

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



*Obtención de la dosis óptima económica de Nitrógeno, Fósforo y densidad de siembra para el cultivo de Avena (Avena Sativa) en vertisoles de la Región Centro del Estado de Jalisco*

## TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el Título de  
*Ingeniero Agrónomo Orientación Suelos*

P r e s e n t a

*Miguel Angel Valdovinos Munguia*

*Guadalajara, Jal., 1980*

**Dedico este trabajo**

**A mis Padres**

**Albino Valdovinos P.**

**Sara Munguía**

**Que con sacrificios hicieron  
posible mi formación profesional,  
humilde tributo a su esfuerzo.**

**A mi Abuelita**

**María Campos**

**Con cariño.**

**A mi Esposa**

**Martha Tostado**

**Con su cariño, comprensión e  
insistencia hicieron posible  
la culminación de este trabajo.**

**Porque permanezcamos siempre  
unidos en la consecución de  
las siguientes metas.**

**A mis Hermanos**

**Porque siempre seamos los unos  
para los otros en el devenir del  
tiempo en nuestra vida.**

**A mis Sobrinos**

**Porque no escatimen esfuerzos  
ni sacrificios para lograr ser lo  
que una vez pensaron.**

**A mi Escuela**

**Porque las generaciones futuras  
superen lo que han sido las que les  
precedieron.**

También quiero expresar mi agradecimiento sincero a los Ingenieros:

Jesús Sepúlveda Mejía, Rafael Ortíz Monasterio y José Antonio Sandoval Madrigal, quienes me dirigieron y asesoraron en la realización de este trabajo.

Al Ingeniero M.C. Francisco Villalpando Ibarra, por la orientación en la conducción de los trabajos en el campo.

A mis compañeros Jorge Hernández P., Rosalfo Barajas C., José del Rosario Esparza S., por su colaboración y valiosas sugerencias al presente trabajo.

A mis compañeros y amigos de trabajo Mauro A. Gómez A., Silverio Macías Z., Ramón A. Alvarez L., Wenceslao Aguilar F., José Vazavilvazo P. por la amistad y apoyo que me han brindado.

Al Ing. Gabriel Martínez González, por sus valiosas observaciones y el tiempo que desinteresadamente dedicó participando en la terminación de esta tesis.

De igual manera agradezco a la señorita Hilda López G., por la mecanografía del contenido de este trabajo.

# INDICE

Página.

INTRODUCCION

1 ✓

DESCRIPCION DE LA REGION

3

✓ Factores geográficos

3

✓ localización geográfica

3

5.1 ✓ orografía

3

5.2 ✓ Características generales

4

recursos

4

5.3 ✓ clima

4

3.1 ✓ heladas

5

3.2 ✓ granizadas

5

3.3 ✓ irrigación

5

✓ Suelos

6

✓ origen

6

✓ clasificación

7

✓ drenaje

7

✓ manto freático

8

Ganadería

8

Demografía

8

Educación

9

Servicios

9

agua potable y alcantarillado

9

electricidad

9

	Página
correo, telégrafo y teléfono	9
Ferrocarriles	9
Caminos	10
Sistemas agrícolas de producción	10
✓ Tecnología regional del cultivo de la avena	11
✓ preparación del suelo	11
✓ siembra	11
✓ fertilización	11
✓ cosecha	12
✓ riegos	12
✓ REVISION BIBLIOGRAFICA	13
Conclusión bibliográfica	16
OBJETIVO, HIPOTESIS Y SUPUESTOS	18
MATERIALES Y METODOS	19
Variables estudiadas	19
Espacios de exploración	19
Diseño de tratamientos	19
Diseño experimental	21
Tecnología utilizada	21
Preparación del terreno	21
Trazo de parcelas	21
Análisis físico y químico del suelo	21
Siembra	22
Fuentes de fertilizante	22

	Página
aplicación	23
Riegos	23
Control de malezas	23
Plagas y enfermedades	24
Floración	24
Cosecha	24
Análisis estadístico	24
Análisis económico	25
prueba de hipótesis sobre la respuesta a cada uno de los factores.	25
Cálculo de efectos factoriales	26
Selección de la función para localizar al óptimo económico	27
Cálculo de las funciones	28
ingresos netos más costos fijos	28
costos variables	28
costos reales	29
costos de semilla	30
precio real del producto	30
Cálculo del tratamiento óptimo económico de capital limitado	31
RESULTADOS Y DISCUSION	32
Sitio experimental "A" de San José Casas Caldas	
análisis de suelos	32
rendimientos obtenidos	33
análisis de varianza	33

	Página
análisis económico	33
tratamiento óptimo económico de capital ilimitado	35
tratamiento óptimo económico de capital limitado	36
Sitio experimental "B" de Atotonilquillo	36
análisis de suelos.	36
rendimientos obtenidos	36
análisis de varianza	37
análisis económico	38
tratamiento óptimo económico de capital ilimitado	38
tratamiento óptimo económico de capital limitado	38
interpretación gráfica	38
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
Recomendaciones	43
Recomendaciones generales	45
CUADROS Y FIGURAS	46
Cuadros	
1. Rendimientos ajustados a nivel comercial. Sitio "A"	47
2. Rendimientos ajustados a nivel comercial. Sitio "B"	48
3. Análisis de varianza a la lista completa de tratamientos. Sitio "A"	49
4. Análisis de varianza a los tratamientos del factorial 2 <sup>3</sup> . Sitio "A"	49
5. Análisis de varianza a la lista completa de tratamientos. Sitio "B"	50
6. Análisis de varianza a los tratamientos del factorial 2 <sup>3</sup> . Sitio "B"	50

	Página
7. Algoritmo del análisis económico por el método gráfico-estadístico. Sitio "A"	51
8. Algoritmo del análisis económico por el método gráfico-estadístico. Sitio "B"	52
9. Análisis físico y químico de suelos. Sitio "A"	53
10. Análisis físico y químico de suelos. Sitio "B"	54
<b>Figuras</b>	
A1. Esquema de la matriz Plan Puebla I.	20
1. Respuesta de la avena a la dosificación de fertilizante nitrogenado y densidad de siembra en el sitio experimental "A" de San José Casas Caldas, Mpio. de La Barca, Jal. - 1977.	55
2. Respuesta de la avena a la dosificación de fertilizante nitrogenado y fosfórico y a la densidad de siembra, en Atotonilquillo, Mpio. de Chapala, Jal. 1977	56
<b>RESUMEN</b>	57
<b>BI BLIOGRAFIA</b>	61

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

El suministro adecuado de elementos nutritivos a las plantas es y será siempre determinante para mantener un nivel satisfactorio de productividad de las mismas.

El uso adecuado de los fertilizantes es un elemento de la estrategia del Sistema Alimentario Mexicano (S.A.M.), para aumentar la productividad agrícola y así lograr la autosuficiencia alimentaria del pueblo mexicano. Actualmente en las zonas agrícolas bajo condiciones de riego, la aplicación de fertilizantes a los cultivos es una práctica agronómica generalizada, lo cual ha repercutido en el aumento de los rendimientos unitarios de los cultivos en forma general.

Así pues, los productores agrícolas, estimulados por la obtención de cosechas más abundantes, adoptan para siempre el insumo fertilizante como elemento indispensable en el desarrollo de sus cultivos; esto en general es positivo, pero por desgracia la mayoría de nuestros productores desconocen cuales son las dosis de fertilizantes más adecuadas a utilizar, en cada uno de sus cultivos; una de las principales causas de esto es la falta de investigación sobre fertilización realizada en las parcelas de los productores, la cual debe iniciarse de inmediato donde aún no se realiza y continuarla ininterrumpidamente donde ya se esté llevando a cabo, para que en forma continua se vayan ajustando las recomendaciones técnicas sobre fertilización, y se hagan llegar a los

productores para que al aplicarlas éstos, hagan más eficiente el aprovechamiento de los elementos nutritivos por las plantas, de tal manera que; mayores rendimientos unitarios signifiquen para ellos un mayor ingreso neto por hectárea y costos unitarios más bajos.

Concientes de la importancia que los fertilizantes y su uso tienen en la búsqueda de mayores volúmenes de producción para la alimentación humana, el presente trabajo se realiza con el fin de encontrar para el cultivo de la Avena, las dosis más adecuadas de fertilización y densidad de siembra; de tal manera que aseguren a los productores mayores ingresos con menores inversiones en la producción de grano o forraje de este cultivo; para lograr esto, se localizaron dos sitios para establecer las parcelas experimentales; uno se localizó en San José Casas Caldas del Municipio de "La Barca", otro en el Ejido de Atotonilquillo del Municipio de "Chapala" en el estado de Jalisco; ambos sitios tienen las mismas características en cuanto a pendiente, textura y profundidad de suelo, el manejo de los suelos y la tecnología usada en las dos localidades es similar.

Es conveniente aclarar que estos trabajos son parte del programa que sobre fertilización realiza el INIA en el área de influencia del campo agrícola experimental del Altiplano de Jalisco.

DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN  
(MPIO. LA BARCA Y CHAPALA, JAL.)

Factores geográficos.

Localización.

Los municipios de La Barca y Chapala se encuentran ubicados al Este en la región central del Estado de Jalisco; el primero limita al Norte con los municipios de Ocotlán, Atotonilco El Alto y Ayo El Chico, al Sur con el estado de Michoacán, al Este con Ayo El Chico y al Oeste con Jamay, con una latitud Norte de  $20^{\circ}17'$  y una longitud Oeste de  $102^{\circ}33'$  y 1 530 msnm; el segundo limita al Norte con los municipios de Tlajomulco de Zúñiga, Ixtlahuacán de los Membrillos y Juanacatlán, al Sur con el Lago de Chapala, al Este con Poncitlán y al Oeste con Jocotpec, con una latitud Norte de  $20^{\circ}18'$  y longitud Oeste de  $103^{\circ}12'$ , a una altitud de 1 560 msnm. (10).

orografía

El municipio de La Barca, Jal., presenta una orografía más o menos plana, con pocos desniveles que hacen variar la altitud de 1 500 a 2 100 msnm.

También en el municipio de Chapala la altitud varía en la misma magnitud en la mayor parte de su extensión, exceptuando los extremos Noroeste y Oeste donde varían entre 900 y 1 500 y entre 2 100 y 2 700 msnm

respectivamente.

## Características generales

### recursos

La superficie total con que cuenta el municipio de La Barca es de 67 903 has. de las cuales el 33.5 se dedican a la agricultura, el 41.8% lo ocupan pastizales; con bosques el 10.1%; el resto son eriales o improductivas agrícolamente.

El municipio de Chapala cuenta con una superficie total de 28 982 has., de las cuales el 56.2% se dedican a la agricultura, el 28.9 está ocupada por pastizales y el 14.8% de bosques.

Los recursos hidrológicos de estos municipios son proporcionados por los ríos y arroyos que conforman las subcuencas hidrológicas; "Río Lerma (Chapala-turbio) para el municipio de La Barca y "Lago de Chapala" y "Río Santiago" (verde Atotonilquillo) para el municipio de Chapala, todas pertenecientes a la región hidrológica "Lerma-Chapala-Santiago". (10)

### clima

Los reportes de las estaciones climatológicas de La Barca y Chapala, clasifican el clima como semi-seco con Invierno y Primavera secos y semi-cálido sin cambio térmico invernal bien definido. Sus temperaturas medias anuales alcanzan un promedio de 19.7°C y 19.9°C respectivamente, las temperaturas extremas son de 41°C máxima y de -1°C la mínima

en La Barca y de 35.6°C máxima y de 1.5°C mínima en Chapala. (9) y (10)

Gran parte del territorio de estos dos municipios están ocupados por áreas con régimen pluviométrico superior a las 800 mm. anuales; en promedio el municipio de La Barca recibe una precipitación pluvial anual de 862.7 mm. y de 810.4 mm. el de Chapala.

#### heladas.

En estos municipios se presentan en un promedio de 10 días por año, su mayor frecuencia es en el periodo comprendido entre los meses de Septiembre y Abril, siendo su mayor incidencia en los meses de Noviembre y Marzo.

#### granizadas

Estas se presentan en un promedio de 1.9 veces al año, su mayor frecuencia se da de Junio a Septiembre.

5.2%

#### irrigación

El área de riego del municipio de La Barca se encuentra dentro del Distrito de Riego No. 13 (La Barca) que opera con 28 unidades en una superficie de 33 200 has.

El agua con que se irriga la superficie mencionada, se almacena en la Presa Melchor Ocampo, localizada sobre el Rfo Angulo a 9 kms. aguas arriba de su confluencia con el Rfo Lerma en el municipio de Angamacutiro, Mich., con una capacidad de almacenamiento de 200 millones de metros cúbicos que se aprovechan junto con 110 M<sup>3</sup> de escurrimientos del

Rfo Lerma durante la época de riego.

Aguas abajo de la presa de almacenamiento se encuentra la presa derivadora Ing. Blas Balcarcel construída sobre el Rfo Lerma, ésta permite derivar las extracciones del vaso de almacenamiento y los escurrimientos del mismo rfo, hacia las unidades. (6)

En el municipio de Chapala del total de la precipitación anual (235 millones de  $m^3$ ) escurren 21.2 millones de  $m^3$  y de éstos solo se aprovechan 4.3 millones, por 3 unidades de captación que benefician una superficie de 700 has. que representan el 4.3% de la superficie de labor.

Por otra parte la utilización de las aguas subterráneas en el municipio es muy reducida, puesto que, según la información de que se dispone (1967), se explotaban a través de 16 pozos, cuyas profundidades varían entre 20 y 250 m., a través de las cuales se beneficiaban 41 has. además de ser utilizados para uso doméstico. (10)

Suelos

### origen

Los suelos localizados en los valles de estos municipios son de origen aluvial, donde el material madre predominante es de origen volcánico.

A fines del periodo cretáceo existían grandes depresiones en esta parte de la república que fueron paulatinamente rellenadas con asol-

ves finos, principalmente de lavas volcánicas (Riolitas y Andestticos)- y sus derivados procedentes de la erosión efectuada en las partes altas, posteriormente transportado y depositado por el actual Rfo Lerma, que en sus crecientes inundaba extensas zonas de estos municipios. (6).

### clasificación

Barajas (3) utilizando el sistema de clasificación de suelos de la FAO/UNESCO modificada por DETENAL, identifica los suelos del municipio de La Barca como Vertisoles Pélicos (Vp/3a, Vp/3b) en mayor porcentaje y Luvisoles Vérticos (Lv/2b, Lv/3c) en menor proporción.

En el municipio de Chapala también se encuentran las mismas clases de suelos y aunque no determinados sus porcentajes si podemos apreciar en las Cartas de Detenal que los vertisoles (Vp/3a, VR/3b) son los que ocupan mayores áreas.

### drenaje

El drenaje interno de los suelos es malo debido a las características moderadamente coloidales de las arcillas que constituyen el horizonte superficial y en ocasiones la presencia de una capa impermeable a poca profundidad.

El drenaje superficial es inadecuado debido a la reducida pendiente del terreno, sin embargo, podría considerarse que este problema se está resolviendo por las obras de riego y drenaje que se han realizado a la fecha.

### manto freático

El manto freático no presenta problema en la actualidad ya que se encuentra a 2 mts. de profundidad, sin embargo no se debe pasar por alto que estos suelos son de reciente incorporación al riego, donde por carecer de tecnologías adecuadas en el manejo del agua se están utilizando láminas excesivas (20 a 30 cm.), lo cual con el tiempo podría traer como consecuencia una modificación no deseable del nivel del manto freático, por lo cual es muy recomendable se realicen trabajos tendientes a conocer la dinámica de éste, y prevenir para el futuro problemas de salinización. (6)

### ganadería

Los recursos ganaderos de estos dos municipios están representados por 4 especies: bovina con 30 mil cabezas, dedicadas en un 23.1% a la producción de leche y 76.9% a la de carne; porcina con 69 mil cabezas; la aviar con 149 mil cabezas, y por último la especie caprina con 6 556 cabezas, éstas en el municipio de La Barca; en el municipio de Chapala estas especies se encuentran en diferentes cantidades; bovina con 9 mil cabezas, dedicadas en un 22.6% a la producción de leche y 77.4% a la de carne; porcinas con 14 mil cerdos; aviar con 57 mil cabezas y caprinos con 5 mil cabezas. (10)

### demoografía

Los municipios de La Barca y Chapala en 1970 tenían una población de 40 648 y 24 231 personas respectivamente.

### educación

La formación cultural de los habitantes de estos municipios registró avances positivos ya que de 1960 a 1970 según cifras censales el analfabetismo disminuyó considerablemente del 35.9% al 27.5% en La Barca y del 25.2% al 17.8% en Chapala de la población de diez años y más.

### Servicios

#### agua potable y alcantarillado

Las 2 cabeceras municipales cuentan con estos servicios y 7 localidades de La Barca, y 5 de Chapala sólo tienen agua potable.

#### electricidad

En estos dos municipios las localidades con más de 250 habitantes cuentan con el servicio de suministro de energía eléctrica.

#### correo, telégrafo y teléfono

En el municipio de La Barca existen solo tres localidades con correo y teléfono y dos con telégrafo; contándose entre ellos la cabecera municipal.

En cambio en el municipio de Chapala hay 6 localidades con servicio de correos, 3 con teléfono y telégrafo.

#### ferrocarriles

Los dos municipios se encuentran integrados a la red ferroviaria--

ria estatal mediante la línea México-Guadalajara del sistema Ferrocarriles Nacionales de México, que en su recorrido dentro de esta área sirve a la estación La Barca y a otra en el municipio de Chapala.

#### caminos

Ambos municipios cuentan con buenas vías de comunicación por tierra, así tenemos para La Barca la carretera Guadalajara-La Barca, La Barca-Atotonilco El Alto, entronque (Km 14 La Barca-Atotonilco El Alto) El Carmen con 14 Km. de longitud, todas pavimentadas, y el de La Noria-El Gobernador que se encuentra revestida; para el municipio de Chapala se tiene la carretera Guadalajara-Chapala; tiene en total 39.6 Km. de caminos de los cuales 35 están pavimentados, uno con revestimiento provisional y 3.6 en brecha. (10)

#### sistemas agrícolas de producción.

Los sistemas agrícolas de producción más usuales por orden de importancia son:

- a) Sorgo-descanso-sorgo.
- b) sorgo-trigo-sorgo.
- c) sorgo-garbanzo-sorgo.
- d) maíz-garbanzo-maíz.
- e) sorgo-otros cultivos-sorgo.

Fuente: Distrito de Temporal No. VII La Barca, Jal. S.A.R.H.

De los sistemas antes mencionados el b) y el e) son en condiciones de riego; el c) y d) son de humedad residual y el primero en condi-

ciones de temporal.

### tecnología regional del cultivo de la Avena.

En la región (La Barca-Chapala) el cultivo de la Avena se realiza normalmente en el ciclo de Invierno, sembrándose del 10. de Diciembre al 15 de Enero bajo condiciones de riego. (10)

### preparación del suelo

La preparación del suelo para la siembra, consiste en pasar primero una desvaradora para fragmentar los residuos del cultivo anterior - para su fácil incorporación al suelo mediante un barbecho, y uno o dos - pasos de rastra que se dan con el fin de mullir algunos terrones que se hayan formado en el barbecho.

### siembra

La siembra se realiza con maquinaria usando de 80 a 120 Kg. de semilla por hectárea, la cual se tapa con un paso de rastra de picos.

### fertilización

La fertilización en este cultivo es una práctica generalizada, - aplicando cantidades más elevadas a las que usan para el trigo (trigo de 130 a 180) en lo que se refiere a nitrógeno ya que el fósforo no siempre es usado, por lo general el nitrógeno se aplica al momento de la siembra y antes del primer riego de auxilio, 50 y 50% respectivamente; cuando - aplican fósforo lo hacen en la siembra.

### cosecha

La cosecha se realiza en forma mecánica ya sea para empacarse - (achicalada), para ensilarse o para consumo inmediato, cuando el grano está en estado lechoso; y cuando ha alcanzado su madurez, para aprovecharse en grano. El rendimiento promedio reportado para la zona es de 15.5 Ton./Ha. en verde y 1.5 Ton./Ha. en grano.

### riegos

Los riegos que se dan normalmente a lo largo del ciclo son cuatro o cinco según sea el propósito del cultivo: el de germinación que se aplica después de la siembra y tres o cuatro de auxilio que se distribuyen durante la fase de desarrollo y floración.

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

✓ Debido a la escasa información disponible sobre resultados de investigación para fertilización en Avena, se hace referencia a trabajos en trigo que son más abundantes.

Barajas, C. R.

Encontró en el cultivo de trigo respuesta favorable a la aplicación de N cuando se aumenta en proporción con el fósforo y dosis bajas de semilla; determinando como dosis óptimas económicas 100-30-130 y - - 100-00-130 Kg. de nitrógeno, fósforo y densidad de siembra, para capital ilimitado y limitado respectivamente. (3)

En este mismo trabajo recomienda, para la interpretación económica de experimentos conducidos con la matriz Plan Puebla I el método gráfico-estadístico.

Arvizu y Laird, R.J.

Reportan para trigo que una deficiencia de humedad durante el espigamiento y formación del grano, limitan el rendimiento y la respuesta a los fertilizantes, la conclusión de este trabajo es que bajo condiciones restringidas de humedad en estas etapas fisiológicas señaladas; un aumento en la dosis de fertilización no se asocia con el incremento en rendimiento. (1)

Nóñez R. y Aquilar, S.

Observaron en trigo que las aplicaciones de fertilizante después de incorporar la soca del algodón en el Valle del Yaqui, Sonora, - que en los primeros ciclos no había diferencia estadística significativa, pero después del tercer ciclo, encontraron que la aplicación de 100 Kgs. de nitrógeno por hectárea aumentaba considerablemente el rendimiento. (23)

Puente y otros.

✓ Probando la respuesta del trigo a los fertilizantes observaron que en terrenos con altos contenidos de materia orgánica éste no tiene ninguna respuesta. Pero en suelos con bajo contenido de m.o., la respuesta es estadísticamente significativa. (26)

I.N.I.A.

✓ Menciona que: Debido al bajo rendimiento de la alfalfa durante los meses de Invierno, se han estudiado leguminosas y gramíneas capaces de ofrecer forraje verde en esta época; entre los cereales está la Avena con una producción de 35 Ton./Ha. de forraje verde, y como fecha de siembra reporta, del 10 al 25 de Octubre. (19)

Robles.

✓ Expone, que en la producción de cereales, la Avena es uno de los más importantes del mundo, ocupando el cuarto lugar en producción de granos, después del trigo, el arroz y el maíz. (27)

I. N. I. A.

✓  
Recomienda en el área de influencia del Campo Agrícola Experimental de Chapingo, aplicar 60-40-80 a 90 Kg./Ha. de nitrógeno, fósforo y semilla respectivamente en el cultivo de Avena para grano en condiciones de temporal. (17)

I. N. I. A.

Para el área de influencia del Campo Agrícola Experimental Ciudad Delicias recomienda en siembra de Avena de riego para grano 80-00 - Kg./Ha. de nitrógeno y fósforo, y de 70 a 80 Kg. de semilla por hectárea, para forraje 120-60 y de 80 a 90 Kg./Ha. de nitrógeno, fósforo y semilla. (16)

I. N. I. A.

En el área de influencia del C.A.E. La Laguna recomienda para la producción de forraje de Avena de 100 a 120 Kg./Ha. de nitrógeno, 40 a 60 Kg./Ha. de fósforo y de 90 a 100 Kg./Ha. de semilla. (15)

I. N. I. A.

Para la Sierra de Chihuahua recomienda en el cultivo de la Avena para grano 30-60 y de 90 a 100 Kg. de nitrógeno, fósforo y semilla - por Ha. respectivamente, para producción de forraje se aumenta en un - 100% el nitrógeno con 70 a 80 Kg./Ha. de semilla, éstas bajo condiciones de temporal. (14)

I.N.I.A.

Recomienda aplicar al cultivo de la Avena forrajera 120 Kg. de nitrógeno y 40 Kg. de fósforo con 120 Kg. de semilla por hectárea en el Valle del Guadiana, Dgo. en siembras de temporal. (13)

I.N.I.A.

✓ En el área de influencia del Campo Agrícola Experimental Pabellón, Ags., recomienda fertilizar el cultivo de Avena con nitrógeno y fósforo a una dosis de 90-40 Kg./Ha. tanto para grano como forraje y de 90 a 100 Kg. de semilla por hectárea cuando sea para grano y aumentando en 10 Kg. cuando sea para forraje. (12)

I.N.I.A.

En la Meseta Tarasca recomienda aplicar al cultivo de la Avena 120 Kg. de nitrógeno, 60 Kg. de fósforo y 140 Kg. de semilla por hectárea para producción de forraje en condiciones de temporal.

conclusión bibliográfica

La bibliografía revisada permite hacer las siguientes conclusiones:

-En la zona de estudio siempre habrá respuesta en los cultivos (gramíneas en particular) a las aplicaciones de nitrógeno ya que así lo demuestran otros estudios.

- Las recomendaciones que existen a nivel regional es necesario

ajustarlas zonificando de acuerdo a algunos factores de producción.

-La fertilización es uno de los medios más eficaces para lograr mayor productividad en los cultivos.

-En México el cultivo de la Avena no recibe la atención que merece como productor de forraje y grano de alto valor nutritivo.

- El cultivo de la Avena es una alternativa segura para disponer de forraje en el Invierno.

-De acuerdo a las recomendaciones tecnológicas que existen para diferentes regiones del país, éstas varían de 90 a 120 Kg. de nitrógeno por hectárea y de cero a 60 Kg. de fósforo y de 70 a 110 Kg. de semilla por hectárea en condiciones de riego.

-Es necesario realizar más investigación en fertilización a nivel nacional para el cultivo de la Avena.

## OBJETIVO, HIPOTESIS Y SUPUESTOS

### objetivo

Generar recomendaciones óptimas económicas en el uso del nitrógeno, fósforo y densidad de siembra para el cultivo de la Avena.

### hipótesis

Los niveles de nitrógeno, fósforo y densidad de siembra, modifican los rendimientos unitarios del cultivo en la zona de estudio.

La respuesta del cultivo a la aplicación de nitrógeno, se afecta con la oportunidad de dicha aplicación.

### supuestos

En el espacio de exploración estudiado se encuentran las dosis óptimas económicas de nitrógeno, fósforo y densidad de siembra para el cultivo de la Avena en la zona de estudio.

Las fuentes de fertilizante, el genotipo, la preparación del suelo y fecha de siembra son las adecuadas en la zona de estudio.

## MATERIALES Y METODOS

Para someter a prueba las hipótesis planteadas, se establecieron dos lotes experimentales en el ciclo de Invierno 1976-77:

Uno en el Campo Experimental de la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara, en San José Casas Caldas, del Municipio de La Barca, Jalisco, al que llamaré sitio "A".

El otro en la parcela de un productor en el Ejido de Atotonilquillo, Municipio de Chapala, Jalisco, al que llamaré sitio "B".

### variables estudiadas

Nitrógeno

Fósforo

Densidad de siembra

### espacios de exploración

Nitrógeno (N) 30...60...90...120 Kg./Ha.

Fósforo ( $P_2O_5$ ) 00...20...40...60 Kg./Ha.

Densidad de siembra 60...80...100...120 Kg./Ha.

### diseño de tratamientos

Para lograr los objetivos planteados se utilizó la matriz experimental Plan Puebla I (30); esta matriz permite la interpretación grá-

fica y matemática de los resultados en ensayos sobre prácticas de producción en los cultivos; permite estudiar los efectos simultáneos de un cultivo a más de un factor limitativo estudiando 2, 3 y 4 factores a la vez.

Se probaron tratamientos adicionales para estudiar la respuesta del cultivo a la oportunidad de aplicación del nitrógeno y un testigo - para comparar en el análisis económico.

#### MATRIZ PLAN PUEBLA I.

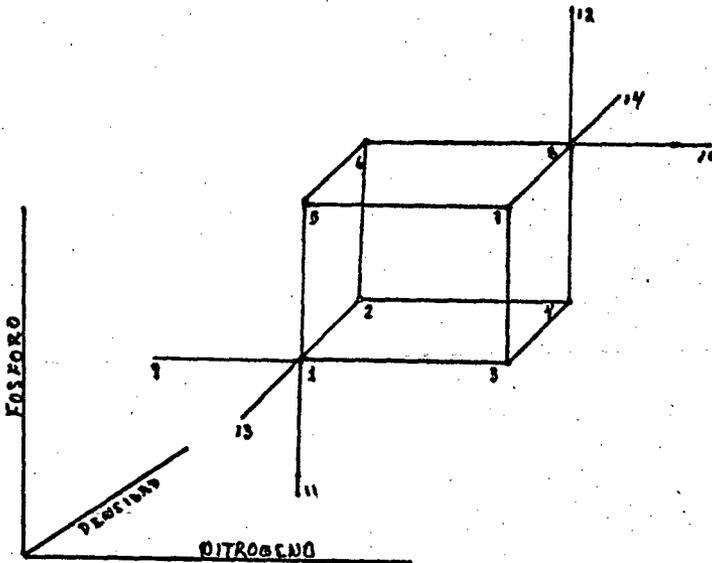


Figura A1. Esquema de la Matriz Plan Puebla I, para tres factores.

### diseño experimental

Se utilizó bloques completos al azar con cuatro repeticiones, - en parcelas de 9 m<sup>2</sup> con 16 parcelas por bloque, usando la variedad - - "CUAUHTEMOC".

### Trabajo de campo

### tecnología utilizada

Se aplicó la tecnología normalmente utilizada por los productores de la zona; ésta se describe a continuación.

### preparación del terreno

Se realizó mediante un barbecho con arado de discos y dos pasos de rastra de discos, ambos con tracción mecánica; en el sitio "B" se hizo la misma preparación, sólo que el arado fué de vertedera.

### trazo de las parcelas

En ambos sitios experimentales se trazaron parcelas de 3 x 3 -- con 0.6 m. de separación entre ellas, formando bloques de 16 parcelas y con 2 m. de separación entre bloques.

### análisis físico y químico del suelo

Una vez trazadas las parcelas, se tomaron muestras de suelo a - una profundidad de 20 cm. para su análisis físico y químico. Cuadro Nos (9), (10).

En estos análisis se aplicaron los siguientes métodos:

- a) Para determinar textura, método de Boyoucos.
- b) Para determinar conductividad eléctrica, "El Puente de Whatstone".
- c) Para determinar pH "El (método) de Potenciómetro".
- d) El método de Walkley y Black.
- e) Para determinar nitrógeno total, al método - de "KELDAHL".
- f) Para determinar fósforo, potasio y calcio, - el método Bray  $P_2$  (21)

#### siembra

La siembra se realizó al voleo en suelo seco, tapándose con un paso de rastra con picos, ésto en ambos sitios.

En el sitio experimental "A" se sembró el 9 de Enero; dándose - el riego de germinación 5 días posteriores a la siembra; en el sitio - "B" la siembra se realizó el 24 de Enero y el riego de germinación el - día 29 del mismo mes.

#### fuentes de fertilizante

Como fuente de nitrógeno se utilizó nitrato de Amonio, que tiene 33.5% del elemento N; y superfosfato triple de Calcio como fuente de - fósforo con una concentración de 46.0% de  $P_2O_5$ , ésto en los dos sitios.

### aplicación

En ambos sitios el fertilizante se aplicó parcela por parcela - al voleo, aplicando todo el fósforo y la mitad del nitrógeno al momento de la siembra; excepto los tratamientos en que se probó la oportunidad de aplicación de nitrógeno, a éstos se les aplicó todo el nitrógeno y - fósforo en la siembra.

El resto del nitrógeno se aplicó antes del 1er. riego de auxi-- lio (39 días después de la siembra).

### riegos

Para cada sitio experimental se aplicaron un riego de germina-- ción y tres de auxilio, todos por inundación; en el sitio "A", el riego de germinación se aplicó el 14 de Enero, y los de auxilio a intervalos de 39, 21 y 19 días; en el sitio "B", el riego de germinación se aplicó el 29 de Enero y los de auxilio a intervalos de 39, 22 y 20 días.

### control de malezas

Durante todo el ciclo los dos sitios experimentales se mantuvie-- ron libres de malezas.

### plagas y enfermedades

El sitio "B" estuvo libre de plagas y enfermedades durante todo el ciclo; en el sitio "A" se presentó la ya endémica plaga de la rata - de campo, pero se mantuvo bajo control con cebos envenenados y no causó daños al cultivo.

### floración

La floración en los dos sitios se observó uniforme en todos los tratamientos; en el sitio "A" el mayor porcentaje se dió del 20 al 23 - de Marzo y en el sitio "B" del 12 al 15 de Abril.

### cosecha

En el sitio "A" se realizó el 10 de Abril, cortándose en verde- (100% de floración) para su evaluación como forraje.

En el sitio "B" ésta se realizó el 30 de Mayo cuando alcanzó su madurez fisiológica, para su evaluación en grano.

Para los dos sitios se tomaron 4 metros cuadrados de parcela -- ótil, el grano fué ajustado al 12% de humedad sobre base seca.

### ANALISIS ESTADISTICO

Con los datos de campo obtenidos, se obtuvieron los rendimien-- tos por hectárea en kilogramos para el sitio "B" y toneladas para el - "A", efectuándose el análisis de varianza para conocer el efecto de re-- peticiones, tratamientos y el debido al error experimental. Cuadros 3-6

Para comparar la diferencia entre tratamientos se empleó la - - prueba de comparación de medias DMS diferencia mínima significativa.

## ANALISIS ECONOMICO

El análisis económico se realizó con el fin de encontrar las dosis óptimas económicas (DOE), tanto para capital ilimitado (DOECI), como para capital limitado (DOECL).

Para lograr esto se utilizó el método "gráfico-estadístico" propuesto por Turrent; del que el mismo propone tres modificaciones básicas al procedimiento de interpretación gráfica original: 1) La introducción de una prueba de hipótesis sobre la respuesta a cada uno de los factores. 2) El criterio de selección de la función específica sobre la que se localiza la dosis óptima económica. 3) La adición de una dosificación óptima económica para capital limitado. ( )

prueba de hipótesis sobre la respuesta a cada uno de los factores

Para lograr esto se aplica una prueba de t o de F, para decidir si hay evidencia experimental, si cualquiera de los siete contrastes ortogonales es o no diferente del valor cero. Esta prueba nos puede conducir a una de cuatro posibilidades en cada experimento, ya que en este caso tenemos tres factores involucrados: a) hay respuesta a ningún factor; b) hay respuesta a un solo factor; c) hay respuesta a dos factores; d) hay respuesta a los tres factores. Estas cuatro posibilidades se refieren exclusivamente a las respuestas dentro del factorial  $2^3$ , ya que en la matriz Plan Puebla I hay prolongaciones a las aristas del  $2^3$ , en dos de las ocho esquinas. Hasta ahora no se ha descrito prueba alguna-

respecto a esas prolongaciones. (29)

### cálculo de efectos factoriales

Para calcular los efectos factoriales se usa entre otros métodos la técnica ideada por Yates. (5) Cuadros (7 y 8). Según este método se calculan tantas columnas como factores involucrados en el factorial. En la tercera columna de Yates aparecerán los efectos factoriales, sólo que en términos de totales cuando se parta de totales. Después se aplica el divisor conveniente a cada efecto factorial total para obtener el efecto factorial al nivel de media. El divisor será  $2^k r$  para el primer término de la tercera columna de Yates y  $2^{k-1} r$  para los términos restantes. ( ) Enseguida se deberá desarrollar una prueba para cada efecto factorial, sobre si podemos distinguirlo del valor cero. Esta prueba es la comparación con el efecto mínimo significativo (EMS), que se obtiene con la siguiente fórmula:

$$EMS = t_{\alpha, g.l.} \sqrt{\frac{CME}{2^{k-2} r}}$$

Donde  $\alpha, g.l.$  significa t de student con  $\alpha$  probabilidad asumida de error tipo I y los grados de libertad del error. CME es el cuadrado medio del error; K es el número de factores y r el número de repeticiones. Cualquier efecto factorial a nivel de media, que supere en su valor absoluto el EMS, será considerado como significativo al nivel de probabilidad adoptada.

Para probar la hipótesis nula,  $H_0$  de que los efectos factoriales medios, EFM son iguales a cero, contra la hipótesis alternante, Ha-

de que éstos son diferentes de cero; se plantea la siguiente regla de decisión:

Si  $E_{FM} < E_{MS}$  se acepta  $H_0$  y se rechaza  $H_a$

Si  $E_{FM} > E_{MS}$  se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_a$

Una vez aplicado este procedimiento podremos saber ante cual de los cuatro casos mencionados estamos, cuando  $K=3$ , lo que permitirá decidir cuáles de los ocho tratamientos pueden ser promediados entre sí, para incrementar la precisión de las medias asociadas con factores "significativos".

Es frecuente el caso, que no siendo significativo el efecto de un factor dentro del cubo, lo sea en sus aristas prolongadas, especialmente la prolongación hacia su valor mínimo.

Si se hiciera ésto último se deberá de probar la hipótesis de que no hay diferencia entre los rendimientos asociados de los tratamientos promediados dentro del cubo y sus prolongaciones. Esta comparación se hace mediante un valor DMS, diferencia mínima significativa, el cual se calcula como sigue:

$$DMS_{\alpha, g.l.} = t_{\alpha, g.l.} \sqrt{CME \left( \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)}$$

En la fórmula anterior,  $r_1$  y  $r_2$  son los números de repeticiones que intervienen en el cálculo de cada una de las medias comparadas.

selección de la función para localizar al óptimo económico

Este paso consiste en la selección de la función sobre la cual habrá de localizarse la dosis óptima económica para capital ilimitado. Para esto se calculan los ingresos netos (más costos fijos), asociados con cada uno de los tratamientos del factorial  $2^k$  de la matriz. En este caso  $K=3$ , el número de tratamientos es de ocho. Se trata de localizar a la esquina o tratamiento del cubo que este más cercano al tratamiento óptimo económico de capital ilimitado, TOECI.

Como definición, el tratamiento óptimo económico de capital ilimitado se asocia con la máxima ganancia posible; entonces aquella esquina del cubo asociado con el mayor ingreso neto (más costos fijos), será el tratamiento más cercano en términos relativos, al TOECI.

Cálculo de las funciones.

#### ingresos netos más costos fijos

Estos se calculan con la función:

$$IN = IB - CV - CF \quad \bullet \bullet \quad IN + CF = IB - CV$$

donde IN es ingreso neto, IB es ingreso bruto, CV es el costo variable y CF el costo fijo.

#### costos variables

Los costos variables, CV están dados por la función:

$$CV = nN + pP + dD$$

donde n es el costo por Kg de nitrógeno, p es el costo por Kg de  $P_2O_5$  y d es el costo por kg. de semilla.

Para el cálculo de los costos variables se consideraron los precios de insumo y producto en el mercado, vigentes a inicios de 1978, - - siendo éstos los siguientes:

Nitrato de amonio . . . . .	\$ 2 157.52 Ton.
Superfosfato de calcio triple .	3 072.12 Ton.
Semilla certificada . . . . .	6.00 Kg.
Forraje verde . . . . .	500.00 Ton.
Grano de avena. . . . .	3 500.00 Ton.

#### costos reales

Sobre estos precios se calcularon los costos reales unitarios, - dados por la siguiente función: Costo real, CR= Costo Unitario, CU + - Costo del interés sobre el crédito bancario, CIB + Costo Promedio del - transporte, CT + Costos de Aplicación, C.A. El costo sobre interés del crédito bancario se consideró de un 10% del valor unitario del insumo a nivel comercial, como costo de transporte se estimó un promedio de - - \$ 0.05 por Kg. de insumo y/o producto, finalmente el costo de aplica- - ción se dedujo de la siguiente manera: si una persona puede aplicar en promedio 100 Kg. de nitrógeno por día, y considerando el salario regional (\$80.00/día) resulta que el costo de aplicación de un Kg. de nitrógeno es de \$ 0.80; ahora bien, tomando en cuenta que del total de nitrógeno aplicado el 50% se aplica con máquina en el momento de la siembra, solo consideraremos el 50% restante que se aplica en forma manual, lo - que nos da un costo de \$ 0.40 por Kg. de nitrógeno aplicado.

De acuerdo a lo anterior se tiene:

		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Semilla
Precio en el mercado. . . . .	1 Kg.	\$ 6.440	6.680	6.000
+ interés bancario. . . . .	1 Kg.	0.644	0.680	0.600
+ flete . . . . .	1 Kg.	0.050	0.050	0.080
+ aplicación. . . . .	1 Kg.	0.400	-.-	-.-
COSTO REAL: 1 Kg.		\$ 7.534	7.410	6.680

### costo de semilla

A la semilla se le consideró un 85% de germinación, por lo que se le ajustó al 100% aumentándole un 15% sobre los Kgs./Ha. usados, más el costo del interés bancario, más el costo del flete hasta el lugar de la siembra.

### precio real del producto

El precio real del producto (avena grano, avena forraje) se estimó a partir del precio regional vigente en Enero de 1978, y otras consideraciones que a continuación se detallan:

Precio real para la avena en grano:

Precio regional de 1 Kg. . . . . \$ 3.500

Costos:

Trilla por Kg. . . . . \$ 0.280

Transporte al mercado. . . . . 0.080

Precio real por Kg. . . . . \$ 3.140

Precio real para la avena en forraje:

Precio regional de 1 Kg. . . . . \$ 0.500

Costos:

Corte y carga/Kg. . . . . 0.100

Transporte al mercado/Kg. . . . . 0.100

Precio real. . . . . \$ 0.300

cálculo del tratamiento óptimo económico de capital limitado, TOECL, (29)

Para lograr obtener el TOECL, se seleccionará aquel o aquellos - tratamiento(s) de la matriz que se localice(n) relativamente más cerca - del camino de expansión económica. El procedimiento es el de calcular - la tasa de retorno al capital variable, TRCV asociada con cada trata - miento y escoger a los tratamientos asociados con los mayores valores.

Para calcular la TRCV es necesario primero calcular el incremen - to en rendimiento por Ha.,  $\Delta Y/\text{Ha.}$  asociado con cada tratamiento con res - pecto al rendimiento del tratamiento testigo, y el incremento en ingre - so neto,  $\Delta \text{IN}/\text{Ha.}$ , que resulta de multiplicar el  $\Delta Y$  de cada tratamiento - por el precio del producto menos el costo variable, CV. Una vez calcu - lados estos valores (Cuadros 7 y 8) se obtiene la TRCV que resulta de - dividir el incremento en ingreso neto  $\Delta \text{IN}$  entre el costo variable, CV; -

$$\text{TRCV} = \Delta \text{IN}/\text{CV.}$$

## RESULTADOS Y DISCUSION

En este capítulo se analizan y discuten los resultados de los análisis aplicados a los datos de los experimentos descritos anteriormente.

### Sitio experimental (A) de San José Casas Caldas

#### Avena en forraje

##### análisis de suelos

De acuerdo a los resultados de los análisis (Cuadros 9 y 10) físico y químico de la muestra compuesta de suelos de los dos sitios experimentales, nos reporta que son suelos alcalinos de textura arcillosa y pobres en contenido de materia orgánica y nitrógeno total; lo que nos manifiesta el deficiente manejo de estos suelos, y por tales características es obligada la respuesta del cultivo a la aplicación de nitrógeno, los análisis también nos reportan que estos suelos tienen bajo contenido de fósforo asimilable; si a esta última característica la relacionamos con la textura y el pH podemos pensar que estos suelos tienen poder de fijación de fósforo.

##### rendimientos obtenidos

Al observar los rendimientos obtenidos nos damos cuenta que los tratamientos fertilizados con nitrógeno y fósforo superan en gran medi-

da al tratamiento testigo que prescindió de fertilización; ahora bien si comparamos el rendimiento del tratamiento testigo (20.925 Ton./Ha.) - contra el que obtuvo el rendimiento máximo (tratamiento 10) vemos que - este último lo supera con más de 16 Ton./Ha., este tratamiento recibió 120 Kg. de nitrógeno, y 40 Kg. de fósforo por hectárea. Con estos resultados nos atrevemos a decir que en este sitio hubo respuesta a los factores estudiados, ya que los rendimientos obtenidos superan el rendimiento medio regional. Ver cuadro (1).

#### análisis de varianza

En el análisis de varianza aplicado a la lista completa de tratamientos con sus rendimientos ajustados a nivel comercial y con una probabilidad estadística del 0.95 y 0.90; se compararon los valores de F calculada para bloques y tratamientos contra los de F de tablas al 10 y 5%, encontrando diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, y entre bloques. Ver cuadros Nos. 3 y 4.

Para este sitio se obtuvo el coeficiente de variación (CV) con un valor de 10.36%, estimándose éste como bueno para las condiciones en que se desarrolló el trabajo, ya que indica la precisión tenida en el manejo del experimento.

#### análisis económico

De acuerdo al método usado se calcularon los efectos e interacciones de los factores estudiados mediante la técnica de Yates, con ésta se obtuvieron los efectos factoriales medios (EFM) de los tratamien-

tos del factorial  $2^3$ , (Cuadro No. 7) después se calculó el efecto mínimo significativo (EMS), para lo cual se utilizó el cuadrado medio del error experimental del análisis de varianza de los tratamientos del factorial  $2^3$ , con 10% de probabilidad asumida de error tipo 1; resultando significativos los efectos factoriales a nivel de media, solo para D y N. (Cuadro No. 7), ya que sus valores son mayores en términos absolutos al EMS, cuyo valor es de 1.89 Ton./Ha. Los efectos (P), (PD), (NP), - - (NPD) distan mucho de ser significativos, por lo que se concluye que no hay respuesta al fertilizante fosfórico dentro del cubo.

Al no encontrar respuesta en el cubo a las dosis del factor P, se juzgaron las prolongaciones fuera del factorial  $2^k$ , para esto se promedió sobre ese factor para mejorar la precisión con que se estima a las medias asociadas con los factores N y D, dentro del cubo; se promediaron las medias correspondientes a los tratamientos (1) 60-20-80 y (3) 60-40-80; (2) 90-20-100 y (8) 90-40-100, con las operaciones correspondientes se obtuvieron las cantidades 30.775, 27.543, 33.933 y 33.279 Ton./Ha. que se asocian con los tratamientos (1, 2, 5 y 6) respectivamente, que tienen los niveles más bajos de fósforo dentro del cubo. Al comparar los rendimientos medios asociados con los tratamientos (1/3), 60-20-80 y (6/8), 90-20-100 con el rendimiento medio del tratamiento (11) 60-00-80 y del tratamiento (12) 90-60-100 se vió que difieren en un valor menor que la DMS (5%) de tal forma que se concluye que no hubo respuesta a la dosificación de fertilizante fosfórico en el total del espacio de exploración, y que la DOE es de cero Kg. de  $P_2O_5$ /Ha.

tratamiento óptimo económico de capital ilimitado. TOECI

Al examinar la columna de ingreso neto más costos fijos en el cuadro No. 7 se observa que el tratamiento 120-0-100 resulta ser el que se asocia con el máximo valor \$ 9,635.00/Ha. y es por lo tanto el que está más cercano al TOECI.

La interpretación gráfica de los factores estudiados se realizó solo para N y D ya que no se encontró respuesta a P. En la figura 1 se presenta la respuesta del cultivo al fertilizante nitrogenado y a la densidad de población, en la primera se observa una marcada respuesta del cultivo al fertilizante nitrogenado cuando éste pasa de su nivel inferior (30 Kg. N/Ha.) al segundo y tercer nivel (60 y 90 Kg. N/Ha.), con cero Kg. de fósforo y 80 Kg./Ha. de semilla constantes; en la curva que parte del segundo nivel se observa prácticamente la misma respuesta pero con un nivel superior de Kg. de semilla por hectárea; en estas dos curvas de respuesta al fertilizante nitrogenado, se observa que pueden ir más allá de 120 Kg. de N/Ha., aunque tal vez los efectos no sean significativos al nivel de seguridad adoptado.

En la misma figura 3 a la derecha están las curvas de respuesta (negativa) a densidad de siembra. En la primera, se observa una respuesta negativa al pasar de su nivel inferior primero, (60 Kg. de semilla/Ha.) al segundo y tercer nivel, (80 y 100 Kg. de semilla/Ha.) con niveles constantes de nitrógeno, (60 Kg./Ha.) y fósforo, (cero Kg./Ha.). En la segunda curva de respuesta, que parte del segundo nivel de densidad, (80 kg. de semilla/Ha.) se observa una ligera respuesta positiva

al pasar de 80 a 100 Kg. de semilla/Ha., pero no sucede lo mismo cuando pasa del segundo al tercer nivel, (100 a 120 Kg. de semilla/Ha.) ya que su respuesta es negativa; de ésto se concluye que no hay respuesta positiva a densidades mayores del nivel inferior estudiado, con niveles -- constantes de fertilización nitrogenada (60 Kg. de Ha.).

#### tratamiento óptimo económico de capital limitado

La última columna del Cuadro No. 7 presenta la tasa de retorno al capital variable, TRCV asociada con cada tratamiento, de la que se seleccionó el que tiene asociada la tasa de mayor valor, siendo este el tratamiento 60-0-60 con una TRCV de 3.33%.

Por lo que las recomendaciones para este experimento por el método gráfico estadístico son:

El TOECI, es 120-0-100 Kg./Ha. de N, P205 y Ds respectivamente -- con rendimiento de 37.35 Ton./Ha. de forraje.

El TOECL, es 60-0-60 Kg./Ha. de N, P205 y Ds respectivamente -- que rindió 32.85 Ton./Ha. de forraje.

Sitio experimental (B) de Atotonilquillo, Mpio de Chapala, Jal.

#### análisis de suelos

Se plantearon junto con las del sitio "A".

#### rendimientos obtenidos.

En este experimento los rendimientos obtenidos variaron desde - los 1 057.5 Kg./Ha. hasta los 2 052.0 Kg./Ha. que corresponden a los - tratamientos No. 16 (testigo) y 10 (120-40-100, N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y Ds Kg./Ha.) - respectivamente; lo que nos representa un aumento en el rendimiento con respecto al testigo de más del 90%, lo que nos indica claramente que - hay respuesta a la aplicación de fertilizante nitrogenado y fosfórico.

#### análisis de varianza

En el análisis de varianza aplicado a la lista completa de los - tratamientos con sus rendimientos también ajustados a nivel comercial y la misma probabilidad adoptada para el anterior, se compararon los valo - res de F calculada contra los valores de F de tablas para tratamientos - y bloques y solo la F calculada para tratamientos superó en su valor a - la F calculada en sus dos niveles adoptados, por lo que se concluye que hay efectos altamente significativos para tratamientos, más no para blo - ques, esto puede deberse a que el diseño experimental utilizado no cap - tó las variaciones existentes de un bloque a otro y/o que el número de - repeticiones dadas no fueron las necesarias; ver Cuadros Nos. 5 y 6.

Para este experimento se obtuvo un coeficiente de variación (CV), de 6.00% que es aceptable en estos trabajos.

#### análisis económico

De acuerdo a la técnica de Yates se calcularon los efectos e in - teracciones de N, P y D; se obtuvieron los efectos factoriales medios - - (EFM) de los tratamientos del factorial 2<sup>3</sup>, (Cuadro No. 8) se calculó el

efecto mínimo significativo, EMS (10%) y nos dió de valor 59.58 Kg./Ha. este se confrontó con los efectos factoriales medios, EFM (Cuadro No.8) resultando mayores los valores de D, P y N; al ser mayores los valores de EFM que los de EMS (10%) se deduce que sus efectos son significativos al nivel de probabilidad adoptado.

#### tratamiento óptimo económico de capital ilimitado. TOECI

En la columna 8 (ingreso neto más costos fijos) del Cuadro No.8 tenemos los valores asociados a cada tratamiento de la columna 1, de éstos hay uno que se asocia con el máximo valor (4 577.30) de ingreso neto + costos fijos y es el tratamiento No. 10 (120-40-100 Kg./Ha. de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y D respectivamente) por lo que éste es el más cercano al TOECI.

#### tratamiento óptimo económico de capital limitado. TOECL

En el Cuadro No. 8, en su última columna presenta las tasas de retorno al capital variable, TRCV asociados a cada tratamiento de la primera columna y como lo indica el método descrito, se seleccionó el tratamiento asociado con el valor más alto de la TRCV, resultando ser el tratamiento No. 8, cuyas dosis de nitrógeno, fósforo y densidad de siembra probadas fueron, 90-40-100 Kg./Ha. respectivamente.

#### interpretación gráfica

En las curvas construidas para conocer gráficamente la respuesta del cultivo a las dosis de nitrógeno, fósforo y densidad de siembra se observa (como ya se comprobó con los EFM) respuesta a los tres factores;

en la parte superior de la figura 2 aparecen las curvas de respuesta a las dosis de nitrógeno, observándose que hay una marcada respuesta a éste, cuando se pasa del nivel inferior, (30 Kg. de N/Ha.) al segundo nivel, (60 Kg. de N/Ha.); del segundo al tercer nivel indicando respuesta positiva pero menos intensa, esto a niveles constantes de fósforo y densidad de siembra, 20 y 80 Kg./Ha. respectivamente. En la segunda curva que nace del segundo nivel, (60 Kg./Ha. de nitrógeno) se aprecia que; - con niveles más altos en forma conjunta de  $P_2O_5$  y densidad de siembra - se obtienen aumentos en los rendimientos, o sea, que al pasar de la dosis de 60-20-80 a 60-40-100 Kg./Ha. de N- $P_2O_5$  y Ds respectivamente, los rendimientos pasaron de 1,440 a 1,701 Kg./Ha.

En la parte media de la misma figura están las respuestas medias a las dosis de fertilización fosfórica; en ellas se observa que los - efectos son mayores cuando a un mismo nivel de fósforo se le aumentan - conjuntamente los de nitrógeno y densidad de siembra, que a niveles crecientes de fósforo con nitrógeno y densidad de siembra constantes.

En la parte inferior de la figura mencionada tenemos las respuestas medias a densidad de siembra, en las que son muy claras las tendencias de los rendimientos cuando se aumentan las dosis de densidad - con niveles constantes de los otros dos factores y, cuando a un mismo nivel de densidad se aumentan los de nitrógeno y fósforo.

De acuerdo a todo lo antes expuesto las recomendaciones finales para este experimento son:

El TOECI, es 120-40-100 Kg./Ha. de nitrógeno, fósforo y densidad de siembra respectivamente, con un rendimiento de 2 052 Kg./Ha. de grano.

El TOECL, es 90-40-100 Kg./Ha. de nitrógeno, fósforo y densidad de siembra respectivamente, con 1 965.6 Kg./Ha. de rendimiento en grano

La dosis del nitrógeno se fraccionará para hacer 2 aplicaciones.

9. Literatura Citada

7

8

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de haber analizado y discutido los resultados experimentales de los dos trabajos podemos hacer conclusiones y recomendaciones al respecto.

Sitio experimental de San José Casas Caldas, Mpio. de La Barca, Jal., -  
(Avena para forraje).

De acuerdo a las hipótesis planteadas se concluye que:

Según lo demuestran los análisis de varianza, en este experimento hay evidencia estadística significativa entre tratamientos y entre bloques, ésto comprueba en general y positivamente que los niveles de fertilización y densidad de siembra modifican los rendimientos unitarios en este cultivo. Cuadros 3 y 4.

Se encontró que los EFM, de acuerdo a la prueba EMS (10%) y DMS (5%) resultaron significativos solo para N y D; ésto nos prueba en forma particular la hipótesis planteada ya que los rendimientos de este cultivo varían con las diferentes dosificaciones de estos dos factores; así tenemos por ejemplo para el factor N que al pasar de su nivel inferior, (30 Kg./Ha.) al segundo nivel (60 Kg./Ha.) se da un incremento en el rendimiento de aproximadamente 6 toneladas de forraje por hectárea y cuando la dosificación va de 60 a 90 Kg./Ha. de éste mismo factor y a niveles constantes de P y D el incremento es de 8 Ton./Ha.

En relación a la oportunidad de aplicación del nitrógeno, concluimos que: los rendimientos del cultivo si se afectan con esta práctica ya que éstos fueron inferiores cuando se hizo una sola aplicación - que cuando se aplicó en forma fraccionada.

Ahora bien para D se encontraron efectos significativos pero éstos son negativos; así tenemos que el paso de 60 a 80 Kg./Ha. de semilla apenas si nos da un incremento en el rendimiento de 2 Ton./Ha. y, - cuando varía de 60 a 100 Kg./Ha. de semilla, el rendimiento decrece en más de 4 Ton./Ha. de acuerdo a su efecto factorial medio, EFM que es negativo. Cuadro 7 y Figura 1.

Al no encontrar efectos significativos para el factor P se concluye que se puede deber a:

-Que los suelos tengan un alto poder de fijación para el fósforo.

-Los niveles usados no fueron los adecuados.

Pero de acuerdo a los resultados se determina que la dosis óptima económica para el factor P es su nivel de cero Kg./Ha., para este sitio.

De acuerdo a lo anterior se concluye que si hay respuesta a la dosificación de N y D, así como para la oportunidad en la aplicación de N y que a más de 120 Kg./Ha. de N el cultivo puede responder positivamente a sus efectos, pero faltaría probar si resultan costeados económica-

mente. La respuesta a D es negativa a más de 80 Kg./Ha. por lo que se cree que ésto esté en función del amacollamiento que se da en las plantas de este cultivo, y/o que el amacollo esté en función de la fecha de siembra.

#### recomendaciones

Siendo consecuente con el objetivo que se planteó al inicio del trabajo, podemos decir que éste se logró de tal manera que las recomendaciones óptimas económicas para capital ilimitado, TOECI y para capital limitado, TOECL generadas para el cultivo de la avena (en forraje) son las siguientes:

	<u>N</u>	<u>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></u>	<u>Ds</u>	<u>Kg./Ha.</u>
TOECI	120	00	100	
TOECL	60	00	60	

La aplicación del nitrógeno deberá ser al momento de la siembra el 50% de la dosis, el resto al primer riego de auxilio.

Sitio experimental de Atotonilquillo, Mpio. de Chapala, Jal., (avena para grano).

Tomando en cuenta las hipótesis planteadas hacemos las siguientes conclusiones y recomendaciones:

El análisis de varianza para este experimento nos reporta efectos solo para tratamientos lo que prueba positivamente nuestra hipóte-

sis en forma general ya que las dosificaciones de fertilización y densidad de siembra si modifican los rendimientos unitarios del cultivo de la avena (en grano). Cuadros 2, 5 y 6.

Al no encontrar efectos entre bloques en este experimento, concluimos que puede deberse a: 1) que el suelo es muy homogéneo; 2) el número de repeticiones no fueron suficientes; 3) el diseño experimental no fue el más adecuado.

Un tanto contrario a los resultados del sitio "A", en éste se encontró que los EFM en la prueba EMS (10%) son significativos para los tres factores estudiados, N, P y D, esto se aprecia en el Cuadro No. 8 y en la figura No. 2.

Los resultados de los efectos a los factores P y D en este experimento son contrarios a los del sitio "A", esto puede ser causa de: 1) son dos localidades diferentes; 2) se utilizaron fechas diferentes de siembra; 3) el poder de fijación de fósforo puede ser diferente en ambos sitios; 4) es posible que la fecha de siembra influya en el amacollamiento de las plantas lo que hace variar la respuesta a las diferentes densidades de siembra.

Cumpliendo con el objetivo postulado en este experimento, las recomendaciones generadas para la avena productora de grano son:

	Kg./Ha. de N	- P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	- Ds
TOECI	120	- 40	-100
TOECL	90	- 40	-100

### recomendaciones generales

-De acuerdo a los resultados del análisis de varianza, en el sitio donde no se encontró efectos entre bloques es recomendable se utilice un diseño experimental completamente al azar y aumentar el número de repeticiones; de tal manera que podamos saber, si en realidad, el suelo es tan homogéneo como para que no haya efectos por bloqueo.

-En relación a los resultados obtenidos por los factores P y D; es necesario se estudien: otros niveles, fuentes de  $P_2O_5$  y fechas de siembra entre otros factores.

-Para conocer bien y sin que haya lugar a dudas es necesario realizar estudios tendientes a determinar si estos suelos tienen poder de fijación al fósforo y así poder tomar decisiones más acertadas en la recomendación de fertilizantes fosfatados para estos suelos.

-Se recomienda hacer dos aplicaciones de nitrógeno, 50% de la dosis en la siembra y el resto en el primer riego de auxilio, aunque los costos por aplicación sean mayores.

C U A D R O S

Y

F I G U R A S

CUADRO No. 1

Rendimientos ajustados por el factor de conversión 0.9 a nivel comercial del sitio "A" (avena en forraje).

No. de tratamiento	DOSIS EN KG/HA.			Rendimiento medio en Toneladas por Hectárea
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	D.S.	
1	60	20	80	29.981
2	60	20	100	28.350
3	60	40	80	31.569
4	60	40	100	26.736
5	90	20	80	33.497
6	90	20	100	31.706
7	90	40	80	34.369
8	90	40	100	34.852
9	30	20	80	24.778
10	120	40	100	37.350
11	60	00	80	30.319
12	90	60	100	32.006
13	60	20	60	32.850
14	90	40	120	30.572
15*	90	40	80	31.640
16**	00	00	80	20.925

DMS = 3.93 Ton./Ha.

\* Tratamiento de oportunidad de aplicación de nitrógeno.

\*\* Tratamiento testigo.

CUADRO No. 2

Rendimientos ajustados por el factor de conversión 0,9 a nivel comercial del sitio "B" (avena en grano).

No.	Tratamientos en Kg/Ha.			Rendimiento medio por tratamiento - Kg/Ha.
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	D. S.	
1	60	20	80	1 400.0
2	60	20	100	1 616.6
3	60	40	80	1 449.0
4	60	40	100	1 701.0
5	90	20	80	1 548.0
6	90	20	100	1 800.0
7	90	40	80	1 687.5
8	90	40	100	1 965.6
9	30	20	80	1 096.8
10	120	40	100	2 052.0
11	60	00	80	1 359.0
12	90	60	100	1 983.6
13	60	20	60	1 170.0
14	90	40	120	1 890.0
15*	90	40	80	1 184.4
16**	00	00	80	1 057.5

\* Tratamiento de oportunidad de aplicación de nitrógeno.

\*\* Tratamiento testigo.

CUADRO No. 3.

Análisis de varianza de la lista completa de tratamientos. Sitio "A" (avena en forraje).

F. V.	gl	S C	C M	f.c	fe		
					0.10	0.05	
Bloques	3	634.01	211.34	20.84	2.22	2.82	**
Tratamientos	15	966.34	64.42	6.35	1.65	1.90	**
Error	45	456.33	10.14				
Total	63	2 056.69					

C.V. = 10.36

CUADRO No. 4

Análisis de varianza de los tratamientos del factorial  $2^3$  Sitio "A" (avena en forraje)

F.V.	gl	S C	C M	f.c	fe		
					0.10	0.05	
Bloques	3	228.77	57.19	6.87	2.36	3.07**	
Tratamientos	7	233.28	29.16	3.50	2.02	2.49**	
Error	21	174.83	8.33				
Total	31	636.88					

\*\* = Diferencia altamente significativa.

CUADRO No. 5

Análisis de varianza de la lista completa de  
tratamiento Sitio "B" (avena en grano)'

F.V.	gl	S C	C M	fc	f t	
					0.10	0.05
Bloques	3	23 042.17	7 680.72	0.66	2.22	2.82
Tratamientos	15	6 476 731.04	431 782.06	37.45	1.65	1.90**
Error	45	518 735.65	11 527.45			
Total	63	7 018 508.86				

C.V. - 6.00

CUADRO No. 6

Análisis de varianza de los tratamientos del  
factorial 2<sup>3</sup> Sitio "B" (avena en grano)

F.V.	gl	S C	C M	fc	f t	
					0.10	0.05
Bloques	3	21 222.28	7 074.09	0.74	2.36	3.07
Tratamientos	7	888 488.17	126 926.88	13.23	2.02	2.49**
Error	21	201 332.31	9 587.25			
Total	31	1 111 042.76				

\*\* = Diferencia altamente significativa.

CUADRO No. 7

Algoritmo del análisis económico por el método gráfico-estadístico sitio "A" (avena en forraje)

1			2	3	4			5	6	7	8	9	10	11	
Tratamientos Kg./Ha. de N P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> D <sub>s</sub>			Notación de Yates	Rendimientos totales. Ton./Ha.	C O L U M N A S			Efecto factorial medio Ton./Ha.	Rendimiento promedio Y Ton./Ha.	Costos variables CV \$/Ha.	Ingreso neto más costo fijo \$/Ha.	Incremento en rendimiento Ton./Ha.	Incremento en ingreso neto ΔIN \$/Ha.	TRCV ΔIN/CV	
I	II	III													
60	20	80	I	119.925	233.325	466.543	1 004.240	M	31.38	30.775	986.00	8 246.50	9.85	1 969.00	1.99
60	20	100	d	113.400	233.218	537.697	- 31.084	(D)	- 1.94*	27.543	1 120.00	7 142.90	6.62	866.00	0.77
60	40	80	P	126.275	260.812	- 25.857	15.966	(P)	0.99						
60	40	100	Pd	106.943	276.885	- 5.227	- 4.710	(PD)	- 0.29						
90	20	80	N	133.987	- 6.525	- 0.107	71.154	(N)	4.44**	33.933	1 211.00	8 968.90	12.57	2 560.00	2.11
90	20	100	Nd	126.825	- 19.332	16.073	20.630	(ND)	1.28	33.279	1 345.00	8 638.70	12.35	2 360.00	1.76
90	40	80	NP	137.475	- 7.162	- 12.807	16.180	(NP)	1.01						
90	40	100	NPd	139.410	1.935	8.097	20.904	(NPD)	1.31						
								EMS							
								10%	1.89						
30	20	80		99.112						24.778	761.00	6 672.40	3.85	394.00	0.52
120	40	100		149.40						37.350	1 570.00	9 635.00 <sup>a</sup>	16.43	3 359.00	2.13 <sup>b</sup> <sub>2</sub>
60	00	80		121.272						30.319	986.00	8 109.70	9.39	1 831.00	1.86
90	60	100		128.025						32.006	1 345.00	8 256.80	11.08	1 979.00	1.47
60	20	60		131.400						32.850	825.00	9 030.00	11.93	2 754.00	3.33 <sup>b</sup> <sub>1</sub>
90	40	120		122.287						30.572	1 479.00	7 692.60	9.65	1 416.00	0.95
90	40	80+		126.562						31.640	1 211.00	8 281.00	10.72	2 005.00	1.66
00	00	80		83.700						20.925					

+ = Tratamiento de oportunidad en aplicación de nitrógeno.  
 a = TOECI  
 b<sub>1,2</sub> = TOECL  
 EMS 10% = 1.89 Ton. (efecto mínimo significativo)  
 EMS 5% = 3.93 Ton.  
 TRCV = Tasa de retorno al capital variable.

CUADRO No. 8

Algoritmo del análisis económico por el método gráfico-estadístico sitio "B" (avena en grano).

1			2	3	4			5	6	7	8	9	10	11	
Tratamientos Kg./Ha. de N P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Ds			Notación de Yates	Rendimientos totales. Kg./Ha.	C O L U M N A S			Efecto total III	Efecto factorial medio Kg./Ha.	Rendimiento promedio Y Kg./Ha.	Costos variables CV \$/Ha.	Ingreso neto más costo fijo \$/Ha.	Incremento en rendimiento Kg./Ha.	Incremento en Ingreso neto $\Delta$ IN Kg./Ha.	TRCV $\Delta$ IN/CV
60	20	80	1	5 760.0	12 226.5	24 826.5	52 830.9	M	1 650.965	1 440.0	1 134.0	3 387.6	382.5	67.5	0.05
60	20	100	d	6 466.5	12 600.0	28 004.4	3 834.9	(D)	239.681*	1 616.6	1 268.0	3 808.1	559.1	487.57	0.38
60	40	80	P	5 796.0	13 392.0	1 714.5	1 593.9	(P)	99.618*	1 449.0	1 282.0	3 267.9	391.5	- 52.69	-0.04
60	40	100	Pd	6 804.0	14 612.4	2 120.4	405.9	(PD)	25.368	1 701.0	1 416.0	3 925.1	643.5	604.59	0.42
90	20	80	N	6 192.0	706.5	373.5	3 177.9	(N)	198.618*	1 548.0	1 359.0	3 501.7	490.5	181.17	0.13
90	20	100	Nd	7 200.0	1 008.0	1 220.4	405.9	(ND)	25.368	1 800.0	1 493.0	4 159.0	742.5	838.45	0.56
90	40	80	NP	6 750.0	1 008.0	301.5	846.9	(NP)	52.931	1 687.5	1 507.0	3 791.8	630.0	471.20	0.31
90	40	100	NPd	7 862.4	1 112.4	104.4	- 197.1	(NPD)	12.318	1 965.6	1 641.0	4 530.9	908.1	1 210.43	0.73b
								EMS	59.58						
								10%							
30	20	80		4 387.2						1 096.8	909.0	2 534.9	39.3	- 785.60	-0.86
120	40	100		8 208.0						2 052.0	1 866.0	4 577.3a	994.5	1 256.73	0.67
60	00	80		5 436.0						1 359.0	986.0	3 281.3	301.5	- 39.29	-0.04
90	60	100		7 934.4						1 983.6	1 789.0	4 439.5	926.1	1 118.95	0.62
60	20	60		4 680.0						1 170.0	1 000.0	2 673.8	112.5	- 646.75	-0.65
90	40	120		7 560.0						1 890.0	1 775.0	4 159.6	832.5	839.5	0.47
90	40	80+		4 737.6						1 184.4	1 507.0	2 212.0	126.9	- 658.53	-0.62
00	00	80		4 430.0						1 057.5	536.0				

= tratamiento de oportunidad en aplicación de nitrógeno.

= TOECI

= TOECL

S 10% = 59.58 Kg./Ha. (Efecto mínimo significativo).

CV = Tasa de retorno al capital variable.

CUADRO No. 9

Análisis físico y Químico del  
suelo sitio "A"

pH	7.15
Arena	14.00%
Limo	18.00%
Arcilla	68.00%
Textura	Arcilloso
M.O.	1.61%
N.T.	0.0077
Fósforo PPM	248
Calcio PPM	5661
Magnesio PPM	576
% Saturación	83
C.E. Saturación (MMHOS/CM)	0.93

CUADRO No. 10

Análisis físico y Químico del  
suelo sitio "B"

pH	7.13
Arena	15.00%
Limo	17.00%
Arcilla	68.00%
Textura	arcilloso
M.O.	1.82%
N.T.	0.0077
Fósforo PPM	238
Calcio	5640
Magnesio	567
% Saturación	83
C.E. Saturación (MMHOS/CM)	0.93

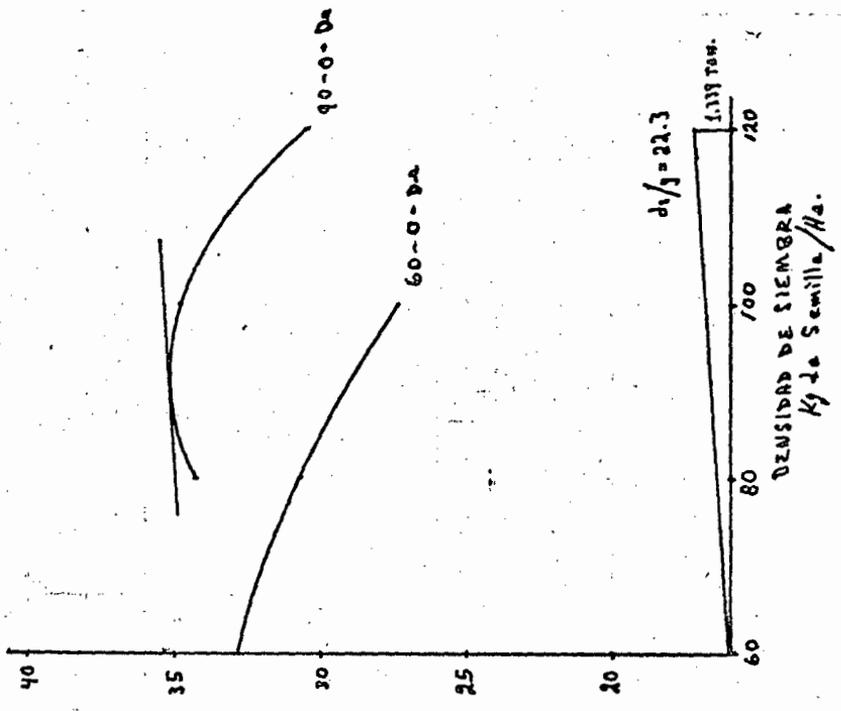
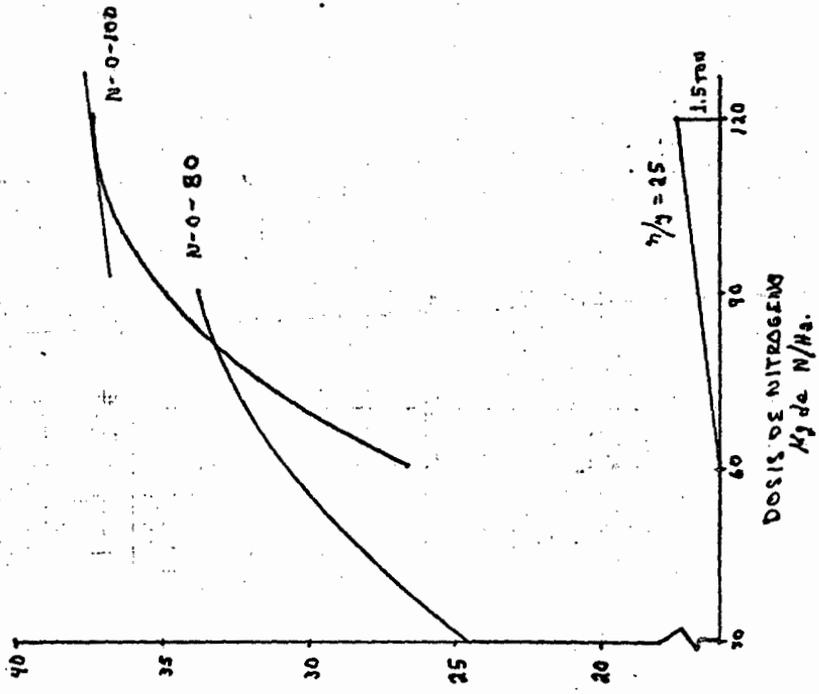


Figura 1.- Respuesta de la Avena a la dosis de fertilizante nitrogenado y densidad de siembra en el rubío experimental de San J. Coahuila, México de la Berca, Jal. 1977.

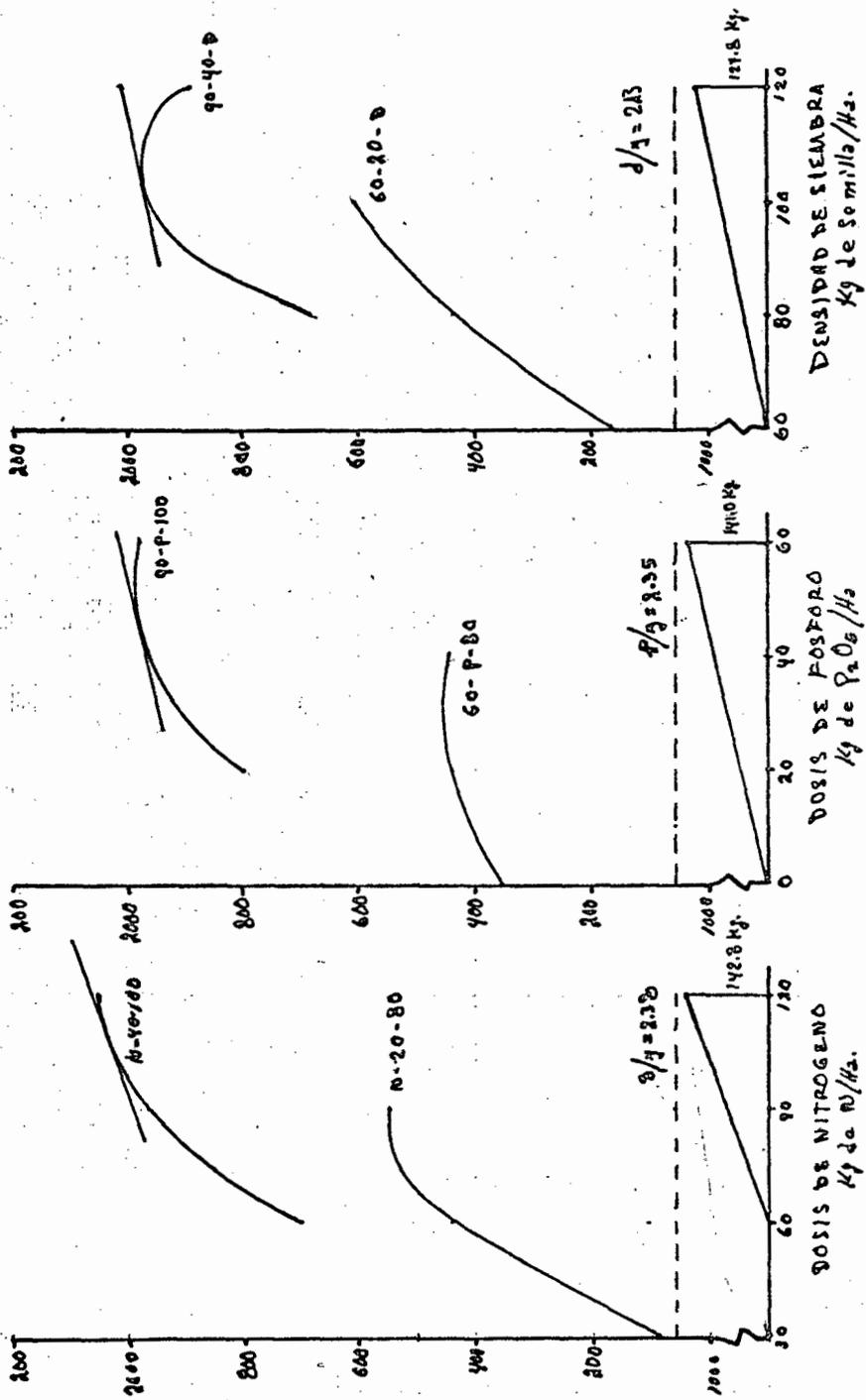


Figura 2.- Respuesta de la Avena a la densificación de fertilizante nitrogenado, fosforado y a la densidad de riego, en Atotonilquillo, Mpio. de Chapala, Jal. 1977.

## RESUMEN

[De la importancia que tienen en la actualidad los fertilizantes en la producción y productividad agrícola de nuestro país; se planteó la realización del presente trabajo; el que tuvo como objetivo, generar la dosis óptima económica de nitrógeno, fósforo y densidad de siembra para el cultivo de avena (Avena sativa) en vertisoles de la región centro del estado de Jalisco.]

[Para lograr el objetivo se establecieron dos lotes experimentales; uno en San José Casas Caldas del Municipio de La Barca (forraje), otro en Atotonilquillo, Municipio de Chapala, Jal., (grano); bajo las siguientes hipótesis: 1) Los niveles de nitrógeno, fósforo y densidad de siembra, modifican los rendimientos unitarios del cultivo en la región de estudio; 2) la respuesta del cultivo a la aplicación de nitrógeno, se afecta con la oportunidad de dicha aplicación; éstas suponiendo que: 1) En el espacio de exploración estudiado se encuentran las dosis óptimas económicas de nitrógeno, fósforo y densidad de siembra para el cultivo citado; 2) las fuentes de fertilizante, el genotipo, la preparación del suelo y fecha de siembra son las adecuadas en la zona de estudio.]

[Para el diseño de los tratamientos se utilizó la matriz Plan Puebla I con dos tratamientos adicionales; los niveles para nitrógeno variaron de 30 a 120 Kg./Ha., para fósforo de cero a 60 Kg./Ha. y para --

densidad de siembra, de 60 a 120 Kg./Ha.; bloques completos al azar fue- el diseño experimental utilizado, con cuatro repeticiones en parcelas - de 9 metros cuadrados con 16 parcelas por bloque.

Como fuente de nitrógeno se utilizó nitrato de amonio; superfos- fató de calcio triple para fósforo y la variedad usada fue la CUAUHTE-- MOC.]

El terreno se preparó mediante un barbecho con arado de discos - en un sitio (La Barca) y de vertedera en el otro; trazadas las parcelas y previo a la siembra se tomaron muestras de suelo a una profundidad de 20 cm. para su análisis físico y químico; la siembra se realizó al bo- leo en suelo seco, tapándose con un paso de rastra con picos. El sitio de San José Casas Caídas se sembró el 9 de Enero, el de Atotonilquillo- el día 24 del mismo mes; el riego de germinación se les aplicó 5 días - después de la siembra y los de auxilio a intervalos de 39, 21 y 19 días para el primer sitio y de 29, 22 y 20 para el segundo.

[La aplicación del fertilizante fosfórico se hizo en la siembra y el nitrogenado se aplicó solo el 50% en la siembra y el resto antes del primer riego de auxilio, esto no se dió para el tratamiento en el que - se probó la oportunidad de aplicación al nitrógeno, porque se le aplicó todo el nitrógeno en la siembra junto con el fósforo.]

[Los dos sitios se mantuvieron libres de malezas y solo en el de - San José Casas Caídas se presentó la ya endémica plaga de la rata de - campo, pero se controló y no causó daños al cultivo. La floración se -

observó uniforme en los dos sitios, la cosecha se realizó el 10 de Abril en el primer sitio para su evaluación en forraje y el 30 de Mayo en el - segundo para su evaluación en grano, tomándose 4 metros cuadrados como - parcela útil.

En los análisis de varianza realizados se encontró efectos en - tres tratamientos y bloques para el sitio de San José Casas Caldas y so- lo para tratamientos en el de Atotonilquillo.

El análisis económico se realizó para determinar las dosis ópti- mas económicas de cada factor; para lo cual primero se calcularon los - efectos factoriales medios, EFM encontrando significancia para los fac- tores N y D para el sitio de San José Casas Caldas, y para N, D y P en - el otro sitio; conocidos los EFM de los factores se seleccionaron de - acuerdo al método (gráfico-estadístico) las dosis óptimas económicas pa- ra capital ilimitado, DOECI y de capital limitado, DOECL, resultando- ser las siguientes:

Sitio San José Casas Caldas:

TOECI	120 00 100
TOECL	60 00 60 Kg./Ha. de N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> y D.

Sitio Atotonilquillo:

TOECI	120 40 100
TOECL	90 40 100 Kg./Ha. de N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> y D.

Para los dos casos se recomienda aplicar la dosis de nitrógeno --

fraccionada, 50% en la siembra y 50% en el primer riego de auxilio.

El desarrollo y resultados de estos trabajos nos condujo a hacer las siguientes conclusiones:

-Los niveles de fertilización y densidad de siembra modifican -- los rendimientos de forraje y grano en el cultivo de la avena.

-La oportunidad de aplicación del fertilizante nitrogenado también afecta los rendimientos del cultivo citado, siendo mejor dos aplicaciones que una sola.

-Los efectos del nitrógeno son significativos y en el caso del primer sitio se pueden dar resultados positivos a más de 120 Kg. de N/Ha., para el fósforo al no tener efectos significativos, su dosis óptima económica es de cero Kg./Ha. Los efectos a densidad son negativos a más de 80 Kg./Ha. de semilla.

-En el segundo sitio los efectos a los tres factores son significativos y positivos, ya que al pasar sus dosis de los niveles inferiores a los superiores se dan incrementos en los rendimientos muy apreciables.

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

1. ARVIZU, A. y LAIRD, R.J. 1958. Fertilización del trigo en el Valle del Yaqui, Sonora. Folleto Técnico No. 26. Oficina de Estudios Especiales SAG. México, D. F.
2. ANONIMO, 1976. Recomendaciones para el cultivo de avena de grano.- Secretaría de Agricultura y Ganadería. Folleto Técnico.
3. BARAJAS, C.R. 1978. Uso de tres métodos para la determinación de la dosis óptima económica del nitrógeno, fósforo y densidad de siembra para el cultivo del trigo en La Barca, Jal. Tesis Profesional. Escuela de Agricultura U. de G.
4. CASTAÑEDA, P.A. 1977. Respuesta del maíz de temporal a diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y densidad de plantas, en Valles del Norte del Distrito de Tlaxiaco, Oax. Tesis Profesional, Escuela de Agricultura. U. de G.
5. COCHRAN, G.W. y COX, M.G. 1965. Diseños experimentales. Traducción al español. México, D.F. Edit. F. Trillas, S. A.
6. COMISION NACIONAL DE IRRIGACION 1943. Estudio Agrológico del Valle de La Barca, Jal. Dirección de Agrológica, Guad. Jal.
7. DE LA LOMA, J.L. 1966. Experimentación Agrícola. México, D.F. Edit. UTEHA.

8. ESPARZA, S. J. R. 1980. Determinación de dosis óptimas económicas - de fertilización (nitrogenado y fosfórico) en maíz, trigo y frijol, en el Ex-Distrito Político de Nochixtlán, Oax. Tesis Profesional. Escuela de Agricultura. U. de G.
9. GARCIA, E. 1973. Modificación al sistema de clasificación climática de Köpen. México, D.F. Instituto de Geografía, U.N.A.M.
10. GOBIERNO DEL ESTADO DE JALISCO. 1973. Estrategia de desarrollo. Programa subregional y municipal. Subregión Guadalajara y sub-- región Ocotlán. Departamento de Economía, Guad. Jal.
11. HERNANDEZ, P.J.A. 1979. Ensayo de rendimiento de variedades de trigo bajo riego en las regiones de Lagos de Moreno y La Barca, - Jal. Tesis Profesional. Escuela de Agricultura. U. de G.
12. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS. 1977. Guía para la asistencia técnica agrícola. Agrícola del Bajío. SARH, México, D. F.
13. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS. 1977. Guía para la asistencia técnica agrícola. Área de influencia del campo - agrícola experimental "Valle de Guadiana". Centro de Investigaciones Agrícolas del Noreste, S.A.R.H. México, D. F.
14. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS. 1977. Guía para la asistencia técnica agrícola. Área de influencia del campo experimental "Sierra de Chihuahua". Centro de Investigaciones -

Agrícolas del Noreste, S.A.R.H. México, D. F.

15. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS. 1977. Guía para -  
la asistencia Técnica agrícola. Área de influencia del Campo  
agrícola experimental "La Laguna". Centro de Investigaciones  
Agrícolas del Noreste, S.A.R.H. México, D. F.
16. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS. 1977. Guía para -  
la asistencia técnica agrícola. Área de influencia del cam-  
po agrícola experimental "Cd. Delicias". Centro de Investiga-  
ciones Agrícolas del Noreste. S.A.R.H. México, D. F.
17. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS. 1975. Área de in-  
fluencia del campo agrícola experimental "Chapingo". Centro-  
de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central. S.A.G. Méxi-  
co, D. F.
18. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS. 1980. Aportacio-  
nes del INIA a la agricultura mexicana en 1979. Secretaría-  
de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, D. F.
19. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS. 1968. Adelantos -  
de la Ciencia Agrícola en México. Informe de labores del --  
INIA. SAG. Correspondientes al trienio 1963, 1964 y 1965. Mé-  
xico, D. F.
20. LITTLE, M.T. y HILLS, F.J. 1976. Métodos estadísticos para la in-  
vestigación en la agricultura. Traducción al español, Méxi-

co, D. F. Edit. Trillas, S. A.

21. MARTINEZ, G.A. 1971. Aspectos económicos del diseño y análisis de experimentos. Centro de estadística y cálculo. Colegio de Postgraduados. E.N.A. Chapingo, Mex.
22. MILLIKAN, M.F. y HAPGOOD, D. 1969. No hay cosecha fácil. Traducción al español. México. D. F. Edit. UTEHA.
23. NUÑEZ, E.R. y AGUILAR, Y. S. 1962. La fertilización del trigo en el Valle del Yaqui, Sonoro. Agricultura técnica en México. Folleto No. 12. INIA.
24. ORTIZ, V.B. 1975. Edafología. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.
25. PERSONAL DEL LABORATORIO DE SALINIDAD DE LOS E.U.A. 1974. Diagnóstico y rehabilitación de los suelos salinos y sódicos.
26. PUENTE, A., ALVARADO, A., MORENO, R. y ORTEGA, E. 1964. Fertilización del trigo en la comarca lagunera. Agricultura técnica en México, Folleto No. 3. INIA.
27. ROBLES, S.R. 1976. Producción de granos y forrajes. México, D. F. Edit. Limusa, S. A.
28. TURRENT, F.A. 1980. El agrosistema, un concepto útil dentro de la disciplina de productividad. Escritos sobre la metodología de la investigación en productividad de agrosistemas, número-

3. Rama de Suelos. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Mex.
29. TURRENT, F.A. 1978. El método gráfico-estadístico para la interpretación económica de experimentos conducidos con la matriz - Plan Puebla I. Escritos sobre la metodología de la investigación en productividad de agrosistemas, número 5. Rama de suelos. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Mex.
30. TURRENT, F.A. y LAIRD, R.J. 1975. Matriz Plan Puebla: Escritos sobre la metodología de la investigación en productividad de suelos. Agrociencia 19, Colegio de Postgraduados E.N.A., Chapingo, México.