

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRICULTURA



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

“EVALUACION DE 9 CEPAS DE *Rhizobium phaseoli* EN FRIJOL EN  
LA LOCALIDAD DE TEPAME MPIO. TEPATITLAN, JAL.”

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO EXTENSIONISTA

P R E S E N T A

CLAUDIO FABIO AVELINO STOREY

GUADALAJARA. JALISCO. 1988



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
Facultad de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Octubre 7, 1987.



**ESCUELA DE AGRICULTURA**  
**BIBLIOTECA**

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

Habiendo sido revisada la Tesis del Pasante \_\_\_\_\_

CLAUDIO FABIO AVELINO STOREY, titulada -

"EVALUACION DE 9 CEPAS DE Rhizobium phaseoli EN FRIJOL  
EN LA LOCALIDAD DE TEPAME MPIO. TEPATITLAN, JAL."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR.

ING. RICARDO NUÑO ROMERO

ASESOR

ING. EDUARDO GOMEZ VILLARUEL

ASESOR

ING. EDUARDO RODRIGUEZ DIAZ

hlg.



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente .....

Número .....

21 de Septiembre 1987

### C. PROFESORES.

ING. RICARDO NUÑO GUERRERO. Director  
ING. EDUARDO LÓPEZ VILLARQUEL. Asesor  
ING. EDUARDO RODRIGUEZ DIAZ. Asesor

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, -  
que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

" EVALUACION DE 9 CEPAS DE *Rhizobium phaseoli* EN FRIJOL  
EN LA LOCALIDAD DE TEPAME MPIO. TEPATITLAN, JAL."

presentado por el PASANTE: CLAUDIO FABIO AVELINO STOREY  
han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente -  
para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta  
Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. En-  
tre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y  
distinguida consideración.

"PIENSA Y TRABAJA"  
EL SECRETARIO

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL.



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

hlg.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

SR. GRAL. DE DIV. ADOLFO AVELINO AVENDAÑO

SRA. HORTENCIA S. DE AVELINO

Con cariño y agradecimiento por sus sacrificios  
para obtener mi formación profesional.

A MI ESPOSA:

SRA. MARGARITA CARREÑO DE AVELINO

Que con su amor y cariño ha sido la fuente de  
mi superación.

A MIS HERMANOS

A MI ESCUELA

AL H. CUERPO DE ASESORES:

- ING. RICARDO NUÑO ROMERO
- ING. EDUARDO GOMEZ VILLARREAL
- ING. EDUARDO RODRIGUEZ DIAZ.

## CONTENIDO

Pág.

### INDICE DE CUADROS

### INDICE DE CUADROS Y FIGURAS DEL APRENDICE

I.	INTRODUCCION . . . . .	1
II.	OBJETIVOS, HIPOTESIS Y SUPUESTOS . . . . .	2
III.	REVISION DE LITERATURA . . . . .	4
	3.1 Fijación del Nitrógeno . . . . .	4
	3.1.1 Fijación biológica del Nitrógeno . . . . .	5
	3.1.2 Bacterias fijadoras de Nitrógeno en las raíces de plantas leguminosas . . . . .	5
	3.2 El Microsimbiote . . . . .	6
	3.3 Excreción del Nitrógeno . . . . .	10
	3.4 Factores que afectan la nodulación y la actividad simbiótica . . . . .	12
	3.5 Trabajos relacionados con la inoculación de Phaseolus Vulgaris . . . . .	14
IV.	MATERIALES Y METODOS . . . . .	17
	4.1 Localización . . . . .	17
	4.2 Clima . . . . .	17
	4.3 Suelos . . . . .	18
	4.4 Análisis de laboratorio . . . . .	18
	4.5 Cepas . . . . .	19
	4.6 Variedad . . . . .	20

4.7	Desarrollo del Experimento . . . . .	21
4.8	Manejo del cultivo . . . . .	25
4.9	Observaciones . . . . .	25
V.	RESULTADOS Y DISCUSION . . . . .	27
5.1	Análisis de varianza y comprobación de medias de los tratamientos . . . . .	27
5.2	Análisis de Correlación . . . . .	49
5.3	Análisis económico de la variable, rendimiento de grano . . . . .	51
VI.	CONCLUSIONES . . . . .	53
VII.	RESUMEN . . . . .	55
VIII.	LITERATURA CITADA . . . . .	57
IX.	APENDICE . . . . .	62



## INDICE DE CUADROS

		Pág.
CUADRO 1:	CLASIFICACION DE LAS ASOCIACIONES RHIZOBIUM - LEGUMINOSAS	9
CUADRO 2:	PROMEDIO DE FIJACION DE NITROGENO POR ALGUNAS LEGUMINOSAS.	10
CUADRO 3:	CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE CINCO MUESTRAS DE SUELO TOMADAS DEL LOTE EXPERIMENTAL.	19
CUADRO 4:	CEPAS DE RHIZOBIUM PHASEOLI UTILIZA DAS, ASI COMO SU ORIGEN.	20
CUADRO 5:	ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE NUMERO DE NODULOS DEL PRIMER MUESTREO, REALIZADOS A LOS 30 DIAS DE ESTABLE- CIDO EL EXPERIMENTO.	27
CUADRO 6:	NUMERO DE NODULOS PROMEDIO Y COMPARA- CION DE MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS DEL PRIMER MUESTREO, REALIZADO A LOS 30 DIAS DE ESTABLECIDO EL EXPERIMEN- TO.	28
CUADRO 7:	ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA VARIA- BLE. NUMERO DE NODULOS OBTENIDOS EN EL SEGUNDO MUESTREO, REALIZADO A LOS 48 DIAS DE ESTABLECIDO EL EXPERIMEN- TO.	30

CUADRO 8:	NUMERO DE NODULOS PROMEDIO POR TRATAMIENTO Y COMPARACION DE MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS DEL SEGUNDO MUESTREO, REALIZADO A LOS 48 DIAS DE ESTABLECIDO EL EXPERIMENTO.	31
CUADRO 9:	ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE, PESO SECO DE NODULOS DEL PRIMER MUESTREO, REALIZADO A LOS 30 DIAS DE ESTABLECIDO EL <u>EX</u> PERIMENTO.	33
CUADRO 10:	PESO SECO DE LOS NODULOS, PROMEDIO Y COMPARACION DE MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS - DEL PRIMER MUESTREO, REALIZADO A LOS 30 - DIAS DE ESTABLECIDO EL EXPERIMENTO.	34
CUADRO 11:	ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE, PESO SECO DE LOS NODULOS DEL SEGUNDO MUESTREO, REALIZADO A LOS 48 DIAS DE ESTABLECIDO EL EXPERIMENTO.	35
CUADRO 12:	PESO SECO DE LOS NODULOS PROMEDIO Y <u>COMPA</u> RACION DE MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS DEL SEGUNDO MUESTREO, REALIZADO A LOS 48 DIAS DE ESTABLECIDO EL EXPERIMENTO.	37
CUADRO 13:	ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE,	

PESO SECO DE LA PARTE AEREA DE LA PLANTA  
 DEL PRIMER MUESTREO, REALIZADO A  
 LOS 30 DIAS DE ESTABLECIDO EL EXPERI-  
 MENTO.

39

CUADRO 14: PESO SECO PROMEDIO DE LA PARTE AEREA  
 DE LA PLANTA Y COMPARACION DE MEDIAS  
 DE LOS TRATAMIENTOS DEL PRIMER MUES-  
 TREO, REALIZADO A LOS 30 DIAS DE ESTA-  
 BLECIDO EL EXPERIMENTO.

40

CUADRO 15: ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE,  
 PESO SECO DE LA PARTE AEREA DE LA PLANTA  
 DEL SEGUNDO MUESTREO, REALIZADO A  
 LOS 48 DIAS DE ESTABLECIDO EL EXPERI-  
 MENTO.

41

CUADRO 16: ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE,  
 PESO SECO DE LA PARTE AEREA DE LA PLANTA  
 DEL SEGUNDO MUESTREO, REALIZADO A  
 LOS 48 DIAS DE ESTABLECIDO EL EXPERI-  
 MENTO.

42

CUADRO 17: ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE,  
 CONTENIDO DE NITROGENO TOTAL EN EL FO-  
 LLAJE DEL PRIMER MUESTREO, REALIZADO A  
 LOS 30 DIAS DE ESTABLECIDO EL EXPERI-  
 MENTO.

43

CUADRO 18:	CONTENIDO PROMEDIO DE NITROGENO TOTAL EN EL FOLLAJE Y COMPARACION DE MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS DEL PRIMER MUESTREO, REALIZADO A LOS 30 DIAS DE ESTABLECIDO EL EXPERIMENTO.	44
CUADRO 19:	ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE, CONTENIDO DE NITROGENO TOTAL EN EL FOLLAJE DEL SEGUNDO MUESTREO, REALIZADO A LOS 48 DIAS DE ESTABLECIDO EL EXPERIMENTO.	45
CUADRO 20:	CONTENIDO PROMEDIO DE NITROGENO TOTAL EN EL FOLLAJE Y COMPARACION DE MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS DEL SEGUNDO MUESTREO, REALIZADO A LOS 48 DIAS DE ESTABLECIDO EL EXPERIMENTO.	46
CUADRO 21:	ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE RENDIMIENTO DE GRANO.	48
CUADRO 22:	RENDIMIENTO PROMEDIO DE GRANO Y COMPARACION DE LOS TRATAMIENTOS.	49
CUADRO 23:	ANALISIS ECONOMICO POR TRATAMIENTO DEL EXPERIMENTO REALIZADO SOBRE CEPAS DE RHIZOBIUM PHASEOLI.	52

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS DEL APENDICE

	Pág.
CUADRO A1. NUMERO DE NODULOS OBTENIDOS POR TRATAMIENTO Y POR REPETICION EN EL PRIMER MUESTREO.	62
CUADRO A2. NUMERO DE NODULOS OBTENIDOS POR TRATAMIENTO Y POR REPETICION EN EL SEGUNDO MUESTREO.	63
CUADRO A3 PESO SECO EN GRAMOS DE NODULOS POR TRATAMIENTO Y REPETICION EN EL PRIMER MUESTREO	64
CUADRO A4 PESO SECO EN GRAMOS DE LOS NODULOS OBTENIDOS POR TRATAMIENTO Y POR REPETICION EN EL SEGUNDO MUESTREO.	65
CUADRO A5. PESO SECO EN GRAMOS DE LA PARTE AEREA DE LA PLANTA OBTENIDO POR TRATAMIENTO Y REPETICION EN EL PRIMER MUESTREO.	66
CUADRO A6. PESO SECO EN GRAMOS DE LA PARTE AEREA DE LA PLANTA OBTENIDO POR TRATAMIENTO Y REPETICION EN EL SEGUNDO MUESTREO.	67
CUADRO A7. CONTENIDO DE NITROGENO TOTAL, EN GRAMOS EN EL FOLLAJE POR TRATAMIENTO Y REPETICION EN EL PRIMER MUESTREO.	68
CUADRO A8. CONTENIDO DE NITROGENO TOTAL EN GRAMOS, EN EL FOLLAJE POR TRATAMIENTO Y REPETICION EN EL SEGUNDO MUESTREO	69

	Pág
CUADRO A9. RENDIMIENTO DE GRANO OBTENIDO POR TRATAMIENTO Y REPETICION EN KGS/HA.	70
FIGURA A1. PRECIPITACION FLUVIAL PROMEDIO DE 34 AÑOS Y LA DEL AÑO DE ESTUDIO DE LA ESTACION CLIMATOLOGICA DE TEPATITLAN.	71
FIGURA A2. COMPARACION DE LA PRECIPITACION FLUVIAL PROMEDIO DE 34 AÑOS Y LA DEL AÑO DE ESTUDIO DE LA ESTACION CLIMATOLOGIA DE TEPATITLAN.	72

## I. INTRODUCCION

En la actualidad el cultivo del frijol es de gran importancia en México, debido a que constituye la principal fuente de proteínas del sector de más bajos recursos económicos. Después del maíz se considera el cultivo de mayor importancia como alimento básico. En cuanto a superficie cultivada ocupa el segundo lugar después del maíz.

En la zona de Los Altos, Jalisco, se cultivan 90,000 has. de frijol asociado con maíz y solamente 12,000 has. de frijol solo. De estas en el municipio de Tepetitlán se siembran 200 has.

Los rendimientos en Los Altos son de 300 a 600 kgs/ha. mediante la utilización de variedades resistentes a las enfermedades presentes en la región, el uso de una adecuada densidad de siembra, aplicaciones de fertilizantes y un efectivo control de malezas y plagas se lograrán mejores cosechas.

Existen técnicas poco conocidas que ayudan a incrementar los rendimientos del frijol. Este es el caso de la inoculación con bacterias de género *Rhizobium* a las semillas de las leguminosas. Esta alternativa es de gran importancia debido a sus múltiples beneficios. Aumenta el rendimiento y la calidad de las cosechas, y además, previene el agotamiento del nitrógeno del suelo, ya que la planta obtiene la mayor parte de este elemento de la atmósfera mediante la fijación realizada por las bacterias.

Por lo anterior, se consideró necesario realizar una evaluación de diferentes cepas de *Rhizobium* en la localidad de Tepetitlán, Jalisco.

## II. OBJETIVOS, HIPOTESIS Y SUPUESTOS

Los objetivos que se persiguieron en la presente investigación fueron los siguientes:

1. Determinar mediante comparaciones, la eficiencia de las cepas de RHIZOBIUM PHASEOLI, para aumentar el rendimiento de grano - de frijol en relación a fertilizantes nitrogenados.
2. Identificar las mejores cepas de RHIZOBIUM PHASEOLI para su posible recomendación futura.
3. Comparar los siguientes parámetros:

INOCULACION	VS. TRAT.	00 - 00 - 00
INOCULACION	VS. TRAT. FERT.	30 - 30 - 00
TRAT. DE FERT. 30 - 30 - 00	VS. TRAT.	00 - 00 - 00

Las hipótesis planteadas en el presente trabajo fueron las siguientes:

1. Las cepas de Rhizobium que más se adaptan, deberán tener rendimientos similares a aquellos producidos mediante la aplicación de nitrógeno químico.
2. Los rendimientos de los tratamientos 00 - 00 - 00 y 00 - 30 - 00 deberán ser los más bajos, en caso de lo contrario la cepa nativa es de buena calidad.
3. Entre el grupo de cepas a evaluar deberá haber diferencia en la fijación del nitrógeno.

Los supuestos considerados son los siguientes:

1. El sitio experimental es representativo de la zona frijolera - de la región.
2. Las labores agrícolas aplicadas, son las recomendadas para la región.
3. La variedad de frijol utilizada es la más indicada para cultivarse en la zona de Los Altos.



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

### III. REVISION DE LITERATURA



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

#### 3.1 FIJACION DE NITROGENO

El proceso de combinación del nitrógeno con otros elementos recibe el nombre de fijación de nitrógeno, y se realiza en la naturaleza gracias a la acción de ciertos microorganismos y a las descargas eléctricas en la atmósfera (Thompson y Troch 1980).

El nitrógeno es un elemento abundante, compone aproximadamente el 78% de la atmósfera y se estima que sobre cada hectárea de terreno hay unas 87,000 tons. (Huges Et al 1981). No obstante lo anterior, es un elemento nutricional muy escaso debido a que el nitrógeno atmosférico es inerte y no pueden aprovecharlo la mayoría de los organismos. El nitrógeno únicamente se incorpora en los sistemas biológicos cuando ha sido combinado con ciertos elementos (Winston, 1978).

Existen diferentes tipos de fijación del nitrógeno, siendo los más importantes los siguientes:

- a) Fijación por microorganismos que viven simbióticamente en plantas leguminosas y otros que viven en plantas no leguminosas.
- b) Fijación por microorganismos que viven libremente en el suelo.
- c) Fijación por las descargas eléctricas atmosféricas, y
- d) Fijación industrial (Tisdale y Nelson 1978).

La fuente primaria del nitrógeno es la atmósfera. Originalmente el nitrógeno debió fijarse mediante descargas eléctricas, siendo arras-

trado al suelo por la lluvia (Thompson y Troch, 1980). Este proceso sigue funcionando y representa alrededor de los 50 Kg/ha. anualmente (Tisdale y Nelson, 1978).

### 3.1.1. FIJACION BIOLOGICA DEL NITROGENO

La fijación biológica del nitrógeno es un proceso natural por medio del cual este elemento atmosférico puede pasar a formar parte del nitrógeno del suelo (Ortega, 1978). La aplicación de fertilizantes provee solo una parte del nitrógeno asimilado por las plantas, el resto es suministrado por alguna otra fuente, sin embargo, el balance del nitrógeno - debe ser ajustado por la fijación biológica (Alexander, 1980).

Se sabe que la fijación biológica del nitrógeno ocurre en el suelo, dentro y sobre las raíces de algunas plantas, en los troncos, tallos y - hojas de las plantas, en agua dulce y en agua del mar y en los tractos - digestivos de una variedad de animales de sangre caliente. La fijación biológica ha sido clasificada en simbiótica y no simbiótica (Dazzo y Hubbell, 1974).

La fijación biológica del nitrógeno atmosférico comprende bacterias que son fotosintéticas, otras requieren oxígeno y otras terceras viven en un medio anaeróbico. Todos estos organismos tienen en común una enzima, la cual fija el nitrógeno: La nitrogenasa (Tenscher y Adler, - 1981).

### 3.1.2. BACTERIAS FIJADORAS DE NITROGENO EN LAS RAICES DE PLANTAS LEGUMINOSAS.

Diferentes parejas de organismos son capaces de utilizar el nitró-

geno atmosférico gracias a sus relaciones simbióticas. El ejemplo clásico es aquel entre las plantas leguminosas y las bacterias del género Rhizobium. En las raíces de estas plantas aparecen hinchazones llamadas nódulos. Estos se desarrollan como respuesta a una penetración en el cortex radial por parte de las bacterias fijadoras de nitrógeno. Las bacterias penetran primero por los pelos radicales, luego en las células del cortex. Las bacterias liberan compuestos parecidos a las citocininas provocando que las células corticales se dividan. Los nódulos se producen por consecuencia de la proliferación de células corticales en las que viven las bacterias (Fahn, 1974).

Las plantas leguminosas contienen clorofila y utilizan la luz para producir glucidos. Las bacterias del género Rhizobium reciben parte de estos glucidos empleándolos como fuente de energía en el proceso de fijación de nitrógeno. Parte de los compuestos de nitrógeno que se originan vuelven al primer organismo asimilándolos, por lo cual el proceso redundaba en beneficio mutuo. (Worthing y Aldrich, 1980).

Las bacterias rizobiales pueden aplicarse a la semilla mediante un procedimiento llamado inoculación. El cultivar una leguminosa no asegura la adición de nitrógeno al suelo, ya que las condiciones del cultivo pueden ser desfavorables, estar ausente la cepa de Rhizobium apropiada o extraer más nitrógeno en la cosecha del que se ha fijado (Block, 1968).

### 3.2 EL MICROSIMBIONTE

El género Rhizobium se ha definido como el grupo de bacterias con

capacidad de producir nódulos en las raíces de las plantas de la familia leguminosae, no utilizan citrato y no producen cetalactosa (Frank, citado por Alexander, 1980). Son bacilos Gram negativos de 0.5 a 0.9 micras de ancho y de 1.3 a 3 micras de largo, presentándose solos o en pares - generalmente móviles debido a la presencia de flagelos peritricos, polares o sub-polares (Jordan y Allan, citados por Ferrara Cerrato, 1978). Las bacterias presentan generalmente glóbulos de polihidroxibutirato, no forman esporas. Produciendo en la mayoría de los casos una substancia mucosa extracelular cuya composición varía según la cepa y utilizan algunos carbohidratos (Kleczkowska et al., citados por Ferrera-Cerrato, 1978) tienen forma cilíndrica pero frecuentemente adoptan formas semejantes a las letras Y x T (Bear, 1963).

La separación en especies dentro del género está basada completamente, al menos en la actualidad, en la especificidad por el hospedero pues las bacterias están limitadas en los grupos de plantas que infectan. La característica en la cual está basada la clasificación, es la capacidad de un cultivo de *Rhizobium* para invadir las raíces de un número restringido de especies de plantas, además de la leguminosa de la cual se obtuvo - el microorganismo. A causa del limitado número de hospederos, se han establecido grupos llamados de inoculación cruzada (Hubbell Et. al, 1972). Un grupo de inoculación cruzada se refiere a un conjunto de especies leguminosas desarrollan nódulos cuando se exponen a bacterias obtenidas de - los nódulos de cualquier miembro de ese grupo particular de plantas. Consecuentemente, un grupo de inoculación cruzada incluye idealmente todas - las especies de hospederos que son infectados por una sola cepa bacteriana. Se han establecido más de 20 grupos de inoculación cruzada, y única-

mente 6 se han delimitado lo suficiente para que la bacteria responsable logre la categoría de especie (Alexander, 1980).



**ESCUELA DE AGRICULTURA**  
**BIBLIOTECA**

CUADRO 1. CLASIFICACION DE LAS ASOCIACIONES RHIZOBIUM LEGUMINOSAS  
(SALISBURY Y ROSS, 1978).

<u>ESPECIE DE RHIZOBIUM</u>	<u>GRUPO AL QUE PUEDE INOCULAR.</u>	<u>GENERO HUESPED</u>	<u>LEGUMINOSAS INCLUIDAS</u>
R. MELILOTI	ALFALFA	MEDICAGO	ALFALFA
		MELITOTUS	TREBOL DULCE
		TRIGONELLA	FONOGRIEGO
R. TRIFOLI	TREBOL	TRITOLIUM	TREBOL
R. LEGUMINOSARUM	CHICHARO	PISOM	CHICHARO
		VICIA	ALGARROEA
		LENS	LENTEJA
R. PHASEOLI	FRIJOL	PHASEOLUS	FRIJOL
R. LUPINI	ALTRAMUZ	LUPINUS	ALTRAMUZ
R. JAPANICUM	SOYA	GLYCINE	SOYA

Se puede hacer una distribución entre los rhizobios que pueden tener un tiempo de generación de 2 a 4 horas y producir ácido en medios de cultivo, y aquellos de tiempo de generación de 6 a 8 hrs. y que crean condiciones alcalinas en cultivo. El primer grupo incluye R. LEGUMINOSARUM, R. Meliloti, R. Phaseoli y R. Trifoli, y el último incluye R. Japonicum y R. Lupini. (Alexander, 1980).

Las cantidades de nitrógeno fijado por el género rhizobium difieren con la cepa rhizobial, la planta huésped y las condiciones ambiente-

les bajo las que ambas se desenvuelven (Tisdale y Nelson, 1980).

CUADRO 2. PROMEDIO DE FIJACION DE NITROGENO POR ALGUNAS LEGUMINOSAS.

(Hughes et al... 1981. Hubbell et al... 1972).

LEGUMINOSAS	SU NOMBRE CIENTIFICO	No. FIJADO (KG/HA. AL AÑO )
ALFALFA	MEDICAGO SATIVA	194
CHICHARO	PISUM SATIVUM	115
TREBOL ROJO	TRIFOLIUM PRATENSE	114
TREBOL BLANCO	TRIFOLIUM REPENS	103
CHICHARO DE VACA	VIGNA UNQUICULATA	90
SOYA	GLYCINE MAX	58
CACAHUATE	ARACHIS HYPOGEEA	42
FRIJOL	PHASEOLUS VULGARIS	40
HABA	VICIA FABA	25

Los cultivos fijadores de nitrógeno atmosférico más vigorosos son los de clima templado como la alfalfa y el trébol, mientras que los cacahuates son menos efectivos (Hughes, et. al. 1981).

### 3.3. EXCRECION DEL NITROGENO

Los beneficios que obtienen los pastos forrajeros y los cereales que crecen junto con las leguminosas en suelos pobres en nitrógeno, se debe a la excreción de éste elemento por las raíces de las leguminosas (Teuscher y Adler, 1981). Se han observado beneficios derivados del cul

mixto para el maíz que crece con soya o con chícharo de vaca, cereales - con chícharos y pastos forrajeros con trébol. La estimación es evidente en un estudio en donde la producción de grano de maíz fue de 3.080 Kg/ha. cuando el maíz fue intercalado con *Phaseolus aureus* y solamente de 1,790 kgs/ha. cuando se plantó solo. (Alexander, 1980). Se liberan pequeñas cantidades de nitrógeno por las leguminosas y así, solo una parte de este elemento puede ser proporcionado por este mecanismo (Worthen y Aldrich, 1980).

Una parte de nitrógeno asimilado por una planta no leguminosa que crece junto a una leguminosa puede surgir de la descomposición microbiológica de las raíces y tejido nodular muerto de la leguminosa; otra parte de este elemento puede derivarse mediante la excreción activa de aminoácidos u otros compuestos por parte de leguminosa (Alexander, 1980). Debido a que los fertilizantes nitrogenados inhiben la nodulación, no conviene agregarlos a la mezcla de leguminosa y gramíneas hasta que la población de la leguminosa sea tan escasa que no proporciona suficiente nitrógeno a las gramíneas (Worthen y Aldrich, 1980).

El nitrógeno fijado por los organismos nodulares sigue 3 vías:

1. Puede ser usado por la planta huésped, beneficiándose así por la simbiosis.
2. Puede pasar al suelo, ya sea por excreción o por simple separación de las raíces y sobre todo por los nódulos.

El cultivo asociado con la leguminosa puede así asociarse:

3. Cuando una leguminosa es enterrada parte del nitrógeno resulta aprovechable para el cultivo siguiente (Buckman y Brandy, 1977).

### 3.4 FACTORES QUE AFECTAN LA NODULACION Y ACTIVIDAD SIMBIOTICA

Los principales factores que rigen la fijación son el tipo de leguminosa, la competitividad *Rhizobium* hospedera, el contenido de nitrógeno inorgánico en el suelo, el Ph, la disponibilidad de los nutrimentos esenciales para las leguminosas, la población de microorganismos antagonicos en el suelo y la presencia de ciertos nutrientes secundarios en forma utilizable (Hughes et. al... 1981). La nodulación tiene lugar en un amplio ámbito de temperaturas, pero la abundancia de los nódulos se reduce en los extremos más frios y más calientes, también muchas cepas persisten bien en suelos secos (Alexander, 1980).

La duración del día e intensidad de la luz afecta el número de nódulos. La falta de luz también tiende a disminuir el peso de los nódulos. Mientras que la intensidad de luz elevada pero no excesiva y los altos niveles de  $CO_2$  aumentan el número de nódulos, lo contrario sucede al adicionar el nitrógeno, el peso de los nódulos y su número disminuye a niveles, de nitrato o amonio, relativamente altos, pero las bajas concentraciones de sales de nitrógeno inorgánicas aumentan la nodulación. (Alexander, 1980)

La influencia en la duración del día, intensidad de luz y el suministro de  $CO_2$  provoca un incremento en el almacenamiento de los carbohidratos en la planta, favoreciendo la producción de nódulos, mientras que ne el nitrógeno retarda la nodulación. (Alexander, 1980).

En muchas de las leguminosas de importancia, la infección no ocurre por debajo de Ph 5.0. Muy raramente el microsimbote crecerá a Ph 4.0 o

menos. La inhibición de un suelo ácido no es sólo un efecto de la concentración del ion hidrógeno, sino también se debe a la toxicidad provocada por el aluminio o hierro (Hughes et al... 1981)

Las bacterias rizobiales pueden ser atacadas por organismos microscópicos que son productores de estas bacterias, como lo son ciertos protozoarios, las especies de *Rhizobium* también son susceptibles de ataque y lisis por bacteriófagos y a las toxinas formadas por otros organismos. (Alexander, 1980).

El molibdeno tiene un efecto importante en la fijación del nitrógeno en las plantas leguminosas, ya que por cada parte del Mo se fijan 80,000 partes del nitrógeno atmosférico (Waksman, 1961). El Mo es necesario en las reacciones enzimáticas por las cuales el nitrógeno queda fijado, se cree que casi toda la respuesta favorable de ciertas leguminosas a la cual se debe el aumento del aprovechamiento del Mo (Buckman y Brandy, 1977). Es por esto que *Phaseolus Vulgaris* en suelos ácidos requiere cantidades específicas de Mo (Franco, 1976). El Mo actúa como catalizador para la actividad de *Rhizobium* (Waksman 1961).

El papel que desarrolla el calcio en la formación de nódulos es muy importante. El calcio tiene un efecto en la leguminosa hospedera, no en la bacteria. Sin un adecuado suministro de calcio los nódulos no se formarán, en aquellos casos que se forman, la fijación será muy reducida. Las bacterias del género *Rhizobium* tienen un requerimiento de calcio el cual es aproximadamente de  $1/8$  del requerimiento de magnesio, ocupan un máximo de 1 ppm. (A. Norris, 1967).

El cobalto también estimula la fijación de nitrógeno atmosférico -

por las leguminosas noduladas. Es un componente de vitamina B<sub>12</sub>. Las pequeñas cantidades satisfacen sus necesidades (Alexander, 1980, Hughes et al... 1981).

Dentro de otros nutrimentos minerales son indispensables para una eficiente fijación simbiótica en las leguminosas, algunos otros pueden ser tóxicos. Un elemento fundamental exigido en altas proporciones, es el fósforo. Otro elemento necesario es el potasio. El magnesio se requiere en cantidades elevadas, principalmente por las leguminosas tropicales (Cardoso, 1975). Boro es altamente esencial para el crecimiento de la bacteria, pero altas dosis pueden ser dañinas. El cobre es esencial para una variedad de procesos microbiales pero también altas dosis de este elemento pueden ser dañinas. Zinc forma constituyentes esenciales de ciertos sistemas de enzimas y vitaminas (Waksman, 1961). Otros elementos esenciales son azufre, hierro, vanadio y magnesio (Cardoso, 1975).

Materia orgánica de fácil descomposición incorporada al suelo puede tener un efecto promotor sobre la nodulación y fijación del nitrógeno atmosférico. Este efecto es debido a un aumento del CO<sub>2</sub> alrededor de las raíces. También parcialmente debido a su influencia reguladora sobre la temperatura del suelo (Cardoso, 1975).

### 3.5 TRABAJOS RELACIONADOS CON LA INOCULACION DE PHASEOLUS VULGARIS.

Duque et al., citados por Graham y Harris (1982), experimentaron en Rio de Janeiro la influencia de 16 genotipos de Phaseolus Vulgaris en ciertos parámetros de la fijación de nitrógeno, bajo condiciones de tiempo

ral como de riego. Las semillas se inocularon con una mezcla de 3 cepas de *Rhizobium Phaseoli*. Se observaron todos los genotipos que la máxima fijación del nitrógeno atmosférico sucedió a los 14 días, una semana después de la presencia de la mayor cantidad de nódulos rosas. Siete días después empezó una rápida descomposición de los nódulos y la actividad de la nitrogenasa se detuvo casi por completo. Esto sucedió bajo condiciones de riego como de temporal. También observaron que la actividad en la reducción del nitrato era muy baja durante una fijación del nitrógeno atmosférico, pero aumentaba conforme disminuía la fijación. Cada parámetro mostró bastante variabilidad entre los 16 genotipos. Existió una correlación pobre entre peso seco de nódulos con rendimiento. Concluyeron en base a los resultados que es la eficiencia con la que las plantas utilizan los carbohidratos acumulados y el nitrógeno, lo que determina los rendimientos de grano (Graham y Harris, 1982).

Cuautle (1979) llevó a cabo en el Valle de México dos ensayos, bajo condiciones de riego como de temporal, con el fin de averiguar el efecto de algunos parámetros sobre el rendimiento de grano de frijol. Observó, en el experimento bajo condiciones de riego, una alta competencia de las cepas nativas con las inoculadas. Bajo las condiciones de temporal no se observa alguna relación entre las cepas y el incremento del grano. La cantidad de nódulos efectivos de nitrógeno total en nódulos y semillas fue menor que bajo condiciones de riego (Cuautle, 1979).

Fuentes (1981) observó el comportamiento fisiológico de 3 genotipos de *Phaseolus vulgaris* cuando estos se inoculan con distintas cepas de *Rhizobium Phaseoli*. Observó que las 3 variedades tuvieron respuesta a la inoculación en distintos grados, ya que esta difiere entre cepa y -

variedad. Sus resultados demostraron una alta correlación entre el número de inflorescencia con el número de nódulos, peso seco de tallos con peso seco de peciolo, y peso seco de lámina foliar, número de vainas normales con número de granos normales y no hubo correlación entre el número de nódulos con los componentes estudiados (Fuentes, 1981).

Mathieu (1982), evaluó la colonización y nodulación de plantas de frijol por mutantes de *Rhizobium Phaseoli*. Observó una respuesta de las cepas introducidas a la rizosfera. Concluyó que una mayor colonización de la raíz por las bacterias rizobiales durante los primeros días de desarrollo de la planta conducen a una mayor nodulación.

García Echeagaray (1985) probaron 6 cepas de *Rhizobium Phaseoli* del Brasil en cuatro variedades de frijol bajo condiciones de invernadero. Encontraron solamente una asociación óptima entre una de las cepas con una variedad probada, otras tres cepas tuvieron una efectividad intermedia y las otras dos no mostraron poder de efectividad.

Duran (1985) realizó dos ensayos en la zona central del Estado de Veracruz, con el propósito de encontrar respuestas positivas a la inoculación con cepas de *Rhizobium Phaseoli* en distintas variedades de frijol. El primer ensayo consistió en probar nueve cepas en forma individual, y en el segundo ensayo se probaron dos mezclas y la mezcla "A" formada por cinco cepas y la mezcla "B" formada por cuatro cepas. Los resultados del primer ensayo revelaron la alta eficiencia de tres cepas al ser el rendimiento de éstas estadísticamente igual al del testigo N + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. En el segundo ensayo sobresalió como el mejor el testigo N + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y no se encontró una respuesta de las variedades utilizadas a la inoculación igual de favorable al primer ensayo.

#### IV. MATERIALES Y METODOS

##### 4.1 LOCALIZACION

El experimento se realizó en la localidad del Tepams, Municipio de Tepatitlán de Morelos, Jalisco, en el Km. 127 de la Carretera a Lagos de Moreno-Guadalajara, a 8 kms. de la ciudad de Tepatitlán. Esta población se encuentra comprendida entre las coordenadas  $20^{\circ}46'$  a  $20^{\circ}41'$  latitud norte y  $102^{\circ}45'$  a los  $102^{\circ}46'$  longitud oeste del Meridiano de Greenwich, a 1,800 M. sobre el nivel del mar (SPP, 1981).

##### 4.2 CLIMA

La precipitación anual oscila entre 800 y 1000 m.m. (SPP, 1981). - El municipio presenta el tipo de clima (A) c (W) W, de acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García, 1973. Siendo (A) C, los símbolos representativos del clima semicálido, con una temperatura media anual entre  $18$  y  $22^{\circ}\text{C}$ . C(W), se refiere a que por lo menos es diez veces mayor la cantidad de lluvia en el mes más húmedo (Julio), que en el mes más seco (Marzo). C(W)w, como lo anterior, siendo la cantidad de lluvia invernal menor del 5% anual. C(W,), significa que el cociente que resulta de dividir la precipitación total anual expresada en m.m. entre la temperatura media anual en grados centígrados es entre 43.2 y 55.0. - Es decir, que se encuentra entre el más seco de los subhúmedos y el más húmedo de los subhúmedos. La Figura A1 del apéndice indica que la época húmeda del año de 1984 inició en mayo y terminó en Octubre.

La Figura A2 del apéndice muestra que la precipitación total de -

1984 sobrepasó la precipitación media de 34 años.

### 4.3 SUELOS

Los suelos de la región son en su mayoría de origen residual y aluvial. De acuerdo a la clasificación de suelos de la FAO/UNESCO, predomina el luvisol ferrico, el cual presenta manchas rojas de hierro en el subsuelo, es ácido, poco fértil, impermeables y con baja capacidad de retención de agua. Se encuentra en forma secundaria el planosol mólico, cuya capa superficial es muy oscura, rica en materia orgánica. Con menos frecuencia se encuentra el Feozem lúvico, el cual tiene una capa superficial oscura, rica en materia orgánica y minerales, con acumulación de arcilla en el subsuelo, son suelos que toleran el exceso de agua ya que son muy permeables (SPP., 1981; Silva, 1981).

### 4.4 ANALISIS DE LABORATORIO.

De la parcela experimental se obtuvieron cinco muestras de suelo, de 0 a 30 cms. de profundidad, mismas que al ser analizadas, arrojaron las siguientes características:



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

CUADRO 3. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DE CINCO MUESTRAS DE SUELO  
TOMADAS DEL LOTE EXPERIMENTAL.

MUESTRA	ARENA (%)	LIMO (%)	ARCILLA (%)	P.H.	M.O. (%)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Aprovechable	
							En kg/Ha.	K <sub>2</sub> O
1	24	20	56	5.1	3.4	85	46	990
2	24	26	50	5.3	3.7	93	74	990
3	24	26	50	5.2	3.6	90	119	1.591
4	24	26	50	5.7	3.4	85	102	1.894
5	24	26	50	4.9	3.3	81	36	1.445
Media	24	25	51	5.2	3.5	87	75	1.382

El cuadro anterior indica que el suelo del lote experimental es de textura arcillosa, fuertemente ácido, con buena fertilidad, rico en materia orgánica de acuerdo a la clasificación propuesta por el Dr. Rodolfo - Moreno Dohme.

#### 4.5 CEPAS

Las cepas utilizadas con su respectivo origen se presenta en el cuadro 4.

## CUADRO 4. CEPAS DE RHIZOBIUM PHASEOLI UTILIZADAS,ASI COMO SU ORIGEN.

CEPA	ORIGEN	CEPA	ORIGEN
FM 19	Rhodesia	FM 176	Colombia
FM 138	Hidalgo, Méx.	FM 1-84	1 Guatemala y 1 México
FM 166	Honduras	Niftal	2 Hawaii y 1 Guatemala
FM 171	México	Nitragin	Comercial
FM 176	Colombia		

Todas las cepas, a excepción de la Nitragin, fueron proporcionadas por Fertilizantes Mexicanos, S.A. De estas últimas se desea averiguar la eficiencia de cada una bajo distintas condiciones de campo, para determinar su posible entrada al mercado.

## 4.6 VARIEDAD

La variedad utilizada fue Bayo Zacatecas, ya que muestra adaptación a los Altos de Jalisco. Es resistente a varias enfermedades como el tizón del halo, la antracnosis y la roya. Debido a sus características anteriores y a los altos rendimientos de grano logrados con esta variedad el INIA la recomienda para la región. Su origen es el Campo Agrícola Experimental de Zacatecas, donde se liberó en 1981.

La semilla es de color amarillo suave, forma prismática y grande. Su hábito de crecimiento es indeterminado, postrado y guía corta, tipo semiguía. Su ciclo vegetativo es de 88 días, las primeras flores aparecen a los 36 días y la floración dura 23 días. El color de la flor es -

blanco (Lepiz et al., 1984).

#### 4.7 DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

El terreno destinado para el experimento fue prestado por el campo agrícola experimental Los Altos de Jalisco, localizado en Tepatitlán. Del cual se tomaron las recomendaciones de siembra del cultivo de frijol para la región. El terreno es propiedad del agricultor cooperante Isidro Aceves, quien cultivó frijol el ciclo anterior.

El diseño experimental elegido fue bloques al azar, con cuatro repeticiones y doce tratamientos. El tamaño de la unidad experimental fue de 5 surcos de 5 mts. de largo cada uno. La parcela útil, de cada unidad experimental, consistió de los tres surcos centrales. Entre las unidades experimentales en bloques se dejó un surco sin sembrar y entre repeticiones en dos metros de separación con el fin de facilitar el manejo. El área total de la parcela fue de 1,329.12 M<sup>2</sup>.

Se utilizó la dosis de inoculante de 0.5 Kg/ha. La dosis de fertilización recomendada para frijo en la región es de 30 - 30 - 00, por lo que se mantuvo constante la dosis de fósforo para probar la eficiencia de las cepas de *Rhizobium Phaseoli* en la fijación de nitrógeno.

Los tratamientos fueron los siguientes:

## TRATAMIENTOS

1. FM 19 + 00 - 30 - 00	7. FM 1-84 + 00 - 30 - 00
2. FM 138 + 00 - 30 - 00	8. NIFTAL + 00 - 30 - 00
3. FM 166 + 00 - 30 - 00	9. NITRAGIN + 00 - 30 - 00
4. FM 171 + 00 - 30 - 00	10. - 30 - 30 - 00
5. FM 175 + 00 - 30 - 00	11. - 00 - 30 - 00
6. FM 176 + 00 - 30 - 00	12. - 00 - 00 - 00

El efecto de la inoculación o del fertilizante se evaluó por medio de los siguientes parámetros:

- A) En número de nódulos por planta (cinco plantas por unidad experimental).
- B) Peso seco de los nódulos.
- C) Peso seco de la parte aérea de la planta.
- D) Nitrógeno total en el follaje de la planta.
- E) Rendimiento de grano al 14% de humedad.

Las determinaciones A, B, C, y D, se realizaron a los 30 y 48 días de establecido el experimento.

La cuantificación de los parámetros se hizo de la siguiente manera; para obtener el número de nódulos por planta se procedió a extraer la planta con cuidado especial para evitar lastimar la raíz, posteriormente esta se sumergió en agua para eliminar la tierra. La raíz se dividió en tres zonas. La zona A correspondió a los primeros 3.5 cms. de la raíz.

La zona B correspondió a los próximos 3.5 cms. y la zona C formada por el resto de la raíz. Durante la obtención de este dato se clasificaron los nódulos en dos tipos: 1) Nódulos grandes (con un diámetro igual o mayor a 0.5 cms.) y 2) nódulos chicos (con un diámetro menor a 0.5 cms)

Para la obtención del peso seco de los nódulos, estos se secaron a la intemperie durante una semana como mínimo y posteriormente se mantuvieron en horno a 50°C hasta lograr el peso constante para determinar así dicho parámetro.

La determinación del peso seco de la parte aérea se hizo en forma similar a la determinación anterior. Todas las plantas fueron cortadas al nivel de los cotiledones para luego secarlas a la intemperie durante una semana. Posteriormente, se secaron en el horno a 100 - 105°C. hasta peso constante (1 hora aproximadamente), para luego ser pesadas en la balanza analítica.

La determinación del nitrógeno total se hizo mediante el método - Kjeldahl modificado. Este basa en la digestión del material orgánico - con  $H_2SO_4$  y concentrado para obtener el  $(NH_4)_2SO_4$ ; posteriormente este - compuesto se hace reaccionar con  $NaOH$ , para desprender el nitrógeno en forma de  $NH_3$  para ser recibido en ácido bórico que le cede un protón - formándose el  $NH_4$  y el  $Bo_2$  el cual es valorado con  $HCL$  (Sosa, 1976).

El rendimiento experimental de grano se obtuvo mediante la recolección de grano de las plantas de la parcela útil de cada unidad experimental. Se contó el número de plantas para luego hacer una corrección de fallas de matas mediante el empleo de la fórmula de IOWA para estos casos es:

$$\text{Peso del campo corregido} = \text{peso al cosechar} \times \frac{H - 0.3 M}{H - M}$$

M = Número de plantas perdidas

H = Número de plantas que debería tener la unidad experimental si no hubiera fallas.

0.3 = Coeficiente para corregir la falta de competencia en las plantas existentes al tiempo de la cosecha (Reyes, 1981).

El grano se secó a la intemperie durante 20 días y se pesó con un contenido de humedad del 14%. A continuación el rendimiento experimental de grano al 14% de humedad, corregido por fallas de matas se denominará simplemente rendimiento.

Del rendimiento de cada tratamiento se realizó un análisis económico. Primeramente se calcularon los costos variables de los insumos utilizados (inoculante y fertilizantes), y el precio de garantía del frijol se determinó a los precios vigentes de entonces. No se incluyó en esta determinación el interés, seguro, acarreo, aplicación, etc. Posteriormente se calculó el valor de la producción mediante la obtención del producto entre el rendimiento por ha. y el precio de garantía del frijol, - no se redujeron los costos de cosecha para obtener el precio real de un kilogramo de frijol. El ingreso neto más costos fijos se determinó restando los costos variables al valor de la producción. Mediante la sustracción del ingreso neto más costos fijos del testigo a los demás tratamientos se obtuvo el incremento del ingreso neto más costos fijos sobre el testigo. Este último dato entre los costos variables dió la tasa de retorno a capital variable por tratamiento.

#### 4.8 MANEJO DEL CULTIVO.

La distancia entre surcos fue de 72 cms. La siembra se efectuó el 28 de Junio, ya entrado el temporal, a chorrillo para asegurar una población de plantas similar a la comercial, la cual es de 172.500 plantas por hectárea. Para obtener un mayor número de bacterias por semilla fue agregado un adherente a base de goma arábica. Posteriormente, se realizó la inoculación bajo sombra. La semilla se colocó en el fondo del surco, ya que debido a la ligera pendiente del terreno no hubo encharcamientos.

El aclareo se efectuó el 18 de Julio dejando una distancia entre plantas de 8 cms., se realizaron dos deshierbes durante el 5 y 18 del mismo mes en forma manual, tres escardas en las fechas 27 de Junio, 13 de Agosto y 21 de Septiembre; cuatro aplicaciones del insecticida no sistémico Paratión Metílico, a 20 ppm en el equivalente de 320 lts. de agua /ha. con bomba aspersora manual durante las fechas 20 y 28 de Julio, 7 y 13 de Agosto. El primer muestreo se llevó a cabo el 28 de Julio, tomando uno de los surcos laterales cinco plantas adyacentes al azar por unidad experimental, a no menos de 50 cms. de la orilla. El 13 de Agosto se efectuó el segundo muestreo en forma similar al anterior. La cosecha se realizó el 12 de Octubre.

#### 4.9 OBSERVACIONES

Los primeros nódulos se detectaron el 12 de Julio a los 14 días después de la siembra. Para el 18 del mismo mes la población de insectos dañinos era considerablemente alta, sobre todo de la conchuela del fri--

jol (*Epilachna Varivestis*). Se observó que el desarrollo del tratamiento 30 - 30 - 00 era notablemente superior sobre los demás tratamientos, debido a una temprana disposición de nitrógeno, sin embargo, diez días después, el mismo tratamiento ya no mostraba tanta superioridad sobre los demás, y se observó también un ligero ataque de hongos causante de la "mancha redonda" (*Cha et oseptoria Wellmani Stev.*) a los hojas inferiores. El 13 de Agosto la mayoría de las plantas se encontraban en floración. El desarrollo superior del tratamiento 30 - 30 - 00 era poco apreciable. Existió muy poca propagación de la mancha redonda en las hojas superiores. Las primeras vainas se presentaron el 29 de Agosto. El 21 de Septiembre se notó un fuerte ataque de la mancha redonda en la totalidad del follaje de algunas plantas. Se observó un considerable porcentaje de plantas con el follaje completamente seco por el ataque de la mancha redonda, al igual que un leve ataque de antracnosis en un pequeño porcentaje de vainas.



**ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA**

## V. RESULTADOS Y DISCUSION

En este capítulo se presenta y analizan los resultados obtenidos - de cada uno de los parámetros cuantificados y los muestreos respectivos.

### 5.1 ANALISIS DE VARIANZA Y COMPARACION DE MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS.

#### 5.1.1. Número de Nódulos.

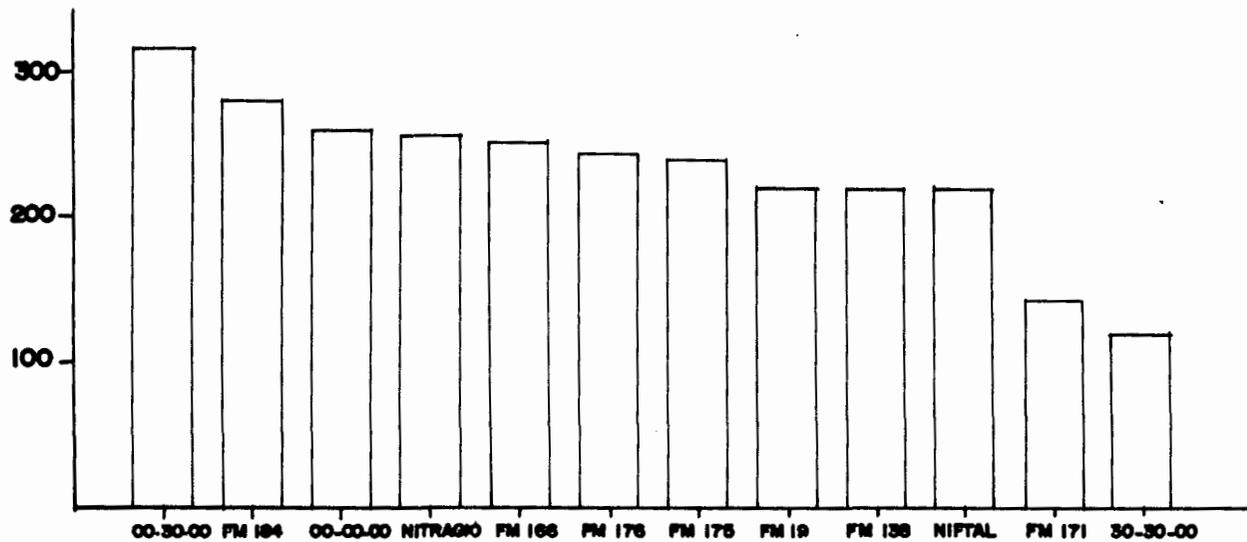
PRIMER MUESTREO. El número de nódulos registrados en el primer - muestreo por parcela se presenta en el cuadro A1 del Apéndice. Al hacer el análisis de varianza, Cuadro 5, se encontró efecto altamente significativo al 0.01 de probabilidad de cometer error del Tipo I para bloques y tratamientos. Lo cual nos indica que fue diferente el número de nódulos para repeticiones y entre tratamientos.

CUADRO 5. ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE NUMERO DE NODULOS DEL PRIMER MUESTREO, REALIZADO A LOS 30 DIAS DE ESTABLECIDO EL EXPERIMENTO.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F. TABLAS	
					0.05	0.01
Bloques	3	52,165.2	17,388.4	4.7 <sup>xx</sup>	2.89	4.45
Tratamientos	11	128,614.2	11,692.2	3.1 <sup>xx</sup>	2.09	2.85
Error experimental	33	121,144.3	3,671.0			
TOTAL	47	301,923.7				

COEFICIENTE DE VARIACION = 26.05%

No DE NODULOS  
PROMEDIO



CUADRO 6.- No. DE NODULOS PROMEDIO Y COMPARACION DE MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS DEL PRIMER MUESTREO REALIZADO A LOS 30 DIAS DE ESTABLECIDO



Siendo: F.V., factor de variación; G.L., grados de libertad; C.M., cuadrado medio; Fc, Valor calculado;  $X_1$  valor significativo al 0.05;  $X_2$ , valor altamente significativo al 0.01; F 0.05, límite de significancia con error al 5%; F0.01, límite de significancia con error al 1%.

En el cuadro 6 se presentan los valores de número de nódulos del primer muestreo, así como la comparación de medias utilizando la prueba de Duncan al 0.05. De acuerdo con esta comparación, se forman tres grupos. El primer grupo de mayor número de nódulos, incluye 10 tratamientos donde están incluidos los testigos 00 - 30 - 00 y 00 - 00 - 00 sin inoculante, localizados en primer y tercer lugar, respectivamente. Algunas de las cepas de Rhizobium que ocuparon la parte alta de este grupo son FM 1-84, Nitragin y FM 166.

Segundo muestreo. El número de nódulos obtenido por parcela en el segundo muestreo se presentan en el Cuadro A2 del apéndice. El análisis de varianza de la variable número de nódulos, en el segundo muestreo se presenta en el Cuadro 7, el que se aprecia efecto altamente significativo entre bloques, lo que indica que fue diferente el número de nódulos entre bloques. Sin embargo, los tratamientos son estadísticamente iguales, al no tener efecto significativo para estas.



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

CUADRO 7. ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE, NUMERO DE NODULOS OBTENIDOS EN EL SEGUNDO MUESTREO REALIZADO A LOS 48 DIAS DE ESTABLECIDO EL EXPERIMENTO.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. TABLAS	
					0.05	0.01
Bloques	3	229,159.5	76,386.5	7.4 <sup>xx</sup>	2.89	4.45
Tratamientos	11	104,937.0	9,539.7	0.88	2.09	2.85
Error experiment.	33	357,841.5	10,843.6			
TOTAL	47	691,938.0				

\*\* Altamente significativo al 0.01

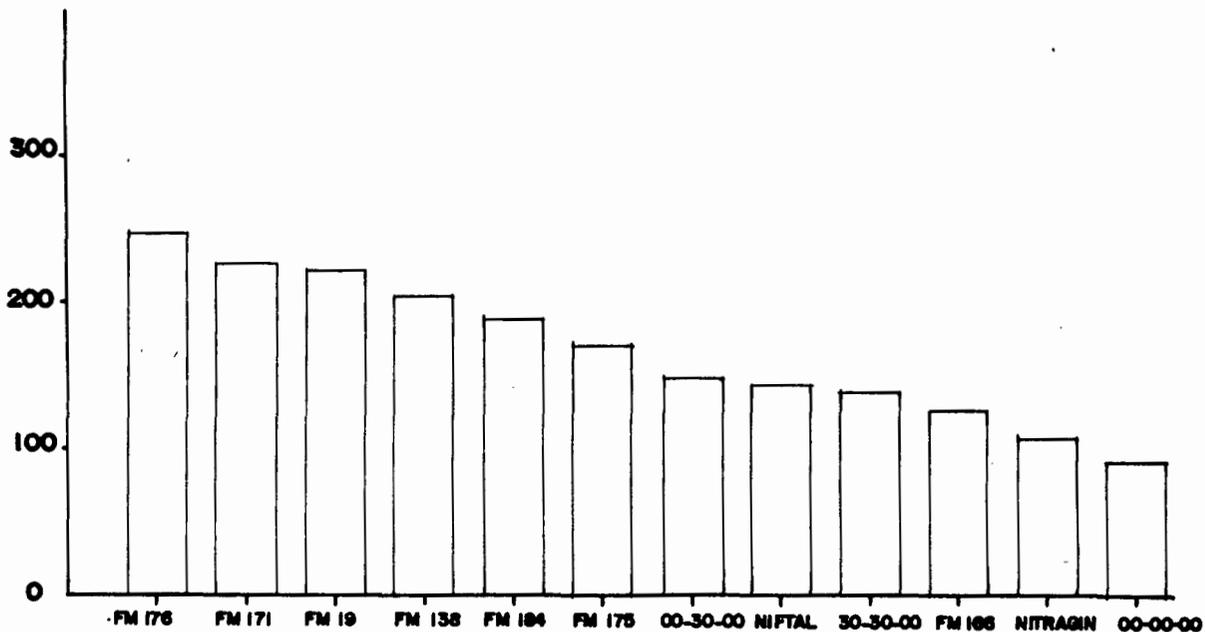
C.V. = 60.64%

El coeficiente de variación resultó ser bastante alto por lo que los datos no son confiables.

De acuerdo al Cuadro 8, no existe diferencia significativa entre ninguno de los tratamientos. Es decir, los tratamientos perdieron su efecto sobre este parámetro durante la etapa de floración. Las cepas con mayor número de nódulos son FM-176, FM 171 y FM 19. Es apreciable la diferencia en el número de nódulos del tratamiento FM 176 + P (246.5) contra los del testigo 00 - 00 - 00 (93).

De acuerdo con lo anterior, se deduce claramente que las cepas nativas muestran una alta infectividad, ya que registraron un alto número de nódulos en los tratamientos no inoculados, y sin adición de nitrógeno, a los 30 días de establecido el experimento. Este resultado se ha encon-

No. DE NODULOS  
PROMEDIO



CUADRO 8 - NUMERO DE NODULOS PROMEDIO POR TRATAMIENTO Y COMPARACION DE MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS DEL SEGUNDO MUESTREO REALIZADO A LOS 48 DIAS DE ESTABLECIDO EL EXPERIMENTO

trado por otros investigadores (Cuautle, 1979; Fuentes, 1981; Mejía, 1983) y en este caso el alto número de nódulos se vió favorecido por el buen número de bacterias nativas en el suelo, ya que el año anterior también se sembró frijol en el lote experimental.

El número de nódulos fue afectado significativamente por el efecto inhibitorio del nitrógeno mineral. Lo que concuerda con lo obtenido por Alcantar (1978), Cuautle (1979) y Mejía (1983). Alexander afirma al respecto que " el peso de los nódulos y su número disminuyen a niveles de nitrato o amonio, relativamente altos..." Sin embargo, Chonay (1981) no encontró un efecto significativo de inoculación con *Rhizobium Phaseoli*, fertilización foliar de nitrógeno y de la fertilización nitrogenada aplicada al suelo, sobre el número de nódulos por planta.

Por otra parte, durante el primer muestreo el 92.25% de los nódulos grandes se encontraron en la zona A, es decir, en los primeros 3.5 cms. de la raíz. El 7.5% en la zona B, en los próximos 3.5 cms. y el 0.6% en la zona C, formada por el resto de la raíz. Durante la floración el 91.38% se encontraron en la zona A, el 8.62% en la zona B y 0% en la zona C. El número total de nódulos disminuyó en el segundo muestreo ya que muchos habían perdido su viabilidad y otros estaban en parcial estado de descomposición. Duque et al., citados por Graham y Harris (1982), señalan que a los 51 días de edad de la planta "inicia una rápida descomposición de los nódulos"... El segundo muestreo no indica una diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto al número de nódulos, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Cuautle (1979), quien no encontró una diferencia estadística en el número de nódulos entre sus diversos tratamientos durante el 50% de floración. También la mayor variabilidad de los datos, no

permitió detectar dichas diferencias.

### 5.1.2 Peso seco en los nódulos

Primer muestreo. El peso seco de los nódulos obtenidos por parcela se registra en el cuadro A3 del apéndice. El cuadro 9 se presenta el análisis de varianza de la variable peso seco de nódulos, en el que se aprecia que hubo efecto altamente significativo entre tratamientos, más no entre bloques.

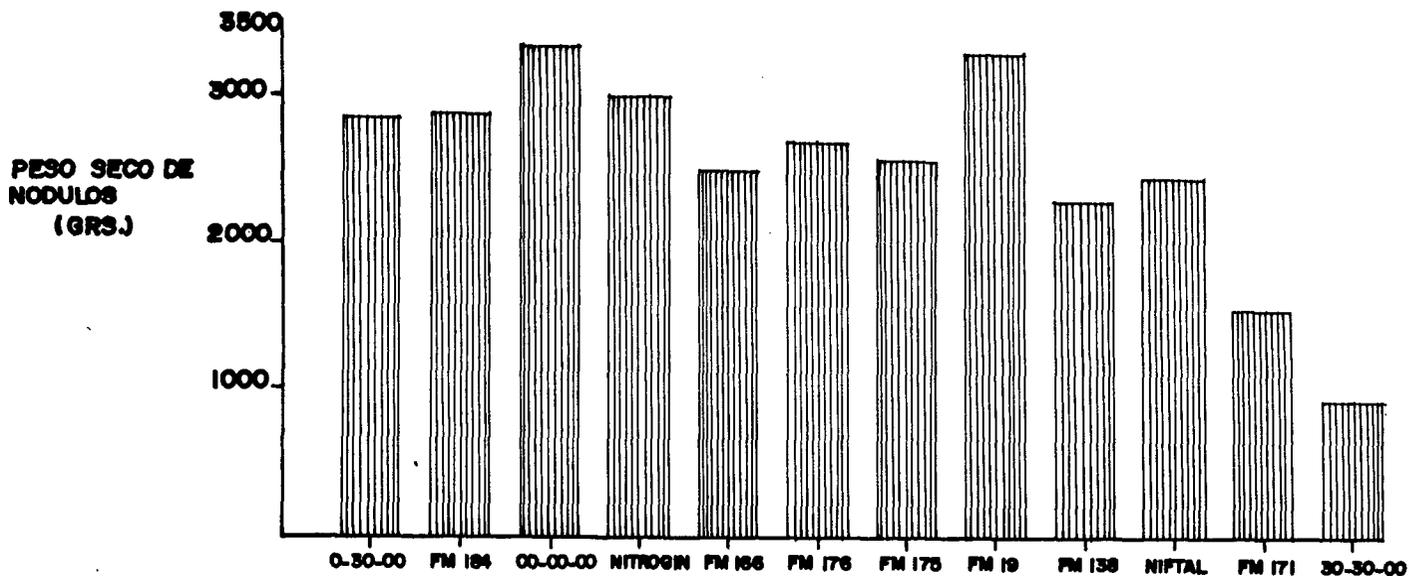
CUADRO 9. ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE PESO SECO DE NODULOS DEL PRIMER MUESTREO, REALIZADO A LOS 30 DIAS DE ESTABLECIDO EL EXPERIMENTO.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>c</sub>	F. TABLAS	
					0.05	0.01
BLOQUES	3	0.0044	0.0015	0.2830	2.89	4.45
TRATAMIENTOS	11	0.2099	0.0191	3.6038 <sup>xx</sup>	2.09	2.85
ERROR EXPERIMENT.	33	0.1746	0.0053			
TOTAL	47	0.3889				

\*\* ALTAMENTE SIGNIFICATIVO AL 0.01

C.V. = 29.05%

De acuerdo con la comparación de medios del peso seco de nódulos de cada tratamiento, Cuadro 10, se forman tres grupos. El primer grupo de mayor peso seco de nódulos, consiste de 10 tratamientos donde están incluidos los testigos 00 - 00 - 00 y 00 - 30 - 00 sin inoculante, locali-



**CUADRO 10.- PESO SECO DE LOS MODULOS PROMEDIO Y COMPARACION DE MEDIAS A LOS TRATAMIENTOS DEL PRIMER MUESTREO REALIZADO A LOS 30 DIAS DE ESTABLECIDO EL EXPERIMENTO**

zados en primer y quinto lugar, respectivamente. Algunas de las cepas de *Rhizobium* que ocuparon la parte alta de este grupo son, FM 19, Nitragin y FM 1-84.

Segundo muestreo. El peso seco de los nódulos obtenidos por parce la en el segundo muestreo se presenta en el cuadro A4 del apéndice. Al hacer el análisis de varianza, Cuadro 11, se encontró que existe una diferencia altamente significativa entre bloques, sin embargo, los tratamientos resultaron ser estadísticamente iguales.

CUADRO 11. ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE PESO SECO DE NODULOS DEL SEGUNDO MUESTREO, REALIZADO A LOS 48 DIAS DE ESTABLECIDO EL EXPERIMENTO.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F. TABLAS	
					0.05	0.01
Bloques	3	0.9027	0.3009	6.36*	2.89	4.45
Tratamientos	11	0.9287	0.0844	1.78	2.09	2.85
Error experimental	33	1.5597	0.0473			
TOTAL	47	3.3911				

\*\* ALTAMENTE SIGNIFICATIVO AL 0.01

C.V. = 56.74%

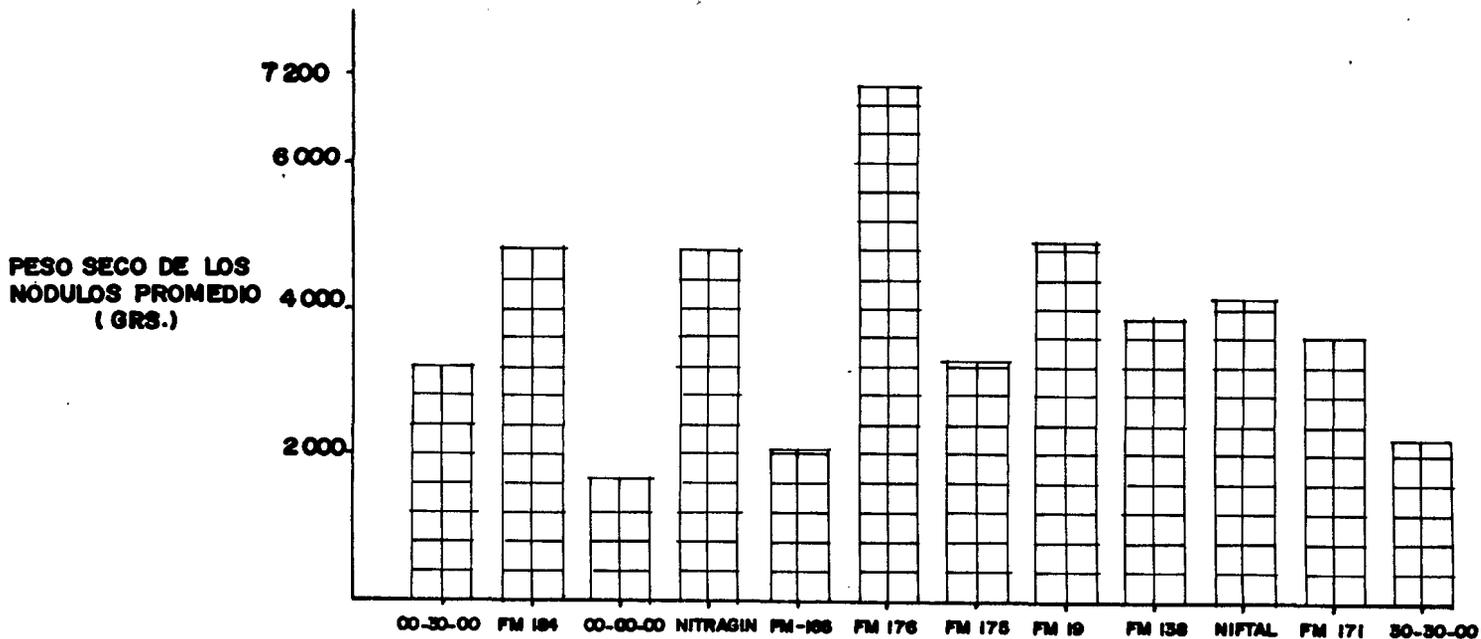
El coeficiente de variación resultó ser bastante alto, por lo que los datos no son confiables.

El Cuadro 12 indica que no existe diferencia significativa entre

los doce tratamientos, debido a la alta variabilidad de los datos que no permiten detectar dicha diferencia, ya que esta es apreciable entre el tratamiento FM 176 + P con un peso seco de nódulos de 0.7 g. contra el testigo 00-00-00 de tan sólo 0.18 g. A diferencia del primer muestreo, los testigos 00-30-00 y 00-00-00 ocupan la parte inferior de la tabla, específicamente el doceavo y decimoquinto lugar respectivamente. Algunas de las cepas de Rhizobium que se encuentran ocupando la parte alta de la tabla son FM 176, FM 19, FM 1-84 y nitrógeno.



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA



**CUADRO 12.- PESO SECO DE LOS MODULOS PROMEDIO Y COMPARACION DE MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS DEL SEGUNDO MUESTREO REALIZADO A LOS 46 DIAS DE ESTABLECIDO EL EXPERIMENTO.**

De acuerdo a lo anterior se deduce que el alto peso seco de los nódulos de los testigos 00-00-00, encontrado a los 30 días de establecido - el experimento, se debe a la alta infectividad de la cepa nativa, ya que como se mencionó anteriormente, existió un alto número de cepas nativas - en el suelo debido a que el año anterior se sembró frijol en el lote experimental. De igual manera las cepas nitrogen y FM 1-84 poseen un alto peso seco de nódulos, debido a que formaron un gran número de nódulos, el peso seco de estos fue afectado por el efecto inhibitorio del nitrógeno químico, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Alcantar (1978), Cuautle (1979) y Mejía (1983). Al respecto Alexander (1980), menciona lo siguiente: "El peso seco de los nódulos y su número disminuyen a niveles de nitrato o amonio relativamente altos..." Sin embargo, Chonoy (1981), no encontró diferencia entre los tratamientos inoculados y aquellos fertilizados con nitrógeno químico.

Según revela el segundo muestreo, no existe una diferencia significativa entre los tratamientos, lo que indica que estos pierden su efecto sobre el peso seco de los nódulos durante la floración. Cuautle (1979) no encontró una diferencia estadística en el peso seco de los nódulos entre sus tratamientos al 50% de floración. Lo que se debe a la rápida decomposición de nódulos durante la floración, a la que se refiere Duque et al... citados por Graham y Harris (1982). Existió diferencia altamente significativa entre bloques, ya que pudo haberse hecho presente el efecto del contenido de nitrógeno en el suelo, o la concentración de las cepas nativas en el terreno sobre los bloques.

### 5.1.3. Peso seco de la parte aérea de la planta.

Primer muestreo. El peso seco de la parte aérea de la planta regis

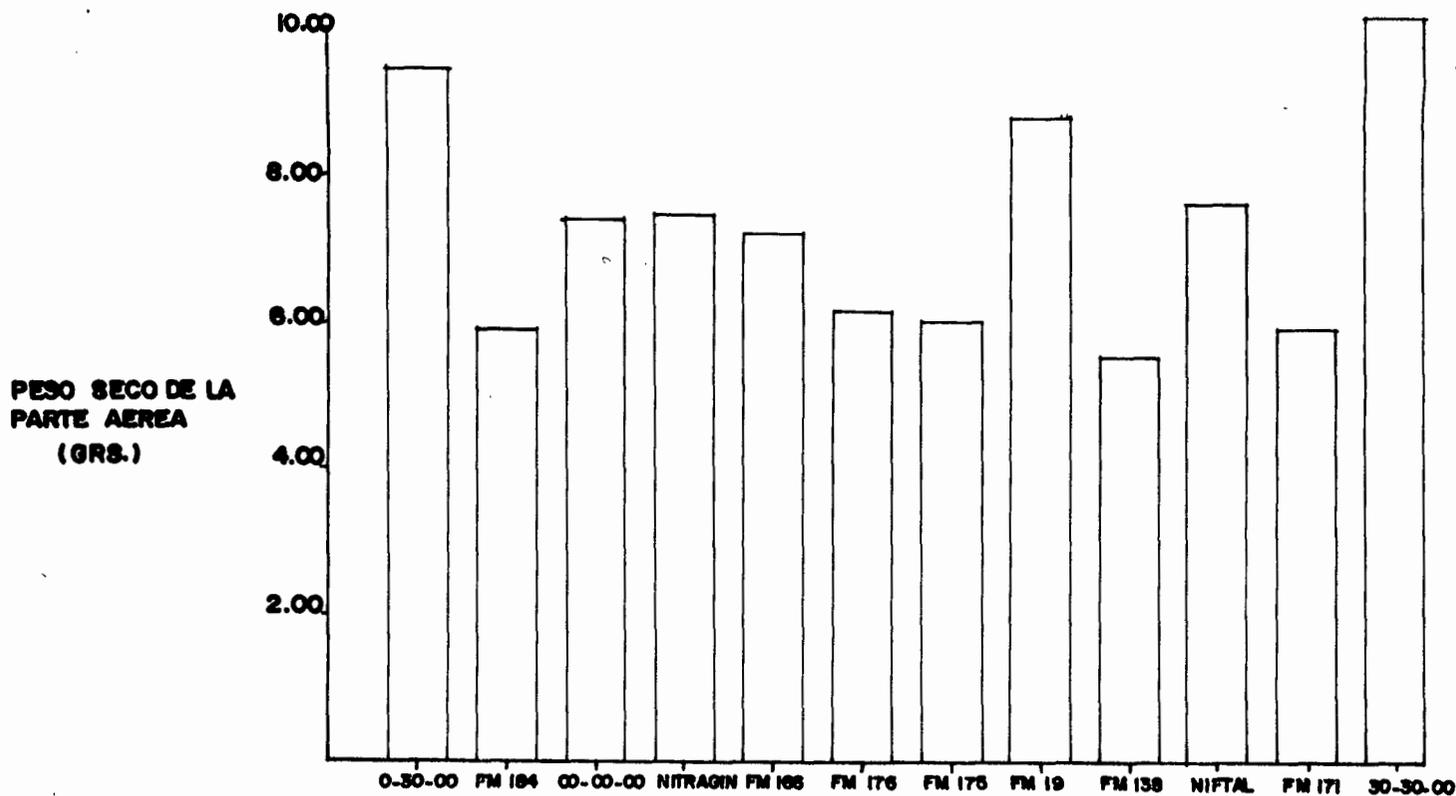
trado en el primer muestreo por parcela se presenta en el Cuadro A5 del apéndice. El resultado del análisis de varianza de la variable peso seco de la parte aérea de la planta, se presenta en el Cuadro 13, donde se aprecia que no hubo efecto significativo al 0.05 de probabilidad de cometer error tipo I para tratamientos ni bloques.

CUADRO 13. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE PESO SECO DE LA PARTE AEREA DE LA PLANTA DEL PRIMER MUESTREO, REALIZADO A LOS 30 DIAS DE ESTABLECIDO EL EXPERIMENTO.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>c</sub>	F. TABLAS	
					0.05	0.01
BLOQUES	3	21.82	7.2733	1.55	2.89	4.45
TRATAMIENTOS	11	97.41	8.8551	1.88	2.09	2.85
ERROR EXPERIMENTAL	33	155.04	4.6983			
TOTAL	47	274.27				

$$C.V. = 29.77\%$$

En el cuadro 14 se presentan los valores del peso seco de la parte aérea de la planta del primer muestreo, al igual que la comparación de medias. De acuerdo a esta, los doce tratamientos son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad. El tratamiento con más alto valor en la tabla fue el testigo 30-30-00. El 00-30-00 y el testigo absoluto tuvieron un buen desempeño en la producción de follaje, ya que se encuentran localizados en el segundo y sexto lugar respectivamente. Algunas de las cepas de Rhizobium con valores más altos son los siguientes: FM 19, Niftal y Nitragín.



**CUADRO 14.- PESO SECO, PROMEDIO DE LA PARTE AEREA DE LA PLANTA Y COMPARACION DE MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS DEL PRIMER MUESTREO REALIZADO A LOS 30 DIAS DE ESTABLECIDO EL EXPERIMENTO**

Segundo muestreo. El peso seco de la parte aérea de la planta registrado en el segundo muestreo por parcela, se presenta en el Cuadro A6 del apéndice. El resultado del análisis de varianza se presenta en el Cuadro 15, en el cual se aprecia que no hubo diferencia significativa entre bloques ni entre tratamientos al 0.05

CUADRO 15. ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE PESO SECO DE LA PARTE AEREA DE LA PLANTA DEL SEGUNDO MUESTREO, REALIZADO A LOS 48 DIAS DE ESTABLECIDO EL EXPERIMENTO.

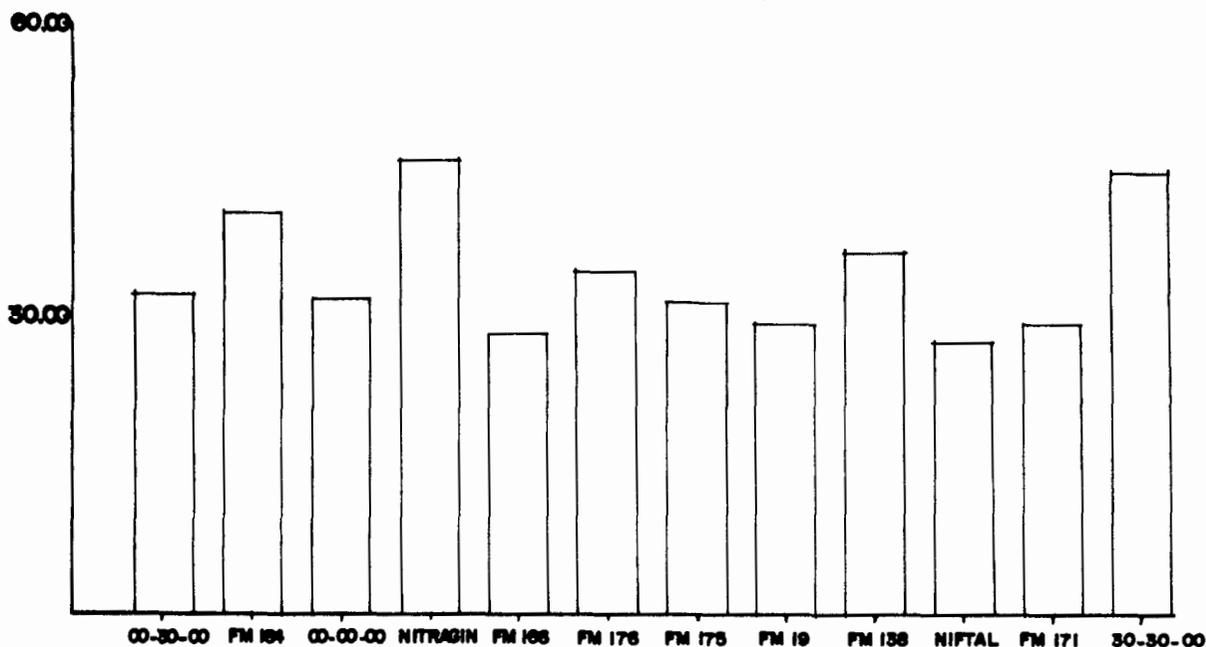
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F. TABLAS	
					0.05	0.01
BLOQUES	3	330.35	110.12	0.6441	2.89	4.45
TRATAMIENTOS	11	1315.03	119.55	0.6992	2.09	2.85
ERROR EXPERIMENTAL	33	5641.98	170.97			
TOTAL	47	7287.36				

$$C.V. = 38.59\%$$

El coeficiente de variación resultó ser alto, por lo que los datos no pueden considerarse confiables.

De acuerdo con la comparación de medias del peso seco de la parte aérea de la planta, Cuadro 16, los tratamientos probados son estadística<sup>mente</sup> iguales, debido a la alta variabilidad de los datos que no permiten detectar alguna diferencia. Nuevamente el tratamiento 30-30-00 sobresale debido a que logró el segundo lugar en la tabla. Algunas de las cepas de Rhizobium que ocuparon la parte alta del cuadro son las siguientes: Nitragin, FM 1-84 y FM 138.

**PESO SECO DE LA  
PARTE AEREA  
(GRS).**



**CUADRO 16.- PESO SECO PROMEDIO DE LA PARTE AEREA DE LA PLANTA Y COMPARACION DE MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS DEL SEGUNDO MUESTREO REALIZADO A LOS 48 DIAS DE ESTABLECIDO EL EXPERIMENTO.**

No existió diferencia significativa al 0.05 entre los doce tratamientos en ninguno de los muestreos realizados, lo que indica que el parámetro estudiado no fue afectado por los tratamientos probados. Debido seguramente, al alto contenido de nitrógeno aprovechable en el suelo, lo cual uniformó los tratamientos, perdiendo éstos su efecto sobre el peso seco de la parte aérea de la planta. Cuautle (1979) analizando el peso seco de la parte aérea de la planta durante la floración, tampoco encontró diferencia significativa entre sus tratamientos.

#### 5.1.4 Nitrógeno total en el follaje.

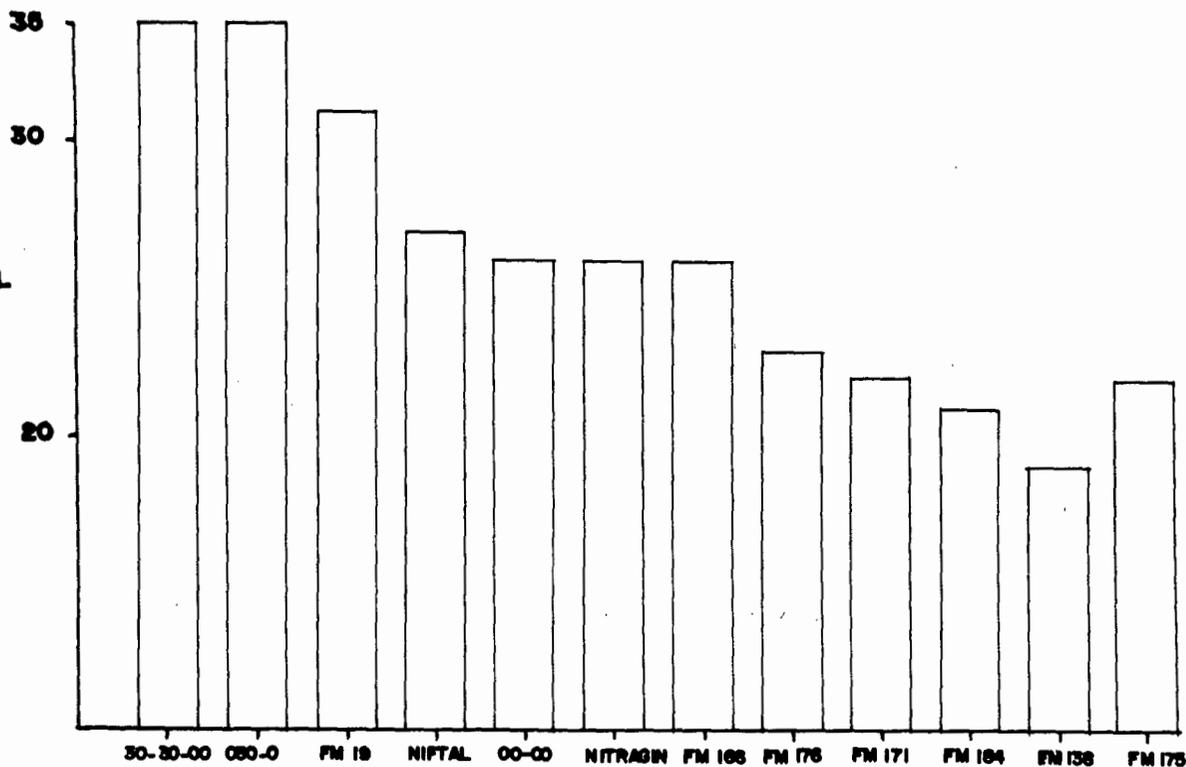
Primer muestreo. Las cantidades de nitrógeno total obtenidas en el primer muestreo realizado a los 30 días, se presentan en el cuadro A7 del apéndice. El análisis de varianza de este parámetro, Cuadro 17, no indica diferencia estadísticamente significativa entre bloques, ni entre tratamientos.

CUADRO 17. ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE CONTENIDO DE NITROGENO - TOTAL EN EL FOLLAJE, DEL PRIMER MUESTREO, REALIZADO A LOS 30 DIAS DE ESTABLECIDO EL EXPERIMENTO.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F. TABLAS	
					0.05	0.01
BLOQUES	3	0.0320	0.0107	1.51	2.89	4.45
TRATAMIENTOS	11	0.1202	0.0109	1.53	2.09	2.85
ERROR EXPERIMENTAL	33	0.2340	0.0071			
TOTAL	47	0.3862				

C.V. = 2.68%

**NITROGENO TOTAL  
EN EL FOLLAJE  
(G)**



**CUADRO 18.- CONTENIDO PROMEDIO DE NITROGENO TOTAL EN EL FOLLAJE Y COMPARACION DE MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS DEL PRIMER MUESTREO REALIZADO A LOS 30 DIAS DE ESTABLECIDO EL EXPERIMENTO.**



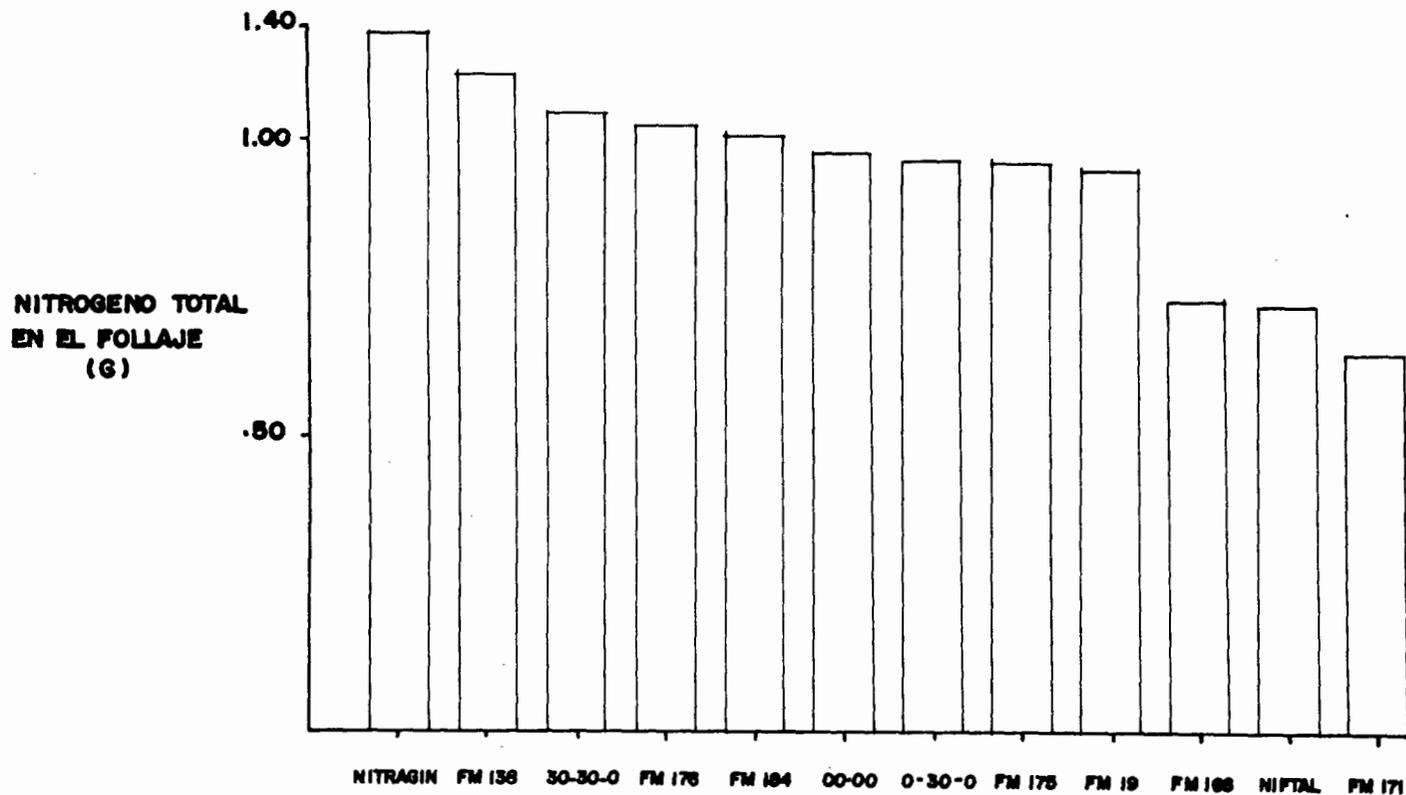
De acuerdo con la comparación de medias del nitrógeno total en el follaje, Cuadro 18, los tratamientos probados son estadísticamente iguales, tal como lo indicó la prueba F en el análisis de varianza. Nuevamente, los testigos 30-30-00 y 00-30-00 se situaron en la parte alta de la Tabla, sobre la mayoría de las cepas probadas, ya que fueron el primer y segundo de la tabla. Algunas de las cepas de Rhizobium que ocuparon la parte alta del cuadro son FM 19, Niftal y nitragín.

Segundo muestreo. Las cantidades obtenidas de nitrógeno total del follaje en el segundo muestreo por parcela se presentan en el Cuadro A8 del Apéndice. El resultado del análisis de varianza de la variable contenido de nitrógeno total en el follaje se presenta en el Cuadro 19, y se aprecia en el mismo que no hubo diferencia significativa al 0.05, entre bloques al igual que entre tratamientos.

CUADRO 19. ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE CONTENIDO DE NITROGENO TOTAL EN EL FOLLAJE DEL SEGUNDO MUESTREO, REALIZADO A LOS 48 DIAS DE ESTABLECIDO EL EXPERIMENTO.

F.V.	G.L.	S.C.	G.M.	F.c.	F. TABLAS	
					0.05	0.01
BLOQUES	3	0.2428	0.0809	0.42	2.89	4.45
TRATAMIENTOS	11	1.4075	0.1279	0.66	2.09	2.85
ERROR EXPERIMENTAL	33	6.3452	0.1923			
TOTAL	47	7.9955				

C.V. = 43.29%



**CUADRO 20.- CONTENIDO PROMEDIO DE NITROGENO TOTAL EN EL FOLLAJE Y COMPARACION DE MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS DEL SEGUNDO MUESTREO REALIZADO A LOS 48 DIAS DE ESTABLECIDO EL EXPERIMENTO.**

El coeficiente de variación resultó ser alto, por lo que los datos no pueden considerarse confiables.

En el Cuadro 20 se presentan los valores del nitrógeno total en el follaje del segundo muestreo, así como la comparación de medias utilizando la prueba de Duncan al 0.05. De acuerdo con esta comparación, los tratamientos probados son estadísticamente iguales.

De los cuadros 18 y 20 se deduce que los tratamientos probados no tuvieron ningún efecto sobre el nitrógeno total en el follaje. Debido, seguramente, al alto contenido de nitrógeno aprovechable en el suelo, lo que uniformó los tratamientos.

La cantidad de nitrógeno total disminuyó en relación al primer muestreo, debido al incremento del número de nódulos en proceso de descomposición. Duque et al., citados por Graham y Harris (1982), mencionan que al iniciarse la descomposición de los nódulos, la actividad de la nitrogenasa se detiene casi completamente, y a esto se debe la poca fijación de nitrógeno atmosférico en plantaciones de *Phaseolus Vulgaris*.

#### 5.1.5 Rendimiento de grano

El rendimiento obtenido por tratamiento se presenta en el cuadro

A9 del apéndice. El análisis de varianza de este parámetro, Cuadro 21, indica que no existe diferencia estadísticamente significativa entre bloques, ni entre tratamientos.

CUADRO 21. ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE RENDIMIENTO DE GRANO.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F. TABLAS	
					0.05	0.01
BLOQUES	3	0.309	0.103	0.986	2.89	0.01
TRATAMIENTOS	11	1.078	0.098	0.938	2.09	2.85
ERROR EXPERIMENTAL	33	3.449	0.108			
TOTAL	47	4.836				

$$C.V. = 26.74\%$$

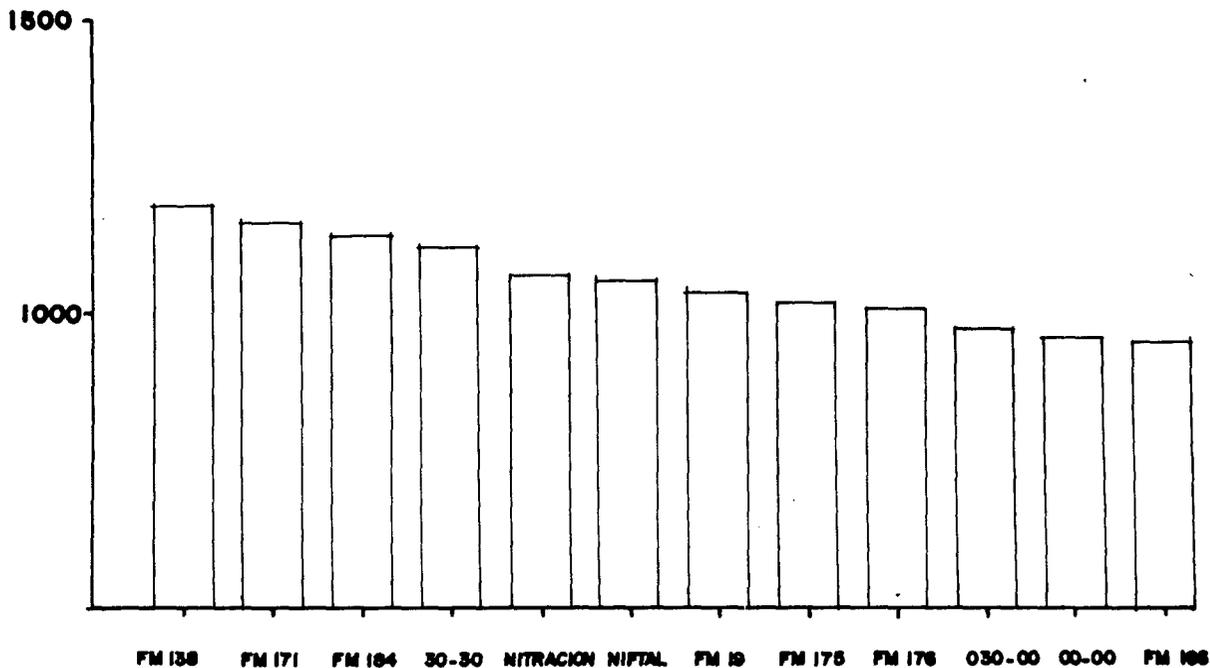
El coeficiente de variación resultó ser un poco alto, por lo que los datos pueden considerarse poco confiables.

De acuerdo al valor F. calculado, Cuadro 21, la varianza asociada con los bloques y tratamientos resultó no ser significativa al 0.05. Lo que se debe seguramente, al alto contenido de nitrógeno aprovechable en el suelo, uniformando así los tratamientos, aunado a un bajo Ph que dificulta la fijación de nitrógeno (Alexander, 1980). Lo cual produjo poca o ninguna diferencia estadística entre los tratamientos en cada parámetro estudiado, resultando así en rendimientos estadísticamente iguales.

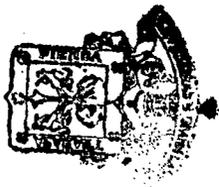
## 5.2 ANALISIS DE CORRELACION

Se decidió que el tratamiento 30-30-00 se excluyera de las correla

RENDIMIENTO DE  
GRANO  
KGS./HA.



CUADRO 22<sup>r</sup> RENDIMIENTO PROMEDIO DE GRANO Y COMPARACION DE MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS.



ciones, ya que según Alcantar (1978), Cuautle (1979), Alexander (1980), Fuentes (1981) y Mejía (1983), el nitrógeno químico tiene un efecto inhibitorio sobre la nodulación, teniendo este tipo de análisis como fin mostrar la influencia de los nódulos sobre los demás parámetros, no se justifica la participación de este tratamiento en ninguna correlación.

Los resultados de los parámetros correlacionados concordaron en ambos muestreos en todos los casos. Correlacionando peso seco de los nódulos con el peso seco de la parte aérea, se obtuvo un valor en el primer y segundo muestreo de  $r$  igual a 0.52 y 0.43 respectivamente. Por lo tanto, no existe una correlación significativa entre ambos parámetros. Sin embargo, Cuautle (1979), encontró una pequeña relación entre estos parámetros.

La correlación efectuada entre peso seco de los nódulos con nitrógeno total, dió un valor  $r$  igual a 0.35 y 0.37, para el primer y segundo muestreo respectivamente. Lo que indica que no existe relación entre estos factores, lo que concuerda con lo obtenido por Cuautle (1979).

Correlacionando el peso seco de los nódulos con la producción de grano, se obtuvo un valor  $r$  igual a -0.49 para el primer muestreo y de -0.36 para el segundo. Lo que indica que no existe una relación significativa para estos datos. Al mismo resultado llegaron Cuautle (1979) y Duque et al., citados por Graham y Harris (1982). Por lo tanto, el peso seco del nódulo no determina la eficiencia de una cepa de *Rhizobium* cualquiera; al respecto Duque et al., citados por Graham y Harris (1982), afirman "es la eficiencia con la que las plantas utilizan los carbohidratos y el nitrógeno lo que determina los rendimientos del grano".

Tampoco se encontró una correlación significativa entre número de nódulos, nitrógeno total del follaje, peso seco de la parte aérea de la planta con rendimiento de grano, en ninguno de los dos muestreos. Resultados obtenidos por Cuautle (1979), indican una relación estrecha entre el nitrógeno de la parte aérea de la planta con rendimiento, concluyendo el investigador que "al variar el contenido de nitrógeno de la parte aérea de la planta difícilmente inducirá cambios en la producción de grano". No encontró una relación entre número de nódulos con producción de grano. Sin embargo, sus resultados indican una relación lineal entre peso seco del follaje con rendimiento de grano.

### 5.3. ANALISIS ECONOMICO DE LA VARIABLE RENDIMIENTO DE GRANO.

De acuerdo a los precios vigentes a Diciembre de 1984, se considera un precio de \$ 300.00, \$ 40.50 y \$ 48.00 el kilogramo de inoculante, nitrógeno y fósforo respectivamente, y de \$ 52.85 el precio de garantía de un kilogramo de frijol. Se averiguó la rentabilidad de cada tratamiento en relación al testigo absoluto.

Los resultados de este análisis se presentan en el cuadro 23, donde no obstante que el análisis de los rendimientos de grano no detectó diferencia significativa entre tratamientos, se aprecian diferencias económicas considerables entre la rentabilidad de dichos tratamientos. Sobresalen por esto las cepas FM 138, FM 171, FM 1-84 y Nitragín.

CUADRO 23. ANALISIS ECONOMICO POR TRATAMIENTOS DEL EXPERIMENTO REALIZADO SOBRE CEPAS DE RHIZOBIUM PHASEOLI.

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO Kg/ha	C.V. (\$ /ha.)	V.P. ( \$/ha.)	I.N.M.C.F. ( \$/Ha.)	I. I.N.M. (\$/ha.)	I.R.S.T. (Kg/ha.)	T.R.C.V. \$
FM 138 + P	1,339	1,740	70,766	69,026	20,245	416	11.63
FM 171 + P	1,302	1,740	68,811	67,071	18,290	379	10.51
FM 1-84 + P	1,278	1,740	67,542	65,712	17,021	355	9.78
30-30-00	1,235	2,654	65,270	62,616	13,835	312	5.21
NITRAGIN + P	1,139	1,740	60,196	58,456	9,675	216	5.56
NIFTAL + P	1,112	1,740	58,769	57,029	8,248	189	4.74
FM 19 + P	1,074	1,740	56,761	55,021	6,240	151	3.58
FM 175 + P	1,064	1,740	56,232	54,492	5,711	141	3.28
FM 176 + P	1,045	1,740	55,228	53,488	4,707	122	2.70
00-30-00	968	1,440	51,159	49,419	938	45	0.65
00-00-00	923	00	48,781	48,781	00	00	00
FM 166 + P	922	1,471	48,728	46,988	-1,773	- 1	-1.03

Siendo: C.V. Costo Variable; V.P. Valor de la Producción; I.N.M.C.F. Ingreso Neto más Costos fijos; - I.I.N.M. Incremento del Ingreso Neto más Costos Fijos sobre el Testigo; I.R.S.T. Incremento en el rendimiento sobre el Testigo; T.R.C.V. Tasa de Retorno a Capital variable.

## VI CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación y bajo las condiciones en que se desarrolló el trabajo, permiten obtener las siguientes conclusiones:

### 1. EN BASE A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

1.1 Aunque no se detectaron diferencias significativas en rendimiento de grano entre los tratamientos estudiados, desde el punto de - vista económico, es más redituable utilizar inoculantes en frijo, en - lugar de fertilizantes nitrogenados.

1.2 No hubo diferencias entre las cepas de Rhizobium evaluadas.

1.3 No hubo correlaciones significativas entre los diversos pa-  
rámetros cuantificados, ni de estos contra rendimiento de grano.

1.4 No hubo indicios de que la alta acidez del suelo, el buen - nivel de fertilización del mismo y la alta población de Rhizobium nati-  
vo, afectaron negativamente la fijación de nitrógeno atmosférico en - los tratamientos inoculados.

### 2. EN FUNCION DE LAS HIPOTESIS

2.1 La información obtenida no permitió concluir respecto a que las cepas eficientes presentan mayor número y peso seco de los nódulos, mayor peso seco de la parte aérea de la planta y contenido total de nitrógeno en el follaje.

2.2 Los resultados obtenidos no permiten aceptar la hipótesis de que entre el grupo de cepas evaluadas, hay diferencia en la fijación de nitrógeno.

### 3. EN BASE A LOS RESULTADOS

3.1 La adición de nitrógeno químico al suelo, inhibió el número y peso seco de los nódulos.

3.2 Hubo evidencia de que las cepas inoculadas nodularon en la parte superior de la raíz, cerca de la superficie del suelo.



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

## VII RESUMEN

En la localidad de Texame, Municipio de Tepetitlán de Morelos, Jalisco, se realizó un experimento cuyo principal objetivo fue determinar la eficiencia de 9 cepas de *Rhizobium Phaseoli* para fijar nitrógeno atmosférico e incrementar los rendimientos de grano de frijol.

El experimento se llevó a cabo durante el ciclo Primavera-Verano de 1984, bajo condiciones de temporal.

Los doce tratamientos probados fueron los siguientes:

- |                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| 1. FM 19 + 00-30-00  | 7. FM 1-84 + 00-30-00  |
| 2. FM 138 + 00-30-00 | 8. NIFTAL + 00-30-00   |
| 3. FM 166 + 00-30-00 | 9. NITRAGIN + 00-30-00 |
| 4. FM 171 + 00-30-00 | 10. 30-30-00           |
| 5. FM 175 + 00-30-00 | 11. 00-30-00           |
| 6. FM 176 + 00-30-00 | 12. 00-00-00           |

El diseño experimental fue bloques al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental consistió de cinco surcos de cinco metros de largo cada uno, y la parcela útil abarcó los tres surcos centrales.

El efecto de la inoculación o fertilización fue evaluado mediante los siguientes parámetros: A) Número de nódulos por planta; B) peso seco de los nódulos, C) peso seco de la parte aérea de la planta; D) Nitrógeno total en el follaje de la planta; y E) Rendimiento de grano.

Las determinaciones A, B, C y D, se realizaron a los 30 y 48 días

de establecido el experimento.

Los análisis de varianza practicados en cada uno de los parámetros cuantificados y los muestreos respectivos, mostraron que sólo hubo diferencia significativa en el primer muestreo de número y peso seco de nódulos. Se observó un efecto negativo de la fertilización nitrogenada sobre número y peso seco de los nódulos en el primer muestreo y también una nodulación abundante en el tratamiento no inoculado y sin nitrógeno.

De los resultados obtenidos se deduce que la abundancia de la cepa nativa en el suelo, favorecida por haberse sembrado frijol en el ciclo inmediato anterior, fue el motivo principal de no haberse encontrado respuesta significativa del frijol en contenido de nitrógeno total en el follaje, en peso seco de la parte aérea de la planta y rendimiento de grano.

En cuanto al rendimiento, se obtuvieron cuatro cepas que aumentaron la redituabilidad del cultivo en relación al tratamiento testigo 30-30-00. Estas cepas fueron: FM 138, FM 171, FM 1-84 y Nitragín.

## VIII LITERATURA CITADA

- ALCANTAR, GABRIEL. 1978. Estudio del Efecto de diferente dosis de nitrógeno en dos fuentes, sobre los procesos de nodulación, fijación de  $N_2$  y rendimiento en frijol *Phaseolus Vulgaris*; Tesis de Maestría en Ciencias. C.P. Chapingo, México.
- ALEXANDER, MARTIN. 1980. Introduction to Soil Microbiology, 2a. Ed.; Ed. John Wiley y Sons, Inc. Nueva York, EE.UU.
- BEAR, FIRMAN. 1963. Suelos y Fertilizantes. 2a. Ed., Ediciones Omega, S. A., Barcelona, España.
- BLACK, C.A., 1968. Soil-Plant Relationship. 2a. Ed.; Ed. John Wiley y Sons, Inc. Nueva York, EE.UU.
- BUCKMAN, HARRY Y BRADI, NYLE. 1977. Naturaleza y Propiedad de los Suelos. Ed. Mantaner y Simon, S.A., Barcelona, España.
- CARDOSO, ELKE. 1975. Efeitos de Factores biológicos e nao biológicos sobre a nadulacao e tixacao, Rio de Janeiro, Brasil.
- CETENAL. 1974. Climas, Precipitación y Probabilidad de la lluvia en la República Mexicana y su evaluación, México, D. F.
- CUAUTLE, MARIA. 1979. Efecto de la Fertilización, Fuminación del suelo e inoculación con *Rhizobium*, sobre la nodulación, contenido de nitrógeno y rendimiento de frijol. Tesis de Maestría en Ciencias C.P., Chapingo, México.
- CHONAY, JOSE. 1981. Efecto de la fertilización foliar sobre la compensa-

- ción de la fijación biológica de nitrógeno por *Rhizobium Phaseoli* en frijol; Tesis de Maestría en Ciencias. C.P. Chapingo, México.
- DAZZO, F.B., y HUBBEL D.H. 1974. "Biological Nitrogen Fixation", Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida, Gainesville, EE.UU.
- DGEA. 1981. Consumos Aparentes de Productos Agrícolas 1925-1980, SARH, México.
- DURAN PRADO, A. 1985. Tercera reunión sobre fijación biológica del nitrógeno, Resúmenes. México, D.F.
- FAHN, ABRAHAM. 1974. Anatomía Vegetal 2a. Ed., H. Blume Ediciones, Madrid, España.
- FERRERA-CERRATO, RONALD. 1978. "Microbiología de *Rhizobium Leguminosa*", Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- FUENTES, MARGARITA. 1981. Respuesta a la inoculación y los componentes del rendimiento de tres genotipos de frijol (*Phaseolus Vulgaris*). Tesis de Maestría en Ciencias. C.P., Chapingo, México.
- GARCIA, ENRIQUETA. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana); 2a. Ed.; UNAM, México.
- GARCIA, J. Y ECHEGARAY, A. 1985. Tercera reunión sobre fijación biológica del nitrógeno, Resúmenes. México.

- GRAHAM, PETER Y HARRIS. 1982. Biological Nitrogen Fixation Technology for Tropical Agriculture; Paper presented at a work shop held at CIAT, Cali, Colombia.
- HUBBELL, D.H., et al. 1972. "Legume inoculation in Florida". Florida - Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, EE.UU.
- HUGHES Et. al., 1981. Forrajes: La Ciencia de la Agricultura basada en la producción de pastos. 10a. Ed. Ed. CECSA. México, D.F.,
- KHALIL-GARDEZI. A. et. al. 1985. Tercera reunión sobre fijación biológica del nitrógeno, Resúmenes. México.
- LEPIZ, ROGELIO, et al. 1984. Nuevas Variedades de Frijol para los Altos de Jalisco. Folleto Técnico No. 1. CAEAJAL, CIAB. INIA. México.
- LOPEZ ALCOCER, EDUARDO. 1982. Generación de Tecnología de Producción y Evaluación de cepas de *Rhizobium Phaseoli* y *Rhizobium Japonicum* por su efecto en la producción de grano y economía de nitrógeno en los cultivos de frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.) y -soya (*Glycine Max*) en la Mixteca Poblana. Tesis de Maestría - en Ciencias. C.P. Chapingo, México.
- MATHIEU, MARIA. 1982. Estudio rizosférico de frijol (*Phaseolus Vulgaris*) inoculado con mutantes de *Rhizobium Phaseoli*, resistentes a -estreptomomicina. Tesis profesional. Instituto Politécnico Nacional, México, D. F.

- MEJIA, CLEOFAS. 1983. Inoculación con Rhizobium y su efecto en los componentes del rendimiento en cuatro especies de Phaseolus. Tesis profesional Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- NORRIS, D.O. 1967. "The Intelligent use of inoculants and lime pelleting for tropical legumes". Tropical Grasslands.
- ORTEGA, T.E. 1978. Química de suelos. UACH. Chapingo, México.
- REYES PEDRO. 1981. Diseño de Experimentos aplicados, 2a. Ed.; Ed. Trillas, México, D. F.
- ROJAS MARIA, 1975. Relación simbiótica entre cinco cepas de inoculante y tres variedades de frijol y su competencia con cepas nativas del suelo. Tesis profesional. Instituto Politécnico Nacional, México, D.F.
- SALISBURY, FRANK Y ROSS, CLEON. 1978. Plant Phisiology Wondworth Publishing, Co. Inc. Belmont, EE.UU.
- SARH. 1984. Programa de producción y requerimientos 1984. Departamento de Planeación.
- SILVA, CARLOS. 1981. Unidades del Suelo. 2a. Ed. Ed. CECSA, México, D.F.
- SOSA, ESTHER. 1976. Manual de Prácticas de laboratorio de nutrición animal, I. Editado por la Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.
- SPP. 1981. Síntesis Geográfica de Jalisco; Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informáti-

ca, México, D.F.

- TEUSCHER, HENRY Y ADLER, RUDOLPH. 1981. El suelo y su fertilidad. 6a. Ed. H. Blume. Ediciones, Madrid, España.
- TISDALE, SAMUEL Y NELSON, WERNER. 1978. Fertilidad de los suelos y fertilizantes, Ed. UTHEA, México, D. F.
- THOMPSON, LOUIS Y TROEH FREDERICK. 1980. Los suelos y su fertilidad. 4a. Ed. Ediciones Reverte, Barcelona, España.
- WAKSMAN, SELMAN. 1981. Soil Microbiology. 3a. Ed. Ed. John Wiley y Sons. Inc. Nueva, York. EE.UU.
- WINSTON, BRILL. 1978. "Fijación biológica del nitrógeno" Scientific America.
- WORTHEN, E. Y ALDRICH, S. 1980. Suelos agrícolas, su conservación y fertilización. 5a. Ed. Ed. UTHEA, México, D. F.

## IX APENDICE

CUADRO A1. NUMERO DE NODULOS OBTENIDOS POR TRATAMIENTO Y POR REPETICION  
EN EL PRIMER MUESTREO.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
FM 19 + P	238	133	287	221	219.75
FM 138 + P	255	291	158	174	219.50
FM 166 + P	330	297	203	194	256.00
FM 171 + P	193	156	142	104	148.75
FM 175 + P	379	236	255	101	242.75
FM 176 + P	304	286	132	254	244.00
FM 1-84 + P	334	305	232	242	278.25
NIFTAL + P	193	311	264	110	219.50
NITRAGIN + P	274	227	231	308	260.00
30-30-00	168	85	167	61	120.25
00-30-00	458	280	277	260	318.75
00-00-00	274	210	288	282	263.50



CUADRO A2. NUMERO DE NODULOS OBTENIDOS POR TRATAMIENTO Y POR REPETICION  
EN EL SEGUNDO MUESTREO.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
FM 19 + P	123	336	298	131	222.00
FM 138 + P	72	483	157	106	204.50
FM 166 + P	91	229	163	29	128.00
FM 171 + P	140	126	595	70	232.75
FM 175 + P	198	253	199	46	174.00
FM 176 + P	149	529	157	131	246.50
FM 1-84 + P	83	297	133	110	155.75
NIFTAL + P	85	111	108	147	112.75
NITRAGIN + P	131	163	166	113	143.25
30-30-00	123	335	71	95	156.00
00-30-00	52	142	123	55	93.00
00-00-00	159	199	285	125	192.00

CUADRO A3. PESO SECO EN GRAMOS DE NODULOS POR TRATAMIENTO Y REPETICION  
EN EL PRIMER MUESTREO.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
FM 19 + P	0.2984	0.3182	0.3808	0.2699	0.3168
FM 138 + P	0.2246	0.1888	0.1998	0.3276	0.2352
FM 166 + P	0.1519	0.2685	0.3018	0.2435	0.2414
FM 171 + P	0.1880	0.0976	0.1911	0.1310	0.1519
FM 175 + P	0.2752	0.1860	0.3414	0.2013	0.2510
FM 176 + P	0.3132	0.3709	0.1671	0.2377	0.2722
FM 1-84 + P	0.3140	0.2605	0.2881	0.2851	0.2869
NIFTAL + P	0.1640	0.3227	0.3418	0.1349	0.2408
NITRAGIN + P	0.2379	0.2936	0.2766	0.4133	0.3027
30-30-00	0.1287	0.1047	0.0849	0.0453	0.0909
00-30-00	0.3832	0.2978	0.2045	0.2519	0.2843
00-00-00	0.2597	0.2369	0.4276	0.4081	0.3331



CUADRO A4. PESO SECO EN GRAMOS DE LOS NODULOS OBTENIDOS POR TRATAMIENTO  
Y POR REPETICION EN EL SEGUNDO MUESTREO.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				PROMEDIO
	I	II	III	IV.	
FM 19 + P	0.4037	0.6982	0.5721	0.2619	0.4840
FM 138 + P	0.1814	0.6932	0.3566	0.3256	0.3892
FM 166 + P	0.2375	0.2180	0.3373	0.0512	0.2110
FM 171 + P	0.4859	0.3131	0.5554	0.1440	0.3746
FM 175 + P	0.5535	0.3559	0.2840	0.0986	0.3230
FM 176 + P	0.3798	1.4888	0.7018	0.2316	0.7005
FM 1-84 + P	0.4793	0.3220	0.8835	0.2368	0.4804
NIFTAL + P	0.1570	0.8630	0.4899	0.1782	0.4220
NITRAGIN + P	0.3452	0.8487	0.4037	0.3221	0.4799
30-30-00	0.1901	0.1598	0.2945	0.2744	0.2297
00-30-00	0.2329	0.6386	0.0800	0.3393	0.3227
00-00-00	0.1186	0.4243	0.0718	0.1175	0.1830

CUADRO A5. PESO SECO EN GRAMOS DE LA PARTE AEREA 41 LA PLANTA ORENIDO  
POR TRATAMIENTO Y REPETICION EN EL PRIMER MUESTREO.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
FM 19 + P	11.24	7.76	9.15	6.92	8.77
FM 138 + P	6.56	6.50	4.43	4.54	5.51
FM 166 + P	4.54	8.54	8.19	7.37	7.16
FM 171 + P	9.62	2.95	4.65	6.15	5.84
FM 175 + P	3.93	7.11	9.61	3.39	6.01
FM 176 + P	5.00	9.33	6.13	3.97	6.11
FM 1-84 + P	8.58	6.95	5.18	3.15	5.96
NIFTAL + P	9.12	7.95	8.57	4.95	7.65
NITRAGIN + P	5.43	11.99	7.13	5.60	7.54
30-30-00	12.43	6.43	11.12	10.24	10.08
00-30-00	7.50	11.08	8.11	10.60	9.32
00-00-00	7.76	8.52	6.29	7.07	7.41



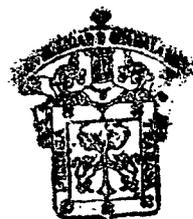
CUADRO A6. PESO SECO EN GRAMOS DE LA PARTE AEREA DE LA PLANTA, OBTENIDO POR TRATAMIENTO Y REPETICION EN EL SEGUNDO MUESTREO.

		REPETICIONES				
TRATAMIENTOS		I	II	III	IV	PROMEDIO
FM	19 + P	49.47	28.79	13.83	27.86	29.99
FM	138 + P	25.73	66.24	16.12	38.17	36.56
FM	166 + P	29.45	35.45	31.49	15.10	28.87
FM	177 + P	42.93	25.85	32.75	17.90	29.86
FM	175 + P	31.61	37.56	35.66	21.83	31.66
FM	176 + P	30.18	26.47	37.42	46.74	35.20
FM	1-84 + P	49.13	22.44	39.61	39.89	37.77
NIFTAL	+ P	33.59	23.58	29.77	23.39	27.58
NITRAGIN	+ P	32.46	49.91	48.61	49.47	45.11
	30-30-00	72.76	20.90	33.48	38.38	41.38
	00-30-00	25.47	49.26	14.72	41.09	32.63
	00-00-00	28.65	26.21	30.09	38.75	30.92



CUADRO A7. CONTENIDO DE NITROGENO TOTAL, EN GRAMOS, EN EL FOLLAJE POR TRATAMIENTO Y REPETICION EN EL PRIMER MUESTREO.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
FM 19 + P	0.41	0.28	0.32	0.23	0.31
FM 138 + P	0.22	0.24	0.16	0.15	0.19
FM 166 + P	0.16	0.31	0.30	0.26	0.26
FM 171 + P	0.39	0.08	0.21	0.20	0.22
FM 175 + P	0.15	0.27	0.35	0.11	0.22
FM 176 + P	0.20	0.37	0.23	0.13	0.23
FM 1-84 + P	0.31	0.24	0.18	0.11	0.21
NIFTAL + P	0.31	0.28	0.33	0.17	0.27
NITRAGIN + P	0.19	0.40	0.26	0.19	0.26
30-30-00	0.43	0.20	0.38	0.41	0.35
00-00-00	0.28	0.42	0.30	0.39	0.35
00-00-00	0.29	0.29	0.21	0.26	0.26



CUADRO A8. CONTENIDO DE NITROGENO TOTAL, EN GRAMOS, EN EL FOLLAJE POR TRATAMIENTO Y REPETICION EN EL SEGUNDO MUESTREO.

		REPETICIONES				
TRATAMIENTOS		I	II	III	IV	PROMEDIO
FM	19 + P	1.4478	0.9584	0.4270	0.7899	0.9058
FM	138 + P	0.6780	2.5725	0.5568	1.1739	1.2453
FM	166 + P	0.7992	1.1918	1.0303	0.3808	0.8505
FM	171 + P	1.0210	0.6909	0.9453	0.4262	0.7708
FM	175 + P	1.0490	0.9535	1.0692	0.7614	0.9583
FM	176 + P	0.8593	0.7620	1.1390	1.6585	1.1047
FM	1-84 + P	1.2100	0.6858	0.9878	1.2922	1.0439
NIFTAL	+ P	0.9828	0.7315	0.8576	0.8003	0.8430
NITRAGIN	+ P	1.0390	1.3136	1.3860	1.8249	1.3909
	30-30-00	1.7717	0.5101	1.0233	1.1809	1.1215
	00-30-00	0.6480	1.7069	0.4914	0.9921	0.9596
	00-00-00	0.9370	0.8860	0.8058	1.2116	0.9606



CUADRO A9. RENDIMIENTO DE GRANO, OBTENIDO POR TRATAMIENTO Y REPETICION EN KG/HA.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
FM 19 + P	1025	885	787	1599	1074
FM 138 + P	1709	1741	778	1130	1339
FM 166 + P	901	787	1073	929	922
FM 171 + P	1666	996	1265	1282	1302
FM 175 + P	667	1443	1005	1143	1064
FM 176 + P	751	880	909	1641	1045
FM 1-84 + P	1858	879	1345	1030	1278
NIFTAL + P	971	948	1293	1236	1112
NITRAGIN + P	1076	868	1353	1249	1139
30-30-00	1045	1180	1358	1357	1235
00-30-00	719	870	1165	1117	968
00-00-00	686	868	1058	1071	923



## CLIMOGRAFICO DE BAGNOULS Y GAUSSEN

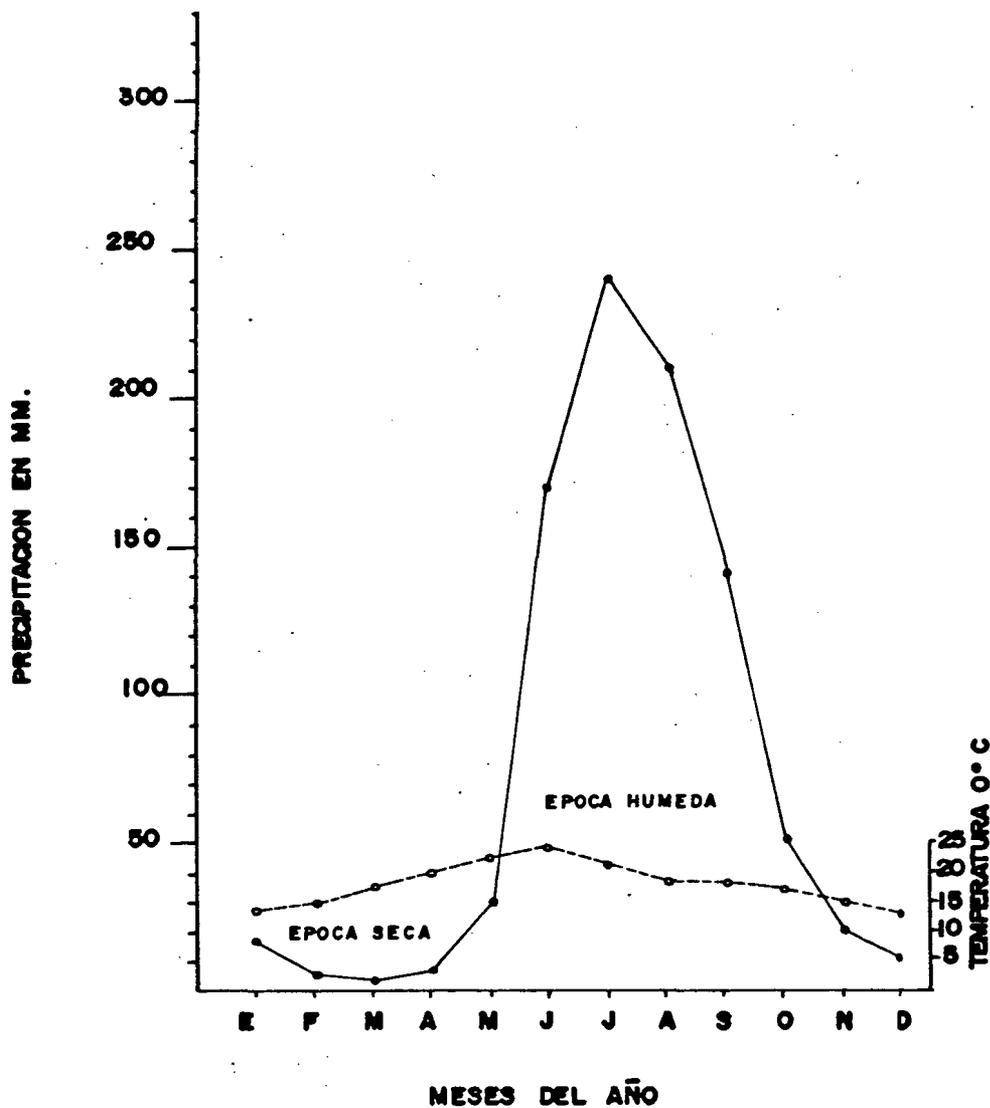
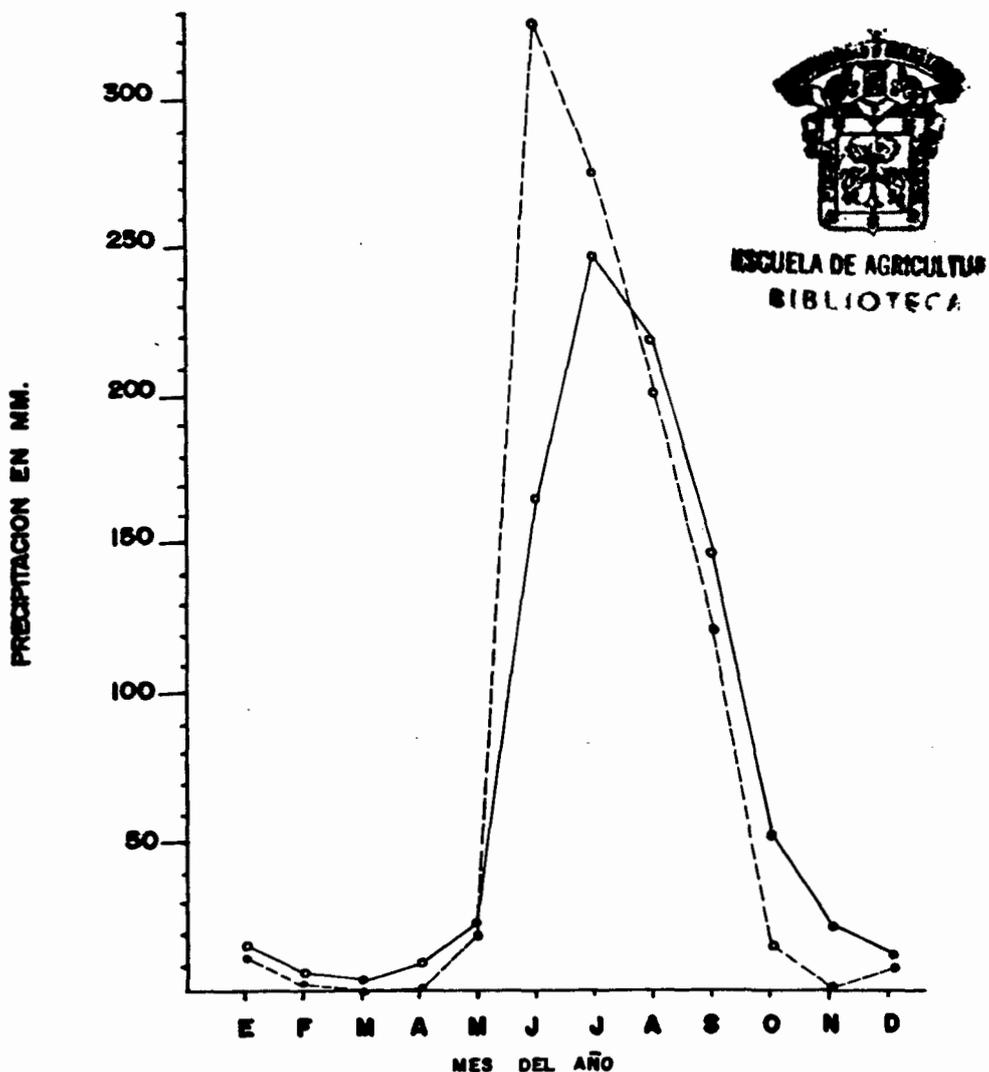


FIGURA A1.- PRECIPITACION PLUVIAL PROMEDIO DE 34 AÑOS Y TEMPERATURA PROMEDIO MENSUAL DE 18 AÑOS EN LA ESTACION CLIMATOLOGICA DE TEPATITLAN.

**SIMBOLOGIA:** ——— PRECIPITACION MEDIA MENSUAL DE 1936 A 1970 (CETENAL, 1974).  
 - - - - - PRECIPITACION MENSUAL DE 1984 (SARH).



**FIGURA A2.- COMPARACION DE LA PRECIPITACION PLUVIAL PROMEDIO DE 34 AÑOS Y A LA DEL AÑO DE ESTUDIO DE LA ESTACION CLIMATOLOGICA DE TEPATITLAN**