

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



INDUCCION DE RESISTENCIA A LA SEQUIA
EN AVENA FORRAJERA (*Avena sativa* L.)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA:
SERGIO ALEJANDRO SALINAS GONZALEZ

MONTERREY, N. L.

1975

T

SB191

.02

S2

c.1



1080063724

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE AGRONOMÍA



IMPUESTOS DE RESISTENCIA
A LA TIERRA EN AYUDA FORAJERA

ALVARO GONZALEZ L.

1953

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



INDUCCION DE RESISTENCIA
A LA SEQUIA EN AVENA FORRAJERA
(Avena sativa L.)

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA
SERGIO ALEJANDRO SALINAS GONZALEZ

MONTERREY, N. L.,

1975

T
SB 191
02
52

0 O.C
A O



Biblioteca Central
Maana Solidaridad

F. Tesis



UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

Con eterno cariño y respeto

A mis padres:

Sr. Miguel Salinas Luna

Sra. Ma. Ciria González de Salinas

*Agradeciéndoles la ayuda y guía que siem
pre me han proporcionado.*

A mi esposa:

*Sra. Blanca Alicia Montemayor de Salinas
Por su valiosa ayuda, confianza y entusiasmo
que depositó en mí, para ver realizado este
trabajo.*

A mis hermanos y demás familiares.

A mis compañeros y amigos.

A mis maestros.

Mi sincero agradecimiento a los Sres.

Dr. José Luis de la Garza e

Ing. Javier García

*Por su acertada orientación para la
realización de la presente.*

INDICE GENERAL

	<i>Página</i>
I.- INTRODUCCION.....	1
II.- REVISION DE LITERATURA.....	3
III.- MATERIALES Y METODOS.....	18
IV.- RESULTADOS Y DISCUSION.....	28
V.- CONCLUSIONES.....	46
VI.- RECOMENDACIONES.....	49
VII.- RESUMEN.....	52
VIII.- LITERATURA CONSULTADA.....	55
IX.- APENDICE.....	58

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

	<i>Página</i>
TABLA 1.- <i>Temperatura máxima, mínima y media en grados centígrados, registradas durante el desarrollo del experimento. Escobedo, N.L. 1973-1974.</i>	24
TABLA 2.- <i>Registro pluviométrico que se obtuvo durante el ciclo de la avena en el campo experimental de la Fac. de Agronomía, Escobedo, N. L. 1973-1974.</i>	24
TABLA 3.- <i>Altura media (cms.) de las plantas de Avena sativa L. var. Guelatao de cada tratamiento. Escobedo, N. L. 1973-1974</i>	29
TABLA 4.- <i>Rendimiento en forraje verde de Avena sativa L. var. Guelatao Kg. por parcela útil. Escobedo, N. L. 1973-1974.</i>	29
TABLA 5.- <i>Indice foliar por tratamiento (en cm.²) en plantas de Avena sativa L. var. Guelatao. Escobedo, N. L. 1973-1974.</i>	37
TABLA 6.- <i>Amacollamiento de las plantas de Avena sativa L. var. Guelatao (número de tallos) de cada tratamiento. Escobedo, N. L. 1973-1974.</i>	39
TABLA 7.- <i>Por ciento de materia seca en plantas de <u>Avena sativa</u> L. var. Guelatao de ca-</i>	

- da tratamiento. Escobedo, N. L. 1973-1974. 40
- TABLA 2.- Datos del experimento sobre inducción de resistencia a la sequía en Avena sativa L. var. Guelatao. Escobedo, N. L. 1973-1974. 43
- FIG. 1.- Gráfica que muestra la distribución de parcelas en el campo de siembra. 20
- FIG. 2.- Temperaturas máximas y mínimas que se presentaron durante el ciclo del experimento. Fuente: Estación Apodaca. S.R.H. ciclo 1973-1974. 25
- FIG. 3.- Curva de crecimiento de Avena sativa L. var. Guelatao. Obtenida con la media de los primeros cuatro tratamientos. Escobedo, N. L. 1973-1974. 30
- FIG. 4.- Curva de crecimiento de Avena sativa L. var. Guelatao obtenida con las diferentes alturas del tratamiento T5. Escobedo, N. L. 1973-1974. 31
- FIG. 5.- Curva de crecimiento de Avena sativa L. var. Guelatao obtenida con las diferentes alturas del tratamiento T6. Escobedo, N. L. 1973-1974. 32
- FIG. 6.- Altura del tratamiento No. 1 a los 50 -

	<i>Página</i>
días de la siembra.	33
FIG. 7.- Altura del tratamiento No. 2 a los 50 - días de la siembra.	33
FIG. 8.- Altura del tratamiento No. 3 a los 50 - días de la siembra.	34
FIG. 9.- Altura del tratamiento No. 4 a los 50 - días de la siembra.	34
FIG. 10.- Altura del tratamiento No. 5 a los 50 - días de la siembra.	35
FIG. 11.- Altura del tratamiento No. 6 a los 50 - días de la siembra.	35
FIG. 12.- Relación de la producción de forraje - verde de <u>Avena sativa</u> L. var. Guelatao con altura de plantas. Escobedo, N. L. 1973-1974.	45

INTRODUCCION

El uso fundamental de la avena en el norte de México es básicamente como forrajera. Teniendo presente las condiciones adversas por las que han pasado los cultivos en esta zona y en especial las plantas forrajeras, es de gran importancia encontrar técnicas que permitan el aumento en la producción, o bien el establecimiento de este tipo de cultivo en zonas áridas y semiáridas.

La avena se ha adaptado a las regiones áridas y con invierno definido, así tenemos que su forraje es aprovechado por el ganado en forma de ensilado, heneficado y especialmente en pastoreo como forraje verde.

Han existido factores limitantes que determinen el desarrollo y producción de avena en México. Entre estos factores ambientales limitantes tenemos la humedad (precipitación pluvial), temperaturas inadecuadas, granizadas etc., los cuales no pueden ser modificados por el hombre. En cambio, hay factores limitantes regulables por el hombre, así tenemos: Técnicas de riego, uso de variedades resistentes, fertilización de los suelos, fechas de siembra, densidad de siembra, control de plagas y enfermedades, labores culturales etc., estos factores al ser modificados por el hombre se llega a una mayor y más eficiente producción en todos los cultivos.

Después de conocer los inadecuados recursos técnicos

y materiales con que cuentan una gran cantidad de agricultores, comprendemos que muchos estudios técnicos y experimentales no han tenido una aplicación directa y en especial en las condiciones en que se encuentran los agricultores de nuestro México; por lo tanto, es de gran utilidad efectuar trabajos con los recursos con que cuentan los agricultores de cada región.

En la región donde se llevó a cabo el experimento se cultiva cebada y avena con el propósito de obtener forraje, por tal motivo y por la carencia de datos que permitan un aumento en la producción de avena forrajera bajo condiciones de sequía, temporal o en regiones áridas y semiáridas en las cuales tenemos deficiencia de agua y altas temperaturas, el objeto del presente experimento es establecer -- comparaciones entre los tratamientos que induzcan resistencia a la sequía.

La finalidad de este trabajo fué encontrar un tratamiento que induzca mayor resistencia a la sequía, para aumentar la producción en todos los cultivos que se desarrollan en zonas áridas y semiáridas, debido a que estas son las zonas donde se han encontrado las condiciones más adversas para el buen desarrollo de los cultivos, es decir, falta de agua y elevadas temperaturas.

REVISION DE LITERATURA

Según Martínez Medina y Maldonado (5) consideraron como zonas áridas para México aquellas áreas cuyas precipitación pluvial es menor de 350 milímetros anuales, con temperaturas medias anuales que varían de 15 a 25 grados centígrados y teniendo de 8 a 12 meses secos. Además estas zonas generalmente han tenido una cubierta vegetal menor de 70% dominando parcialmente especies xerofíticas.

En el estudio de Martínez Medina y Maldonado (5) han informado que las zonas áridas de México cubren parte de los estados de Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Nuevo León, Tamaulipas, Querétaro, Hidalgo, Puebla, Oaxaca y el Territorio de Baja California, con una superficie total aproximada de 56.7 millones de hectáreas en donde habitan alrededor de 7.8 millones de personas. Al mismo tiempo se encontraron las zonas semiáridas de nuestro país, las cuales cubren una superficie aproximada de 23.3 millones de hectáreas, bajo el criterio de que son áreas cuya precipitación pluvial varía de 350 a 600 milímetros anuales, con una temperatura media anual de 18 a 25 grados centígrados, con la presencia de 6 a 8 meses secos y con una cubierta vegetal mayor del 70%, dominando parcialmente vegetación de matorrales y pastizales. A pesar de las características tan extremas del clima tanto en zonas áridas como semiáridas, se han al

canzado a desarrollar especies vegetales nativas, como son algunas plantas forrajeras.

ASPECTOS FISIOLÓGICOS

Según Buckman y Brady (2) han afirmado que todos los cultivos necesitan determinadas cantidades de agua para satisfacer sus necesidades hídricas; la planta necesita encontrar el agua disponible para ella en lo más próximo a sus raíces, y en especial en los pelos absorbentes, para absorberla y luego transportarla a toda la planta; pero el agua para ser absorbida por la planta deberá encontrarse en el suelo entre los límites de capacidad de campo y punto de marchitez permanente, estos coeficientes hídricos no se deberán alterar de lo normal (C.C. = 1/5 de atmósfera y P. M. P. = 15 atmósferas) para que la planta pueda absorber el agua fácilmente.

Rojas Garcidueñas (9) ha afirmado la gran importancia que tiene el agua en todos los cultivos. El agua al estar en el suelo dentro de los coeficientes hídricos es absorbida por el sistema radicular de la planta y transportada a toda la planta por medio de sus tallos. El agua es indispensable para que se efectúen procesos fundamentales de la planta como son: absorción de agua, la transpiración, la fotosíntesis, la respiración etc.

La absorción del agua se lleva a cabo a través de la raíz de las plantas. Hay ciertos factores que determinan o influyen en el proceso de absorción como son: presión osmó

tica, presión de turgencia, presión osmótica de la solución del suelo y déficit de presión del pelo radicular.

Rojas Garcidueñas (9) ha concluido en que el agua ya dentro de la planta es utilizada para su desarrollo, pero en su mayor parte es transpirada a través de sus estomas. La cantidad de transpiración que se lleva a cabo en las plantas llega a tener un valor sorprendentemente grande, con lo que nos damos cuenta que si el agua no existe en el suelo en cantidades satisfactorias, la planta sufrirá por deficiencia de agua, declinando el desarrollo y su rendimiento.

De acuerdo con Russel (12) el agua es esencial para el crecimiento de las plantas y es requerida en cantidades mucho mayores que los demás elementos, el agua asciende desde las raíces y los tallos hasta la superficie de la hoja, donde se pierde en gran cantidad por transpiración hacia la atmósfera.

Russel (12) encontró que las plantas no tienen coeficientes de transpiración únicos, sino que; la cantidad de agua que un cultivo transpira depende de la cantidad que tiene a su libre disposición, del período del día en el cual los estomas de las hojas están abiertos y de la energía solar que incide sobre el cultivo.

Russel (12) observó que un cultivo de avena en zonas semiáridas llega a tener un coeficiente de transpiración de 599 a 622 el cual llega a ser aproximadamente el doble

que en condiciones normales para su desarrollo. La parte de agua utilizada por la gran mayoría de los cultivos para la fotosíntesis es despreciable, llega a tener valor de 0.5 a 1% y casi el resto del agua contenida en la planta transitoriamente es transpirada por la hoja a través de sus estomas.

Rojas Garcidueñas (10) y Bonner y Galston (1) han afirmado que las plantas pueden transpirar grandes cantidades de agua a través de orificios tan pequeños como son los estomas, basándose en la ley de Stefan; la cual dice que la evaporación en una área con orificios como son los estomas en la hoja, es mayor que una superficie al descubierto, ya que los gradientes de transpiración en las hojas son hemisféricos y no son proporcionales a las superficies sino al perímetro del estoma.

Ruiz Oronoz (11) encontró que una planta de girasol de tamaño grande evapora, en un día con condiciones normales, poco más de mil milímetros de agua y que una hectárea de coles, con un ciclo de 4-5 meses alcanza a transpirar dos mil toneladas de agua. Con las cantidades anteriores nos damos cuenta de la importancia que tiene la transpiración se efectúa casi totalmente a través de ellos.

Gola, Negri y Cappelletti (3) distinguieron varios tipos de estomas, los cuales se diferencian por su manera de abrirse y cerrarse, pero en algunas ocasiones hay diferencias leves en su estructura; los estomas están constituí-

dos por dos células reniformes acopladas, simétricas respecto a un plano medial, no ajustadas, sino dejando entre ambas un ojal elíptico alargado llamado abertura del estoma u ostiolo. A través de esta abertura se produce el intercambio de gases, el estoma se origina por división de una célula epidérmica en dos, una de las células se convierte en epidermis normal y la otra queda más pequeña, es rica en citoplasma y se llama célula madre del estoma. La célula madre al dividirse, forma las dos células reniformes del estoma, las cuales poseen cada una núcleo grande y abundantes cloroplastos que pueden efectuar la fotosíntesis. El grado de apertura y cierre estomático para el paso de sustancias a través de éstos lo han explicado Meyer, Anderson y Bonning (6) en la siguiente forma: como los estomas en la gran mayoría de las especies de plantas tienen más gruesa la pared celular en el lado que limita al poro estomático, que en el lado que limita con las células epidérmicas; por lo tanto, cuando se produce un aumento de turgencia, las paredes delgadas se estiran más que las gruesas, por esta causa toman una forma cóncava, apareciendo entonces un espacio abierto que es el poro estomático.

Según Ray (8) la proporción de difusión de vapor de agua que se elimina a través de los estomas, determina básicamente la proporción de transpiración. Esta proporción es afectada por cualquier factor físico que influencia la difusión. Una diferencia de concentración de vapor de agua entre el interior de la hoja y el aire exterior, gobiernan

generalmente el gradiente de transpiración. Un factor ambiental que influye más fuertemente sobre la transpiración es la luz solar. Ante todo, los estomas responden rápidamente a la luz con una alta sensibilidad, esto parece depender del hecho de que las células oclusivas contienen -- cloroplastos, los cuales agotan la concentración de CO₂ -- directamente dentro de estas células tan pronto como son -- iluminadas. Ray (8) encontró que la luz solar no solo afecta a los estomas sino que ejerce un fuerte efecto físico -- sobre la velocidad de transpiración. La luz solar calienta el aire y al mismo tiempo a las hojas, en las cuales eleva la temperatura varios grados por encima de la temperatura del aire. De este modo, en el interior de la hoja la concentración de vapor de agua se aumenta en forma marcada, y la difusión hacia fuera del vapor de agua es aumentado -- grandemente.

Con relación a la apertura y cierre estomático Ste -- ward (15) encontró que el proceso de abertura estomática -- es controlado por el movimiento de las células oclusivas, las cuales dependen en general de su turgencia. Hay muchas células del tipo oclusivo en el reino vegetal, estas células operan con el principio que al aumentar su turgencia -- por la entrada de agua se provoca la apertura del estoma, y al bajar la turgencia provoca el cierre de los mismos -- por la contracción elástica de las paredes celulares. Ste -- ward (15) concluye que la apertura del estoma es en presenta

oía de la luz y el cierre en la oscuridad, pero muchas - -
excepciones ocurren debido a que en el funcionamiento de - -
los estomas resultan muy sensibles a los contenidos de a--
gua y temperatura, como también a la luz.

Steward (15) ha dicho con relación a los grados de --
transpiración y la apertura estomática, que hay algunas di
ferencias observadas en algunos trabajos, se ha tenido con
siderables cambios en el grado de transpiración sin los co
rrespondientes cambios en la apertura estomática. En otro
trabajo se concluye que la apertura estomática no tiene mu
cho efecto en la transpiración hasta que el estoma esté --
más del 50% cerrado. Continuando con la transpiración Tis-
dale y Nelson (16) observaron que la intensidad de la - -
transpiración se incrementa con la deficiencia de potasio.
Un estudio realizado en plantas de arroz deficientes en po
tasio demostró que la apertura estomática era más amplia y
las vacuolas de las células epidérmicas eran mayores en es
tas hojas deficientes en potasio que en otras no deficien-
tes. El potasio añadido a las plantas con deficiencia in--
crementó la resistencia a la sequía. Estos autores (16) ob
servaron que la deficiencia de agua en las plantas afecta
todos los procesos de desarrollo de la célula, hay una re-
ducción en la fotosíntesis, relacionada con el aporte más
reducido de anhídrico carbónico, causado por el cierre de
los estomas, como también afecta a la división celular, --
respiración, crecimiento y madurez etc.

Buckman y Brady (2) han dicho que en un cultivo donde los rendimientos son bajos por falta de nutrientes, aquel elemento que se encuentre en menor proporción será el que regule el crecimiento y desarrollo de la planta; asimismo, el factor básico que es el agua, se verá usado con menor eficiencia.

Molisch (7) y otros investigadores (1, 6, 10, 12) encontraron que la cantidad de agua que puede transpirar un cultivo, está básicamente determinada por los estomas, la cutícula y los lenticelos; los estomas son los más importantes en la transpiración, ya que al estar abiertos transpiran grandes cantidades de agua en forma de vapor. El área estomática puede ser del uno al tres por ciento del total del área foliar.

En uno de los trabajos del simposio internacional sobre el aumento de la producción de alimentos en zonas áridas (14) se reportó que las pérdidas de agua del suelo en forma de vapor dependen de las condiciones meteorológicas (velocidad del viento, humedad del aire, presión de vapor, cantidad y distribución de la precipitación pluvial, radiación solar y temperatura), del suelo (humedad y su distribución, profundidad del manto freático, conductividad térmica y capilar activa expuesta, desarrollo radical y otras).

Por otra parte, al estudiar la pérdida de agua de los suelos desnudos y de los suelos cubiertos con residuos vegetales, se tiene que las coberturas disminuyen la pérdida

de eváporación, principalmente durante el período en el cual la superficie del suelo contiene gran humedad. El efecto de la cobertura del suelo, con residuos de cosecha tiene respuesta positiva en el desarrollo del maíz debido a la existencia de un incremento térmico del suelo; al mismo tiempo se le atribuyen los aumentos de cosecha por la mayor humedad disponible. (14) A través de las plantas se pierden cantidades considerables de agua del suelo en forma de vapor. Como se reportó en el mismo simposio (14) Hagan y Vaadia afirman que la transpiración de una cubierta vegetal depende de las plantas y de las condiciones climatológicas. Y la radiación solar es la fuente principal de energía. Por lo demás, la época del año, el período de producción de hojas activas y el área de cobertura, son factores de gran importancia. Asimismo, se le han acusado a las características estructurales de las hojas, también acción determinante en la transpiración. Las conclusiones de este trabajo fueron:

- 1.- La pérdida de agua del suelo en forma de vapor es afectada por el tipo de cobertura y por la presencia de plantas.
- 2.- La cobertura de grava y paja disminuyen la velocidad de la evaporación del agua del suelo más que escardar o deshierbar el terreno.
- 3.- El escardar reduce las pérdidas de agua del suelo en forma de vapor siempre y cuando elimine vegeta

ción transpirante.

- 4.- La cobertura de paja, aún cuando permita conservar el agua del suelo puede afectar negativamente el desarrollo de las plantas, por permitir el fácil desarrollo de microorganismos que afectan al cultivo.

Rojas Garcidueñas (10) encontró que el marchitamiento que sufren algunas plantas, principalmente las mesófitas, es una consecuencia de la deshidratación de las células, o sea la salida del agua de los tejidos de la planta, por la acción de los factores ambientales como son: alta temperatura, alta velocidad del viento, baja humedad relativa etc; causando básicamente una transpiración muy activa no estando proporcional a la absorción y presentándose eventualmente el fenómeno de la marchitez. Ray (8) ha dicho que el -- marchitamiento temporario de las plantas producido en días de calor intenso, se tiene que la velocidad de transpiración puede hacerse tan grande, que las células de las hojas no pueden obtener agua en igual proporción, cuando su presión de turgencia llega a cero, las hojas decaen y marchitan. Al estar la planta en la sombra la transpiración se reduce, las hojas comienzan a retomar turgencia y se levantan, esto se debe básicamente a que están absorbiendo a agua en rápida proporción. El marchitamiento temporal se observa más comunmente cuando el suelo está algo agotado de agua, pero también se le observa en algunas plantas aún --

cuando el suelo está saturado. Ray (8) ha dicho que el mecanismo que tiende a impedir que el grado de transpiración sea mayor que la proporción en que las hojas pueden absorber agua cuando su presión túrgida es cero es el cierre de los estomas. Russell (12) encontró que el marchitamiento se puede presentar aún teniendo suficiente humedad en el suelo, debido a que el agua no puede pasar con la suficiente velocidad a través del protoplasma de las células de la raíz al de las hojas.

Henckel (4) refiriéndose a la fisiología de las plantas bajo sequía, enfocó su estudio a la química coloidal del protoplasma, pero principalmente a la relación de las altas temperaturas con el efecto de la deshidratación sobre el protoplasma. Encontró que los efectos que tiene la sequía en las plantas son complejos y que la planta responde a una adaptación productiva. Durante la sequía las plantas sufren de deshidratación en células y tejidos, dando a pariencia a la planta de flacidez, también se tiene un considerable aumento en la temperatura de su cuerpo. Este autor (4) define la resistencia a la sequía diciendo: "Las plantas resistentes a la sequía son aquellas que en el proceso de ontogénesis se adaptan al efecto de la sequía y pueden crecer, desarrollarse y reproducirse normalmente bajo condiciones de sequía".

Meyer, Anderson y Bohning (6) definen la resistencia a la sequía como la capacidad para sobrevivir durante pe-

períodos de sequía con poco o ningún daño. Estos autores (6) observaron que aquellas plantas resistentes a la sequía, tienen morfología especializada, así se tiene que estas plantas contienen un sistema radicular muy extenso comparado con la parte aérea. Tales raíces pueden drenar un volumen considerable de suelo y, en consecuencia, la parte aérea recibirá una cantidad adecuada de agua aún cuando las lluvias sean escasas. Otra característica es la hoja pequeña, teniendo una área de follaje expuesto relativamente menor con su sistema radicular. La característica básica de las plantas xerófitas es la cutícula gruesa y el esclerénquima hipodérmico, que tiende a retrasar marcadamente la transpiración cuticular. Durante los períodos de sequía los estomas de estas plantas se hallan cerrados casi todo o todo el tiempo, esto ayuda a la conservación del agua que todavía queda en la planta. Las investigaciones han mostrado que la intensidad de transpiración de estas especies es tan grande como la de una planta mesófitas, cuando el contenido del suelo es adecuadamente húmedo. La poca intensidad de transpiración que frecuentemente se observa en las xerófitas no es por carácter estructural o comportamiento fisiológico sino por el hecho de que el contenido acuoso del suelo en el que se hallan es tan bajo, que no puede haber ninguna o casi ninguna absorción. Así se tiene que el agua que se ha ido almacenando en este tipo de plantas va disminuyendo en forma gradual, principalmente por

la transpiración cuticular. Muchas especies resistentes a la sequía, pueden tolerar situaciones de escasez de agua - por algunos meses, sin que por esto sufran daños irreparables, así tenemos que uno de los factores básicos de la resistencia a la sequía de los vegetales es la capacidad de las células para tolerar la desecación, sin sufrir por esto traumas irreparables.

Salinas González (13) en su trabajo de adaptación y rendimiento de 12 variedades de avena obtuvo los siguientes datos, que pueden tomarse como comparación para el presente experimento, entre los datos más importantes son:

DIAS A LA MADUREZ.

Los días a la madurez o corte del forraje fueron contados desde la fecha de siembra hasta cuando el grano alcanza su estado lechoso, resultando en este trabajo la variedad Florida 500 la más precoz, con 118 días y la más -- tardía Suregrain con 144 días.

ALTURA.

La altura se tomó desde el nivel del suelo hasta la parte terminal de la espiga. La variedad más alta fué la Putnam 61 con 147 centímetros y la de menor altura fué la Suregrain con 83 centímetros.

Los rendimientos en forraje verde más significativos fueron los siguientes:

Variedad	Rendimiento	Ton./Ha.	
New nortex		23 523	Mayor
Florida 500		17.990	Media
Suregrain		4.999	Mínimo

RIEGOS.

En este trabajo se aplicaron dos riegos con aguas negras. El primer riego se efectuó después de la siembra. El segundo se dió a los 38 días después del primero, no se necesitaban más riegos debido a que se tuvieron lluvias frecuentes.

Se han efectuado muchos trabajos para inducir o provocar resistencia a la sequía en diversos cultivos; dentro de estos trabajos está el de Vásquez Alvarado (17) en inducción de resistencia a la sequía en trigo, en el cual se obtuvieron buenos resultados por medio de métodos sencillos y económicos como son: el colocar la semilla en recipientes de agua y soluciones de Ca Cl_2 , por 48 horas y después se les baja hasta cierto porcentaje de humedad, procediéndose a sembrar; en este trabajo se obtuvieron buenos resultados en rendimiento, aplicándose un solo riego al momento de la siembra, habiendo tenido durante el ciclo del cultivo una precipitación distribuida en este tiempo de 15 mm.

Recientemente salió al mercado un producto llamado --

C Y C O C E L el cual actúa como regulador del crecimiento e inductor de resistencia a la sequía, aplicándose a la semilla o al forraje cuando las plantas son pequeñas. (10)

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de tesis se realizó en el campo agrícola experimental de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. el cual tiene una altura sobre el nivel del mar de 427 metros; teniendo las siguientes coordenadas geográficas: 23° 49' latitud norte y 99° 10' longitud oeste.

La región cuenta con un clima semiárido teniendo una época de lluvias definida, la precipitación pluvial anual acumulada varía de 340 a 700 milímetros anuales, y con una temperatura media anual de 21 a 25 grados centígrados.

El propósito del presente trabajo fue determinar un método para inducir resistencia a la sequía, por esta razón se prefirió trabajar solamente con una variedad de avena forrajera. El trabajo se inició con un barbecho para dar aereación al suelo y posteriormente un paso de rastra para romper los terrones del terreno y dejar éste lo más mullido posible. En seguida se trazó el diseño en el campo levantándose bordos y canales de riego, se dió una ligera nivelada a cada parcela con objeto de que no se estancara demasiada agua en un solo lugar, se hizo el trazo de las líneas procediéndose en seguida a sembrar todos los tratamientos de la semilla de avena por el método de chorrillo; finalmente se procedió a dar un riego de asiento a cada parcela el cual fue de 10 centímetros aproximadamente. Los riegos subsiguientes se darían únicamente si el tratamien-

to más resistente mostrara síntomas de sequía extrema.

El diseño experimental usado fué el de bloques al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones, las parcelas tenían 1.20 mts. de ancho por 10 mts. de largo, teniendo una área por parcela de 12 mts². El área de la parcela útil fué de 5.4 mts.² y se obtuvo eliminando 2 hileras de los lados y 50 cms. de los extremos. Cada parcela experimental constaba de cuatro hileras, las cuales tenían una separación de 30 cms. La variedad de avena (Avena sativa - L.) con que se trabajó fue la Guelatao.

Los tratamientos a que estaba sujeta esta variedad -- fueron:

- 1.- Cuando la semilla tenga un contenido hídrico de 30% (T1).
- 2.- Cuando la semilla tenga un contenido hídrico de 50% (T2).
- 3.- Cuando la semilla tenga un contenido de 30% de solución de CaCl_2 1/40 Molar (T^o)
- 4.- Cuando la semilla tenga un contenido de 50% de solución de CaCl_2 1/40 Molar (T4)
- 5.- Testigo (T5).
- 6 = Testigo con riegos normales (T6).

La distribución de tratamientos en el campo aparece en la figura 1 el procedimiento para tratar la semilla para resistir a la sequía se basa en el principio de embibición, se colocó la semilla en un recipiente de agua común.



1.2M. 1.2M. 1.2M. 1.2M. 1.2M. 1.2M. 1.2M.

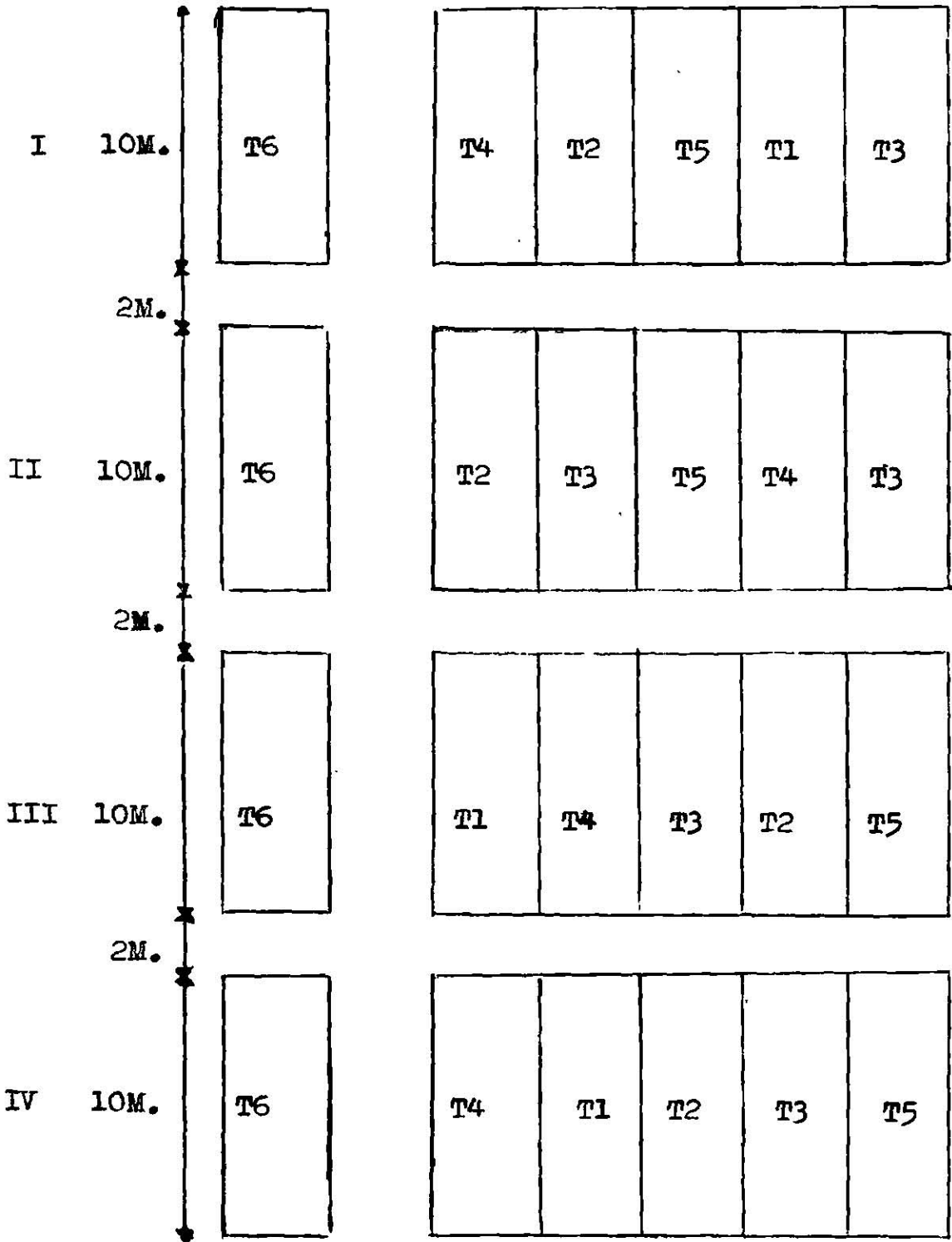


Fig. 1.- Gráfica que muestra la distribución de parcelas en el campo de siembra.

por un tiempo de 48 horas cambiándose la misma a las 24 - horas, al terminar el tratamiento de 48 horas se retira el agua, y se coloca la semilla extendida en el suelo hasta - que llegue a tener un 30% de humedad; el segundo tratamiento fué igual que el anterior solamente que se dejó la semilla extendida en el suelo y al aire libre hasta que llegara a tener la semilla un 50% de humedad; el tercer tratamiento consistió en preparar una solución de CaCl_2 1/40 Molar y colocando la semilla en un recipiente con dicha solución por 48 horas, pero cambiándose esta solución a las 24 horas, se retira la semilla del recipiente y se extiende - en el suelo con circulación de aire hasta que el contenido de esta solución sea de 30% en la semilla; el cuarto tratamiento fué igual que el tercero solamente que se dejó la - semilla al aire libre hasta llegar a un 50% de contenido - de dicha solución; el quinto tratamiento fué el testigo -- con un contenido hídrico de 12%, o sea, con el contenido - normal que trae la semilla; el sexto tratamiento fué igual que el quinto, solamente que se le iba a regar normalmente.

Para calcular el porcentaje de humedad que se requería en los primeros cuatro tratamientos cuya duración era de 48 horas, primero se procedió a efectuar pruebas preliminares para tener un punto de referencia y tener una idea del tiempo necesario para obtener el 30 y 50 por ciento en cada tratamiento. El tiempo que duró la deshidratación de la semilla después de extraerla del agua o solución y seca

da al aire libre para obtener un 50% de humedad fué de 25 minutos; para el 30% de humedad fué de 4.5 horas; para el 50% de contenido de solución la duración del secado fué de 40 minutos y para el 30% fue de 5.45 horas. Se observó que al tener la semilla al aire libre una gran mayoría ya había germinado.

Tratamiento definitivo. Después de tener la semilla durante 48 horas en el agua o en la solución de CaCl_2 y habbiéndose cambiado el agua y la solución a las 24 horas, la semilla se puso a secar y si se quería con un 50% se retiró de la deshidratación cuando por cada 100 g. de semilla se obtenía 176 g., de acuerdo con la siguiente relación: - si de 100 gr. de semilla normal, 88 g. eran materia seca y 12 g. era agua entonces tenemos que:

$$\begin{array}{r} 50 - 88 \\ 100 - x \end{array} \quad \frac{88 \times 100}{50} = 176 \text{ g.}$$

$$\begin{array}{r} 70 - 88 \\ 100 - x \end{array} \quad \frac{88 \times 100}{70} = 126 \text{ g.}$$

La semilla que se quería por un 30% de humedad se retiró de la deshidratación cuando por cada 100 g. de semilla original se obtenía 126 g. la relación era como lo muestra la segunda regla de tres.

Los tratamientos tres y cuatro consistieron en tratar la semilla con la solución CaCl_2 1/40 Molar. Se sumergió la semilla en esta solución por 48 horas. Para preparar la

solución 1/40 Molar se pesaron 2.77 g. de Cloruro de Calcio (CaCl_2), y se aforó a un litro con agua destilada. Una vez terminado el período de 48 horas, se deshidrató la semilla hasta un contenido de 30 y 50 por ciento de dicha solución, conservándose las semillas en bolsas de polietileno para que no siguieran perdiendo humedad.

El quinto y sexto tratamiento, se sembró con el porcentaje de humedad normal que traía (12%); con la diferencia de que el sexto tratamiento se le darían todos los riegos necesarios para un buen desarrollo. Para mantenerlos en igualdad con los demás tratamientos se colocaron también en bolsas de polietileno hasta el momento de la siembra.

La densidad de siembra a la que estuvieron sometidos todos los tratamientos fue de 90 Kg./Ha. de semilla original la cual aumenta su peso según la cantidad de humedad absorbida al aplicarse el tratamiento, el quinto y sexto tratamiento quedaron con la humedad normal.

Se obtuvieron datos de temperatura y precipitación durante los meses que duró el experimento, se calcularon temperaturas máximas, mínimas y medias, las que se observaron en la Figura 2 y en la Tabla 1. Los datos de la precipitación aparecen en la Tabla 2.

Antes de efectuar la siembra, se tomaron muestras de suelo del campo experimental para ser analizadas en el laboratorio, las cuales indican que el suelo es arcilloso, -

TABLA 1. Temperatura máxima, mínima y media en grados -- centígrados, registradas durante el desarrollo del experimento. Escobedo N.L. 1973-1974.

MES	MAXIMA	MINIMA	MEDIA
Noviembre	25.88	15.07	20.47
Diciembre	22.51	8.19	15.35
Enero	21.57	9.10	15.33

Fuente.- Secretaría de Recursos Hidráulicos. Estación de Apodaca N.L.

TABLA 2. Registro pluviométrico que se obtuvo durante el ciclo de la avena en el campo experimental de la Fac. de Agronomía. Escobedo N.L. 1973-1974.

MES	DIAS	MILIMETROS DE LLUVIA
Noviembre	7	2.5
Noviembre	8	1.5
Noviembre	12	3.0
Diciembre	7	5.0
Diciembre	8	10.5
Diciembre	9	1.0
Diciembre	11	3.0
Diciembre	12	1.0
Enero	13	3.0
TOTALES	9	30.5

Fuente.- Secretaría de Recursos Hidráulicos. Estación de Apodaca, N.L.

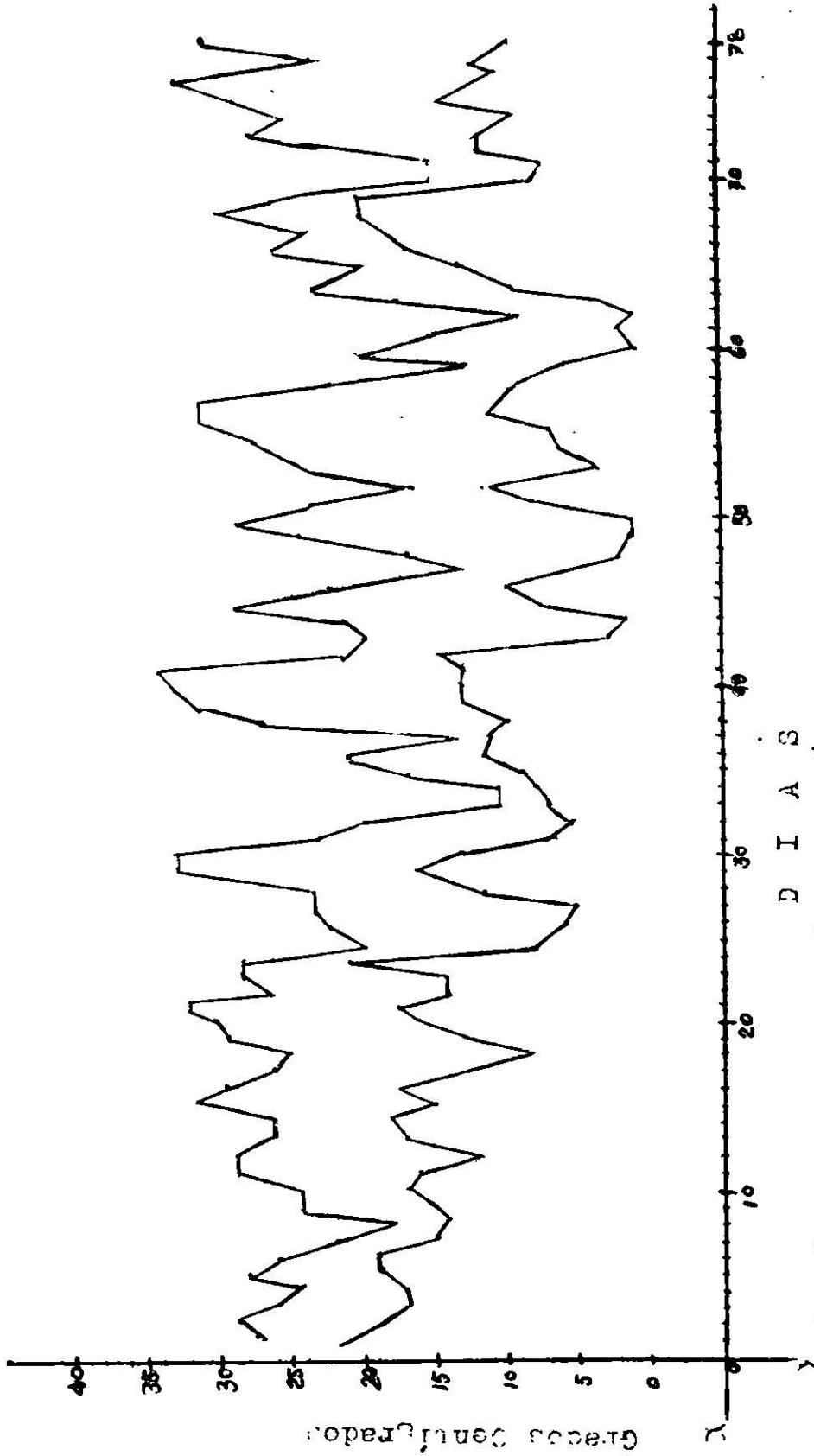


Fig. 2.- Temperaturas máximas y mínimas que se presentaron durante el ciclo del experimento. Fuente: Estación Apouca. S.R.H. ciclo 1973-1974.

conteniendo un 25.60% de arena, 27.30% de limo, 47.10% de arcilla; un pH de 7.88, medianamente alcalino; 1.56% de materia orgánica, que se considera mediano y 0.122% de nitrógeno, que es medianamente pobre.

En el transcurso del trabajo se efectuaron algunos deshierbes, pero éstos no fueron forzosos ya que no había mucha hierba por falta de agua. Se presentó en la primera semana un ataque de hormiga colorada, Solenopsis sp. la cual quedó perfectamente controlada con dos aplicaciones de clordano en polvo. A mediados del experimento se observó la presencia de la catarinita del pepino Diabrotica undecimpunctata Fabr., la cual come las hojas de esta planta, al mismo tiempo se presentó también la chinche común Blissus leucopterus, la que da apariencia a la hoja muy punteada. Las plagas anteriores fueron controladas con una aplicación de malation y para ello se mezclaron 25 mililitros de malation en 10 litros de agua, la aplicación se hizo con un aspersor manual, a mediados del ciclo se presentó un ligero ataque de Chahixtle del tallo, Puccinia graminis avenae, pero a medida que las temperaturas bajas eran más continuas se mantuvo muy ligero el ataque de este hongo, afectando moderadamente las hojas interiores de la planta.

La siembra se efectuó el 4 de noviembre de 1973, por el método de chorrillo, en seguida se procedió a dar el riego de asiento a todas las parcelas, este riego fue por el método de inundación de parcelas. El día 20 de enero de

1974 se observó que en la mayor parte de las plantas la aparición de la hoja bandera, con lo cual se dió por terminado el desarrollo del cultivo para tipo de forraje. Se procedió a cosechar manualmente con una hoz, en seguida se pesó todo el forraje independientemente por parcela e inmediatamente después de la cosecha.

OBSERVACIONES

- 1.- Se tomó la altura de las plantas cada 15 días para determinar la curva de crecimiento y precocidad.
- 2.- Se observó la capacidad de amacollamiento por tratamiento.
- 3.- Se muestreó el suelo para determinar el contenido de humedad antes de aplicar un riego; esto es cuando el tratamiento más resistente lo requiera.
- 4.- Se determinó el rendimiento en kilogramos de forraje verde por parcela útil y por hectárea.
- 5.- Se tomaron datos de distribución radicular mensualmente y también profundidad y peso radicular.
- 6.- Se registraron los días a la aparición de la hoja bandera.
- 7.- Se calculó el área foliar y número de hojas fisiológicamente activas por planta.
- 8.- Se determinó el vigor de la planta y por ciento de acame.
- 9.- Se registró el por ciento de embuche o formación del grano antes de botarlo al exterior.

RESULTADOS Y DISCUSION

La siembra de los tratamientos de avena se llevó a cabo en el campo agrícola experimental de la Fac. de Agronomía, el 4 de noviembre de 1973, observándose la emergencia de las plantitas a los cuatro días de sembrado, en los trátamientos T2 y T4, los tratamientos T1 y T3 emergieron en el quinto día, los tratamientos T5 y T6 emergieron en el -sexto y séptimo día. Se observó un mayor vigor en los tratamientos T2 y T4, moderado vigor en los tratamientos T1 y T3, por último, poco vigor en los tratamientos T5 y T6, o sea, los testigos sin riego y con riego.

En el transcurso del experimento se tomaron una serie de lecturas sobre la altura de las plantas, como medida de crecimiento (Tabla 3). No se observó mucha variabilidad en las lecturas de las plantas de los tratamientos T1, T2, T3 y T4; por lo que se consideró conveniente calcular una media de altura para estos tratamientos, para formar así su curva de crecimiento (Fig. 3). Pero al observarse díferencia notable entre los tratamientos T5 y T6 se prefirió formar una curva de crecimiento para cada uno de estos tratamientos (Figs. 4 y 5). El análisis estadístico de estos datos se muestra en la tabla A-1.

Los rendimientos obtenidos en el presente trabajo como consecuencia de la aplicación de los tratamientos a la semilla, aparecen en la Tabla 4, en la que se pueden obseru

TABLA 3. *Altura media (cms.) de las plantas de Avena sativa L. var. Guelatao. de cada tratamiento. Escobedo, N.L. 1973-1974.*

	1	2	3	4	5	6
17 de Noviembre	14.5	16	15	16	14.5	14
30 de Noviembre	27	27	27	28.5	24	25
15 de Diciembre	41	45	43	44	37	50
29 de Diciembre	50	50	48	49	42	59
12 de Enero	58	59	58	58	46.5	76
20 de Enero	64	71	67	70	52	88

TABLA 4. *Rendimiento en forraje verde de Avena sativa L. var. Guelatao Kg. por parcela útil. Escobedo, - N.L. 1973-1974.*

	1	2	3	4	5	6
I	8.40	8.25	7.80	8.40	4.20	15.70
II	8.60	8.20	7.25	7.80	5.20	18.10
III	6.90	9.70	8.10	9.75	5.70	16.30
IV	8.75	9.60	8.20	9.25	5.30	18.20
Σ	32.65	35.75	31.25	35.20	20.40	68.30
\bar{X}	(1) 8.137	8.937	7.837	8.800	5.100	17.090
Kg./Ha.	(2) 16,952	18,618	16,327	18,333	10,625	35,617

- (1) Media en Kg/5.4 Mts²
 (2) Media en Kg./Ha.

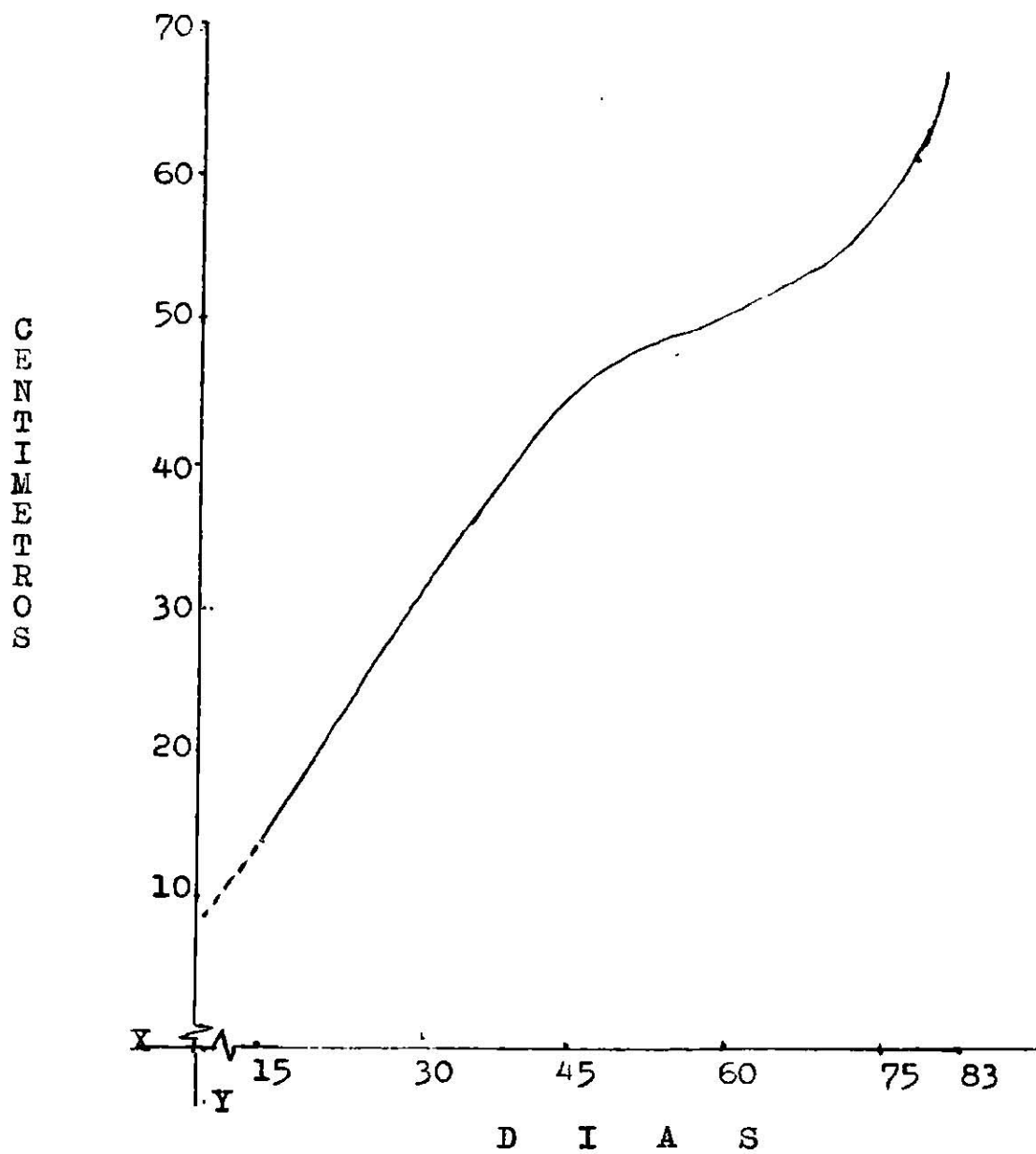


Fig. 3.- Curva de crecimiento de Avena sativa L. var. - Guelatao, obtenida con la media de los primeros cuatro tratamientos. Escobedo, N. L. 1973-1974.

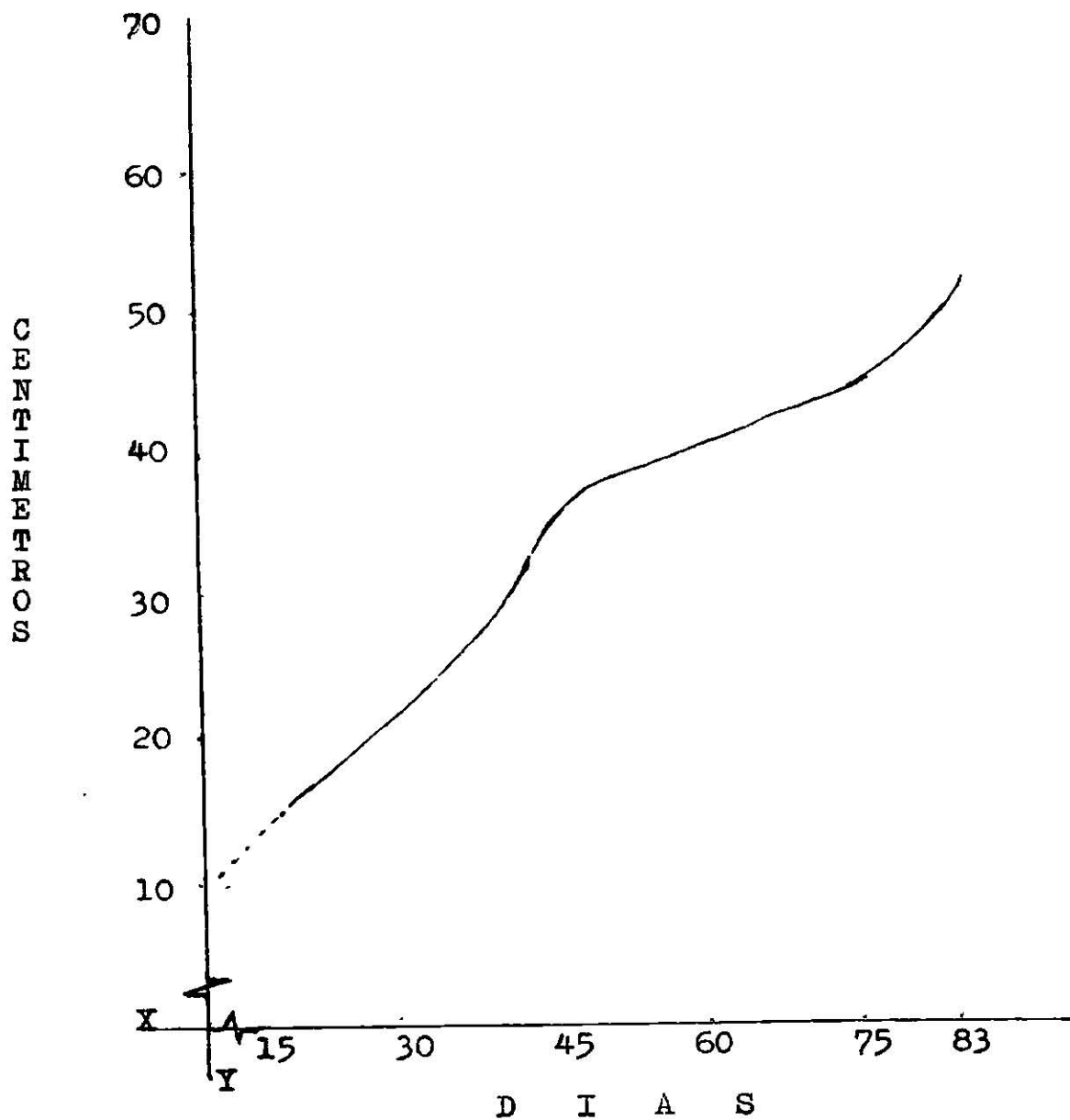


Fig. 4.- Curva de crecimiento de Avena sativa L. var. - Guelatao obtenida con las diferentes alturas - del tratamiento T5. Escobedo, N. L. 1973-1974.

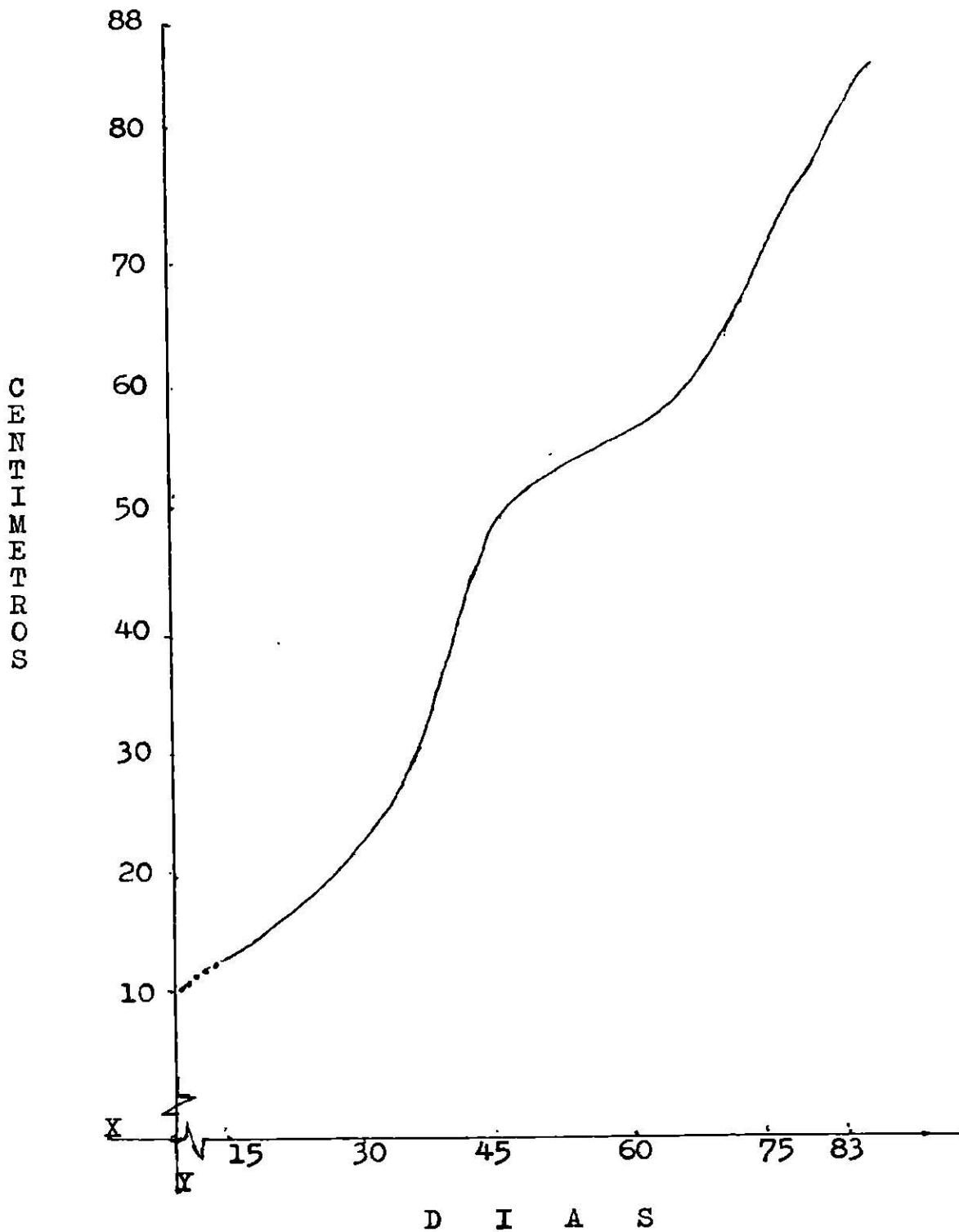


Fig. 5.- Curva de crecimiento de Avena sativa L. var. - Guelatao obtenida con las diferentes alturas del tratamiento T6. Escobedo, N. L. 1973-1974.



Fig. 6.- Altura del tratamiento No. 1 a los 50 días de la siembra.

Fig. 7.- Altura del tratamiento No. 2 a los 50 días de la siembra.





Fig. 8.- Altura del tratamiento No. 3 a los 50 días de la siembra.



Fig. 9.- Altura del tratamiento No. 4 a los 50 días de la siembra.



Fig. 10.- Altura del tratamiento No. 5 a los 50 días de la siembra.

Fig. 11.- Altura del tratamiento No. 6 a los 50 días de la siembra.



var que los rendimientos más elevados corresponden a los tratamientos T2 y T4, seguidos de cerca por los tratamientos T1 y T3, y el más bajo fué el tratamiento T5 no considerando el tratamiento T6, ya que éste tenía toda el agua necesaria, por lo cual obtuvo el mayor rendimiento de todos. La finalidad de este tratamiento T6 fue la de comparar el avance en rendimiento en relación con los tratamientos a la semilla. El análisis estadístico del rendimiento de forraje verde se aprecia en la Tabla A-2. Para apreciar mejor las diferencias en altura de los tratamientos se tomaron fotografías a los 50 días de la siembra, en ellas se pudieron observar la altura y vigor de cada uno de los tratamientos, y se apreció que los tratamientos T1, T2 T3 y T4 tuvieron muy buen desarrollo, comparándolos con el tratamiento T5, aunque en relación con el tratamiento T6 que tenía agua suficiente, el rendimiento de los tratamientos T1, T2, T3 y T4 fué muy satisfactorio y recomendable.

Una de las características xeromórficas que se tomaron fué el área o índice foliar, la que se muestra en la tabla 5. El índice foliar nos dá una idea de la superficie expuesta por las hojas a la luz, temperatura, humedad relativa, etc., siendo directamente proporcional a dicha área, o sea que entre mayor sea el índice foliar, se cuenta con una mayor superficie para efectuar la fotosíntesis y elaborar sus alimentos. El análisis estadístico del índice foliar de los primeros cinco tratamientos aparecen en la tabla --

A-3. No se encontró diferencia significativa entre ninguno de los tratamientos con respecto al índice foliar.

TABLA 5. Índice foliar por tratamiento (en cm.^2) en plantas de Avena sativa L. var. Guelatao. Escobedo, N.L. 1973-1974.

T	1	2	3	4	5	6
I	91.94	93.58	94.25	85.35	82.70	172.41
II	82.71	97.32	96.44	79.84	84.28	184.62
III	92.83	95.64	133.21	83.27	81.96	178.82
IV	87.48	85.18	138.80	91.70	81.24	185.32
Σ	354.96	371.72	462.70	340.16	330.18	721.17
\bar{X}	88.74	92.93	115.67	85.04	82.85	180.29

Los datos para obtener el índice foliar se tomaron el 19 de enero, cuando las plantas iniciaban la floración, -- porque en esta época de desarrollo es cuando se tiene el máximo tamaño de las hojas. Para calcularlo se tomaron al azar 10 plantas de cada parcela, y a cada una de estas -- plantas se les tomaron cinco lecturas a cada una de sus hojas en lo ancho, en cinco lugares proporcionales al tamaño de la hoja, estas lecturas se tomaron y dividieron entre -- cinco para obtener la media de la anchura de cada hoja, la cual se multiplicó por el largo de la misma, para obtener el área foliar de dicha hoja, después se sumaron las áreas

de cada hoja para obtener el área foliar de cada planta, una vez obtenida el área de las 10 plantas de cada parcela se les obtuvo la media y es, la que se muestra en la tabla de Índice foliar.

Se tomó el área foliar solo de las hojas verdes, o -- sea las hojas activas, ya que éstas son las que forman los alimentos.

No se hizo análisis estadístico para el número de hojas por planta, debido a que no se encontró diferencia entre ninguno de los tratamientos, ya que todos mostraron cinco hojas activas por planta.

Una de las características que tampoco tuvo variación fué el por ciento de acame, el cual fué de cero para todos los tratamientos, por tal motivo no se efectuó análisis estadístico.

Se tomaron datos de amacollamiento en todo el desarrollo del experimento, encontrándose algunas variaciones en los tratamientos, las cuales se muestran en la tabla 6; pero al efectuarse el análisis estadístico no nos mostró diferencia significativa entre los tratamientos T1 a T5.

El amacollamiento viene a ser el número de tallos formados en una sola planta, o sea el producto de una sola semilla, esta característica es deseable, ya que mientras mayor sea éste y las condiciones sean favorables se tendrá buena producción de forraje.

Para calcular el amacollamiento de cada tratamiento,

TABLA 6. Amacollamiento de las plantas de *Avena sativa* L. var Guelatao (número de tallos) de cada tratamiento. Escobedo, N.L. 1973-1974.

	1	2	3	4	5	6
I	3.5	3.0	3.2	3.8	3.6	4.6
II	3.0	3.0	3.2	3.8	3.4	4.0
III ^a	4.0	3.0	3.0	3.6	3.0	4.4
IV	3.0	3.0	3.0	3.2	3.2	4.2
Σ	13.5	12.0	12.4	14.4	13.2	17.2
\bar{X}	3.37	3.00	3.10	3.60	3.40	4.30

se tomaron cinco muestras de cada parcela, a las cuales se les contó el número de tallos y se obtuvo la media para cada tratamiento. Los resultados del análisis estadístico de amacollamiento se muestran en la tabla A-4.

Al momento del corte se tomaron muestras de cada parcela para llevarlas al laboratorio y obtener el por ciento de materia seca, para esto se pesaron cada una de las muestras y después se colocaron en una estufa por un tiempo de tres días, o sea cuando el peso se mantuvo constante. Con los datos anteriores se calculó el por ciento de materia seca por parcela. Estos datos se muestran en la tabla 7, donde se aprecia que casi no se tuvo mucha variación entre los tratamientos, por lo cual no fue conveniente efectuar su análisis estadístico.

TABLA 7. Por ciento de materia seca en plantas de Avena sativa L. var. Guelatao de cada tratamiento. - Escobedo N.L. 1973-1974.

	1	2	3	4	5	6
I	18.35	17.50	16.04	18.22	17.20	15.22
II	18.70	17.84	16.52	17.92	17.50	15.50
III	18.53	15.88	15.57	17.37	17.60	15.06
IV	18.20	17.62	16.02	15.49	17.50	15.07
Σ	73.78	68.84	64.15	69.00	67.80	60.85
\bar{X}	18.44	17.21	16.03	17.25	16.95	15.21

Se tomaron datos sobre el por ciento de embuche a la hora del corte, ésto es, la cantidad de plantas que ya tienen formado el grano pero a punto de exponer hacia fuera - la espiga con sus semillas, para ésto se tomaron 10 muestras de cada parcela y después se pasaron a por ciento. Estos datos se muestran en la tabla 8, donde se observa que hay alguna variación entre los tratamientos, pero al efectuar el análisis estadístico (Tabla A-5), no hubo diferencia significativa entre ninguno de los tratamientos del T1 al T5 en uno y cinco por ciento de probabilidad.

El por ciento de embuche nos da una idea de qué cantidad de plantas están aptas para formar la espiga con su semilla.

Durante el transcurso del experimento no se observaron en ningún caso plantas caídas, aunque el viento se man

tuvo en ocasiones con alta velocidad, esto nos dá una idea de que la variedad de avena que se usó mostraba caracterís ticas para un buen vigor, así, se determinó que el por - - ciento de acame fué cero.

Se tomaron datos de la profundidad y peso radicular - cada mes, en la tabla 8 se muestran estos valores, los cu ales fueron al momento de la cosecha, en estos datos se pue de observar que no hubo mucha variación tanto en peso de - la raíz como en su profundidad. El peso se tomó tres días después de su extracción, esto es, cuando estaba ya seca, la poca variación que se observó pudo haber sido por el de fici ente método de la extracción de la raíz. Para extraer la raíz se perforó alderredor de las plantas, y después se extrajo las plantas con su máximo sepeyón de tierra que se pudo sacar, una vez hecho esto, se desterronó el sepeyón - con cuidado para extraer el máximo de raíz posible, luego se dejó secar por tres días y se tomó su peso y longitud. Se esperaba obtener un mayor tamaño de la raíz del trata- m iento cinco o de alguno de los tratamientos a la semilla, pero esto no fué así, ya que todas mostraron semejanza. Es ta mayor longitud esperada debería haber sido por estar el cultivo restringido en agua, así la planta respondería a - esta deficiencia aumentando su sistema radicular

Una de las características que generalmente son afec- tadas cuando las plantas se desarrollan en escasez de agua, es la de reducirse los días a la madurez; normalmente la -

variedad Guelatao, bajo riego está apta para aplicarle el primer corte, con uso forrajero, alderredor de los noventa días. Pero al efectuarse el presente experimento en el - - cual no se usaron riegos excepto el de asiento, la avena - tardó 78 días para aplicarle su primer corte, ésto nos explica que mientras más desfavorable sean las condiciones - ambientales tales como: humedad del suelo, humedad atmosférica, temperaturas tanto del suelo como del aire etc., las plantas tratarán de completar su ciclo en menor tiempo, acelerando los procesos metabólicos y enzimáticos que regulan la fisiología de la planta.

En la tabla 8 se resumen algunos datos obtenidos en el transcurso del presente experimento. Con dos de estos - datos se desarrolló una regresión simple la cual fué: rendimiento en forraje verde con altura de las plantas (X_1 , X_2) ya que los demás datos no tuvieron diferencia significativa entre los tratamientos para resistir a la sequía.

El modelo utilizado en la regresión simple X_1 con X_2 fué $X_1 = b_0 + b_1 X_2$ donde $b_0 = - 4.54$, $b_1 = 0.1899$, sustituyendo estos valores de tal modo que la línea de regresión que ajusta los puntos fué la siguiente: $X = - 4.54 + (0.1899) X_2$. La tabla de análisis de varianza de estas variables se presenta a continuación, en donde se puede apreciar la gran estrechez que tienen las variables ya que la F calculada fué mucho mayor que la F teórica al 5 y 1 por ciento de significancia. El coeficiente de correlación

TABLA 8. Datos del experimento sobre inducción de resistencia a la sequía en Avena sativa L. var. Guelatao. Escobedo, N.L. 1973-1974.

	Rendi- miento en fo- rraje verde.	Altu- ra - fi- nal de - plan- tas.	Area fo- liar.	Ho- jas por plan- ta.	Amaco- lla- miento	% de mate- ria seca.	% de Embu- che. me.	% de Aca- me.	Prof. y pe- so ra dicu- lar. gr. y cm.
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
1	8.40	64	91.94	5	3.5	18.35	80	0	.93 34
2	8.60	65	82.71	5	3.0	18.70	68	0	.90 34
3	6.90	60	87.48	5	4.0	18.53	84	0	.84 29
4	8.75	67	92.83	5	3.0	18.20	84	0	.88 30
5	8.25	66	93.58	5	3.0	17.52	96	0	.92 32
6	8.20	66	85.18	5	3.0	17.84	84	0	.90 28
7	9.70	77	97.32	5	3.0	15.88	88	0	.91 30
8	9.60	76	95.64	5	3.0	17.62	92	0	.88 31
9	7.80	66	96.44	5	3.2	16.04	96	0	.93 32
10	7.25	62	94.25	5	3.2	16.52	80	0	.90 32
11	8.10	68	133.21	5	3.0	15.57	80	0	.91 33
12	8.20	72	138.80	5	3.0	16.02	92	0	.89 29
13	8.40	70	83.27	5	3.8	18.22	80	0	.88 30
14	7.80	67	79.84	5	3.8	17.92	92	0	.92 33
15	9.75	72	91.70	5	3.6	17.37	88	0	1.06 36
16	9.25	71	85.35	5	3.2	15.49	96	0	1.02 32
17	4.20	49	81.24	5	3.6	17.20	88	0	.83 36
18	5.20	52	81.96	5	3.4	17.50	72	0	.86 38
19	5.70	54	84.29	5	3.0	17.60	76	0	.85 42
20	5.30	52	82.70	5	3.2	17.50	88	0	.85 40
21	15.70	85	172.41	5	4.6	15.22	84	0	.96 29
22	18.10	89	184.62	5	4.0	15.56	80	0	1.16 32
23	16.30	85	178.82	5	4.4	15.06	76	0	1.02 30
24	18.20	91	185.32	5	4.2	15.07	80	0	1.10 34

nos dá la idea de que al aumentar una de las variables que tanto variará la otra variable.

Observándose la gráfica de la Fig. 12 nos damos cuenta que a medida que en los tratamientos aumenta la altura, aumenta también el rendimiento de forraje, esto es en una relación directamente proporcional, o sea que mientras mayor sea la altura alcanzada por cualquier tratamiento será siempre mayor la cantidad de forraje que produzca en relación con otro tratamiento de menor altura.

	G.L.	S.C.	C.M.	F.	F Teórica (5%)	(1%)
Regresión	1	43.08	43.08	195	4.41	8.28
Residual	18	4.01	0.22			
Total corregido	19	47.09				

COEFICIENTE DE CORRELACION $R = 0.9560$

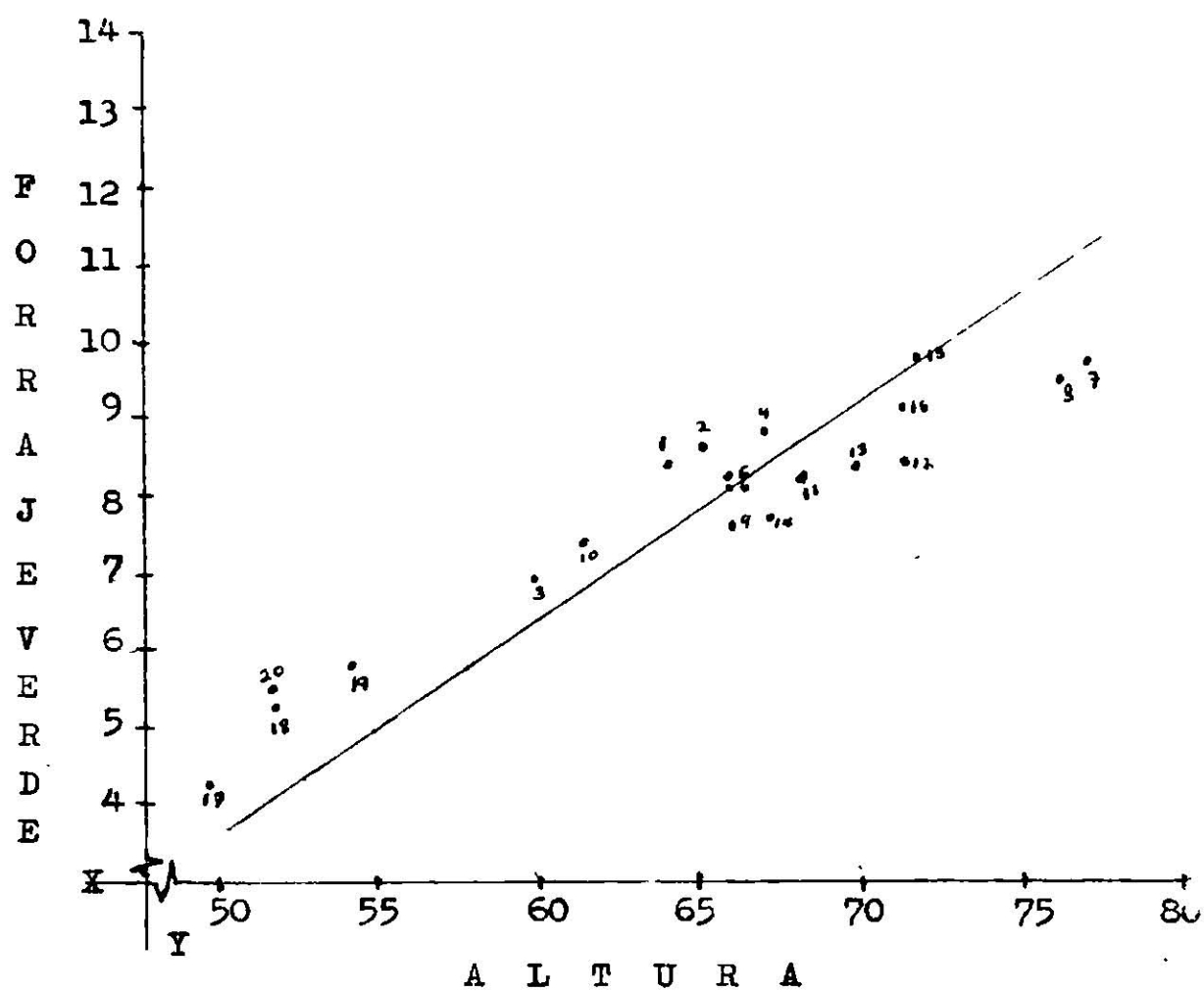


Fig.12.- Relación de la producción de forraje verde de Avena sativa L. var. Guelatao con altura de plantas Escobedo, N. L. 1973-1974.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente experimento - en el cual se usó avena de la variedad Guelatao en una - - prueba de inducción de resistencia a la sequía en avena fo rrajera. Si se comparan los rendimientos obtenidos por los agricultores en zonas de temporal para la región, con los rendimientos del experimento, estos últimos resultaron muy satisfactorios.

En el desarrollo del trabajo se presentaron tanto tem peraturas muy elevadas como muy bajas, en cuanto a la pre- cipitación, ésta fué muy oportuna y suficiente, ésto lo de muestran los rendimientos obtenidos. De acuerdo con lo ob- servado en el presente estudio se puede concluir lo sí- si guiente:

- 1°.- Se encontró diferencia significativa en cuanto a los rendimientos de forraje verde, debido a los tratamientos; siendo el mejor, el tratamiento No. 2 (Hidratación de la semilla a 50%), excluyendo el tratamiento No. 6.
- 2°.- Se encontró diferencia significativa de la altu ra de las plantas por tratamiento siendo la de - mayor altura el tratamiento No.2, excluyendo el tratamiento No. 6.
- 3°.- El rendimiento de forraje verde se encontró alta mente correlacionado con la altura (95.60%), ob- servándose que estos factores actúan en forma di

rectamente proporcional, así mientras mayor sea la altura de las plantas deberá ser mayor la can-
tidad de forraje.

- 40.- El número de hojas por planta no se observó que fuera modificado por ningún tratamiento; todos los tratamientos se encontraron con igual cantidad de hojas por planta.
- 50.- El índice foliar fué mayor para el tratamiento 3 y en orden descendente estuvieron los tratamientos 2, 1, 4, 5; sin encontrar diferencia significativa en alguno de estos tratamientos, esto es estadísticamente hablando que no se encontró diferencia en los tratamientos anteriores, como se ve esto es excluyendo el tratamiento 6 por su característica y finalidad ya mencionada.
- 60.- En cuanto al amacollamiento no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos del 1 al 5, esto es que el amacollamiento no se vió afectado en ninguno de estos tratamientos, en el tratamiento 6 aunque se encontró mayor amacollamiento no se tomó en cuenta por la finalidad ya mencionada.
- 70.- Al observarse los resultados de la materia seca por tratamiento, estos resultaron ser muy semejantes, o sea que no hubo diferencia significativa entre ninguno de los tratamientos, aún in-

cluyendo el tratamiento 6.

- 80.- La variedad Guelatao se mostró con buen vigor a pesar de la poca disponibilidad de agua con que contaba, tanto en lo referente a sus hojas como también en que ninguna planta de algún tratamiento se mostró acamada. Todos los tratamientos tu vieron 0% de acamae.
- 90.- Al efectuar el análisis estadístico del por cient to de embuche para cada tratamiento excluyendo - el tratamiento 6, se encontró que no había dife - rencia significativa entre ninguno de ellos, és - to indica que fisiológicamente formaron el grano las plantas de estos tratamientos dentro del ma - collo al mismo tiempo, pero en ningún caso el - grano estaba maduro.
- 10.- La profundidad y peso de la raíz por tratamiento no mostró gran diferencia entre los tratamientos, por lo cual no se efectuó su análisis estadísti - co debido a que con el método de extracción de la raíz no se logró obtener buenos resultados, - aún de tratarse de obtener la mayor cantidad de raíz.
- 11.- Los días a la floración y aparición de la hoja - bandera se redujeron como consecuencia de la fal - ta de agua. Se presentó la aparición de la hoja bandera igual para tódos los tratamientos.

RECOMENDACIONES

El problema principal en las zonas de temporal son los bajos rendimientos, para tratar de aumentar los rendimientos en estas zonas en cultivos bajo estas condiciones, se recomienda dar un tratamiento a la semilla antes de la siembra. Esto es de importancia para los agricultores que desean aumentar su cosecha con bajos costos adicionales, a su vez, también para los investigadores que desean seguir efectuando pruebas sobre el presente experimento; para que de estamanagera poder reafirmar la bondad de los tratamientos a la semilla, y poder recomendar los tratamientos con resultados más satisfactorios. En el presente experimento el tratamiento 2, o sea hidratación de la semilla con un 50% dió los rendimientos más altos en forraje verde, esto puede tomarse como definitivo para tipos de cultivos como son los cereales destinados a forraje.

En trabajos futuros de esta naturaleza se recomienda hacer mayor número de observaciones xeromórficas, debido a que fisiológicamente el comportamiento de las plantas tiende a semejar características xeromórficas. En relación con los estomas; observar su forma, tamaño y distribución en diferentes períodos del ciclo de desarrollo del cultivo, otras observaciones recomendables serían: medir la profundidad de la raíz, peso y abundancia, utilizando una técnica que ayude a extraer el máximo de raíz sin destruirla,

en cuanto a las hojas, observar coloración, venación y susceptibilidad a plagas o enfermedades.

Un punto importante para el desarrollo de este tipo de experimento, es la variedad, pues de ella depende poder observar los resultados que den los tratamientos en ques-
tión. Podría ya sea buscarse una variedad para forraje, - ya que esta necesitará menor cantidad de agua para su desa-
rrollo, que una variedad para obtener grano, ó bien una -- variedad que pueda tener cierta resistencia a la sequía, - pero que necesite cierta ayuda para completar su desarrollo así esta misma variedad tratar de hacerla producir más. - Pero sin dar riesgos por lo menos hasta que el cultivo con el tratamiento más resistente así lo necesite, exceptuando el de asiento.

Se recomienda efectuar este tipo de experimentos con otros sustancias y en diferentes concentraciones, ya que - en el mercado han estado saliendo algunos productos que - pueden ayudar a los cultivos para resistir las deficien- - cías de agua, o bien tratar las plantas con compuestos quí-
micos que penetren en el interior de la planta por vía es-
tomática y que produzcan en los coloides hidrófilos de las plantas mayor absorción y retención de agua, un tipo de - compuesto podría ser el cloruro de calcio, ya que se ha re-
comendado y afirmado que el calcio produce efectos de re-
tención hídrica.

Se recomienda efectuar tipos de aspersiones de com- -

puestos como el anterior, ya que si se aplicara en el suelo y como este cuenta con poca humedad será difícil que algunos compuestos entren en solución y puedan penetrar por la raíz.

RESUMEN

El desarrollo del presente experimento se llevó a cabo en el campo agropecuario experimental de la Fac. de Agronomía. En el terreno de siembra se trató de obtener condiciones que se tienen en los cultivos de temporal, en los cuales se efectúa la siembra cuando llega la época de lluvias en suelo seco y se espera las próximas lluvias; o bien, se siembra cuando empiezan las primeras lluvias y el suelo se encuentra a punto.

El presente experimento, consistió básicamente en aplicar 4 tratamientos a la semilla de avena Avena sativa L. var. Guelatao, para inducir resistencia a la sequía, comparándose estos tratamientos con dos testigos, uno sin riego y otro con riego normal. Los tratamientos en cuestión son: Hidratar la semilla a un 30%, hidratar la semilla a un 50%, el tercero y cuarto tratamiento consistieron en tratar la semilla con una solución de cloruro de calcio 1/40 molar, hasta que la semilla contuvo el 30 y 50% respectivamente de dicha solución; todos estos tratamientos se compararon con dos testigos, o sea que uno era la semilla sin ningún tratamiento y sometido a poca agua y el otro igual al anterior pero con agua suficiente para desarrollarse durante el ciclo.

En el presente trabajo se utilizó un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones,

el sexto tratamiento se encontraba separado de los demás - tratamientos pero también contaba con cuatro repeticiones, Las parcelas tenían las siguientes dimensiones, 2.4 m. de ancho y 10 m de largo. La densidad de siembra que se usó fue de 90 Kg./Ha., la fecha de siembra fue el 4 de noviembre de 1973, efectuándose ésta por el método de chorrillo, antes de la siembra, o sea, después de tratar la semilla, - ésta se colocó en bolsas de plástico para evitar la deshidratación y a su vez, se colocaron las bolsas en un recipiente que mantuviera baja temperatura (hielera), al momento de ir sembrando se extrajo la semilla de cada bolsa e inmediatamente se sembraba y tapaba, para evitar pérdidas de agua por deshidratación, una vez terminada la siembra se aplicó el riego inmediatamente después, este riego que fue el de asiento fue de 10 cms.

En el transcurso del experimento se efectuaron observaciones sobre altura cada 15 días para obtener la curva de crecimiento de los tratamientos; las alturas observadas fueron muy similares en los primeros cuatro tratamientos y debido a esto no hubo diferencias muy marcadas en las curvas de crecimiento y se hizo una curva con las medias de estos tratamientos. En el desarrollo del cultivo se observaron que las malezas fueron muy pocas y reducidas en tamaño, por lo cual se efectuaron muy pocos deshierbes, esto fue debido posiblemente por la escasez de humedad que hacía en el terreno y por la época de invierno.

Otra de las observaciones fueron el índice foliar, la cuantificación de hojas y el amacollamiento de las plantas. En cuanto al índice foliar se obtuvo tomando mediciones - del ancho y largo de las hojas, así como el número de hojas activas por planta. Este último dato resultó igual para - todos los tratamientos. En cuanto al amacollamiento este no tuvo mucha variación entre los tratamientos resultando el mayor para el tratamiento cuatro después le siguieron - en orden descendente el T5, T1, T3, T2.

En el cálculo del por ciento de materia seca se sacaron muestras de cada parcela, y se llevaron al laboratorio donde se pasaron, después se les trató con calor en el interior de una estufa hasta que el peso de las muestras permaneció constante, con los pesos primero y último se calculó el por ciento de materia seca por tratamiento.

El por ciento de embuche al igual que el acame no mostraron diferencia en ninguno de los casos.

Se tomaron también datos de peso y profundidad de la raíz.

En los rendimientos el tratamiento que mayor forraje produjo fué el T2 y después le siguieron en orden descendente T4, T1, T3, T5. Esto es sin incluir al tratamiento 6 - el cual tenía el agua disponible para su desarrollo.

LITERATURA CONSULTADA

- 1.- Bonner, J.F. y A.W. Galston 1967. *Principios de Fisiología Vegetal*. Aguilar, S. A. Madrid, España pp. 485.
- 2.- Buckman, H.O. y N.C. Brady 1970. *Naturaleza y Propiedades de los suelos*. Montaner y Simon, S. A. Barcelona, España. pp. 479.
- 3.- Gola, G., G. Negri y C. Cappelletti. 1959. *Tratado de Botánica*. Editorial Labor. Barcelona, Madrid. pp. 1160.
- 4.- Henckel, P.A. 1964. *Physiology of plantas under drought*. *Annual Review of plant physiology* 15: 365, 383.
- 5.- Martínez, Medina, L. y L. J. Maldonado. 1973. *Zonas Áridas (Recursos Vegetales)*. Boletín Técnico. Productora Nacional de Semillas, SAG. México, D. F. pp. 30.
- 6.- Meyes, B.S., D.B. Anderson y H. Bohning 1960. *Introducción a la Fisiología Vegetal*. Eudeba, Argentina. pp. 580.
- 7.- Molisch, H. 1945. *Fisiológica Vegetal*. 6a. Edición Alemana. Traducción al Español. Editorial Labor, S. A. pp. 394.
- 8.- Ray, P.M. 1967. *La Planta Viviente*. CECSA. México, pp. 208.

- 9.- Rojas Garcidueñas, M. 1959. *Principios de Fisiología Vegetal*. Págs. 45-46. Imprenta Universitaria, México, D. F.
- 10.- Rojas Garcidueñas, M. 1972. *Fisiología Vegetal Aplicada* Págs. 27-45. Libros Mc.Graw-Hill de México, S. A. de C. V. México, D. F.
- 11.- Ruiz Oronoz, M. 1966. *Tratado Elemental de Botánica*. pp. 730.
- 12.- Russel, S.E.J. 1968. *Las Condiciones del Suelo y el Crecimiento de las Plantas*. Aguilar. España. pp. 801.
- 13.- Salinas González, J.G. 1966. *Prueba de adaptación y rendimiento de 12 variedades de avena (Avena sativa L.) en la Ex-Hacienda "El Canadá", municipio de Gral. Escobedo, N. L. Tesis Fac. de Agronomía, U.A.N.L. pp. 49.*
- 14.- *Símpoio Internacional sobre el Aumento de la Producción de Alimentos en Zonas Áridas*. 1968. -- Abril 22-25 Págs. 275-280. Monterrey, N. L. México.
- 15.- Steward, F.C. 1959. *Plant Physiology Volumen II* Academic Press Inc. Printed in the U.S.A. pp. 758
- 16.- Tisdale, S. L., W.L. Nelson. 1970. *Fertilidad de los Suelos*. Montaner y Simon, S. A. Barcelona, España. pp. 760.
- 17.- Vázquez Alvarado, R. E. 1971. *Introducción de Resis-*

tencia a la Sequía en el trigo. Gral. Escobedo, N. L. Tesis Fac. de Agronomía, U.A.N.L. pp. 66.

A P E N D I C E

TABLA A-1.- Análisis de varianza de la altura de Avena sativa L. var. Guelatao. Escobedo, N. L. 1973

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	F. Teórica (5%) (1%)	
Tratamientos	4	967.05	241.75	21.81	3.26	5.41
Bloques	3	88.11	29.62			
Error	12	132.98	11.08			
Total corregido	19					

TABLA A-2.- Análisis de varianza del rendimiento en forraje verde de Avena sativa L. var. Guelatao, Escobedo, N. L. 1973.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	F. Teórica (5%) (1%)	
Tratamientos	4	38.84	9.71	20.77	3.26	5.41
Bloques	3	2.64	0.88			
Error	12	5.61	0.46			
Total corregido	19					

Prueba de Duncan

\bar{X}	95%	99%
T6 17.07		
T2 8.94		
T4 8.80		
T1 8.16		
T3 7.84		
T5 5.10		

Rangos de Significancia

	2	3	4	5
.05	3.64	3.74	3.79	3.83
.01	5.70	5.95	6.11	6.18

Desviación Standard = 0.342

Diferencias Mínimas Significativas

	2	3	4	5
.05	1.244	1.279	1.296	1.309
.01	1.949	2.038	1.089	2.113

TABLA A-3.- Análisis de varianza del Índice Foliar de Avena sativa L. var. Guelatao. Escobedo, N. L. 1973.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	F. Teórica (5%) (1%)	
Tratamientos	4	319.90	79.97	0.21	3.26	5.41
Bloques	3	349.97	116.49			
Error	12	4053.50	377.79			
Total corregido	19					

TABLA A-4.- Análisis de varianza del amacollamiento de Avena sativa L. var. Guelatao. Escobedo, N. L. 1973.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	F. Teórica (5%) (1%)	
Tratamientos	4	0.79	0.200	3.08	3.26	5.41
Bloques	3	0.30	0.100			
Error	12	0.77	0.064			
Total corregido	19					

TABLA A-5.- Análisis de varianza del por ciento de embuche de Avena sativa L. var. Guelatao. Escobedo, - N. L. 1973.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	F. Teórica (5%) (1%)	
Tratamientos	4	388.00	97.00	2.77	3.26	5.41
Bloques	3	375.00	125.00			
Error	12	425.00	35.41			
Total corregido	19					

