

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



CAPTACION Y RETENCION DE HUMEDAD EN EL SUELO,  
MEDIANTE SISTEMAS DE LABRANZA EN AVENA

(Avena sativa L.)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

CARLOS DE ALEJANDRO CASTILLO FARIAS

MARIN, N. L.

SEPTIEMBRE DE 1984

1

T

SB19

.02

C3

c.1



1080061240

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



CAPTACION Y RETENCION DE HUMEDAD EN EL SUELO,  
MEDIANTE SISTEMAS DE LABRANZA EN AVENA

(Avena sativa L.)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

CARLOS DE ALEJANDRO CASTILLO FARIAS

MARIN, N. L.

SEPTIEMBRE DE 1984

T  
SB 192  
002  
C3



Biblioteca Central  
Maana Solidaridad

F. Tesis



UANL

FONDO

TESIS LICENCIATURA

A MI PADRE

Sr. APOLINAR CASTILLO GOMEZ

*Con cariño y respeto, por haberme conducido  
por el camino correcto y con sus consejos  
me ayudó a realizar mis estudios.*

*Con amor y cariño.*

A MI MADRE

Sra. ANA Ma. FARIAS DE CASTILLO

*Quien estuvo a mi lado en mis momentos difi-  
ciles y me brindo su amor y comprensión para  
realizar mis estudios.*

A MI MADRE

Sra. TERESA ARTEAGA

*Con amor y cariño, a quien me brindo su comprensión, cariño y confianza para la culminación de mis estudios.*

A MIS HERMANOS

VICTOR RODOLFO

HECTOR MANUEL

FRANCISCO

*Que con sus consejos supieron orientarme y fueron un estímulo para lograr mi meta.*

A LOS INGENIEROS

CARLOS L. ALVARADO DIAZ

CARLOS H. SANCHEZ SAUCEDO

J. LUIS MEZA GUERRA

*Con admiración y respeto, quienes me brindaron  
desinteresadamente su apoyo, amistad y me orien-  
taron en el transcurso de la carrera.*

A MIS COMPANEROS Y AMIGOS

OSCAR A. JUNCAL FAISAL

LUIS CARLOS RAMIREZ H.

DAMACIO MEDINA TRISTAN

ING. ALONSO R. IBARRA TAMEZ

ING. LUIS MARTINEZ ROEL

*Por su estímulo y ayuda durante el desarro-  
llo de mi carrera.*

A MI ESCUELA.

*Con admiración y respeto*

*A los ingenieros CARLOS H. SANCHEZ S.  
y MAURILIO MARTINEZ R. quienes me brin  
daron su desinteresada ayuda para la  
realización del presente estudio.*

CON AMOR Y RESPETO

A MI NOVIA

MA, DEL CARMEN PEREZ ROSAS

*Quien con su estímulo, amor y comprensión me ayudó a concluir mis estudios y me hizo ver en ella a la persona por quien seguir luchando en la vida.*

A todos mis Maestros y amigos  
que me brindaron su apoyo  
durante el desarrollo de mi  
carerera y por temor de omi-  
tir algún nombre de antemano  
muchísimas gracias.

# INDICE

	PAGINA
INTRODUCCION -----	1
LITERATURA REVISADA -----	3
- Técnicas de labranza -----	4
- Laboreo de otoño -----	9
- Laboreo de primavera -----	9
- Laboreo de verano -----	10
- Adecuación de las técnicas de cultivo -----	10
- Elección del cultivo -----	11
- Epoca de siembra -----	13
- Densidad de siembra -----	15
MATERIALES Y METODOS -----	19
- Materiales -----	19
- Métodos -----	20
RESULTADOS Y DISCUSION -----	26
- Contenido de humedad en el suelo -----	26
- Rendimiento de forraje -----	30
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	36
- Conclusiones -----	36
- Recomendaciones -----	37
RESUMEN -----	39
BIBLIOGRAFIA -----	41
APENDICE -----	43

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO		PAGINA
1	Datos mensuales de precipitación, temperatura y evaporación durante el ciclo del cultivo.	24
2	Análisis de varianza del rendimiento de avena en ton/ha.	33
3	Datos del rendimiento de la avena en ton/ha, así como la media para cada tratamiento.	33
4	Datos de altura de planta de avena en cm por tratamiento, así como el promedio para cada uno de ellos.	44
5	Datos del número de grano por planta, así como el promedio para cada tratamiento.	45
6	Datos de la longitud de la espiga en cm para cada tratamiento, así como el promedio para cada uno de ellos.	46
7	Balance del déficit hídrico para el cultivo de avena en el presente trabajo.	47
8	Balance del déficit hídrico para el cultivo de avena (Alanís, 1982).	48
9	Balance del déficit hídrico para el cultivo de avena (Morales, 1983).	49

## FIGURA

## PAGINA

1	<i>Distribución de los tratamientos en el campo.</i>	22
2	<i>Contenido de humedad en el estrato de suelo de 0-30 cm durante los muestreos.</i>	27
3	<i>Contenido de humedad en el estrato de suelo de 30-60 cm durante los muestreos.</i>	29
4	<i>Contenido de humedad en el estrato de suelo de 60-90 cm durante los muestreos.</i>	31

## INTRODUCCION

De las tierras agrícolas de México, las tres cuartas partes son de temporal; de las cuales más del 70 % tienen una precipitación deficiente en cuanto a cantidad y distribución se refiere.

En el Estado de Nuevo León más de la mitad de la superficie agrícola es de temporal.

La zona norte del Estado de Nuevo León, se caracteriza por la escasa precipitación, la cual se encuentra entre los 400 - 500 mm anuales en la zona donde se realiza el presente trabajo, por lo que es conveniente el oportuno trabajo de la tierra para poder aprovechar al máximo las precipitaciones ocurridas en los meses anteriores a la siembra en algún cultivo y que se almacene en el suelo para que esté disponible en las etapas críticas del cultivo.

Las técnicas de labranza son las que permiten un mejor aprovechamiento de la precipitación, además favorece la infiltración y reduce el escurrimiento.

En la época de invierno se presenta escases de forraje y el valor de éste aumenta considerablemente, ya que la deman-

da del forraje en esta región se incrementa por caracterizarse como una zona ganadera.

Los objetivos del presente trabajo son los siguientes:

1. Probar diferentes métodos de labranza para captar y retener la humedad en el perfil del suelo.
2. Observar la respuesta del cultivo de avena a los distintos métodos de labranza.
3. Obtener forraje con la menor inversión posible (beneficio - costo).

La hipótesis experimental es que se espera encontrar un método de labranza con el cual se logre captar y retener la suficiente humedad para que el rendimiento del cultivo sea económicamente costeable.

## LITERATURA REVISADA

### Consideraciones para la agricultura de secano

Duncan (1982) comenta que el futuro de los cultivos en las áreas de secano depende de la humedad almacenada en el suelo y de la interacción con las tierras de cultivo.

Por su parte Bonciarelli (1978) menciona que en todo sistema de cultivo de secano se debe procurar:

- a) Acumular en el suelo reservas de agua tan grande como sea posible.
- b) Impedir o reducir al máximo las pérdidas de tales reservas.
- c) Obtener al máximo rendimientos del agua.

Además, Chapman (1962) considera tres factores importantes para determinar en que lugar se puede establecer un cultivo siendo los siguientes:

- a) Distribución del agua (en el tiempo).
- b) Cantidad de agua.
- c) Textura del suelo.

El mismo autor agrega que la precipitación durante la estación de crecimiento es mucho más beneficiosa para los cultivos, que la que cae durante los períodos sin crecimiento activo.

## Técnicas de labranza

Gavande (1972) menciona que es importante considerar los procedimientos para llevar a cabo el laboreo en zonas específicas, las cuales variarán de acuerdo a las condiciones del suelo, clima y prácticas de manejo del cultivo. Es por eso que en seguida solo se mencionarán algunos de los criterios más destacados por la amplia extensión de zonas en que pueden ser aplicadas.

Faunce (1965) indica que en muchas zonas de agricultura de secano la precipitación es marcadamente estacional, siendo imperativo haber realizado todas las labores de preparación y siembra poco después de iniciada la temporada de lluvia. Sin embargo, queda con frecuencia alguna humedad residual en el momento de la recolección, por lo que dicha humedad podrá salvarse si se combaten las malezas durante la temporada seca.

En estas condiciones, es aconsejable la labranza inmediatamente después de la recolección y al comenzar la temporada seca. Esto no solo combate las malezas y conserva la humedad, sino que deja la tierra en condiciones de recibir labores rápidas de preparación y siembra cuando comiencen las lluvias. En tales zonas no deben ser necesarias más de dos labores, y la segunda casi siempre puede ser de labranza y siembra combinadas.

Respecto a otras zonas de cultivos anuales en las regiones

templadas, en donde las lluvias son menos estacionales. Faunce (1965) menciona que en tales casos las malezas deben combatirse para hacer posible tal cultivo anual. Sin embargo, el número de labores debe mantenerse al mínimo.

Faunce (1965) indica que en Australia es práctica común plantar un cultivo de cobertura que proporcione pastos adicionales, proteja al suelo o aumente la productividad, en lugar de labrar y conservar la humedad residual. En Norteamérica lo más común es recurrir al llamado "barbecho retrasado", que consiste en dejar en pie el rastrojo desde que se recolectan los cereales en el verano hasta la próxima primavera. El desarrollo de las malezas y el almacenamiento de humedad a finales de verano y principios de otoño suelen ser limitados, a la vez que el rastrojo en pie sirve para proteger los campos y retener la nieve.

Bonciarelli (1978) cita al barbecho como una práctica agrícola antiquísima consistente en dejar al suelo libre de cultivo, durante el cual se somete a una serie de labores. En efecto, durante este reposo o labrado, el suelo aumenta su fertilidad, además de sus reservas de agua, se incrementa la cantidad de fósforo y nitrógeno disponible como consecuencia de la actividad microbiana y de la mejora del estado estructural, también se limpia de malas hierbas.

Chapman (1982) encontró que es posible almacenar del 10 al

30% de la precipitación observada durante el período sin cultivar. Mediante esta práctica, que es el barbecho, permite evitar a corto plazo la variación en el rendimiento de una estación a otra, debido a las diferencias anuales en la precipitación.

Meyer (1983), aplicando el barbecho en áreas que reciben menos de 500 mm de lluvia por año, ha completado un estudio de cinco años para la parte norte de la Estación Experimental de Nebraska y encontró que al aplicar el barbecho el cultivo siguiente aumenta su rendimiento de 15 a 20 bushels por acre, como resultado de la humedad almacenada.

Faunce (1965), en sus estudios realizados, considera que si en las capas superficiales del suelo (en los 30 cm superiores) existe una humedad apreciable, sería casi siempre equivocada dar labores profundas o dejar el suelo muy abierto hasta una profundidad considerable. Esto conduciría a la rápida evapotranspiración de la humedad, tanto en la capa labrada como a mayores profundidades. Sin embargo, si dicha capa está seca, conviene formar una superficie muy terronosa y abierta con la finalidad de que las lluvias sean rápidamente absorbidas.

Contrariamente a lo que suele creerse, casi ninguno de los cultivos obtenidos en las zonas de agricultura de temporal exigen un terreno de siembra liso y finamente dividido. En realidad, conviene que los 8 ó 10 cm superiores del suelo sean tan

desiguales y terronosos como sea posible, tanto para favorecer la absorción del agua como para combatir la erosión. Las capas de suelo por debajo de esta profundidad deberán hallarse relativamente apisonadas, de manera que la semilla se sitúe en el suelo firme y húmedo (Faunce, 1965).

Faunce (1965) indica que las labores de verano se practican en primer lugar roturando o volteando las praderas. Esto con el fin de provocar la iniciación de la descomposición de grandes cantidades de materia orgánica. Por otra parte, la sequía de la estación favorece la destrucción de ciertos parásitos y de las malas hierbas.

El autor citado comenta además que las labores de otoño se efectúan con vista a la preparación de las tierras para la siembra de cereales de invierno y eventualmente de praderas. Sus condiciones de realización dependen ampliamente del precedente cultural que determinan, por una parte, la fecha a partir de la cual pueden realizarse éstas, luego la humedad probable del suelo en el momento del trabajo y, por otra, el estado estructural inicial.

El mismo autor observa que las labores de verano y otoño permiten la infiltración del agua de lluvia. Este efecto se busca particularmente en terrenos con pendiente y clima mediterráneo con lluvias torrenciales de otoño. Se limita así la escorrentía y, en consecuencia la erosión, agregando además la

reconstitución de las reservas de agua del perfil del suelo. Por otra parte, menciona que las labores de invierno se realizan para exponer al suelo en mejores condiciones a la acción de los factores naturales y especialmente a las heladas, así como para permitir una buena evolución de la materia orgánica o finalmente para adelantar los trabajos de primavera.

Por último, indica que las labores de primavera tienen por objetivo preparar justo antes de la siembra una capa de tierra con características adecuadas para un buen desarrollo del cultivo. Esto es solamente realizable en terrenos de secado rápido, gracias a la utilización de vertederas cilíndricas cortas o de un arado de discos. Si el suelo es demasiado húmedo, la labor provocará la formación de terrones que se endurecerán rápidamente y cuya destrucción necesitará numerosas labores superficiales que implicarán una compactación muy perjudicial de la parte inferior de la capa labrada.

En una publicación realizada (1979) con el título de Agricultura de Secano menciona que donde la precipitación es suficiente y disponible para cultivos anuales, el laboreo únicamente es usado para preparar una adecuada cama de siembra, puesto que generalmente no conserva la humedad para el cultivo anual siguiente.

### Laboreo de otoño

Es recomendable efectuar un cinceleo profundo (25 - 30 cm) o subsoleo (30 - 41 cm) para romper la capa dura en el perfil del suelo causado por previas operaciones de labranza y ayudar así a la infiltración del agua dentro del perfil del suelo. Esto es especialmente verdadero donde los suelos fríos son comunes durante la estación de invierno. En algunos casos, las operaciones de labranza en otoño ayudan a controlar las malas hierbas después de las operaciones de labranza de barbecho.

### Laboreo de primavera

Al inicio de primavera las operaciones de labranza se hacen básicamente con tres tipos de implementos: aquellos que invierten completamente la capa del suelo, como los arados de rejas; aquellos que remueven y mezclan el suelo, tales como algunos tipos de rastras de discos; y aquellos que penetran mucho en la superficie del suelo sin invertir la capa de suelo, pero mezclando los residuos superficiales, estos son varios tipos de cultivadoras de campo.

El tipo de labranza que invierte la capa superficial del suelo (arado de rejas), es generalmente usado donde las malas hierbas son un problema o donde los residuos de cosecha son densos en las superficies y hacen difícil las operaciones de verano.

El tipo de labranza que remueve y mezcla la capa superficial del suelo tiene la particularidad de destruir las malas hierbas y residuos de cosecha mezclándolas en la capa superficial del suelo, agregando de esta manera materia orgánica, así como también auxiliando en el control de la erosión.

La labranza temprana al inicio de la primavera ayuda a conservar la humedad del suelo almacenada previamente en el perfil del suelo. Muchos estudios han mostrado que el laboreo temprano-en primavera es preferible al laboreo tardío, ya que éste destruye las malas hierbas que hacen uso de la humedad del suelo.

#### Laboreo de verano

Las operaciones de labranza efectuadas después de la primavera y durante el verano tienen tres propósitos primordiales: el control de malas hierbas; mantener una cobertura de residuos en el suelo que conserve la humedad almacenada en el perfil del suelo; y preparar una adecuada cama de siembra para los cultivos.

#### Adecuación de la técnica de cultivo

Bonciarelli (1978) indica que la adaptación de la técnica de cultivo a un ambiente donde la escases de agua es el principal factor limitante de la producción vegetal, tiene diversos

aspectos: la elección del cultivo, la siembra en la época adecuada y la densidad de siembra. Enseguida se comentan dichos puntos.

### Elección del cultivo

Bonciarelli (1978) señala que es importante elegir oportunamente las especies y el cultivo en base a su capacidad de extraer agua del suelo o de la capacidad de crecer en el período más favorable, gracias a la apropiada duración del ciclo vegetativo.

Según Arnon (1975), la elección del cultivo dependerá de consideraciones económicas y de la adaptabilidad del cultivo a las condiciones edafoclimáticas.

Briggs (1974) menciona que la adaptación del cultivo de la avena es muy variada en cuanto a lo que se refiere a climas, pero donde se encuentra mejor condicionada es en aquellas regiones que son frías y húmedas. Esto es debido a que la avena es vulnerable a climas cálidos y secos; produciéndole estos un llenado pobre y seco del grano. Y en climas cálidos y húmedos favorece el desarrollo de organismos patógenos, a los cuales, la avena es muy susceptible.

Valero (1982) realizó un estudio en base al balance hidro-

lógico para los patrones de cultivos regionales para el Distrito de Temporal 1 en el Estado de Tamaulipas, en el cual la precipitación efectiva acumulada anual es de 508.4 mm, comenta que si se compara con el uso consuntivo del sorgo que es de 488.3 mm en el ciclo de temprano, se encuentra que es suficiente para cubrir las necesidades del cultivo y no así para los patrones sorgo-frijol y sorgo-maíz, o sea dos cultivos en un año calendario, obteniéndose en ambos casos un déficit considerable siendo más crítico para sorgo-maíz.

Randhaw y Rama (1982), en un estudio hecho en Bombay o Mayas, observaron que las prácticas para condiciones de sequía no entusiasmaron a los agricultores como medida para mejorar su productividad, principalmente debido a las pobres variedades de moda en ese tiempo. Pero ellos, basándose en conocimientos más profundos, condujeron experimentos en las localidades de Ballary, Bijapur y Salapur con materiales genéticamente superiores que pudieran explorar mejor la humedad a menor costo, incrementando los rendimientos y recomendando variedades para cada localidad.

Villarreal y Sánchez (1980) citan el concepto de déficit hídrico (DH) para agricultura de temporal, en el cual se analiza qué cultivos tienen mayor déficit hídrico con la finalidad de seleccionar especies o variedades con mayor valor de DH, siempre y cuando éste sea inferior a 0.5. En este concepto no son considerados los otros factores de producción, solamen

te las aportaciones hídricas y los requerimientos de agua de la planta. A continuación se enuncia el modelo:

$$DH = 1 - \frac{PP_{0.5}}{UC}$$

Donde:

DH = Déficit hídrico.

PP<sub>0.5</sub> = Precipitación pluvial (mm) durante el ciclo de cultivo con un 50% de probabilidad.

UC = Uso consuntivo.

### Epoca de siembra

Bonciarelli (1978) menciona que las siembras deberán siempre realizarse de modo que el ciclo vital del cultivo se desarrolle en el período del año menos adverso a los procesos productivos.

Nadar y Rodewald (1979) consideran que cualquier factor que cause demoras en las siembras puede aumentar la severidad del efecto de la sequía en la producción de cualquier cultivo y por lo tanto, esto trae como consecuencia una baja en el rendimiento, ya que la época de sequía puede reincidir con las etapas críticas del desarrollo del cultivo.

Panel (1974) expresa que la época en que un cultivo es plantado influye en la eficiencia del uso del agua. Generalmenen

te la fecha más temprana es la mejor porque las plantas pueden utilizar la humedad acumulada del invierno y tienen la ventaja de la temperatura más fresca y así bajan las tasas de evapotranspiración.

Randhaw y Rama (1982), en un trabajo realizado en Ballary, Bijapur y Salapur en la India, encontraron que las siembras tradicionales empiezan después de terminadas las lluvias, algunas veces en el mes de octubre, resultando un pobre crecimiento y una alta tensión de humedad al tiempo de florear o antes de la floración. Los estudios revelaron que con el sorgo sembrado de 20 a 30 días antes de la fecha tradicional, se obtiene un incremento en el rendimiento debido a la alta disponibilidad de humedad y a la mayor utilización de ésta.

Por su parte, Gavande (1972) afirma que en algunas áreas temporaleras la precipitación es marcadamente estacional y resulta esencial realizar la preparación del terreno y la siembra después de que comience la temporada de lluvias.

De Fina y Ravelo (1973), en un análisis de 40 años de observación meteorológica del sur de Santa Fe, Argentina, determinaron que el balance hídrico del suelo en sus primeros 50 cm de profundidad fue sumamente deficiente, del 5 al 25 de diciembre; además dicen que en el 75% de los años, el agricultor maicero del lugar debería adoptar la época de siembra y elegir variedades con la precocidad necesaria, de manera que dicho ce -

real, tan sensible a la sequía en el momento de la floración, cumpliera todos los años dicha fase fenológica fuera de este lapso tan desfavorable de 20 días.

Jurgens (citado por Nadar 1979) estableció que cuando la sequía ocurre 10 días después de la polinización, la producción se reduce en un 42%-

Almeyda y García (1975) realizaron un análisis temporal de la precipitación acumulada mensual de los meses de diciembre a marzo para la estación Aija y Cajamarquilla, localidad de Ancash, Perú, durante el período de 1964 a 1973, con la finalidad de determinar con mayor exactitud los años de ocurrencia de períodos de sequía; así como la precipitación diaria a cumulada correspondiente a los años de sequía, para determinar la duración de éstas en cultivos de secano como trigo y cebada. Todo esto con la finalidad de planificar anualmente las actividades agrícolas con una conveniente fecha de siembra. Los resultados indicaron que el fenómeno se presentó en los primeros meses del verano, con una duración de 27 días y con precipitaciones deficientes.

#### Densidad de siembra

Bonciarelli (1978) considera que la densidad de siembra para condiciones de secano debe ser mas bien rala, de modo

que cada planta tenga a su disposición un mayor volumen de suelo del cual extraer agua y nutrientes para su desarrollo.

Según Gavande (1972), las densidades de siembra para la agricultura de secano en general, no deben ser mayores de un medio a dos tercios de las practicadas en áreas húmedas. Así mismo, Chapman (1962) indica que los rendimientos de muchos cultivos están relacionados con la densidad o número de plantas por hectárea, y que antes de incrementar la densidad de siembra, el agricultor deberá comprobar si existe en el suelo la cantidad suficiente de minerales esenciales que estén disponibles y que permitan el crecimiento de mayor número de plantas.

Villarreal y Sánchez (1980) estiman que la población de plantas por hectárea es una función del abastecimiento hídrico estimado, aplicándose solo cuando el déficit hídrico (DH) es menor que 0.5, de tal manera que la densidad de población (plantas por hectárea) para temporal será:

$$DPT = (1 - DH) \times DNS$$

Donde:

DPT = Densidad de plantas por hectárea para temporal.

DH = Déficit Hídrico.

DNS = Densidad normal bajo riego o para regiones húmedas.

Nadar y Rodewald (1979) concideran que el número de plantas requeridas por unidad de área, para alcanzar la más alta producción dependerá de la naturaleza de la cosecha y de su ambiente. Este número no puede ser muy pequeño, pues de otra manera no se aprovecharía todo el potencial de la producción, ni tampoco puede ser muy grande dado que la excesiva competencia de plantas reduciría la eficiencia global de la cosecha.

La National Academy of Sciences (1974) menciona que la cantidad de plantas debe ser suficientemente grande para permitir todo el uso de la humedad que se pueda conseguir, pero no tan grande que pueda reducir el rendimiento. Debido a que la lluvia es variable, es difícil el prejulgar la humedad que habrá durante la estación de crecimiento, por lo tanto, la cantidad de plantas que deberá ser sembrada es difícil de establecer. Las prácticas de cultivo que resultan en sobrepoblación, reducirán la eficiencia del uso del agua, al restringir la profundidad y ramificación de las raíces.

Alanis (1982), en su trabajo en el cultivo de avena menciona que el efecto de los tratamientos al inicio del ciclo es marcado, pero a medida que se llega el final del ciclo el contenido de humedad tiende a homogenizarse.

Encontró que el tratamiento T7 (mínima labranza) tenía el más bajo contenido de humedad al inicio del ciclo y el tratamiento T4 (Subsoleo, rastreo, aradura, rastreo, nivelación), fué el

de menor eficacia a lo largo del ciclo. Refiriéndose al rendimiento de forraje los tratamientos T5 (Aradura, rastreo, nivelación) y el T6 (Subsoleo, aradura, rastreo, nivelación), presentaron los valores mas altos.

Morales (1983), en su estudio realizado en el cultivo de avena indica que el tratamiento T3 (Subsoleo, rastreo, aradura, rastreo) fué el que tuvo mayor capacidad de captación y retención de humedad y el tratamiento T2 (Subsuelo, aradura, rastreo) capto mayor humedad pero la retención fué deficiente, en el otro extremo estuvo el tratamiento T7 (mínima labranza) que fué el más deficiente en estos aspectos.

En cuanto a rendimiento encontró que los tratamientos T2 (Subsuelo, aradura, rastreo) y T1 (Aradura, rastreo) fueron los más altos con 5 941 y 5 255 Kg/ha. respectivamente. Mientras que los tratamientos T3 (Subsuelo, rastreo, aradura, rastreo) y T7 (Mínima labranza), mostraron los más bajos rendimientos los cuales fueron de 3 581 y 3 318 Kg/ha. respectivamente.

## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la UANL. en el Municipio de Marín, N.L., el cual está ubicado en el km 17 de la carretera Zuazua-Marín.

El mencionado campo está ubicado en los  $25^{\circ}53'$  latitud norte y a los  $100^{\circ}03'$  longitud oeste del meridiano de Greenwich, teniendo una altura de 367.3 m sobre el nivel del mar.

El clima de la región según la clasificación de Koppen modificada por García (1973) es de tipo semiárido BS(h')hX(e'), con temperaturas medias anuales de  $22^{\circ}\text{C}$ , en donde los meses más fríos (diciembre y enero) son inferiores a los  $18^{\circ}\text{C}$ , siendo éstas en ocasiones extremas; las temperaturas más altas se presentan en los meses de julio y agosto, siendo mayores de  $28^{\circ}\text{C}$ .

### Materiales

La delimitación del terreno en su totalidad y su división en parcelas fue realizada con la ayuda de un aparato de tránsito, cinta métrica, balizas, estacas y cal para delimitar las parcelas y calles.

La preparación del terreno se llevó a cabo utilizando el tractor y subsuelo con los cuales se empezó a trabajar las parcelas que así lo requerían, después se utilizó el arado reversible de tres discos y por último, se usó la rastra integral y de tiro para terminar las labores previamente establecidas para cada tratamiento.

La siembra se realizó con la sembradora-fertilizadora de grano fino y semilla de avena para forraje variedad cuauntemoc con un 85 % de germinación, que fue determinado en cajas petri.

Se realizaron muestreos de suelo de los estratos 0-30, 30-60 y 60-90 cm con una barrena veihmeyer y estos se depositaron en frascos debidamente etiquetados, los cuales fueron pesados en una balanza analítica y secados en la estufa eléctrica.

Una vez iniciado el llenado de grano se obtuvo la muestra de plantas de la parcela útil para determinar el rendi-miento de forraje verde que fue determinado en forma manual para cada tratamiento.

### Métodos

Se probaron ocho tratamientos distintos de labranza con

maquinaria agrícola; estos se establecieron con cuatro repeticiones, utilizando un diseño experimental de bloques al azar. Dichos tratamientos para evaluar la captación y retención de la humedad en el suelo son los siguientes:

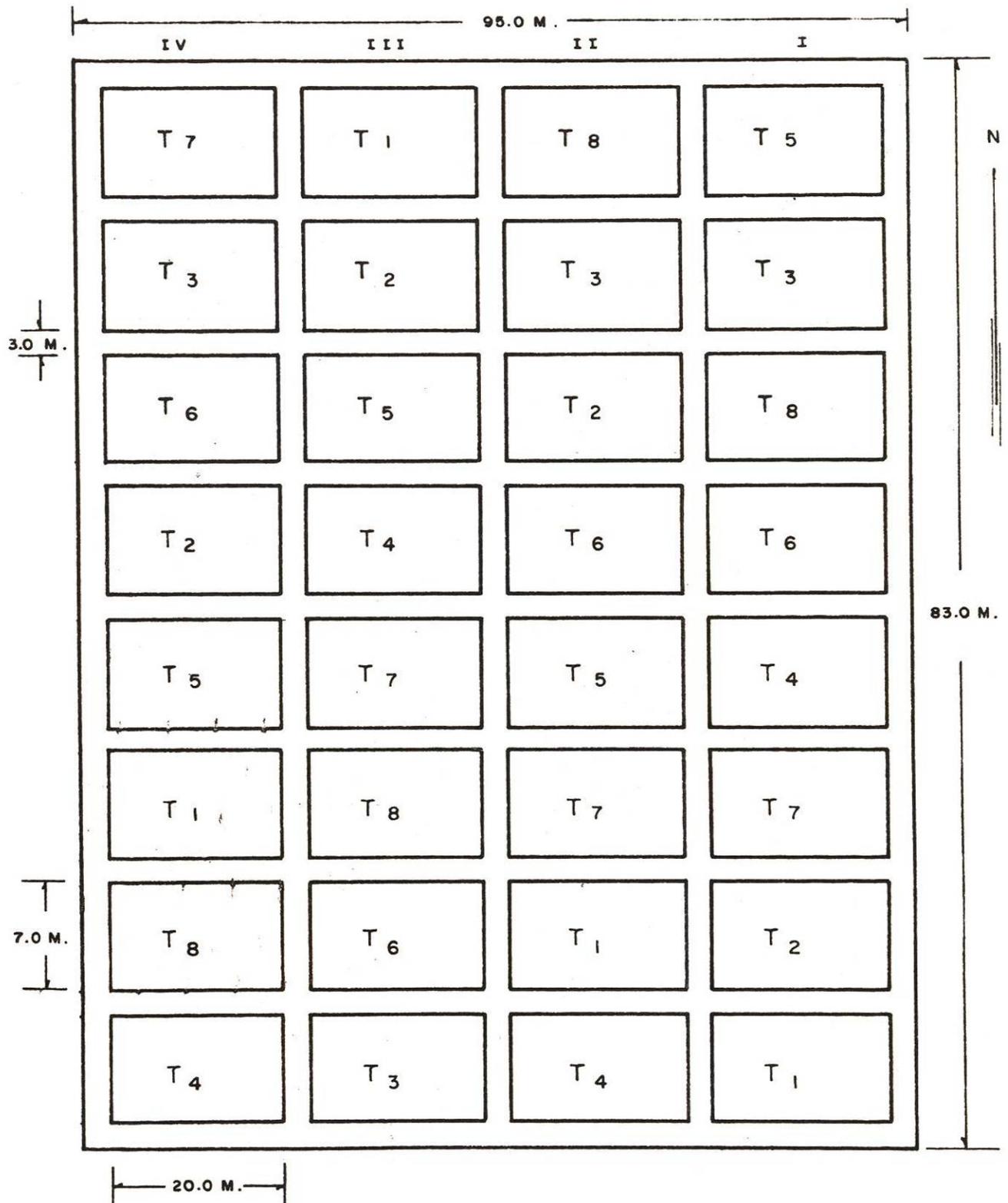
- T1. Aradura, rastreo.
- T2. Subsoleo, aradura, rastreo.
- T3. Subsoleo, rastreo, aradura, rastreo.
- T4. Subsoleo, rastreo, aradura, rastreo (pesado).
- T5. Aradura, rastreo (pesado).
- T6. Subsoleo, aradura, rastreo (pesado).
- T7. Subsoleo (mínima labranza).
- T8. Subsoleo, rastreo (pesado).

La distribución de los tratamientos en el campo se presentan en la figura 1.

Las delimitaciones de las parcelas experimentales fueron las siguientes:

Area total de la parcela:	20 m X 7 m =	140 m <sup>2</sup>
Area de la parcela útil:	1 m X 2 m =	2 m <sup>2</sup>
Separación entre hileras:	0.18 m	
Area total de las parcelas:	1480	m <sup>2</sup>
Area total de las calles:	3405	m <sup>2</sup>
Area total del experimento:	7885	m <sup>2</sup>

El subsoleo fue realizado el 10 de julio de 1983; al 30 de



Figural. Distribución de los tratamientos en el campo. Labranza para captar y retener humedad para avena, Inv. 83-84 Marín, N.L.

julio del mismo año se procedió a arar el terreno para eliminar malezas, aerear el suelo, destruir plagas al intemperizar la capa del suelo hasta una profundidad de 30 cm de profundidad; permaneció en estas condiciones para captar y almacenar las precipitaciones ocurridas. El tres de octubre del año en curso se dió el primer paso de rastra a los tratamientos que así lo requerían y el 10 de noviembre de 1983 se rastreo el terreno; la siembra se realizó el día 23 de diciembre del mismo año, se sembró en seco con una densidad de 90-100 kg/ha, tomando esta decisión debido a que ya se había pasado el límite de la fecha de siembra.

Se tomaron tres muestreos de humedad durante el ciclo del cultivo, uno antes de la siembra, otro después de las lluvias del 25 de enero de 1984 (33 días después de la siembra) y el último en el momento de la cosecha que se realizó el 26 de marzo. Inicialmente se había propuesto muestrear tres días después de cada evento lluvioso, pero debido a que únicamente llovió en una ocasión, por lo tanto no fue posible esto.

En las inspecciones de campo se hicieron observaciones respecto a los días a floración y al llenado de grano por parcela. También se hace mención a los daños causados por ganado vacuno que se introdujo al experimento en dos ocasiones siendo aproximadamente 8 animales en cada ocasión. Así mismo se observó la frecuencia e intensidad de las precipitaciones

como también la evaporación y las temperaturas ocurridas durante el ciclo del cultivo. En el cuadro 1 se resumen los datos mensuales de precipitación, temperatura y evaporación.

En una muestra de  $2 \text{ m}^2$  de la parcela útil al azar donde no se muestran daños de ganado se tomaron las características fenotípicas siguientes:

1. Altura de planta (cm). Se midió de la base del tallo hasta la espiga más alta.
2. Número de granos por planta. Se contó el número de granos de la muestra y se obtuvo el promedio por planta.
3. Longitud de la espiga (cm). En la misma muestra se midió la longitud de la espiga de cada planta y se calculó el promedio por planta.
4. Rendimiento de forraje. Este fue estimado por área muestreada (gr) y calculado en toneladas por hectárea.

Cuadro 1. Datos mensuales de precipitación, temperatura y evaporación durante el ciclo del cultivo. Labranza para captar y retener humedad para avena, Inv. 83-84 Marín, N.L.

	PRECIPITACION (MM)	TEMPERATURA °C		EVAPORACION (MM)
		MAXIMA	MINIMA	
DICIEMBRE	3.2	13.5	-2.5	18.25
ENERO	89.9	21.5	1.0	48.23
FEBRERO	6.8	24.0	8.0	137.47
MARZO	0	28.0	12.0	174.13

Además se realizó un balance hídrico para el ciclo presente y para los trabajos anteriores a la línea de investigación, con la información climatológica de los años de observación en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía de la UANL. El balance hídrico consiste en relacionar las aportaciones de la lluvia y las demandas hídricas del cultivo.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en el presente trabajo se exponen en seguida, así como la discusión de los mismos.

### Contenido de humedad en el suelo

En la figura 2 se muestra el contenido de humedad en el estrato de 0 a 30 cm de profundidad durante el ciclo del cultivo, donde se observa que el primer muestreo (antes de la siembra) el tratamiento 4 (subsoleo, rastreo, aradura, rastreo (pesado)) tuvo un mayor contenido de humedad, siguiendo de valor el tratamiento 2 (subsoleo, aradura, rastreo); también se puede notar que el tratamiento 7 (subsoleo (mínima labranza)) y 8 (subsoleo, rastreo) son los que presentan el contenido de humedad más bajo es dicho estrato.

En el segundo muestreo realizado el 25 de enero (33 días después de la siembra) presentado en la figura 2, siguió presentandose un mayor contenido de humedad de los tratamientos 4 (subsoleo, rastreo aradura, rastreo (pesado)) y 2 (subsoleo, aradura, rastreo); sin embargo en esta fecha el tratamiento 3 (subsoleo, aradura, rastre) resultó con el contenido de humedad más bajo y todos los demás tratamientos se encuentran dentro del rango. Como no ocurrió ningún evento lluvioso posteriormente, solo se realizó otro muestreo en el momento de

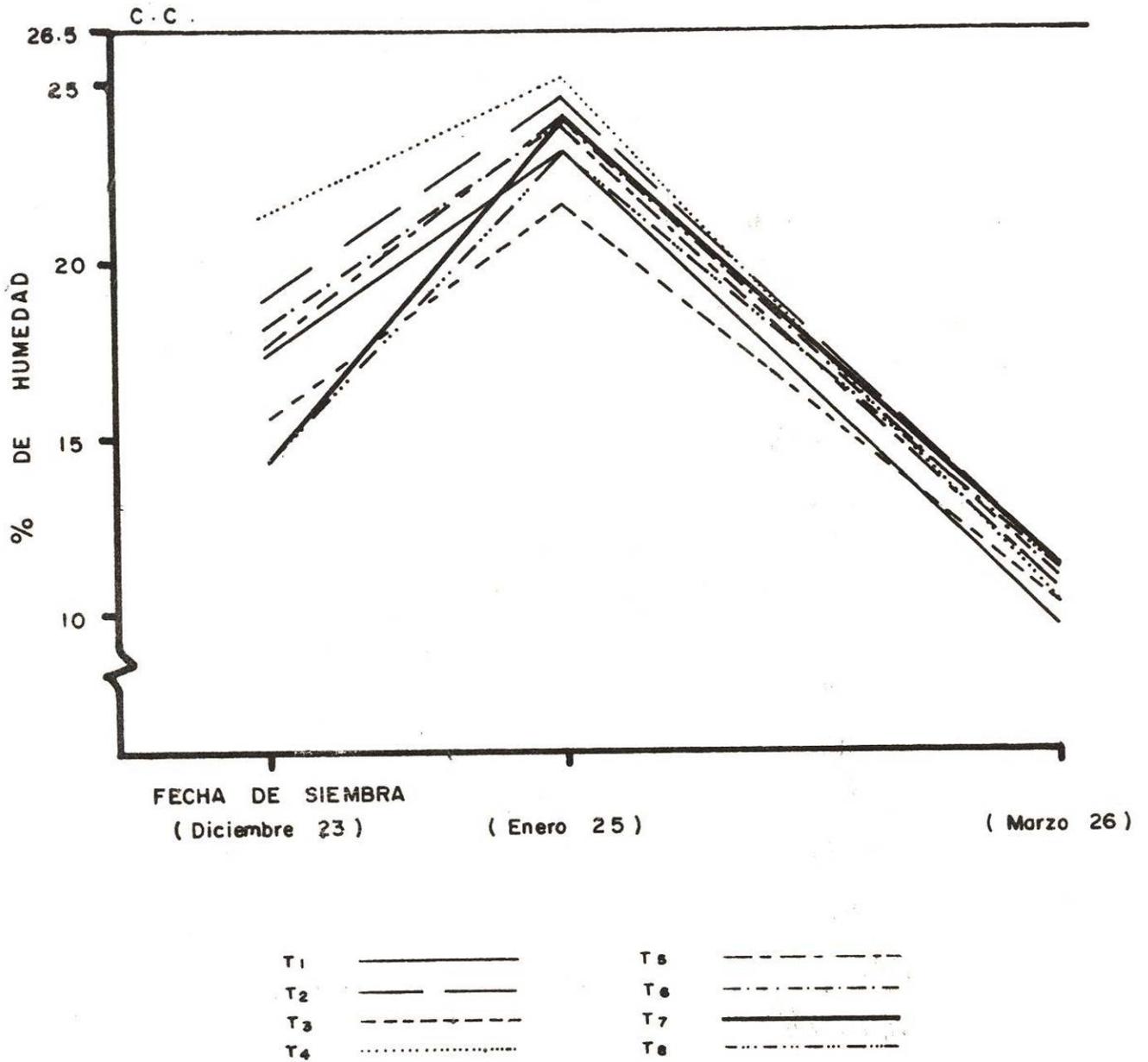


Figura 2. Contenido de humedad en el estrato de suelo de 0-30 cm durante los muestreos. Labranza para captar y retener humedad para avena, Inv. 83-84 Marín, N.L.

la cosecha (26 de marzo), en el cual se encontró que el tratamiento 7 (subsoleo, (mínima labranza)) mostró el mayor contenido de humedad y el tratamiento 1 (aradura, rastreo) es el que presentó el porcentaje de humedad más bajo, tendiendo todos los demás tratamientos a una homogeneidad en cuanto al contenido de humedad que tuvieron.

En la figura 3 se indican los niveles de humedad en el estrato de 30 a 60 cm de profundidad, en donde se observa que en la primera fecha de muestreo (antes de la siembra) el tratamiento 4 (subsoleo, rastreo, aradura, rastreo (pesado)) y el tratamiento 6 (subsoleo, aradura, rastreo (pesado)) son los que presentaron los porcentajes más altos; por el contrario, el tratamiento 8 (subsoleo, rastreo) y 7 (subsoleo (mínima labranza)) tuvieron los más bajos.

En el muestreo realizado el 25 de enero (33 días después de la siembra) se observó que el tratamiento 5 (aradura, rastreo (pesado)) y el tratamiento 4 (subsoleo, rastreo, aradura, rastreo (pesado)) fueron los que conservaron mayor humedad en el suelo y solo el tratamiento 7 (subsoleo (mínima labranza)) se mantuvo con el nivel menor de humedad.

En el último muestreo (95 días después de la siembra) se puede apreciar que el tratamiento 7 (subsoleo (mínima labranza)) fue el que abatió menos la humedad contenida en el suelo; mientras que el tratamiento 2 (subsoleo, aradura, rastreo) retuvo

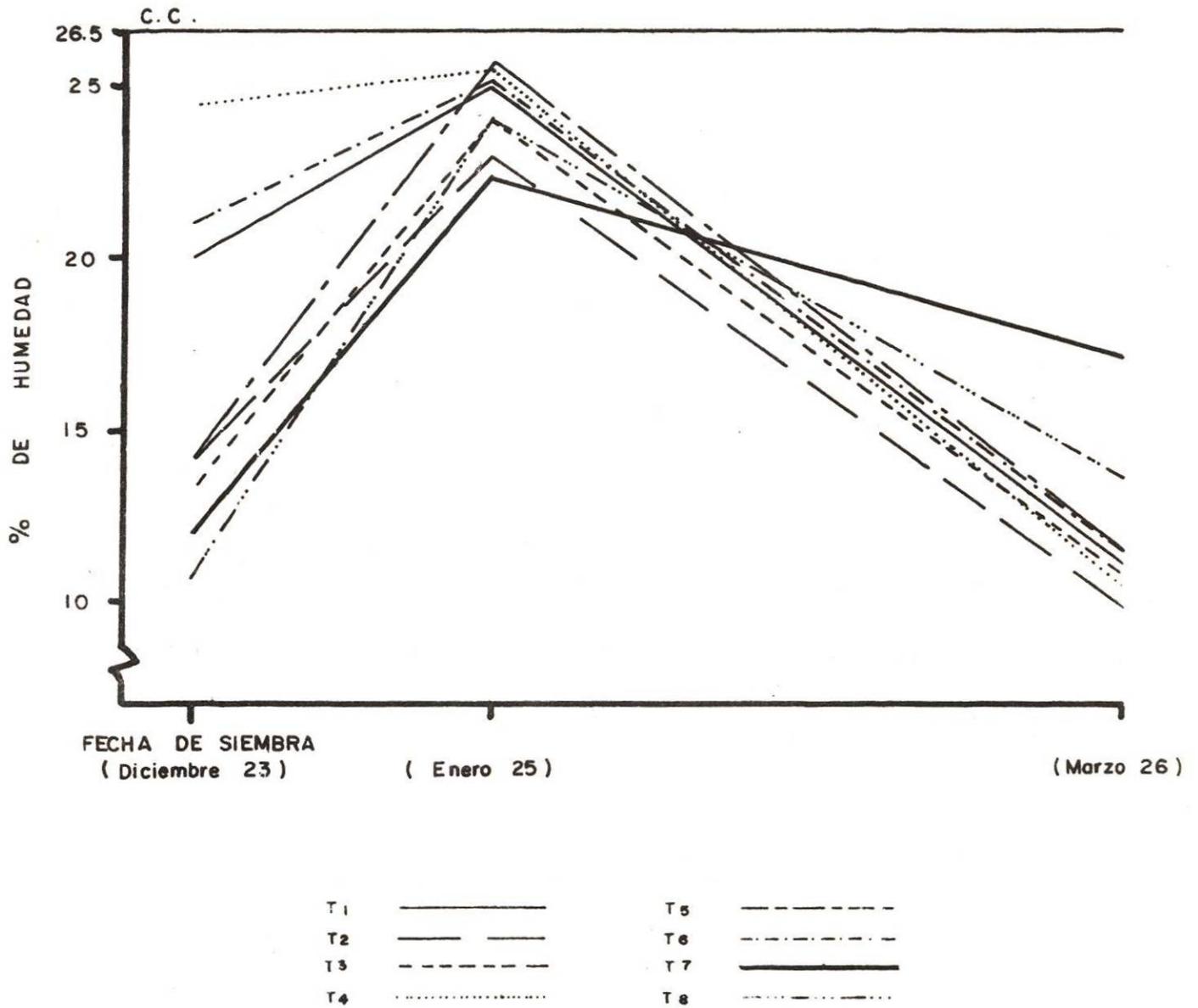


Figura 3. Contenido de humedad en el estrato de suelo de 30-60 cm durante los muestreos. Labranza para captar y retener humedad para avena, Inv. 83-84 Marín, N.L.

la cantidad mínima de humedad; dentro de estas diferencias todos los demás tratamientos tienden a igualar su contenido de humedad.

Los resultados obtenidos de contenido de humedad en el estrato de 60 a 90 cm de profundidad se concentran en la figura 4. En este estrato solamente se efectuaron dos muestreos, ya que el primero (antes de la siembra) no fue posible realizarlo porque el suelo se encontraba demasiado seco.

En función de lo anterior, en el muestreo del 25 de enero (33 días después de la siembra) el tratamiento 4 presentó el porcentaje más alto de humedad y el tratamiento 3, el más bajo. Por otra parte en el último muestreo (95 días después de la siembra) siguió manteniéndose el tratamiento 4 la cantidad más alta de humedad y los demás tratamientos mostraron una tendencia a igualarse en su menor contenido de humedad

#### Rendimiento de forraje

Respecto a este carácter, en el cuadro 2 se presenta el análisis de varianza, donde se puede observar que no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos de la branza.

Lo anterior pudiera indicar que dichos tratamientos fueron iguales en su efecto sobre la producción de forraje de a

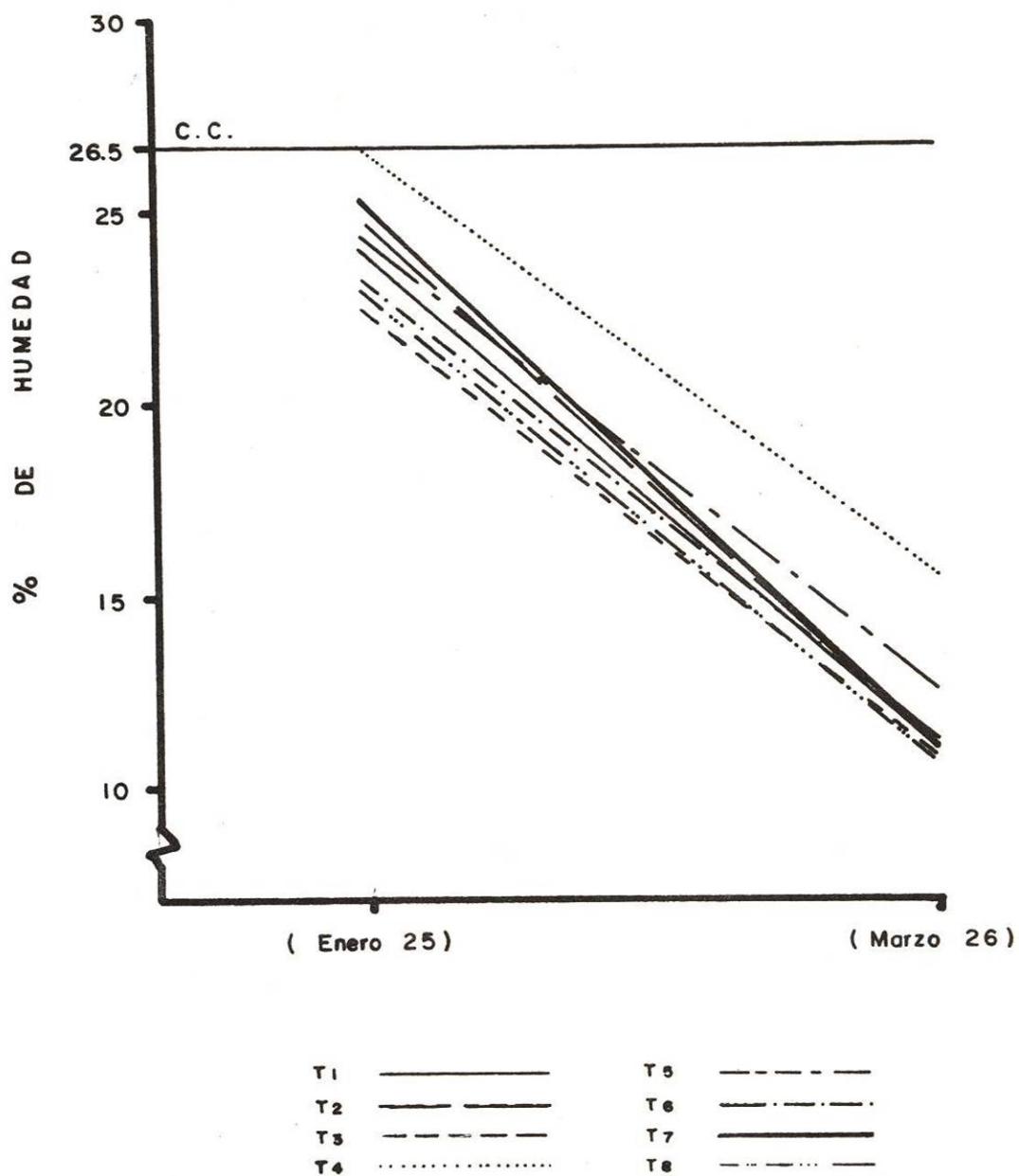


Figura 4. Contenido de humedad en el estrato de suelo de 60-90 cm durante los muestreos. Labranza para captar y retener humedad en avena, Inv. 83-84 Marín, N.L.

vena. Sin embargo se puede asumir que debido a la deficiente precipitación que se tuvo durante el ciclo del cultivo (cuadro 1), los tratamientos de labranza no mostraron su bondad sobre la captación y retención de humedad, ya que la mayoría de ellos tuvieron semejante cantidad de humedad tanto en el segundo como en el tercer muestreo (figura 2, 3 y 4). Esto puede traducirse en que no manifestaron su efecto sobre la producción de forraje de avena.

La diferencia en cuanto a repeticiones se puede explicar debido a los daños causados por el ganado que se introdujo en la parcela, y que alteraron significativamente los resultados.

No obstante la no significancia estadística en el cuadro 3 se concentran las medias de rendimiento de cada tratamiento en las 4 repeticiones. En dicho cuadro se puede observar que el tratamiento 4 (subsoleo, rastreo, aradura, rastreo (pesado)) tuvo la mayor producción (3.87 ton/ha), siguiendo en orden el tratamiento 5 (aradura, rastreo (pesado)) con (3.85 ton/ha); el rendimiento menor fue obtenido por el tratamiento 7 (subsoleo (mínima labranza)) con (2.165 ton/ha).

Cuadro 2. Análisis de varianza del rendimiento de avena en ton/ha. Labranza para captar y retener humedad para avena, Inv. 83-84 Marín, N.L.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.Tab 0.05
Bloques	3	12.49	4.16	6.03**	3.07
Tratamientos	7	11.24	1.61	2.33 NS	2.49
Error	21	14.53			

CV = 24.81 %

Cuadro 3. Datos del rendimiento de la avena en ton/ha, así como la media para cada tratamiento. Labranza para captar y retener humedad para avena, Inv. 83-84 Marín, N.L.

Tratamiento	Repetición				X
	I	II	III	IV	
1	4.14	3.11	2.15	3.71	3.28
2	3.95	2.29	2.91	3.83	3.24
3	5.70	2.57	4.38	2.56	3.80
4	4.99	3.54	3.34	3.61	3.87
5	6.71	3.20	2.63	2.88	3.86
6	3.63	4.83	3.42	3.53	3.85
7	2.38	2.22	1.91	2.15	2.17
8	3.88	2.33	2.29	2.36	2.71

Lo anterior pudiera explicarse si se observan las figuras

2, 3 y 4 donde se muestra el contenido de humedad en los estratos de 0 a 30, 30 a 60 y 60 a 90 cm de profundidad, en los cuales se muestra que el tratamiento 4 (subsoleo, rastreo aradura, rastreo (pesado)) se mantiene con el nivel más alto de humedad con respecto a los demás tratamientos, lo que explica la alta producción de forraje (cuadro 3) y al mismo tiempo se ve en las dos primeras fechas de muestreo en el estrato de 0 a 30 y 30 a 60 cm de profundidad el tratamiento 7 (subsoleo (mínima labranza)), es el que presenta el más bajo contenido de humedad que explica el deficiente rendimiento.

En los cuadros 4, 5 y 6 del apéndice se muestran los valores promedios para cada variable (altura de planta, número de granos por planta y longitud de la espiga). Por el hecho de que en los trabajos anteriores (Alanís, 1982 y Morales, 1983) la significancia estadística se reducía a medida que la humedad decrecía y por lo tanto se tomó la decisión de no realizar los análisis de varianza a estas variables. No obstante se puede apreciar que para la altura de planta el tratamiento 6 y 2 fueron los más altos, para el número de granos por planta los tratamientos que presentaron los valores más altos fueron el tratamiento 4 y el 6; y con respecto a la longitud de la espiga los más elevados fueron los tratamientos 4 y 1. En cuanto al más bajo rendimiento lo presentó el tratamiento 7 en las tres características mencionadas.

Se realizó el balance hídrico para la estación del culti

vo del presente estudio, cuadro 7 del apéndice que muestra un déficit hídrico del 69.6 %. La precipitación durante el ciclo fue de 94.5 mm y el uso consuntivo de avena fue de 311.2 mm.

Además se hizo el balance hídrico para los dos trabajos anteriores (Alaniz, 1982), donde el déficit hídrico fue del 58.6 % que se muestra en el cuadro 8 del apéndice; y (Morales, 1983) que presentó un déficit hídrico del 53.3 % que se presenta en el cuadro 9 del apéndice.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a la discusión de los resultados obtenidos del presente trabajo se llegó a las siguientes conclusiones y recomendaciones.

### Conclusiones

1. A medida que se incrementa el número de labores, se obtiene mayor cantidad de humedad en el perfil del suelo y viceversa, los tratamientos con menor número de labores fueron las que resultaron con más bajos contenidos de humedad tanto en el periodo de preparación del terreno como en el desarrollo del cultivo.
2. El rendimiento es considerado muy bajo, en comparación con el trabajo anterior (Alanís 1982), que tuvo un rendimiento promedio de 19.3 ton/ha. Esto fue probablemente debido a lo siguiente:
  - A) Los requerimientos hídricos del cultivo no fueron cubiertos en lo mínimo, que es el 50 % de su demanda, solamente se cubrió un 30.4 % de su uso consuntivo apesar de que al momento de la siembra existía humedad almacenada en el suelo, las precipitaciones no fueron muy benignas durante el ciclo, registrandose un evento lluvioso en las etapas iniciales del cultivo. El déficit hídrico fue del 69.6 %, ya que no se presentaron más e

ventos lluviosos durante el desarrollo del cultivo.

- B) La fecha de siembra es otro de los factores que probablemente provocó bajos rendimientos, ya que fue excedida en 33 días del límite recomendado.
- C) Otro de los factores que influyó en el rendimiento de forraje, fueron los daños causados por el ganado que se introdujo a la parcela experimental.

4. La hipótesis del trabajo no se cumplió debido a la escasa precipitación ocurrida durante el ciclo, por lo cual los diferentes tratamientos no mostraron su bondad en cuanto a captación y retención de humedad que se tradujo en un bajo rendimiento de forraje.

### Recomendaciones

De acuerdo a los resultados del presente trabajo se hacen las siguientes recomendaciones:

1. Para los tratamientos de labranza que llevan menor número de labores como es el tratamiento 7 (subsoleo (mínima labranza)), debería realizarse el subsoleo antes o al inicio del período de lluvias e inmediatamente después el surcado, para que pueda haber una mayor captación de humedad. Los surcos deben ser rectos, siempre y cuando la pendiente no sea mayor de 0.2% a 0.25 % para maximizar la infiltración y reducir el escurrimiento. Si la pendiente fuera mayor de 0.25 % los surcos deben

ventos lluviosos durante el desarrollo del cultivo.

- B) La fecha de siembra es otro de los factores que probablemente provocó bajos rendimientos, ya que fue excedida en 33 días del límite recomendado.
- C) Otro de los factores que influyó en el rendimiento de forraje, fueron los daños causados por el ganado que se introdujo a la parcela experimental.

4. La hipótesis del trabajo no se cumplió debido a la escasa precipitación ocurrida durante el ciclo, por lo cual los diferentes tratamientos no mostraron su bondad en cuanto a captación y retención de humedad que se tradujo en un bajo rendimiento de forraje.

### Recomendaciones

De acuerdo a los resultados del presente trabajo se hacen las siguientes recomendaciones:

1. Para los tratamientos de labranza que llevan menor número de labores como es el tratamiento 7 (subsoleo (mínima labranza)), debería realizarse el subsoleo antes o al inicio del período de lluvias e inmediatamente después el surcado, para que pueda haber una mayor captación de humedad. Los surcos deben ser rectos, siempre y cuando la pendiente no sea mayor de 0.2% a 0.25 % para maximizar la infiltración y reducir el escurrimiento. Si la pendiente fuera mayor de 0.25 % los surcos deben

seguir las curvas a nivel. Como se hace poco movimiento de suelo en dicho tratamiento; existe el desarrollo de malezas, las cuales pueden combatirse aplicando un agroquímico para evitar el desarrollo de éstas, ya que el terreno se deja en reposo un tiempo largo antes de la siembra.

2. El tratamiento 4 que fue el que presentó mayor contenido de humedad; se necesita tomar muy en cuenta el momento de pasar el último rastreo, esto dependerá de:

a) Si ya se encuentra acumulado más de 50 mm de humedad en el perfil del suelo.

b) Que existan problemas de malas hierbas.

Atendiendo a lo anterior se puede llevar a cabo el segundo paso de rastra para sellar al suelo, considerando que haya terminado el periodo de lluvias.

3. En el presente trabajo no fue posible llevar a cabo la labor de nivelación, la cual debe ser realizada en los tratamientos que originalmente habían sido planteados, ya que presentó resultados favorables en los trabajos anteriores.

## RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la UANL. Teniendo como objetivo conocer que tratamiento de labranza tiene una mejor capacidad de captación y retención de humedad; así como también observar el comportamiento de la avena bajo dichos tratamientos.

El diseño utilizado fue el de bloques al azar con cuatro repeticiones. Los ocho diferentes tipos de labranza evaluados fueron los siguientes:

- T1. Aradura, rastreo.
- T2. Subsoleo, aradura, rastreo.
- T3. Subsoleo, rastreo, aradura, rastreo.
- T4. Subsoleo, rastreo, aradura, rastreo (pesado).
- T5. Aradura, rastreo (pesado).
- T6. Subsoleo, aradura, rastreo (pesado).
- T7. Subsoleo (mínima labranza).
- T8. Subsoleo, rastreo (pesado).

La siembra se realizó el 23 de diciembre de 1983, utilizando semilla de avena forrajera variedad Cuauhtémoc.

A continuación se muestran los resultados obtenidos.

El tratamiento que mostró mayor capacidad de captar y reter humedad fue el tratamiento 4 (subsoleo, rastreo, aradura, rastreo (pesado)), tanto en el período del inicio de la preparación del terreno como hasta el final del ciclo. Y el que presentó el más bajo contenido de humedad fue el tratamiento 7 (subsoleo (mínima labranza)) al inicio de la preparación del terreno, así como al final del ciclo.

El rendimiento promedio por tratamiento fue de 3.34 ton/ha que está muy por debajo del promedio normal; esto fue debido a las condiciones ambientales adversas que presentaron durante el ciclo del cultivo.

El balance hídrico realizado mostró que los requerimientos del cultivo fueron de 311.2 mm; las aportaciones durante el ciclo fueron de 94.5 mm, teniendo un déficit hídrico del 69.6 % resultando este balance negativo ya que no se cumplió ni la mitad de los requerimientos.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

1. Alanis, E.G. 1982. Estudio de la cosecha de agua de lluvia mediante sistemas de labranza en el cultivo de avena. Tesis Profesional, F.A.U.A.N.L.
2. Almeyda y García 1975. Posibles sequías en Ancash en cultivo de secano. Ed. Anales científicos UMA., Lima, Perú.
3. Arnon, I. 1975. Crop production in dry regions. L.Hill Book.
4. Bonciarelli, F. 1978. Agronomía. León, España, academia.
5. Chapman, Stephen R. 1962. Producción agrícola; principios y prácticas. Zaragoza, España, Acribia.
6. De Fina. Armando L. 1973. Climatología y fenología agrícola. Buenos Aires, EUDEBA.
7. Duncan 1982. Water use efficiency, some plants surpass others; all could improve. Crops and soils magazine.
8. Faunce, A.D. 1965. Ingeniería Rural, boletín no oficial de trabajo #8. Prácticas y máquinas de labranza y siembra para el cultivo de secano en zonas semiáridas.
9. García, M. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para la República Mexicana, México, UNAM.
10. Gavande, Sampat A. 1972. Física de suelos; principios y aplicaciones, México, Limusa-Wiley.
11. Meyer, J. 1983. Ecofallow, Its impact on dryland farming. Crop and soils magazine.

12. Morales, J. 1983. Estudio de la cosecha de agua de lluvia mediante sistemas de labranza en el cultivo de avena. Tesis Profesional, F.A.U.A.N.L.
13. Nadar y Rodewald 1979. Real y Gropping and intergropping; an approach to maximize yield in the marginal rainfall areas of Kenya Nairobi, Kenya.
14. Radhaw y Rama 1982. Management of deep black soils for improving production levels of cereals, oil seeds and pulses in the semi-arid region.
15. Valero, G.J. 1982. Levantamiento fisiológico de la zona de temporal del área de influencia del Campo Agrícola Experimental de Río Bravo Tamaulipas. Tesis Profesional.
16. Villarreal y Sánchez 1982. Distritos de Temporal y Uso y Manejo del Agua. Notas de clase, Facultad de Agronomía de la UANL, Marín, N.L.

APENDICE

Cuadro 4. Datos de altura de planta de avena en cm por tratamiento, así como el promedio para cada uno de ellos. Labranza para captar y retener humedad para avena, Inv. 83-84 Marín, N.L.

Tratamiento	Repetición				
	I	II	III	IV	X
1	51.69	49.66	48.25	52.06	50.42
2	52.67	38.45	48.65	51.07	47.71
3	56.13	46.41	42.70	42.21	46.86
4	65.82	39.22	49.98	24.25	48.82
5	51.17	45.33	49.30	46.05	48.46
6	63.60	50.32	46.97	49.85	52.68
7	41.55	42.37	37.99	54.20	44.03
8	48.77	42.34	48.53	42.09	45.43

Cuadro 5. Datos del número de granos por planta, así como el promedio para cada tratamiento. Labranza para captar y retener humedad para avena, Inv. 83-84 Marín, N.L.

Tratamiento	Repetición				$\bar{X}$
	I	II	III	IV	
1	19.35	16.70	21.30	28.82	21.50
2	21.50	18.20	25.65	24.65	22.50
3	26.00	18.75	24.85	19.10	22.18
4	35.11	21.10	27.15	28.15	27.88
5	26.05	17.95	27.25	25.40	24.16
6	29.50	21.05	23.70	36.20	27.61
7	12.31	22.15	16.65	19.70	19.95
8	21.80	21.75	27.90	19.26	22.68

Cuadro 6. Datos de la longitud de la espiga en cm para cada tratamiento, así como el promedio para cada uno de ellos. Labranza para captar y retener humedad para avena, Inv. 83-84 Marín, N.L.

Tratamiento	Repetición				$\bar{X}$
	I	II	III	IV	
1	17.49	17.87	18.41	19.11	18.22
2	17.59	15.35	18.64	17.38	17.24
3	21.10	17.33	19.44	14.35	18.06
4	20.15	15.89	17.91	18.86	18.20
5	18.43	17.66	19.04	17.38	18.13
6	18.35	17.20	17.08	18.43	17.77
7	15.18	19.90	15.50	16.19	15.94
8	19.29	16.68	18.61	14.92	17.38

Cuadro 7. Balance del déficit hídrico para el cultivo de avena en el presente trabajo. La  
 branza para captar y retener humedad para avena, Inv. 83-84 Marín, N.L.

	Enero					Febrero					Marzo		
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Decenas	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Días	9	19	29	40	50	60	69	79	89	95			
PP (mm)	3.2	3.6	2.9	78.0	6.8	0	0	0	0	0			
T°C X	11.07	14.25	12.28	13.07	13.74	15.71	17.61	18.92	19.62	21.52			
% P (jornas luz)	7.41		7.53			7.13			8.39				
% de desarrollo	9.5	20.0	30.5	42.1	52.6	63.2	72.6	83.2	93.7	100			
F	2.85	3.57	3.35	3.78	3.56	3.78	3.59	4.56	4.65	2.93			
Kc	0.29	0.55	0.92	1.31	1.54	1.62	1.50	1.17	0.83	0.62			
Kt	0.59	0.69	0.62	0.65	0.67	0.73	0.79	0.83	0.85	0.91			
UC (mm)	0.49	1.35	1.91	3.22	3.67	4.47	4.25	4.43	3.28	1.65			
UC Aj (cm)	0.53	1.46	2.07	3.49	3.98	4.84	4.61	4.80	3.55	1.79			
UC Aj (mm)	5.3	14.6	20.7	34.9	39.8	48.4	46.1	48.0	35.5	17.9			

Deficit hídrico = 69.6 %

Cuadro 8. Balance del déficit hídrico para el cultivo de avena (Alanís, 1982). Labranza para captar y retener humedad para avena, Inv. 80-81 Marín, N.L.

	Noviembre			Diciembre			Enero			Febrero			Marzo		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Decenas															
Días	5	15	25	35	45	56	66	76	87	97	107	115	125	135	154
PP (mm)	9.7	9.8	28.2	3.4	8.0	3.5	13.9	47.9	10.4	12.4	8.0	2.8	24.2	9.4	0
T°C $\bar{X}$	21.7	13.8	10.4	17.5	14.6	12.2	12.7	8.8	12.2	13.4	12.2	18.5	19.3	16.6	23.0
% P (horas luz)	7.4				7.41			7.53			7.13			8.39	
% de desarrollo	3.3	9.8	16.3	22.9	29.4	36.6	43.1	49.7	56.9	63.4	69.9	75.2	81.7	88.2	100
F	2.33	3.57	3.19	3.99	3.67	3.61	3.51	3.06	3.79	3.64	3.50	3.39	4.6	4.23	4.5
Kc	0.17	0.29	0.44	0.66	0.93	1.21	1.41	1.53	1.62	1.59	1.47	1.31	1.06	0.84	0.62
Kt	0.92	0.67	0.56	0.78	0.70	0.62	0.64	0.51	0.62	0.66	0.62	0.82	0.84	0.75	0.96
UC (mm)	0.35	0.69	0.79	2.05	2.39	2.71	3.17	2.39	3.81	3.82	3.19	3.74	4.10	2.66	2.7
UC Aj (cm)	0.42	0.83	0.95	2.47	2.88	3.27	3.82	2.88	4.59	4.60	3.84	4.39	4.94	3.2	3.3
UC Aj (mm)	4.20	8.30	9.50	24.4	28.8	32.7	38.2	28.8	45.9	46.0	38.4	43.9	49.4	32.0	33.0

Déficit hídrico = 58.7 g

Cuadro 9. Balance del déficit hídrico para el cultivo de avena (Morales, 1983). Labranza para captar y retener humedad para avena, Inv. 82-83 Marín, N.L.

	Diciembre			Enero			Febrero			Marzo		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Decenas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Días	10	20	31	41	51	62	72	82	90	100	108	
PP (mm)	40.3	0.0	1.5	0.0	26.8	3.0	7.6	5.1	27.4	1.6	11.0	
T°C X	10.1	3.0	7.0	7.4	10.2	5.7	9.2	8.6	9.6	11.0	10.1	
% P (horas luz)	7.31				7.49			7.12			8.40	
% de desarrollo	9.2	18.5	28.7	37.9	47.2	57.4	66.6	75.9	83.3	92.5	100	
F	3.01	2.24	2.95	2.79	3.10	2.86	3.14	3.07	2.55	3.57	2.77	
Kc	0.28	0.50	0.85	1.19	1.45	1.60	1.59	1.42	1.15	0.87	0.62	
Kt	0.55	0.33	0.46	0.47	0.57	0.42	0.53	0.51	0.54	0.58	0.55	
UC (mm)	0.46	0.37	1.14	1.56	2.50	1.90	2.63	2.21	1.58	1.81	0.95	
UC Aj (cm)	0.74	0.60	1.85	2.54	4.07	3.09	4.28	3.60	2.57	2.95	1.54	
UC Aj (mm)	7.40	6.0	18.5	25.4	40.7	30.9	42.8	36.0	25.7	29.5	15.4	

Déficit hídrico = 55,3 %

