

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD Y DE FERTILIZACION  
CON NITROGENO EN EL CULTIVO DE LA AVENA

TESIS

Jorge Luis García Avila

1972

91  
2  
7  
1

1900  
1901  
1902  
1903  
1904  
1905  
1906  
1907  
1908  
1909  
1910  
1911  
1912  
1913  
1914  
1915  
1916  
1917  
1918  
1919  
1920  
1921  
1922  
1923  
1924  
1925  
1926  
1927  
1928  
1929  
1930  
1931  
1932  
1933  
1934  
1935  
1936  
1937  
1938  
1939  
1940  
1941  
1942  
1943  
1944  
1945  
1946  
1947  
1948  
1949  
1950  
1951  
1952  
1953  
1954  
1955  
1956  
1957  
1958  
1959  
1960  
1961  
1962  
1963  
1964  
1965  
1966  
1967  
1968  
1969  
1970  
1971  
1972  
1973  
1974  
1975  
1976  
1977  
1978  
1979  
1980  
1981  
1982  
1983  
1984  
1985  
1986  
1987  
1988  
1989  
1990  
1991  
1992  
1993  
1994  
1995  
1996  
1997  
1998  
1999  
2000  
2001  
2002  
2003  
2004  
2005  
2006  
2007  
2008  
2009  
2010  
2011  
2012  
2013  
2014  
2015  
2016  
2017  
2018  
2019  
2020  
2021  
2022  
2023  
2024  
2025  
2026  
2027  
2028  
2029  
2030  
2031  
2032  
2033  
2034  
2035  
2036  
2037  
2038  
2039  
2040  
2041  
2042  
2043  
2044  
2045  
2046  
2047  
2048  
2049  
2050  
2051  
2052  
2053  
2054  
2055  
2056  
2057  
2058  
2059  
2060  
2061  
2062  
2063  
2064  
2065  
2066  
2067  
2068  
2069  
2070  
2071  
2072  
2073  
2074  
2075  
2076  
2077  
2078  
2079  
2080  
2081  
2082  
2083  
2084  
2085  
2086  
2087  
2088  
2089  
2090  
2091  
2092  
2093  
2094  
2095  
2096  
2097  
2098  
2099  
2100



1080061919

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD Y DE FERTILIZACION  
CON NITROGENO EN EL CULTIVO DE LA AVENA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO  
PRESENTA EL PASANTE

*Jorge Luis García Avila*

MONTERREY, N. L.

2248 *[Signature]*

FEBRERO DE 1972

T  
SB 491  
.02  
G37



3  
FA 8  
197  
c

A MIS PADRES:

SR. VOLTAMAD GARCIA DE LA GARZA  
SRA. MARGARITA A. DE GARCIA

CON GRATITUD Y RESPETO



**A MIS HERMANOS Y FAMILIARES**

**A MIS MAESTROS,  
COMPAÑEROS Y AMIGOS**

**MUY ESPECIALMENTE A LOS INGENIEROS:**

**JESUS GARZA TORRES  
GILDARDO CARMONA RUIZ**

**POR SU VALIOSA COLABORACION EN EL DESARROLLO  
DE ESTE ESTUDIO.**

# I N D I C E

	PAGINA
INDICE DE TABLAS Y FIGURAS . . . . .	IV
INTRODUCCION . . . . .	1
LITERATURA REVISADA . . . . .	2
MATERIALES Y METODOS . . . . .	7
RESULTADOS Y DISCUSIONES . . . . .	16
CONCLUSIONES . . . . .	25
RESUMEN . . . . .	26
BIBLIOGRAFIA . . . . .	28
APENDICE . . . . .	30



## INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLA		PAGINA
1	Contenido de humedad del suelo a capacidad de campo y punto de marchitamiento permanente a diferentes - profundidades.	10
2	Densidad aparente obtenida cada 15 cms., de profun- didad.	10
3	Análisis Físico-Químico del suelo.	12
4	Valores de retención de agua por el suelo.	13
5	Números, fechas de riego y láminas totales aplica-- das en cada tratamiento.	16
6	Altura de las plantas a los 81 días después de la - siembra en promedio de cada uno de los tratamientos	20
7	Rendimiento de materia verde en Ton./Ha.	21
8	Rendimiento de materia seca en Ton./Ha.	21
9	Análisis de varianza correspondiente a los rendi--- mientos de forraje verde y materia seca respectiva- mente.	30
<b>FIGURA</b>		
1	Dimensiones y distribución de las parcelas.	9
2	Contenido de humedad a capacidad de campo y punto - de marchitamiento permanente a diferentes profundi_	

FIGURA	PAGINA
dades.	11
3 Curva de abatimiento y porcentaje de humedad abatida para el tratamiento A - 3.	15
4 Relación entre el porcentaje de humedad aprovechable del suelo y tiempo de abatimiento.	17
5 Relación entre el porcentaje de humedad aprovechable del suelo y tiempo de abatimiento.	18
6 Relación entre el porcentaje de humedad aprovechable del suelo y tiempo de abatimiento.	19

## I N T R O D U C C I O N

El cultivo de la avena ocupa un lugar de gran importancia en la agricultura de México, por lo que se han hecho innumerables esfuerzos para aumentar los rendimientos y mejorar la calidad de este cultivo.

Existen varios factores ambientales y factores dependientes del hombre que limitan la producción de avena en México. Dentro de los factores ambientales limitantes se encuentran la humedad, las bajas temperaturas, granizadas, etc., los cuales no pueden ser modificados por el hombre. En cambio, hay ciertos factores dependientes de este, como son: prácticas de riego, época de siembra, densidad de siembra, uso de fertilizantes, variedades adecuadas, labores culturales, control de plagas, enfermedades y -- otros, los que pueden ser modificados por el hombre para hacer una aplicación más adecuada de ellos y lograr una mayor y más eficiente producción de avena tanto de grano como de forraje.

La utilización eficiente tanto del suelo como del agua, es un problema de primera importancia en México. Esto significa que en la producción de avena se deben usar las prácticas culturales que produzcan el mayor -- rendimiento posible por unidad de superficie, o el mayor rendimiento por unidad de agua de riego aplicada.

El objetivo de esta investigación fué evaluar el efecto que diferentes niveles de humedad pueden tener sobre la respuesta a la fertilización nitrogenada, y así abrir el camino para establecer el mejor y más adecuado programa de riegos para abastecer las necesidades del cultivo fertilizado bajo las condiciones de Gral. Escobedo, N.L.

## LITERATURA REVISADA

La avena es uno de los cereales que ocupa el cuarto lugar entre los granos básicos para la alimentación humana, en algunos países como los Estados Unidos de Norte América, ocupa el tercer lugar como alimentación humana, y como planta forrajera. (1)

En México la avena ocupa el sexto lugar entre los cultivos de grano. Siendo uno de los cereales que se pueden establecer en el invierno, debido a que es una planta que resiste las heladas cuando es pequeña y presenta la posibilidad de intensificar su cultivo en todas aquellas zonas de clima templado y frío. (1)

La determinación del momento de regar es tal vez el problema más difícil que el agricultor necesita resolver para mantener condiciones óptimas de humedad. Si el intervalo entre riegos es demasiado corto, el costo de producción aumenta innecesariamente, se pierde agua, se aumentan los problemas de drenaje y salinización, una parte excesiva de los nutrientes se usa en la producción de paja, el peligro de acame aumenta y la producción de grano puede reducirse. En cambio, si el intervalo de riegos es demasiado largo se reducen los rendimientos de grano, puede disminuir la producción de grano por unidad de agua aplicada y baja la eficiencia de los fertilizantes para aumentar el rendimiento. (3)

El crecimiento de una planta esta controlada por el agua que ella posee y en forma indirecta por el agua del suelo. El agua presente en la planta se encuentra regulada por las ganancias y pérdidas del líquido que

se suscitan en ella a través de los diferentes procesos metabólicos. El crecimiento vegetativo es sensible a deficiencias de agua, ya que el desarrollo está íntimamente relacionado con la turgencia, y pérdidas de ésta trae como consecuencia plantas mal desarrolladas y con bajos rendimientos. (5)

El nivel de humedad existente en el suelo afecta notablemente la eficiencia de los fertilizantes, según se ha establecido en experimentos con diferentes niveles de humedad y fertilización (2) encontrando que la respuesta de los cultivos a la fertilización del suelo es mayor cuando no se tienen deficiencias de humedad, siendo por el contrario menor y en algunas ocasiones negativa cuando prevalecen condiciones de sequía.

Un estudio fué llevado a cabo en el campo experimental "La Cal Grande", cerca de la Piedad Michoacán, en la primavera de 1955 para evaluar el efecto de déficit hídricos durante la floración en los rendimientos de maíz fertilizado con diferentes cantidades de nitrógeno se evaluaron cuatro variables de humedad (0, 4, 8 y 11 días de sequía durante la floración) y cuatro niveles de fertilizante nitrogenado (0, 50, 100 y 150 kg. de nitrógeno por hectárea). Los resultados indican que al retrasar el riego durante la floración, se reduce el rendimiento a la respuesta del cultivo a la fertilización nitrogenada. (2)

Menos agua es necesaria para producir una tonelada de grano en suelos fértiles que en suelos con un bajo nivel de fertilidad.

En un experimento llevado a cabo en Lincoln, Nebraska, se observó que las parcelas de maíz en suelos de alta y baja fertilidad, requirieron 300

y 400 kg., de agua respectivamente para producir un kilogramo de materia seca.

En otro experimento llevado a cabo en el mismo campo experimental, -- 25 cms., de agua aplicados a través de todo el ciclo produjeron una cosecha de 5.7 ton., por hectárea, cuando se fertilizó adecuadamente y de 4.8 tons., por hectárea cuando no se adicionó fertilizante alguno. (8)

Vega (10), establece que la ubicación del agua en el perfil del suelo es de suma importancia en la eficiencia del fertilizante considerando que los estratos superiores del suelo principalmente los primeros 20 cms., son los de mayor fertilidad. La fertilidad va decreciendo con la profundidad.

Es un trabajo desarrollado por Mendizábal (6) sobre avena forrajera, encontró que los tratamientos de nitrógeno incrementaron el rendimiento de 14.3 a 27.9 tons., de forraje por Ha., cuando se aplicaron 200 kg., de nitrógeno por Ha., y se regó al llegar al porcentaje de marchitamiento permanente y de 13.8 a 33.2 tons., de forraje por Has., cuando se regó al llegar a 80% de la humedad aprovechable.

Cuando no se aplicó nitrógeno los tratamientos de humedad no afectaron el rendimiento, en tanto que con 200 kg., de nitrógeno por hectárea, se obtuvo un incremento de 5 tons., de forraje por Has. en el tratamiento más húmedo.

El contenido de proteínas varió de 14.1% a 18.3% para la aplicación máxima de nitrógeno cuando se regó al PMP y de 12.7 a 17.1% cuando se regó al 80% de humedad aprovechable.

Los tratamientos de humedad aprovechable afectaron los contenidos de proteína de 14.1% a 12.9% cuando no se aplicó nitrógeno y de 18.3% a 17.1% cuando se aplicaron 200 kg., de nitrógeno por Ha.

Mendizábal dice que él no tuvo diferencia entre tratamientos de humedad debido a sub-irrigación desde las regaderas, y de los tratamientos -- más húmedos hacia los más secos, debido a la presencia de una capa de arena presente en todo el lote donde se efectuó el experimento. (6)

Una planta en condiciones normales de desarrollo absorbe agua de los estratos superiores e inferiores del suelo. El agua del estrato superior se pierde rápidamente por evaporación y por la alta concentración de las raíces, esto hace que la tensión con la cual es retenida la humedad en -- este estrato vaya en aumento, quedando más accesible aquella que se en---cuentra a mayor profundidad debido a la menor tensión con la cual es retenida. (11) De ahí se deriva la importancia de mantener el estrato más -- fértil en las mejores condiciones de humedad. Por ello se iniciaron experimentos para conocer la respuesta de este cultivo a los riegos y la fertilización.

La fertilidad del suelo rara vez tiene una influencia apreciable sobre la evapo-transpiración, si no existe algún impedimento físico para el desarrollo de las raíces o el movimiento de la humedad. La evapo-transpiración es un proceso controlado por la energía derivada de la radiación -- solar, por lo tanto, es totalmente independiente de la fertilidad del suelo, si la cubierta vegetal es verde y razonalmente completa. El resultado es que siempre que la fertilización aumenta el desarrollo de las plantas, las necesidades del agua se reducen proporcionalmente. (4)

El efecto de la interacción entre el nivel de fertilidad y la humedad del suelo queda de manifiesto en el trabajo hecho por Tempest y Snelson -- (9) cerca de Brooks, Alberta, Canada. Las parcelas de alta fertilidad rindieron 0.81 tons. de trigo más por Ha., que las parcelas de baja fertilidad, con la aplicación de una lámina de 14 cms., de agua de riego, y 2.42 tons., más Ha., con 53 cms., de agua, ó dicho en otras palabras, aumentando la lámina de agua riego aplicada de 14 a 53 cms., se obtuvo un aumento de rendimientos de trigo de 1.68 tons./Has., en parcela de baja fertilidad y de 3.29 tons./ha., en parcelas de alta fertilidad.

En un estudio hecho en invernadero sobre los efectos de la humedad -- del suelo y del nitrógeno disponible en relación con los rendimientos del trigo, Neidig y Snyder (7) encontraron un efecto de la interacción entre -- estos dos factores. Mejorando las condiciones de la humedad del suelo resultó en un aumento en los rendimientos del trigo de 1.6 grs., sin nitrógeno y de 4.4 gr., con fertilización nitrogenada. La aplicación de nitrógeno aumentó los rendimientos en 6.6 gr., en condiciones de suelo seco y en 9.4 gr., en condiciones de suelo húmedo. En general, para la mayoría de -- los cultivos, se reconoce que es necesario un abastecimiento adecuado de -- humedad del suelo con el fin de obtener un aumento máximo en el rendimiento como resultado de las aplicaciones de nitrógeno.

Es pues evidente, que la producción es una función del agua del suelo y de la fertilidad del mismo, siendo muy complicada la relación entre éstos, teniendo en cuenta que el suelo es un medio favorable donde un grupo de factores se combinan para el buen desarrollo de las plantas.



## MATERIALES Y METODOS

El presente experimento se llevó a cabo en el campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, siendo sus coordenadas geográficas, 23°49' latitud Norte y 99°10' longitud Oeste, y a una altura sobre el nivel del mar de 427 metros.

El clima de la región ha sido clasificado como semiárido, con un ciclo de lluvias muy irregular; teniendo una precipitación pluvial que varía de 360 a 720 milímetros anuales con una temperatura media anual de 21-24°C.

El diseño experimental que se usó el de bloques al azar, en parcelas divididas el cual constó de tres tratamientos de humedad y cuatro tratamientos de fertilizante nitrogenado con 3 repeticiones.

Los tratamientos de humedad estuvieron basados en términos de humedad aprovechable y fueron los siguientes:

- A.- Regar al abatirse el 40% de humedad aprovechable
- B.- Regar al abatirse el 60% de humedad aprovechable
- C.- Regar al abatirse el 80% de humedad aprovechable

Los tratamientos de fertilizantes nitrogenados fueron:

- 1.- 0 kgs. de nitrógeno por hectárea
- 2.- 60 kgs. de nitrógeno por hectárea
- 3.- 120 kgs. de nitrógeno por hectárea
- 4.- 180 kgs. de nitrógeno por hectárea

Se utilizó como fuente de nitrógeno sulfato de amonio al 20.5%. Se hizo una aplicación de 50 kgs., de  $P_2 O_5$  por Ha., en todas las parcelas experimentales. Habiéndose usado superfosfato simple al 19.5% como fuente de fósforo.

Las aplicaciones de fertilizantes fueron al voleo, efectuándose estas aplicaciones al momento de la siembra.

Se utilizó el diseño de parcelas divididas, ocupando las parcelas las principales las variables de humedad y las sub-parcelas las variables de nitrógeno.

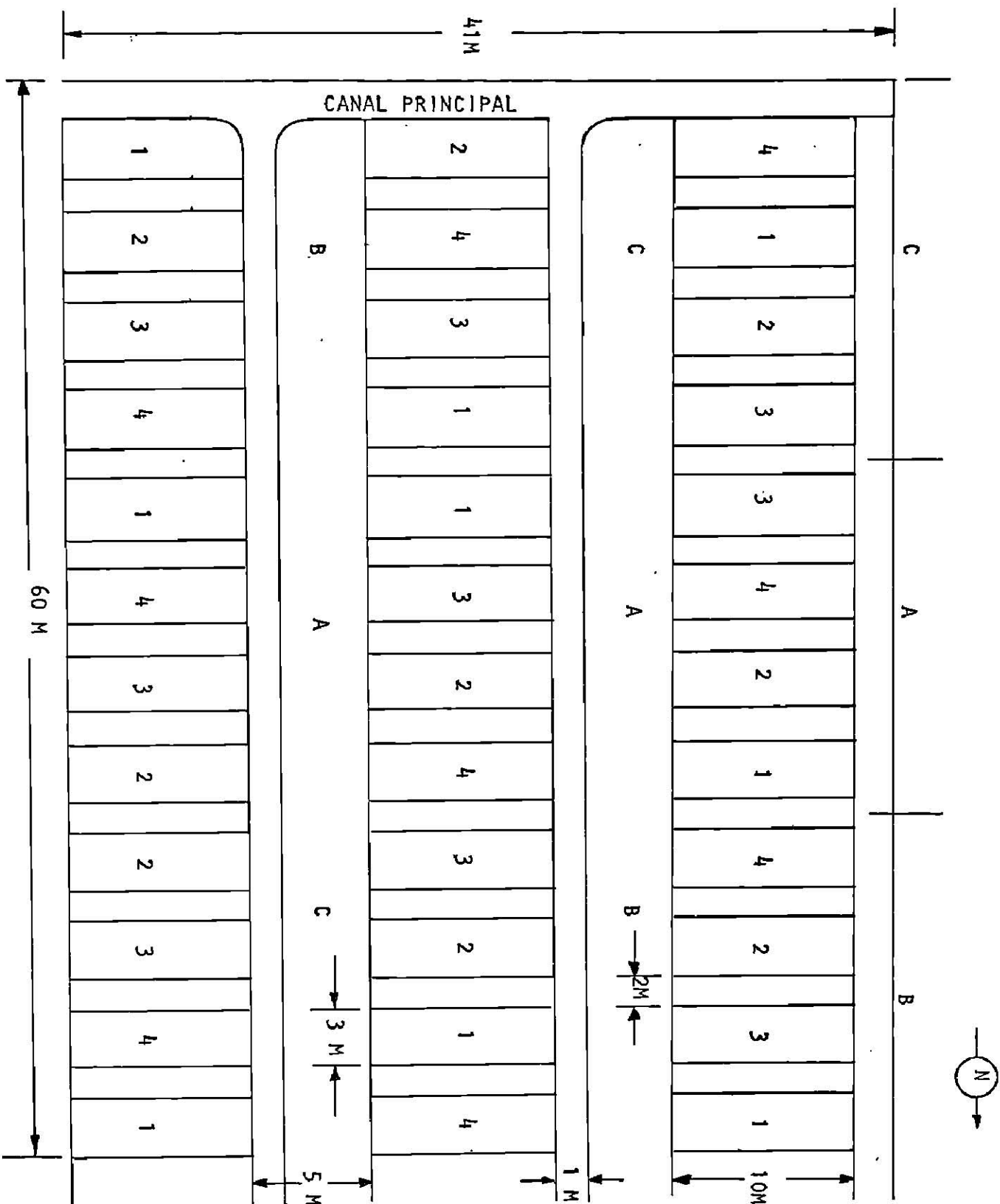
En la figura No.1 se presentan las dimensiones y distribución de las parcelas.

Se hizo la preparación del terreno para la siembra mediante las prácticas agrícolas necesarias.

La siembra se efectuó el día 6 de diciembre de 1969, habiéndose hecho al voleo a una profundidad de unos 4 cms., usándose una densidad de 90 - - kgs./ha.

El experimento se realizó con la variedad Chihuahua por ser una de las variedades que mejor se ha adaptado en esta zona.

El día 12 de diciembre se aplicó un riego pesado a todos los tratamientos, esto para proporcionar la humedad suficiente para una buena germinación de la semilla, a los 14 días después se volvió a regar para poner el suelo a capacidad de campo.



A=40% DE ABAT.  
 B=60% DE ABAT.  
 C=80% DE ABAT.

NIVELES DE FERTILIZAN-  
 TES.

- 1.- 0 KG/HA. DE N.
- 2.- 60 KG/HA. DE N.
- 3.- 120 KG/HA. DE N.
- 4.- 180 KG/HA. DE N.

FIGURA NO.1.- DIMENSIONES Y DISTRIBUCION DE LAS PARCELAS

Se determinó la capacidad del campo y el punto de marchitamiento permanente del suelo a diferentes profundidades por el método de campo y por el método de Briggs y Shantz ( $P.M.P. = \frac{C.C.}{1.84}$ ) respectivamente, los resultados se reportan en la Tabla No.1, y se muestran gráficamente en la figura No.2.

TABLA No. 1.- Contenido de humedad del suelo a capacidad de campo y punto de marchitamiento permanente a diferentes profundidades.

PROFUNDIDAD cms.	C.C. %	P.M.P. %
0-15	20.0	15.7
15-30	24.9	13.5
30-45	24.2	13.1
45-60	24.0	13.0
60-75	23.5	17.7
75-90	22.1	12.0

Se determinó la densidad aparente a cada 15 cms., para poder obtener el porcentaje de humedad abatida en el suelo a las diferentes profundidades, los resultados se dan a conocer en la Tabla No.2.

TABLA No.2.- Densidad aparente obtenida a cada 15 cms., de profundidad.

PROFUNDIDAD cms.	DENSIDAD APARENTE grs./cm. <sup>3</sup>
0-15	1.045
15-30	1.142
30-45	1.142
45-60	1.116
60-75	1.148
75-90	1.148

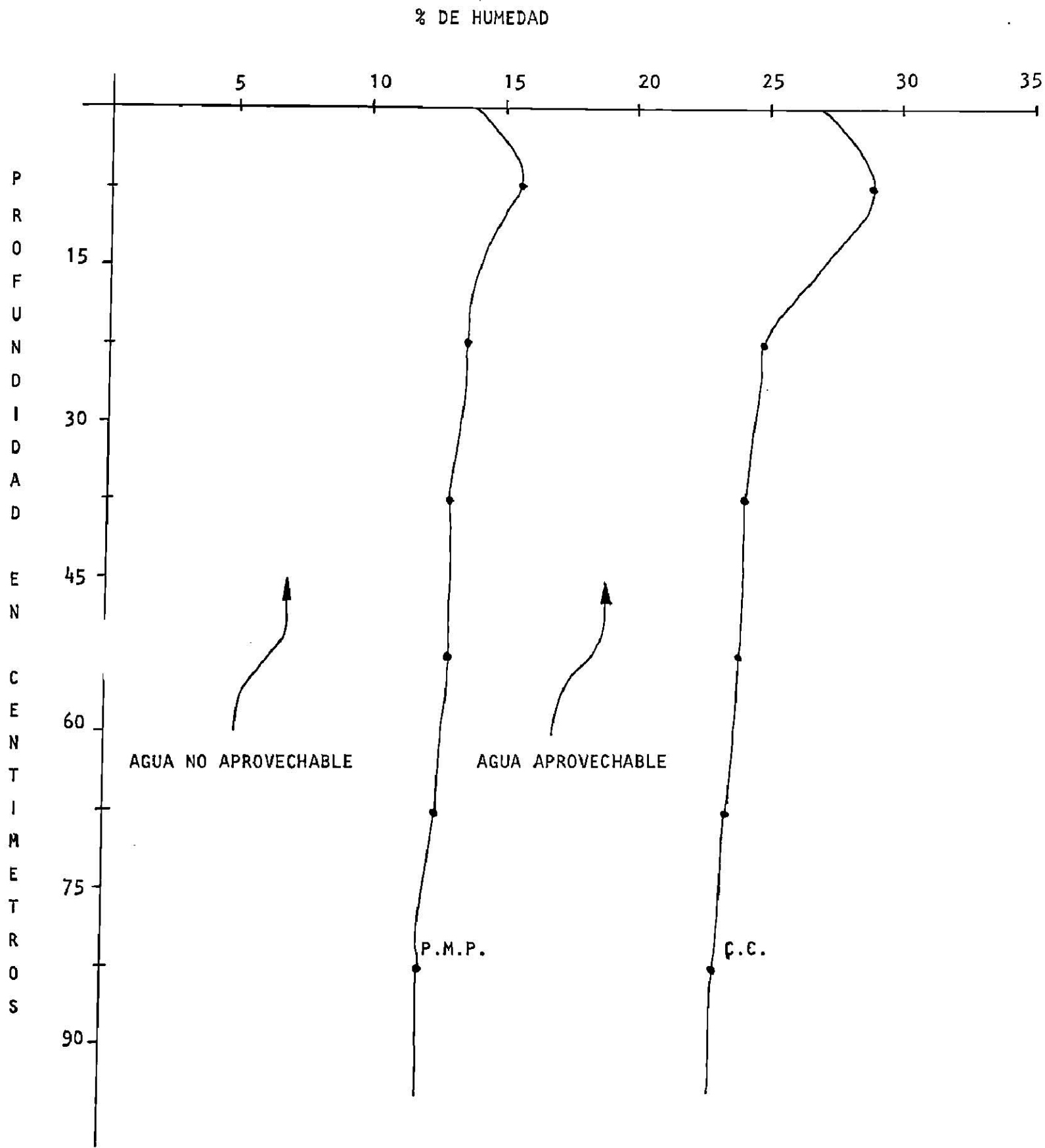


FIGURA NO.2.- CONTENIDO DE HUMEDAD A CAPACIDAD DE CAMPO Y PUNTO DE MARCHITAMIENTO PERMANENTE A DIFERENTES PROFUNDIDADES.

Se tomaron muestras del suelo para análisis Físico-Químico, con el objeto de tener una idea de las condiciones en que se encontraba el suelo -- donde se efectuó el experimento, los resultados se presentan en la Tabla - No.3.

TABLA No. 3.- Análisis Físico-Químico del suelo.

DETERMINACIONES	P R O F U N D I D A D (cms.)	
	0-30	30-60
Nitrógeno total (Método Kjeldahl) %	0.12	0.10
Fósforo Asimilable (Método Peech y English) Kg./Ha.	61	59
Potasio Asmilable (Método Peech) Kg./Ha.	480	551
Reacción del suelo (pH) (Relación suelo-agua 1:2)	8.00	8.10
Sales solubles totales (Puente de Wheatstone) Mmos./cm.	2.80	2.56
Materia orgánica (Método Walkley y Black) %	1.66	0.69
Textura (Método del Hidrómetro) % Arena	16.00	26.00
Limo	34.00	25.00
Arcilla	50.00	49.00
Color (Escala Munsell)		
Seco		Café gris ligero
Húmedo		Café gris

Para la determinación de la humedad abatida a la profundidad radicular en cada uno de los tratamientos se usó el método Gravimétrico, para el cual se hicieron muestreos periódicos del suelo cuando se consideraba que el abatimiento deseado estaba cercano a ocurrir.

Una vez encontrada la lámina abatida por el cultivo, se relacionaba con la lámina retenible por el suelo a la profundidad radicular, estos datos se presentan en la Tabla No.4.

TABLA No. 4.- Valores de retención de agua por el suelo

PROFUNDIDAD (cms.)	LAMINA	SUMA DE LA LAMINA
0-5	.64	.64
5-10	.66	1.30
10-15	.64	1.94
15-20	.67	2.61
20-25	.63	3.24
25-30	.62	3.86
30-35	.62	4.48
35-40	.61	5.09
40-45	.61	5.80
45-50	.60	6.30
50-55	.60	6.90
55-60	.60	7.50
60-65	.60	8.10
65-70	.59	8.69
70-75	.58	9.27
75-80	.58	9.85
80-85	.56	10.41
85-90	.56	10.97

En la figura No.3, se muestra la determinación de la humedad abatida a la profundidad radicular del tratamiento A-3, el cual tenía 39.2% de humedad abatida, la cual se obtuvo considerando el agua consumida en cada estrato multiplicado por la densidad aparente y por la profundidad del estrato. La suma de todos los estratos a la profundidad radicular daba como resultado el agua teórica para el riego, habiéndose obtenido la lámina necesaria para poner el suelo a capacidad de campo para cada estrato y la suma de el agua abatida de todos los estratos hasta la profundidad radicular se determinaba el porcentaje de humedad abatida. El agua real se aplicaba cubriendo un 60% por eficiencia de riego.

El agua fué aforada de los canales con sifones de 2" de diámetro, habiéndose colocado dos sifones en cada parcela.

El tiempo de riego fué conocido en función del volumen del agua por aplicar, del diámetro de los sifones y de la carga hidráulica. La carga hidráulica se mantuvo constante gracias a los vertederos colocados en los extremos de cada canal.

La avena se cosechó los días 12 y 13 de Marzo de una superficie de -- 5 metros<sup>2</sup>, situada con el centro de cada sub-parcela habiéndose cortado la planta con hoces de mano de mano a nivel del suelo.



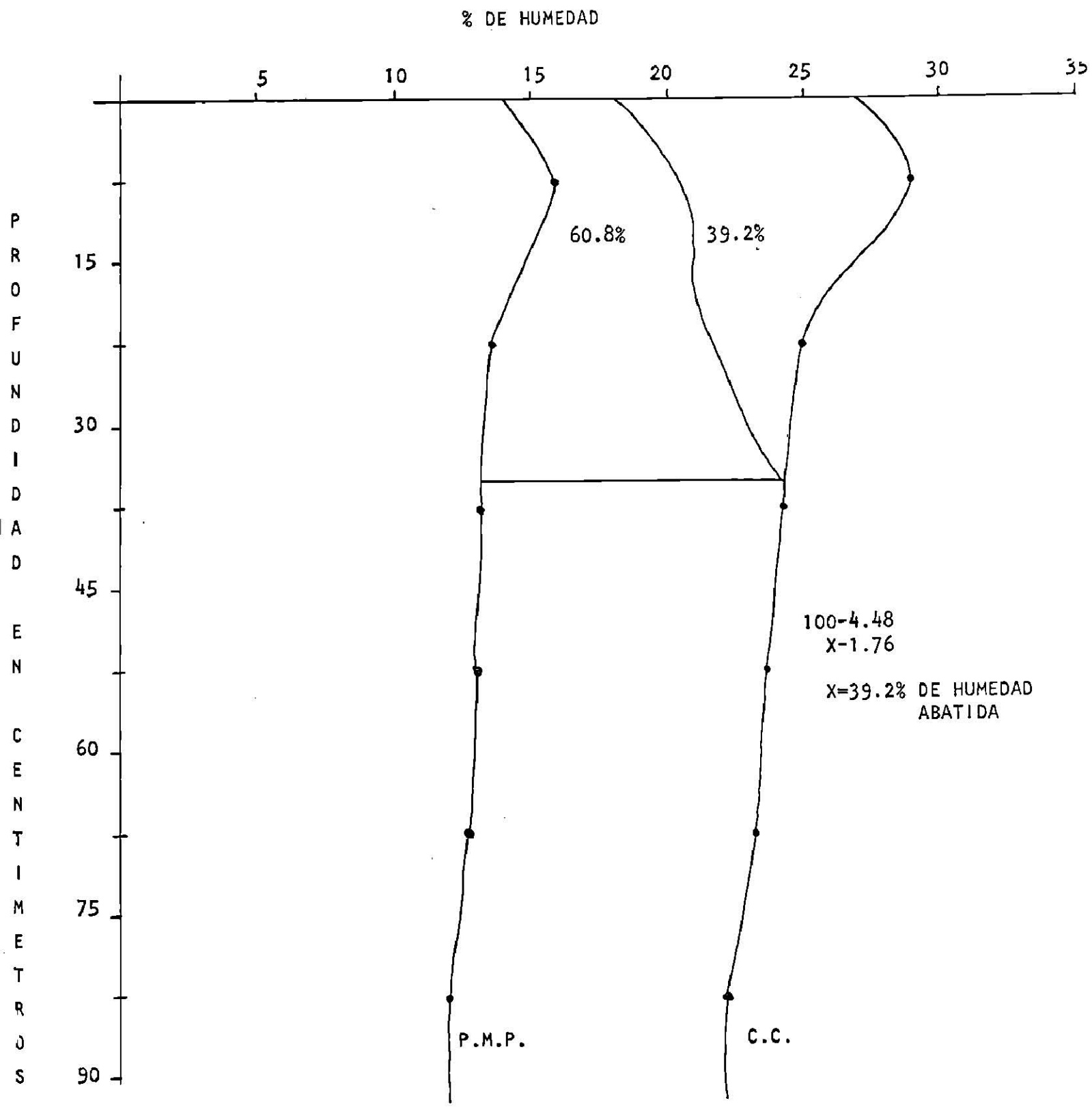


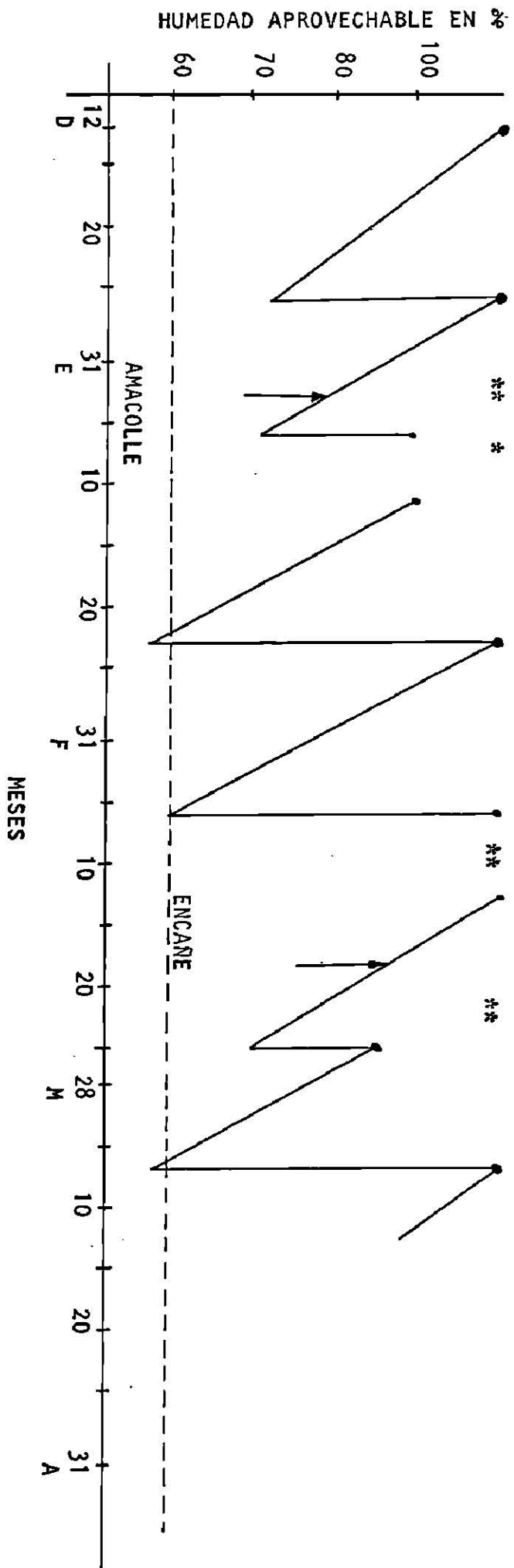
FIGURA NO.3.- CURVA DE ABATIMIENTO Y PORCENTAJE DE HUMEDAD ABATIDA PARA EL TRATAMIENTO A-3

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

Como el objetivo principal de esta investigación fue estudiar el efecto que diferentes niveles de humedad pueden tener sobre la respuesta a la fertilización nitrogenada, se llevó a cabo un registro del estado de humedad del suelo recibida por precipitaciones pluviales o por riego, esta información se resume en las figuras 4, 5 y 6, donde se presentan los tratamientos de humedad cuando no se aplicó fertilizantes nitrogenados.

TABLA No.5.- Números, fechas de riegos y láminas totales aplicadas en cada tratamiento.

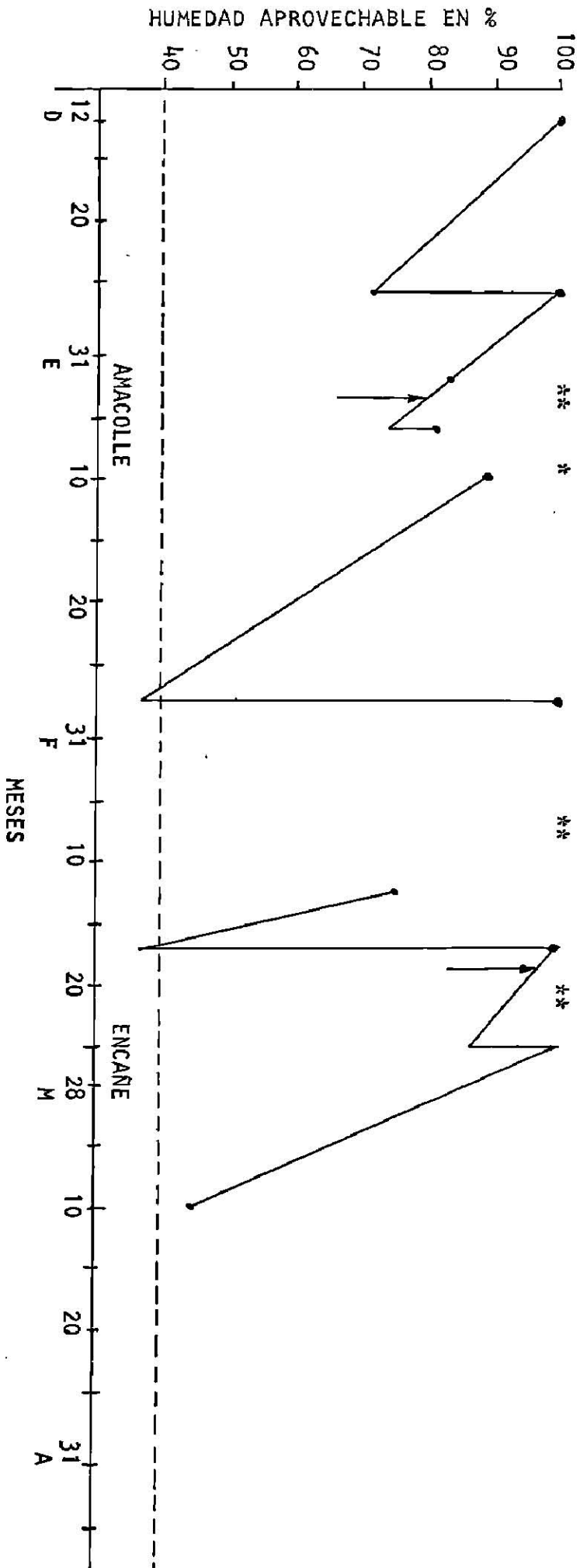
Tratamientos	Número de riegos	Fechas de riegos	Lámina total de los riegos (cm.)
A-1	5	Dic. 12 y 26, Ene	26.3
A-2	5	ro 23, Feb. 6 Mar	26.1
A-3	5	zo 8.	25.7
A-4	5		<u>25.7</u>
			25.9
B-1	4	Dic. 12 y 26 Ene-	24.1
B-2	4	ro 28, Feb. 17.	23.8
B-3	4		23.6
B-4	4		<u>23.6</u>
			23.7
C-1	3	Dic. 12 y 26, Fe-	20.2
C-2	3	brero 4.	20.4
C-3	3		20.0
C-4	3		<u>20.2</u>
			20.2



RIEGO AL ABATIRSE EL 40% DE H. APROVECHABLE  
 O KG. DE N/HA.  
 A - 1

RIEGOS  
 \* LLUVIAS

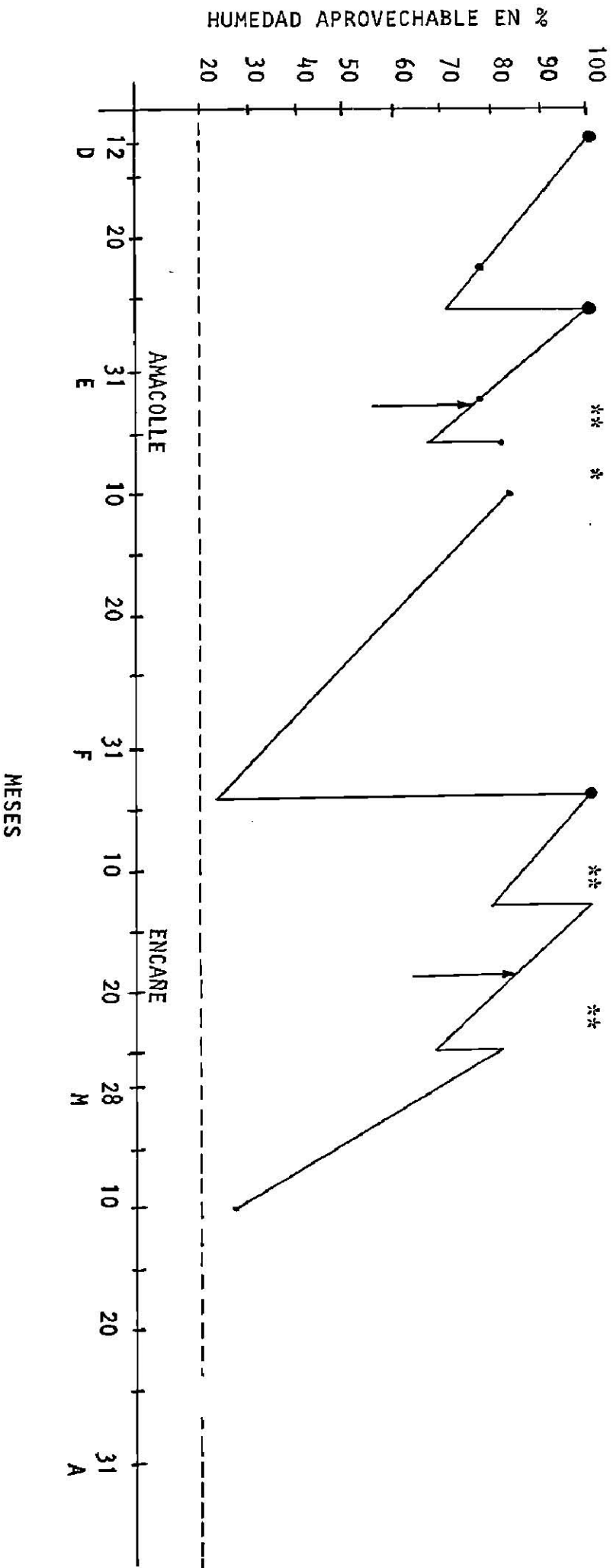
FIGURA NO.4.- RELACION ENTRE EL PORCENTAJE DE HUMEDAD APROVECHABLE DEL SUELO Y TIEMPO DE ABATIMIENTO



RIEGO AL ABATIRSE EL 60% DE H. APROVECHABLE  
 0 KG. DE N/HA.  
 B - 1

● RIEGOS  
 \* LLUVIAS

FIGURA No.5.- RELACION ENTRE EL PORCENTAJE DE HUMEDAD APROVECHABLE DEL SUELO Y TIEMPO DE ABATIMIENTO



RIEGO AL ABATIR EL 80% de HA. APROVECHABLE  
 0 KG. DE N/HA.  
 C - 1

● RIEGOS  
 \* LUVIAS

FIGURA No.6.- RELACION ENTRE EL PORCENTAJE DE HUMEDAD APROVECHABLE DEL SUELO Y TIEMPO DE ABATIMIENTO

Se debe mencionar que en un principio este trabajo fue planeado para evaluar el rendimiento en grano no pudiéndose llegar a esto a causa de una fuerte infestación de chauixtle y un acame marcado en los tratamientos de mayor fertilización.

Como puede observarse en la Tabla No.5, a medida que disminuía la humedad de acuerdo con los tratamientos bajó también el número de riegos, sin embargo, la lámina aplicada a los tres tratamientos fué casi la misma. Con esto se puede afirmar que aunque se utilizó la misma lámina, para los tres tratamientos, esta se aplicó en diferentes fechas con el objeto de tratar de determinar en que tiempo requiere mas agua la planta, sin embargo, debido a las precipitaciones presentadas y los pocos períodos críticos a que fué sometido el cultivo, no se lograron obtener diferencias significativas.

A los 81 días después de la siembra (febrero 25) se midió la altura de las plantas, los valores se presentan en la Tabla No.6.

TABLA No.6.- Altura de las plantas a los 81 días después de la siembra en promedio de cada uno de los tratamientos.

Humedad Aprovechable	Kilogramos por hectárea de nitrógeno				Promedio en cms.
	0	60	120	180	
40% Abatim.	66.6	68.0	70.6	66.6	67.9
60% Abatim.	61.0	63.7	64.6	64.6	63.2
80% Abatim.	62.0	63.6	63.0	61.3	62.4
	63.2	65.1	66.1	64.1	

Como puede observarse en ésta, la altura de las plantas respondió a los tratamientos de humedad como de fertilizantes, a medida que se reducía la humedad disminuía la altura de las mismas, lo mismo que puede observarse con respecto al nitrógeno a mayor fertilización mayor altura. A excepción del tratamiento que tenía 180 kilogramos por hectárea de nitrógeno.

La cosecha se efectuó los días 12 y 13 de Marzo, la superficie cosechada fué de 5.0 metros cuadrados, en la parte central de la parcela.

La cantidad de forraje verde y materia seca producida por parcela fueron analizados estadísticamente en la Tabla No.9, del apéndice se presentan los análisis de varianza correspondiente, y en las Tablas 7 y 8 se dan los rendimientos de forraje obtenidos en los distintos tratamientos.

TABLA No.7.- Rendimiento de materia verde en toneladas por hectárea.

Humedad Aprovechable	Kilogramos por hectárea de nitrógeno				Promedio
	0	60	120	180	
40% Abatim.	31.13	21.10	35.73	23.23	27.82
40% Abatim..	31.28	30.83	32.20	27.93	30.56
80% Abatim.	<u>30.56</u>	<u>29.80</u>	<u>30.30</u>	<u>31.50</u>	30.54
	30.97	27.28	32.74	27.55	

TABLA No.8.- Rendimiento de materia seca en toneladas por hectárea.

Humedad Aprovechable	Kilogramos por hectárea de nitrógeno				Promedio
	0	60	120	180	
40% Abatim.	6.22	4.24	7.14	5.41	5.75
60% Abatim.	6.25	6.93	6.44	6.28	6.47
80% Abatim.	<u>6.87</u>	<u>6.70</u>	<u>6.81</u>	<u>6.30</u>	6.67
	6.45	5.95	6.79	5.99	

En los tratamientos que corresponde al 40% de abatimiento con 60 y -- 180 kilogramos por hectárea de nitrógeno (A-2 y A-4) los rendimientos baja ron en una forma considerable, debido a la baja densidad de plantas que -- existían en éstas parcelas, lo cual explica porque el rendimiento promedio para el tratamiento mas húmedo (40% de abatimiento) fue más bajo.

En general, se puede decir que se obtuvieron buenos resultados en lo que respecta a la producción de forraje, 35.732 toneladas y 7.146 tonela-- das de materia seca por hectárea para el tratamiento A-3, no siendo así en lo que respecta a la finalidad del experimento, ya que no se obtuvo dife-- rencia estadística para los distintos tratamientos de que constó el experi<sub>men</sub>to.

Durante todo el desarrollo del experimento no fué posible detectar -- exactamente las precipitaciones presentadas, debido a la falta de pluvióme<sub>tro</sub>, sin embargo, haciendo muestreos después de que se presentaban éstas, -- fue posible evaluar su efecto en cada uno de los tratamientos, debido a lo anterior, la discusión del presente trabajo se hará atendiendo a los efec-- tos de los riegos y de las precipitaciones recibidas en los distintos tra-- tamientos de humedad estudiada, cuando no se aplicó nitrógeno (Figs. 4, 5 y 6), no se utilizaran el resto de las gráficas debido a que las condicio-- nes de humedad fueron muy similares en los tratamientos donde se probaron-- las distintas dosis de nitrógeno (60, 120 y 180 kg./ha.)

Se puede ver que el primer riego se aplicó a todos los tratamientos el día 12 de Diciembre con el fin de ayudar a la germinación de la semi--- lla. El 26 de Diciembre se hizo un muestreo encontrándose condiciones muy similares de humedad en todos los tratamientos ya que existía un 71% de hu



medad aprovechable. Este mismo día se dió un segundo riego por inundación a todas las parcelas para poner el suelo a capacidad de campo. A partir de esta fecha se continuaron los muestreos para determinar los abatimientos en los distintos tratamientos.

El día 3 de Enero la mayoría de las plantas se encuentran amacolladas en esta fecha la humedad aprovechable existente en el suelo era de 74% 80% y 73% para los tratamientos A, B y C respectivamente. Como puede verse en este período crítico de desarrollo de la planta, la humedad aprovechable del suelo era casi la misma, así como en los días que precedieron a este período. Considerándose que esta fue una de las causas que tuvieron efectos para que no se encontraran diferencias significativas entre los mismos. Posteriormente a éste período, o sea, los días 4 y 5 de Enero, se presentaron algunas lluvias que aumentaron la humedad aprovechable del suelo a 89%, 81% y 81% para los tratamientos A, B y C respectivamente.

El día 10 de Enero se volvieron a presentar algunas lluvias que nivelaron la humedad en todos los tratamientos. Como puede observarse en las gráficas correspondientes, las condiciones de humedad en este primer mes del experimento fueron practicamente las mismas en los tres tratamientos de humedad.

A partir de esta fecha se prolongó el tiempo para efectuar el siguiente riego conforme disminuía la humedad de acuerdo con los tratamientos. Efectuándose este riego a los siguientes 12 días en el tratamiento de 40% de abatimiento (A), a los 17 días en el tratamiento de 60% de abatimiento, (B) y a los 24 días después de estas lluvias del 10 de Enero en el tratamiento de 80% de abatimiento (C), sin embargo esta diferencia en fechas de

riego no fue suficiente para producir rendimientos estadísticamente diferentes. Esto se debió a que en este tiempo la planta no se encontraba en ningún período crítico de desarrollo.

El día 18 de Febrero cuando la mayoría de las plantas se encontraban encañadas, las condiciones de humedad del suelo que precedieron a este período, fueron iguales en los tratamientos A y C, debido a las lluvias que habían caído los días 8 y 9 de este mes y a un riego que se les había aplicado a estos tratamientos unos días antes de las lluvias. Las condiciones de humedad que precedieron al período de encañe en el tratamiento B, fueron más bajas pero por un período muy corto que no fue suficiente para marcar diferencias en rendimiento, ya que se aplicó un riego el día 17 de Febrero.

Los días 21 y 22 volvió a llover, poniendo el suelo en condiciones muy semejantes de humedad en las parcelas de los diferentes tratamientos.

El día 8 de Marzo se aplicó un riego al tratamiento A, pero debido a que se aplicó 4 días antes de la cosecha, se considera que no tuvo influencia en el desarrollo de la planta.

Por lo que respecta a los efectos del fertilizantes, tampoco se lograron diferencias significativas entre los tratamientos probados, existen antecedentes de poca respuesta a las aplicaciones de nitrógeno en estos suelos, lo cual se puede deber a algunas condiciones propias del suelo, tales como pH alcalinos y texturas pesadas, condiciones que favorecen las pérdidas de nitrógeno por volatilización.

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

De los resultados obtenidos en este estudio, se lograron obtener las siguientes conclusiones.

1.- No se encontró diferencia significativa para el rendimiento en forraje verde y materia seca, entre los diferentes tratamientos de humedad y fertilización nitrogenada probados.

2.- Las causas por las que se obtuvieron rendimientos parecidos en todos los tratamientos, fue la precipitación pluvial, que se presentó durante los períodos críticos de amacollamiento y encañe de la planta, por lo que estando todos los tratamientos en las mismas condiciones de humedad en estos períodos no se marcaron diferencias en rendimiento. Aunque si se logró un ligero aumento en la altura de las plantas de acuerdo como iba aumentando el contenido de humedad y de nitrógeno en el suelo.

3.- Se recomienda que se repitan este tipo de experimentos para captar las diferencias en precipitaciones en un período de varios años, asimismo que se utilicen variedades de avena resistentes al acame y al ataque de chauixtle.

## R E S U M E N

Con el objeto de evaluar el efecto que diferentes niveles de humedad y de fertilizante nitrogenado pueden tener sobre el rendimiento en avena, se realizó este estudio durante el ciclo de invierno 69-70 en el campo -- agrícola experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. El experimento se diseñó en bloques al azar en parcelas divididas, el cual constó de tres tratamientos de humedad y cuatro -- tratamientos de fertilizante con tres repeticiones.

Los tratamientos de humedad consistieron en aplicar un riego cuando en el suelo se hubiesen abatido los siguientes porcentajes de humedad -- aprovechable.

### TRATAMIENTO

- A.- Riego al abatirse el 40% de humedad aprovechable
- B.- Riego al abatirse el 60% de humedad aprovechable
- C.- Riego al abatirse el 80% de humedad aprovechable

Los tratamientos de fertilizantes nitrogenados fueron:

- 1.- 0 kg. de nitrógeno por hectárea
- 2.- 60 kg. de nitrógeno por hectárea
- 3.- 120 kg. de nitrógeno por hectárea
- 4.- 180 kg. de nitrógeno por hectárea

La cantidad de agua y el número de riegos estuvieron regidos por la-

humedad abatida en el suelo a la profundidad radicular.

No se obtuvo diferencia significativa para el rendimiento de forraje verde y materia seca para los diferentes tratamientos de humedad y fertilizantes estudiados, esta falta de significancia se debió a la precipitación pluvial presentada en los períodos críticos de desarrollo de la planta, ya que en estos períodos las condiciones de humedad del suelo eran -- muy semejantes en los distintos tratamientos, por lo que no se marcaron -- diferencias en rendimiento.

## B I B L I O G R A F I A

- 1.- Díaz del Pino. 1953. Cereales de primavera 1a. Ed. Editorial Salvat Mex. Pág. 239-243.
- 2.- Fernández, G.R. y R.J. Laird. 1958. Efectos de la sequía durante -- el espigamiento en maíz fertilizado con diferentes -- cantidades de nitrógeno. S.A.G. Folleto técnico, Núme-- ro 30. Pág. 1-26.
- 3.- Fernández, G.R. y R.J. Laird. 1958. Efectos de la humedad del suelo y de la fertilización con nitrógeno sobre el rendi--- miento y la calidad del trigo. Folleto técnico, No.- 27. O.E.E. S.A.G.
- 4.- Hagan, R.M. y Henderson, D.W. 1960. Soil Plant-Water interrelations. Adv. in Agr. Pág. 9-11.
- 5.- Kramer G.P. 1963. Water stress and plant Growth Agron. Journal. Pág. 35.
- 6.- Mendizábal, F. y R. Fdez. 1967. Riego y fertilización en avena forrajera. Boletín del Ciane, Matamoros, Coah.
- 7.- Neidig, Ray E. and Snyder Robert S. 1964. The relation of moisture and available nitrogen to the yield and protein conten of wheat. Soil Sci. 18: 173-179.

- 8.- Rhoades, H.F. y L.B. Nelson. 1955. Growing 100 bushel corn with - -  
irrigation. The 1955 Yearbook of Agric. U.S. Depto. de  
Agric. Washington P. 394-400
- 9.- Tempest, J.S. and Snelson W.H. 1950. Irrigation practice and water -  
requiriments for crops in Alberta Depto. interior, Ca-  
nada. Irrigation series Bul. No.7
- 10.- Vega Gutiérrez J. 1968. Comportamiento del sorgo (S.V.) en función -  
de la humedad disponible en el suelo. Tesis. I.T.E.S.M.  
Escuela de Graduados. Pág. 34
- 11.- Volk, G.M. 1967.- Significance of moisture translocation from soil  
zones of low tension to zones of high moisture tension  
by plant roots. Jour American Soc. Agron. 39: 93-106.

A P E N D I C E

TABLA No.9.- Análisis de varianza correspondiente a los rendimientos de forraje verde y materia seca respectivamente.

CAUSAS	G L	S C	C M	F
Humedad	2	16.994	8.247	429 N.S.
Repetición	2	112.882	56.441	2.942 N.S.
Error (a)	4	76.730	19.182	
Fertilizantes	3	47.980	15.993	2.811 N.S.
Humedad por fertilizante	6	67.63	11.271	1.982 N.S.
Error (b)	18	102.417	5.689	
TOTAL	35	424.133		

CAUSAS	G L	S C	C M	F
Humedad	2	1.454	.727	.673 N.S.
Repetición	2	2.479	1.239	1.147 N.S.
Error (a)	4	4.321	1.080	
Fertilizante	3	1.013	.338	756 N.S.
Humedad por fertilizante	6	2.574	.429	958 N.S.
Error (b)	18	8.042	.447	
TOTAL	35	19.883		



