

16
2 eg.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Estudios Superiores
"CUAUTITLAN"



PRODUCCION DE AVENA FORRAJERA
(Avena sativa L.) VAR. CUAUHEMOC, BAJO EL
SISTEMA DE ARROPADO PLASTICO, EN EL
MUNICIPIO DE CUAUTITLAN IZCALLI,
ESTADO DE MEXICO.

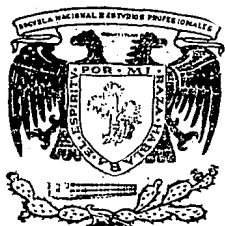
T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A :
ENRIQUE GOMEZ ALBARRAN

Director de Tesis: Ing. Alejandro Portugal Gedovius

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cuautitlán Izcalli, Estado de México,

1989.





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	PAGINA
INDICE DE CUADROS.....	IV
INDICE DE FIGURAS.....	V
INDICE DE CUADROS DEL APENDICE	VI
RESUMEN.....	VII
INTRODUCCION.....	1
I. REVISION DE LITERATURA.....	4
1. Efectos del acolchado plástico sobre el medio de la planta.....	4
1.1. Disminución en la pérdida de agua.....	4
1.2. Incremento en la temperatura del suelo.....	5
1.3. Control de malezas.....	7
1.4. Mejoramiento de la estructura del suelo.....	8
1.5. Conservación de la fertilidad del suelo.....	9
1.6. Modificación del intercambio gaseoso suelo-aire.....	9
1.7. Efecto del plástico en la salinidad del suelo.....	9
2. Efectos sobre el cultivo.....	10
2.1. Germinación y establecimiento.....	10
2.2. Desarrollo y distribución de las raíces en el suelo.....	11
2.3. Calidad de la planta y el fruto.....	11
2.4. Precocidad y rendimiento.....	12

3. Comportamiento de los distintos tipos de plástico utilizados en el arropado.....	14
3.1. Efectos derivados del comportamiento espectrométrico de los materiales plásticos.....	15
3.2. Elección de la película plástica.....	18
4. Generalidades de la avena.....	20
4.1. Descripción botánica.....	20
4.2. Clasificación taxonómica.....	20
4.3. Origen geográfico.....	21
4.4. Condiciones ecológicas.....	21
4.5. Aspectos agronómicos del cultivo.....	23
4.6. Valor nutritivo.....	24
4.7. Rendimiento.....	25
II. OBJETIVOS E HIPOTESIS.....	27
III. MATERIALES Y METODOS.....	28
1. Ubicación y condiciones del área experimental.....	28
2. Diseño experimental.....	30
3. Materiales.....	32
4. Metodología.....	33
4.1. Establecimiento.....	33
4.2. Determinación de los porcentajes de germinación.....	36
4.3. Toma de datos en campo.....	36
4.4. Labores culturales.....	37
4.5. Corte.....	37
4.6. Análisis bromatológico.....	38
4.7. Análisis económico.....	38

4.3. Análisis estadístico.....	38
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	41
1. Rapidez de germinación.....	41
2. Color de la planta, agresividad y vigor.....	41
3. Resistencia a humedad y sequía.....	41
4. Altura de la planta y número de hojas por planta.	41
5. Incidencia de malezas.....	42
6. Días al corte.....	44
7. Análisis bromatológico.....	45
8. Rendimiento.....	50
9. Consumo de agua.....	53
10. Análisis económico.....	54
V. CONCLUSIONES.....	60
COMENTARIOS FINALES.....	62
BIBLIOGRAFIA.....	63
APENDICE.....	69

INDICE DE CUADROS

NUMERO	PAGINA
1	Ventajas y desventajas del uso de distintos tipos de láminas plásticas en el arropado.....16
2	Clasificación taxonómica de la avena.....21
3	Análisis bromatológico de la avena forrajera....25
4	Precipitaciones y temperaturas medias mensuales en la zona de estudio.....29
5	Valores de altura de la planta y número de hojas por planta, a partir de la tercera semana...45
6	Análisis bromatológico de las muestras obtenidas de cada sistema.....45
7	Rendimientos de forraje por sistema y por parcela.....50
8	Totales y medias de rendimientos en materia seca, expresados en ton/ha.....52
9	Comparaciones múltiples de medias con contrastes ortogonales.....53
10	Cálculo de beneficios netos (pesos/ha).....55
11	Observaciones realizadas a partir de la novena semana en todas la parcelas (repeticiones) de cada tratamiento.....56

INDICE DE FIGURAS

NUMERO		PAGINA
1	Ubicación de las parcelas dentro del área experimental.....	31
2	Parcela del sistema "Siembra en el Valle".....	35
3	Parcela del sistema "Ranurado".....	35
4	Detalle de un surco arropado, en el sistema "Ranurado".....	35
5	Altura de la planta, sistema "Siembra en el Valle".....	46
6	Altura de la planta, sistema "Ranurado".....	47
7	Número de hojas por planta, sistema "Siembra en el Valle".....	48
8	Número de hojas por planta, sistema "Ranurado".....	49

INDICE DE CUADROS DEL APENDICE

NUMERO		PAGINA
1A	Calendario de actividades.....	70
2A	Productos y dosis aplicadas durante el control fitosanitario.....	71
3A	Costos de producción para una hectárea de avena forrajera, con arropado plástico.....	72
4A	Tabla de Análisis de Varianza para rendimien- tos en materia seca.....	73
5A	Tabla de Análisis de Varianza para contrastes ortogonales.....	74
6A	Precipitaciones y temperaturas medias registradas durante el ensayo.....	75

RESUMEN

El presente ensayo se llevó a cabo en su fase experimental, dentro de la F.E.S. Cuautitlán, entre los meses de junio y octubre de 1988. En él se probó la efectividad del arropado plástico, utilizando como cultivo a la avena forrajera (Avena sativa L.) variedad Cuauhtémoc. El cultivo se realizó bajo condiciones de temporal.

El diseño experimental utilizado es el de bloques al azar, en arreglo de parcelas divididas. Se probaron dos tipos de arropado (parcelas grandes) y las modalidades de arropado y cultivo tradicional (parcelas chicas). Los tratamientos fueron los siguientes:

- a) "Siembra en el Valle", con arropado.
- b) "Siembra en el Valle", sin arropado.
- c) "Ranurado", con arropado.
- d) "Ranurado", sin arropado.

Para cada uno de los tratamientos se manejaron tres repeticiones.

El corte se realizó a los 77 días para los tratamientos del sistema "Siembra en el Valle" y a los 81 días para los del sistema "Ranurado".

Los mayores rendimientos tanto en materia verde como en materia seca, se obtuvieron con el tratamiento "Siembra en el Valle" con arropado, con un promedio de 42 ton/ha de forraje verde, seguido por "Siembra en el Valle" sin arropado.

do, con 29 ton/ha de forraje verde, en promedio.

Se concluyó que el tratamiento "Siembra en el Valle" -- con arropado resultó el más eficiente al obtener una producción mayor al promedio de la zona y muy similar al obtenido bajo condiciones de riego en anteriores ensayos (sin arropado). Además, únicamente se utilizó cerca de la tercera parte de la precipitación mínima recomendada.

Este tratamiento fue efectivo en el control de malezas reduciendo la mano de obra e incrementando el rendimiento.

En cuanto a la calidad del forraje, esta fue similar - en todos los tratamientos.

Por último, económicamente el tratamiento "Siembra en el Valle" con arropado, obtuvo un beneficio neto por hectárea mayor que el resto de los tratamientos. Sin embargo, la inversión inicial en este fue mucho mayor.

INTRODUCCION

En México, como en muchos otros países, el sector agropecuario tiene una importancia económica primordial. Sin embargo, no recibe todo el apoyo que realmente merece; actualmente producir alimentos de origen animal es una situación limitante que obliga al productor a enfocar su interés hacia actividades más lucrativas.

Uno de los principales obstáculos a los que se enfrenta la producción agropecuaria es el alto porcentaje de superficies de temporal con precipitación inadecuada para desarrollar esta actividad obteniendo buenos resultados, así como los cada vez más altos costos de producción y la imposibilidad de aumentar sustancialmente los rendimientos de cultivos forrajeros.

Es necesario que el actual agricultor cuente con nuevas técnicas que le permitan seguir arraigado al campo, con el mismo interés y con mejores oportunidades para su desarrollo económico.

La utilización del arropado en los cultivos ha venido a revolucionar la agricultura de muchos países. Esta práctica es tan vieja como la agricultura misma, en la antigüedad se utilizaban los esquilmos agrícolas para cubrir el terreno a fin de proteger a las pequeñas plántulas contra las adversidades del clima y al mismo tiempo, preservar la estructura del suelo bajo los efectos del sol y del viento.

Hoy en día, estos esquilmos han sido sustituidos por películas plásticas de polietileno y policloruro de vinilo. Ya desde la década de los años treinta se había experimentado con papel, obteniendo resultados aceptables, posteriormente, en los cincuenta se empleó el arropado con delgadas láminas de aluminio, que posteriormente fueron sustituidas por los plásticos (10). Durante la segunda mitad de dicha década el profesor Robert Emmert, considerado el padre de la utilización de los plásticos en la agricultura de los Estados Unidos, le dió una gran proyección al arropado de cultivos, ocasionando que para 1958 se reportaran varios miles de acres bajo la técnica del arropado plástico (10).

Esta tecnología comenzó a difundirse en varios países europeos y llegó hasta Japón, en donde hubo un incremento en la superficie arropada de 100,000 hectáreas en 1971 a 205,000 para el año de 1976 (10).

Las investigaciones realizadas hasta la fecha han demostrado que con el arropado plástico es posible el establecimiento de especies agrícolas consideradas tradicionalmente como cultivos de riego, manejándolas como cultivos de temporal en zonas con escasa precipitación. Además se han obtenido mejores rendimientos y mejor calidad en los productos, a la vez que se ha reducido el ciclo vegetativo de la planta, el grado de erosión del suelo, las labores culturales y el consumo de agua.

En la actualidad, el arropado plástico está enfocado -

principalmente a cultivos hortícolas y frutales. Sin embargo, a través de nuevas experiencias se ha comprobado que es posible realizar esta práctica en casi todos los cultivos.

A nivel mundial son pocos los trabajos que se han hecho acerca del arropado de suelos en cultivos forrajeros y la mayoría de ellos han sido con maíz. Por tal motivo, este ensayo puede considerarse como uno de los primeros que en este renglón se hayan elaborado.

I. REVISION DE LITERATURA

1. EFECTOS DEL ACOLCHADO PLASTICO SOBRE EL MEDIO DE LA PLANTA.

La práctica del arropado o acolchado en los cultivos repercute sobre varios de los agentes que componen el medio de la planta, lo que redundará en efectos colaterales como son el rendimiento y la calidad de los frutos, entre otros. A continuación se exponen los principales efectos del arropado sobre el medio que rodea a la planta.

1.1. Disminución en la pérdida de agua.

Reduciendo las pérdidas de agua del suelo puede conseguirse un uso más eficaz de la misma. La cobertura plástica consigue esto, principalmente a través de la reducción en la evaporación del agua hacia la atmósfera. Tal reducción varía de acuerdo al área arropada, el tamaño y número de perforaciones sobre el plástico, las características físicas del suelo y la permeabilidad de la película plástica que se utilice (7).

La pérdida de agua del suelo está asociada con los gradientes de temperatura alcanzados bajo los distintos tipos de plástico (21). En suelos arropados con películas transparentes, el nivel de humedad puede ser menor que en aquellos que utilicen plástico negro-opaco. Probablemente esto se deba a que las altas temperaturas registradas bajo el plástico transparente ocasionan una mayor evapotranspiración en -

el cultivo (Knavel y Mohr, citados por Acosta, 1973).

Debido a que las películas negro-opaco y oscuras evitan el desarrollo de las malezas, estas plantas no representan un consumo extra de agua por lo que el cultivo puede disponer mayormente de ella (29).

Por otro lado, el agua evaporada a través de las perforaciones hechas en el plástico, es parcialmente recuperada por el agua de lluvia captada a través de las mismas (31).

El acolchado plástico no sólo reduce la pérdida de agua sino que también actúa sobre su distribución en el suelo. - Esto es debido a que por la capilaridad aumentada por la temperatura más elevada en la superficie del suelo, el agua se acumula en esa zona, que también es la más fértil, rica en elementos nutritivos y en microorganismos útiles para la planta (17).

1.2. Incremento en la temperatura del suelo.

El arropado plástico incrementa considerablemente la temperatura media del suelo. El grado de alteración de la temperatura está en función del color del plástico y su transparencia, ya que esto determina directamente la absorción, conducción y convección de las radiaciones solares recibidas (7,18,25).

A lo largo del día, el plástico transmite la energía solar al suelo en forma de calor, con el consiguiente efecto de invernadero. Además puede llegar a reflejar una parte de esa energía hacia la planta. Por otro lado, durante la -

noche el plástico detiene en parte las radiaciones emitidas por el suelo hacia la atmósfera y de esta manera aporta calor a la parte aérea de la planta (29,40).

Dependiendo del tipo de plástico, el acolchado puede aumentar la temperatura del suelo cuando el ambiente pedoclimático sea muy frío o, por el contrario, reducirla cuando la radiación solar sea tan fuerte que altere el nivel térmico del suelo y afecte los procesos fisiológicos de la planta (21).

El aumento en la temperatura del suelo influye en varios mecanismos fisiológicos de la planta, a continuación se mencionan algunos de ellos (7,40):

1.2.1. Absorción de agua.

De manera general, a mayores temperaturas en la zona radicular de la planta, se realizará una absorción de agua más intensa, con la subsecuente repercusión en el desarrollo de la planta.

1.2.2. Nutrición mineral de la planta.

Las raíces de muchas plantas presentan un crecimiento máximo cuando las temperaturas se mantienen alrededor de 20°C , que es la óptima para que las plantas absorban nutrientes. Con el acolchado plástico se puede mantener una temperatura mínima del suelo igual o mayor a 20°C durante todas las horas del día y aún en diferentes épocas del año.

1.2.3. Producción de sustancias de crecimiento.

El aumento de la temperatura en el suelo promueve el -

crecimiento de las raíces, tal vez debido a esto haya una mayor producción de auxinas, lo que a su vez acorta la etapa vegetativa y promueve la floración.

1.3. Control de malezas.

En este apartado, son especialmente eficaces las láminas de plástico negro-opaco y metalizadas. Al no permitir el paso de la luz solar, las malezas que llegarán a emerger se ven imposibilitadas de fotosintetizar y mueren.

Los plásticos claros y translúcidos no son buenos para este propósito, ya que permiten la germinación de malezas que terminan levantando y rompiendo la lámina de plástico (1). Sin embargo, en algunos casos las malezas no llegan a prosperar debido a que las altas temperaturas registradas bajo el plástico (de manera especial en el transparente y en regiones y/c épocas muy calurosas), terminan sofocándolas (31).

Existe una técnica conocida como solarización mediante la cual se pueden eliminar una gran variedad de malezas, -- así mismo se utiliza para la eliminación de hongos, bacterias y nemátodos del suelo. Esta técnica consiste en utilizar el acolchado y las radiaciones solares para "esterilizar" el suelo. En esta práctica se utiliza el plástico -- transparente (por calentar más el terreno). Se requiere de una buena preparación del suelo y de un óptimo contenido de humedad en el mismo antes del acolchamiento. La época en -- que se consiguen mejores resultados es aquella en que las -

temperaturas ambientales sean las más altas, la longitud -- del día sea mayor, el cielo permanezca despejado y no ocurran vientos con frecuencia. En un período de cuatro a seis semanas se consiguen resultados efectivos.

Utilizando la solarización se han conseguido temperaturas de 60, 50 y 41°C a profundidades de 5, 15 y 30 cm, respectivamente. En general, muchas de las malezas anuales y perennes se pueden controlar efectivamente con este sistema. Los principales géneros de malezas susceptibles son: -- Amaranthus, Anagallis, Avena, Capsella, Chenopodium, Convolvulus, Cynodon, Digitaria, Eleusine, Fumaria, Lactuca, Lamium, Mercurialis, Molucella, Montia, Notobasis, Phalaris, Poa, Portulaca, Sisymbrium, Solanum, Sorghum, Stellaria y Xanthum (24).

1.4. Mejoramiento de la estructura del suelo.

El plástico mantiene la estructura del suelo en las -- mismas condiciones en que se encontraba al momento del acolchado, permitiendo un óptimo desarrollo del sistema radicular de la planta (29).

El terreno que se vaya a acolchar debe ser cuidadosamente preparado, evitando al máximo la compactación. Con el plástico se mantiene una porosidad adecuada que permite un buen desarrollo de la raíz, una mejor circulación de oxígeno y mayor producción y movimiento de bióxido de carbono. -- Protege al suelo de la erosión hídrica y eólica, así como del granizo y la desecación. En resumen, la estructura del

suelo es preservada de la acción degradadora del mal tiempo (21).

1.5. Conservación de la fertilidad del suelo.

El aumento de la temperatura y del nivel de humedad en el suelo provocados por el acolchado plástico, promueven la nitrificación y por tanto la disponibilidad de nitrógeno para la planta (31).

La actividad microbiana favorecida, especialmente durante la descomposición orgánica, ocasiona una elevada liberación de bióxido de carbono, lo que se traduce en mayor aprovechamiento del mismo por parte del cultivo (21).

Por otra parte, la cubierta de plástico impide que los elementos nutritivos, principalmente el nitrógeno, sean lavados o lixiviados por el agua de lluvia o de riego (7).

1.6. Modificación del intercambio gaseoso suelo-aire.

Parece ser que el bióxido de carbono liberado por las raíces y organismos del suelo, se acumula debajo del plástico por su baja permeabilidad a los gases. Este gas es canalizado a través de las perforaciones hechas en la lámina y sube a la parte aérea de la planta, generando un ambiente con alto nivel de bióxido de carbono que promueve mayor actividad fotosintética (7).

1.7. Efecto del plástico en la salinidad del suelo.

Independientemente de la pigmentación de la película plástica utilizada en el acolchado, tendrá dos efectos prin

cipales sobre la salinidad del suelo: (21)

- A. Disminución de la cantidad de agua aplicada en los riegos, lo que repercute en una disminución en la concentración de sales agregadas al suelo (en regiones donde el agua tiene un alto contenido de sales).
- B. Se reduce considerablemente la evaporación y con esto disminuye el movimiento de ascenso del agua y se limita la formación de costras salinas en la superficie del suelo.

2. EFECTOS SOBRE EL CULTIVO.

Todos los efectos del arropado mencionados con anterioridad ocasionan finalmente, resultados directos sobre la planta, que van desde una buena germinación hasta un incremento en la producción o rendimiento. Las principales repercusiones del plástico sobre el cultivo son:

2.1. Germinación y establecimiento.

El aumento de la temperatura en el suelo y la conservación por más tiempo de la humedad, son factores que promueven una mejor y más acelerada germinación. Estas condiciones se presentan corrientemente en un suelo arropado y repercuten en un rápido establecimiento de la planta, que comenzará más pronto a aprovechar los nutrientes y la humedad acumulados (27).

Esta rapidez en la germinación puede ser más marcada -

con el plástico transparente ya que con este se logra una mayor temperatura del suelo y se evita el enfriamiento brusco que ocurre por las noches con el plástico negro-opaco, manteniendo una temperatura constante y elevada en el medio de germinación (31).

2.2. Desarrollo y distribución de las raíces en el suelo.

El crecimiento de raíces en plantas con arropado es -- por lo general, mayor que en aquellas cultivadas en suelo desnudo. Se ha visto que el sistema radicular tiende a desrrollarse más horizontalmente con el arropado, además la -- distribución de las raíces es más homogénea. En un cultivo convencional las raíces se acumulan mayormente en las capas profundas buscando la humedad y los nutrientes, mientras -- que en un cultivo con plástico la mayor cantidad de raíces se encuentra cerca de la superficie y su número no disminuye tan drásticamente conforme profundiza el sistema radicular (17).

El tipo de película plástica empleada determina también la manera en que se desarrollan las raíces. En experimentos realizados con cultivos de chile y tomate arropados (5), se comprobó que el desarrollo radicular había sido mayor utilizando el plástico negro que el registrado bajo la película transparente.

2.3. Calidad de la planta y el fruto.

La película plástica evita el contacto directo de la parte aérea de la planta con el suelo. Esto permite la ob--

tención de frutos de mayor calidad, más limpios y mejor presentados, lo que redonda en mayores beneficios económicos - al momento de la comercialización.

El uso del plástico no sólo implica limpieza y presentación, ya que también ayuda a evitar enfermedades fúngicas y bacterianas que son muy comunes en zonas húmedas (21,29, 32).

La lámina de plástico permite que el agua escurra y se acumule en los lados de la cama, mientras que en un suelo desnudo la zona radicular quedaría anegada, representando un riesgo muy grande de putrefacción y muerte de la planta completa o del fruto (4).

Usmani (41), comprobó que el arropado con plástico --- transparente disminuye la muerte de hojas producida por --- Sclerotium orizae en el cultivo de arroz, lo cual finalmente se ve reflejado en un aumento en la producción.

2.4. Precocidad y rendimiento.

Se ha comprobado que la precocidad es directamente proporcional al aumento de temperatura en el suelo, a una profundidad de 7.5 cm (aunque varía con el tipo de suelo y las condiciones ambientales). Es por esto que los mayores adelantos a la cosecha se logran utilizando plástico transparente por ser permeable a las radiaciones caloríficas y permitir un mayor calentamiento del suelo (29).

Dependiendo del tipo de plástico, del cultivo y de las condiciones ecológicas, con el arropado puede conseguirse -

una precocidad de siete a treinta días (3,19,20,21).

El mayor efecto del arropado plástico y el más importante para el productor es, sin duda el aumento en los rendimientos. Se han realizado muchos ensayos con arropado plástico tendientes a incrementar el rendimiento del cultivo. En general, puede decirse que con esta técnica se obtienen rendimientos que van del 10 al 150% en el rendimiento final, aunque esto depende del cultivo, del ambiente en el cual se desarrolle y del tipo de película plástica empleada. En la mayoría de los ensayos los rendimientos más elevados se han conseguido con el plástico negro-opaco (3,16,19,20,21,26,28).

El incremento en la producción se debe al efecto del arropado sobre las siguientes características: (29)

A. Características morfológicas.

- a) Incremento en el desarrollo aéreo (mayor longitud de brotes y área foliar).
- b) Mayor densidad radicular.
- c) Mayor elongación celular en hojas, que resulta en:
 - mayor tamaño de hojas o segmentos de hojas.
 - estomas mejor desarrollados.
 - mayor tamaño de espacios intravenales.
- d) Cutículas menos gruesas que facilitan la difusión de bióxido de carbono hacia el mesófilo de las hojas.
- e) Mejor desarrollo de las células en empalizada y esponjosas del mesófilo de las hojas, que permiten optimizar la

absorción de bióxido de carbono.

- f) Mayores espacios intercelulares.
 - g) Mayor diámetro de los tejidos conductivos del xilema, reduciéndose la resistencia al transporte de agua y nutrientes.
- B. Características fisiológicas.
- h) El proceso fotosintético se optimiza debido a una mayor apertura estomática.
 - i) Mayor presión hidrostática en el interior de las células promoviendo elongación celular y crecimiento.
 - j) Mayor concentración de solutos en células por lo que se tienen más carbohidratos disponibles para el desarrollo.
 - k) Mayor potencial hídrico en las hojas favoreciendo el crecimiento de la planta.

3. COMPORTAMIENTO DE LOS DISTINTOS TIPOS DE PLASTICO UTILIZADOS EN EL ARROPADO.

Los materiales plásticos usados en el arropado de sus-
tos presentan diferentes comportamientos espectrométricos,
es decir, tienen distintos grados de permeabilidad a la luz
solar y a las radiaciones emitidas por el suelo y por las
plantas.

Las películas utilizadas para el arropado deberán com-
portarse de tal forma que:

- a) Transmitan al suelo durante el día, el máximo de calor -

- con el fin de aumentar las temperaturas del mismo.
- b) Impidan el crecimiento de malezas.
 - c) Dejen salir durante la noche parte del calor acumulado en el suelo durante el día, para proteger a la planta de las bajas temperaturas exteriores (30).

3.1. Efectos derivados del comportamiento espectral de los materiales plásticos (31).

3.1.1. Láminas transparentes.

Transmiten más del 50% de los rayos solares recibidos, lo que provoca un notable calentamiento del terreno. Esto favorece una buena germinación pero también promueve el desarrollo de las malezas. Durante la noche permite el paso de las radiaciones emitidas por el suelo, protegiendo así a la parte foliar de la planta contra las bajas temperaturas.

3.1.2. Láminas negro-opaco.

Este tipo de lámina absorbe un alto porcentaje de radiaciones recibidas, por lo que el calentamiento del suelo (por radiación) es menor que con el plástico transparente. Al no dejar pasar la luz solar, las malezas no pueden fotosintetizar y mueren. Durante la noche impide la aportación de calor del suelo hacia la parte aérea de la planta.

3.1.3. Láminas gris humo.

Absorben menos las radiaciones que las negro-opaco, -- por lo que ocasionan un mayor calentamiento del suelo durante el día. El crecimiento de las malezas es evitado ya sea por la poca luz que deja pasar o por el calentamiento de la

película (al absorber energía) que quema las plantas que --
llegan a desarrollarse bajo el plástico. El efecto nocturno
es sólo un poco menor que el de las láminas transparentes.

3.1.4. Láminas metalizadas.

Estas películas reflejan los rayos solares y evitan el
sobrecalentamiento del suelo en zonas con altas radiaciones
solares. Al reflejar la luz, evitan el crecimiento de male-
zas debajo de ellas, además, la película rugosa refleja y -
dispersa la luz proporcionando así mayor energía a la plan-
ta sobre el envés de la hoja. Los efectos nocturnos son muy
similares a los de la película negro-opaco, ya que su cara
interna es de color negro.

En el siguiente cuadro se esquematizan las ventajas e
inconvenientes que presenta la utilización de los diferen-
tes tipos de plástico en el arropado plástico.

Cuadro 1. Ventajas y desventajas del uso de distintos
tipos de láminas plásticas en el arropado.

TIPO DE LAMINA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Transparente	-Aumenta considerable- mente la temperatura del suelo durante el día. -Protege los cultivos durante la noche al permitir el paso de las radiaciones del	-Favorece el creci- miento de malezas, - estas terminan levan- tando y rompiendo el plástico.

	suelo a la atmósfera	
	-Da precocidad a los cultivos.	
Negro-opaco	-Impide el crecimiento de malezas.	-Calienta poco el suelo durante el día.
	-Produce altos rendimientos.	-Durante la noche la planta recibe poco calor del suelo.
	-Precocidad de cosecha (menor que el transparente).	-En días calurosos puede producir quemaduras en la parte aérea de la planta.
Gris-humo	-Calienta el suelo durante el día.	-Menor precocidad de cosechas que la logra con el transparente.
	-Protege sensiblemente a la planta durante la noche.	
	- No produce quemaduras.	
Metalizado	-No deja crecer las malezas.	-Más costoso que cualquiera de los anteriores.
	-Impide el calentamiento excesivo del suelo y secado del sistema radicular.	-No protege a la planta durante la noche al impedir la liberación de calor del suelo.
	-Produce gran precocidad y rendimiento de cosechas, incluso superiores a las obtenidas con el transparente.	

Para escoger el tipo de lámina plástica que se utilizará, el productor debe tomar en cuenta factores técnicos como el tipo de cultivo (herbáceo o leñoso), el ciclo de la planta (anual, bianual o perenne), el clima de la región y los objetivos que se persiguen con su uso (inducir la precocidad, aumentar rendimientos, etc.). Así mismo, es necesario considerar factores económicos como el costo del material y la disponibilidad del mismo, de la maquinaria y de la mano de obra.

3.2. Elección de la película plástica.

De manera general, el tipo de película plástica se elegirá de acuerdo a las siguientes condiciones: (31)

3.2.1. Película transparente.

- A. Cultivos estacionales.
- B. Terrenos limpios de malas hierbas o tratados con herbicidas.
- C. Zonas frías con riesgos de heladas.
- D. Cuando se busque más bien la precocidad de cultivos que el aumento en el rendimiento.

3.2.2. Película negro-opaco.

- A. Cultivos de uno a tres años.
- B. Terrenos infestados de malas hierbas.
- C. Zonas cálidas sin riesgos de heladas.
- D. Cuando se busque más bien aumento de rendimiento que precocidad en los cultivos.

3.2.3. Película gris-humo.

- A. Cultivos estacionales y cultivos de uno o dos años.
- B. Terrenos no muy infestados de malas hierbas.
- C. Zonas frías o cálidas pero sin riesgo de fuertes heladas.
- D. Cuando se busquen aumentos de rendimiento y de precocidad en los cultivos.

3.2.4. Película metalizada.

- A. Cultivos herbáceos estacionales.
- B. Cultivos leñosos (frutales).
- C. Terrenos infestados de malas hierbas.
- D. Zonas cálidas sin riesgo de heladas. Sobre todo en cultivos de verano.
- E. Cuando se busque aumento de rendimiento y precocidad en los cultivos.

4. GENERALIDADES DE LA AVENA.

4.1. Descripción botánica.

La planta de la avena tiene un sistema radicular fibroso, su tallo es una caña herbácea y erguida, con nudos llenos y entrenudos huecos. Generalmente crece de 60 a 150 cm y con tres a cinco tallos por mata (9). Sus hojas son lineales, lanceoladas, alternas y envainadoras, llevan una lígula corta, ovalada y terminada en finos dientes (33). La ausencia total de aurículas o estípulas en el estado vegetativo de la planta, es útil para distinguir a la avena entre los demás cereales de grano pequeño, además las hojas están normalmente enrolladas en una espiral dispuesta en sentido contrario al de las manecillas de un reloj (15).

La inflorescencia es una panícula compuesta, los ejes secundarios son largos, finos, sencillos o compuestos y solo tienen en cada uno un pequeño número de espiguillas, que -- llevan de dos a cuatro flores, de las cuales sólo dos son fértiles (8).

El fruto es un cariósipide con las glumillas adheridas. La avena es una planta de reproducción autógena, se ha determinado experimentalmente que el cruzamiento natural rara vez es mayor de 0.5 a 1.5% (33)

4.2. Clasificación taxonómica.

Cuadro 2. Clasificación taxonómica de la avena.

CATEGORIA	CLASIFICACION
Reino	Vegetal
Subreino	Embryophyta
División	Tracheophyta
Subdivisión	Pteropsida
Clase	Angiospermae
Subclase	Monocotiledonea
Orden	Glumifloreae
Familia	Gramineae
Subfamilia	Pestuccoidae
Tribu	Aveneae
Género	<u>Avena</u>
Especie	<u>sativa</u>

Fuente: 35

4.3. Origen geográfico.

No se tiene seguridad en cuanto al área exacta en la cual tuvo su origen la avena cultivada, pero parece ser la región del Asia Menor. De ahí comenzó a extenderse hacia el norte y oeste, llegando a Europa y otras regiones favorables para su cultivo (36).

4.4. Condiciones ecológicas.

Aunque la avena se adapta a diferentes regiones climáticas, su mejor adaptación y desarrollo se conseguirá en climas templados y se obtendrá un crecimiento continuo de la planta cuando la temperatura oscile entre 10 y 12°C, dig

minuyendo su crecimiento al bajar esta y deteniéndose por completo a los 4.4°C (5).

La avena puede cultivarse en las regiones comprendidas entre los 65° latitud norte y los 45° latitud sur, exceptuando las regiones ecuatoriales cálido-húmedas. Por lo que respecta a la altitud, la avena se adapta desde 0 hasta 3000 m.s.n.m. (35).

Martínez (33), reporta que el rango de temperaturas óptimas para la avena está entre 25 y 31°C, mientras que la mínima es de 4.8°C y la máxima varía entre 31 y 37°C.

La temperatura del suelo es muy importante para la supervivencia de esta planta. Con temperaturas de -5°C a una profundidad de 2.5 cm ocurre una "muerte parcial por invierno" (33).

En cuanto al tipo de suelo, la avena no es muy exigente, ya que se desarrolla bien en una gran variedad de ellos sin embargo, su mayor producción la alcanza en los limosos y los aluviones, debiendo tener un pH entre 5 y 7 (9).

La avena es más exigente en humedad del suelo que el trigo y la cebada, esto se debe a que la avena consume más agua que cualquier otro cereal para sintetizar un kilogramo de materia seca (9,33).

La avena se adapta a regiones con 540 mm o más de precipitación anual, distribuidos uniformemente durante el ciclo de cultivo o estación de crecimiento de la avena (35).

4.5. Aspectos agronómicos del cultivo.

4.5.1. Preparación del terreno.

En suelos pesados es necesario barbechar el terreno como primer paso, posteriormente se le dan dos pasos de ras--tra, terminando con una nivelación del terreno (35).

4.5.2. Siembra.

La siembra puede hacerse en surcos o al voleo, depen--diendo si el propósito es producción de grano (surcos) o fo rraje (voleo) (35). Se recomienda una densidad de siembra - de 80 a 100 Kg/ha para producción de forraje bajo condicio--nes de temporal, en el Valle de México (22,35,37).

La siembra debe hacerse entre el 15 de mayo y el 15 de junio en esta zona (37).

4.5.3. Fertilización.

El INIA recomienda una dosis de 120-40-00 para el Va--lle de México en el cultivo de avena forrajera, aplicando - un tercio del nitrógeno y todo el fósforo en la siembra, pa ra después aplicar el resto del nitrógeno, después del ama--collamiento (23).

4.5.4. Principales plagas y enfermedades.

Roya de la avena (*Ruccinia graminis avenae*) Eriks y H.

La fase urédica (roya roja) aparece sobre las hojas, - cañas, espigas y/o granos de la avena. Los uredosoros se ob--servan como pústulas aisladas de color rojizo, prominentes y alargadas, con la epidermis de la planta rota en torno a la pústula. Alrededor de los soros suelen aparecer seccio--

nes cloróticas de importancia variable y cuando los ataques de la enfermedad son muy intensos, la planta puede morir. - El mejor método de lucha es la utilización de variedades resistentes (2,13,42).

Además de esta enfermedad, en el Valle de México la avena forrajera de temporal presenta ocasionalmente, ataques de pulgón verde Acyrtosiphon dirhodum y Therioaphis maculata (22), así como de roya de la corona Puccinia coronata -- Cda. (38). Sin embargo, el daño no llega a ser de importancia económica.

En el área experimental de la FES-Cuautitlán, al igual que en todo el municipio, durante los meses de junio a octubre se presenta una alta incidencia de chapulín Melanophus sp. Para el control del pulgón y del chapulín se recomienda la aplicación de Paration, con una dosis de 1 lt/ha (37).

4.5.5. Madurez al corte.

En algunos experimentos se ha demostrado que el corte de la avena forrajera debe hacerse antes de la completa floración (9,33). En general, el primer corte de la avena forrajera se realiza entre los 100 y 130 días de la siembra - (22,37).

El CAEVAMEX (37), recomienda hacer el corte cuando se tenga un 10% de las plantas espigando.

4.6. Valor nutritivo.

El valor nutritivo de la avena forrajera es tan alto - que los agricultores-ganaderos pueden usar este cereal ex-

clusivamente para la producción de forraje, sin cosechar el grano. En general, el contenido de proteínas de la avena forrajera depende principalmente de: variedad, estado de madurez al corte, nivel de fertilización nitrogenada y número de hojas (33).

En el cuadro 3 se observa el porcentaje de los principales componentes de la avena forrajera, según diversos autores.

Cuadro 3. Análisis bromatológico de la avena forrajera.

MUESTRA	% MATERIA SECA	% PROTEINA CRUDA	% FIBRA CRUDA	% EXTRACTO ETEREO	% CENIZAS	% E.L.N.
Forraje verde 1/	16.2	1.6	4.5	0.4	1.7	8.2
Avena verde 2/	26.6	2.6	7.5	0.8	2.0	13.7
Avena ante sis tardía 3/	30.82	3.1	9.76	0.46	2.53	14.97

Fuentes: 1/ FIRA (1986).

2/ Flores, M. (1986).

3/ Sánchez, B. (1988).

4.7. Rendimiento.

El CAEVAMEX (37), reporta un rendimiento de 25 a 30 -- ton/ha de forraje verde para la variedad Cuauhtémoc.

En un experimento realizado en la FES-Cuautitlán, du--

rante el ciclo otoño-invierno 1985-86, en donde se maneja--
ron diferentes niveles de fertilización nitrogenada y bajo
condiciones de riego, el rendimiento más alto obtenido fue
de 45.63 ton/ha de forraje verde, para el nivel de fertili-
zación de 100 Kg de nitrógeno por hectárea (35).

II. OBJETIVOS E HIPOTESIS

1. OBJETIVOS.

- A. Evaluar la producción de avena forrajera (en materia verde y materia seca) bajo el sistema de arropado plástico y compararla con la obtenida bajo el sistema de producción tradicional.
- B. Evaluar dos distintas modalidades de arropado, a fin de conocer cual de ellas resulta de mayor utilidad práctica y económica dentro del área de estudio.
- C. Determinar de qué manera y en cual etapa de desarrollo del cultivo es afectada la avena forrajera, por el uso del arropado plástico.

2. HIPOTESIS.

- A. Utilizando el arropado plástico en el cultivo de avena, se obtendrá un mayor rendimiento de forraje por hectárea que el obtenido en iguales condiciones pero sin arropado.
- B. Con el sistema de arropado plástico se puede mejorar la calidad del forraje de avena, en relación al obtenido con el sistema tradicional.
- C. El arropado plástico permite obtener buenos rendimientos de forraje de avena, con precipitaciones reducidas, fuera de la época normal de cultivo y en un ciclo más corto.

III. MATERIALES Y METODOS

1. UBICACION Y CONDICIONES DEL AREA EXPERIMENTAL.

El área experimental pertenece al Departamento de Ciencias Agrícolas de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, ubicada en el ex-Rancho Almaraz dentro del municipio de Cuautitlán Izcalli, Estado de México, a la altura del Km 2.8 de la carretera Cuautitlán-Teoloyucan.

Este municipio está enclavado en la Mesa Central de la Cuenca del Valle de México y se extiende entre los 19°27' y los 19°45' latitud norte y entre los 99°07' y 99°14' longitud oeste; presenta una altitud promedio de 2250 msnm (6).

El clima de la región corresponde al tipo C(Wo)(w)b(i) que es un clima templado, el más seco de los subhúmedos y con régimen de invierno seco y verano largo y fresco (6).

La temperatura media anual es de 15.7°C, siendo enero el mes más frío con una temperatura promedio de 11.8°C y junio el más caliente, con 18.5°C en promedio. La precipitación media anual es de 620.6 mm. Julio es el mes más lluvioso, con 142.9 mm, mientras que febrero es el mes más seco, al registrar una precipitación de 2.3 mm (14).

La parcela donde se llevó a cabo el experimento presenta una textura migajón-arcillosa, con un 40% de arcillas, - 38% de limos y 22% de arenas. Su pH es de 6.6 y tiene una Capacidad de Intercambio Catiónico de 35 meq/100 g de muestra. Su profundidad efectiva es mayor a un metro, su color

en húmedo es de negro a gris oscuro, es fuertemente adhesivo y plástico, con poros pequeños y abundantes (50%) y con drenaje deficiente (6).

Cuadro 4. Precipitaciones y temperaturas medias mensuales en la zona de estudio.

MES	PRECIPITACION (mm)	TEMPERATURA MEDIA (°C)
Enero	9.7	11.8
Febrero	2.3	13.3
Marzo	4.9	15.6
Abril	26.5	16.6
Mayo	57.5	17.6
Junio	101.3	18.3
Julio	142.9	17.7
Agosto	119.0	17.8
Septiembre	96.9	17.3
Octubre	46.5	15.9
Noviembre	11.5	14.1
Diciembre	7.6	12.6
Media anual	620.6	15.7

Fuente: García, M. (1981).

2. DISEÑO EXPERIMENTAL.

Para la evaluación de este experimento se utilizó el diseño de Bloques al Azar, en arreglo de Parcelas Divididas de la siguiente forma:

A. Parcelas Grandes.

- a) Siembra en el valle del surco.
- b) Siembra en el lomo del surco.

B. Parcelas Chicas.

- a) Sistema de cultivo con arropado plástico. .
- b) Sistema de cultivo tradicional (sin arropado).

De tal manera que los tratamientos quedaron arreglados como sigue: .

Tratamiento 1: Siembra en el valle del surco, con arropado.

Tratamiento 2: Siembra en el valle del surco, sin arropado.

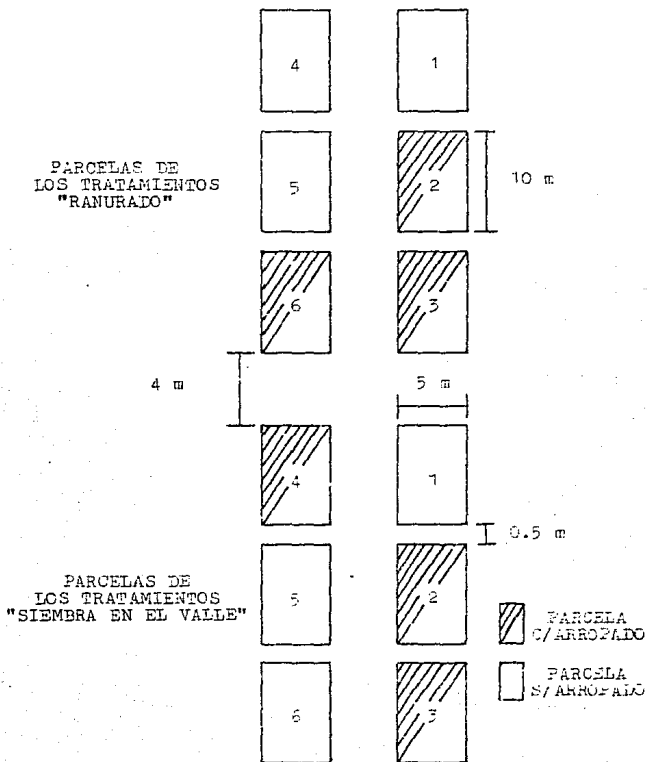
Tratamiento 3: Siembra en el lomo del surco, con arropado.

Tratamiento 4: Siembra en el lomo del surco, sin arropado.

Para cada uno de los tratamientos se manejaron tres parcelas (repeticiones).

En la figura 1 se esquematiza la ubicación de las parcelas o unidades experimentales en el campo.

Figura 1. Ubicación de las parcelas dentro del área experimental.



3. MATERIALES.

3.1. Semilla de avena forrajera, variedad Cuauhtémoc, 6 Kg.

3.2. Película de polietileno negro, calibre 150, con 0.90 m de ancho y 240 m de longitud.

3.3. Fertilizantes:

3.3.1. Sulfato de amonio, 20 Kg.

3.3.2. Superfosfato de calcio simple, 3 Kg.

3.4. Agroquímicos:

3.4.1. Dual 500 (herbicida), 150 ml.

3.4.2. Polimat 500 (insecticida), 100 ml.

3.4.3. Paration (insecticida), 100 ml.

3.4.4. Tilt (fungicida), 50 ml.

3.5. Herramientas de campo:

3.5.1. Palas, azadones, rastrillos, coas, carretillas, hoces.

3.5.2. Cinta métrica y martillo.

3.5.3. Rollo de mecabilo.

3.5.4. 32 estacas de madera de 30-40 cm de longitud.

3.5.5. Báscula romana.

3.6. Material de laboratorio:

3.6.1. Germinadora.

3.6.2. Cajas de Petri (2).

3.7. Tractor e implementos (arado y rastra).

4. METODOLOGIA.

4.1. Establecimiento.

Se utilizaron dos sistemas: a) Siembra en el lomo del surco, con arropado en tiras ranuradas y b) Arropado en el lomo y siembra en el valle del surco.^{1/}

4.1.1. "Ranurado"

4.1.1.1. Preparación del terreno.

Se preparó el terreno con un paso de arado profundo y dos de rastra, el surcado se hizo dejando un espacio entre surcos de 1.15 m y el ancho de la cama de 0.7 m.

4.1.1.2. Fertilización.

La dosis de fertilización que se empleó es la siguiente: 120-40-00, dividiéndola en dos aplicaciones: una al momento de la siembra, aplicando todo el fósforo y la mitad del nitrógeno y la segunda a los dos meses, aplicando el resto del nitrógeno.

4.1.1.3. Siembra.

La siembra se hizo al voleo sobre el lomo del surco, - utilizando una densidad de 251 g/parcela (lo que equivale a 50.2 Kg/ha). Aunque no se tenía previsto, se tuvo que resembrar a los 7 días debido al ataque de pájaros sobre la semilla de todas las parcelas.

4.1.1.4. Colocación del plástico.

La lámina de plástico se colocó manualmente, una vez - colocada se procedió a ranurarla en tiras horizontales ligeras^{1/}: Para mayor facilidad se le llamará "Ranurado" y "Siembra en el Valle", respectivamente.

ramente inclinadas, de 12 cm de longitud, a lo largo de todo el surco. Esto se hizo con la finalidad de permitir la emergencia de la plántula.

4.1.2. "Siembra en el Valle".

4.1.2.1. Preparación del terreno.

Se hizo un barbecho profundo, dos pasos de rastra y se surcó a una distancia de 1.4 m entre surcos, dejando un espacio como cama de siembra de 0.7 m.

4.1.2.2. Colocación del plástico.

Se realizó en la misma forma que para el otro sistema, excepto por las ranuras, pero colocando también el plástico sobre el lomo del surco.

4.1.2.3. Fertilización.

La misma que para el sistema "Ranurado".

4.1.2.4. Siembra.

En este sistema la siembra se hizo en el valle del surco, usando una densidad de 188 g/parcela (37.6 kg/ha). De igual manera y por el mismo motivo se tuvo que resebrar.

El tamaño de cada parcela fue de 5 m de ancho por 10 m de longitud, sumando un total de seis parcelas para cada uno de los sistemas (tres parcelas por tratamiento). El área útil para la cosecha o corte del forraje fueron los dos surcos centrales de cada parcela (35 m²).

Figura 2. Parcela del sistema
"Siembra en el Valle"

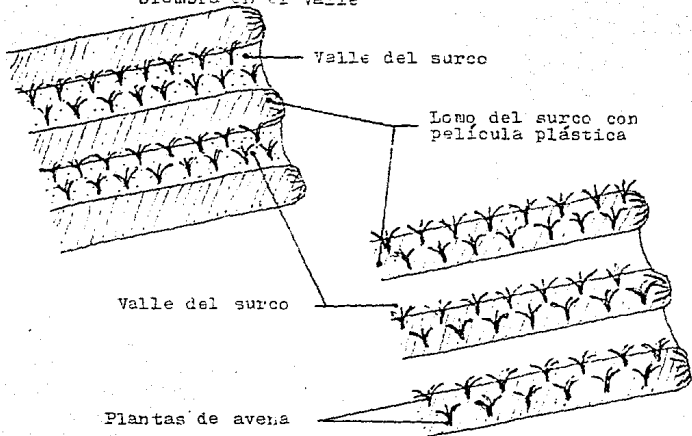


Figura 3. Parcela del sistema
"Ranurado"

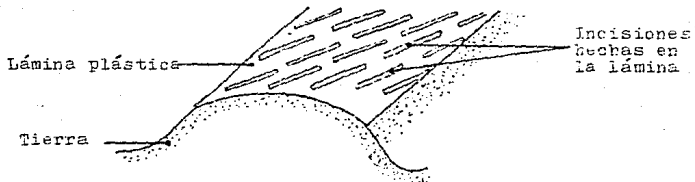


Figura 4. Detalle de un surco arropado en el sistema
"Ranurado".

4.2. Determinación de los porcentajes de germinación.

Tanto en laboratorio como en campo se determinó el porcentaje de germinación de la semilla utilizada, para comprobar la calidad de la misma. Las muestras para laboratorio se tomaron de la misma semilla empleada para la siembra.

4.3. Toma de datos en campo.

Las características del cultivo que se manejaron durante el desarrollo del mismo fueron:

4.3.1. Rapidez de germinación (días a la germinación).

4.3.2. Días al establecimiento.

4.3.3. Porcentaje de cobertura.

4.3.4. Agresividad y vigor.

4.3.5. Número de hojas por planta.

4.3.6. Altura de la planta.

4.3.7. Incidencia de plantas indeseables.

4.3.8. Incidencia de insectos perjudiciales.

4.3.9. Incidencia de enfermedades.

4.3.10. Color de la planta.

4.3.11. Resistencia a humedad y sequía.

4.3.12. Duración del ciclo vegetativo.

Las observaciones comprendidas entre los puntos 4.3.3. y 4.3.11. fueron hechas semanalmente desde el establecimiento de la planta hasta el primer corte.

Cabe haber notar que de estos últimos, a excepción del número de hojas por planta y altura de la planta, todos fue

ron tomados visualmente, a criterio del observador.

El número de hojas por planta se determinó tomando la altura de diez plantas por parcela (escogidas al azar) y sacando el promedio para las tres repeticiones por tratamiento. El promedio de número de hojas por planta se obtuvo de la misma forma.

4.4. Labores culturales.

Durante todo el ciclo se realizaron destierbes manuales al interior de las parcelas, especialmente en las de los tratamientos "Ranurado". Estos destierbes se hicieron para poder obtener la diferencia en mano de obra, requerida por los dos sistemas, derivada del control de malezas. Por tal motivo, el efecto del plástico sobre las malezas sólo se reflejó en el aspecto económico y no tanto sobre el rendimiento de forraje. Así mismo, se realizaron aplicaciones de herbicida en los márgenes de las parcelas.

Se aplicó insecticida (Paration y Folimat 500) en dos ocasiones, para el combate del chapulín Melanophus sp. y del pulgón verde Acyrtosiphon dirhodum Neck. y Thezicaphis maculata.

A finales del segundo mes se aplicó un fungicida (Tilt) para el control de la roya de la avena Puccinia graminis -- avenae Eriks y Henn. Para ver las fechas, productos y dosis de aplicación, remitirse a los cuadros 1A y 2A (Apéndice).

4.5. Corte.

El corte de la avena se llevó a cabo a los 81 días de la resiembra para el sistema "Siembra en el Valle" y 77 días de la resiembra para el sistema "Ranurado" (Ver apéndice, cuadro 1A).

El forraje obtenido de cada parcela se pesó ahí mismo y se extrajeron las muestras para ser enviadas al laboratorio.

4.6. Análisis bromatológico.

Después de realizado el corte, en el laboratorio dependiente de la Dirección General de Normatividad Pecuaría --- (SARH), se hicieron los análisis bromatológicos de las muestras de forraje obtenidas para cada uno de los tratamientos.

4.7. Análisis económico.

A la par con el análisis estadístico, en donde se manejaron los rendimientos en materia seca del forraje, se elaboró un estudio de los costos de producción por hectárea, así como los beneficios obtenidos por la venta del producto.

4.8. Análisis estadístico.

El análisis estadístico se elaboró con base en los resultados de peso (en kilogramos) del forraje, en materia seca.

Para ello se utilizó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \delta_{ij} + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{jk} + \epsilon_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = Valor de la variable estudiada.

μ = Efecto de la media general.

β_i = Efecto del i -ésimo bloque.

α_j = Efecto de la j -ésima parcela grande o mayor.

δ_{ij} = Error de parcelas grandes.

γ_k = Efecto de la k -ésima parcela chica o menor.

ϵ_{ijk} = Efecto de la jk -ésima interacción de parcelas.

ξ_{ijkl} = Error de parcelas grandes y parcelas chicas.

Las hipótesis se formularon para probar igualdades entre tratamientos de parcelas grandes y entre tratamientos de parcelas chicas y fueron las siguientes: *

$$HO_1: \mu_1 + \mu_2 = \mu_3 + \mu_4$$

$$HO_2: \mu_1 + \mu_3 = \mu_2 + \mu_4$$

Debido a que hubo diferencias altamente significativas entre tratamientos de parcelas grandes ("Ranurado" y "Siembra en el Valle") y entre tratamientos de parcelas chicas (con arropado y tradicional), se procedió a hacer la comparación de medias con la prueba de contrastes ortogonales. Las hipótesis a probar fueron: *

$$HO_1: \mu_1 + \mu_3 = \mu_2 + \mu_4$$

$$HO_2: \mu_1 + \mu_2 = \mu_3 + \mu_4$$

$$HO_3: \mu_1 = \mu_2$$

Para cada uno de los contrastes o comparaciones, los mejores tratamientos fueron aquellos cuyos coeficientes λ_i tuvieron el mismo signo que la expresión $\sum \lambda_i y_i$ correspondiente (cuadros 9 y 5A).

Nota *:

μ_1 = Media del tratamiento 1 ("Siembra en el Valle", con arropado).

μ_2 = Media del tratamiento 2 ("Siembra en el Valle", sin arropado).

μ_3 = Media del tratamiento 3 ("Ranurado", con arropado).

μ_4 = Media del tratamiento 4 ("Ranurado", sin arropado).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Rapidez de germinación.

En promedio, la semilla germinó entre los tres y cinco días después de la siembra (resiembra). Casualmente los --- días que se resembró se presentó también una ligera lluvia, para posteriormente llover otras cuatro veces en los si--- siguientes cinco días, permitiendo un buen establecimiento de la planta. (Ver apéndice, lámina 6A)

2. Color de la planta, agresividad y vigor.

En general, las plantas presentaron un color normal durante todo el ciclo, acaso un color verde poco más oscuro - en los tratamientos con arropado.

Respecto a la agresividad y el vigor de la planta, fueron prácticamente iguales en los tratamientos con arropado que en los tradicionales (sin plástico).

3. Resistencia a humedad y sequía.

Las plantas de los tratamientos con arropado no tuvieron graves efectos de sequía o inundación (esta última se presentó el día 18 de agosto de 1988, pocos días después de la resiembra). En los tratamientos sin arropado algunas -- plantas (especialmente las más pequeñas) se marchitaron por completo y otras presentaron alteraciones por la sequía, -- que finalmente fueron reflejadas en el rendimiento.

4. Altura de la planta y número de hojas por planta.

Estos dos parámetros son los que, en última instancia están mayormente correlacionados con el rendimiento en materia verde y seca del forraje de avena (35). En las figuras 5 y 6 se puede observar cómo la altura de la planta fue muy superior en los tratamientos con arropado, notándose que la diferencia empezó a acrecentarse a partir de la novena semana. El número de hojas por planta (figuras 7 y 8) disminuyó en ambos sistemas entre las semanas ocho y nueve, posiblemente debido al ataque de roya Puccinia graminis avenae --- Eriks y Fenn en ese lapso de tiempo. Sin embargo esta disminución ocurrió de una manera más marcada en los tratamientos "Siembra en el Valle", mientras que en el sistema "Rarudo" las plantas arropadas tuvieron mayor número de hojas que aquellas cultivadas en suslo desnudo. Posteriormente entre las semanas diez y doce volvió a presentarse una disminución en el número de hojas, este nuevo descenso se debe tal vez al hecho de que la planta de avena empieza a perder las hojas más viejas y deja de producir nuevas al acercarse a la floración. Este fenómeno ocurrió antes en los tratamientos con arropado debido a la precocidad que se induce con el plástico y por ello la disminución más fuerte.

5. Incidencia de malezas.

El control de malezas resultó más efectivo en las parcelas del tratamiento "Siembra en el Valle", con arropado, en donde el plástico cubrió el lomo del surco impidiendo -- por completo el desarrollo de malezas, mientras que el va--

lle del surco sólo requirió deshierbes las primeras semanas antes de que la avena cubriera por completo el terreno y -- eliminara las malas hierbas.

Por otra parte, en el tratamiento "Ranurado" con arropado, el lomo del surco se vió cubierto tanto por el plástico como por las plantas de avena, por lo que las malezas -- prácticamente no representaron problema alguno, sin embargo en el valle del surco sí fue necesario realizar varios deshierbes durante todo el surco para evitar que proliferaran las malezas. En general, en ambos tratamientos ("Ranurado" y "Siembra en el Valle") las parcelas con arropado tuvieron menor incidencia de malezas y por lo tanto menor mano de -- obra requerida y menor competencia para las plantas de avena.

Cuadro 5. Valores de altura de la planta y número de hojas por planta, a partir de la tercera semana.

SEMANA	FECHA	SIEMBRA EN EL VALLE		RANURADO	
		C/A	S/A	C/A	S/A
Altura de la planta (cm)					
3	27-08-88	-	-	9.13	7.20
4	03-09-88	11.03	13.78	11.24	9.31
5	10-09-88	21.61	22.49	20.32	19.39
6	17-09-88	29.88	27.96	18.98	19.24
7	24-09-88	33.30	36.32	26.66	21.83
8	30-09-88	38.18	38.88	26.33	32.55
9	08-10-88	53.45	52.05	38.26	36.68
10	15-10-88	81.42	67.28	50.35	46.55
11	22-10-88	87.40	70.65	74.40	61.10
12	28-10-88	92.93	79.66	82.33	67.26

Número de hojas por planta.

3	27-08-88	7.00	6.00	1.00	1.00
4	03-09-88	4.50	4.70	5.00	3.40
5	10-09-88	10.40	8.50	11.00	8.80
6	17-09-88	30.20	21.00	17.40	21.80
7	24-09-88	46.50	42.50	23.00	37.00
8	30-09-88	63.00	63.60	27.00	51.66
9	08-10-88	37.86	34.00	32.13	34.20
10	15-10-88	95.53	75.00	67.33	57.60
11	22-10-88	69.60	68.20	77.46	64.86
12	28-20-88	70.60	74.40	74.80	66.26

C/A= con arropado

S/A= sin arropado

6. Días al corte.

El corte de la avena se realizó en 31 de octubre de -- 1988, debido a problemas laborales en la UNAM que afectaron directamente a la FES-C. Sin embargo, el estado de madurez que presentaban las plantas con arropado era el adecuado para el corte (entre 20 y 30% de floración -ver cuadro 11-).

El haberlo realizado el mismo día en todas las parcelas solo permitió hacer una comparación en rendimiento, pero no fue posible comparar la precocidad de los tratamientos arropados con la de los tradicionales, ya que hubiera sido necesario esperar a que las plantas de los tratamientos sin arropado presentaran el mismo estado que tenían las arropadas al momento del corte.

Por tal motivo, la precocidad solo se puede comparar con los días al corte reportados en bibliografía, que son 100 a 110. En este ensayo los días al corte fueron 81 y 77 para "Siembra en el Valle" y "Ranurado", respectivamente.

7. Análisis bromatológico.

Los resultados del análisis bromatológico (cuadro 6) muestran una clara superioridad en la calidad del forraje obtenido en este ensayo sobre lo reportado en bibliografía (cuadro 3).

Al comparar el forraje obtenido en los distintos sistemas, se observa que los tratamientos con arropado tuvieron una calidad ligeramente mayor en porcentajes de proteína -- cruda, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno. En cuanto a materia seca, los tratamientos sin arropado tienen ligera ventaja, pero los rendimientos obtenidos con estos tratamientos provocan que esta pequeña ventaja desaparezca al calcular el rendimiento de materia seca por hectárea.

Cuadro 6. Análisis bromatológico de las muestras obtenidas de cada sistema.

SISTEMA	% MATERIA SECA	% PROTEINA CRUDA	% FIBRA CRUDA	% EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO	% CENIZAS	% E.L.N.
Tradicional	32.45	5.78	12.58	1.34	3.54	9.21
C/arropado	31.26	6.56	13.82	0.92	3.25	6.70

Figura 5. Altura de la planta, sistema "Siembra en el Valle".

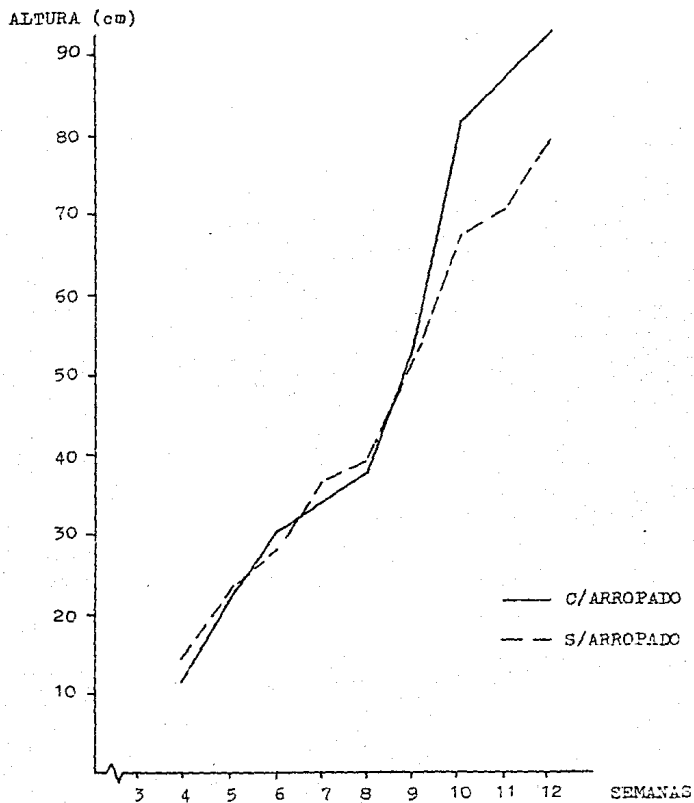


Figura 6. Altura de la planta, sistema "Rerurado".

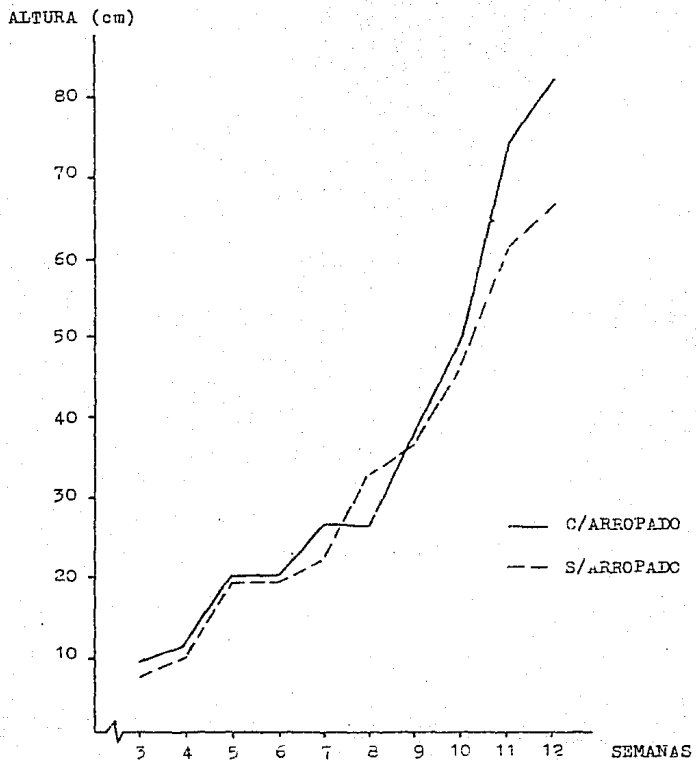


Figura 7. Número de hojas/planta, sistema "Siembra en el Valle".

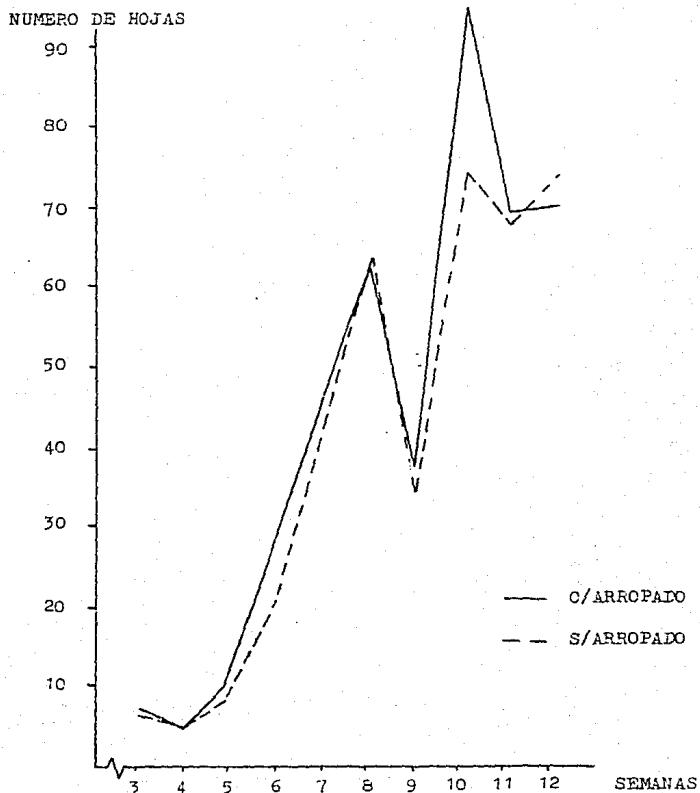
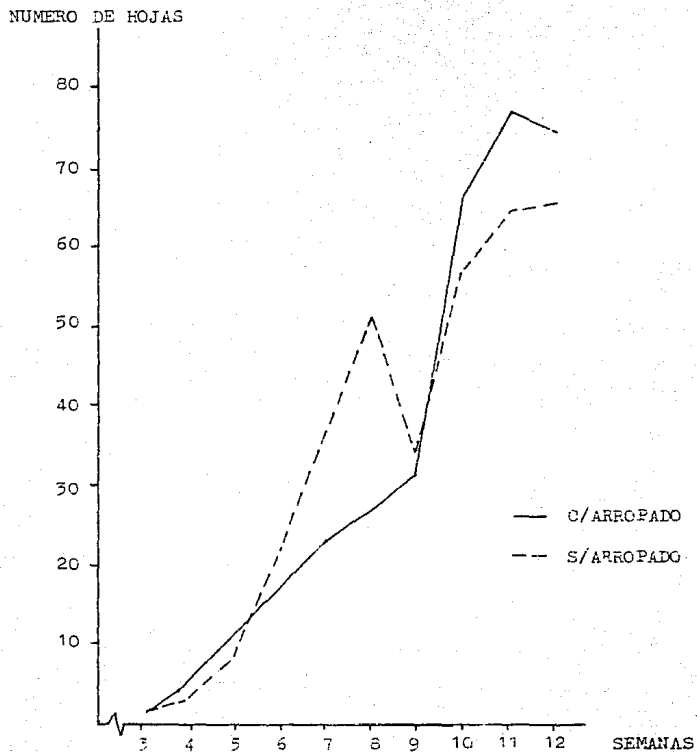


Figura 8. Número de hojas/planta, sistema "Ranurado".



8. Rendimiento.

En el cuadro 7 se anotan los rendimientos para cada parcela en cada uno de los tratamientos. Los rendimientos en materia verde son importantes para compararlos con el rendimiento promedio de la región y con los reportados en otras fuentes, sin embargo, para el análisis estadístico se trabajó con rendimientos en materia seca. Se puede observar que aunque el porcentaje de materia seca fue un poco mayor para las parcelas sin arropado, los tratamientos con arropado siempre tuvieron mayores rendimientos de forraje expresados tanto en verde como en seco.

Cuadro 7. Rendimientos de forraje por sistema y por parcela

SISTEMA	PARCELA	RENDIMIENTO EN VERDE (ton/ha)	% M.C.	RENDIMIENTO EN SECO (ton/ha)
"S. en el V."	1	30.000	32.41	9.723
"	2*	40.714	31.67	12.8941
"	3*	44.285	31.67	14.0250
"	4*	40.714	31.67	12.8941
"	5	31.428	32.41	10.1858
"	6	26.428	32.41	8.5653
"Ranurado"	1	9.285	32.50	3.0176
"	2*	21.428	30.85	6.6105
"	3*	23.571	30.85	7.2716
"	4	16.428	32.50	5.3391
"	5	10.000	32.50	3.2500
"	6*	23.571	30.85	8.8141

* Con arropado.

Antes de realizar el análisis estadístico se arreglaron en un cuadro los rendimientos de todas las parcelas (expresados en materia seca), obteniendo totales y medias para sistemas y tipos de siembra, es decir, para arropado y tradicional y para "Siembra en el Valle" y "Ranurado".

En el cuadro B se puede observar una clara superioridad de los tratamientos con arropado sobre los tradicionales. Puede verse también que el rendimiento promedio para el sistema "Siembra en el Valle" fue prácticamente el doble que en el sistema "Ranurado".

Después de análisis de varianza para rendimiento (cuadro 4A) se pudo ver que no hubo diferencias significativas entre bloques, pero sí existieron diferencias altamente significativas entre tratamientos de parcelas grandes (sistemas de siembra) y entre tratamientos de parcelas chicas --- (arropado y tradicional).

Por último, las comparaciones de medias por contrastes ortogonales (cuadros 9 y 5A), nos llevaron a lo siguiente:

a) Existen diferencias significativas entre los efectos de tratamientos con arropado y los efectos de los tratamientos sin arropado. Los mejores tratamientos son los que utilizaron el arropado.

b) Existen diferencias significativas entre los tratamientos "Siembra en el Valle" y los tratamientos "Ranurado". -- Los mejores tratamientos son los del sistema "Siembra en el Valle".

c) Para rendimiento de forraje de avena, el tratamiento --- "Siembra en el Valle" con arropado, es mejor que el tratamiento "Siembra en el Valle" sin arropado y es el mejor de los cuatro tratamientos estudiados.

Cuadró 8. Totales y medias de rendimientos en materia seca, expresados en ton/ha.

TRATAMIENTOS		BLOQUES				
TIPO DE SIEMBRA	SISTEMA DE CULTIVO	I	II	III	TOTAL	MEDIA
S. V.	C/arropado	12.894	14.025	12.894	39.813	13.27
S. V.	S/arropado	9.723	10.185	8.565	28.474	9.49
TOTALES DE LAS PARCELAS PRINCIPALES		22.617	24.210	21.459	68.287	11.38
RANURADO	C/arropado	6.610	7.271	8.814	22.696	7.56
RANURADO	S/arropado	3.017	5.339	3.250	11.606	3.86
TOTALES DE LAS PARCELAS PRINCIPALES		9.628	12.610	12.064	34.302	5.71
TOTAL DEL BLOQUE		32.245	36.821	33.523	102.59	8.54

SISTEMAS DE CULTIVO

	C/arropado	S/arropado
TOTALES	62.5094	40.0808
MEDIAS	10.4182	6.6801

Cuadro 9. Comparaciones múltiples de medias con contrastes ortogonales.

TRATAMIENTOS	A	B	C	D
TOTALES	39.2132	28.4741	22.6962	11.6067
COMPARACION	1	2	3	4
A C Vs B D	1	-1	1	-1
A B Vs C D	1	1	-1	-1
A Vs B	1	-1	0	0

A: "Siembra en el Valle", con arropado.

B: "Siembra en el Valle", sin arropado.

C: "Ranurado", con arropado.

D: "Ranurado", sin arropado.

9. Consumo de agua.

Uno de los principales objetivos de ensayos como este es obtener cosechas en lugares con escasa precipitación o en épocas fuera del ciclo normal de cultivo (en cultivos de temporal). En este experimento se logró obtener una elevada producción con el arropado, contando con únicamente 248.5 mm de precipitación entre los meses de agosto y octubre de 1988 (lámina 6A), mientras que en la literatura se reporta una precipitación mínima de 640 mm para poder cultivar ave-

na forrajera con buenos resultados (35). La precipitación registrada en este ensayo, representa únicamente el 38.82% de la precipitación mínima recomendada.

10. Análisis económico.

Es importante saber si una nueva técnica de cultivo -- nos reportará buenos rendimientos y mantendrá una óptima calidad del producto. Sin embargo, el aspecto económico juega un papel determinante en la elección de esa nueva tecnología por parte del productor.

En este caso, el análisis económico se hizo con base en los rendimientos en materia verde y tomando valores reales tanto de precio de venta del forraje como de los costos de insumos, maquinaria y mano de obra en la región, al momento de llevar a cabo el ensayo.

De acuerdo al cálculo de beneficios netos (cuadro 10) los tratamientos más redituables son los de "Siembra en el Valle", en los cuales por cada peso invertido se obtuvieron 1.05 y 1.07 pesos de ganancia neta para arropado y tradicional, respectivamente. Entonces, aunque con arropado se obtiene un beneficio neto de casi un millón de pesos por hectárea más que sin arropado, la inversión inicial es también casi un millón de pesos por hectárea mayor; es decir, la relación beneficio/costo es prácticamente igual para los dos tratamientos mencionados.

Ahora bien, es importante subrayar que este ensayo sólo se realizó hasta el primer corte de la avena y que sería

más real si se tomaran en cuenta los rendimientos de por lo menos dos cortes del forraje, con lo que los costos de mantenimiento por hectárea a partir del primer corte, serían - prácticamente iguales para los dos tratamientos a que nos - referimos ahora. En tal caso, el beneficio económico por -- hectárea y por año sería mucho mayor para el tratamiento -- con arropado, teniendo también una relación beneficio/costo mayor.

Cuadro 10. Cálculo de beneficios netos (pesos/ha).

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO (ton/ha)	BENEFICIO BRUTO DE CAMPO	* COSTOS DE PRODUCCION	BENEFICIO NETO
Siembra en el valle c/a	42	6,300,000	3,060,284	3,239,716
Ranurado c/a	26	3,900,000	3,463,783	436,217
Siembra en el valle s/a	29	4,350,000	2,092,376	2,257,124
Ranurado s/a	12	1,800,000	2,104,346	- 304,346

c/a: Con arropado.

s/a: Sin arropado.

* Precio de venta= 150,000 pesos/ton de forraje verde.

Cuadro 11. Observaciones realizadas a partir de la novena semana en todas las parcelas (repeticiones) de cada tratamiento.

FECHA	PARCELAS DEL TRATAMIENTO "RANURADO" C/A	PARCELAS DEL TRATAMIENTO "RANURADO" S/A	PARCELAS DEL TRATAMIENTO "S. EN EL V." C/A	PARCELAS DEL TRATAMIENTO "S. EN EL V." S/A
08-10-88	-Daños muy fuertes por chapu-- lín (Melanophus sp.) -Pocas plantas - con ataque de - roya (Puccinia graminis avenae E y H).	-Daños muy fuer-- tes por chapu-- lín (Melanophus sp.) -Muchas plantas con ataque de - roya (Puccinia graminis avenae E y H).	-Pocas plantas -- presentan ataque ligero de roya - (Puccinia grami-- nis avenae H y E)	-Algunas plantas (mas que c/a) pre-- sentan ataque de roya (Puccinia -- graminis avenae - E y H).
15-10-88	-En algunas plan-- tas comienza a aparecer la pan-- ícula.	-La mayoría de - las plantas pre-- sentan síntomas de sequía, prin-- cipalmente en - las hojas basa-- sales.	-Comienza a apare-- cer la panícula en algunas plan-- tas.	-Ataque más inten-- so de roya. -Cerca del 5% de - las plantas co-- mienzan a emerger la panícula.
22-10-88	-Disminuyó casi por completo el ataque de chapu-- lín. -Casi el 100% -- con la panícula emergida.	-Muchas plantas con fuerte ata-- ques de roya y efectos de la - sequía.	-Las plantas de los surcos cen-- trales tienen mu-- yor vigor y un - color verde más oscuro.	-Aproximadamente - 90% de las plan-- tas presentan ho-- ja bandera y cer-- ca del 10% con la panícula emergida
28-10-88	-Aproximadamente	-Inicio en la a-	-Aproximadamente	-Entre 60 y 70% de

un 30% de las -
plantas en flo-
ración.

parición de la
panícula.
-Fuerte marchi-
tamiento de las
plantas (espe-
cialmente las -
mas pequeñas) -
por el ataque -
de roya y por -
la sequía.

un 70-80% con -
la panícula e--
mergida y un 20
a 30% en flora-
ción.

las plantas con pa-
nícula emergida y
solo un 10% (aproxi-
madamente), en esta
do de floración.

Es importante señalar que a lo largo de todo el experimento hubo una serie de deficiencias que no permitieron obtener resultados con un cien por ciento de exactitud.

El primer inconveniente lo representa el hecho de haber sembrado fuera de la época de siembra recomendada, ya que se sembró entre el 3 y el 5 de agosto, mientras que la época recomendada abarca del 15 de mayo al 15 de junio. Después de esto, el ataque de pájaros sobre la semilla y la falta de lluvias, provocaron que se desplazara aún más la fecha, al tener que resembrar 15 días después.

A pesar de esto, el ciclo de la avena se cumplió satisfactoriamente en las parcelas con plástico, en menor tiempo del reportado para el cultivo tradicional y con la baja precipitación registrada en ese lapso. Esto puede servir como base para posteriormente, realizar ensayos encaminados a obtener cosechas fuera de la temporada normal, con el uso del arropado plástico.

El ataque de roya (*Puccinia graminis avenae*) Eriks y Henn, así como el chapulín (*Melanophus* sp.) causaron problemas prácticamente durante todo el ciclo (especialmente el chapulín), sin embargo, aunque esto evita que se refleje al máximo la ventaja del arropado plástico, sí puede considerarse conveniente pues reproduce las condiciones reales con que se encuentra el productor de avena forrajera en esta región.

Por último, cabe aclarar que debido a la utilización -

de distintas densidades de siembra entre sistemas, no es posible comparar rigurosamente los rendimientos en ambos, pero sí se puede tomar como referencia que en el sistema "Ranurado" se utilizó mayor densidad de siembra y se obtuvo menor rendimiento que en el sistema "Siembra en el Valle". Lo que sí se pudo comparar y que además es el principal objetivo, son los rendimientos obtenidos con el arropado contra los obtenidos bajo el sistema tradicional.

V. CONCLUSIONES

Habiendo analizado los resultados obtenidos en el experimento y tomando en cuenta todos los factores que envolvieron el desarrollo del mismo, es posible llegar a las siguientes conclusiones:

- A. El tratamiento "Siembra en el Valle", con arropado incrementó sustancialmente los rendimientos tanto de materia verde como de materia seca, siendo muy superior al rendimiento obtenido en la región y sólo un poco menor al conseguido bajo condiciones de riego y dosis óptima de fertilización.
- B. El tratamiento "Siembra en el Valle", con arropado resultó efectivo en el control de malezas, redundando esto en una disminución de la mano de obra y además, incrementando el rendimiento.
- C. Con el tratamiento "Siembra en el Valle" con arropado se pudo reducir el consumo de agua, a casi la tercera parte de la precipitación mínima recomendada, obteniendo buenos resultados en el rendimiento.
- D. Con el sistema de arropado plástico fue posible acortar el tiempo comprendido entre la siembra y el primer corte del forraje.
- E. De acuerdo a las observaciones, el efecto del arropado plástico comenzó a notarse físicamente a partir de la se

mana número nueve.

F. En general, el análisis bromatológico mostró una leve superioridad en la calidad del forraje obtenido de los tratamientos con arropado, comparado tanto con el obtenido en los otros tratamientos, como con lo reportado en otras fuentes.

G. Económicamente, el tratamiento "Siembra en el Valle", -- con arropado obtuvo un beneficio neto por hectárea más grande que los demás. Sin embargo, la inversión inicial es mucho mayor en este sistema.

COMENTARIOS FINALES

Sería conveniente realizar el ensayo una vez más, pero continuando con el cultivo hasta cortes subsecuentes. De esta manera se reducen sustancialmente los costos de mantenimiento por hectárea al eliminarse el costo del plástico y es muy posible que los rendimientos sigan siendo bastante superiores a los obtenidos con el sistema tradicional.

Aunque no se pudo comprobar (ya que no era uno de los objetivos planteados), físicamente se observó una menor incidencia de roya Puccinia graminis avenae Eriks y Henn en las parcelas de avena que tenían plástico, que en aquellas que no estaban arropadas. Por tal motivo podría ser interesante realizar estudios encaminados a observar el efecto -- que el arropado plástico pudiera tener sobre el ataque de fitopatógenos.

BIBLIOGRAFIA

1. Acosta, N.S. (1973). Uso del plástico negro en el combate de malezas y algunos efectos colaterales. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México.
2. Agrios, N.G. (1973). Plant Pathology. 2nd. Edition. Academic Press. New York. pp 377-385.
3. Andrade, R.F. y Bernaré, M.R. (1985). Efecto de la utilización de películas plásticas bajo la técnica del acolchado en el cultivo de calabacita (Cucurbita pepo var. - Gray Zucchini), en tres densidades de siembra, en la zona de Cuautitlán de R. R., Estado de México. Tesis Profesional. F.E.S.C. UNAM. Cuautitlán Izcalli, México.
4. Castro, S.E. (1983). Experiencias con agroplásticos en el Noreste de México. Memorias del IX Congreso Internacional de Agricultura con Plásticos. Guadalajara, México. pp 229-230.
5. Clerici, M.E. (1972). Determinación de la función-producción para forraje en avena. Tesis Profesional. ITESM. -- Monterrey, México.
6. De la Teja, A.O. (1982). Estudio de las características edáficas de los suelos de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. (mimeógrafo). Depto. de Ciencias Agrícolas. F.E.S.C. UNAM. Cuautitlán Izcalli, México.
7. Díaz, A.O. (1987). Efecto del arropado con plástico sobre aspectos físico-químicos del suelo y medio ambiente aéreo. Academias del curso: Uso de las películas de plásticos como arropado del suelo para la producción agrícola. PROMAPA-SARH. México.

8. Díaz del Pino, A. (1953). Cereales de primavera. Salvat Editores. Barcelona, España.
9. Elizondo, G.F. (1976). Efecto y evaluación económica de la época de cosecha y fertilización nitrogenada en el rendimiento y calidad forrajera de una variedad de avena. Tesis Profesional. ITESM. Monterrey, México.
10. Fernández, T.S. (1984). Petroquímica y Agricultura. Desarrollo y Ciencia, 5, (5). 3-9. CIQA. Saltillo, México.
11. FIRA. (1986). Instructivos técnicos de apoyo para la formulación de proyectos de financiamiento y asistencia técnica, serie Ganadería: Forrajes. Banco de México. México.
12. Flores, M.J. (1986). Bromatología animal. Editorial Limusa. México. pp. 358-362.
13. García, A.M. (1980). Patología Vegetal Práctica. Editorial Limusa. México. pp. 43-45.
14. García, M.E. (1981). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM. México. pp. 132-138.
15. Gill, N.T. y Vear, K.C. (1965). Botánica Agrícola. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
16. Gregersen, A.K. (1986). Methods of promoting maize growth. Tidsskrift for Planteavl, 90, (1), 69-74. Denmark. (Del Herbage Abstracts, # BA013-03279)
17. Cuariento, M. (1983). El acolchado en diversas situaciones agroclimáticas. Memorias del IX Congreso Internacional de Agricultura con Plásticos. Guadalajara, México. pp. 313-318.

18. Gurnah, A. y Mutea, J. (1981). Effects of mulches on -- soil temperatures under arabica coffee at Kabete, Kenya. Agricultural Meteorology, 25, (4), 237-244. Nairobi, Kenya. (Del Agricultural Engineering Abstracts # SA008---00559).
19. Ibarra, J.L. y Rodríguez, P.A. (1983). Efecto del acolchado en el cultivo de sandía, bajo condiciones de invernadero, microtúnel y cielo abierto. Memorias de IX - Congreso Internacional de Agricultura con Plásticos. -- Guadalajara, México. pp. 231-235
20. Ibarra, J.L. y Rodríguez, P.A. (1983). Uso de plásticos en el cultivo de melón. Memorias del IX Congreso Internacional de Agricultura con Plásticos. Guadalajara, México. pp. 252-257
21. Ibarra, J.L. y Rodríguez, P.A. (____). Manual de agroplásticos I. Centro de Investigación en Química Aplicada. Saltillo, México. 19 p.
22. INIA. (1981). Guía para la asistencia técnica agrícola. Área de influencia del Campo Agrícola Experimental Valle de México. CAEVAMEX. Chapingo, México. pp. 102-104
23. INIA. (1982). Guía para cultivar avena torrajera en el Valle de México. SARH. México.
24. Jiménez, D.F. (1987). Efecto del arropado plástico sobre los microorganismos del suelo y el control de malezas. Academias del curso: Uso de las películas de plástico como arropado del suelo para la producción agrícola. PRONAPA-SARH. México.

25. Kromer, K.H. y Esther, M. (1981). Maize cultivation --- with plastic film. Landtechnik, 36, (6), 291-299. German Federal Republic. (Del Agricultural Engineering Abstracts, 1979).
26. Laibi, S. y Oebker, N.F. (1983). Studies on mulching peppers under high temperature conditions. Memorias del - IX Congreso Internacional de Agricultura con Plásticos. Guadalajara, México. pp. 240-242
27. Lavin, F., Johnsen, T.N. y Gomm, F.B. (1981). Mulching, furrowing, and fallowing of forage plantings on Arizona pinyon-juniper ranges. Journal of Range Management, 34, (3), 171-177. USA. (Del Herbage Abstracts, 1973).
28. Ledent, J.F., Legros, P. y Behaeghe, T. (1981). Le maïs comme culture de fourrages grossiers. 6 . Repiquage, -- paillage plastique, conditionnement de sol, enrobage - avec un régulateur de croissance: Bilan de quelques expérimentations sur maïs en Belgique. Revue de l'Agriculture, 34, (3), 603-619. Belgium. (Del Field Crop Abstracts, 1973).
29. Lira, S.R. (1987). Respuesta del cultivo al arropado -- plástico. Academias del curso: Uso de las películas de plástico como arropado del suelo para la producción agrícola. PRONAPA-SARH. México. pp. 101-109
30. Maeda, M.C. (1987). Propiedades generales de los materiales de plástico para uso agrícola. Academias del curso: Uso de las películas de plástico como arropado del suelo para la producción agrícola. PRONAPA-SARH. México.

31. Martín, V.L. y Robledo de Pedro, F. (1981). Aplicación de los plásticos en la agricultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 145-183
32. Martins, N.L. y Westphalen, S.L. (1983). Effects of --- plastic mulches on yield of two strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cultivars and on soil temperature. Agro nomia Sulrio-grandense, 19, (2), 67-88. (Del Horticultu-ral Abstracts # 0-0558-09390).
33. Martínez, E.A. (1981). Efecto de diferentes niveles de fertilización y densidades de siembra en avena. Tesis - Profesional. U.A.CH. Chapingo, México.
34. Martínez, L.J. (1974). Ensayo de rendimiento de ocho va riedades de avena forrajera (Avena sativa L.) cosechada en tres diferentes estados de madurez en dos cortes con secutivos durante el ciclo de invierno 1971-72 en Buena Vista, Saltillo, Coahuila. Tesis Profesional. U.A.C. -- Coahuila, México.
35. Medina, M.S. (1989). Dosis óptima y eficiencia de la -- fertilización nitrogenada en avena (Avena sativa L.) -- c.v. Chihuahua en la F.E.S.-C. Tesis Profesional. F.E. S.C. UNAM. Cuautitlán, México.
36. Poehlman, M.J. (1981). Mejoramiento genético de las ce- sechas. Editorial Limusa. México. pp. 151-154
37. SAG. (1976). Agenda Técnica Agrícola, Estado de México Zona V. México. pp. 31-38
38. SAG. (1976). Primer catálogo de enfermedades de plantas mexicanas. Pitófilo Ene-Dic 1976. Dirección General de Sanidad Vegetal. México. pp. 73-74

39. Sánchez, B.G. (1988). Estudio de densidades y variedades de avena forrajera en Juchitán, México. Tesis Profesional. F.E.S.C. UNAM. Cuautitlán, México.
40. U.N.C.A.A. (1982). Plastic mulching for maize. Tracteurs et Machines Agricoles, (No. 792), 38-39. France. (Del Agricultural Engineering Abstracts, # 8A008-0915).
41. Usmani, S.M., Chaffar, A., Hussain, S. y Ahmad, W. ---- (1985). Polyethylene mulching to control sheat rot ---- (ShR). International Rice Research Newsletter, 10, (1), 10-11. Pakistán. (Del Rice Abstracts # 7U009-C1171).
42. Walker, C.J. (1975). Patología Vegetal. Ediciones Omega. Barcelona, España. pp. 469-485

APENDICE

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Cuadro 1A. Calendario de actividades.

ACTIVIDAD	FECHA
Preparación del terreno	1 al 30 de junio de 1988.
Surcado	4 al 5 de julio de 1988.
Colocación del plástico ^{1/}	28 de julio de 1988.
Siembra ^{1/}	3 de agosto de 1988.
Siembra ^{2/}	5 de agosto de 1988.
Colocación del plástico ^{2/}	8 de agosto de 1988.
Primera fertilización	3 y 5 de agosto de 1988.
Resiembra ^{1/}	11 de agosto de 1988.
Resiembra ^{2/}	16 de agosto de 1988.
Aplicación Dual 500	17 de agosto de 1988.
Aplicación Tilt y Paration	29 de septiembre de 1988.
Segunda fertilización	10 de octubre de 1988.
Aplicación Polimat	24 de octubre de 1988.
Corte	31 de octubre de 1988.

1/: Para el sistema "Siembra en el Valle".

2/: Para el sistema "Ranurado".

Cuadro 2A. Productos y dosis aplicados durante el control fitosanitario.

PRODUCTO COMERCIAL	DOSIS APLICADA	PLAGA CONTROLADA
Dual 500	2 lt/ha	Malezas de hoja angosta en los márgenes de las parcelas.
Tilt	0.5 lt/ha	Roya (<i>Puccinia graminis avenae</i>) Eriks y Henn.
Paration	1 lt/ha	Chapulín (<i>Melanophus</i> sp.)
Folimat	1 lt/ha	Pulgón (<i>Therioaphis maculata</i>) y (<i>Acyrtosiphon dirhodom</i>) Neck. Chapulín (<i>Melanophus</i> sp.)

Cuadro 3A. Costos de producción para una hectárea de
avena forrajera, con arropado plástico.

ACTIVIDAD	1	2
1. Establecimiento		
1.1. Preparación del terreno		
1.1.1. Barbecho	100,000	100,000
1.1.2. Rastro y cruza	80,000	80,000
1.1.3. Surcado	45,000	45,000
1.1.4. Costo del plástico	1,737,408	2,128,937
1.2. Siembra		
1.2.1. Costo de la semilla	35,720	47,690
1.2.2. Fertilización (costo fert.)	69,503	69,503
2. Combate de plagas y enfermedades		
2.1. Herbicida	75,000	75,000
2.2. Fungicida	33,000	33,000
2.3. Insecticidas	74,000	74,000
3. Mantenimiento		
3.1. Fertilización (costo fert.)	40,653	40,653
3.2. Deshierbes mecánicos (2)	80,000	80,000
4. Mano de obra		
4.1. Costo de jornales desde preparación hasta el primer corte.	<u>690,000</u>	<u>690,000</u>
TOTAL	3,060,234	3,463,783

1: Sistema "Siembra en el Valle".

2: Sistema "Ranurado"

Cuadro 4A. Tabla de análisis de varianza para rendimientos en materia seca.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc	F tab 5%
BLOQUE	2	2.7878	1.3939	1.6978	19.0
TIPO DE SIEMBRA (P G)	1	96.2449	96.2449	117.2288**	18.5
ERROR (a)	2	1.6421	0.8210		
SUBTOTAL (P G)	5	100.6748	20.1349		
SISTEMA DE CULTIVO (P Ch)	1	41.9202	41.9202	46.0297**	7.7
T.S. x S.C.	1	0.0052	0.0052	0.0057	225.0
ERROR (b)	4	3.6429	0.9107		
TOTAL	11	146.2431	13.2948		

** Diferencias altamente significativas.

Cuadro 5A. Tabla de Análisis de Varianza para contrastes ortogonales.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calc	F tab 5%	$\pm \lambda_{iy}$
COMPARACION 1	1	62.8802	62.88	75.63**	7.71	22.428
COMPARACION 2	1	144.3674	144.36	158.52**	7.71	63.984
COMPARACION 3	1	32.1437	32.14	35.29**	7.71	11.339

** Diferencias altamente significativas.

Lámina 6A. Precipitaciones y temperaturas medias registradas durante el ensayo.

