....	21
Gráfica	1. Relación rendimiento-por ciento de humedad aprovechable.....	32
Gráfica	2. Relación paja/grano-por ciento de humedad aprovechable.....	33
Gráfica	3. Relación días a la madurez-por ciento de humedad aprovechable.....	34
Gráfica	4. Relación rendimiento-días a la madurez.....	35
Gráfica	5. Relación intensidad de amacollamiento por ciento de humedad aprovechable.....	36
Gráfica	6. Relación intensidad de encañe-por ciento de humedad aprovechable.....	37
Gráfica	7. Relación altura-por ciento de humedad aprovechable.....	38
Gráfica	8. Relación rendimiento-intensidad de amacollamiento.....	39
Gráfica	9. Relación rendimiento-altura.....	40
Gráfica	10. Relación por ciento de humedad del suelo-tiempo, para el tratamiento A.....	41
Gráfica	11. Relación por ciento de humedad del suelo-tiempo, para el tratamiento B.....	42
Gráfica	12. Relación por ciento de humedad del suelo	

lo-tiempo, para el tratamiento C..... 43

Gráfica 13. Relación por ciento de humedad del sue
lo-tiempo, para el tratamiento D..... 44

INTRODUCCION

Desde tiempos inmemorables el agua ha sido una de las causas del progreso de nuestras más antiguas culturas; se tiene conocimiento de que los egipcios llevaban a cabo prácticas de riego a orillas del Río Nilo hace miles de años y que esas prácticas llegaban a transformarse en verdaderas técnicas.

En nuestros días el agua es y seguirá siendo el factor más importante en la economía agrícola de nuestro País y especialmente del Estado de Sonora.

El hombre para beneficiar la agricultura a través de los años, ha tratado de captar las aguas, y una vez que lo ha logrado, tiene que hacer una distribución adecuada de la misma para lograr su mejor aprovechamiento y disponer de ella en una forma rápida y eficaz. Conocida por nosotros es la gran cantidad de agua que se pierde en este proceso, por lo tanto, en aquellas regiones en donde este elemento escasea o se encuentra muy limitado, se debe evitar todas las pérdidas posibles; lo cual podemos lograr buscando técnicas apropiadas de conducción y manejo del agua de riego para su mejor aprovechamiento y rendimiento.

Las plantas requieren cantidades adecuadas de humedad para efectuar su normal desarrollo, viéndose afectadas cuando ésta llega a faltar o se encuentra en exceso; entonces, el agricultor debe conocer el punto de humedad

adecuado para evitar trastornos fisiológicos en la planta, que causarían un decremento en la producción, o bien un incremento en los costos a niveles superiores de los normales, afectando con ello la economía del agricultor.

En el Estado de Sonora debido a la importancia que tiene el agua por lo escasa que es y siendo una entidad eminentemente agrícola, surge la necesidad de aprovechar este elemento en la forma más técnica y eficaz posible.

El presente trabajo forma parte de una serie de proyectos cuya finalidad será la de sentar las bases que provean los conocimientos necesarios para lograr un uso más eficiente del agua de riego. El cultivo del trigo ha sido seleccionado en este estudio, considerando su gran importancia en nuestro Estado; sin embargo, consideramos prudente que otros cultivos cuya importancia económica no debe menospreciarse, sean ensayados con experimentación similar.

LITERATURA REVISADA.

Varios investigadores e instituciones han llevado a cabo experimentos relacionando rendimientos de diferentes cultivos con las condiciones de humedad. Con el objeto de aprovechar las experiencias de investigaciones similares que precedieron al presente estudio, se hizo indispensable la siguiente revisión de literatura:

El Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste (8) recomienda de acuerdo con experimentos llevados a cabo, el siguiente calendario de riegos para el cultivo del trigo en la Costa de Hermosillo para el ciclo 1963 1964: Cuando la siembra se haga en terreno seco, deberá darse un riego de siembra; a los 35 días después, se dará el riego de asiento, 35 días posteriormente a este riego se aplicará el tercer riego y 30 días después de este, se efectuará el cuarto riego. Cuando la siembra se lleve a cabo sobre terreno húmedo, los riegos se deberán aplicar a intervalos iguales, únicamente variará el riego de asiento el cual se efectuará a los 30 días después de la siembra. En el caso de tratarse de una variedad tardía como Nadadores 63, deberá aplicarse un quinto riego (en cualesquiera de los dos casos) después de 25 días del cuarto. Debido a que el presente estudio se llevó a cabó con la variedad Náinari 60, se citan las características agronómicas encontradas para esta variedad y además algunas recomendaciones dadas por este centro.

La fecha de siembra recomendada es del 20 de noviembre al 31 de diciembre, con una densidad de 85 kgs. de semilla por hectárea y aplicando una dosis de 80 kgs. de nitrógeno por hectárea. Las características agronómicas observadas para dicha variedad son: 98 días a la floración, 131 días a la madurez fisiológica y 114 cms. de altura.

Army y Hanson (1) nos describen la influencia de la temperatura y la humedad en la producción de trigos de primavera en el Estado de Montana, considerando para ello las siguientes etapas fenológicas: A.- De la siembra al amacollamiento, B.- Del amacollamiento al espigado, C.- Del espigado a la madurez lechosa y D.- De la madurez lechosa a la cosecha; encontrando correlación positiva entre la humedad del suelo al momento de la siembra y el rendimiento, entre la precipitación en A y B, y el rendimiento y entre las temperaturas máximas en C y D. Además vieron que había correlación negativa entre la precipitación y la temperatura máxima para cada etapa, entre la precipitación en B y la temperatura máxima en C y entre la temperatura máxima en C y el rendimiento.

Cole (3), citado por (9), al efectuar un estudio correlacionando la magnitud de la precipitación con los rendimientos de trigos de primavera, encontró un coeficiente de 0.76. Obtuvo producciones muy bajas que no se ajustaron a los encontrados por la regresión cuando hubo lluvias abundantes al principio del cultivo, seguido de

períodos prolongados de sequía. Cuando hubo una adecuada precipitación durante la fructificación después de haber tenido una deficiencia de humedad al principio del cultivo, los resultados fueron mejores que los de la regresión anteriormente citada.

Chávez y Laird (4), en experimentos llevados a cabo sobre prácticas de riego utilizadas en siembras de trigo del Bajío durante el ciclo 1956 - 1957, reportan que a medida que el ciclo avanza, la frecuencia de riegos aumenta hasta la madurez debido al incremento progresivo en las pérdidas por evapotranspiración y que el cultivo puede ser adversamente afectado si dicha frecuencia es bastante grande.

Call y Hallsted (2), hacen alusión a la relación existente entre los rendimientos de trigo y la humedad del suelo y concluyen que los rendimientos están en función directa al abastecimiento de humedad aprovechable del suelo al momento de la siembra. Cuando el barbecho se hizo tardío, los rendimientos obtenidos fueron mayores que cuando esta labor fué temprana, debido esto a que en el primer caso el porcentaje de humedad aprovechable existente era mayor que en el segundo.

Fernández y Laird (6), al hacer consideraciones de la influencia de las variables de la humedad del suelo y la fertilización con nitrógeno sobre el rendimiento de paja y grano, contenido de proteínas de éstos, así como también otras características vegetativas y reproducti-

vas de la citada gramínea, encontraron que los rendimientos de paja y grano aumentaron en mayor proporción en los tratamientos con humedades óptimas sucediendo lo contrario con el contenido de proteínas. La densidad de espigas y la altura de las plantas estuvo en relación directa con las aplicaciones de nitrógeno y la frecuencia de riegos. Los tratamientos que tuvieron cantidades intermedias de nitrógeno y bajo abastecimiento de humedad sufrieron una reducción en su ciclo vegetativo. Bajo condiciones óptimas de humedad, la eficiencia del nitrógeno casi se duplicó.

Keezer y Robertson (7), trabajaron durante los años de 1920 a 1923 en un experimento cuya finalidad era la de encontrar el período crítico de la aplicación del agua de riego en el trigo, para ésto, escogieron seis fases en el desarrollo de dicho cultivo: Siembra, amacollamiento, encañe, embuchamiento, floración y maduréz del grano. Los datos obtenidos por estos investigadores muestran que cuando las irrigaciones fueron hechas en la fase de la siembra y amacollamiento, el rendimiento de paja aumentó en una proporción mayor que el rendimiento del grano, produciéndose un grano de pobre calidad. Además vieron que cuando el riego se aplicó en la fase de encañe aumentó la producción de paja y grano, pero no la calidad de este último. Cuando el riego se aplicó al espigamiento la producción de grano y paja era ligeramente más baja que cuando el riego había sido aplicado en el

encañe, pero aquí la calidad del grano era mejorada. La irrigación en el período de floración y maduréz, tuvo muy poco efecto en el rendimiento de paja y grano, pero aquí si tuvo un marcado efecto en la calidad de este último. Un dato interesante, es que los riegos de láminas pequeñas distribuidas a lo largo del período de desarrollo dieron los mejores resultados, pero éstos son imprácticos.

Núñez y otros (9), en experimentos realizados en la Cal Grande y Cortazar Guanajuato durante los años de 1956 a 1959, encontraron que las bajas tensiones de humedad del suelo favorecieron la producción de espigas, especialmente cuando se presentaron dentro de las tres semanas anteriores al espigamiento. La densidad de las espigas estuvo en proporción inversa al tamaño del grano, además la densidad y el porcentaje de proteínas de este último manifestó una relación inversa a los rendimientos. La mayor eficiencia del agua de riego en la producción del grano, se presentó en aquellos tratamientos que llevaron riegos a altos esfuerzos de humedad del suelo durante la primera etapa del cultivo ó durante todo su ciclo. Cuando los tratamientos fueron regados a más bajas tensiones de humedad en el suelo, se tuvieron las más altas relaciones paja grano.

Rhoades (10), citado por (9), habla sobre la importancia de mantener un alto nivel de humedad en el suelo durante ciertas etapas del desarrollo del maíz. Encon-

tró que la mayor necesidad de un alto nivel de humedad en el suelo ocurrió durante la etapa comprendida desde poco antes del espigamiento hasta finalizar el jiloteo.

MATERIAL Y METODOS

En el Campo Agrícola Experimental de la Escuela de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, ubicado a 20 kms. de la ciudad de Hermosillo sobre el margen izquierdo de la carretera Hermosillo - Bahía Kino, se llevó a cabo el desarrollo del presente trabajo.

Primeramente se procedió a la localización del lote experimental donde quedaría instalado el experimento, posteriormente se efectuó la recolección de muestras de suelo representativas del mismo; dichas muestras fueron sometidas a los análisis físico-químicos requeridos para el caso. Los resultados de dicho análisis indicaron que el suelo posee una textura "migajón arenoso" aproximándose al suelo franco, con un porcentaje de saturación de 28.7. Debido a que la naturaleza del trabajo requería el conocimiento del porcentaje de humedad aprovechable, se determinó el contenido de humedad correspondiente a la capacidad de campo y coeficiente de marchitamiento, que alcanzó los valores de 18.5% y 5.1% respectivamente, cuya diferencia (13.4%) nos proporciona el dato requerido: Otros datos de interés fueron la densidad del suelo, la cual resultó ser 2.65 gms./cm.³ y la relación espacio poroso que fué de 50 %.

Se hicieron otras determinaciones tales como: porcentaje de materia orgánica que resultó ser bajo (0.7%); la concentración de sales solubles cuya conductividad

eléctrica alcanzó un valor de 1.6 mmhos/cm. a 25 grados centígrados y la lectura registrada por el potenciómetro (pH-7.4), nos indican que se trata de un suelo ligeramente alcalino y libre de problema de sales.

En adición a lo anterior se efectuó un análisis para determinar la calidad del agua de riego, cuyos resultados manifiestan una concentración de 355 ppm de sólidos totales disueltos, una conductividad eléctrica de 566 micromhos/cm. a 25 grados centígrados y un contenido de 5.8 Meq de $Ca^{++} + Mg^{++}$ por litro, clasificándose con base en lo anterior como agua de mediana salinidad y bajo contenido de sodio.

Las labores de presiembra que se hicieron al terreno, consistieron en: barbecho, rastreo, nivelación y bordeo. Después de estas practicas se procedió a efectuar la siembra, la cual se llevó a cabo con maquina y sobre terreno seco el día 4 de diciembre de 1962 con la variedad denominada Nainari 60; la densidad de siembra fué de 80 kgs. de semilla por hectárea previamente tratada con granosan en dosis de 0.5 gms. de este material por kilogramo de semilla. Posteriormente se efectuó la fertilización con nitrato de amonio (33.5 % de N) el día 7 de diciembre de 1962, haciéndose al voleo y en dosis de 80 kgs. de nitrógeno por hectárea; inmediatamente después de la fertilización se aplicó un riego de auxilio (de 15 cms. de lámina) para asegurar una buena germinación de la semilla.

Para trazar el experimento se hizo uso del diseño experimental bloques al azar con las siguientes características:

A.- Diseño Experimental.- Bloques al azar con 4 repeticiones.

B.- Número de tratamientos, Cuatro.

Tratamiento A- Aplicación del riego cuando el suelo tiene 75 % de humedad aprovechable.

Tratamiento B- Aplicación del riego cuando el suelo tiene 50 % de humedad aprovechable.

Tratamiento C- Aplicación del riego cuando el suelo tiene 25 % de humedad aprovechable.

Tratamiento D- Aplicación del riego cuando el suelo tiene 0 % de humedad aprovechable.

C.- Superficie de cada parcela 186.26 metros cuadrados.

El día 15 de diciembre de 1962, se aplicó un riego de auxilio general de una lámina de 10 cms., debido a que todavía no se había obtenido una distribución uniforme de la humedad en la capa de 60 cm. de profundidad sobre la cual se trabajaría en el experimento, y a que los análisis reportaron que la humedad aprovechable del suelo se encontraba por debajo del 75 %. El día 17 de diciembre

del mismo año, se registró una precipitación cuya magnitud fué de 31.5 mms. y durante el resto del cultivo las lluvias registradas fueron clasificadas como inapreciables.

Una vez que se logro uniformizar el contenido de humedad del suelo, se procedió a trabajar con ella a partir del día 20 de diciembre.

El trabajo consistió en dejar que la humedad aprovechable descendiera hasta el valor dado para cada tratamiento, aplicandose entonces un gasto determinado para proporcionar una lámina tal que llevara al suelo a capacidad de campo hasta una profundidad de 60 cms. Este gasto fué medido por un vertedor Cipoletti (12) instalado en la parte lateral del experimento.

Los riegos de auxilio fueron hechos cuando los análisis de humedad lo indicaron, para esto, los muestreos de suelo se hicieron cada 2 días y algunas veces diariamente según lo ameritaba el caso y siempre de 25 a 30 cms. de profundidad; en dichas muestras se determinó el porcentaje de humedad en el laboratorio por el método gravimétrico, usando una balanza con aproximación al diezmiligramo y desecando en estufa a una temperatura de 110 grados centígrados durante un período de 10 horas como mínimo.

Se instalaron tensiómetros y celdas de Boyoucos en las parcelas con el fin de observar su funcionamiento y buscar la posibilidad de establecer una relación entre

ellos y el método gravimétrico.

Durante el transcurso del desarrollo del cultivo se hicieron anotaciones con el fin de conocer todas aquellas características morfológicas de interés. Se determinaron otros datos tales como la intensidad amacollamiento, para lo cual se escogieron al azar 8 plantas dentro de cada parcela obteniéndose un promedio de los hijos. En la misma forma se determinó la intensidad de encañe, nada mas que dicha intensidad resultó del promedio de la relación existente entre los tallos secundarios con el tallo principal. Los días al encañe, días al espigado y días a la madurez, se determinaron por el tiempo transcurrido entre la fecha de siembra y la fecha en que el 50 % de las plantas de cada parcela presentaron dicha característica.

En la fase de espigamiento, el cultivo se vió afectado por una infestación de pulgón cuyo grado se estimó como medio, controlándose mediante la aplicación de foli^{do}l, en dosis de 500 gms. de material técnico por hectárea.

Una vez determinada la madurez se procedió al corte del trigo, el cual se efectuó considerando unicamente como parcela útil una superficie de 64 metros cuadrados, eliminando con esto los efectos de orilla. En seguida se llevó a cabo la determinación de la densidad y el porcentaje de humedad del grano. Con este último valor se afectaron los rendimientos de grano de cada parcela con

el fin de uniformizarlos al 8 % de humedad.

Finalmente se llevó a cabo la interpretación estadística, efectuándose para ello primeramente el análisis de varianza del rendimiento por el método de los totales (5). Se determinó el límite mínimo de significación (L.M.S.) por el método de las medias aritméticas, con el fin de obtener el grado de significación entre los tratamientos. El grado de significación entre los tratamien-
tos fué confirmado mediante el análisis de Duncan (11), además se efectuaron estudios de correlación y regresión.

RESULTADOS

Con el objeto de evaluar el comportamiento del cultivo del trigo, en los distintos tratamientos de humedad, a continuación se presentan los siguientes resultados.

El cuadro 1 nos indica el porcentaje de humedad contenido en el grano de trigo al momento de la cosecha.

Cuadro 1. Porcentaje de humedad en el grano al momento de la cosecha.

	I	II	III	IV
Trat. A	8.30	8.75	7.95	7.50
Trat. B	7.15	7.00	7.00	7.00
Trat. C	7.05	7.00	7.00	7.00
Trat. D	6.95	7.05	7.05	7.05

En el cuadro 2 se resumen algunos datos colectados en el transcurso del experimento entre los cuales se presenta: Densidad, peso de la paja, peso del grano, relación paja por grano, y los rendimientos en kgs. por hectárea.

Al efectuar el análisis de varianza del rendimiento se obtuvieron los resultados ilustrados en el cuadro 3. En dichos resultados podemos apreciar que la F obtenida para el factor tratamientos, es muy superior al de la F para 1% de la tabla de Fisher, por lo que se concluye que la probabilidad de que las diferencias entre los promedios de los tratamientos se deban al azar, es inferior

a 1%; entonces, dichas diferencias se deben a que los tratamientos son entre sí significativamente distintos, existiendo para este caso una diferencia altamente significativa.

Por lo que respecta a los valores calculados y teóricos de F para el factor repeticiones, nos indican que no existe diferencia significativa.

El límite mínimo de significación para el factor tratamientos, tuvo los siguientes valores:

LMS para 5% = 4.262 ; LMS para 1% = 6.129

El cuadro 4 nos muestra que en todos los casos la diferencia entre las medias aritméticas de los tratamientos fueron entre sí significativamente distintos.

Cuadro 2. Relación del porcentaje de humedad aprovechable con la producción de grano y paja.

% de H.A	Parcela	Densidad	Peso paja kg/parcela	Peso grano kg/parcela	Paja/grano	Rendimiento kgs. x Ha.	Rendimiento promedio
75	A- I	77.30	28.900	21.555	1.341	3367	4037
	A- II	79.00	40.825	25.974	1.572	4058	
	A-III	78.05	43.950	28.459	1.544	4446	
	A- IV	78.10	40.990	27.381	1.497	4278	
50	B- I	78.65	31.120	22.610	1.376	3532	3137
	B- II	77.65	22.175	17.150	1.293	2679	
	B-III	78.50	33.600	23.301	1.442	3640	
	B- IV	77.80	27.460	18.554	1.480	2899	
25	C- I	78.00	18.000	13.295	1.354	2077	2290
	C- II	78.35	18.450	12.140	1.520	1896	
	C-III	78.15	21.995	16.382	1.343	2559	
	C- IV	78.20	23.200	16.837	1.378	2630	
0	D- I	77.30	15.245	10.726	1.421	1675	1446
	D- II	77.70	12.300	10.069	1.221	1573	
	D-III	76.95	9.350	7.132	1.311	1114	
	D- IV	77.85	10.915	9.106	1.199	1422	

Cuadro 3. Análisis de la varianza de los rendimientos.

FACTOR	S.C.	G.L.	σ^2	F OBTENIDA	F TABULADA	
					0.05	0.01
General	694.117	15				
Tratamiento	615.960	3	205.320	28.837**	3.86	6.99
Repeticiones	14.075	3	4.6916	0.659	3.86	6.99
E. Experimental	64.082	9	7.120			

Tratamientos.- Diferencia altamente significativa.

Repeticiones.- No hay diferencia significativa.

Cuadro 4. Diferencia entre medias aritméticas de los tratamientos.

A - B	=	5.438 ⁺
A - C	=	11.179 ⁺⁺
A - D	=	16.584 ⁺⁺
B - C	=	5.741 ⁺
B - D	=	11.146 ⁺⁺
C - D	=	5.405 ⁺

+ Diferencia significativa

++ Diferencia altamente significativa.

El análisis de Duncan confirmó los resultados anteriores como se expone a continuación.

L M S 5%	_____			
% de H. A.	A	B	C	D
L M S 1%	_____			

Dentro del cuadro 5, con excepción de la intensidad de encañe, encontramos valores correspondientes a distintas características vegetativas en las cuales se aprecia la relación directa que existe entre ellas y el porcentaje de humedad aprovechable. Para el caso de la intensidad de encañe, la relación observada fué inversa. Los valores anteriores en conjunto con los del cuadro 2, se utilizaron para efectuar estudios de correlación.

A partir de la gráfica 1* hasta la gráfica 9, se encuentran representados los estudios de correlación efectuados, así como también el valor del coeficiente de correlación "r" para cada uno de dichos estudios. En todos los estudios, el grado de significación del coeficiente de correlación resultó altamente significativo, con excepción del obtenido para la correlación "intensidad de encañe-porciento de humedad aprovechable" (gráfica 6), el cual solo fué significativo. La línea de regresión resultó ser recta para todos los casos.

* Las gráficas se encuentran concentradas en el apéndice, páginas 32 a la 44.

Los riegos aplicados a los cuatro tratamientos de que consta el experimento, además del riego de presiem-
bra, se encuentran representados en las gráficas 10, 11,
12 y 13. Estos riegos se proporcionaron en la forma si-
guiente: 14 riegos para el tratamiento A con una lámina
de 2.66 cm. cada uno; 6 riegos para el tratamiento B con
una lámina de 5.32 cm. cada uno; 3 riegos para el trata-
miento C con una lámina de 7.98 cm. cada uno; y un solo
riego para el tratamiento D con una lámina de 10.64 cm.

La lámina total aplicada para cada tratamiento es
la siguiente:

Tratamiento A = 65.39 cm.

Tratamiento B = 60.07 cm.

Tratamiento C = 52.09 cm.

Tratamiento D = 39.79 cm.

Cuadro 5. Relación del porcentaje de humedad de humedad aprovechable con algunas características vegetativas.

% de H.A	Parcela	int. de amacollamiento	intensidad de encañe	días al encañe	días al espigado	días a la madurez	altura final
75	A- I	3	0.750	72	101	143	108
	A- II	3	0.750	72	100	143	119
	A-III	3.5	0.750	71	101	143	115
	A- IV	3	0.750	71	100	143	110
50	B- I	2.5	0.750	69	96	139	91
	B- II	3	0.750	69	96	139	87
	B-III	2.5	0.750	69	95	139	105
	B- IV	3	0.750	69	96	139	96
25	C- I	2.5	0.875	66	93	137	75
	C- II	2.5	0.875	66	93	137	63
	C-III	2.5	0.875	66	93	137	76
	C- IV	2.5	0.875	67	93	137	78
0	D- I	1.5	0.875	64	91	132	62
	D- II	1.5	0.875	64	91	132	59
	D-III	1.5	0.875	64	90	132	53
	D- IV	1.5	0.875	64	90	132	60

DISCUSION

Atendiendo a los resultados expuestos en el cuadro 1, observamos una diferencia notable entre los valores del tratamiento A con los del resto, sin embargo, esto está sujeto en su mayor parte a la diferencia que existió en la fecha de madurez de dichos tratamientos.

En el cuadro 2, podemos apreciar que el grano producido en todas las observaciones fué de una densidad más ó menos uniforme, lo cual es factible ya que la densidad del grano presenta una relación inversa a los rendimientos (9).

En la relación paja/grano aunque la humedad aprovechable no tuvo un efecto marcado, siempre se puede apreciar una relación directa.

Observando el peso de grano y peso de paja se puede apreciar que la humedad aprovechable estuvo en relación directa con los rendimientos, notándose ciertas irregularidades en las parcelas A-I, B-II, B-IV, C-I y C-II, las cuales se debieron a la influencia de malas hierbas que no fué posible controlar en su totalidad; la irregularidad de la parcela D-III, aparentemente se atribuye a la heterogeneidad del suelo observada en este sitio.

El mayor rendimiento que se obtuvo en este experimento, fué el del tratamiento A, sin embargo, después de analizar el cuadro 4 nos damos cuenta que entre el tratamiento A y el tratamiento B no existe una diferencia al-

tamente significativa, y tomando en cuenta (al igual que 7) la dificultad existente en la aplicación de riegos con lámina tan pequeña como las del tratamiento A en una escala comercial y el costo superior que ocasionaría la frecuencia de dichos riegos, nos inclinamos por aceptar prácticamente el tratamiento B como el más conveniente de todos. Los datos observados para este último tratamiento son muy semejantes a los reportados por (8).

Fernandez (6) nos indica que los rendimientos de paja y grano aumentan en mayor proporción en los tratamientutos con humedades óptimas, lo cual concuerda con nuestros resultados obtenidos.

Los coeficientes de correlación encontrados en los estudios llevados a cabo, tienen un valor bastante próximo a la proporcionalidad; únicamente el encontrado para la correlación "paja/grano-porciento de humedad aprovechable" es bastante bajo, de aquí la dispersión de los puntos en la gráfica 2.

En las gráficas de riego, se puede apreciar como la frecuencia de las aplicaciones fué aumentando a medida que se desarrollaba el cultivo. La explicación de lo anterior coincide con lo expuesto con (4), atribuyéndosele al aumento de la evapotranspiración ocasionado por el incremento de temperatura y area de transpiración de las plantas.

Las curvas descendentes de humedad en las gráficas de riego, muestran un cambio en su pendiente la cual es

cada vez menor, esto se explica tomando en cuenta que al ir perdiendo la humedad, el suelo aumenta su poder de retención presentando mayor dificultad a la absorción de las plantas y a la evaporación, lo cual ocasiona que los períodos de aplicación de riegos no sean proporcionales a los gastos determinados para cada tratamiento.

Los tensiómetros y las celdas de Boyoucos que fueron instalados en el experimento como vía de comparación con el método gravimétrico, no dieron resultados satisfactorios. En el caso de los tensiómetros se observó que la tensión que ejercían las partículas del suelo sobre el líquido que contenían éstos, era tan grande que el vacío formado en la columna se veía interrumpido por la entrada de aire a travez de la cerámica mucho antes de que el suelo alcanzara el rango de humedad deseado. Las celdas de Boyoucos no funcionaron bien ya que la relación con el método gravimétrico fué bastante irregular.

La explicación probable a la falla de los tensiómetros, fué quizás debido a que dichos aparatos han sido diseñados para su empleo en rangos de humedad aprovechable cercanos a la capacidad de campo, y no a tensiones tan altas como las observadas en este trabajo.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente trabajo se llevó a cabo con el fin de determinar el rango de humedad mas apropiado para el desarrollo del cultivo del trigo, se trabajó con base en porcentajes de humedad aprovechable y aplicando siempre riegos que llevaran la humedad del suelo hasta capacidad de campo.

El estudio se efectuó en el Campo Experimental de la Escuela de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, utilizando la variedad Nainari 60; el diseño experimental consistió en bloques al azar con cuatro repeticiones, siendo ellas las siguientes:

Tratamiento A = Aplicación del riego cuando el suelo tiene 75 % de humedad aprovechable.

Tratamiento B = Aplicación del riego cuando el suelo tiene 50 % de humedad aprovechable.

Tratamiento C = Aplicación del riego cuando el suelo tiene 25 % de humedad aprovechable.

Tratamiento D = Aplicación del riego cuando el suelo tiene 0 % de humedad aprovechable.

Los riegos se aplicaron cuando la humedad aprovechable descendía hasta los niveles indicados para cada tra-

tamiento, y con una lámina tal que llevara el suelo hasta la humedad correspondiente a capacidad de campo hasta una profundidad de treinta centímetros.

La lámina total de riego que correspondió a cada uno de los tratamientos, fué la siguiente:

Tratamiento A = 65.39 cms.

Tratamiento B = 60.07 cms.

Tratamiento C = 52.09 cms.

Tratamiento D = 39.79 cms.

La interpretación estadística consistió en el análisis de varianza de los rendimientos y estudios de correlación entre algunas características morfológicas del cultivo. Del análisis de varianza todos los tratamientos resultaron con diferencia altamente significativa, no siendo así para el caso de las repeticiones en las cuales no hubo diferencia significativa. El límite mínimo de significación (IMS) hizo posible encontrar diferencia significativa entre las diferencias de las medias aritméticas de todos los tratamientos y diferencia altamente significativa entre algunos de ellos tales como A-C, A-D y B-D.

Los estudios de correlación efectuados se hicieron relacionando el por ciento de humedad aprovechable, rendimiento, relación paja/grano, días a la madurez, intensidad de amacollamiento, intensidad de encañe y altura. Los coeficientes de correlación bastante próximos a la unidad y con el signo esperado; para todos los casos el

grado de significación del coeficiente de correlación resultó altamente significativo con excepción de la correlación "intensidad de encañe por ciento de humedad aprovechable" que fué significativo. La línea de regresión resultó ser una línea recta en todos los casos.

Del análisis de los resultados anteriormente mencionados concluimos lo siguiente:

El tratamiento A a pesar de ser estadísticamente superior al tratamiento B, es menos recomendable que este último ya que resulta impráctico aplicar catorce riegos de auxilio de una lámina de 2.66 cms. para una agricultura extensiva; además debe tomarse en cuenta que entre dichos tratamientos no existe una diferencia altamente significativa.

Atendiendo a lo anterior se recomienda que se repita el experimento durante algunos años con el fin de obtener en forma definitiva los resultados requeridos. El diseño experimental debe establecerse con tratamientos cuyos niveles de humedad aprovechable sean mas próximos al del tratamiento B con el fin de obtener resultados mas precisos, para esto se sugiere que el mayor sea de 65% y el menor de 35%.

Debe establecerse una buena nivelación dentro del lote experimental con el fin de obtener una mayor uniformización en el riego, debido a que las láminas aplicadas son muy pequeñas.

Se recomienda determinar periódicamente la conducti

vidad del suelo durante el desarrollo del cultivo, con el fin de apreciar la acumulación de sales solubles, ya que las láminas de riego son tan pequeñas que no satisfacen el requerimiento de lixiviación.

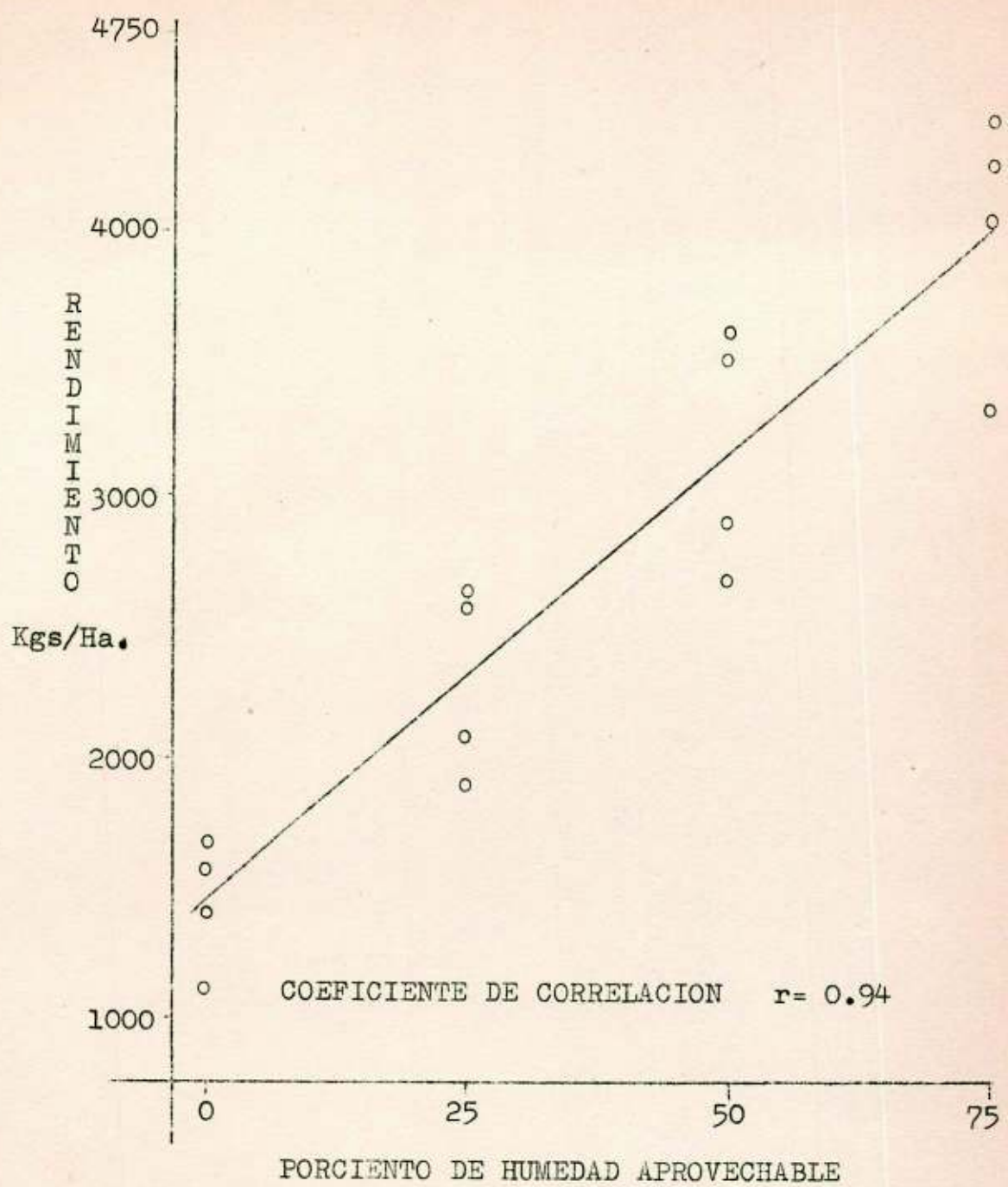
Deben hacerse estudios complementarios con el fin de obtener una mayor eficiencia en el riego. Por ejemplo: determinación de longitud de surco, pendientes apropiadas, etc.

BIBLIOGRAFIA

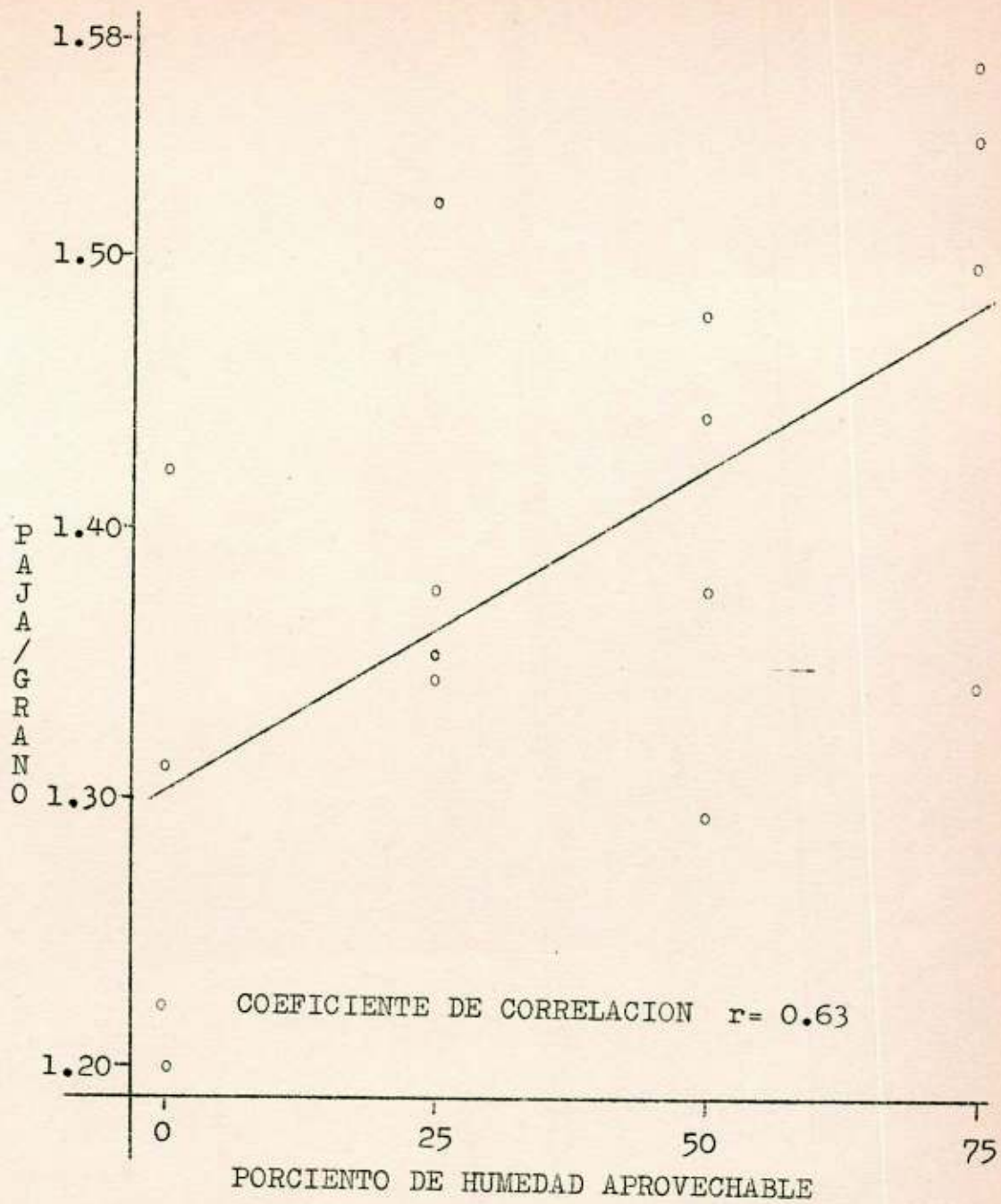
- 1.- ARMY T. & HANSON W. Moisture and temperature influences on spring wheat production in the plains area of Montana. Washington D. C., United States # 35, 1960 25 p.
- 2.- CALL L. E. & HALLSTED A. L. The relation of moisture to yield of winter wheat in western Kansas. Manhattan Kansas, Agricultural Experiment Station Kansas State Agricultural College, Bull # 206, 1915 34 p.
- 3.- COLE, J. S. Correlations between annual precipitation and the yield of spring wheat in the Great Plains. USDA, Tech. Bull # 636, 1938.
- 4.- CHAVEZ, S. Y LAIRD R. J. Calificación de algunos aspectos de las prácticas de riego usados en las siembras del trigo en el Bajío y su relación con la respuesta a fertilizantes. México, Secretaría de Agricultura y Ganadería, folleto Técnico # 36, 1959 48 p.
- 5.- DE LA LOMA J. L. Experimentación agrícola. México, U.T.E.H.A., 1955 430 p.
- 6.- FERNANDEZ R. Y LAIRD R. J. Efectos de la humedad del suelo y de la fertilización con nitrógeno sobre el rendimiento y la calidad del trigo. México, Secretaría de Agricultura y Ganadería, folleto Técnico # 27, 1958 128 p.

- 7.- KEEZER A. & ROBERTSON W. The critical period of applying irrigation water to wheat. The Journal of the American Society of Agronomy 19 (2): 80-116, 1917.
- 8.- MAGDUE A. Recomendaciones para el cultivo del trigo en la Costa de Hermosillo Conferencia sustentada en la Escuela de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, Noviembre 15 de 1963.
- 9.- NUÑEZ R. Y OTROS. Variaciones en la humedad del suelo durante el ciclo del trigo en el Bajío y su influencia en varias características del cultivo. México, Secretaría de Agricultura y Ganadería, Folleto Técnico # 38, 1960 62 p.
- 10.- RHOADES H. F. Fertilization and irrigation practices for corn production on newly irrigated land in the Republican Valley. Nebraska, Agricultural Experiment Station, Bulletin # 424, 1954.
- 11.- STEEL R. & TORRIE J. Principles and procedures of statistics. New York, Mc Graw Hill, 1960 481 p.
- 12.- TRUEBA C. S. Hidráulica. cuarta edición México, Norgis Editores S. A., 1959 430 p.

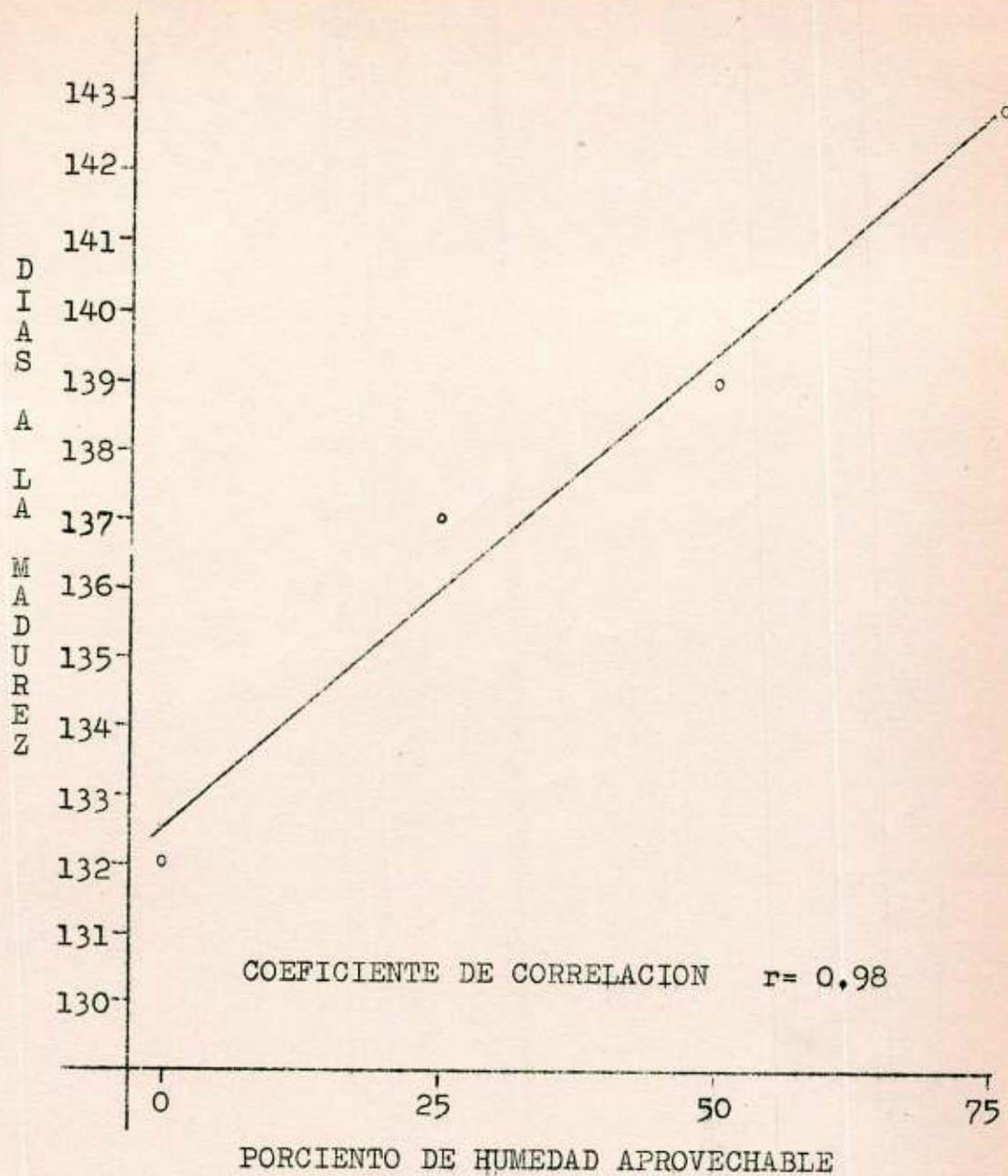
A P E N D I C E



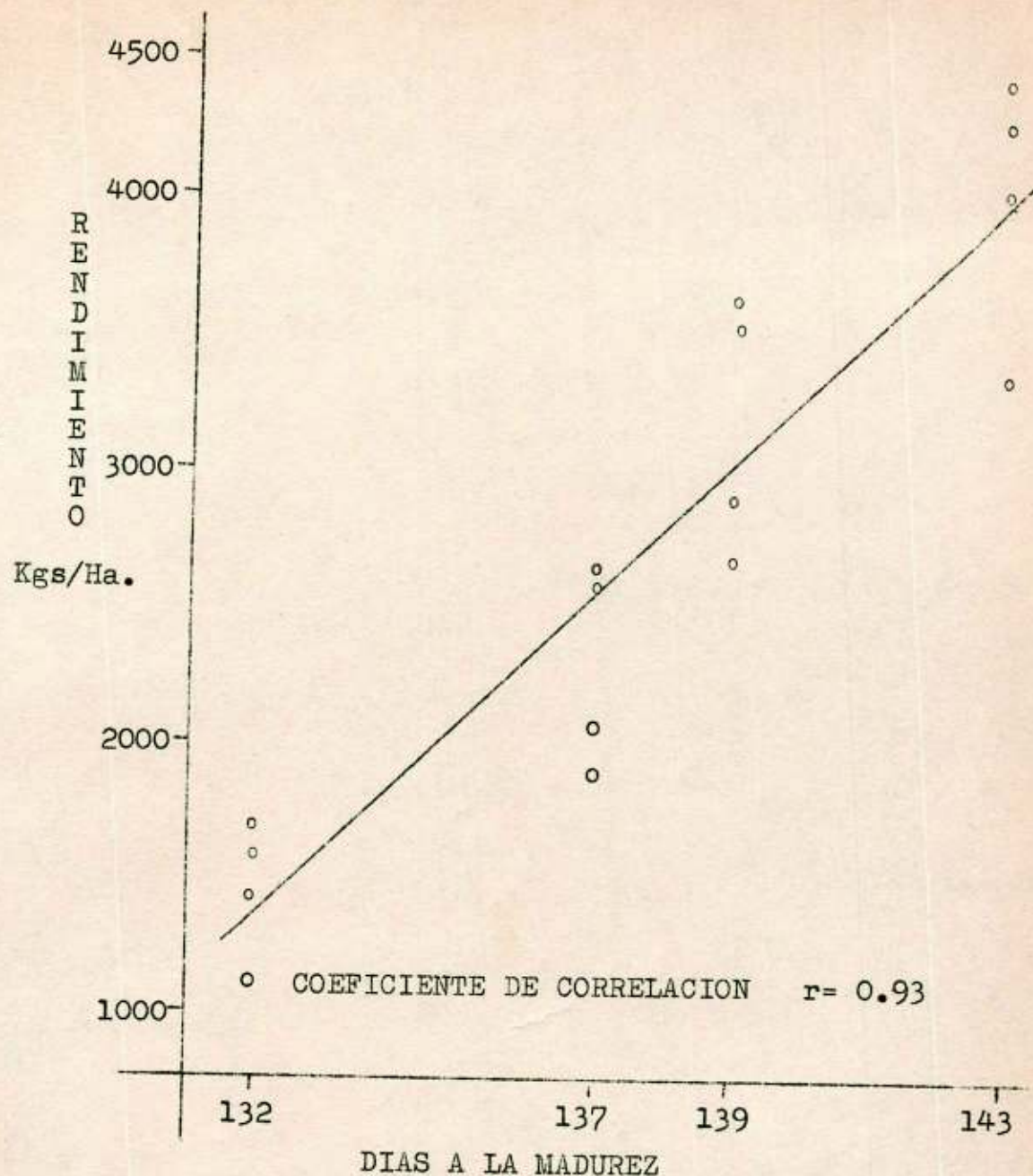
GRAFICA No. 1.- RELACION RENDIMIENTO-PORCIENTO DE HUMEDAD APROVECHABLE.



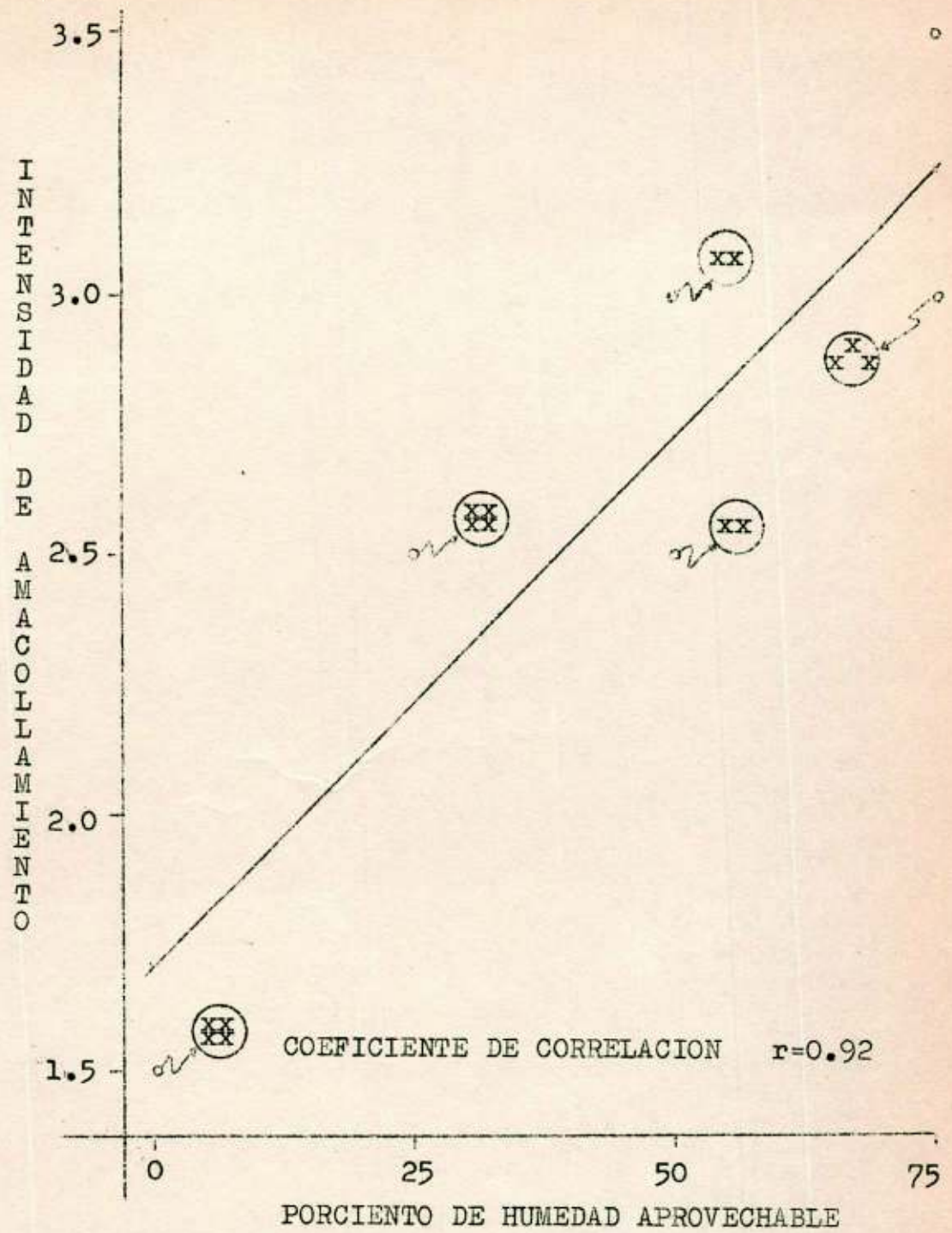
GRAFICA No. 2,- RELACION PAJA/GRANO-PORCIENTO DE HUMEDAD APROVECHABLE.



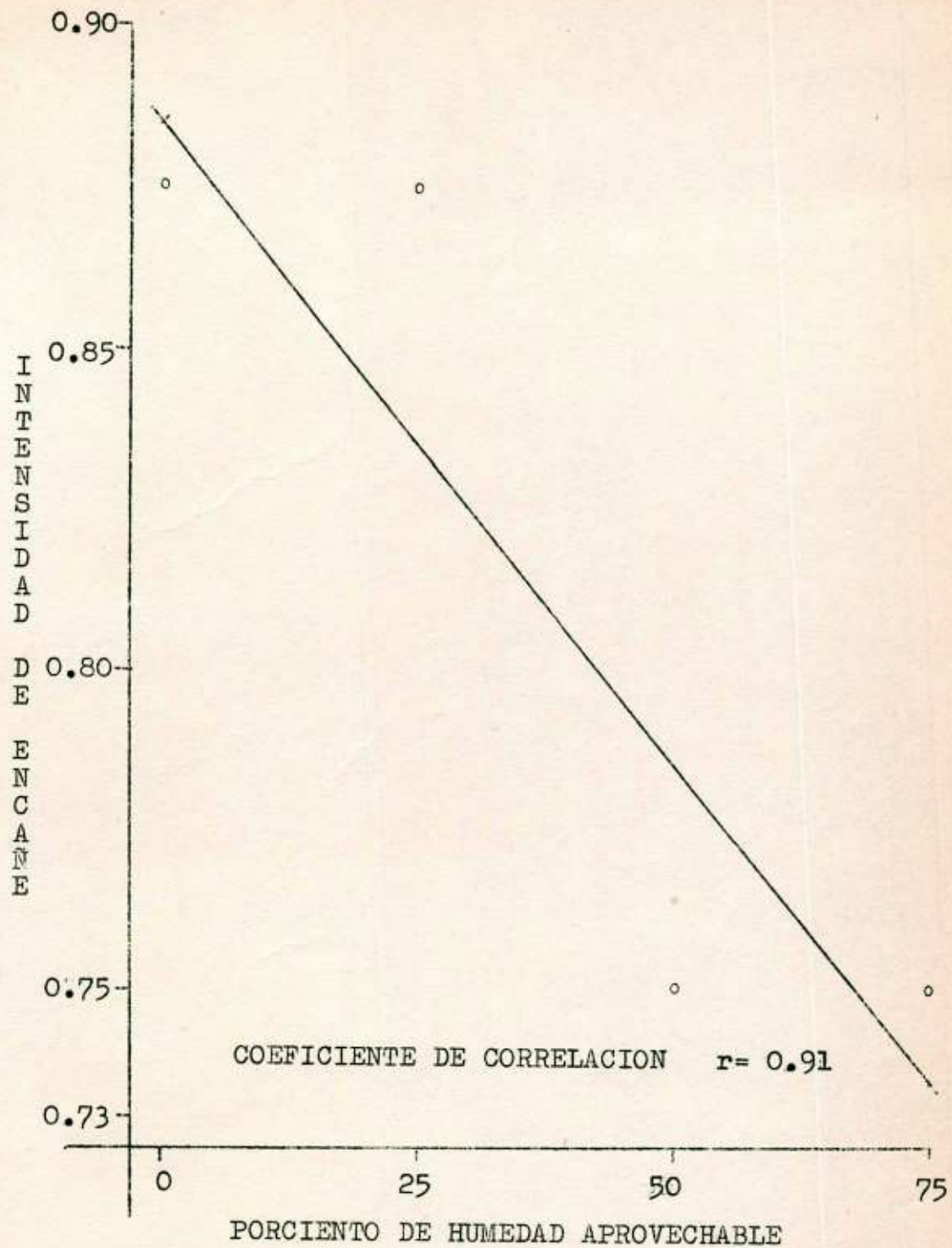
GRAFICA No. 3, - RELACION DIAS A LA MADUREZ-
PORCIENTO DE HUMEDAD APROVECHABLE,



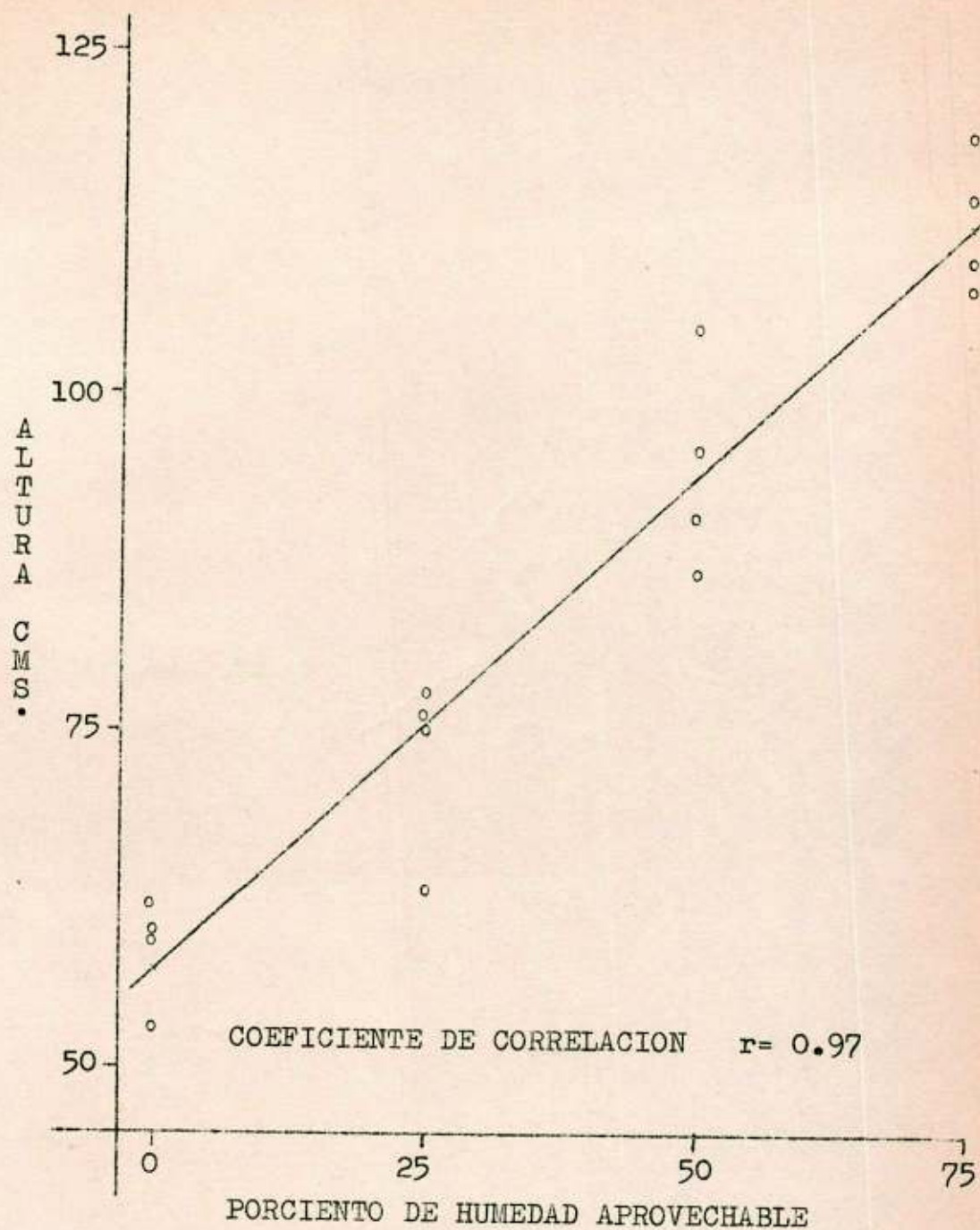
GRAFICA No. 4.- RELACION RENDIMIENTO - DIAS A LA MADUREZ



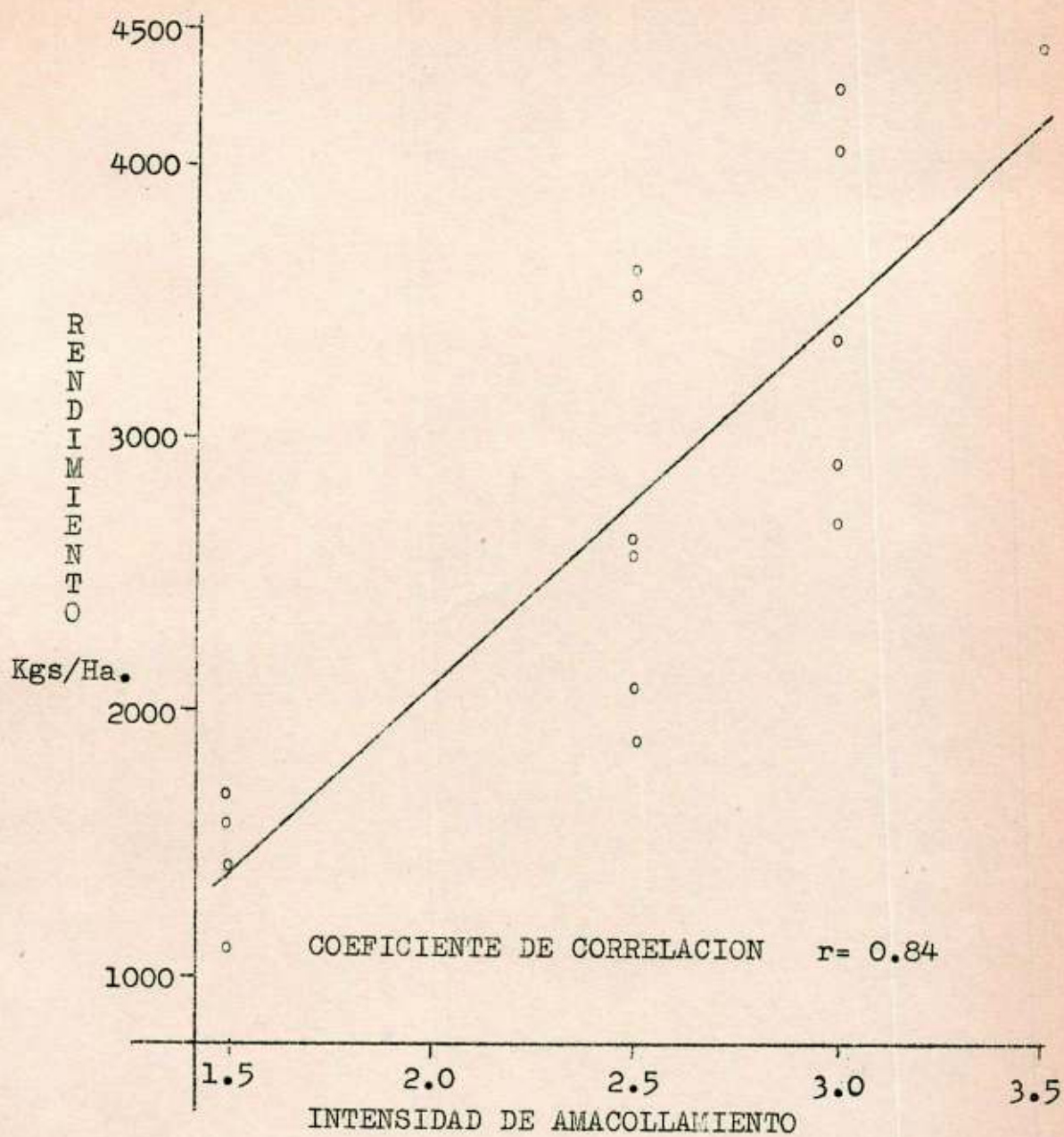
GRAFICA No. 5.- RELACION INTENSIDAD DE AMACOLLAMIENTO - PORCIENTO DE HUMEDAD APROVECHABLE.



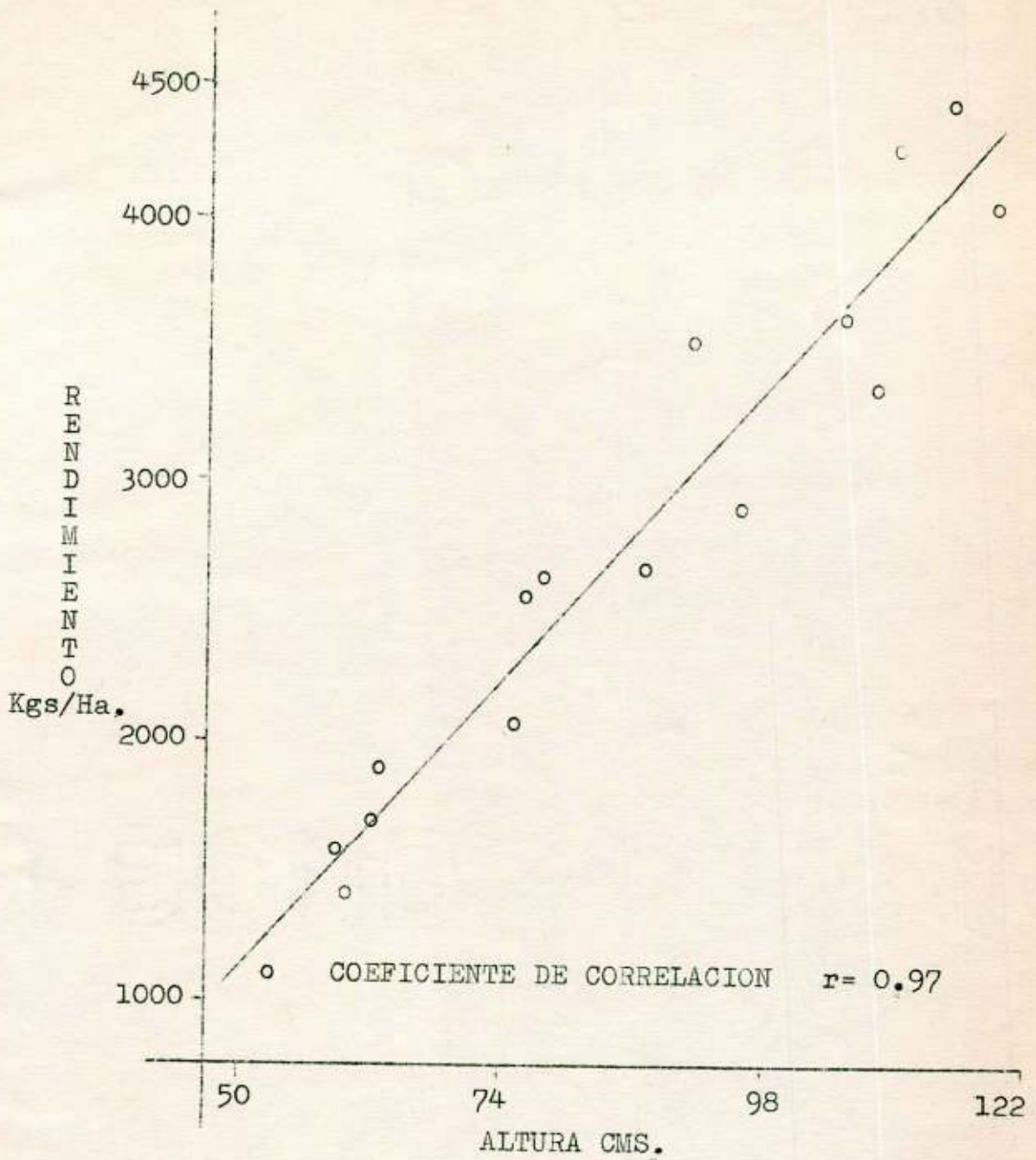
GRAFICA No. 6.- RELACION INTENSIDAD DE ENCANÉ—
PORCIENTO DE HUMEDAD APROVECHA
BLE.



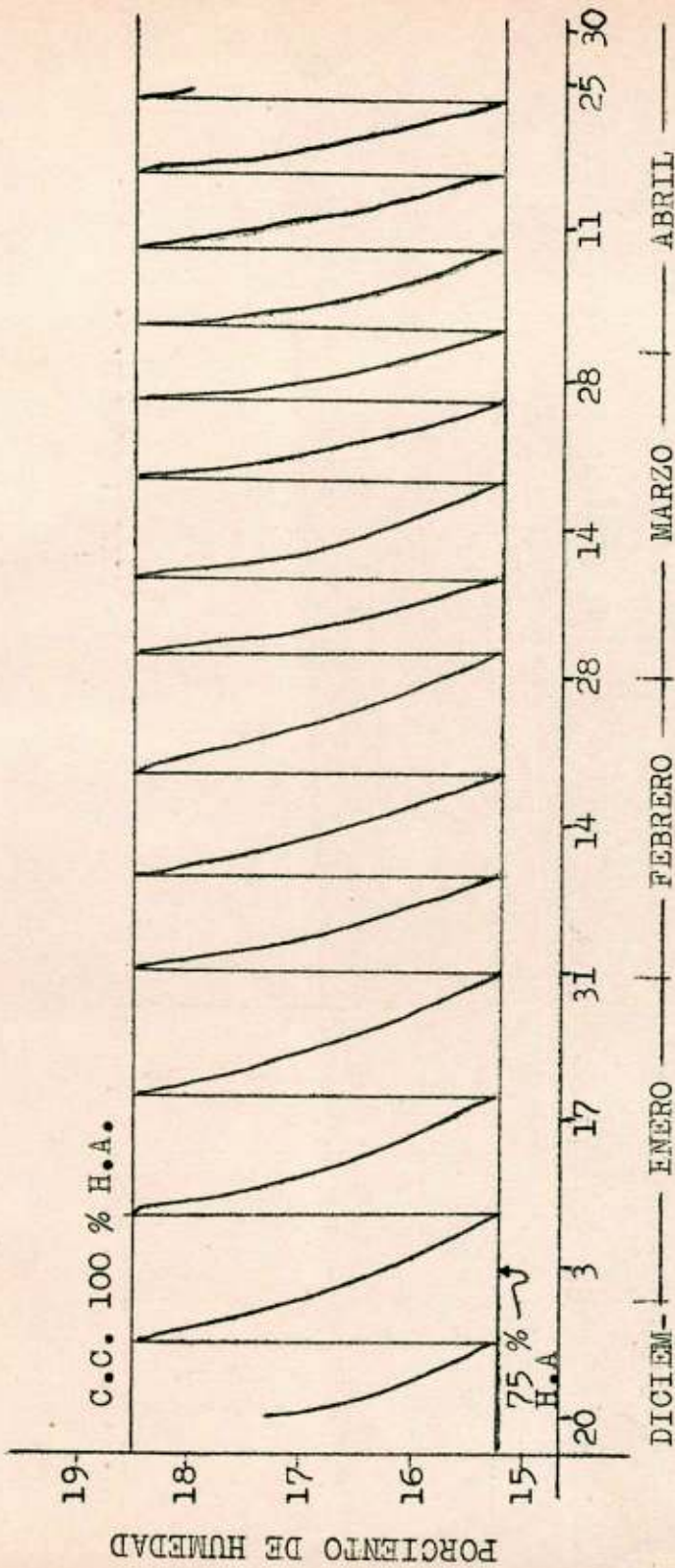
GRAFICA No. 7.- RELACION ALTURA - PORCIENTO DE HUMEDAD APROVECHABLE.



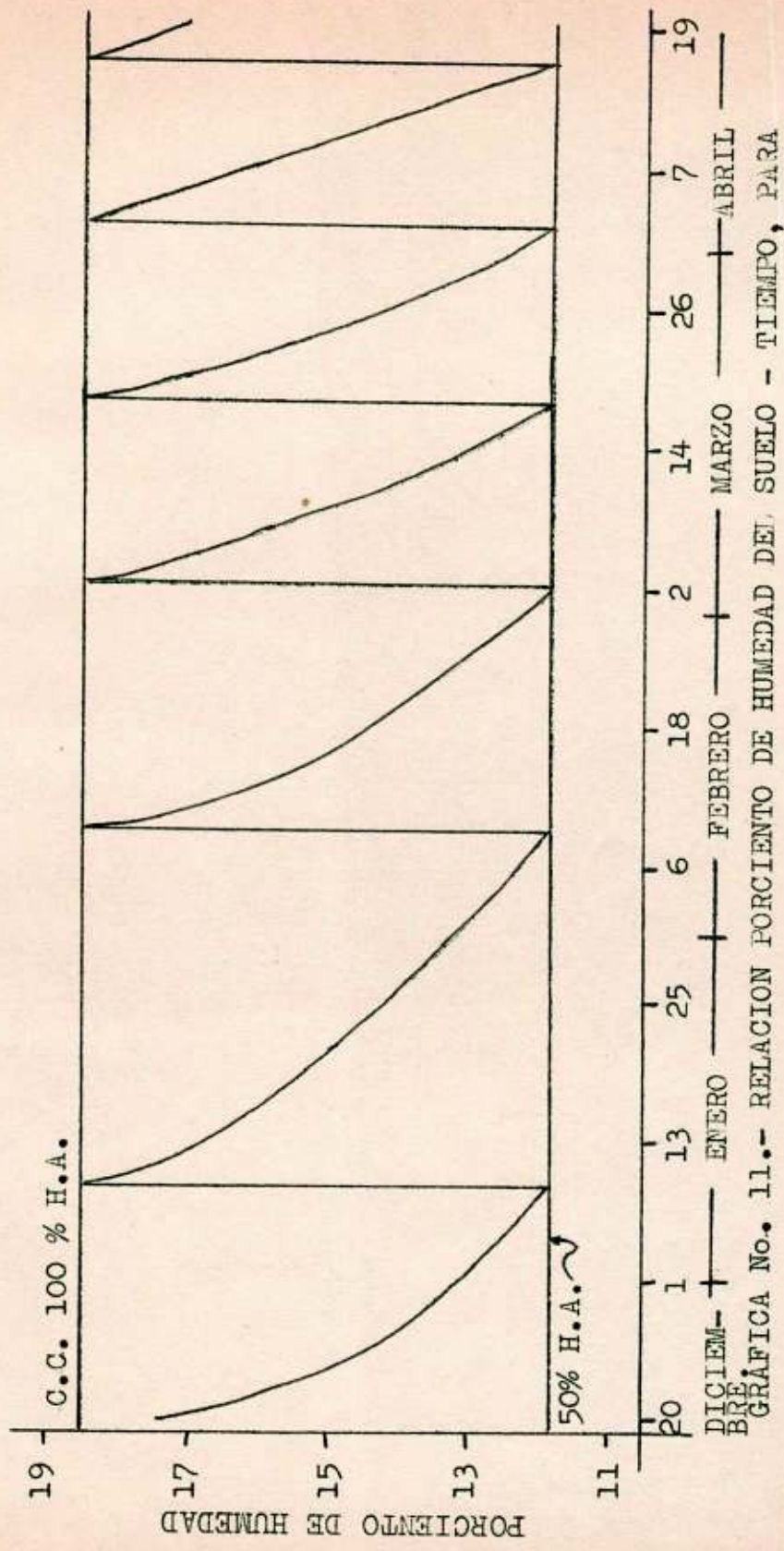
GRAFICA No. 8.- RELACION RENDIMIENTO - INTENSIDAD DE AMACOLLAMIENTO



GRAFICA No. 9.- RELACION RENDIMIENTO - ALTURA

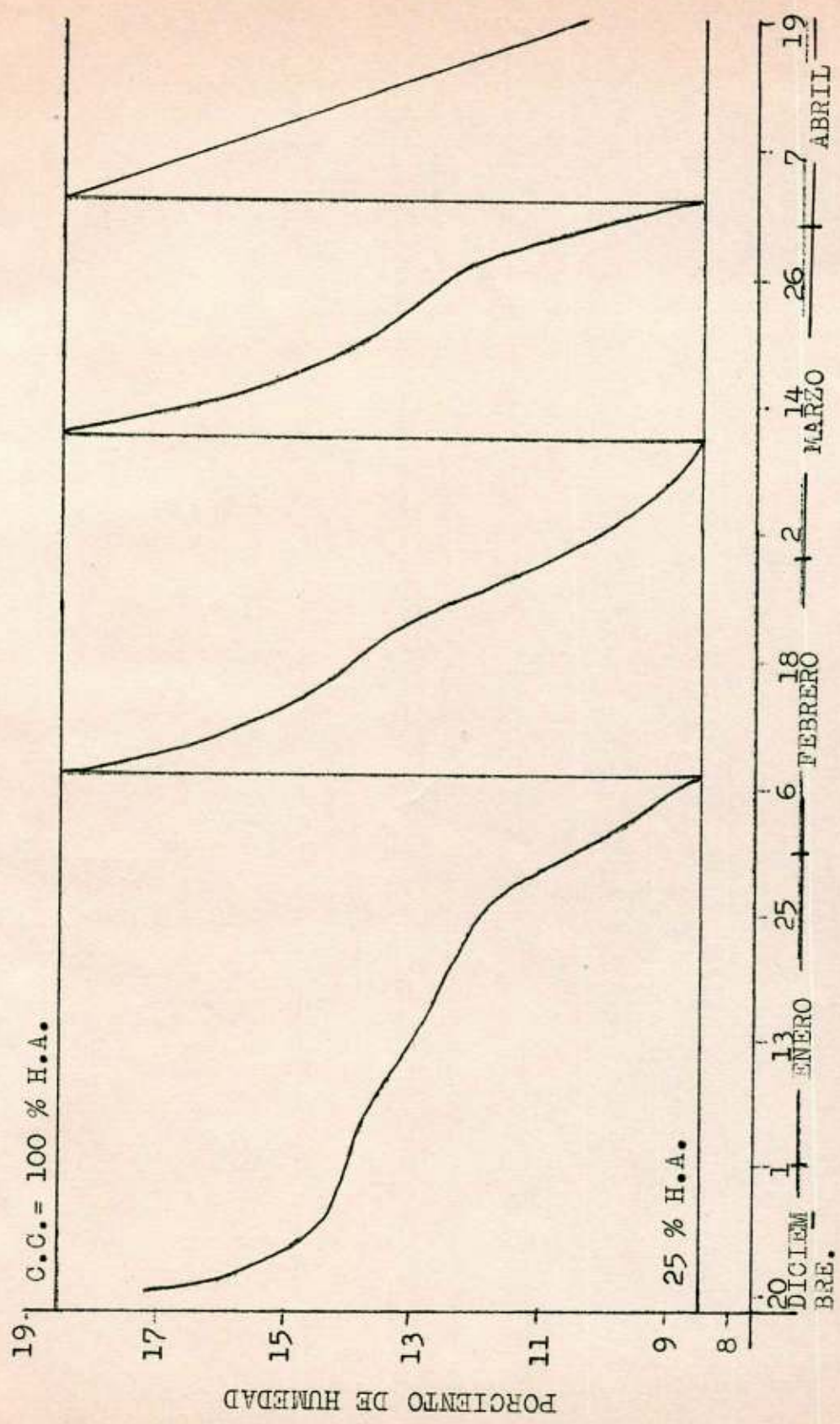


GRAFICA No. 10.- RELACION PORCIENTO DE HUMEDAD DEL SUELO -
TIEMPO, PARA EL TRATAMIENTO "A".

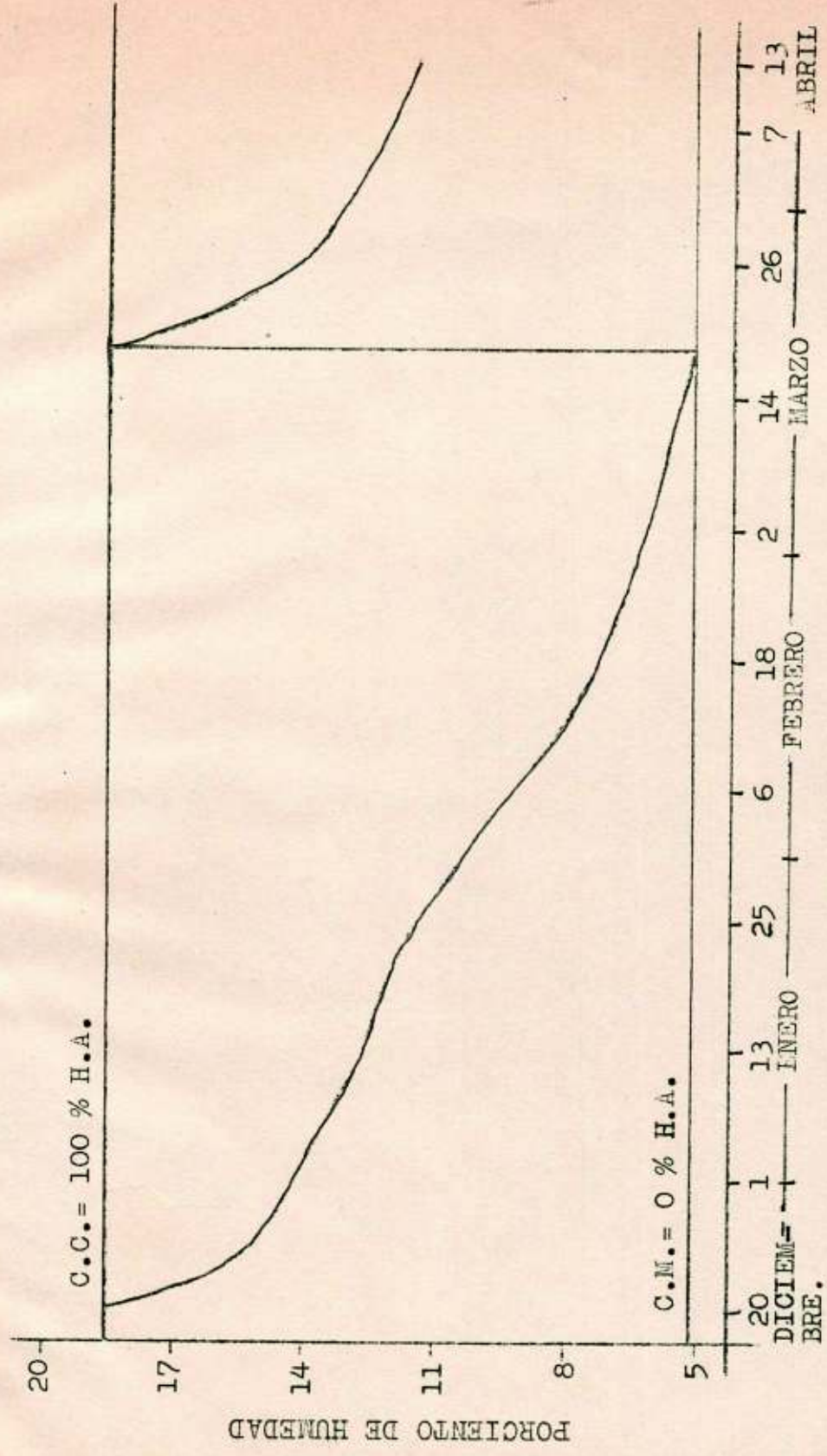


EL TRATAMIENTO "B".

GRÁFICA No. 11.- RELACION PORCIENTO DE HUMEDAD DEL SUELO - TIEMPO, PARA
DICIEMBRE, ENERO, FEBRERO, MARZO, ABRIL



GRAFICA No. 12.-- RELACION PORCIENTO DE HUMEDAD DEL SUELO-TIEMPO, PARA EL TRATAMIENTO "C".



GRAFICA No. 13.- RELACION PORCIENTO DE HUMEDAD DEL SUELO - TIEMPO, PARA EL TRATAMIENTO "D".