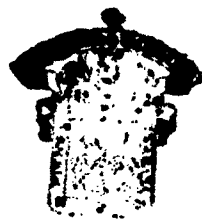


UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRICULTURA



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

FIJACION BIOLOGICA DEL NITROGENO ATMOSFERICO PROBANDO
TRES VARIETADES DE FRIJOL COMERCIAL BAJO CONDICIONES
DE RIEGO, EN LA REGION LAGUNERA

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

PRESENTA:

RAUL PEREZ MERCADO

GUADALAJARA, JALISCO, 1985

A. 1076
25



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente

Numero

Mayo 8, 1985.



ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.
PRESENTE.

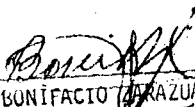
ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____
RAUL PEREZ MERCADO _____ titulada,

"FIJACION BIOLOGICA DEL NITROGENO ATMOSFERICO PROBANDO TRES VARIEDADES DE FRIJOL COMERCIAL BAJO CONDICIONES DE RIEGO, EN LA REGION LAGUNERA."

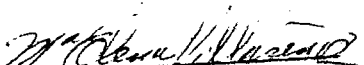
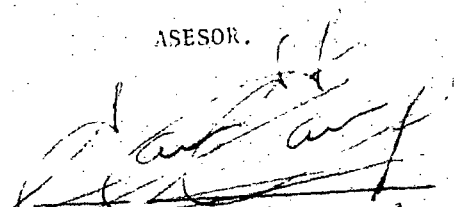
Damos nuestra aprobacion para la impresion de la
misma.

DIRECTOR.


ING. BONIFACIO ZARAZUA CABRERA

ASESOR.

ASESOR.


Q.F.B. MARIA ELENA VILLASEÑOR DE ZARAZUA. 
ING. SANTIAGO SANCHEZ RECIADO.

Al contestar este oficio sirvase citar copia y nombre

AGRADECIMIENTOS

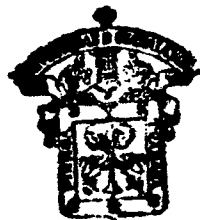
- Al Dr. Vicente Lee Rodríguez, Director del CENAMAR, por las facilidades otorgadas para la realización de este experimento.
- Al Ing. Enrique Santamaría César, por su asesoría en el aspecto estadístico.
- Al Ing. Bonifacio Zarazúa y Q.F.B. Ma. Elena Villaseñor de Zarazúa, - por su dirección y asesoría en la realización de este trabajo.
- Al Ing. Santiago Sánchez Frecciado, por su asesoría.
- A la Sra. Ma. Elena Jiménez de Avila y a los Sres. Enrique y Miguel -- Avila Jiménez por su constante colaboración y apoyo.
- A mis maestros.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

DEDICATORIAS

- A mis padres José Isaac y Victoriana con respeto y gratitud.
- A mi esposa Leticia Gabriela, con amor.
- A mi hija Ana Gabriela, con amor.
- A mis hermanos: Francisco, Martha, Dolores, Ma. Guadalupe, Otilia, Rosario, Delia, Carmen y Rosa, con cariño.
- A mi primo, Ing. Luis Pérez Pérez, con estimación y respeto.



**ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA**

RESUMEN

La fijación de nitrógeno atmosférico por el frijol, fue estudiada en este ensayo, probando siete cepas de Rhizobium que habían demostrado previamente ser eficientes en nodulación y fijación de nitrógeno, más tres controles o testigos con diferente fertilización y tres variedades de frijol comercial, en la Región Lagunera.

El objetivo principal, fue encontrar una cepa de Rhizobium que se adaptara a las condiciones climáticas y del suelo en el ambiente frijol semiárido de la parte Norte-central de la República Mexicana.

El experimento se realizó en terrenos del campo experimental del Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego, CENAMAR.

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas, asignando el tratamiento de parcela principal a las cepas inoculantes y testigos fertilizados, y el de subparcela a las variedades.

Se muestrearon las raíces de las plantas, para observar, contar y pesar en fresco y seco, los nódulos que se presentaron en las raíces. El suelo se muestreó al inicio y al final del experimento para comparar los valores de nitrógeno del suelo.

Al completar el ciclo vegetativo del frijol, 105 días después de la siembra, las plantas fueron cortadas y puestas a secar para posteriormente pesar la producción obtenida.

Los rendimientos fueron analizados estadísticamente, y los promedios comparados por las pruebas de Duncan y Tukey.

La variedad que presentó la mayor cantidad de nódulos fue la Matamoros 64; el tratamiento con mayor número de nódulos fue el R-74, número V en el arreglo factorial.

El contenido de nitrógeno por planta más alto, se obtuvo en la variedad Delicias 71 en el tratamiento R-70, número VI.

El mejor tratamiento de los inoculados en cuanto a rendimiento, fue el R-8, número III. Este mismo fue también el mejor en contenido de nitrógeno total. La variedad que obtuvo en forma global los más altos rendimientos, fue la Delicias 71.

La comparación de los resultados del análisis del suelo, no muestran una marcada diferencia entre el contenido de nitrógeno al final del experimento y el obtenido antes de implantarlo.

Por todo lo mencionado, se recomendó a las cepas inoculantes Nos 8, 17, 24 y 25 y la implantación de un nuevo experimento probando las mismas razas recomendadas, frente a las variedades Delicias 71 y Pinto Mexicano - 80 con el fin de obtener una mayor información y recomendar así una óptima cepa inoculante que supla la aplicación de fertilizante nitrogenado para los cultivos de frijol.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS

DEDICATORIAS

RESUMEN

CAPITULO		PAGINA
I	INTRODUCCION	1
1.1	Hipótesis	2
1.2	Objetivo	3
II	REVISION DE LITERATURA	4
2.1	Descripción de la planta de frijol común	4
2.2	Ciclo del nitrógeno	5
2.3	Forma de vida y alimentación de las bacterias	6
2.4	Bacterias nitrantes y nitrificantes	6
2.5	Bacterias nitrantes simbióticas	7
2.6	Proceso de fijación del nitrógeno atmosférico	8
2.7	Procedimiento de inoculación	9
2.8	Crecimiento de <u>Rhizobium</u>	10
2.9	Requerimientos de nitrógeno de las leguminosas	11
2.10	Modelos de temporal de reducción de nitrato y actividad nitrogenante en el frijol	12
2.11	Crecimiento y desarrollo de cultivares de frijol de crecimiento determinado e indeterminado inoculados con <u>Rhizobium</u> .	14
2.12	Desarrollo del nódulo y fijación de nitrógeno en cultivares de frijol influenciados por la densidad de plantación	15
2.13	Fijación de nitrógeno en cultivos de frijol en monocultivo o asociados con maíz	16
2.14	Nodulación de legumbres	16
2.15	Inoculación por medio de la técnica de perforación fluida	17

CAPITULO		PAGINA
2.16	Inoculantes de <u>Rhizobium japonicum</u>	18
2.17	Competencia entre razas bacterianas efectuan do la nodulación en soya	19
2.18	Fijación de nitrógeno en campos de habas	20
2.19	Nodulación y fijación de nitrógeno en campos donde crece frijolillo	21
III	MATERIALES Y METODOS	23
3.1	Materiales	23
3.1.1	Localización	23
3.1.2	Localización del sitio experimental	23
3.1.3	Clima	23
3.1.3.1	Temperatura	23
3.1.3.2	Precipitación	24
3.1.3.3	Humedad relativa	24
3.1.3.4	Datos climatológicos	24
3.1.4	Suelo	25
3.1.4.1	Características físicas del suelo	26
3.1.4.2	Características químicas del suelo	27
3.1.4.3	Clasificación	28
3.1.5	Agua de riego	28
3.2	Características agronómicas	29
3.2.1	Datos agronómicos	29
3.2.1.1	Material experimental	29
3.2.1.2	Preparación del terreno	29
3.2.1.3	Levantamiento topográfico	30
3.2.1.4	Preparación de la semilla	30
3.2.2	Fecha de siembra y densidad de población	30
3.2.2.1	Inoculación	31
3.2.2.2	Fertilización	32
3.2.2.3	Aplicación de riegos	33

CAPITULO		PAGINA
3.2.2.4	Calibración de sifones	33
3.2.2.5	Escardas	34
3.2.2.6	Combate de malezas	34
3.2.2.7	Control de plagas	34
3.2.3	Metodología experimental	35
3.2.3.1	Diseño experimental	35
3.2.3.2	Parcela experimental y parcela útil	36
3.2.3.3	Tratamientos de parcela principal y de subpar cela	37
3.2.3.4	Distribución y trazo de los tratamientos en el campo	38
3.2.4	Análisis estadístico	39
3.2.4.1	VARIABLES ANALIZADAS	39
3.2.4.2	Procesamiento de datos	40
3.2.5	Cosecha	40
IV	RESULTADOS	41
4.1	VARIABLES DEPENDIENTES ANALIZADAS	41
4.1.1	Número de nódulos por planta	41
4.1.2	Peso seco de los nódulos	41
4.1.3	Rendimiento en gramos por parcela útil	42
4.1.4	Contenido de nitrógeno total por planta	45
4.1.5	Rendimiento en gramos por planta	48
4.1.6	Rendimiento en toneladas por hectárea	49
4.2	Contenido de nitrógeno total en el suelo	49
V	DISCUSION	51
VI	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
VII	LITERATURA CITADA	56
	APENDICE	59

INDICE DE CUADROS

CUADRO No.		PAGINA
1	Características de las bacterias nitrantes y nitrificantes	6
2	Datos climatológicos	25
3	Principales series de suelos en la Laguna	25
4	Características físicas del suelo	26
5	Características químicas del suelo	27
6	Riegos aplicados durante el experimento	33
7	Control de plagas	34
8	Tratamientos de parcela principal	37
9	Rendimiento en gramos por parcela útil	42
10	Análisis de varianza para rendimiento en gramos por parcela útil.	44
11	Contenido de nitrógeno total por planta	45
12	Análisis de varianza para nitrógeno total por planta	47
13	Contenido de nitrógeno total en el suelo.	50

INDICE DE FIGURAS Y GRAFICAS EN EL APENDICE

FIGURA No.		PAGINA
1	Ciclo de nitrógeno en condiciones naturales	59
2	Esquema de la fijación del nitrógeno por el nódulo de una legumbre	60
3	Fijación simbiótica del nitrógeno	61
4	Distribución de los tratamientos en el campo	62



BIBLIOTECA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

GRAFICA No		PAGINA
1	Número de nódulos	66
2	Peso seco de los nódulos	70
3	Contenido de nitrógeno total en la variedad Matamoros 64	73
4	Contenido de nitrógeno total en la variedad Delicias 71	75
5	Contenido de nitrógeno total en la variedad Pinto Mexicano 80	77
6	Interacción entre parcelas chicas	79
7	Rendimiento en gramos por planta	84
8	Rendimiento en gramos por planta y por variedad	85
9	Rendimiento en gramos por planta, en la variedad Matamoros 64	36
10	Rendimiento en gramos por planta, en la variedad Delicias 71	37
11	Rendimiento en gramos por planta, en la variedad Pinto Mexicano 80	38

INDICE DE CUADROS EN EL APENDICE

CUADRO No		PAGINA
1	Número de nódulos	66
2	Análisis de varianza para número de nódulos por planta	66
3	Peso seco de los nódulos	67
4	Análisis de varianza para peso seco de los nódulos	69
5	Cuadro comparativo de rendimiento en gramos por variedad	71

CUADRO No		PAGINA
6	Cuadro comparativo de tratamientos en la variedad Matamoros 61, contenido de nitrógeno total - Prueba Duncan	76
7	Cuadro comparativo de promedios de tratamientos en la variedad Belicosa 71, contenido de nitrógeno total - Prueba Duncan	74
8	Comparativo de promedios de tratamientos, en la variedad Pinto Mexicano 80, contenido de nitrógeno total - Prueba Duncan	76
9	Cuadro comparativo de promedios de variedades, contenido de nitrógeno total	73
10	Rendimiento en gramos por planta	80
11	Análisis de varianza para rendimiento en - gramos por plant	7
12	Comparación de promedios de rendimiento en gramos por planta	33
13	Rendimiento en toneladas por hectárea	89
14	Inter acciones del rendimiento en toneladas - por hectárea	91



**ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA**

I INTRODUCCION

El frijol (Phaseolus vulgaris, L.), pertenece a la familia de las leguminosas. Esta familia comprende gran variedad de especies que incluyen tanto árboles grandes como plantas pequeñas. Su característica principal es que su fruto se presenta en forma de vaina, y es conocida como legumbre (14).

El frijol fija el nitrógeno del aire, por la presencia de ciertas bacterias simbióticas, por lo que no requiere de grandes cantidades de fertilizante nitrogenado.

El proceso de fijación de nitrógeno se realiza por bacterias del género Rhizobium. Estas infectan los pelos absorbentes de las raíces de las leguminosas, tomando el carbono de la planta a la cuál han infectado y ésta a su vez recibe el nitrógeno que la bacteria ha logrado fijar (14).

Este proceso recíproco recibe el nombre de simbiosis; para que éste llegue a realizarse, es necesario que la bacteria exista en el suelo, pero cuando no la hay disponible, se añade por medio de inoculación de la semilla.

El frijol ha sido un alimento tradicionalmente importante en América Latina. La proteína animal es la mayor fuente de proteína en los países desarrollados, mientras que la proteína vegetal provee la mayor parte de proteína consumida en los países subdesarrollados. Los granos de legumbre tales como el frijol, alcanzan una proporción considerable en la dieta vegetal, ya que son altos en proteína (24%) y proveen de dos aminoácidos -- (lisina y treonina), que son normalmente bajos en los granos de cereales.

Así, el frijol es un componente importante en las dietas de los países en vías de desarrollo, donde la carne es un lujo.

Tanto en México como en la mayor parte de América Latina, la producción del frijol se centra en muchas ocasiones, en pequeñas laderas, suelos infértiles o asociadas con maíz (4).

En 1980 se sembraron en el país 1'976,162 ha con un rendimiento total de 935,174 ton y un promedio de 475.4 Kg/ha . Los estados de Chihuahua Durango, Zacatecas y Coahuila contribuyeron en un 38.0% de la producción nacional de este grano (15).

En estas cuatro entidades se sembraron 946,740 ha de temporal y 52,418 ha de riego, con una producción de 354,944 ton (15).

En la Región Lagunera, este cultivo es de gran importancia social, mas la producción de este grano es muy variable, siendo el agua el factor limitante más importante. El cultivo está sujeto al riego, condicionado al volumen de agua existente en las presas, además de otros problemas tales como enfermedades, plagas y salinidad del suelo, lo cual no ha permitido que este cultivo se establezca y compita favorablemente con otros que tienen bastante arraigo como es el caso del algodón.

1.2 Hipotesis

En la parte Norte de la República Mexicana, por el ambiente árido de esta zona y por el tipo de suelo, la nodulación del frijol y la fijación de nitrógeno atmosférico son muy pobres.

La inoculación de la semilla de frijol con bacterias nitrantes, incrementa la nodulación y fijación de nitrógeno atmosférico.

Como legumbre, el frijol requiere poca fertilización de nitrógeno, sin embargo una mayor fijación de nitrógeno por el frijol, incrementa la producción y calidad del grano.

La producción del cultivo varía grandemente de acuerdo a la respuesta que la planta tenga a la inoculación, por lo que cada variedad de frijol responderá de manera diferente a un mismo tipo de Rhizobium aún en -- las mismas condiciones ambientales.

1.2 Objetivo.

1o. Identificar que cepa o raza de las bacterias nitrantes produce mayor rendimiento económico y a su vez detectar cuál aporta más nitrógeno.

2o. Detectar cuál variedad comercial establece mejor asociación -- con las diferentes cepas de bacterias de Rhizobium phaseoli.

3o. Determinar en qué cantidad, la inoculación suple a la fertilización nitrogenada.

4o. Buscar alternativas en la producción de frijol para que compita favorablemente con otros cultivos en la Región Lagunera.

II REVISION DE LITERATURA

2.1 Descripción de la planta de frijol común.

Es una planta herbácea anual que presenta una raíz típica o pivotante ramificada en su origen. El tallo puede ser corto y robusto o más frecuentemente, rastrero, con pelos cortos y rígidos que favorecen la adhesión a su soporte. Las hojas, exceptuando las dos primeras, son compuestas, alternas, pecioladas de color verde claro, con tres folíolos cordiformes (trifoliadas), y provistas de estípulas y estípulillas persistentes.

Las flores tienen forma mariposada, presentan un color variable en las distintas especies (rojo, blanco, púrpúreo, etc.) y están agrupadas en racimos que salen de las axilas foliares.

El cáliz es pequeño con cinco sépalos, la corola dialipétala con el estandarte más corto o del mismo largo que las alas, y la quilla con el extremo agudo y torcido en espiral. Los estambres son diez, de los cuales nueve están unidos por sus filamentos y uno permanece libre; el ovario unicarpelar, unilocular y con muchos óvulos. El fruto es una vaina o legumbre (ejote) colgante, recta o arqueada, comprimida gibosa y mucronada, que se abre en dos valvas. Las semillas son de forma variable, generalmente reniforme, más o menos comprimidas o otras veces redondeadas o esféricas.

Según éstas, se distinguen numerosas variedades de frijol, como amarillo, blanco, colorado, bayo, gordo, delgado, negro, habichuela, judías, etc. (10).

2.2 Ciclo del nitrógeno.

Aunque la planta toma del suelo cantidades muy altas de nitrógeno, el elemento no se agota porque en condiciones naturales, regresa al lugar de que provino, formando un ciclo (11).

Así al morir las plantas quedan sus restos en el campo y son atacados por diversos microorganismos, sufriendo el proceso de humificación -- primero y de mineralización después, luego amonificación y nitrificación. Los nitratos son absorbidos por la planta y en el interior de las células sufren una reducción; finalmente, el nitrógeno pasa a formar parte de la proteína protoplasmática, y cuando la planta muere, regresa al suelo, con lo cual el ciclo se cierra (11).

En el suelo existen bacterias desnitrificantes, en cuyo metabolismo los compuestos nitrogenados pasan a formar nitrógeno gaseoso que sale al aire, pero se pierde para el suelo. La actividad de estos microorganismos se ve contrarrestada por la de otras bacterias de gran importancia agrícola, que llevan moléculasceptoras del nitrógeno libre del aire, de manera que lo pueden utilizar, y de este modo pasa a formar parte de su protoplasma. Cuando mueren, este nitrógeno es aumentado al suelo (11).

Tales son las bacterias nitrantes, que no deben confundirse con las nitrificantes, es decir, estas últimas oxidan los compuestos orgánicos nitrogenados pero que no asimilan el nitrógeno del aire. También existen factores naturales que desnitrifican el suelo, como el fuego, pero se compiensan por otros que aumentan el nitrógeno.

En condiciones naturales, el nitrógeno forma un doble ciclo aire-suelo, pero se mantiene estable (Fig 1 en el apéndice), (11).

2.3 Forma de vida y alimentación de las bacterias.

En algunas plantas, el metabolismo básico difiere mucho del de las plantas superiores. En general respecto a su nutrición, las plantas pueden elaborar su alimento per se (autotrofas), o bien deben tomar los alimentos ya elaborados (heterotrofas).

Las autotrofas pueden usar energía de la luz para vivir (fotosintéticas), o bien usar energía química de una reacción primaria (quimiosintéticas); las heterotrofas pueden vivir en un medio orgánico ya muerto (saprófitas) o del protoplasma vivo (parásitas) (11).

2.4 Bacterias nitrantes y nitrificantes.

De los dos tipos de bacterias que se relacionan con el suelo, se pueden observar sus características en el cuadro No 1.

CUADRO No 1

CARACTERISTICAS DE LAS BACTERIAS NITRANTES Y NITRIFICANTES

	BACTERIAS NITRANTES	BACTERIAS NITRIFICANTES
Género	Azotobacter y Clostridium	Nitrosomas, Nitrosococcus y Nitrobacter
Nutrición	Saprófitas	Quimiosintéticas
Actividad	Fijan el nitrógeno atmosférico del aire; no exigen nitrógeno en el suelo. Utilizan hidratos de carbono en el suelo para obtener energía	No fijan el nitrógeno atmosférico del aire; exigen nitrógeno en el suelo y lo oxidan para obtener energía. No necesitan hidratos de carbono en el suelo.

Tanto el género Azotobacter como el Clostridium viven libres en suelos de pH 5 a 6 preferentemente; el Azotobacter es aerobio y fija 15 mg de nitrógeno por gramo de hidrato de carbono oxidado; el Clostridium es anaerobio y fija de 2 a 3 mg de nitrógeno por un gramo de hidrato de carbono oxidado. Se calcula que en un suelo tipo, se fijan 100 Kg/ha/año.

La fijación de nitrógeno por estas bacterias exige altas cantidades de hierro, molibdeno y calcio, y es inhibida por el amoníaco, nitratos y nitritos, pues las bacterias nitrantes muestran mayor facilidad para usar el nitrógeno del suelo que el del aire (11).

2.5 Bacterias nitrantes simbióticas.

Las bacterias nitrantes simbióticas pertenecen al género Rhizobium del que existen diversas especies, las cuales se nombran según la afinidad con la leguminosa a la que parasitan: Rhizobium melilotii, Rhizobium phaseoli, etc.

El Rhizobium puede vivir libremente en el suelo por largo tiempo, pero está realmente adaptado a vivir en parasitismo o simbiosis con la leguminosa, por lo que emigra a las raíces de éstas, formando nódulos de significación discutida; el Rhizobium vive dentro de las células tomando formas extrañas llamadas bacteroides.

Es muy discutible si se trata realmente de una simbiosis o de un parasitismo tolerado, pues si la infestación es masiva, la leguminosa -- puede morir; desde el punto de vista agrícola es una simbiosis, pues ni la leguminosa ni el Rhizobium, viviendo aisladamente, pueden fijar el nitrógeno del aire (11).

2.6 Proceso de fijación del nitrógeno atmosférico.

El Rhizobium solo invade células de los nódulos que tienen el doble de la cromatina normal. Para su actividad requieren altas cantidades de molibdeno, que es un constituyente de la nitrogenasa; cobalto, que es también constituyente de enzimas; cobre, cuya función se desconoce, y -- fósforo, para formar ATP (11).

Existen puntos oscuros, como el gran requerimiento de energía del ATP y la presencia de una nitratorreductasa. En todo caso, para fijar el nitrógeno, se requiere luz.

El sustrato energético para el proceso lo constituyen hidratos de carbono y ácidos orgánicos que sintetiza la leguminosa en la hoja, los - cuales se transportan a la raíz. El primer producto encontrado en experi- mentos con nitrógeno atmosférico, fue el amoníaco, que puede pasar a los ácidos orgánicos.

En los nódulos se encuentra un pigmento rojo, que es una hemo-- teína que liga oxígeno a la que se ha llamado leghemoglobina; no se conoce bien su papel, pero parece ligarse a la fijación del nitrógeno atmosféri- co, porque facilita la difusión de oxígeno en los tejidos, ya que el alto consumo de oxígeno pudiera crear un limitante del proceso. La figura 2 en el apéndice, presenta un esquema del proceso. (11)

El proceso se realiza por bacterias nitrificantes del género bacte- riano Rhizobium, siempre y cuando en el suelo exista menor cantidad de -- nitrógeno que en el aire. Los Rhizobium o bacterias infectan los pelos ab- sorbentes de las raíces de las leguminosas. Las bacterias toman la energía de la planta a la cuál han infectado y esta a su vez recibe el nitrógeno que la bacteria ha logrado fijar. Este es un proceso recíproco y recibe el

nombre de simbiosis, porque los dos organismos se aprovechan entre sí.

Para que este proceso se realice, es necesario que la bacteria exista en el suelo, pero cuando no la hay disponible, se puede añadir por medio del proceso de inoculación de la semilla.

Las bacterias de Rhizobium viven libres en el suelo, de modo que si en el terreno se ha sembrado anteriormente legumbres, es seguro que las habrá en cantidad suficiente y no hay necesidad de inocular las semillas (14).

2.7 Procedimiento de inoculación.

La semilla se inocula de la siguiente manera:

- Humedecer ligeramente la semilla para que el inoculante se adhiera
- Impregnar perfectamente la semilla con el inoculante.
- Evitar que la semilla inoculada, así como el recipiente que contiene el inoculante, quede expuesto al sol y al viento.
- Inocular solo la cantidad de semilla que se sembrará el mismo día.

El proceso de nodulación de las bacterias es como sigue:

- 1.- Bacterias Rhizobium. Son pequeños bastoncitos que se mueven en el suelo por medio de flagelos periféricos. Viven libres en el suelo.
- 2.- Las bacterias se dirigen hacia los pelos absorbentes de la raíz y se acumulan en un lugar del pelo por la atracción de ciertas sustancias.
- 3.- El nódulo se empieza a formar sólo cuando han brotado las primeras hojas verdaderas, porque con el proceso de fotosíntesis,



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

Las hojas producen ciertas sustancias que llegan a la raíz - de la planta.

- 4.- Las bacterias proliferan cerca de los pelos absorbentes. El pelo secreta auxinas que rizan los pelos. Las bacterias penetran en el punto donde el pelo se riza.
- 5.- Los pelos continúan rizándose. Una vez que las bacterias penetran en el pelo, empiezan a multiplicarse. Estas crean un hilo de infección que une las células xilemáticas de la raíz.
- 6.- Hilo de infección.
- 7.- Células xilemáticas.
- 8.- Nódulo. Es una masa de células que contiene las bacterias. - Las células infectadas se dividen por el estímulo de las bacterias para formar las nodulaciones de la raíz. La masa queda rodeada de células pequeñas no contaminadas por las bacterias.
- 9.- Cuando las células que rodean el nódulo envejecen, dejan salir las bacterias infectantes. Estas quedan libres en el suelo sin movilidad, en espera de otra legumbre para volver a fijar nitrógeno (14).

2.8 Crecimiento de Rhizobium.

Las condiciones de crecimiento de Rhizobium son:

- a) Temperatura. Los Rhizobium se desarrollan en forma óptima a -- temperaturas entre 29 y 30° C.
- b) pH. Las bacterias pueden reproducirse en suelos con un pH entre 4.5 y 9.6
- c) Oxígeno. Los Rhizobium son organismos aerobios. No obstante, éstos pueden sobrevivir en suelos con un contenido de oxígeno inferior al de la atmósfera.
- d) Fertilidad del suelo. Entre más fértil sea el suelo, mayor será

el número de Rhizobium. Sin embargo, si el suelo tiene altas -- concentraciones de nitrógeno atmosférico, no se realiza la nodu-- lación. El fósforo debe existir en cantidades adecuadas para -- que haya una buena concentración de bacterias. El calcio y el -- molibdeno son indispensables para que se realice la fijación de nitrógeno.

Cuando la población bacteriana es escasa, se puede recurrir a la -- inoculación para mantener un nivel uniforme de ellas. Esto sucede cuando la leguminosa cultivada no se ha sembrado desde hace mucho tiempo.

Las infecciones por nematodos pueden producir protuberancias en la raíz, que pueden confundirse con las nodulaciones bacterianas. Sin embar-- go, las nodulaciones bacterianas se diferencian de las protuberancias en que las primeras son de forma regular, mientras que las segundas son muy irregulares (14).

2.9 Requerimientos de nitrógeno de las leguminosas.

Bajo condiciones normales, el frijol obtiene de la atmósfera el ni-- trógeno necesario a través de la fijación simbiótica. Por consiguiente, a las leguminosas se les debe aplicar el nitrógeno en dosis moderadas, en -- un tiempo temprano en el ciclo, cuando aun no se han desarrollado sus nó-- dulos. Si se aplica estiércol, no será necesario aplicar nitrógeno en for-- ma de fertilizantes químicos. Se aplican alrededor de 25 ton de estiércol por ha, de dos a tres meses antes de la siembra.

Con frecuencia, la fijación del nitrógeno empieza lentamente o se -- retrasa. Esto puede ocurrir en suelos pesados, húmedos, compactados, con una aireación deficiente y cuando la temperatura del suelo es baja. En es-- tos casos será necesario aplicar nitrógeno antes de la siembra. El nitró--

geno se distribuye normalmente al voleo, a razón de 10 a 30 Kg-ha. Se incorpora al suelo con una rastra de dientes, antes de la siembra.

No obstante, siempre es mejor estimular una eficiente nodulación, - mediante una adecuada preparación de la tierra, para que tenga una buena aireación. En suelos vírgenes o cuando se cultiva el frijol por primera vez, puede ser necesario también una aplicación de cultivos de las bacterias propias del suelo.

Al observar el desarrollo de los nódulos en las raíces, se determina la necesidad de aplicaciones de nitrógeno y bacterias:

- 1.- Nodulación deficiente. Los nódulos son pequeños duros y esféricos. Son de color blanco. Se distribuyen a lo largo del sistema radicular. Las raíces son alargadas y tienen pocas ramificaciones laterales.
- 2.- Nodulación eficiente. Los nódulos son grandes, carnosos y rosados en su interior. El número y la distribución de los nódulos están relativamente restringidos. Se alojan principalmente en la proximidad del cuello de las primeras raíces secundarias (14)

2.10 Modelos de temporal de reducción de nitrato y actividad nitrogenante en el frijol.

Los modelos de actividad reductora de nitrato en las hojas y la actividad nitrogenante del nódulo en la raíz (reducción de acetileno) fue investigada a través de la temporada, en campos donde crecen plantas de frijol.

La actividad nitrogenante se inició cerca de dos semanas después de la siembra, alcanzando su máximo, al florecimiento (cinco semanas después

de la siembra) y declinando rápidamente de ahí en adelante. Después de la floración el frijol estaba aparentemente dispuesto a tomar y asimilar los nitratos como revela el incremento de nitrato, contenido en el tallo y -- los niveles superiores de actividad reductora de nitrato en las hojas.

La actividad reductora de nitrato en el total de la planta fue máxi ma después de la floración, resultando así en producción de semillas más elevadas (59% sobre el control o testigo).

El frijol puede beneficiarse tanto de la fijación de nitrógeno atmosférico como de la asimilación de nitratos y la reducción del nitrato - juega un papel importante en la asimilación del nitrógeno después de la - floración.

La fijación biológica del nitrógeno atmosférico y la asimilación de nitratos representa la mayor fuente de reducción de nitrógeno incorporado a través de la fijación de nitrógeno atmosférico en las plantas de frijol. Ensayos para completar la fijación del nitrógeno atmosférico con fertilizante de nitrógeno, no tuvieron éxito en incrementar la producción.

Los modelos de temporal de plantas de soya tomados para la reducción de nitratos y fijación de nitrógeno atmosférico, indican que el proceso de asimilación de nitratos y fijación del nitrógeno atmosférico son eventos - que se suceden, cada uno contribuyendo con nitrógeno a los periodos defini dos del desarrollo de la planta.

La actividad nitrogenante máxima precedió al pico de actividad reductora de nitrato y ésta es una de las mayores diferencias observadas en relación a los patrones reportados de las plantas de soya.

La habilidad de las plantas para absorber nitratos después de la flo

ración causan la inducción de más altos niveles de actividad reductora de nitrato en la hoja e indicó que la reducción de nitrato juega un papel mayor en la incorporación de nitrógeno durante los periodos de desarrollo - de post-floración (1).

2.11 Crecimiento y desarrollo de cultivares de frijol de crecimiento determinado e indeterminado inoculados con Rhizobium.

Veinte cultivares de Frijol difiriendo en el hábito de crecimiento e inoculados con una eficiente raza de Rhizobium phaseoli, fueron muestreados semanalmente en un periodo de 22 a 99 días después de plantados.

La reducción de acetileno y actividad específica del nódulo fueron similares, o mejor que las reportadas en otros granos de leguminosas, y fueron más altas que las logradas por los cultivos de soya. Aunque el periodo de fijación activa fue limitado, las ganancias de nitrógeno fueron de 25-30 Kg-ha durante el ciclo de crecimiento.

Los frijoles trepadores fueron superiores a los de mata en la reducción de acetileno y actividad específica del nódulo, pero difirieron un poco en el desarrollo del nódulo. Dos variedades, Cargamanto y Sangretoro, fueron sobresalientes en la fijación.

Todas las plantas nodularon libremente sin diferencia en el desarrollo del nódulo entre los cultivos de mata y trepadores. El desarrollo máximo del nódulo ocurrió entre la floración y el inicio del llenado de la vaina.

Aunque los frijoles están considerados como débiles en la fijación - simbiótica de nitrógeno, los veinte cultivares estudiados alcanzaron porcentajes de reducción de acetileno y actividad nodulante, similares a los

reportados en otros granos de legumbres y superior al cultivo de soya incluido para comparación.

Las variadas diferencias en la fijación reportadas aquí deben sacar partido para asegurar que las asociaciones de frijol y Rhizobium activamente fijan el nitrógeno bajo condiciones del campo. La multiplicación en la fijación y producción en las variedades comerciales pueden probarse -- (2).

2.12 Desarrollo del nódulo y fijación de nitrógeno en cultivares - de frijol influenciados por la densidad de plantación.

Tres cultivos de frijol, examinados 39 y 69 días después de plantados, difirieron en el grado de fijación de nitrógeno y desarrollo del nódulo, afectados por la densidad de plantación.

A los 69 días después de la siembra, dos variedades fueron avanzadas en el llenado de vainas y mostraron una pobre nodulación y limitada fijación, aún en los espacios vastos de plantación, mientras que la nodulación y fijación de nitrógeno (reducción de acetileno) en la tercera variedad, que acababa justo de florecer, se mostró óptima, similar a la de cosecha temprana.

La densidad en la plantación afecta tanto a la producción como a la fijación simbiótica del nitrógeno en los granos de legumbres. Los efectos en la densidad de las plantas en la fijación de nitrógeno han sido evaluados en chícharos y soya, pero no en frijol. Hardy & Havelka (1976) demostraron una disminución en la fijación por planta, a medida que se incrementaba la densidad de plantación, pero la fijación por unidad de área - quedó relativamente constante.

La fijación máxima por ha en los tres cultivos fue similar y ocu---

rrió en las densidades más altas de plantación estudiadas (3).

El abastecimiento de fotosintatos a los nódulos limita la fijación de nitrógeno en los granos de legumbres. Las respuestas obtenidas en la fijación para cada grupo de hábito de crecimiento son similares a los reportados previamente por producción e indican que los cultivos activos en fijación de nitrógeno no necesitan ser pobres productores como en algunas veces se ha mencionado (3).

2.13 Fijación de nitrógeno en cultivos de frijol en monocultivo o asociados con maíz.

El desarrollo de la planta y del nódulo y la fijación de nitrógeno fueron estudiadas en dos cultivares de frijol tipo indeterminado en monocultivo, o asociados con dos poblaciones de maíz difiriendo en sus características de crecimiento.

La competencia por la luz y/o nutrientes en las plantas asociadas con este cultivo afectan el peso fresco del frijol por planta hasta los 80 días después de la plantación (4).

2.14 Nodulación de legumbres.

Las reacciones de las legumbres al nitrógeno, indican reducción de fijación de nitrógeno y por lo tanto, la posibilidad de una reacción a la inoculación con una bacteria más efectiva en el nódulo de la raíz.

Una pequeña cantidad de nitrógeno (43 Kg/ha), no afectó la nodulación de las plantas no inoculadas, pero redujeron la de las plantas inoculadas y aplicaciones más altas (86 Kg/ha) disminuyeron más la nodulación, el nitrógeno contenido en las plantas fue incrementado por ambas, inocula-

ción y aplicación de nitrógeno.

La aplicación de 86 Kg/ha de nitrógeno, dió una producción mayor -- que con la inoculación, sugiriendo que el nivel de nodulación y fijación de nitrógeno no fue suficiente para abastecer las necesidades de la planta de nitrógeno.

Parece que el uso de razas de Rhizobium más efectivas y unas condiciones del medio ambiente más propicias, dan una mayor respuesta a la inoculación (5).

2.15 Inoculación por medio de la técnica de perforación fluida.

Poniendo en contacto la bacteria y la semilla cuando la raíz primaria ha comenzado a alargarse, hasta ahora parece ofrecer ventajas sobre la técnica convencional (7).

El número medio de nódulos por planta en los controles no inoculados fue el mismo (promedio: 0.64 nódulos por planta), si la semilla se sembró por perforación líquida o por la técnica de semilla seca, pero en los tratamientos usando Rhizobium hubo significativamente más nódulos por planta donde las semillas fueron sembradas por el taladro fluido que en los controles de semillas secas.

Las condiciones del campo experimentadas en este estudio parecen haber sido adversas, pero la técnica de la perforación fluida aún así, dió una buena inoculación. Es improbable que la superioridad de la técnica de perforación fluida pueda ser atribuida simplemente al efecto de haber inyectado agua con la semilla, porque ésta era de 3 ml/semilla. Su éxito parece más bien deberse al contacto íntimo entre las células de Rhizobium y las raíces.

Se concluye que otros experimentos, usando la técnica de perforación fluida de inoculación, están garantizados bajo un arreglo de las condiciones del campo (7).

2.16 Inoculantes de Rhizobium japonicum.

En una evaluación de inoculantes de Rhizobium japonicum en suelos que contienen una población natural de Rhizobia, ésta fue conducida para medir la efectividad de inocular soya con cultivos comerciales de Rhizobium japonicum en la producción de semillas y el porcentaje de proteína cuando la soya crece en suelos donde ha crecido soya nodulada previamente.

Las producciones de semilla en 1967 no se incrementaron significativamente con ningún inoculante. En 1968, ninguna producción de semilla o proteína fue significativamente afectada por los inoculantes aplicados cuando fueron comparados.

Aparentemente la raza más exitosa no produjo suficientes del total de nódulos para incrementar significativamente la cantidad de nitrógeno disponible de la planta.

Estos estudios indican que la inoculación de la soya con Rhizobium japonicum al tiempo de la plantación no es prometedora para incrementar significativamente la producción de soya, o el porcentaje de proteína si el Rhizobium está presente en el suelo, en cantidades adecuadas.

El mejoramiento de los procesos de inoculación, las pruebas de razas de Rhizobium japonicum necesitan ser extensas. Por lo pronto, muchas razas están protegidas solamente por la efectividad (cantidad de nitróge

no fijado) en combinación con la "hospitalidad" de la planta.

La competitividad de las razas de Rhizobium utilizados en inoculantes deben ser evaluados, ya que las razas agregadas deben ser capaces de competir efectivamente para los nódulos de los lugares, con las razas ya presentes en el suelo (6).

2.17 Competencia entre razas bacterianas efectuando la nodulación en soya.

La competencia entre los genotipos de Rhizobium japonicum fue estudiada usando la inducción de clorosis, razas 76 y 94 para facilitar la identificación de las razas recuperadas de los nódulos de plantas de soya.

Las técnicas estudiadas indicaron que con unas raras excepciones, un solo nódulo contenía solo una raza bacteriana y que la clorosis en los sembreros de sorgo producido por un agua extraída del nódulo fue indicación formal que el nódulo contenía una raza inductora de clorosis.

La competitividad de una raza es aparentemente independiente de su -- efectividad en la fijación de nitrógeno. Así, una raza superior en un cultivo puro puede contribuir poco cuando se aplica en un inóculo mezclado con otras razas. Si la competitividad y efectividad son características -- completamente independientes, la probabilidad de una raza dada que sea superior en ambas características es indudablemente pequeña. En suma, ambas competitividad y efectividad son influenciadas por el genotipo del hospedante.

El uso de razas inductoras de clorosis en la mezcla de inóculo facilita grandemente el estudio de la competencia entre las razas. El grado de clorosis resultante de tal inóculo es un simple medio de obtener una --

vaga aproximación o indicación de la relación competitiva entre las razas, y la característica inductora de clorosis permite la identificación de los módulos producidos por la raza inductora de clorosis (9).

2.18 Fijación de nitrógeno en campos de habas.

La fijación de nitrógeno en muchas legumbres disminuye durante la fructificación; una razón que se sugiere para esto, es que los frutos compiten con los módulos por el abastecimiento de los fotosintatos disponibles.

De esto, se deduce que en las plantas con pocas vainas madurando, la fijación de nitrógeno sea menos afectada por la reducción de abastecimiento de los fotosintatos.

El presente estudio investiga la relación entre el carbono y fijación de nitrógeno en campos de habas afectados por la densidad de población y su relación con la humedad del suelo.

Los datos sostienen que la competencia entre la planta es un factor dominante controlando la actividad en las densidades bajas pero que los factores del medio ambiente vienen a ser progresivamente mas importantes con el incremento de la densidad.

Los datos de reducción de acetileno sugieren que la fijación de nitrógeno puede estar limitada durante el desarrollo del fruto y maduración, pero el análisis de nitrógeno no apoya esta conclusión. Otros trabajos han encontrado una extensa correlación entre las tasas de reducción de acetileno y fijación de nitrógeno y el nitrógeno actual incorporado en las plantas (12).

2.19 Nodulación y fijación de nitrógeno en campos donde crece frijolillo.

El frijolillo (Vigna unguiculata, L.) es una legumbre considerada como tolerante a la sequía. El proceso de fijación de nitrógeno, sin embargo, es sensible a la escasez de agua. Este estudio fue conducido para describir el desarrollo de la nodulación y fijación de nitrógeno en campos donde crecen frijolillos californianos, afectados en los períodos de crecimiento y sequía.

En el régimen de sequía, la fijación de nitrógeno fue restringida por las interacciones combinadas de sequía en la irrigación al inicio, el mantenimiento e integridad de los nódulos durante el período de sequía hubo una visible pérdida de nodulación debido a la senectud y falta de humedad. Cuando se reanuda la irrigación sobreviene la actividad nitrogenante.

Las plantas sometidas a la sequía fueron capaces de fijar entre el 18 al 70% de lo fijado por las plantas bien humectadas. Las plantas "secas" fallaron para formar nódulos de alta actividad nitrogenante hasta los períodos reproductores de desarrollo de la cosecha, disminuyeron la capacidad de fijación de nitrógeno.

No hubo diferencia significativa en la producción final de semilla de 2,700 Kg/ha (10% humedad) entre las razas de inóculos o regímenes de humedad.

Aparentemente la cosecha tenía suficiente nutrición de nitrógeno, por eso las diferencias en fijación de nitrógeno no resultaron en diferencias finales en la producción de semillas. Concebiblemente con menos ni--

trógeno disponible en el suelo, las proporciones de fijación de nitrógeno pudieron haber sido mas altas, o las producciones en los controles, - mas bajas (13).

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Materiales

3.1.1 Localización.

La comarca Lagunera está ubicada en la parte suroeste del estado de Coahuila y Noreste del estado de Durango, comprendida entre los paralelos $26^{\circ} 30'$ y $27^{\circ} 00'$ de latitud norte, y entre los meridianos $102^{\circ} 00'$ y $104^{\circ} 40'$ de longitud al oeste del meridiano de Greenwich. Las fuentes de abastecimiento son las cuencas de los ríos Nazas y Aguanaval y el agua del subsuelo.

3.1.2 Localización del sitio experimental.

El experimento se llevó a cabo en el campo experimental del Centro - Nacional de Métodos Avanzados de Riego (CENAMAR), ubicado en la margen derecha del Canal Sacramento, En 6.5 del distrito de riego No 017 en la Región Lagunera, enclavado en el municipio de Gómez Palacio, Dgo., México, a una altitud de 1,200 msnm.

3.1.3. Clima.

Según el método de Koppen, modificado por García (1964) se clasifica como BW (h') hw (e'). Muy seco o desértico, cálido, temperatura media - - anual mayor de 22° C, la del mes más frío menor a 18° C, con régimen de -- lluvias de verano: por lo menos diez veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo, de la mitad caliente del año que en el más seco, un por-- centaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2 de la total anual, muy extenso oscilación mayor a 14° C (16).

3.1.3.1 Temperatura.

Se diferencian dos épocas, la primera comprende desde Abril hasta --
Octubre, en la cuál la temperatura media mensual excede a los 20° C y la -
segunda comprende los meses de Noviembre a Marzo, en los cuales la tempera-
tura media mensual oscila entre 13.6 y 19.4° C. Los meses más calurosos -
son de Mayo a Agosto y los más fríos, Diciembre y Enero.

3.1.3.2 Precipitación.

De acuerdo a las lluvias registradas durante los últimos 35 años en
la estación climatológica de Cd. Lerdo, Dgo., se concluye que en la Comar-
ca Lagunera, el período máximo de precipitación está comprendido en los me-
ses de Mayo, Junio, Julio y Octubre.

La precipitación total durante los años involucrados ha sido muy va-
riable, con un promedio de 242.2 mm y una fluctuación desde 77.8 mm en el
año más seco 1954, hasta 434.9 mm en el año más "húmedo" 1958.

3.1.3.3 Humedad relativa.

La humedad relativa varía según las estaciones del año, esta humedad
es el promedio de las observaciones efectuadas durante el día.

Primavera	31.3%	Verano	46.2%
Otoño	52.9%	Invierno	44.3%

3.1.3.4 Datos climatológicos.

En el cuadro No 2 se observan los datos climatológicos registrados -
durante el experimento.

CUADRO No 2

DATOS CLIMATOLOGICOS

MES	TEMPERATURA \bar{x} MENSUAL (°C)	PRECIPITACION MENSUAL (mm)	EVAPORACION \bar{x} DIARIA (mm)
Junio	26.6	46.2	10.4
Julio	26.5	6.9	10.3
Agosto	25.7	6.2	8.8
Septiembre	23.9	11.8	7.1
Octubre	20.0	54.2	5.2

(Estación Termopluviométrica del Campo Experimental CENAMAR)

3.1.4 Suelo.

En la región, existen once series de suelos. La serie Coyote no solo es la mas importante por la superficie que ocupa, también lo es por sus características físico-químicas; el perfil típico de esta serie es de suelo franco, hasta los dos metros de profundidad aun cuando en el área que cubre puede haber variaciones a suelos un poco más pesados (migajón-arcilloso).

En el cuadro No 3 se detallan las principales series de suelos de la región.

CUADRO No 3

PRINCIPALES SERIES DE SUELOS

Serie Coyote	98,218.21 ha
Serie Zaragoza	69,267.96 "
Serie Sn. Pedro	65,088.28 "

Serie Sn. Ignacio	56,293.69 ha
Serie Tlahualilo	21,433.00 "
Serie Noe	16,997.00 "

Estudio agrológico de la Región Lagunera SRH 1951. En el año de 1966 se realizó un nuevo muestreo, encontrando las mismas características físicas y químicas del suelo.

Los suelos del Área experimental pertenecen a la serie Coyote, bajos en contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y normales en pH.

3.1.4.1 Características físicas del suelo.

Para la determinación de las características físicas y químicas del suelo, se llevó a cabo un muestreo en el área que ocupó el experimento, en los estratos 0-30, 30-60 y 60-90 cm de profundidad.

Las muestras fueron secadas y tamizadas, para posteriormente, realizar las siguientes determinaciones: textura, capacidad de campo, porcentaje de marchitez permanente y densidad aparente. Los resultados de estas determinaciones se muestran en el cuadro No 4.

CUADRO No 4

CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO

PROF. cm	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	TEXTURA	CC	PMP	DA g/cm ³
00-30	44.92	28.00	27.08	Mra	28.60	19.0	1.27
30-60	42.92	30.00	27.08	Mr	27.31	17.1	1.27
60-90	40.92	32.00	27.08	Mr	24.75	14.2	1.27

Para lograr una mejor comprensión de la relación agua-suelo en el riego por superficie se hace necesario conocer las propiedades físicas del suelo, ya que del conocimiento de la capacidad de retención del mismo se programará la lámina a reponer en la capa de suelo en que se encuentran las raíces, de ellas depende también el movimiento del agua en el suelo; la facilidad con que sean tomados los nutrientes, agua y aire; factores éstos de gran importancia en el desarrollo de las plantas.

3.1.4.2 Características químicas del suelo.

Después de que las muestras fueron secadas al sol y tamizadas, en el laboratorio se obtuvieron los extractos de saturación para las diferentes determinaciones químicas, de las cuales es importante conocer la cantidad de cationes y aniones, con objeto principal de establecer la composición de las sales solubles presentes.

La determinación de los cationes solubles proporciona una información precisa del contenido total de sales, así como otras propiedades de soluciones salinas como la conductividad eléctrica (CE), las características químicas se presentan en el cuadro No 5.

CUADRO No 5

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO

	P R O F U N D I D A D		
	00-30 cm	30-60 cm	60-90 cm
Calcio Me/l	16.48	11.84	10.40
Magnesio Me/l	6.56	5.12	3.12
Sodio Me/l	3.34	3.18	4.60

	00-30 cm	30-60 cm	60-90 cm
Bicarbonatos Me/l	1.50	1.80	1.50
Sulfatos Me/l	20.52	14.60	14.11
Cloruros Me/l	4.10	3.30	2.40
Sodio intercambiable %	0.312	0.392	1.33
Nitrógeno total	0.055	0.0205	0.0171
pH	7.54	7.52	7.56
Materia orgánica %	1.068	0.41	0.342
Carbonatos insolubles %	9.76	10.45	11.26
Conductividad eléctrica	2.63	1.998	1.784

Cenamar. Verano de 1981.

Nota: Los valores del cuadro anterior, son promedios tomados de cinco pozos

3.1.4.3 Clasificación.

Por salinidad, se considera un suelo sin problemas de sales. Por fertilidad se clasifica como pobre en contenido de materia orgánica y nitrógeno total.

En función de todo lo anterior, el análisis de suelo, indica que el mismo se puede utilizar sin riesgos en la producción agrícola.

3.1.5 Agua de riego.

Las fuentes de abastecimiento de agua con que dispone la región son tres:

- El agua que proviene del río Nazas, controlada por las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco, actuando esta última como reguladora.

- La segunda fuente son los escurrimientos del río Aguanaval, los cuales son muy irregulares, con esta fuente se puede regar en forma variable de 4,000 a 11,000 ha.

- La tercera fuente es el agua del subsuelo, en la que la extracción año con año es mayor que la recarga, generándose una baja anual en el nivel de 4.0 m (comunicación personal).

El agua empleada para el riego de este experimento, fue del Canal Sacramento, alimentado por las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco.

3.2 Características agronómicas.

3.2.1 Datos agronómicos.

Estos aspectos se consideraron de acuerdo a las recomendaciones del Centro de Investigaciones Agrícolas del Norte (CIAN) 1978.

3.2.1.1 Material experimental.

Las variedades de frijol utilizadas en este experimento fueron: Matamoros 64, Delicias 71 y Pinto Mexicano 80, que son las de mayor aceptación en el mercado de la Región Lagunera.

3.2.1.2 Preparación del terreno.

a) Barbecho.- Se realizó un barbecho con el fin de aflojar la tierra y facilitar la penetración de las raíces. Este fue hecho a una profundidad de 25 a 30 cm lo más uniforme posible, usando para tal efecto un arado de discos.

b) Rastreo.- Se efectuó un rastreo doble en forma cruzada de tal manera que se logró tener la tierra, lo más mullida posible y de esta forma proporcionar una buena cama de siembra.

c) Nivelación.- Se llevó a cabo una nivelación con el fin de evitar altibajos y tener una buena distribución del agua en la parcela experimental.

3.2.1.3 Levantamiento topográfico.

Realizado el paso de la niveladora, se procedió a efectuar un levantamiento topográfico del lote experimental y en base a éste, se procedió a la distribución de los bloques, tratamientos y sub-parcelas en el área experimental (Fig 4 en el apéndice).

3.2.1.4 Preparación de la semilla.

Con anticipación a la siembra, se pesó en una balanza de precisión, la semilla necesaria para sembrar surcos de 5 m de longitud. Previamente se había calculado la cantidad de semilla, de acuerdo a los siguientes datos:

$$\begin{array}{ll} \text{Densidad de población: } 40 \text{ Kg/ha} & 40,000 \text{ g} - 10,000 \text{ m}^2 \\ \text{Ancho del surco: } 0.70 \text{ m} & \times - 3.5 \text{ m}^2 \\ A = 5 \text{ m} \times .70 \text{ m} = 3.5 \text{ m}^2 & \times = 140,000 \div 10,000 \\ & \times = 14 \text{ g} \end{array}$$

La semilla se guardó en bolsitas de polietileno hasta que se sembró.

3.2.2 Fecha de siembra y densidad de población.

Se utilizó tractor sólo para abrir el surco, ya que la siembra se rea

lizó en forma manual. Esta se efectuó en surcos separados entre sí .70 m - y aproximadamente 12 cm entre plantas, con una población aproximada de - - 120,000 plantas por ha. La fecha de siembra fue el 22 y 23 de Junio de - - 1981.

3.2.2.1 Inoculación.

Los humus inoculantes de Rhizobium phaseoli, fueron preparados en la Universidad del estado de Nuevo México, por el Dr. Lindemann, habiendo probado ser superiores en anteriores experimentos. Fueron muy bien esterilizados por dos radiaciones de rayos gamma en Converters, Inc. de El Paso, Tex.

El pH del humus fue elevado hasta aproximadamente 6.5 con carbonato de calcio y cultivo líquido de 5 días de Rhizobium phaseoli, mezclado en el humus. El humus inoculante fue incubado por varios días y después mantenido en almacenamiento frío a 4°C.

El humus fue transportado por el Dr. Lindemann, investigador de la - Universidad del estado de Nuevo México, quien fue el responsable de la selección de las razas de Rhizobium phaseoli, las que previamente demostraron ser superiores en nodulación y habilidad para fijar nitrógeno atmosférico.

La inoculación se efectuó momentos antes de la siembra; se humedeció la semilla, introduciéndose a la bolsa que contenía el inoculante, agitándose hasta lograr una eficiente impregnación de la semilla y sembrándola inmediatamente. Este proceso se siguió en cada uno de los tratamientos o parcelas, teniendo cuidado de no exponer el material inoculante a la insolación.

Para evitar la contaminación de una raza con otra, al finalizar la siembra de un tratamiento, se procedía a asearse las manos, porque la siembra se hizo en forma manual.

3.2.2.2 Fertilización.

La fertilización se realizó en forma manual, ya que dos tratamientos 9 y 10 no llevaban fertilizante fosforado. El resto se fertilizó con 60 unidades de superfosfato triple por ha. Solo los tratamientos 6 y 9 fueron fertilizados con 40 unidades de sulfato de amonio por ha.

La aplicación fue hecha "al voleo" el día 10 de Julio de 1981. Los cálculos de la cantidad necesaria de fertilizante fueron los siguientes:

Se utilizó superfosfato triple al 46% para lograr 60 unidades de anhídrido fosfórico (P_2O_5).

Longitud del surco por tratamiento: 16 m

Ancho del surco: 0.70 m

Area del surco: 11.20 m^2

$130,500 \text{ g} - 10,000 \text{ m}^2$

x - 11.2 m²

x = $1,461.600 \div 10,000 = 146.16 \text{ g}$

Para lograr las 40 unidades de nitrógeno, se utilizó sulfato de amonio al 20.5% con los datos siguientes:

100 - 20.5

x - 40

$195,000 \text{ g} - 10,000 \text{ m}^2$

x = 11.2 m²

x = $4000 \div 20.5 = 195 \text{ Kg/ha}$

x = $2,184.000 \div 10,000 = 218.4 \text{ g/surco de -}$

3.2.2.3 Aplicación de riegos.

Para completar y satisfacer los requerimientos hídricos del cultivo, se aplicaron cuatro riegos, siendo el primero de presiembra o aniego y los tres restantes de auxilio; éstos fueron realizados como se detalla en el cuadro No 6.

CUADRO No 6

RIEGOS APLICADOS DURANTE EL EXPERIMENTO

NUMERO	RIEGO	LAMINA APLICADA	EPOCA DE APLICACION
1	Presiembra	15 cm	12 días antes de la siembra
2	1o de auxilio	15 "	23 días después de la siembra
3	2o de auxilio	10 "	21 días después del 1o de aux.
4	3o de auxilio	10 "	28 días después del 2o de aux.

3.2.2.4 Calibración de sifones.

Para la aplicación del agua de riego en cada tratamiento, se utilizaron sifones de aluminio de 3.5 cm de diámetro. Estos sifones fueron calibrados previamente. La calibración se realizó con el fin de lograr una correcta aplicación del volumen de agua programado para cada riego.

Con esta calibración se logró conocer ampliamente la relación carga - hidráulica-gasto derivado del sifón utilizado. La calibración se llevó a cabo en el campo y se obtuvieron datos de gastos en litros por segundo operando con diferentes cargas hidráulicas.

Cuando los sifones estaban funcionando, se midió la carga hidráulica con una manguera blanda de hule transparente, de un cm de diámetro auxiliándose para tal efecto de una regla graduada en cm para conservar los sifones

a carga constante, durante el tiempo de riego, el nivel de la regadera se mantuvo estático, utilizando un vertedor de demasias, el cuál regulaba la carga hidráulica a través de las variaciones de gasto en la escotadura.

3.2.2.5 Escardas.

Inmediatamente después de la fertilización y algunos días después - de los riegos, se efectuó un paso de la cultivadora "Lillistone" con objeto de incorporar el fertilizante y en el caso de los riegos, de romper - una pequeña costra o tecata que se formaba después del riego, permitiendo así la aireación del suelo.

3.2.2.6 Combate de malezas.

Dentro de la parcela experimental, no hubo necesidad de efectuar -- deshierbes, únicamente en las regaderas se eliminó a las malezas, que en un momento dado podrían entorpecer la conducción del agua de riego y ser foco de infestación de plagas.

3.2.2.7 Control de plagas.

Durante el ciclo del cultivo, se presentaron las siguientes plagas: trips (Thrips sp) y chicharritas (Empoasca sp) por lo que fue necesario su control químico mediante dos aplicaciones con dos productos comerciales, según se muestra en el cuadro No 7.

CUADRO No 7

CONTROL DE PLAGAS

NOMBRE COMUN	NOMBRE TECNICO	DAÑOS	CONTROL
Trips	<u>Thrips sp</u>	Estos insectos chupan la	0.5 l de Azodrin

NOMBRE COMUN	NOMBRE TECNICO	DAÑOS	CONTROL
Trips	<u>Thrips sp</u>	savia de la planta y al mismo tiempo rompen los tejidos celulares. Las plantas se debilitan y se secan prematuramente	al 5% + 0.45 l de Diapar 720 disueltos en 200 l de agua/ha
Chicharrita	<u>Empoasca sp</u>	Los animales adultos y las ninfas se alimentan de la savia de la planta. Causan la clorosis de las hojas. Ocasionalmente, como la quemadura de la chicharrita. Provocan el achaparramiento de la planta y el enrollamiento de las hojas.	Un litro de Diapar 720 disuelto en 200 l de agua/ha

La aplicación de insecticida se realizó en Agosto 14 y 28.

3.2.3 Metodología experimental.

Tomando en cuenta los objetivos planteados en el presente trabajo, de encontrar una raza de Rhizobium que se adaptara a las variedades comunes de frijol, fue utilizado un experimento factorial.

3.2.3.1 Diseño experimental.

Para la obtención de la máxima información referente al problema suje

to a investigación, se utilizó en el experimento factorial la distribución bloques al azar y el arreglo de parcelas divididas con tres repeticiones, obteniendo así diez tratamientos.

Los arreglos de parcelas divididas, se emplean frecuentemente en experimentos factoriales, en los que la naturaleza del material experimental o las operaciones contempladas dificultan el manejo de todas las combinaciones de factores en una misma forma.

El diseño básico de parcelas divididas, involucra la asignación de tratamientos de un factor a parcelas principales dispuestas en un diseño completamente aleatorio. Los tratamientos del segundo factor se asignan a subparcelas dentro de cada parcela principal.

El proyecto suele sacrificar la precisión en la estimación de los efectos promedio de los tratamientos asignados a las parcelas principales, aunque frecuentemente aumenta la precisión para comparar los efectos promedio de tratamientos asignados a subparcelas; y cuando existen interacciones, para comparar los efectos de tratamientos de subparcelas en un tratamiento de una parcela. Esto proviene del hecho de que el error experimental utilizado para comparar tratamientos de subparcelas (8).

3.2.3.2 Parcela experimental y parcela útil.

Las dimensiones de la parcela experimental (principal) fueron de 2.8 m de ancho, cuatro surcos, y 16 m de largo. Solo los dos surcos centrales recibieron tratamiento, los exteriores se emplearon como separación entre parcelas principales.

Las dimensiones de las subparcelas fueron, de ancho igual a las prin

cipales, solo de 5 m de longitud y separadas 0.50 m entre sí.

La separación entre repeticiones fue de 8 m. Para la parcela útil, se tomaron de cada subparcela los 3 m centrales de los dos surcos, eliminando un metro en ambos extremos, para evitar el efecto de orilla, y por haber tomado muestras de las raíces en plantas ubicadas en las orillas, restando una superficie de $3 \text{ m} \times 1.4 \text{ m} = 4.2 \text{ m}^2$ área de la parcela útil.

3.2.3.3 Tratamientos de parcela principal y de subparcela.

De las diez parcelas principales, solo siete recibieron tratamiento o cepa de Rhizobium, las otras tres se utilizaron como controles o testigos, con diferentes dosis de fertilización; los tratamientos se detallan a continuación, en el cuadro No 8.

CUADRO No 8

TRATAMIENTOS DE PARCELA PRINCIPAL

TRATAMIENTO	CEPA DE <u>RHIZOBIUM</u> /FERTILIZACION
I	5 + 60 unidades de anhídrido fosfórico/ha
II	7 + 60 unidades de anhídrido fosfórico/ha
III	8 + 60 unidades de anhídrido fosfórico/ha
IV	17 + 60 unidades de anhídrido fosfórico/ha
V	24 + 60 unidades de anhídrido fosfórico/ha
VI	25 + 60 unidades de anhídrido fosfórico/ha
VII	28 + 60 unidades de anhídrido fosfórico/ha
VIII	40-60-00
IX	40-00-00
X	00-00-00

Los tres tratamientos de subparcela, fueron asignados a las variedades de frijol utilizadas y se designaron de la siguiente manera:

- A - Variedad MATAMOROS 64
- B - Variedad DELICIAS 71
- C - Variedad PINTO MEXICANO 80

Las tres variedades son de mata y de ciclo vegetativo similar, y su época de siembra durante el verano es del 10 de Junio al 10 de Julio. En siembras de primavera, la época de siembra para las mismas, es del 15 de Abril al 5 de Junio.

3.2.3.4 Distribución y trazo de los tratamientos en el campo.

En base al levantamiento topográfico fueron ubicados los bloques del experimento, de tal manera que no tuviera variaciones de pendientes en la parcela experimental.

Los diez tratamientos resultantes fueron distribuidos en cada bloque o repetición realizando un sorteo al azar de los mismos. En la Fig 4 en el apéndice, se presenta la distribución de los tratamientos en el campo. El tratamiento asignado a subparcelas, también fue sorteado en cada una de las parcelas principales.

3.2.4 Análisis estadístico.

Se realizó el análisis de varianza de los tratamientos del diseño utilizado para cada una de las variables en estudio.

Posteriormente, se calculó la diferencia mínima significativa, para poder comparar los resultados por medio de las pruebas de rango múltiple - Duncan o de Tukey según el caso que se presentaba. Lo anterior solo en los casos de significancia al 9% o al 99%.

3.2.4.1 Variables analizadas.

Las diferentes respuestas del cultivo fueron cuantificadas mediante las siguientes variables dependientes:

- a) Número de nódulos por planta.
- b) Peso seco de los nódulos por planta.
- c) Rendimiento en gramos por parcela útil.
- d) Contenido de nitrógeno total por planta.
- e) Rendimiento en gramos por planta.

a) Número de nódulos.- Esta variable fue cuantificada mediante la observación de la raíz de una planta de cada una de las subparcelas, muestreadas del 7 al 11 de Septiembre. El muestreo se hizo con gran cuidado, tomando la planta con todo y cepellón y sumergiéndose inmediatamente en agua para quitar todo el suelo adherido a la raíz evitando desprender los nódulos. En seguida fueron contados, y puestos a secar.

b) Peso seco de los nódulos.- Una vez que estuvieron secos los nódulos, se procedió a pesarlos en una balanza de precisión y sus pesos están expresados en $g \times 10^{-3}$.

c) Rendimiento en gramos por parcela útil.- Después de haber cosechado, se procedió a asolear las plantas con todo y vainas para que se secaran y las semillas alcanzaran un 12% de humedad; una vez logrado esto, se procedió a pesar la semilla cosechada de cada una de las subparcelas. Los resultados están dados en gramos por parcela útil.

d) Contenido de nitrógeno total por planta.- Para determinar el contenido de nitrógeno total, se tomó una muestra de 50 gramos de semilla de todas las subparcelas y se analizó en el laboratorio del campo experimental

Como los resultados estaban expresados en %, éste se multiplicó por el rendimiento en gramos por planta, el resultado fue dividido entre cien, obteniendo el contenido de nitrógeno total por planta.

e) Rendimiento en gramos por planta.- Estos datos fueron obtenidos por la operación de dividir el rendimiento en gramos por parcela útil, entre el número de plantas obteniendo así el rendimiento en gramos por planta.

3.2.4.2 Procesamiento de datos.

Para el procesamiento de los resultados, se utilizó el paquete estadístico SPSS Statistical package for the social sciences, que es un paquete computacional destinado al análisis estadístico de datos en Ciencias Sociales y se encuentra disponible en todas las terminales del computador - CDC-CYBER 70 que tiene instalada la SAMH en la República.

3.2.5 Cosecha.

La cosecha se realizó en forma manual, al completar las plantas su desarrollo o ciclo, 105 días después de la fecha de siembra.

La fecha de corte fue el 5 de Octubre de 1981.

IV RESULTADOS

4.1 Variables dependientes analizadas.

4.1.1 Número de nódulos por planta.

Los resultados de esta variable analizada, se concentran en el cuadro No 1 del apéndice. En el análisis de varianza para número de nódulos, cuadro No 2 del apéndice, no se encontró diferencias significativas para los factores de variación, excepción hecha para el factor bloques. Sin embargo lo anterior solo indica que el bloqueo estuvo correctamente realizado.

El coeficiente de variación del error A resultó de 185.82%, lo que indica que los tratamientos de inoculantes tuvieron una variación muy grande. El coeficiente de variación del error B fue de 230.43%, aún mayor que el anterior, lo que muestra la gran variabilidad del factor variedades y de la interacción inoculante-variedades.

En la gráfica No 1 del apéndice, se puede observar el comportamiento de los promedios de los tratamientos inoculantes.

4.1.2 Peso seco de los nódulos.

Los resultados de esta variable analizada se concentran en el cuadro No 3 del apéndice. En el análisis de varianza para peso seco de los nódulos, cuadro No 4 del apéndice, no se encontró diferencias significativas para los factores de variación.

El coeficiente de variación del error A resultó de 275.07%, lo que indica que el factor inoculantes tuvieron una variación muy grande. El coeficiente de variación del error B fue de 337.1% aún mayor que el anterior, y -

nos indica la gran variabilidad de los factores variedades y la interacción inoculantes por variedades.

En la gráfica No 2 del apéndice se puede observar el peso seco de los nódulos en promedio, registrado para los tratamientos de inoculantes.

4.1.3 Rendimiento en gramos por parcela útil.

Los resultados de esta variable están concentrados en el cuadro No 9

CUADRO No 9

RENDIMIENTO EN GRAMOS POR PARCELA UTIL

TRATAM.	VARIEDAD	REPETICION			PROMEDIO DE VARIEDADES
		I	II	III	
R-5	A	498.9	769.7	177.0	481.87
	B	972.5	1047.9	250.4	756.93
	C	872.8	531.9	472.0	625.57
PARCELA GRANDE		2344.2	2349.5	899.4	\bar{X} TRAT 1864.37
R-7	A	611.6	889.9	217.1	572.87
	B	875.6	497.3	300.9	557.93
	C	966.8	476.2	482.1	641.70
PARCELA GRANDE		2454.0	1863.4	1000.1	\bar{X} TRAT 1772.50
R-8	A	854.0	831.4	219.6	635.00
	B	794.0	883.6	447.4	708.33
	C	595.4	997.0	439.0	677.13
PARCELA GRANDE		2243.4	2712.0	1106.0	\bar{X} TRAT 2020.47
R-17	A	543.7	917.5	420.5	627.25
	B	1014.4	829.0	215.8	686.40
	C	958.4	734.5	178.5	623.80

TRATAM.	VARIEDAD	REPETICION			PROMEDIO DE VARIEDADES
		I	II	III	
PARCELA GRANDE		2516.5	2481.0	814.8	\bar{X} TRAT 1937.43
R-24	A	889.3	768.7	276.4	644.80
	B	738.2	944.0	213.6	631.93
	C	948.8	686.9	143.0	592.90
PARCELA GRANDE		2576.3	2399.6	633.0	\bar{X} TRAT 1869.63
R-25	A	504.2	425.5	386.8	438.83
	B	814.1	1020.2	610.0	814.77
	C	658.7	284.8	154.7	366.07
PARCELA GRANDE		1977.0	1730.5	1151.5	\bar{X} TRAT 1619.67
R-28	A	699.5	713.6	85.7	499.60
	B	925.6	982.3	235.8	714.57
	C	870.9	691.2	90.4	550.83
PARCELA GRANDE		2496.0	2387.1	411.9	\bar{X} TRAT 1765.00
40-60-00	A	831.6	554.8	143.1	509.83
	B	780.9	739.1	471.0	663.67
	C	1057.0	603.2	289.8	650.00
PARCELA GRANDE		2669.5	1897.1	903.9	\bar{X} TRAT 1823.50
40-00-00	A	860.2	1017.4	319.0	732.20
	B	956.4	826.0	395.0	725.80
	C	872.0	815.8	162.0	616.60
PARCELA GRANDE		2688.6	2659.2	876.0	\bar{X} TRAT 2074.60
00-00-00	A	850.4	423.7	163.4	479.17
	B	801.6	783.7	128.0	571.10
	C	957.0	855.5	84.7	642.40
PARCELA GRANDE		2609.0	2092.9	376.1	\bar{X} TRAT 1692.67
SUMA REPETICIONES		24574.5	22572.3	8172.7	
GRAN TOTAL		55319.5			\bar{X} GRAL 614.66

El análisis de varianza, cuadro No 10. reporta altamente significativo el factor bloques, y significativo el factor variedades. Los otros factores resultaron no significativos.

CUADRO No 10

ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO EN GRAMOS POR PARCELA UTIL

P.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	
					0.05	0.01
BLOQUES	2	5'343,460.141	2'671,730.071	91.047	3.55	6.01 **
INOCULANTE	9	175,988.945	19,554.327	0.666	2.46	3.60 NS
E.A.	18	528,204.397	29,344.689			
VARIETADES	2	226,551.382	113,275.691	4.432	3.23	5.18 ^h
INOC x VAR	18	448,325.026	24,906.946	0.975	1.90	2.49 NS
E.B.	40	1'022,300.550	25,557.514			
TOTAL	89	7'744,830.441				

$$C.V. E (A) = 29,344.689 \div 614.66 \times 100 = 27.87\%$$

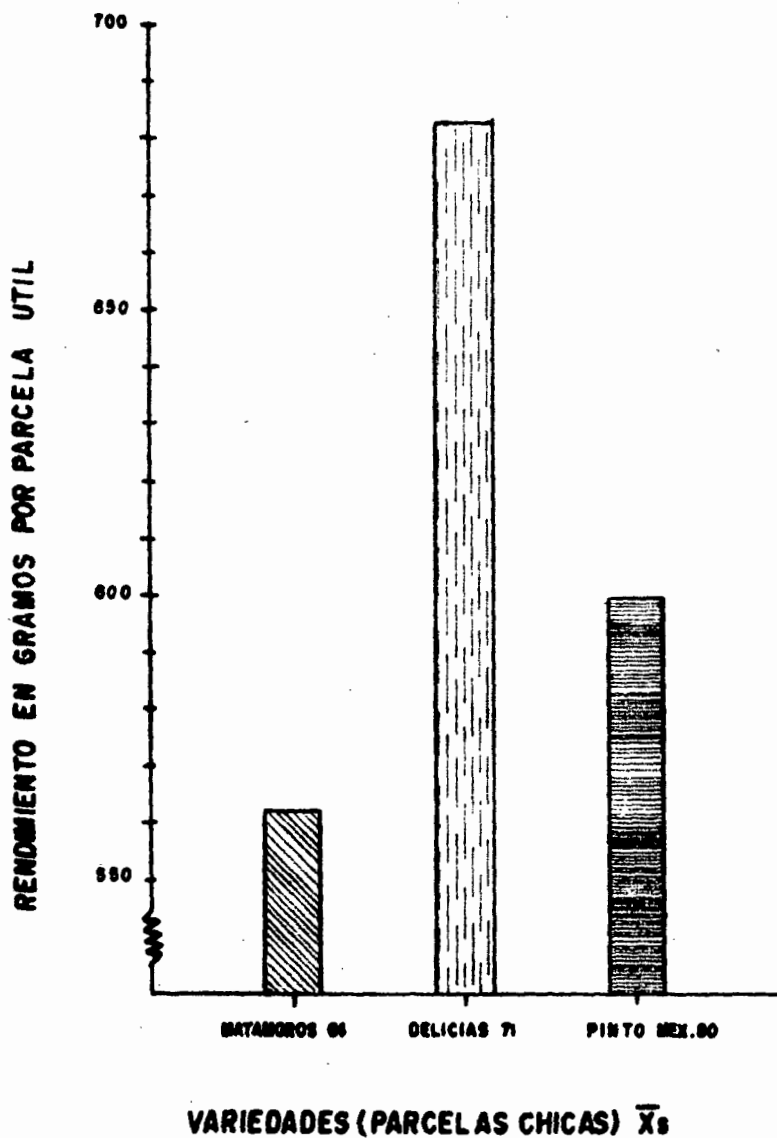
$$C.V. E (B) = 25,557.514 \div 614.66 \times 100 = 26.01\%$$

La doble significancia para el factor bloques solo indica que el bloque estuvo bien realizado al resultar significativo el factor variedad, originó la comparación de los rendimientos promedio de las variedades, por medio de la prueba de Tukey, cuadro No 5 en el apéndice.

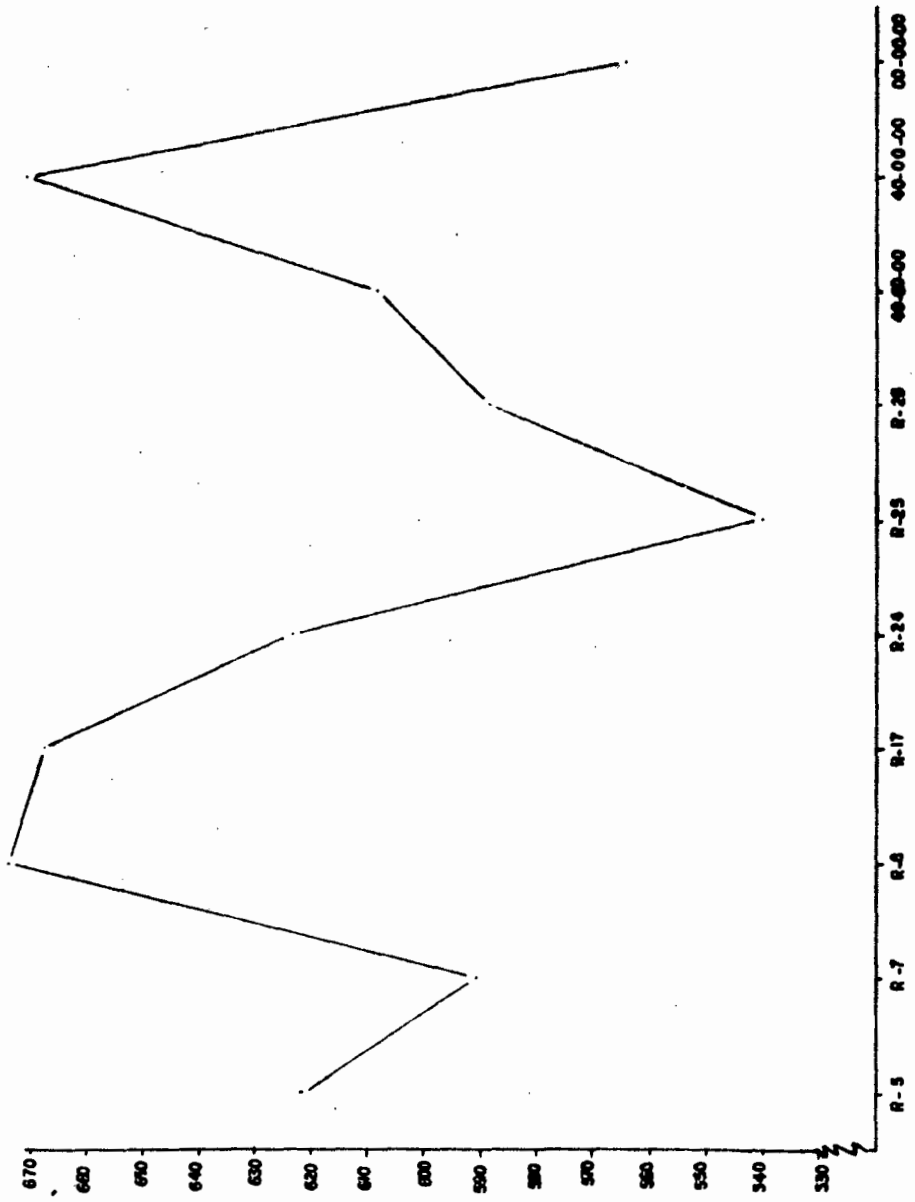
Esta comparación muestra en el tratamiento de inoculante No VI, significativo el rendimiento obtenido por la Variedad Delicias 71; en los demás tratamientos se observa igualdad en el rendimiento obtenido por las variedades en estudio.

En la gráfica No 1 se observan los valores de rendimiento en gramos -

GRAFICA No.1 DE RENDIMIENTO EN G.R.S. POR PARCELA UTIL



URATUM N-2 REND. EN GRS. POR PARCELA UTIL



RENDIMIENTO EN GRS. POR PARCELA UTIL

TRATAMIENTOS (Xs)

por parcela útil obtenidos por variedad (promedios).

En la gráfica No 2 del apéndice, se puede observar los promedios de rendimiento en gramos por parcela útil obtenidos por los tratamientos de inoculantes.

4.1.4 Contenido de nitrógeno total por planta.

El contenido de nitrógeno total por planta está reportado en cuadro No 11.

CUADRO No 11

CONTENIDO DE NITROGENO TOTAL POR PLANTA

TRATAM.	VARIEDAD	REPETICION			PROMEDIO DE VARIIDADES
		I	II	III	
R-5	A	1.32	0.68	0.35	0.78
	B	0.70	0.72	0.26	0.56
	C	0.62	0.73	0.24	0.53
PARCELA GRANDE		2.64	2.13	0.85	\bar{X} TRAT 1.87
R-7	A	0.90	0.82	0.36	0.69
	B	0.89	0.55	0.30	0.58
	C	0.82	0.45	0.33	0.53
PARCELA GRANDE		2.61	1.82	0.99	\bar{X} TRAT 1.81
R-8	A	1.22	0.82	0.72	0.92
	B	1.30	0.67	0.88	0.95
	C	1.43	0.77	0.35	0.85
PARCELA GRANDE		3.95	2.26	1.95	\bar{X} TRAT 2.72
R-17	A	1.40	0.60	0.52	0.84
	B	0.75	0.89	0.40	0.68
	C	0.68	0.52	0.14	0.45
PARCELA GRANDE		2.83	2.01	1.06	\bar{X} TRAT 1.97

TRATAM.	VARIEDAD	REPETICION			PROMEDIO DE VARIIDADES
		I	II	III	
R-24	A	0.87	0.72	0.52	0.70
	B	0.83	0.73	0.52	0.69
	C	0.56	0.79	0.19	0.51
PARCELA GRANDE		2.26	2.24	1.23	\bar{X} TRAT 1.91
R-25	A	1.29	1.00	0.76	1.02
	B	1.56	0.78	0.80	1.05
	C	0.60	0.33	0.23	0.39
PARCELA GRANDE		3.45	2.11	1.79	\bar{X} TRAT 2.45
R-28	A	0.73	0.63	0.16	0.51
	B	0.59	0.55	0.36	0.50
	C	0.65	0.53	0.08	0.42
PARCELA GRANDE		1.97	1.71	0.60	\bar{X} TRAT 1.43
40-60-00	A	0.60	0.73	0.25	0.53
	B	1.21	0.70	0.73	0.88
	C	0.82	0.51	0.30	0.54
PARCELA GRANDE		2.63	1.94	1.28	\bar{X} TRAT 1.95
40-00-00	A	1.14	1.01	0.78	0.98
	B	0.77	0.82	0.60	0.73
	C	0.52	0.80	0.18	0.50
PARCELA GRANDE		2.43	2.63	1.56	\bar{X} TRAT 2.21
00-00-00	A	0.84	0.62	0.32	0.59
	B	0.86	0.79	0.32	0.66
	C	0.59	0.75	0.09	0.48
PARCELA GRANDE		2.29	2.16	0.73	\bar{X} TRAT 1.73
SUMA REPETICIONES		27.06	21.01	12.04	
GRAN TOTAL		60.11			\bar{X} GRAL 0.67

En el análisis de varianza cuadro No 12 se encontró significancia al 5% para el factor de variación inoculantes por variedades y altamente significativo para los demás factores de variación.

CUADRO No 12

ANALISIS DE VARIANZA PARA NITROGENO TOTAL POR PLANTA

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T. 0.05	F.T. 0.01
BLOQUES	2	3.796	1.898	57.51	3.55	6.01 **
INOCULANTES	9	1.226	0.136	4.12	2.46	3.60 **
E.A.	18	0.599	0.033			
VARIETADES	2	1.004	0.502	19.31	3.23	5.18 **
INOC x VAR	18	0.899	0.050	1.92	1.90	2.49 *
E.B.	40	1.037	0.026			
TOTAL	89	8.561				

$$C.V. E (A) = 0.033 \div 0.67 \times 100 = 27.11\%$$

$$C.V. E (B) = 0.026 \div 0.67 \times 100 = 24.07\%$$

Debido a la significancia al 5% para el factor inoculante por variedad, se efectuó la prueba de rango múltiple Duncan, efectuada a los promedios de los tratamientos en cada variedad.

Con el valor DMS 0.2817 se procedió a efectuar la prueba de Duncan a los promedios de los tratamientos inoculantes obtenidos en las variedades - Matamoros 64, cuadro No 6, Delicias 71, cuadro No 7 y Pinto Mexicano 80, -- cuadro No 8 del apéndice.

Resultó el tratamiento R-8 significativamente mayor en la variedad --

Pinto Mexicano 80; en las demás variedades no fue notoria la diferencia.

El contenido de nitrógeno total de la variedad Matamoros 64 está representado en la gráfica No 3; en la No 4 el de la variedad Delicias 71 y en la gráfica No 5 del apéndice, el de la variedad Pinto Mexicano 80.

La comparación de las variedades se hizo con la DNS $0.05 = 0.2661$ y los resultados se encuentran en el cuadro No 9 en el apéndice. Los promedios significativos fueron solo en el tratamiento 40-60-00, tratamiento VIII, en el cuál la variedad Delicias 71 fue superior a las otras dos y en el tratamiento R-25, tratamiento VI, la variedad Pinto Mexicano 80 fue significativamente menor a las otras variedades.

En los demás tratamientos, I, II, III, V, VII y X, fueron todas las variedades iguales y en los tratamientos IV y IX hubo diferencia entre el valor más alto y el más bajo. En la gráfica No 6 en el apéndice, se puede observar lo anterior.

4.1.5 Rendimiento en gramos por planta.

Los rendimientos de esta variable analizada están reportados en el cuadro No 10 del apéndice. El análisis de varianza, cuadro No 11 del apéndice resultó altamente significativo en los factores de variación "bloques" y variedades; y significativo al 5% el factor inoculantes.

Por la significancia al 5% del factor inoculantes, se compararon los promedios de los tratamientos, mediante la prueba de Duncan.

La comparación de los promedios, cuadro No 12 en el apéndice, mostró al tratamiento R-8, tratamiento III, como significativamente mayor en rendimiento en gramos por planta, seguido del R-25, tratamiento VI, y del R-17, tratamiento IV. En la gráfica No 7 del apéndice, puede observarse lo ante-

rior.

La comparación de los promedios de variedades, demostró que la variedad Pinto Mexicano 80 fue significativamente menor a las otras y éstas iguales entre sí, en rendimiento en gramos por planta.

En la gráfica No 8 del apéndice, se puede observar el comportamiento de los promedios de las variedades en las gráficas 9, 10 y 11 en el apéndice, se pueden observar los rendimientos de las variedades Matamoros 64, -- Delicias 71 y Pinto Mexicano 80 respectivamente.

4.1.6 Rendimiento en toneladas por hectárea.

Los cuadros 13 y 14 muestran los resultados de producción de semilla en toneladas por hectárea y las interacciones respectivamente.

Aunque no se realizó el análisis de varianza por considerar que la significancia sería igual a la de la misma variable de rendimiento por parcela útil.

Los valores más altos que se obtuvieron fueron en el tratamiento -- 40-60-00, tratamiento VIII y en la variedad Pinto Mexicano 80 con 2.517 ton/ha, seguida del tratamiento 2-5, tratamiento I en la variedad Delicias 71, con un valor de 2.495 ton/ha.

El valor menor de producción, se obtuvo en la variedad Pinto Mexicano 80 del tratamiento 00-00-00, número X, con un valor de 0.202 ton/ha.

4.2 Contenido de nitrógeno total en el suelo.

El contenido promedio de nitrógeno total de siete muestras de suelo a 30 cm de profundidad fue de 0.057%, comparado con el contenido promedio de 0.055% tomado al principio del experimento, a igual profundidad.

En el cuadro No 13 se muestra el contenido de nitrógeno total del -- suelo.

CUADRO No 13

CONTENIDO DE NITROGENO TOTAL EN EL SUELO

TRATAMIENTO	% DE CONTENIDO DE NITROGENO TOTAL
R-5	0.051
R-7	0.050
R-8	0.051
R-17	0.062
R-24	0.075
R-25	0.060
R-28	0.051

V DISCUSION

La nodulación del frijol y la fijación de nitrógeno son muy pobres en la parte norte-central de México. Muchos de los nódulos que se forman son - ineficaces y en ocasiones a pesar de obtenerse buenas cosechas, después de una inoculación, la nodulación resultante es muy deficiente, o no persiste por mucho tiempo en este medio ambiente árido a semi-árido.

En el muestreo realizado, se observó mayor número de nódulos en las repeticiones primera y segunda, y los tratamientos I, II, IV, V y VI de la primera repetición y III, IV y V de la segunda, siendo éstos de un color - café oscuro y naranja.

Graham y Rosas (2) reportan que, el desarrollo máximo del nódulo ocurrió entre la floración y el inicio del llenado de la vaina, sin embargo a pesar de haberse realizado en este período el muestreo, es posible que otro muestreo a las raíces utilizado como comparación, serviría para obtener una concluyente aseveración del problema de la nodulación efectiva.

La falta de nódulos pudo deberse a que se hayan desprendido éstos al momento del muestreo o a que en el suelo no existieran las cantidades de mo libdeno y cobalto, no determinados en el análisis del suelo, necesarios como señala Rojas (1), quien resalta la función de estos elementos en el proceso de nodulación y fijación del nitrógeno atmosférico.

El peso seco de los nódulos fue obtenido con el mayor cuidado posible, sin embargo pudo haberse incurrido en algún error al pesarlos; de aprecia- ción al hacer el conteo, o al reportarlos para efectuar el análisis estadís- tico.

Graham y Rosas (2) encontraron que la reducción de acetileno generalmente estuvo paralela al incremento del peso seco del nódulo, con un máximo de 38 mol etileno producido por planta por hora.

Durante el secado de las vainas, hubo un deficiente manejo de las mismas, por lo que debido al exceso de humedad, se perdió aproximadamente el 40% del grano de la producción, en la variedad Pinto Mexicano 80, en los tratamientos IV y V, y principalmente en el VII y X.

El exceso de humedad también afectó a la variedad Matamoros 64 del tratamiento VII. Todas estas pérdidas fueron registradas en los rendimientos de la tercera repetición.

El análisis de varianza del contenido de nitrógeno total muestra una alta significancia para los factores de variación: bloques, inoculantes y variedades; y significativo el factor de interacción inoculantes por variedad.

Las comparaciones efectuadas no parecen determinar cuál fue el tratamiento con mayor contenido de nitrógeno total. Solo en la comparación de los tratamientos que implican a la variedad Pinto Mexicano 80, mostró que el tratamiento III fue superior a los demás, y éstos iguales entre sí.

La producción obtenida en gramos por planta por tratamiento fue muy variable, ya que la producción promedio más alta se obtuvo en el tratamiento No III con un rendimiento de 72.00 gramos, contrastando con el tratamiento VII que solo alcanzó 38.75 gramos en promedio. La producción más alta obtenida por variedad fue la Delicias 71 con 26.00 gramos.

El rendimiento en toneladas por hectárea no fue analizado estadísticamente por considerar que la significancia del rendimiento por parcela --

util sería igual a la de este rendimiento.

El rendimiento más alto en toneladas por hectárea en promedio fue el obtenido por la variedad Delicias 71 con 1.802 ton/ha, en los tratamientos inoculados, en los utilizados como testigos, el rendimiento más alto fue el Delicias 71, con un rendimiento de 1.743 ton/ha, valores similares a los reportados por Habish & Ishag (5) cuyo rendimiento para el tratamiento inoculante fue de 1793 Kg/ha.

El contenido en porcentaje de 7 muestras del suelo donde se ubicaron los tratamientos inoculados, mostraron valores similares a los que ya existían antes del experimento, por lo que a pesar de haberse presentado la nodulación en las plantas, la fijación del nitrógeno fue muy baja, debido tal vez a las condiciones climatológicas de la región.

VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio y con base a los resultados obtenidos, se concluye:

1. La variedad que presentó el mayor número de nódulos fue la Matamoros 64; el tratamiento con más nódulos fue el R-24 número VI, con 98 nódulos.

2. El peso seco más alto en promedio de los tratamientos inoculados fue el registrado por el tratamiento IV, R-17 y por la variedad fue Matamoros 64.

3. El rendimiento más alto fue el obtenido por la variedad Pinto Mexicano 80 en el tratamiento 40-60-00 número VIII y el más bajo fue el obtenido por la misma variedad, en el tratamiento 00-00-00, número X.

4. El tratamiento con mayor producción fue el 40-00-00, número IX, seguido del R-8, número III.

5. El contenido más alto de nitrógeno se obtuvo en la variedad Delicias 71 dentro del tratamiento R-25, número VI y el más bajo, en la variedad Pinto Mexicano 80 en el tratamiento R-28, número VII.

6. El rendimiento en gramos por planta más alto en promedio por variedad fue el reportado en la Delicias 71, dentro del tratamiento R-25, número VI. El valor más alto por tratamiento fue el registrado por el R-8, número III.

7. El mejor tratamiento de los inoculados en cuanto a productividad fue el R-8, número III. En cuanto a contenido de nitrógeno total, el mejor

tratamiento inoculado fue el R-8, número III. La variedad que obtuvo en forma global los más altos rendimientos fue Delicias 71.

Recomendaciones.

Por los valores de producción, contenido de nitrógeno total y cantidad de nódulos, en los tratamientos inoculados, se recomienda a las razas - inoculantes Nos 8, 17, 24 y 25.

Sería recomendable así mismo, implantar un nuevo experimento probando las anteriores razas, frente a las variedades Delicias 71 y Pinto Mexicano 80 para poder obtener las razas óptimas y garantizar un máximo rendimiento en la producción.

VII LITERATURA CITADA

1. Franco, A.A., Pereira, J.C. y Neyra, C.A. 1979
Season Patterns of nitrate reductase & nitrogenase activities
in Phaseolus vulgaris, L.
Plant Phys. Vol 63
Págs. 421-424
2. Graham, P.H. y Rosas J.C. 1977
Growth and development and indeterminate bush & climbing cul-
tivars of Phaseolus vulgaris, L. inoculated with Rhizobium.
Journal Agriculture Sci. Vol 88
Págs 503-508
3. Graham P.H. y Rosas J.C. 1978
Nodule development & nitrogen fixation in cultivars of Phaseolus
vulgaris, L., as influenced by planting density.
Journal Agriculture Sci. Vol 99
Págs 19-29
4. Graham, P.H. y Rosas J.C. 1978
Plant & nodule development and nitrogen fixation in climbing cul-
tivars of Phaseolus vulgaris, L., grown in monoculture, or asso-
ciated with Zea mays, L.
Journal Agriculture Sci. Vol 90
Págs 311-317
5. Habish, H.A. y Ishag H.M 1974
Modulation of legumes in the Sudan
Experimental Agriculture Vol 10
Págs 45-50

6. Ham, G.E., et al. 1971
Evaluation of Rhizobium japonicum inoculants in soils containing naturalized populations of Rhizobia.
Agronomy Journal Vol 63
Págs 301-303

7. Hardaker, J.M. y Hardwick, R.C. 1978
A note on Rhizobium inoculation of beans (Phaseolus vulgaris, L.) using the fluid drill technique.
Expl. Agriculture Vol 14
Págs 17-21

8. Little, T. y Hills J. 1979
Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura
Editorial Trillas, México
Págs 67-76, 87-94, 236, 242

9. Means, U.M. et al. 1961
Competition between bacterial strains effecting nodulation in soybeans
Soil Sci. Soc. Am. Proc Vol 25
Págs 105-108

10. Reiche, C. 1975.
Flora excursoria en el Valle central de México
Editorial Instituto Politécnico Nacional, México
Págs 67, 68, 75, 77

11. Rojas G.M. 1983
Fisiología vegetal aplicada
Mc. Graw Hill, México
Págs 102, 105-106, 236-240.

10. Sprent, J.I. & Bradford A.M. 1977
Nitrogen fixation in field beans (Vicia faba) as affected by
population density, shading and its relationship with soil moisture
Journal Agriculture Sci. Vol 82
Págs 502-510

12. Sablotovics, R & Daniel G. 1981
Coupea nodulation: nitrogen fixation
Agronomy Journal Vol 77
Págs 9-10

14. SEP 1982
Manuales para educación agropecuaria/Producción vegetal
Editorial Trillas, México
Págs 18, 23-26, 35-36

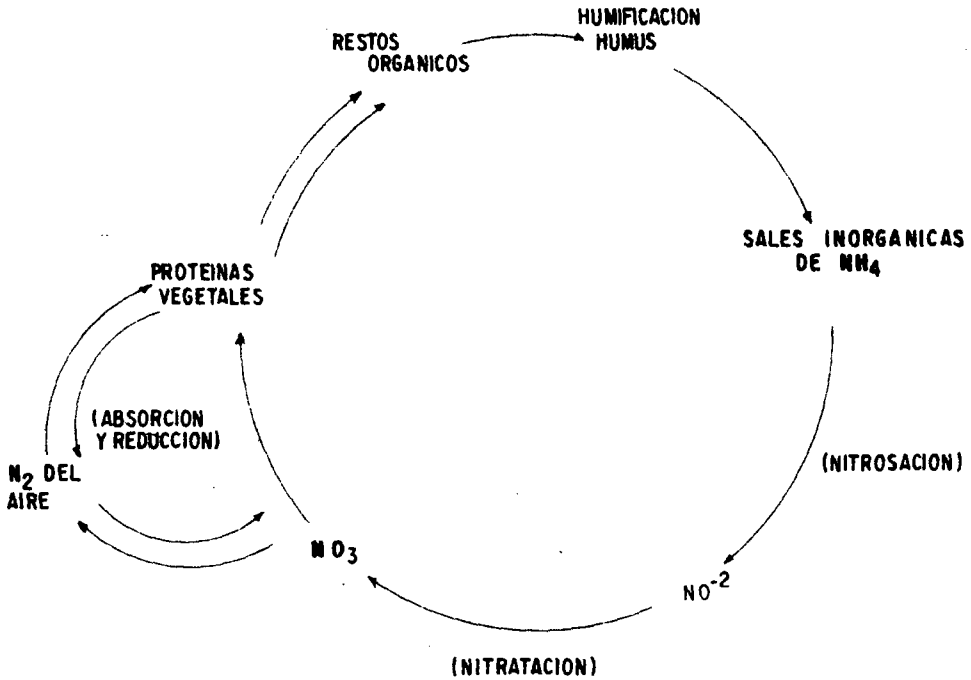
15. Estadística agropecuaria Nacional 1980
Dirección General de Economía Agrícola
Secretaría de Agricultura & Recursos Hidráulicos

16. Carta de climas
Clave: Durango 13 R-VIII
Comisión de Estudios del Territorio Nacional

APENDICE

FIG. No.1

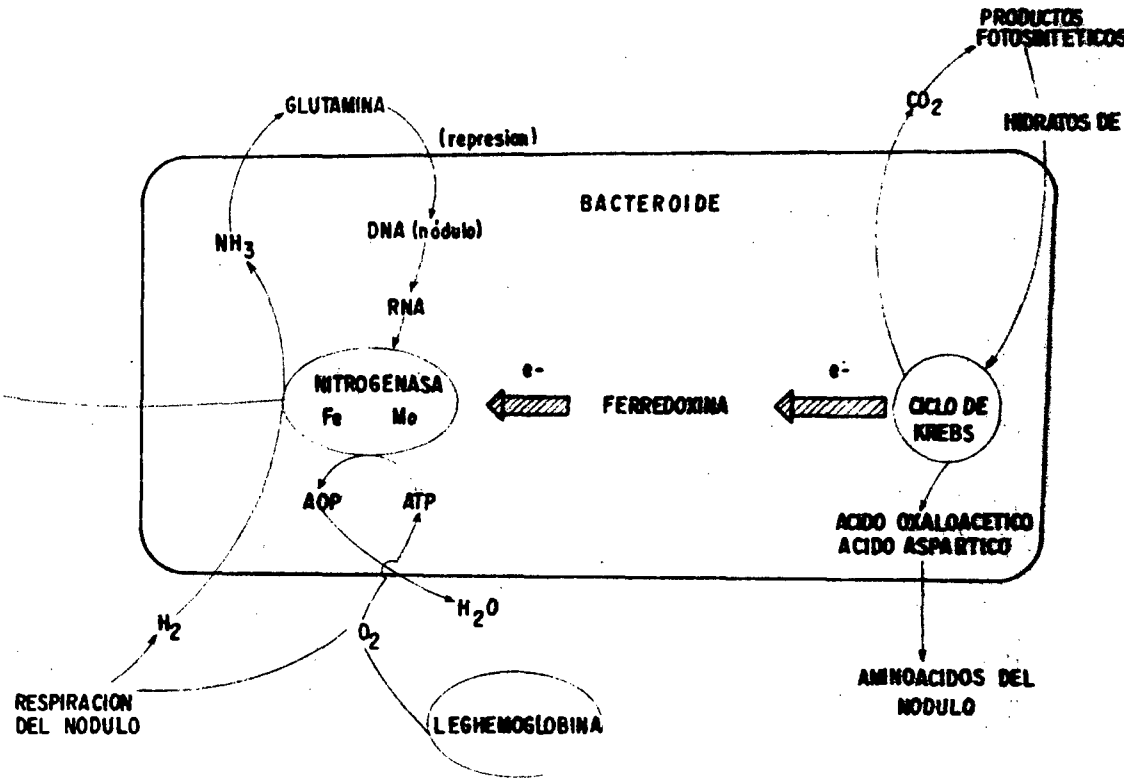
CICLO DEL NITROGENO EN CONDICIONES NATURALES



ESQUEMA DE LA FIJACION DEL NITROGENO POR EL NODULO DE UNA LEGUMINOSA

ATMOSFERA DEL SUELO

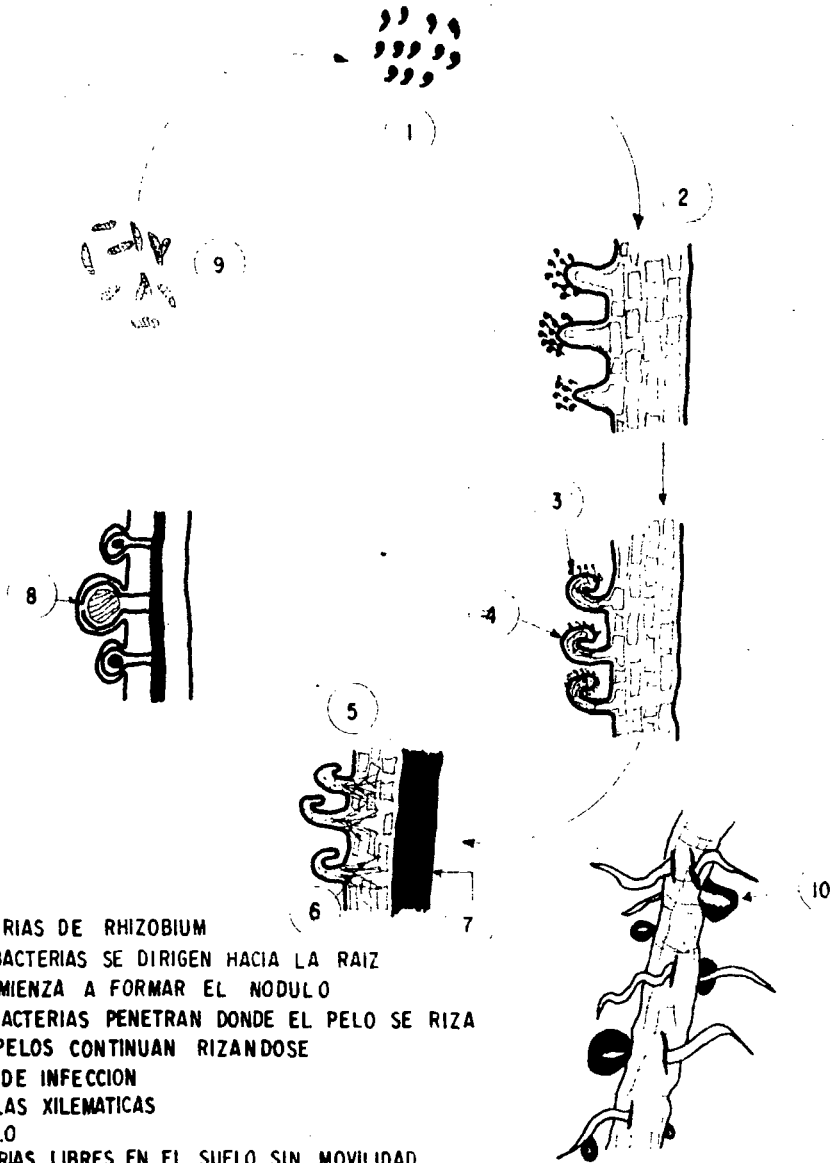
N₂



69

FIG. No. 3

FIJACION SIMBIOTICA DEL NITROGENO



- 1- BACTERIAS DE RHIZOBIUM
- 2- LAS BACTERIAS SE DIRIGEN HACIA LA RAIZ
- 3- SE COMIENZA A FORMAR EL NODULO
- 4- LAS BACTERIAS PENETRAN DONDE EL PELO SE RIZA
- 5- LOS PELOS CONTINUAN RIZANDOSE
- 6- HILO DE INFECCION
- 7- CELULAS XILEMATICAS
- 8- NODULO
- 9- BACTERIAS LIBRES EN EL SUELO SIN MOVILIDAD
- 10- NODULO DEL FRIJOL COMUN

CUADRO No 1

NUMERO DE NODULOS

TRATAM.	VARIEDAD	REPETICION			PROMEDIO VARIIDADES
		I	II	III	
R-5	A	9	-	-	3.00
	B	-	-	2	0.67
	C	20	1	-	7.00
PARCELA GRANDE		29	1	2	\bar{X} TRAT 10.67
R-7	A	-	-	-	-
	B	10	-	-	3.33
	C	18	-	-	6.00
PARCELA GRANDE		28	-	-	\bar{X} TRAT 3.33
R-8	A	-	-	-	-
	B	-	13	-	4.33
	C	-	34	-	11.33
PARCELA GRANDE		-	47	-	\bar{X} TRAT 15.66
R-17	A	45	1	-	15.33
	B	3	7	-	3.33
	C	11	2	-	3.33
PARCELA GRANDE		59	10	-	\bar{X} TRAT 23.00
R-24	A	18	6	-	8.00
	B	28	-	-	9.33
	C	6	37	3	15.33
PARCELA GRANDE		52	43	3	\bar{X} TRAT 32.67
R-25	A	-	-	-	-
	B	-	-	-	-
	C	6	-	-	2.00
PARCELA GRANDE		6	-	-	\bar{Y} TRAT 2.00
R-28	A	23	-	-	7.67
	B	-	32	-	11.33

TRATAM.	VARIEDAD	REPETICION			PROMEDIO VARIETADES
		I	II	III	
R-28	C	-	-	-	-
PARCELA GRANDE		23	32	2	\bar{X} TRAT 19.0
40-60-00	A	-	-	1	0.33
	B	9	5	-	4.67
	C	7	-	-	2.33
PARCELA GRANDE		16	5	1	\bar{X} TRAT 7.33
40-00-00	A	-	-	-	-
	B	8	-	-	2.67
	C	-	-	-	-
PARCELA GRANDE		8	-	-	\bar{X} TRAT 2.67
00-00-00	A	-	-	-	-
	B	-	3	-	1.00
	C	10	-	-	3.33
PARCELA GRANDE		10	3	-	\bar{X} TRAT 4.33
SUMA REPETICIONES		231	141	8	
GRAN TOTAL		380			\bar{X} GRAL 4.22

CUADRO No 2

ANALISIS DE VARIANZA PARA NUMERO DE NODULOS
POR PLANTA

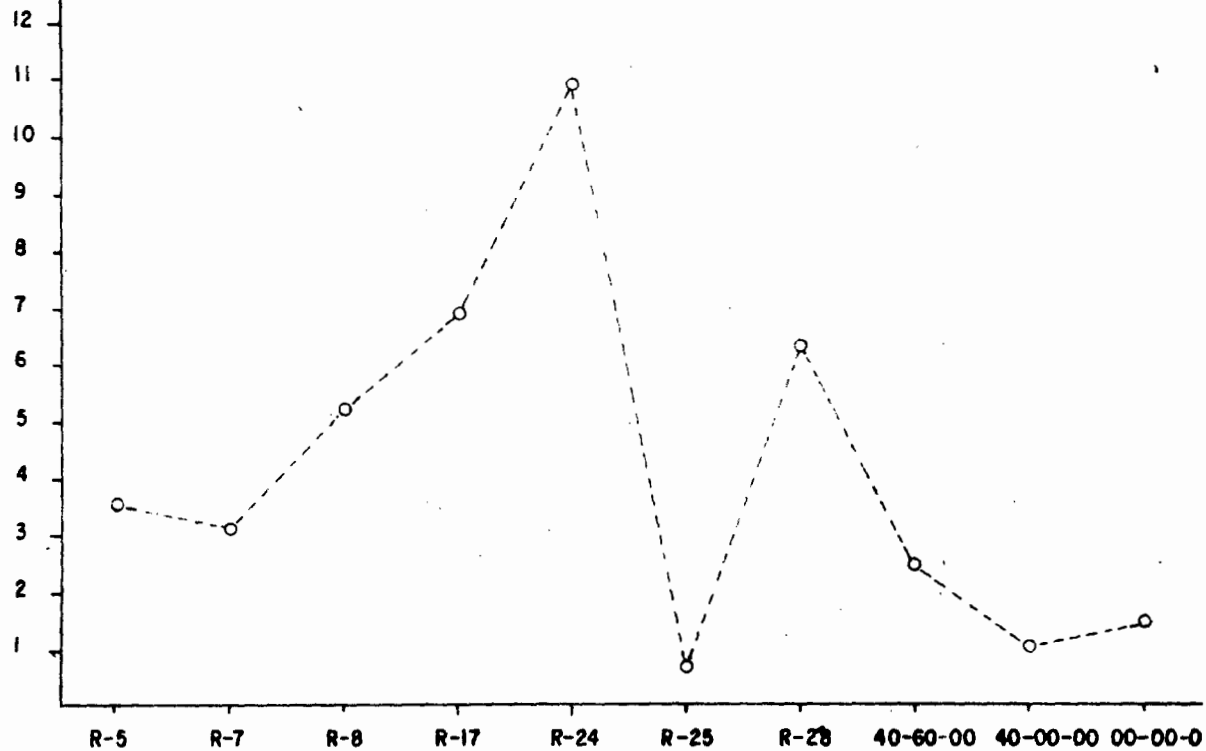
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T. 0.05	F.T. 0.01
BLOQUES	2	799.972	399.986	6.505	3.55	6.01 **
INOCULANTE	9	801.812	89.090	1.450	2.46	3.60 NS
E.A.	18	1106.906	61.490			
VARIETADES	2	55.044	27.522	0.290	3.23	5.18 NS
INOC x VAR	18	673.119	37.395	0.395	1.90	2.49 NS
E.B.	40	3782.286	94.56			
TOTAL	89	7219.139				

$$C.V. E (A) = \sqrt{61.49} \div 4.22 \times 100 = 185.82\%$$

$$C.V. E (B) = \sqrt{94.56} \div 4.22 \times 100 = 230.43\%$$

GRAFICA N° 1
NO DE NODULOS OBSERVADOS EN UN MUESTREO

NO. DE NODULOS



TRATAMIENTOS (Xs)

CUADRO No 3

PESO SECO DE LOS NODULOS EN GRAMOS $\times 10^{-3}$

TRATAN.	VARIEDAD	REPETICION			PROMEDIO VARIIDADES
		I	II	III	
R-5	A	1.9	-	-	0.63
	B	-	-	7.8	2.60
	C	1.5	0.1	-	0.53
PARCELA GRANDE		3.4	0.1	7.8	\bar{X} TRAT 3.77
R-7	A	-	-	-	-
	B	3.3	-	-	1.10
	C	3.8	-	-	1.27
PARCELA GRANDE		7.1	-	-	\bar{X} TRAT 2.37
R-8	A	-	-	-	-
	B	-	3.1	-	1.03
	C	-	5.3	-	1.77
PARCELA GRANDE		-	8.4	-	\bar{X} TRAT 2.80
R-17	A	51.8	0.8	-	17.53
	B	3.1	0.1	-	1.06
	C	16.6	1.6	-	6.07
PARCELA GRANDE		71.5	2.5	-	\bar{X} TRAT 24.67
R-24	A	3.6	0.6	-	1.40
	B	9.9	-	-	3.30
	C	3.0	6.4	3.0	4.13
PARCELA GRANDE		16.5	7.0	3.0	\bar{X} TRAT 8.83
R-25	A	-	-	-	-
	B	-	-	-	-
	C	1.5	-	-	0.50
PARCELA GRANDE		1.5	-	-	\bar{X} TRAT 0.50

TRATAM.	VARIEDAD	REPETICION			PROMEDIO VARIIDADES
		I	II	III	
R-28	A	10.6	-	-	3.53
	B	-	17.4	1.2	6.37
	C	-	-	-	-
PARCELA GRANDE		10.6	17.9	1.2	\bar{X} TRAT 9.90
40-60-00	A	-	-	0.7	0.23
	B	2.5	8.6	-	3.70
	C	1.8	-	-	0.60
PARCELA GRANDE		4.3	8.6	0.70	\bar{X} TRAT 4.53
40-00-00	A	-	-	-	-
	B	7.0	-	-	2.33
	C	-	-	-	-
PARCELA GRANDE		7.0	-	-	\bar{X} TRAT 2.33
00-00-00	A	-	-	-	-
	B	-	4.2	-	1.40
	C	2.2	-	-	0.73
PARCELA GRANDE		2.2	4.2	-	\bar{X} TRAT 2.13
SUMA REPETICIONES		124.0	48.7	12.7	
GRAN TOTAL		185.4			\bar{X} GRAL 2.06

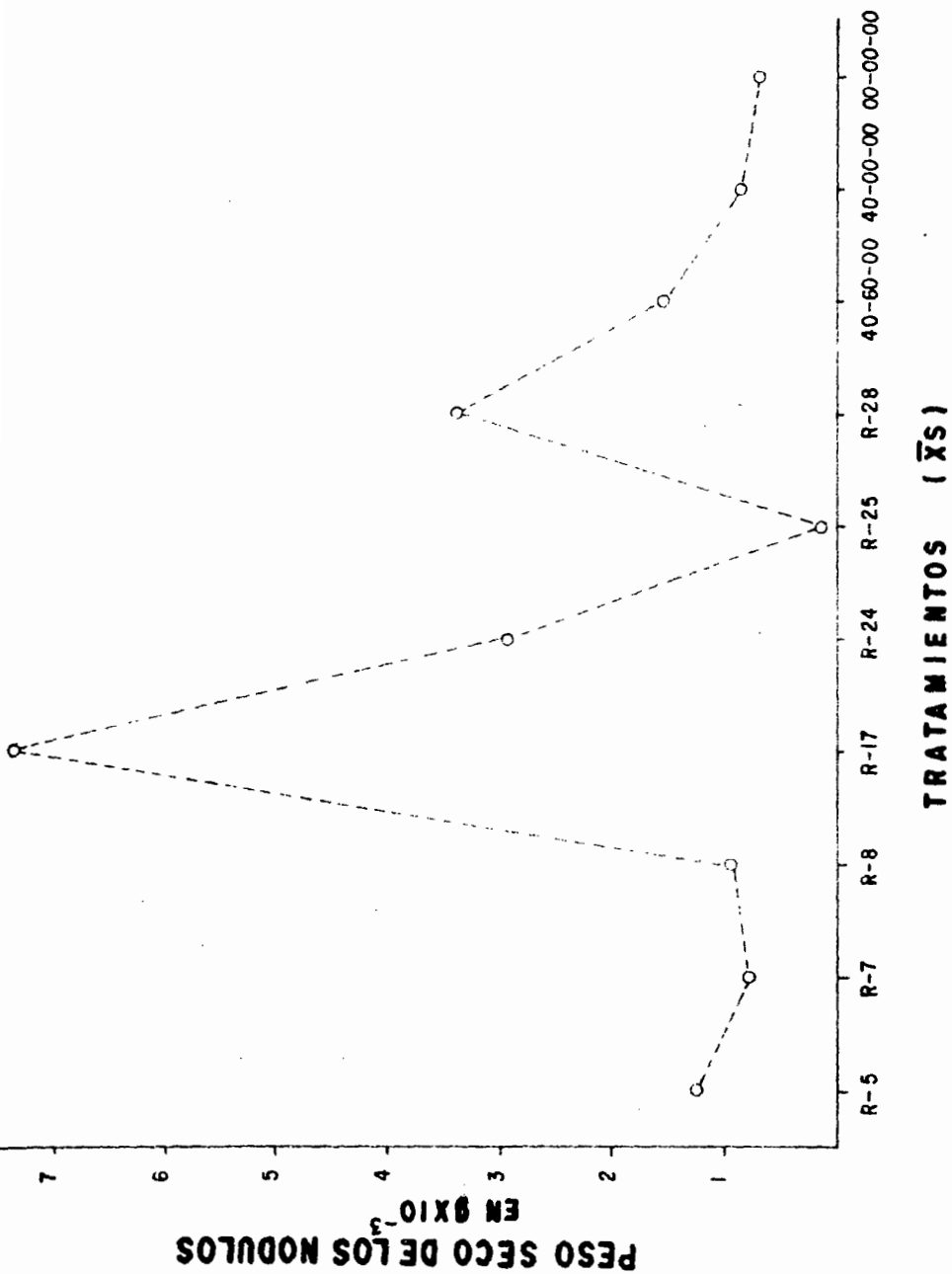
CUADRO No 4

ANALISIS DE VARIANZA PARA PESO SECO DE LOS NODULOS/PLANTA

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	F.T.
					0.05	0.01
BLOQUES	2	186.500	93.250	2.904	3.55	6.01 NS
INOCULANTES	9	373.509	41.501	1.293	2.46	3.60 NS
E.A.	18	577.942	32.108			
VARIEDADES	2	9.500	4.750	0.099	3.23	5.18 NS
INOC x VAR	18	255.691	14.205	0.296	1.90	2.49 NS
E.D.	40	1928.844	48.221			
TOTAL	89	3331.986				

$$C.V. E (A) = \sqrt{32.108} + 2.06 \times 100 = 275.07\%$$

$$C.V. E (B) = \sqrt{48.221} + 2.06 \times 100 = 337.09\%$$



CUADRO No 5

CUADRO COMPARATIVO DE PROMEDIOS DE RENDIMIENTO EN GRANOS POR VARIEDAD

TRATAMIENTO	VARIEDAD ()		
I	756.93 (B)	625.57 (C)	481.87 (A)
II	641.70 (C)	572.87 (A)	557.93 (B)
III	708.33 (B)	677.13 (C)	635.00 (A)
IV	686.40 (B)	627.25 (A)	623.80 (C)
V	644.80 (A)	631.93 (B)	592.90 (C)
VI	* 814.77 (B)	438.83 (A)	366.07 (C)
VII	714.57 (B)	550.83 (C)	499.60 (A)
VIII	663.67 (B)	650.00 (C)	509.83 (A)
IX	732.20 (A)	725.80 (B)	616.60 (C)
X	642.40 (C)	571.10 (B)	479.17 (A)

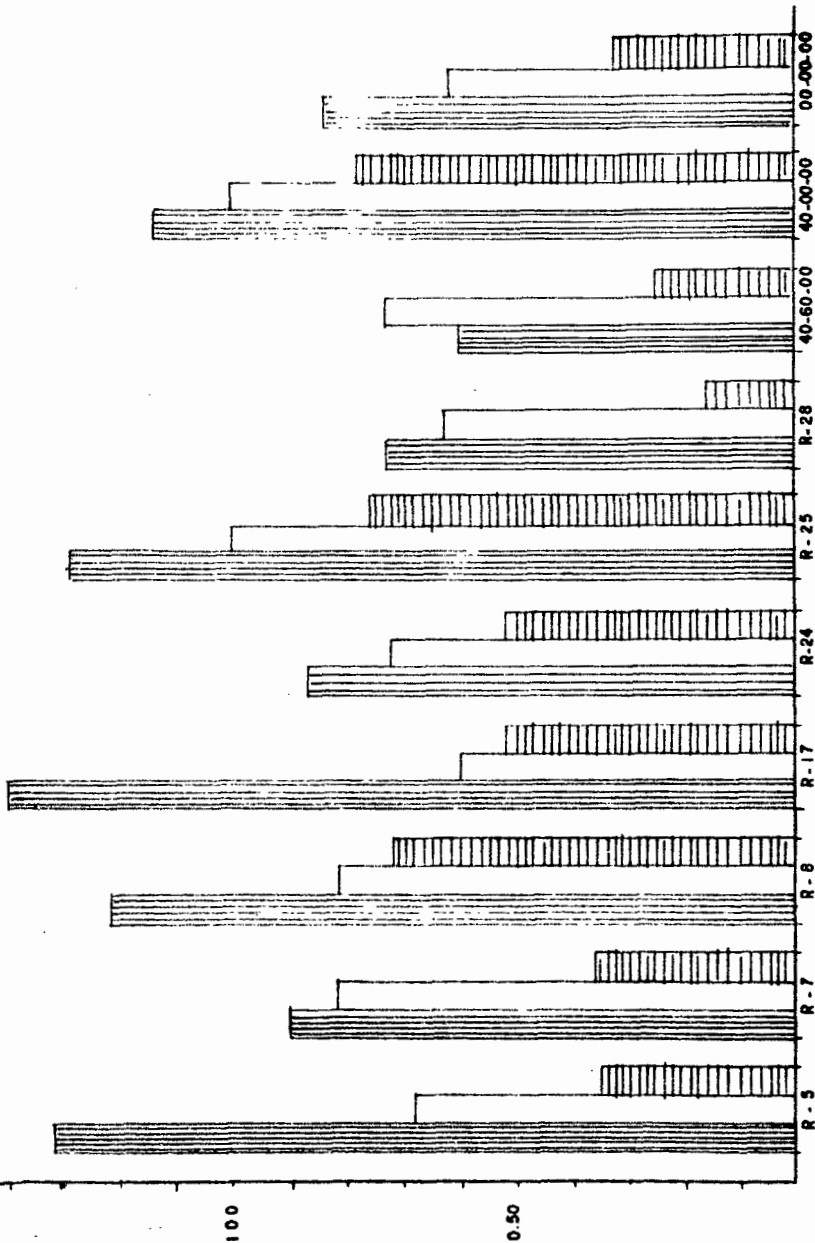
CUADRO No 6

CUADRO COMPARATIVO DE PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS EN LA VARIEDAD
MATAMOROS 64, CONTENIDO DE NITROGENO TOTAL - PRUEBA DUNCAN

	(6)	(9)	(3)	(4)	(1)	(5)	(2)	(10)	(8)	(7)
	1.02	.98	.92	.84	.78	.70	.69	.59	.53	.51
.51	.51	.47	.41	.33	.27	.19	.18	.08	.02	.0
.53	.49	.45	.39	.31	.25	.17	.16	.06	.0	
.59	.43	.39	.33	.25	.19	.11	.10	.0		
.69	.33	.29	.23	.15	.09	.01	.0			
.70	.32	.28	.22	.14	.08	.0				
.78	.24	.20	.14	.06	.0					
.84	.18	.14	.08	.0						
.92	.10	.06	.0							
.98	.04	.0								
1.02	.0									

() Número de tratamiento.

CONT. DE NIT. TOTAL POR PLANTA



TRATAMIENTOS
(PARC. GDES)

CLAVE

I REPT

II "

III "

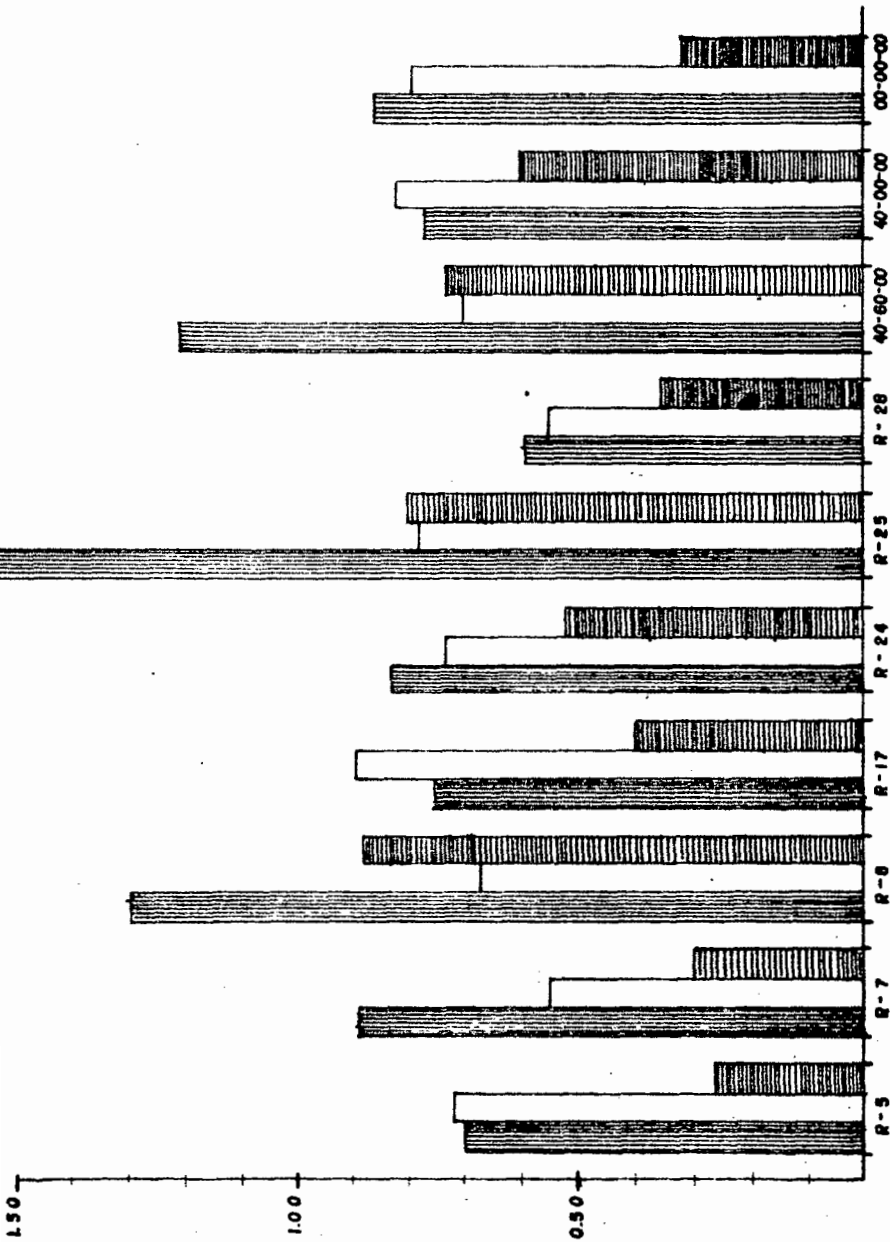
CUADRO No 7

CUADRO COMPARATIVO DE PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS EN LA VARIEDAD
DELICIAS 71, CONTENIDO DE NITROGENO TOTAL - PRUEBA DUNCAN

	(6)	(3)	(8)	(9)	(5)	(4)	(10)	(2)	(1)	(7)
	1.05	.95	.88	.73	.69	.68	.66	.55	.56	.50
.50	.55	.45	.38	.23	.19	.18	.16	.08	.06	.0
.56	.49	.39	.32	.17	.13	.12	.10	.02	.0	
.58	.47	.37	.30	.15	.11	.10	.08	.0		
.66	.39	.29	.22	.07	.03	.02	.0			
.68	.37	.27	.20	.05	.01	.0				
.69	.36	.26	.19	.04	.0					
.73	.32	.22	.15	.0						
.88	.17	.07	.0							
.95	.10	.0								
1.05	.0									

() Número de tratamiento.

CONT. DE NITROGENO TOTAL POR PLANTA



TRATAMIENTOS (PARC. GDES.)

CLAVE

- I REPT.
- II REPT.
- III REPT.

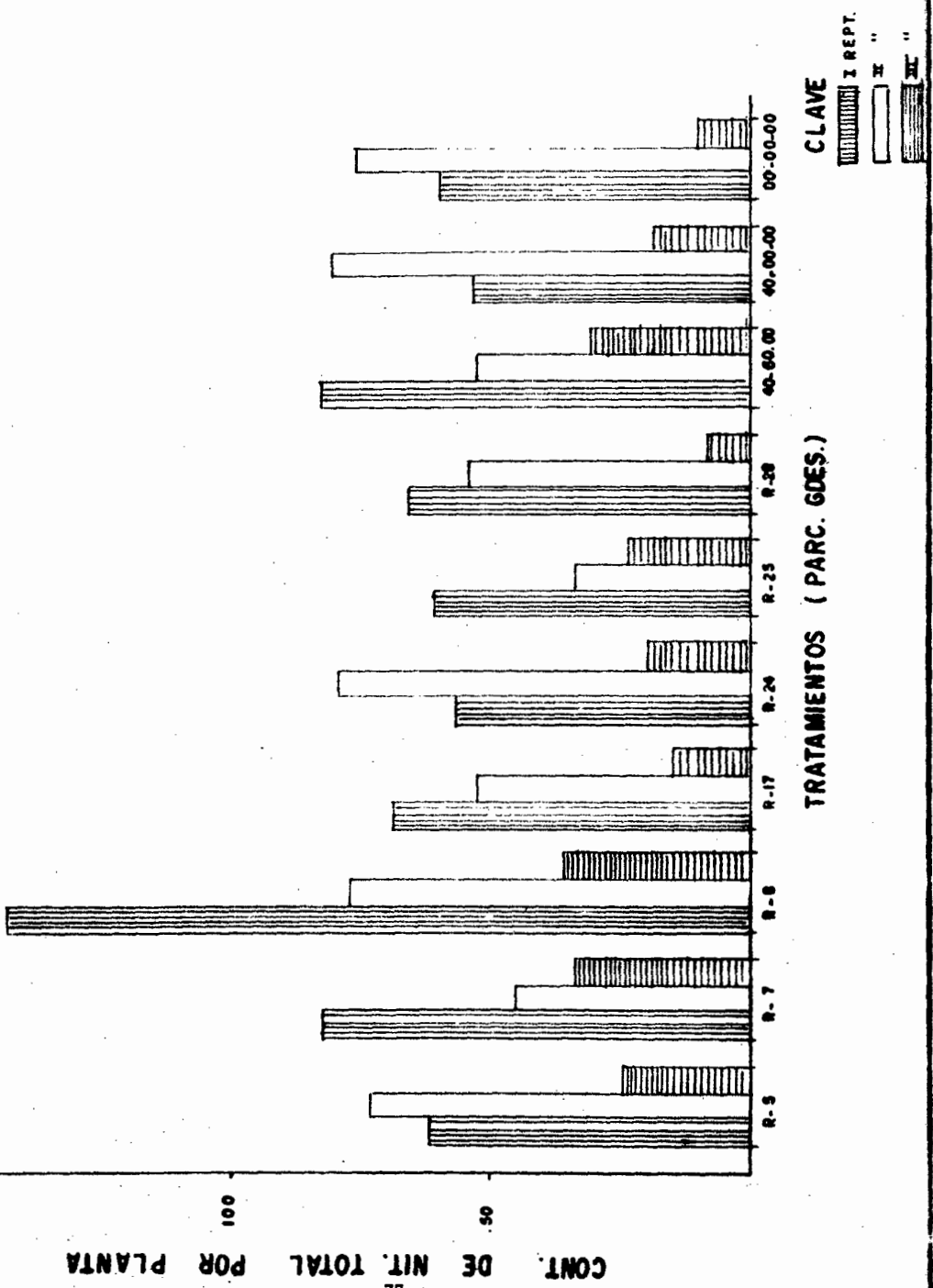
CUADRO No 8

CUADRO COMPARATIVO DE PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS EN LA VARIEDAD
PINTO MEXICANO 80, CONTENIDO DE NITROGENO TOTAL - PRUEBA DUNCAN

	(3)	(8)	(1)	(2)	(5)	(9)	(10)	(4)	(7)	(6)
	.85	.54	.53	.53	.51	.50	.48	.45	.42	.39
.39	.46	.15	.14	.14	.12	.11	.09	.06	.03	.0
.42	.43	.12	.11	.11	.09	.08	.06	.03	.0	
.45	.40	.09	.08	.08	.06	.05	.03	.0		
.48	.37	.06	.05	.05	.03	.02	.0			
.50	.35	.04	.03	.03	.01	.0				
.51	.34	.03	.02	.02	.0					
.53	.32	.01	.0	.0						
.53	.32	.01	.0	.0						
.54	.31	.0								
.85	.0									

() Número de tratamiento.

CONTENIDO DE NITROGENO TOTAL EN LA VARIEDAD P. MEX. 80.



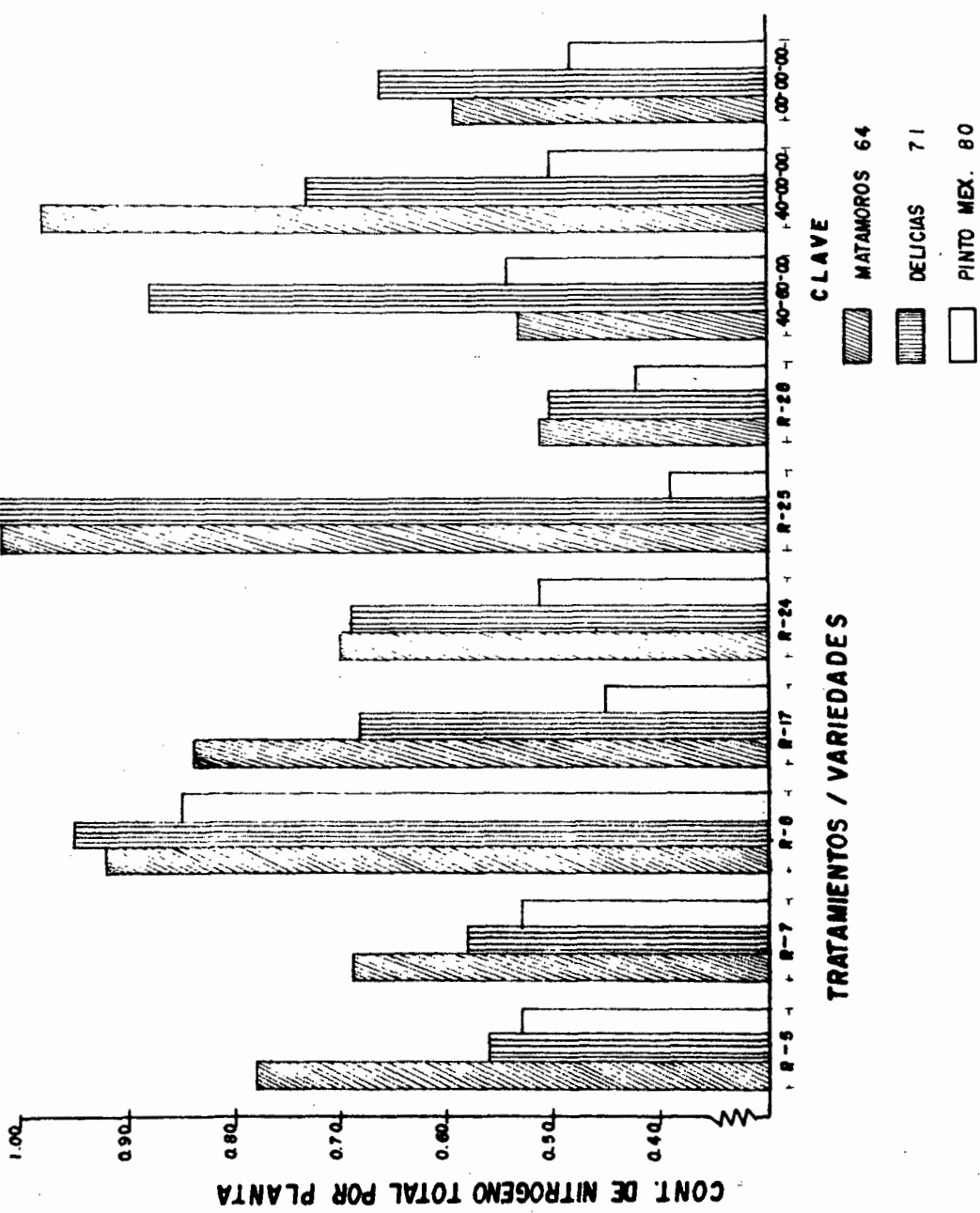
CONT. DE NIT. TOTAL POR PLANTA

CUADRO No 9

CUADRO COMPARATIVO DE PROMEDIOS DE VARIEDADES, CONTENIDO DE NITROGENO
TOTAL

TRATAMIENTO	V A R I E D A D ()		
I	.78 (A)	.56 (B)	.53 (C)
II	.69 (A)	.58 (B)	.53 (C)
III	.95 (B)	.92 (A)	.85 (C)
IV	.84 (A)	.68 (B)	.45 (C)
V	.70 (A)	.69 (B)	.51 (C)
VI	1.05 (B)	1.01 (A)	* .39 (C)
VII	.51 (A)	.50 (B)	.42 (C)
VIII	* .88 (B)	.54 (C)	.53 (A)
IX	.98 (A)	.73 (B)	.50 (C)
X	.66 (B)	.59 (A)	.48 (C)

() Variedades



CUADRO No 10

RENDIMIENTO EN GRANOS POR PLANTA

TRATAM.	VARIEDAD	REPETICION			PROMEDIO VAREIDADES
		I	II	III	
R-5	A	31.18	17.90	7.38	18.82
	B	20.69	20.55	5.96	15.73
	C	15.31	18.34	10.73	14.79
PARCELA GRANDE		67.18	56.79	24.07	\bar{X} TRAT 49.25
R-7	A	21.84	22.25	9.05	17.71
	B	28.25	16.04	7.52	17.27
	C	19.73	10.13	9.27	13.04
PARCELA GRANDE		69.82	48.42	25.84	\bar{X} TRAT 48.03
R-8	A	31.63	21.88	15.69	23.07
	B	37.81	19.54	20.34	25.93
	C	39.69	20.35	8.96	23.00
PARCELA GRANDE		109.13	61.87	44.99	\bar{X} TRAT 72.00
R-17	A	36.25	18.35	12.01	22.20
	B	23.05	23.03	8.63	18.24
	C	17.11	14.40	3.72	11.74
PARCELA GRANDE		76.41	55.78	24.35	\bar{X} TRAT 52.18
R-24	A	21.69	17.08	10.03	16.47
	B	24.61	20.52	11.24	18.79
	C	18.65	18.03	5.72	13.48
PARCELA GRANDE		62.95	55.68	27.55	\bar{X} TRAT 48.74
R-25	A	31.51	23.64	21.36	25.17
	B	40.71	20.41	16.94	26.02
	C	17.91	7.51	6.41	10.58
PARCELA GRANDE		91.02	41.56	43.75	\bar{X} TRAT 61.77

TRATAN.	VARIEDAD	REPETICION			PROMEDIO VARIEDADES
		I	II	III	
R-28	A	22.56	18.78	4.08	15.14
	B	15.69	17.86	6.55	13.37
	C	17.09	11.72	1.92	10.24
PARCELA GRANDE		55.33	48.36	12.55	\bar{X} TRAT 38.75
40-60-00	A	18.48	19.13	5.72	14.44
	B	27.89	17.60	17.44	20.98
	C	21.57	11.83	6.30	13.23
PARCELA GRANDE		67.94	48.56	29.46	\bar{X} TRAT 48.65
40-00-00	A	28.67	28.26	11.00	22.64
	B	20.35	23.60	12.74	18.90
	C	14.06	18.97	4.76	12.60
PARCELA GRANDE		63.08	70.83	28.50	\bar{X} TRAT 54.14
00-00-00	A	20.74	14.12	6.54	13.80
	B	30.83	21.18	8.00	20.00
	C	18.40	18.84	2.29	13.18
PARCELA GRANDE		69.97	54.14	16.83	\bar{X} TRAT 46.98
SUMA REPETICIONES		731.83	551.97	277.94	
GRAN TOTAL		1561.74			\bar{X} GRAL 17.35

CUADRO No 11

ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO EN GRAMOS POR PLANTA

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T. 0.05	F.T. 0.01
BLOQUES	2	3,473.744	1,736.872	68.158	3.55	6.01 **
INOCULANTES	9	743.371	82.597	3.241	2.46	3.60 *
E.A.	18	458.698	25.483			
VARIETADES	2	642.158	321.079	21.302	3.23	5.18 **
INOC x VAR	18	418.569	24.921	1.653	1.90	2.49 NS
E.B.	40	602.928	15.073			
TOTAL	89	6,369.468				

$$C.V. E (A) = \sqrt{25.483} + 17.35 \times 100 = 29.1\%$$

$$C.V. E (B) = \sqrt{15.073} + 17.35 \times 100 = 22.4\%$$

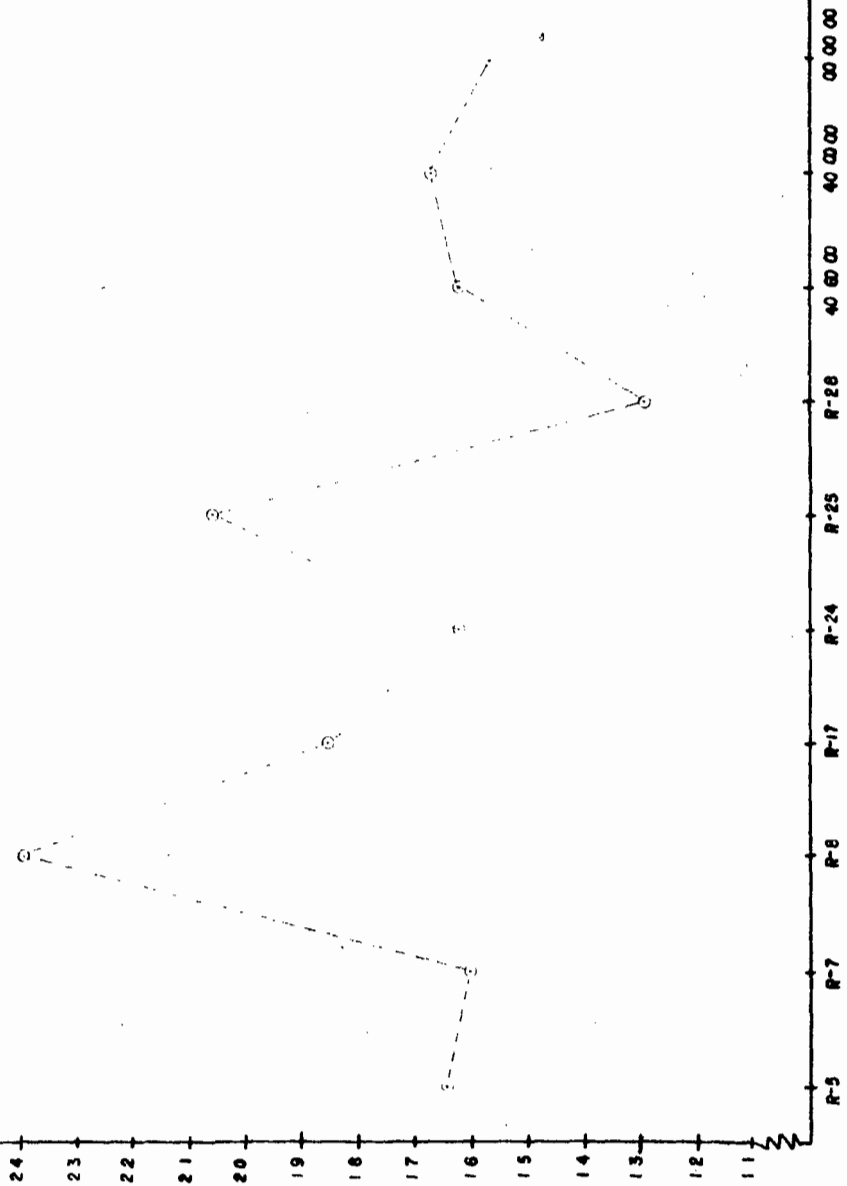
CUADRO No 12

COMPARACION DE PROMEDIOS DE RENDIMIENTO EN GRANOS/PLANTA

	*									*
	(3)	(6)	(4)	(9)	(1)	(5)	(8)	(2)	(10)	(7)
	23.99	20.59	18.52	16.72	16.45	16.24	16.22	16.01	15.66	12.91
12.91	11.80	7.68	5.61	3.81	3.54	3.33	3.31	3.10	2.75	0
15.66	8.33	4.93	2.86	1.06	0.79	0.58	0.56	0.35	0	
16.01	7.58	4.58	2.51	0.71	0.44	0.23	0.21	0		
16.22	7.77	4.37	2.30	0.50	0.23	0.02	0			
16.24	7.75	4.35	2.28	0.43	0.21	0				
16.45	7.54	4.14	2.07	0.27	0					
16.72	7.27	3.87	1.80	0						
18.52	5.47	2.07	0							
20.59	3.40	0								
23.99	0									

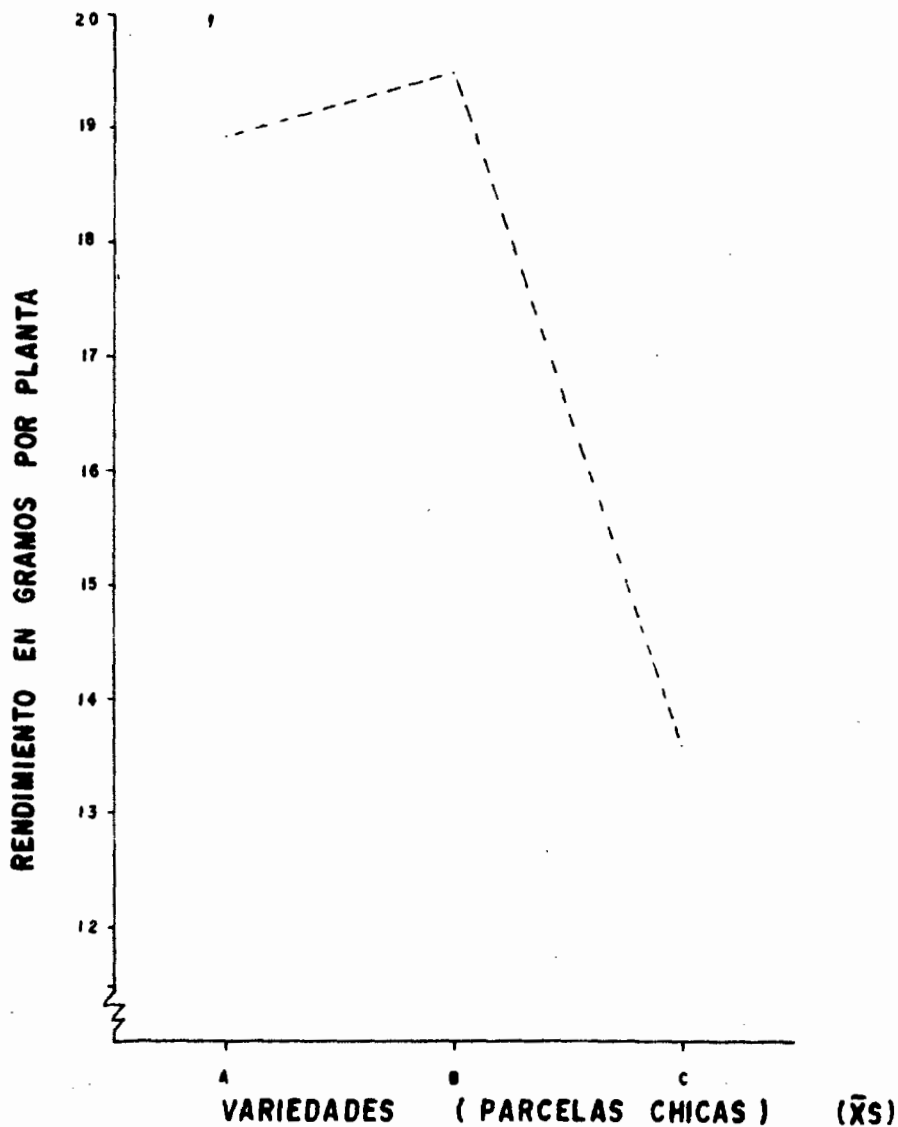
() Número de tratamiento.

RENDIMIENTO EN GRAMOS POR PLANTA



TRATAMIENTOS (PARC. GDES.) \bar{X} s

GRAFICA N° 8 DE RENDIMIENTO EN GRS. POR PLANTA Y POR VARIEDAD

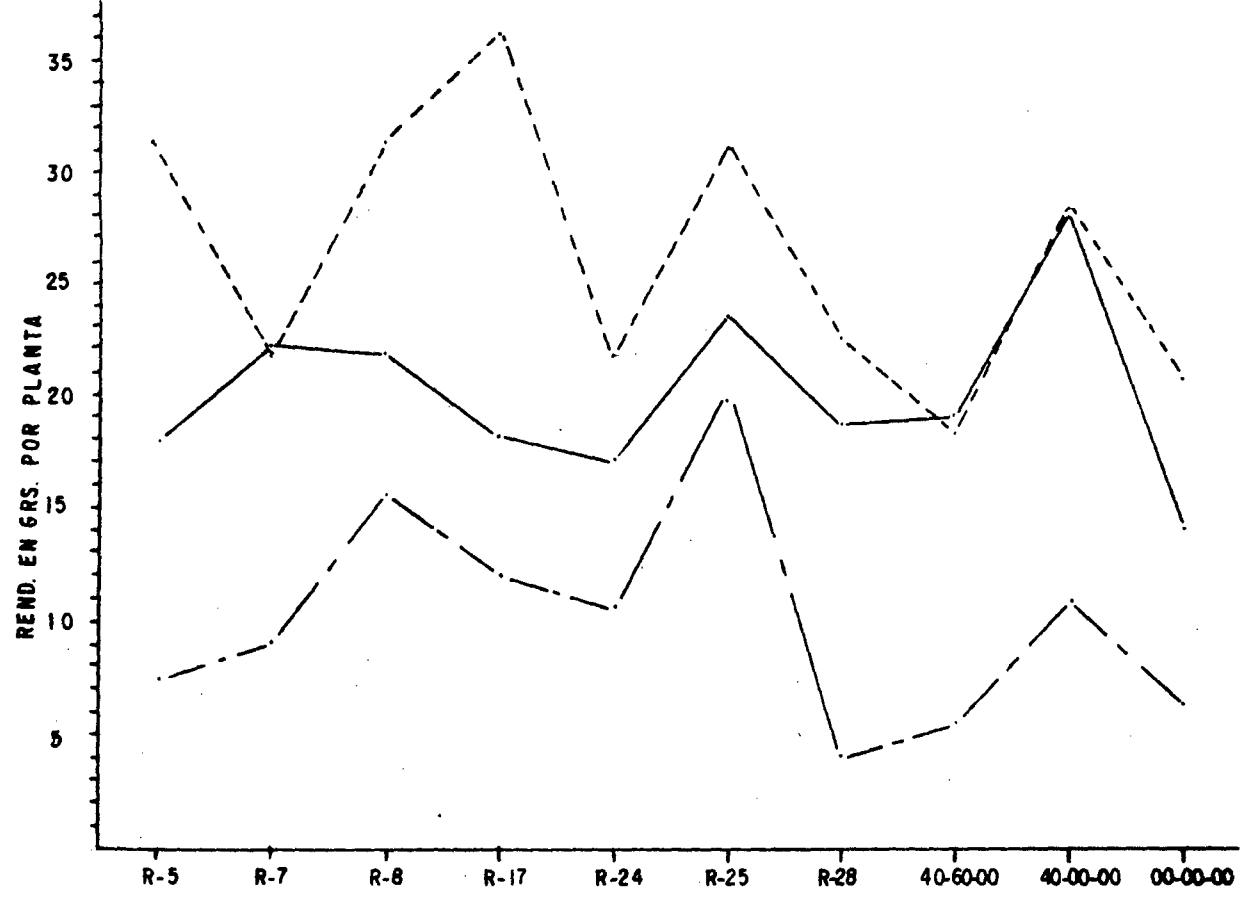


A: MATAMOROS 64

B: DELICIAS 71

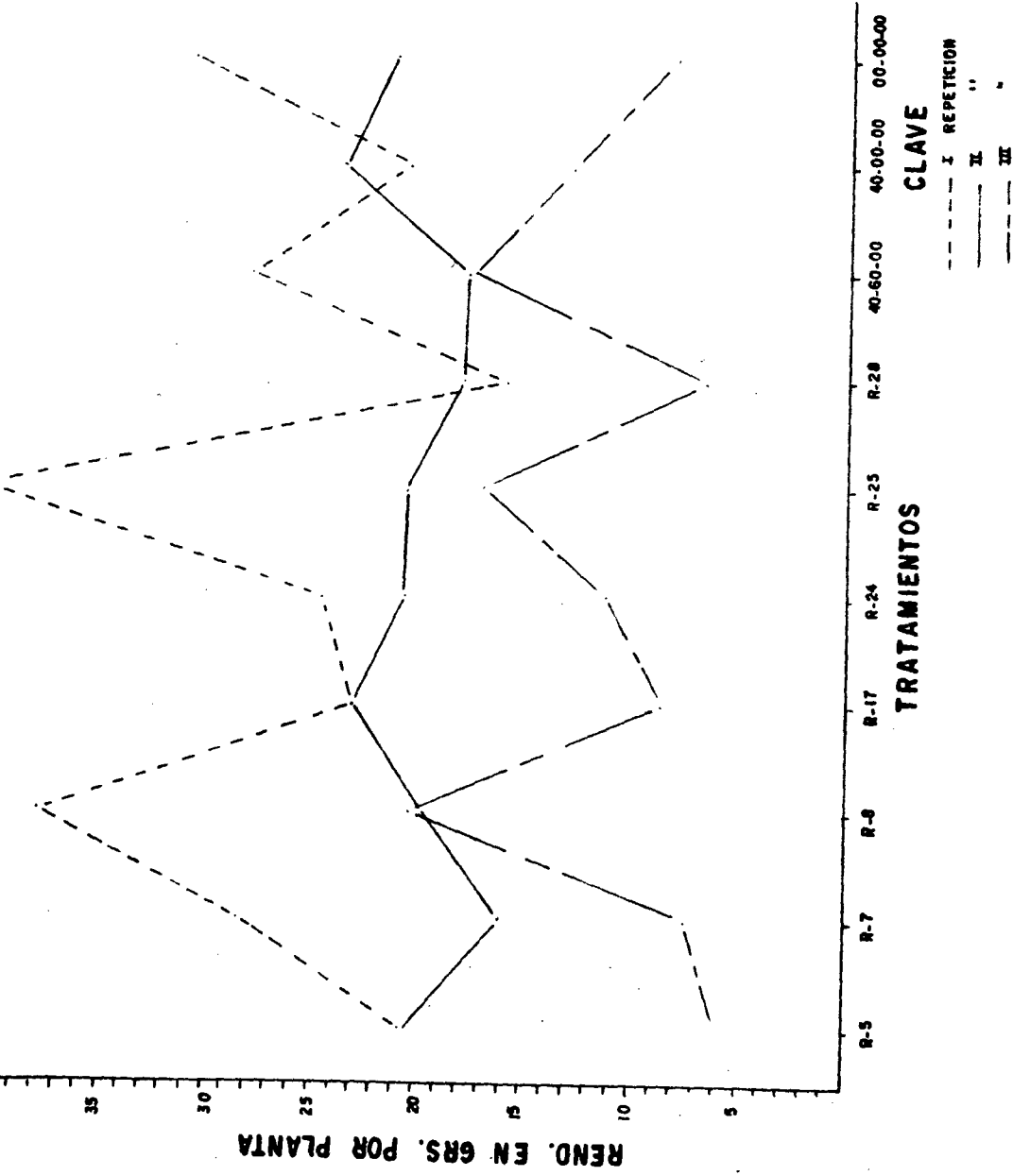
C: PINTO MEX 80

- 98 -



TRATAMIENTOS

CLAVE:
- - - - I REPETICION
———— II "
- · - · - III "



TRATAMIENTOS

CLAVE
 I REPETICION
 II " "
 III " "

RENDIMIENTO EN GRS. POR PLANTA

35

30

25

20

15

10

5

R-5

R-7

R-8

R-17

R-24

R-25

R-28

40-50-00

40-00-00

00-00-00

CLAVE

--- I REPETICION
--- II
--- III

TRATAMIENTOS

CUADRO No 13

RENDIMIENTO EN TONELADAS POR HECTAREA

TRATAN.	VARIEDAD	REPETICION			PROMEDIO VARIETADES
		I	II	III	
R-5	A	1.188	1.833	0.421	1.147
	B	2.315	2.495	0.596	1.802
	C	2.078	1.266	1.124	1.489
PARCELA GRANDE		5.581	5.594	2.141	\bar{X} TRAT 4.439
R-7	A	1.456	2.119	0.517	1.364
	B	2.085	1.184	0.716	1.328
	C	2.302	1.134	1.148	1.528
PARCELA GRANDE		5.843	4.437	2.381	\bar{X} TRAT 4.220
R-8	A	2.033	1.980	0.523	1.512
	B	1.890	2.104	1.065	1.686
	C	1.418	2.374	1.045	1.612
PARCELA GRANDE		5.341	6.458	2.633	\bar{X} TRAT 4.811
R-17	A	1.295	2.185	1.001	1.494
	B	2.415	1.974	0.514	1.634
	C	2.282	1.749	0.425	1.485
PARCELA GRANDE		5.992	5.908	1.940	\bar{X} TRAT 4.613
R-24	A	2.117	1.830	0.658	1.535
	B	1.758	2.248	0.509	1.505
	C	2.259	1.635	0.340	1.411
PARCELA GRANDE		6.134	5.713	1.507	\bar{X} TRAT 4.451
R-25	A	1.200	1.013	0.921	1.045
	B	1.938	2.429	1.452	1.940
	C	1.568	0.673	0.358	0.871
PARCELA GRANDE		4.706	4.120	2.741	\bar{X} TRAT 3.856

TRATAM.	VARIEDAD	REPETICION			PROMEDIO VARIEDADES
		I	II	III	
R-28	A	1.665	1.699	0.204	1.189
	B	2.204	2.339	0.561	1.701
	C	2.074	1.646	0.215	1.212
PARCELA GRANDE		5.943	5.684	0.930	\bar{x} TRAT 4.202
40-60-00	A	1.980	1.321	0.341	1.214
	B	1.859	1.760	1.121	1.580
	C	2.517	1.436	0.690	1.548
PARCELA GRANDE		6.356	4.517	2.152	\bar{x} TRAT 4.342
40-80-00	A	2.048	2.422	0.760	1.743
	B	2.277	1.967	0.940	1.723
	C	2.075	1.922	0.386	1.468
PARCELA GRANDE		6.401	6.331	0.000	\bar{x} TRAT 4.939
00-00-00	A	2.025	1.009	0.389	1.141
	B	1.909	1.866	0.305	1.360
	C	2.279	2.108	0.202	1.530
PARCELA GRANDE		6.213	4.933	0.896	\bar{x} TRAT 4.031
SUMA REPETICIONES		59.510	53.745	19.457	
GRAN TOTAL		131.712			\bar{x} GRAL 1.463

CUADRO No 14

INTERACCIONES

TRATAMIENTO	VARIETAD			PROMEDIO DE TRATAMIENTO
	A	B	C	
2-5	3.442	5.400	4.460	4.439
2-7	4.092	3.985	4.584	4.220
2-8	4.536	5.059	4.827	4.811
2-17	4.481	4.903	4.451	4.613
2-24	4.605	4.515	4.234	4.451
2-25	3.134	5.819	2.611	3.856
2-28	3.568	5.104	3.925	4.202
45-50-50	3.642	4.740	4.613	4.342
16-80-50	5.230	5.154	4.404	4.939
00-60-60	3.423	4.680	4.589	4.031
PRUEBA VAR.	4.015	4.880	4.275	