

1139

BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRICULTURA



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

RESPUESTAS DEL FRIJOL PERLA A LA APLICACION DE OCHO
CEPAS DE Rhizobium Y ALGUNAS DE SUS
COMBINACIONES EN PARES

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

PRESENTA:

JOSE CARLOS MENDOZA CORTES

GUADALAJARA, JAL., 1985



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
Facultad de Agricultura

Expediente
Número

Noviembre 4, 1985.

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

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____

JOSE CARLOS MENDOZA CORTES titulada,

"RESPUESTAS DEL FRIJOL PERLA A LA APLICACION DE OCHO CEPAS DE Rhizobium
Y ALGUNAS DE SUS COMBINACIONES EN PARES."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la
misma.

DIRECTOR.

ING. SALVADOR MENA MUNGUÍA.

ASESOR.

ING. JOSE M. AYALA RAMIREZ.

ASESOR.

ING. M.C. NICOLAS SOLANO VAZQUEZ.

hlg.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

DEDICATORIA

CON TODA MI FE, A NUESTRO CREADOR,
POR HABERME DADO LA DICHA DE DIS-
FRUTAR TODAS LAS COSAS BUENAS DE-
ESTE MUNDO.



A MIS PADRES, CARLOS Y CONCEPCION,
QUE CON SU CARINO, APOYO Y DEDICA-
CION ME AYUDARON A LOGRAR MIS OBJE-
TIVOS.

A MI ESPOSA MARTHA, POR SU AMOR Y
AMISTAD Y POR SU ESFUERZO E INTE-
RES POR QUE LLEGARA A REALIZAR ES-
TA META.

A MI HERMANA MAGDALENA, POR SU -
BUEN CARACTER, SENCILLEZ Y APOYO.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento:

A toda mi familia, Eduardo y Evángelina, Humberto y Alicia, Alberto y Bertha, Daniel y Luz Elena, Roberto y Silvia, Eduardo y Ana María, Jorge y Berenice y a todos mis primos.

Al Ingeniero Salvador Mena Munguía, por su participación en la dirección, asesoría y revisión del presente trabajo.

A la Facultad de Agricultura por permitirme prepararme y desarrollarme profesionalmente.

A la Compañía Fertilizantes Mexicanos, S.A. y al Ingeniero Alvaro Isaguirre por su valiosa cooperación en la aportación de literatura y del material biológico utilizado en el presente estudio.

Al Ingeniero Nicolás Solano y al Ingeniero José María Ayala por su paciencia y sugerencias aportadas durante la asesoría y revisión del presente trabajo.

A mis compañeros de grupo, Alfredo, Guty, Manuel, Jesús, Marco Antonio, Miguel, Raul y Samuel por su valiosa y desinteresada cooperación en la implantación del experimento.

A mis amigos, Paco y Bertha, Manolo, Ramiro, Sergio, Luis y Jorge.

CONTENIDO

| | PAG. |
|--|------|
| RESUMEN. | 1 |
| 1. INTRODUCCION. | 3 |
| 2. OBJETIVOS. | 4 |
| 3. HIPOTESIS. | 4 |
| 4. REVISION DE LITERATURA. | |
| 4.1. Descripción y características fundamentales del Género Rhizobium. | 5 |
| 4.2. Ventajas de la inoculación artificial en Leguminosas. | 9 |
| 4.3. Tipos, aplicación y usos de inoculantes para Leguminosas. | 12 |
| 4.4. Aplicación y uso del inoculante. | 13 |
| 4.5. Comentarios sobre la fijación biológica del nitrógeno. | 15 |
| 4.6. Notas técnicas sobre la fijación biológica del nitrógeno. | 18 |
| 5. MATERIALES Y METODOS. | |
| 5.1. Descripción y características del área experimental. | 20 |
| 5.2. Metodología. | 23 |
| 5.3. Descripción de la variedad de frijol Perla (Phaseolus Vulgaris). | 24 |
| 5.4. Diseño del experimento y los tratamientos. | 25 |
| 5.5. Análisis estadístico de la información. | 25 |

LISTA DE CUADROS

| | PAG. |
|--|------|
| Cuadro 1.- Descripción de los tratamientos utilizados en el experimento. | 27 |
| Cuadro 2.- Análisis de varianza para rendimiento. | 31 |
| Cuadro 3.- Medias de rendimiento de grano de frijol en 15 - tratamientos utilizados. | 32 |
| Cuadro 4.- Análisis de varianza para número de vainas. | 34 |
| Cuadro 5.- Medias de producción de vainas de frijol por parcela útil. | 35 |
| Cuadro 6.- Análisis de varianza para % de materia seca nodular. | 37 |
| Cuadro 7.- Medias del % de materia seca contenida en los <u>nódulos</u> . | 38 |
| Cuadro 8.- Análisis de varianza para % de N ₂ nodular. | 39 |
| Cuadro 9.- Medias del % de N ₂ contenido en nódulos. | 41 |
| Cuadro 10.- Análisis de varianza para % de materia seca en planta. | 42 |
| Cuadro 11.- Medias del % de materia seca contenida en las plantas. | 44 |
| Cuadro 12.- Análisis de varianza para % de N ₂ en planta. | 45 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1.- Ubicación del Municipio de Zacoalco de Torres en el Estado de Jalisco. | 22 |
| Figura 2.- Diseño Experimental. Ubicación de los tratamientos. | 26 |

| | PAG. |
|--|------|
| 6. RESULTADOS Y DISCUCION. | |
| 6.1. Análisis de varianza para Rendimiento. | 30 |
| 6.2. Análisis de varianza para número de vainas. | 33 |
| 6.3. Análisis de varianza para el % de materia seca nodular. | 33 |
| 6.4. Análisis de varianza para el % de N ₂ nodular. | 36 |
| 6.5. Análisis de varianza para el % de materia seca en planta. | 40 |
| 6.6. Análisis de varianza para el % de N ₂ en planta. | 43 |
| 6.7. Comportamiento general de las cepas. | 47 |
| 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. | 49 |
| 8. BIBLIOGRAFIA. | 51 |

RESUMEN

Los inoculantes como sustituto de los fertilizantes nitrogenados, han sido poco utilizados en nuestro país, siendo practicamente nulo su uso por parte de la mayoría de los agricultores, debido a la poca divulgación técnica al respecto. Por lo antes mencionado el objetivo principal de este trabajo es el de evaluar las ventajas que puede tener el uso de inoculantes en lugar de fertilizantes nitrogenados en el cultivo del frijol, así como la respuesta del cultivo a ocho tipos de cepas del género Rhizobium, de origen nacional e introducidas al país y algunas de sus combinaciones de ellas.

Esta evaluación se realizó en el Ejido El Casco Municipio de Zacoalco de Torres, Jalisco; zona altamente productora de frijol en el Estado.

La evaluación de los tratamientos (15 en total) se establecieron en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones y las variables cuantificadas fueron: rendimiento de grano, número de vainas, % de materia seca en nódulos y % de nitrógeno en nódulos y plantas. Al efectuar los análisis de varianza para las variables antes mencionadas no se detectó diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo como se aprecia en los cuadros respectivos, el tratamiento ocho (CEPA-FM-NIFTAL) tuvo el mejor comportamiento, ocupando en todos-

los parámetros observados los primeros lugares, superando al testigo. Lo anterior se confirmó al aplicar la Prueba de Duncan en todos los parámetros medidos.

En cuanto a las cepas combinadas, el tratamiento comprendido por la FM-166 y FM-177 de origen Hondureño y Mexicano respectivamente, se presentan como el tratamiento que promueve la mayor formación del número de vainas.

Dentro de los 15 tratamientos se manejó un testigo con la fórmula de fertilización (40-40-00) y sin la participación de ninguna cepa, lo cuál permite establecer que cualquiera de las cepas suplió con éxito el efecto del nitrógeno químico, obteniéndose de esta manera una mayor relación beneficio -- costo con el uso de inoculantes.

Desde el punto de vista agronómico, la aplicación de cepas de Rhizobium solas y combinadas en pares tienen el mismo efecto que la aplicación de fertilizantes químicos. En lo que respecta a lo económico, la aplicación de cepas de Rhizobium en el cultivo del frijol resulta más redituable en relación a costos por hectárea que causa la fertilización química nitrogenada.

1. INTRODUCCION

El cultivo del frijol en nuestro país es de suma importancia ya que es un grano básico para nuestra alimentación lo cual deriva una gran demanda de esta leguminosa, siendo la producción actual insuficiente para nuestro autoconsumo, teniéndose que importar grandes cantidades de este grano del extranjero, ocasionando fugas de divisas.

El motivo que originó este trabajo de investigación es el de dar a conocer los beneficios y ventajas que produce la inoculación artificial de semillas de la familia de las leguminosas con bacterias del género Rhizobium. Estas prácticas son muy difundidas en países con sistemas agrícolas muy avanzados.

Sabiendo que el nitrógeno es uno de los varios elementos esenciales que requieren las plantas para su desarrollo y por lo tanto uno de los más fáciles de agotar, es necesario reponer esta pérdida ya sea por medio químico o biológico.

La inoculación es una práctica sencilla de realizar donde no es necesario agregar prácticas agrícolas, al contrario, las disminuye ahorrando costos.

En nuestro país existen programas de investigación sobre la fijación simbiótica tratando de aprovechar este fenómeno biológico.

El objetivo principal de este trabajo es el de evaluar las ventajas que puede tener el uso de inoculantes en lugar de fertilizantes nitrogenados en el cultivo del frijol, así como la respuesta del cultivo a ocho tipos de cepas del género Rhizobium.

La hipótesis en que se plantea este trabajo es la siguiente:

" LA UTILIZACION DE CEPAS DE RHIZOBIUM EN EL CULTIVO DEL FRIJOL, PERMITE SUSTITUIR CON VENTAJA EL USO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS ".

4. REVISION DE LITERATURA.

4.1. Descripción y características fundamentales del Género -- Rhizobium.

(Frank, 1889) citado por Klecskowska y Col., -- 1968, menciona que hasta el momento se ha definido como el grupo de bacterias con capacidad de producir nódulos en la raíz de los miembros de la familia Leguminosae, no utilizan citrato y no producen cetolactosa. (Jordan y Allen, 1974), citados por Klecskowska y Col., los definen como bacilos Gram negativos de 0.5 - 0.9 micras X 1.3 - 3 micras, presentandose solos o en pares generalmente móviles debido a la presencia de flagelos peritricos, polares o subpolares. Las células bacterianas presentan glóbulos de polihidroxibutirato, no forman esporas, produciendo en la mayoría de los casos una sustancia mucosa extra celular, cuya composición varía según la cepa. (Klecskowska y Col., 1968).

En 1886, Hellriegel y Wilfarth, descubrieron -- que existía un vínculo simbiótico (asociación para beneficio mutuo) entre las plantas de la familia del género Rhizobium alojadas dentro de los nódulos de las raíces. Estas bacterias fueron aisladas en 1980, por Nolbe y Hiltner, los cuáles demostraron la ventaja de añadir las a las semillas antes de sembrarlas, lo que dió inicio a la producción y comercialización de inoculantes en el mundo entero. (The Nitragin Company Inc.)

El género Rhizobium se clasifica de la siguiente forma:

GRUPO I Rhizobium de crecimiento rápido sobre extracto de levadura menitol con 2.6 flagelos peritricos.

a) Rhizobium leguminosarum.

Hospedero: chícharo.

b) Rhizobium phaseoli.

Hospedero: frijol.

c) Rhizobium trifoli.

Hospedero: trébol.

GRUPO II Rhizobium de crecimiento lento sobre extracto de levadura menitol con flagelo polar o subpolar.

a) Rhizobium japonicum.

Hospedero: soya.

b) Rhizobium lupini.

Hospedero: lupinos.

Y un grupo misceláneo que actualmente está siendo estudiado y se le conoce como coupi que forma nódulos en la mayoría de las leguminosas tropicales. (Klecskowska y Col., 1968).

Las necesidades principales del Rhizobium es la de consumir grandes cantidades de carbohidratos como fuente de carbono amonio y nitratos, así como extracto de levadura, como fuente de nitrógeno, aunque se pueden presentar algunos grupos

que demandan aminoácidos y algunas pequeñas cantidades de vitaminas. La temperatura normal de crecimiento para las bacterias tiene un rango que fluctúa de 28 - 30 °C. (Ferrera y Cerato, 1983).

La fijación biológica del nitrógeno explica problemas genéticos y bioquímicos, se ha observado como primer paso al estar presente las bacterias en la rizosfera de las leguminosas, en este caso el frijol, sufre un estímulo radicular - presentandose la absorción a través de los pelos absorbentes, - los cuáles segregan triptofano el que es oxidado por las bacterias a ácido indolacético, provocando la deformación de las mismas, ya sea hinchandose o ramificandose y formandose un enrocamiento, donde aparentemente hay una secreción de polisacáridos bacterianos, seguidos de una inducción de enzimas del tipo de la pectinasa, de la cual se origina un filamento de infección conteniendo bacterias dividiendose hasta penetrar la corteza de las células por invaginación sucesiva con posible liberación de compuestos parecidos a las citoquininas, las células corticales se dividen dando lugar a una estructura bien diferenciada donde las bacterias son englobadas en una membrana quedando estas en la matriz nodular en forma de bacterpi---des.

Los nódulos de las leguminosas presentan diferentes formas que van de globosos con tallo, elongados, bifurcados y corabides.

En estas estructuras donde la nitrogenasa, enzima responsable de la fijación del nitrógeno molecular recibiendo el aporte energético en forma de trifosfato de adenosina -- (ATP) y que deriva el metabolismo de los carbohidratos, provenientes de la actividad fotosintética. (Ferrera-Cerrato, -- 1983).

El Rhizobium es específico al menos para el género de las leguminosas, (se conocen 6 grupos diferentes). Para que la nodulación tenga éxito se necesita una fuerte inoculación de la bacteria. Los granjeros que practican la rotación de cultivos generalmente incluyen una leguminosa, para -- mantener la fertilidad del suelo y es práctica común, inocular a la semilla o al suelo al sembrar o poco después, con un cultivo de Rhizobium apropiado para asegurar el máximo beneficio de un cultivo fijador de nitrógeno. La nodulación y la fijación del nitrógeno son afectadas por el estatus de la planta -- respecto al elemento: es necesario que haya un nivel mínimo -- de nitrógeno en el suelo en la germinación para asegurar que -- las plantas, sean vigorosas; de ahí en adelante la cantidad de nitrógeno fijado es inversamente proporcional a la cantidad de nitrógeno fijado utilizable. Un nivel apropiado de nutrición de carbohidratos y por lo tanto de fotosíntesis, se necesita -- también para una fijación efectiva de nitrógeno ya que las -- energías para hacerlo se deriva de la respiración de los carbohidratos.

El nitrógeno fijado en los nódulos se convierte rápidamente en aminoácidos proceso que requiere esqueletos de carbono que vienen de la actividad respiratoria. El nitrógeno orgánico se transfiere a la planta hospedera por el xilema. en principio en asparagina en leguminosa.

Durante mucho tiempo no hubo progreso en el conocimiento del mecanismo de la fijación por la dificultad de obtener extractos libres de células fijadoras de nitrógeno. En las décadas 1950-1960, J.E. Carnahan y un grupo de laboratoristas de la compañía DUPOND, aislaron dos sistemas enzimáticos y recién entonces se llegó a entender con claridad el proceso.

Ha sido difícil encontrar los intermediarios nitrógenados porque están totalmente adheridos a las enzimas sin que se encuentren libres en las células y porque no existe un isótopo radiactivo satisfactorio del nitrógeno. El isótopo estable ^{15}N ha dado cierta información valiosa pero las técnicas de ensayo y menos sensitivas que la de otros isótopos radiactivos. (Fisiología Vegetal, 1980).

4.2. Ventajas de la inoculación artificial en Leguminosas.

Se llama "Inoculación" a la técnica de incorporar al suelo las bacterias específicas de rizobio, procesadas -

comercialmente a tal efecto. Estas bacterias se encuentran -- disponibles en abundante cantidad, después de haber aplicado el inoculante a la semilla antes de sembrarla (método directo), o después de haber colocado cierta cantidad de inoculante en el - surco durante la siembra (método indirecto).

Aunque algunos suelos contienen poblaciones de - bacterias, éstas suelen ser en la mayoría de los casos, débiles o parásitas. La penetración de este tipo de bacteria en la -- planta puede dar como resultado nódulos escasos, poco activos o poco eficientes, produciendo por lo tanto un menor rendimiento del cultivo.

Las leguminosas requieren bacterias capaces para alcanzar altos rendimientos. La inoculación con las bacterias apropiadas, correctamente seleccionadas, es la manera más efi-- ciente y económica de alcan^zar una óptima cosecha.

Se ha comprobado que existen grandes ventajas en la Inoculación de Leguminosas, a continuación se mencionan algunas de ellas:

a) Prevención de carencia de Nitrógeno.

La inoculación de leguminosas asegura la formación tempra na de nódulos productivos y un abastecimiento adecuado de Nitrógeno para la planta durante el estado crítico de creci miento.

- b) La inoculación conserva el Nitrógeno en el suelo para -- cultivos futuros.

El Nitrógeno fijado por una leguminosa en simbiosis con rizobio alcanza un promedio de tres cuartas partes de la cantidad total utilizada en el crecimiento de la planta.

- c) La inoculación aumenta el rendimiento de la cosecha.

Los mayores incrementos en la producción de leguminosas inoculadas se han obtenido en suelos con baja cantidad de nitrógeno disponible. En tierra de mediana fertilidad se han constatado incrementos que oscilan entre un 15 a un 25 por ciento.

- d) La inoculación mejora el contenido de proteína.

Para formar proteínas las plantas deben contar con Nitrógeno fácilmente utilizable. Debido a su relación con -- las bacterias nutricadoras, las leguminosas tienen una ventaja sobre las no leguminosas. Mientras que éstas -- últimas deben tomarlo del suelo (siempre que se encuentre allí en la forma apropiada), las primeras son provis -- tas sin inconvenientes por sus huéspedes.

- e) La inoculación asegura un excelente abono verde.

El agregado de materia orgánica a suelos agrícolas empobrecidos es un método ampliamente aceptado para mejorar la fertilidad de los mismos. La incorporación de leguminosas en estado vegetativo, bien inoculadas, enriquece

al suelo ya que resulta ser un abono de máxima calidad.
(The Nitragin Company, Inc.).

4.3. Tipos, aplicación y usos de inoculantes para Leguminosas.

En un sentido estricto cualquier cultivo vivo - de Rhizobium seleccionado es un inoculante (Battyant, 1976) citado por Ferrera-Cerrato, 1983.

Existen diferentes tipos de inoculantes para leguminosas de los cuáles mencionamos a continuación los más importantes:

a) Inoculante líquido.

Consisten en propagar en un caldo una cepa de Rhizobium en medio líquido y que puede ser usado limitadamente debido a la poca viabilidad de las bacterias a través del tiempo, se considera usual en los campos experimentales con laboratorio, además la bacteria presenta una vida limitada sobre la semilla.

b) Inoculante sobre agar.

El inoculante sobre agar se considera que fue uno de los primeros, usándose primero gelatina y después agar, son posibles de usar en pequeña escala, (Battyant, 1976), citado por Ferrera-Cerrato, 1983, pero se hacen imprácticos cuando aumenta la demanda, debido al almacenaje y ma

nejo, en INTA Argentina se acostumbra usar el inoculante sobre agar actualmente, (Shiel, 1971) citado por Ferrera Cerrato, 1983, el cultivo microbiano se suspende en agua y se aplica a las semillas, este grupo recomienda suspender las bacterias en una solución azucarada al 10% para mantener la sobrevivencia de las bacterias sobre las semillas.

c) Inoculantes en soporte de turba.

Este proceso requiere del cultivo de las bacterias en --caldo generalmente levadura manitol, donde se propagarán las bacterias, en la actualidad existen procesos indus--triales bien establecidos. (Ferrera-Cerrato, 1983).

4.4. Aplicación y uso del inoculante.

Son muchos los factores desfavorables para las Rhizobias que se introducen al momento de la inoculación, podemos mencionar que la sobrevivencia es reducida por las condi--ciones del suelo muy seco o inundado y cualquier otro factor --que retarde la germinación de la semilla. Así como por el pH del suelo o contacto directo con fertilizantes químicos y sus--tancias bacteriostáticas, o bactericidas contenidas en la su---perficie de la semilla de algunas leguminosas y lo más dramáti--co es la competencia que se presenta en el suelo por otros gru--pos microbianos o Rhizobias nativas que tienen a desplazar a --las cepas introducidas. (Brochwell, 1972).

La forma tradicional de agregar los inoculantes a la semilla ha sido mezclando el inoculante y la semilla para que esta quede cubierta de las partículas de turba en forma -- homogénea, pero esta práctica se puede reforzar si se combina el inoculante con adherente que nos garantice el mayor número de Rhizobias en la superficie de la semilla. Un método más -- avanzado que nos permite mayor número de bacterias y propiciar un medio ambiente más favorable a las Rhizobias, es lo que se conoce como Pelleteo o Pildorizado, el que consiste en mezclar el inoculante en base de turba con el adherente y mojar con esta suspensión la semilla, una vez bien mojada la semilla se -- mezcla con el polvo de revestimiento, de un solo golpe se mezcla la obtención de semillas recubiertas totalmente, las semillas así tratadas se dejan secar y se siembran de preferencia -- inmediatamente, un método más complicado es el de super Pellet (o Pellet múltiple), la técnica consiste en humedecer la semilla con un cultivo de Rhizobium "concentrado" y dejarlo secar -- parcialmente, seguidamente se inocula con un adherente contenido de caldo con Rhizobias, más inoculante en base turba, posteriormente se recubre con dolomita y arcilla y aún húmedo se recubre con otra capa de carbonato de calcio, en esta forma el -- incremento del número de Rhizobium por semilla se ve aumentado ostensiblemente. (Battiyant y Col, 1965) citado por Brockwell 1972, han encontrado cifras de 1.8 millones de bacterias por -- semilla, empleando esta metodología en comparación con el Pellet simple que fue de 85,000; este método es recomendable donde la inoculación simple haya fallado. (Brockwell, 1972).

4.5. Comentarios sobre la fijación biológica del Nitrógeno.

En México, los estudios sobre la simbiosis Rhizobium-leguminosas se iniciaron durante la primera década de este siglo. Estuvieron dirigidos hacia la aplicación agronómica de las técnicas de inoculación, con el propósito de mejorar la producción de las leguminosas más comunes. Estas actividades se concentraron principalmente en la Comisión de Parasitología -- Agrícola y en el Instituto Biotécnico de la Secretaría de Agricultura.

A partir de esa época, se efectuaron, en forma desordenada, escasos estudios de la asociación Rhizobium-leguminosas esencialmente de carácter ecológico, realizados en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del I.P.N. Después fue desarrollado el programa de selección de cepas para la inoculación artificial de variedades de soya, en la extinta Comisión Nacional del Maíz. El aspecto de la producción de inoculantes en escala comercial ha sido considerado en forma permanente.

En años más recientes, ha surgido un renovado interés por estudios de mayor profundidad, no sólo en el sistema Rhizobium-leguminosas, sino también en otros sistemas fijadores de nitrógeno molecular, particularmente asociados con cereales o plantas acuáticas, como puede constatarse en los informes presentados en los dos seminarios nacionales sobre fijación biológica del nitrógeno y en otros congresos nacionales. Es evidente el interés que existe por los estudios ecológicos de los sis

temas simbióticos, para determinar su eficiencia no sólo en experimentos de invernadero sino también en pruebas de campo, bajo diferentes condiciones ambientales. En el caso de Rhizobium, se han considerado diferentes variedades de especies determinadas, en zonas geográficas definidas del país, Estos estudios aportan resultados de indiscutible utilidad para orientar los trabajos agronómicos y también marcan pautas para el mejoramiento de la producción de inoculantes artificiales.

El examen genético de las nuevas variedades de leguminosas y su respuesta a la asociación con cepas de Rhizobium específicas, sin duda, habrán de llevar a resultados de utilidad inmediata.

Es notable el interés que ha despertado, en nivel global, el avance logrado en la caracterización y manipulación del genoma bacteriano y sus posibles implicaciones prácticas en relación con el proceso de la fijación del nitrógeno en sistemas simbióticos. Las metas de este tipo de estudio serían la amplificación de los genes *nif*, y aun su transposición a las plantas superiores que carecen de la capacidad para fijar el nitrógeno molecular. A pesar del gran avance alcanzado en la tecnología del ácido desoxirribonucleico recombinante, es necesario señalar que la complejidad del proceso no hace que resulte fácil lograr las citadas metas en poco tiempo. En el caso de la simbiosis Rhizobium-leguminosas la aportación bioquímica y genética de la planta desempeña un papel de primera importancia; y la eficiencia del proceso se encuentra también influi

da por factores ecológicos. En el caso de la asociación Azospirillum-cereales, se consideran otras alternativas; y algunos estudios de inoculación realizados en diferentes países indican resultados alentadores con respecto al mejoramiento de la producción de maíz.

La técnica de recombinación del ADN se está propagando en diversas instituciones del país. Entre otros objetivos, tiene el de aportar elementos para el mejoramiento de la producción de leguminosas o cereales. Se trata de un planteamiento a largo plazo, que en última instancia requiere la demostración no sólo de la transferencia del material genético involucrando en el proceso de la fijación del nitrógeno molecular, sino también su expresión en condiciones de campo, donde entran en juego otros factores de definida relevancia. Por lo anterior, sería recomendable intensificar la investigación de campo, siguiendo los métodos tradicionales, en busca de las mejores condiciones para el óptimo trabajo de la simbiosis Rhizobium-leguminosas.

La experimentación de campo brinda una enorme variedad de posibilidades en este tipo de investigaciones, que debe ser aprovechada, sobre todo en nivel regional, con cultivos específicos y bajo condiciones de suelo y climáticas determinadas. (Dr. Carlos Casas Campillo, Boletín Informativo, -- Vol. 1 (2), 1983, Asociación nacional de la fijación biológica del nitrógeno.)

4.6. Notas técnicas sobre la fijación biológica del Nitrógeno.

Uno de los problemas más apremiantes de la agricultura moderna es determinar cómo mejorar la disponibilidad de nitrógeno biológico o "fijado" para las plantas. Los requerimientos crecientes de nitrógeno de variedades de cultivos alimentarios de alto rendimiento (como resultado de la "revolución verde"), combinados con el alto costo de los fertilizantes nitrogenados sintéticos, hacen imperativo tal mejoramiento si pensamos que la población creciente debe ser alimentada. Los recientes adelantos en ingeniería genética de las plantas han abierto la excitante posibilidad de transferir genes fijadores de nitrógeno a cultivos que actualmente no fijan nitrógeno. Sin embargo, será necesario un gran esfuerzo de investigación antes de que tal proceso sea factible.

Actualmente se está trabajando en un nuevo enfoque para mejorar la disponibilidad de nitrógeno a plantas. En él se involucra la introducción de cianobacterias a las células vegetales. Estos microorganismos (que tienen tanto habilidad fotosintética como de fijación de nitrógeno) pueden ser adsorbidos en la superficie de protoplastos vegetales (células a las que se les ha removido la pared). Tales protoplastos regenerarán nuevas paredes celulares y se dividirán, pudiendo originar nuevas plantas. Si la cianobacteria puede permanecer viable en una asociación simbiótica con las células de la planta regenerada, ellas pueden ser capaces de proveer a la --

planta de nitrógeno fijado.

En experimentos iniciales, la especie Anabaena -
variabilis fue adsorbida a protoplastos de mosofilo de tabaco,
usando polietilenglicol y CaCl_2 0.05 M a pH 10.5. Ello dió -
como resultado la adsorción de la bacteria, en 90-95% en los -
protoplastos de tabaco. Estos regeneraron paredes celulares -
y se dividieron, produciendo colonias celulares. Las colo---
nias fueron sembradas dos semanas más tarde en medio de agar y
generaron callos que contenían A. variabilis viables. Queda
por determinar si las plantas de tabaco regeneradas a partir -
de estos callos contendrán o no A. variabilis activos fijado--
res de nitrógeno. (Boletín informativo, Vol. 1 (2), 1983, -
Asociación Nacional de la fijación biológica del nitrógeno.)

5. MATERIALES Y METODOS.

5.1. Descripción y características del área experimental.

Para obtener resultados más representativos en dicho experimento se escogió uno de los municipios altamente productor de frijol sin asociar en nuestro estado, siendo este el Municipio de Zacoalco de Torres, llevando el mismo nombre la cabecera municipal, la cuál se encuentra a 65 Kms. al sur de Guadalajara, Jalisco por la carretera a Manzanillo.

El lote experimental se encuentra a 3 Kms. al sur-este de Zacoalco de Torres en el Ejido El Casco, el cuál se caracteriza por la variedad de cultivos que se practican tanto de temporal como de riego.

La región de Zacoalco se encuentra formada por la cuenca del Río Armería, la Laguna de Sayula, la subcuenca del Río Tuxcacuexco, ambas cuencas pertenecientes a la región hidrológica Pacífico-Centro.

La población de Zacoalco de Torres se encuentra a una altitud aproximada de los 1,500 m.s.n.m., a una latitud norte de $19^{\circ} 53'$ y longitud oeste de $103^{\circ} 35'$, el municipio se encuentra limitado al norte con los municipios de Amacueca y Atoyac, al este con Gomez Farías, al oeste con Venustiano Carranza

y al sur con los municipios de Venustiano Carranza y Ciudad Guzman.

La topografía general que presenta el municipio de Zacoalco de Torres es de forma irregular, por contar en una parte de su extensión con la Sierra de Tapaipa, por su parte al noroeste se encuentra el Valle de Sayula con la altitud que va a los 1,500 m.s.n.m. (porción a la que pertenece el Ejido El Casco). La porción que se encuentra al extremo suroeste se eleva hasta alcanzar los 2,700 m.s.n.m.

El Valle de Sayula se encuentra clasificado con clima semi-seco en primavera-verano y seco a semi-cálido en otoño-invierno. Su temperatura media anual es de 20.9°C con temperatura extrema máxima de 38.5°C y mínima de - 1°C.

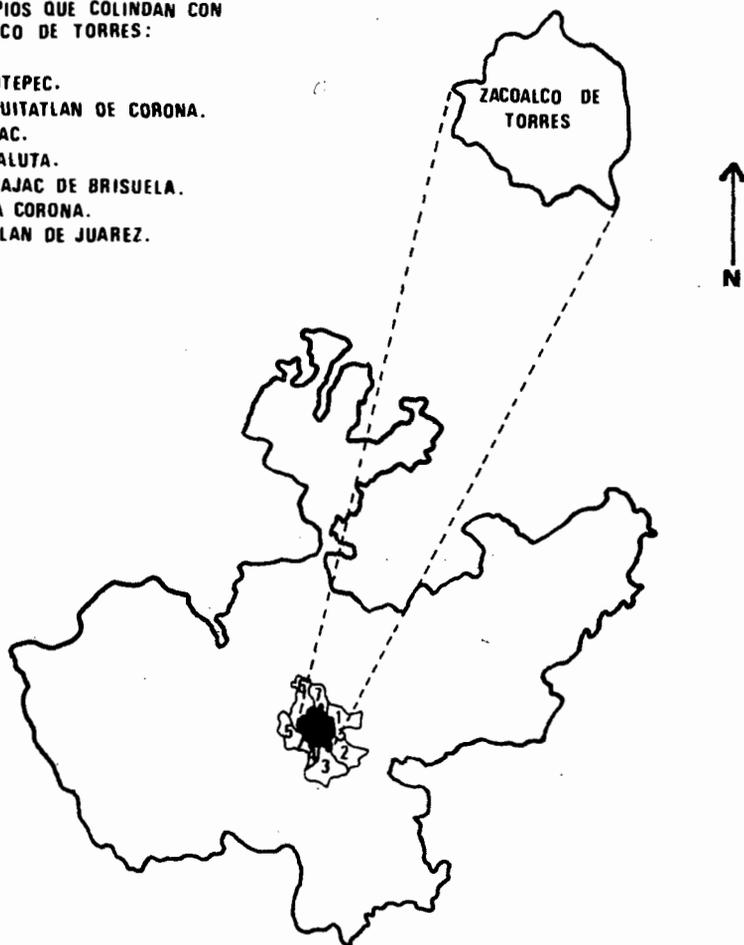
Su régimen pluviométrico oscila entre los 700 mm. a los 850 anuales. Agrologicamente los suelos son de tipo Chesnut los cuáles ocupan un 100% del territorio.

El experimento se estableció en suelos con topografía plana, con buena profundidad, sin pedregosidad superficial ni profunda, suelos de buen drenaje, de textura franco-arcillosa con pH de 7.3, con un porcentaje de materia orgánica de 1.45 y el nivel de nutrientes bajo.

FIGURA 1 UBICACION DEL MUNICIPIO DE ZACOALCO DE TORRES EN EL ESTADO DE JALISCO.

MUNICIPIOS QUE COLINDAN CON ZACOALCO DE TORRES:

1. JOCOTEPEC.
2. TECUITATLAN DE CORONA.
3. ATOYAC.
4. TECHALUTA.
5. ATEMAJAC DE BRISUELA.
6. VILLA CORONA.
7. ACATLAN DE JUAREZ.



5.2. Metodología.

a) Selección del campo experimental.

Sitio representativo de la superficie comercial del agricultor, no existían diferencias notables de relieve, color y textura, no había salinidad o sodicidad aparente. Se realizó un muestreo de suelo del cual se obtuvo una muestra homogénea representativa del área experimental.

b) Preparación del terreno.

Se realizó la misma de las que el agricultor realiza en la zona para dicho cultivo, sin efectuarse ninguna práctica adicional a la que efectúa el agricultor.

c) Preparación de la semilla para la siembra.

Se adquirió semilla de la variedad Perla del ciclo anterior, se vierte la cantidad de semilla necesaria para una parcela, en una bolsa de polietileno, se humedece hasta que la superficie de la semilla se torne brillante (evitando cualquier exceso de agua), se vierte el contenido de inoculante sobre la semilla, se infla un poco la bolsa y se agita vigorosamente a fin de lograr una distribución homogénea del inoculante sobre la semilla, desechando las bolsas utilizadas, procediéndose a sembrar, a una distancia de 15 cms. entre planta y planta y de 80 cms. entre surco y surco.

5.3. Descripción de la variedad de frijol Perla (Phaseolus - Vulgaris).

La variedad Perla, es una variedad criolla, precoz, específica para el cultivo de temporal y de crecimiento determinado, su ciclo vegetativo es de 90-110 días, la germinación se presenta en los tres a cinco días, es según las condiciones existentes, esta planta presenta resistencia a condiciones adversas para un buen cultivo como son la presencia del moho blanco, antracnosis, así como también a irregularidades de precipitación, sequías, heladas y al desprendimiento de grano, la planta tiene un hábito de crecimiento determinado y su altura aproximada es de 40 a 60 cms., presentando un color verde tierno, en el follaje las hojas son trifoliadas, pubescentes de tamaño medio.

La inflorescencia se presenta de los 30 a los 40 días naciendo de las axilas de las hojas, y observándose en forma de racimos. La flor es de un color blanco conformada por cinco pétalos, cinco sepalos, diez estambres y un pistilo.

La vaina presenta un color café claro, y el destino de la producción de esta variedad de frijol en primera instancia, es para la obtención de grano seco y este se destina para consumo humano.

El grano presenta una forma elongada achatada de tamaño medio a chico de color blanco aperlado con manchas de color café claro, textura lisa y de apariencia agradable.

5.4. Diseño del experimento y los tratamientos.

El diseño experimental que se utilizó para este experimento fue el de bloques al azar con cuatro repeticiones o bloques. El tamaño de la unidad experimental fue de 5 surcos de 6 mts. de largo cada uno, constando la parcela útil de 3 surcos centrales de 4 mts. de largo cada uno, siendo 60 tratamientos en total, los cuales se distribuyeron como se puede apreciar en la Figura No.3

El material utilizado fue proporcionado por la Cía. Fertimex, S.A. y el cuál se compone de 8 cepas de Rhizobium, las cuales se aplicaron directamente complementando 14 -- tratamientos, combinando algunas de las cepas antes mencionadas en pares más el testigo de fertilización en la zona (40-40-00), aplicando 15 tratamientos en total.

Las bacterias son de procedencia nacional e introducidas al país, las cuales se describen en el Cuadro 1.

5.5. Análisis estadístico de la información.

Para evaluar los efectos de las cepas, nos basamos en los siguientes parámetros:

- a) Rendimiento de grano.
- b) Número de vainas.
- c) Porcentaje de N_2 en nódulo.

FIGURA 2 DISEÑO EXPERIMENTAL. UBICACION DE LOS TRATAMIENTOS.
 ZACOALCO DE TORRES, JALISCO, EJIDO "EL CASCO", CICLO PRIMAVERA-VERANO (1984).

REP.

4 =

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 60 | 59 | 58 | 57 | 56 | 55 | 54 | 53 | 52 | 51 | 50 | 49 | 48 | 47 | 46 |
| 5 | 15 | 8 | 7 | 1 | 4 | 3 | 14 | 9 | 2 | 13 | 11 | 10 | 12 | 6 |

3 =

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 |
| 1 | 15 | 10 | 6 | 11 | 4 | 2 | 7 | 8 | 12 | 9 | 13 | 14 | 5 | 5 |

2 =

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 30 | 29 | 28 | 27 | 26 | 25 | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 |
| 2 | 8 | 11 | 10 | 3 | 12 | 14 | 13 | 15 | 5 | 4 | 9 | 1 | 6 | 7 |

1 =

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----|---|----|----|---|---|----|---|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 9 | 14 | 8 | 13 | 15 | 4 | 2 | 11 | 7 | 10 | 3 | 1 | 5 | 12 | 6 |



CANAL DE RIEGO

CUADRO 1 DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS UTILIZADOS EN EL EXPERIMENTO.
ZACOALCO DE TORRES, JALISCO, EJIDO "EL CASCO", CICLO PRIMAVERA-VERANO (1984).

| TRATAMIENTO | CEPA | PROCEDENCIA |
|-------------|--------------------|-------------|
| 1 | FM-138 | México |
| 2 | FM-19 | Rhodesia |
| 3 | FM-166 | Honduras |
| 4 | FM-171 | México |
| 5 | FM-175 | Colombia |
| 6 | FM-176 | Colombia |
| 7 | FM 1-84 | México |
| 8 | FM-NIFTAL | Hawaii |
| 9 | FM-175 x FM 1-84 | |
| 10 | FM-138 x FM-166 | |
| 11 | FM-19 x FM-171 | |
| 12 | FM-166 x FM-171 | |
| 13 | FM-19 x FM-138 | |
| 14 | FM-175 x FM-176 | |
| 15 | TESTIGO (40-40-00) | |

- d) Porcentaje de N_2 en planta.
- e) Porcentaje de materia seca en nódulo.
- f) Porcentaje de materia seca en planta.

Para obtener estos parámetros se tomaron las --
muestras y se cuantificaron de la siguiente forma:

El rendimiento se obtuvo pesando el grano obtenido de la parcela útil, la cuál constó de 3 surcos centrales de los 5 establecidos de 4 mts. de largo de la parcela experimental, corrigiendose con un 14% de humedad obteniendose así el peso del grano real corregido.

Para la variable número de vainas, el muestreo --
se obtuvo de la misma parcela útil del caso anterior, contando se el número de vainas que se obtuvieron entre el número de --
plantas de cada tratamiento.

Para determinar las variables porcentaje de N_2 --
contenido en nódulos, porcentaje de N_2 contenido en la planta, --
porcentaje de materia seca contenido en nódulos y planta, se --
realizó de la siguiente manera:

De todo el experimento de sus 60 tratamientos se obtuvieron 5 plantas por tratamiento las cuales se extrajeron --
con todo y su raíz sin afectar la parcela útil, las cuales se --
depositaron en bolsas de polietileno, etiquetandose con sus respectivas claves. La parte aérea se separó de la raíz. A la --
porción de la raíz se le quitaron todos los nódulos, los cuales

se depositaron en bolsas de polietileno, etiquetandose con su respectiva clave.

A la parte aérea de las 5 plantas se procedió de igual manera que la anterior. Este muestreo se realizó a los 30 días de haber germinado la planta, cabe mencionar que en este experimento se iba a medir el número de nódulos por planta - lo cual no se realizó por no encontrarse un método con el cuál se pueda sustraer la raíz completamente y sin perder alguno de sus extremos o nódulos por las propiedades físicas del terreno.

Tanto la raíz como la parte aérea se mandaron al laboratorio de agrología de la S.A.R.H. para determinar las variables antes mencionadas.

Se procedió a realizar el análisis de varianza - en donde ninguno de los tratamientos registró significancia, -- salvo en algunos casos entre bloques. Por lo cuál y para tener mayor seguridad en estos datos se aplicó la Prueba de Duncan, en donde se obtuvo en todos los parámetros grupos de los mejores tratamientos.

6. RESULTADOS Y DISCUSION

Para las variables en estudio, se llevó a cabo el análisis de varianza correspondiente, lo cuál nos llevó a los resultados que a continuación se plantean y discuten:

6.1. Análisis de varianza para Rendimiento.

En el Cuadro 2, se presenta el análisis de varianza para rendimiento, en donde se puede apreciar que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos probados, lo cuál es un indicador de que tienen un potencial de rendimiento similar, a pesar de lo anterior se aplicó la Prueba de Duncan con la intención de definir el grupo de cepas consideradas como las mejores en cuanto a este parámetro medido, estos resultados se pueden apreciar en el Cuadro 3, en donde la prueba agrupa a 10 tratamientos como los mejores, ahí se puede apreciar al testigo en los primeros lugares, lo que cuando menos representa que las cepas tienen suficiente potencial para sustituir la aplicación de fertilizantes que normalmente utiliza el agricultor en esta región.

Por otro lado, entre bloques o repeticiones, tampoco hubo diferencia significativa, lo que nos permite deducir que las condiciones ambientales entre bloques fueron equilibradas. Los resultados para estas variables se pueden considerar confiables, puesto que el coeficiente de variación presenta un valor aceptable.

CUADRO 2 ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO.
 ZACOALCO DE TORRES, JALISCO, EJIDO "EL CASCO", CICLO PRIMAVERA-VERANO (1984).

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F.T./05 | F.T./01 |
|-------------|------|------------|----------|------|---------|---------|
| TRATAMIENTO | 14 | 554012.94 | 39572.35 | 1.15 | 2.0 | 2.66 |
| BLOQUES | 3 | 80160.97 | 26720.32 | 0.78 | 2.84 | 4.31 |
| ERROR E | 42 | 1443822.25 | 34376.72 | | | |
| TOTAL | 59 | | | | | |

COEF. VARIACION = 17.202864
 F.C. (TRAT) = 1.15 N.S.
 F.C. (REP) = .78 N.S.

CUADRO 3 MEDIAS DE RENDIMIENTO DE GRANO DE FRIJOL EN 15 TRATAMIENTOS UTILIZADOS.
 ZACOALCO DE TORRES, JALISCO, EJIDO "EL CASCO", CICLO PRIMAVERA-VERANO (1984).

| TRATAMIENTOS | Kg / Ha |
|-----------------------|---------|
| 1.- FM-NIFTAL | 1569.4 |
| 2.- FM-138 | 1385.3 |
| 3.- TESTIGO | 1356.1 |
| 4.- FM-19 | 1352.0 |
| 5.- FM-175 | 1339.2 |
| 6.- FM-166 | 1315.7 |
| 7.- FM-176 | 1311.3 |
| 8.- FM-171 | 1310.3 |
| 9.- FM-175 x FM-176 | 1266.0 |
| 10.- FM-19 x FM-138 | 1266.0 |
| ----- DUNCAN 05 | |
| 11.- FM-166 x FM-171 | 1180.3 |
| 12.- FM-175 x FM 1-84 | 1168.0 |
| 13.- FM 1-84 | 1166.6 |
| 14.- FM-138 x FM-166 | 1162.2 |
| 15.- FM-19 x FM-171 | 1039.5 |

6.2. Análisis de varianza para número de vainas.

En cuanto a la variable, número de vainas se observa en el Cuadro 4, en general un comportamiento igual ante la variable rendimiento, esto era de esperarse, debido a que el número de vainas es uno de los principales componentes del rendimiento, así podemos observar que entre tratamientos no hay diferencia significativa, lo que se traduce que las diferentes cepas y el testigo contribuyen en la misma forma a la expresión de esta variable, de cualquier manera se practicó la Prueba de Duncan para las medias de los tratamientos, mismas que arrojó un grupo demasiado amplio de tratamientos considerados como los mejores, (ver Cuadro 5), al igual que la variable anterior el testigo se incluye en este grupo lo que representa un resultado similar con el uso de cepa o fertilizante:

En lo que respecta a repeticiones, las diferencias tampoco existen, lo que se presta a deducir que todas ellas se encontraron en las mismas condiciones. Finalmente el coeficiente de variación que se obtiene se puede considerar aceptable con cierta tolerancia, lo que significa que los resultados son confiables.

6.3. Análisis de varianza para el % de materia seca nodular.

En lo que respecta en este parámetro del análisis de varianza para el % de materia seca nodular, los resul-

CUADRO 4 ANALISIS DE VARIANZA PARA NO. DE VAINAS.
 ZACOALCO DE TORRES, JALISCO, EJIDO "EL CASCO", CICLO PRIMAVERA-VERANO (1984).

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F.T./05 | F.T./01 |
|-------------|------|------------|-----------|------|---------|---------|
| TRATAMIENTO | 14 | 4368182.06 | 312013 | 1.6 | 2.0 | 2.66 |
| BLOQUES | 3 | 364350.31 | 121450.1 | .62 | 2.84 | 4.31 |
| ERROR E | 42 | 8193198.63 | 195076.16 | | | |
| TOTAL | 59 | 12925731 | | | | |

COEF. VARIACION = 21.931291
 F.C. (TRAT) = 1.6 N.S.
 F.C. (REP) = .62 N.S.

CUADRO 5 MEDIAS DE PRODUCCION DE VAINAS DE FRIJOL POR PARCELA UTIL.
 ZACOALCO DE TORRES, JALISCO, EJIDO "EL CASCO", CICLO PRIMA
 VERA-VERANO (1984).

| TRATAMIENTOS | No. VAINAS / P.U. |
|------------------------|-------------------|
| 1.- FM-166 x FM-171 | 2489 |
| 2.- FM-138 | 2405 |
| 3.- FM-19 | 2293 |
| 4.- FM-171 | 2265 |
| 5.- FM-176 | 2244 |
| 6.- FM-NIFTAL | 2140 |
| 7.- FM-175 x FM 1-84 | 2016 |
| 8.- TESTIGO (40-40-00) | 1988 |
| 9.- FM-175 x FM-176 | 1962 |
| 10.- FM-175 | 1805 |
| 11.- FM-19 x FM-171 | 1782 |
| 12.- FM-138 x FM-166 | 1770 |
| 13.- FM 1-84 | 1752 |
| ----- DUNCAN 05 | |
| 14.- FM-166 | 1690 |
| 15.- FM-19 x FM-138 | 1602 |

tados. se pueden observar en el Cuadro 6, donde se aprecia que no existe diferencia significativa entre todos los tratamientos por lo que se considera que la preparación del terreno fue fundamental para que el nódulo se desarrollara en condiciones idénticas entre todos los tratamientos. Por lo anterior y para detectar mejor los tratamientos con significancia se procedió a hacer la prueba de Duncan, en donde se verificó que casi todo el grupo se comportaba de igual manera incluyendo al testigo, solo un tratamiento quedó fuera del grupo de los de significancia como se puede apreciar en el Cuadro 7, de medias para este parámetro.

Entre bloques o repeticiones fue donde en el análisis de varianza presentó significancia al .05 en donde se puede argumentar que las condiciones del experimento no fueron del todo homogéneas. Los resultados de esta variable se consideran confiables al presentar un coeficiente de variación sumamente bajo.

6.4. Análisis de varianza para el % de N_2 nodular.

Al efectuar el análisis de varianza para el % de N_2 contenido en nódulo, mismo que se presenta en el Cuadro 8 y se puede observar que no existe diferencia significativa en los tratamientos aquí probados, lo cual nos indica que todos los tratamientos nos pueden proporcionar la misma cantidad de N_2

CUADRO 6 ANALISIS DE VARIANZA PARA % DE M.S. NODULAR.
 ZACOALCO DE TORRES, JALISCO, EJIDO "EL CASCO", CICLO PRIMAVERA-VERANO (1984).

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F.T./05 | F.T./01 |
|-------------|------|-------|------|------|---------|---------|
| TRATAMIENTO | 14 | 4.56 | .33 | .64 | 2.0 | 2.66 |
| BLOQUES | 3 | 6.12 | 2.04 | 4 | 2.84 | 4.31 |
| ERROR E | 42 | 21.4 | .51 | | | |
| TOTAL | 59 | 32.08 | | | | |

COEF. VARIACION = .742185069

F.C. (TRAT) = .64 N.S.

F.C. (TRAT) = 4 *

CUADRO 7 MEDIAS DEL % DE MATERIA SECA CONTENIDA EN LOS NODULOS.
 ZACOALCO DE TORRES, JALISCO, EJIDO "EL CASCO", CICLO PRIMA
 VERA-VERANO (1984).

| TRATAMIENTO | \bar{X} % M.S. NODULOS |
|-------------------------|--------------------------|
| 1.- FM-19 x FM-171 | 96.70 |
| 2.- FM 1-84 | 96.70 |
| 3.- FM-171 | 96.40 |
| 4.- FM-138 x FM-166 | 96.40 |
| 5.- FM-175 x FM 1-84 | 96.40 |
| 6.- FM-138 | 96.27 |
| 7.- FM-NIFTAL | 96.20 |
| 8.- FM-166 | 96.20 |
| 9.- FM-19 | 96.10 |
| 10.- FM-175 | 96.00 |
| 11.- FM-175 x FM-176 | 96.00 |
| 12.- TESTIGO (40-40-00) | 95.90 |
| 13.- FM-19 x FM-138 | 95.90 |
| 14.- FM-166 x FM-171 | 95.90 |
| ----- | DUNCAN 05 |
| 15.- FM-176 | 95.80 |

CUADRO 8 ANALISIS DE VARIANZA PARA % N₂ NODULAR.
 ZACOALCO DE TORRES, JALISCO, EJIDO "EL CASCO", CICLO PRIMAVERA-VERANO (1984).

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F.T./05 | F.T./01 |
|-------------|------|-------|------|------|---------|---------|
| TRATAMIENTO | 14 | 4.51 | .32 | .97 | 2.0 | 2.66 |
| BLOQUES | 3 | .47 | .16 | .47 | 2.84 | 4.31 |
| ERROR E | 42 | 13.97 | .33 | | | |
| TOTAL | 59 | 18.95 | | | | |

COEF. VARIACION = 15.8543587
 F.C. (TRAT) = .97 N.S.
 F.C. (REP) = .47 N.S.

disponible en el nódulo corroborando lo antes mencionado al escoger las cepas con mayor contenido de N_2 , se aplicó la Prueba de Duncan en donde se pudo apreciar según se muestra en el Cuadro 9, las medias para el % de N_2 en nódulos, y ahí se observa que casi todos los tratamientos se comportaron de la misma manera, excluyéndose el testigo de los mejores tratamientos, lo cual nos indica que tanto la presencia de Ca en abundancia en el suelo experimental como el pH neutro, influye a la mejor formación de nódulos y a la más rápida transformación del nitrógeno atmosférico en el nódulo, lo que con el fertilizante su proceso de reacción es a un pH más alto por lo cuál la planta lo asimila más lentamente.

Por otro lado, entre bloques o repeticiones tampoco se apreció diferencia significativa, lo que nos permite concluir que los tratamientos fueron influenciados por los mismos factores. En cuanto al coeficiente de variación nos presenta un valor tolerable por lo cuál se puede considerar que estos resultados son confiables.

6.5. Análisis de varianza para % de materia seca en planta.

Al analizar los resultados del Cuadro 10 se aprecia que el valor presentado entre los tratamientos no demuestra significancia en este parámetro, a pesar de lo anterior al aplicar la Prueba de media según Duncan se formó un grupo de 9

CUADRO 9 MEDIAS DEL % DE N₂ CONTENIDO EN NODULOS.

ZACOLCO DE TORRES, JALISCO, EJIDO "EL CASCO", CICLO PRIMA
VERA-VERANO (1984).

| TRATAMIENTO | \bar{X} % DE N ₂ EN NODULOS |
|-------------------------|--|
| 1.- FM-NIFTAL | 4.07 |
| 2.- FM-175 x FM 1-84 | 3.85 |
| 3.- FM-19 x FM-138 | 3.85 |
| 4.- FM-175 | 3.82 |
| 5.- FM 1-84 | 3.77 |
| 6.- FM-166 | 3.72 |
| 7.- FM-138 x FM-166 | 3.72 |
| 8.- FM-19 x FM-171 | 3.65 |
| 9.- FM-175 x FM-176 | 3.60 |
| 10.- FM-171 | 3.57 |
| 11.- FM-176 | 3.57 |
| 12.- FM-166 x FM-171 | 3.52 |
| ----- DUNCAN 05 | |
| 13.- FM-138 | 3.37 |
| 14.- TESTIGO (40-40-00) | 3.37 |
| 15.- FM-19 | 2.85 |

CUADRO 10 ANALISIS DE VARIANZA PARA % DE M.S. PLANTA.
 ZACOALCO DE TORRES, JALISCO, EJIDO 'EL CASCO', CICLO PRIMAVERA-VERANO (1984).

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F.T./05 | F.T./01 |
|-------------|------|-------|-------|-------|---------|---------|
| TRATAMIENTO | 14 | 12.46 | .89 | 1.75 | 2.0 | 2.66 |
| BLOQUES | 3 | 58.33 | 19.44 | 38.14 | 2.84 | 4.31 |
| ERROR E | 42 | 21.41 | .51 | | | |
| TOTAL | 59 | 92.2 | | | | |

COEF. VARIACION = .792420813

F.C. (TRAT) = 1.75 N.S.

F.C. (REP) = 38.14 * *

tratamientos que se manifiestan como los mejores incluyendo al testigo, como se puede ver en el Cuadro 11.

En cuanto a las repeticiones, se aprecia una diferencia altamente significativa lo que nos permite pensar que tal diferencia se debe a las condiciones del terreno.

Estos resultados se pueden considerar bastante confiables ya que el coeficiente de variación nos presenta un valor muy por debajo de lo normal.

6.6. Análisis de varianza para % N_2 en planta.

Como podemos observar en el Cuadro 12 del análisis de varianza para % N_2 en Planta, entre los tratamientos no se presenta ninguna significancia, demostrandonos que el N_2 se presenta de igual manera aplicando cepas que fertilizando. A continuación se procedió a realizar la Prueba de Duncan en donde solamente dos tratamientos se presentan como los mejores, quedando excluido el testigo como puede verse en el Cuadro 13.

En lo que respecta a repeticiones o bloques, se observa significancia al .05 lo que nos permite demostrar que ninguno de los bloques tuvieron idénticas condiciones ambientales. En el coeficiente de variación, presenta un valor aceptable por lo que los resultados en este parámetro son confiables.

CUADRO 11 MEDIAS DEL % DE MATERIA SECA CONTENIDA EN LAS PLANTAS.
 ZACOALCO DE TORRES, JALISCO, EJIDO "EL CASCO", CICLO PRIMAVERA-VERANO (1984).

| TRATAMIENTO | \bar{X} % M.S. PLANTAS |
|------------------------|--------------------------|
| 1.- FM-NIFTAL | 90.90 |
| 2.- FM-166 x FM-171 | 90.85 |
| 3.- FM-176 | 90.67 |
| 4.- FM-171 | 90.50 |
| 5.- TESTIGO (40-40-00) | 90.27 |
| 6.- FM-166 | 90.22 |
| 7.- FM-19 | 90.17 |
| 8.- FM-19 x FM-138 | 90.15 |
| 9.- FM-175 x FM-176 | 90.07 |
| ----- DUNCAN 05 | |
| 10.- FM-175 x FM 1-84 | 89.90 |
| 11.- FM-138 x FM-166 | 89.80 |
| 12.- FM-19 x FM-171 | 89.75 |
| 13.- FM-138 | 89.70 |
| 14.- FM-175 | 89.52 |
| 15.- FM 1-84 | 89.30 |

CUADRO 12 ANALISIS DE VARIANZA PARA % N₂ PLANTA.
 ZACOALCO DE TORRES, JALISCO, EJIDO "EL CASCO", CICLO PRIMAVERA-VERANO (1984).

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F.T./05 | F.T./01 |
|-------------|------|------|------|------|---------|---------|
| TRATAMIENTO | 14 | .53 | .04 | 1.46 | 2.0 | 2.66 |
| BLOQUES | 3 | .33 | .11 | 4.19 | 2.84 | 4.31 |
| ERROR E | 42 | 1.09 | .03 | | | |
| TOTAL | 59 | 1.94 | | | | |

COEF. VARIACION = 5.8057569

F.C. (TRAT) = 1.46 N.S.

F.C. (REP) = 4.19 *

CUADRO 13 MEDIAS DEL % DE N₂ CONTENIDO EN LAS PLANTAS.

ZACOALCO DE TORRES, JALISCO, EJIDO "EL CASCO", CICLO PRIMA
VERA-VERANO (1984).

| TRATAMIENTO | \bar{X} N ₂ EN PLANTA |
|-------------------------|------------------------------------|
| 1.- FM-176 | 3.12 |
| 2.- FM-19 x FM-138 | 3.12 |
| ----- DUNCAN 05 | |
| 3.- FM-138 | 3.07 |
| 4.- FM 1-84 | 3.07 |
| 5.- FM-NIFTAL | 3.05 |
| 6.- FM-19 x FM-171 | 3.02 |
| 7.- FM-166 x FM-171 | 3.00 |
| 8.- FM-175 | 2.97 |
| 9.- FM-175 x FM-176 | 2.97 |
| 10.- TESTIGO (40-40-00) | 2.95 |
| 11.- FM-19 | 2.92 |
| 12.- FM-175 x FM 1-84 | 2.90 |
| 13.- FM-166 | 2.90 |
| 14.- FM-138 x FM-166 | 2.82 |
| 15.- FM-171 | 2.82 |

6.7. Comportamiento general de las cepas.

Para poder observar la cepa que se comportó y adaptó de mejor manera en este experimento, se compararon los cuadros de medias para rendimiento, número de vainas y materia seca, en donde se presenta la cepa FM-NIFTAL de procedencia extranjera, como la de mejor rendimiento en grano, en el grupo de las mejores productoras de vainas y como la más importante en cuanto al contenido de % de materia seca en planta, en todos los casos anteriores superando al testigo.

En el caso de cepas combinadas en pares se puede apreciar en los cuadros de medias para todos los parámetros que el comportamiento de ellas fue estable, presentándose algunas cepas combinadas en los primeros lugares, pero en cuanto al parámetro rendimiento en grano casi todas las cepas aplicadas sin combinar y el testigo las superaron, esto se puede explicar por la dominancia y codominancia que existe entre ellas.

La combinación de cepas solas FM-166 y FM-177 procedentes de Honduras y México respectivamente se presentan en los cuadros de medias como la que promueve más claramente la producción de vainas, y en segundo lugar en cuanto al % de materia seca en plantas, sugiriéndose probar esta combinación de cepas en variedades destinadas para la producción de ejote, en donde se podría comprobar si es o no eficiente en cuanto a este parámetro.

El testigo en todos los parámetros estudiados - en este experimento, fue superado por cepas aplicadas solas o en pares lo que nos lleva a deducir que la aplicación de cepas combinadas en pares o solas, pueden sustituir la aplicación de fertilizantes nitrogenados, sin alterar las labores culturales propias del cultivo, disminuyendo costos de producción y mano de obra, obteniéndose mayores ingresos por hectárea.



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al analizar los resultados obtenidos en este experimento se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1) En el cultivo del frijol, el uso de inoculantes aplicado - tanto solo o combinados en pares, tuvieron la misma efi-- ciencia en cuanto a rendimiento, lo que nos indica que -- cualquiera de estos tratamientos puede sustituir la aplica-- ción de fertilizantes nitrogenados.

- 2) La cepa FM-NIFTAL de origen Hawaiano, fue el tratamiento - que mejores resultados obtuvo, lo que nos puede indicar -- que esta cepa fue la de mejor adaptación en el experimen-- to.

- 3) Se sugiere probar el tratamiento de las cepas combinadas - FM-166 y FM-177, Hondureña y Mexicana respectivamente con-- variedades de frijol destinadas a la producción de ejote - ya que esta combinación en el experimento se presentó como la que promovió el mayor número de vainas y de porcentaje-- de materia seca en la planta.

- 4) El uso de inoculantes en suelos con pH neutro y ricos en Calcio nos brinda una nodulación más veloz y por lo tanto una fijación de nitrógeno atmosférico más rápida en la planta. En el caso de fertilizantes nitrogenados, su proceso de reacción es más lento ya que intervienen factores ambientales y químicos.

- 5) El uso de inoculantes solos, resultó ser más beneficioso en cuanto a producción de grano que el uso de cepas combinadas en pares, ya que se observó el fenómeno de dominancia y competitividad entre cepas combinadas y nativas ya existentes en la rizosfera del terreno experimental.

- 6) En general se sugiere la realización de este experimento en otras zonas productoras de frijol y probando diferentes variedades criollas que sean más representativas en dichas zonas con lo cual se obtendrá mayor información sobre la aplicación de inoculantes, pudiéndose así sugerir las cepas más eficientes para su uso comercial.



8. BIBLIOGRAFIA.

Ayala Briseño Luis B. Agosto 22-27, 1976, Proyección agronómica de algunos aspectos metodológicos de la Rhizobiología. Trabajo presentado en el IV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Maturin.

Bidwell R.G.S., 1978. Fisiología Vegetal, Ed. A.G.T. México-D.F., Segunda Edición.

Boletín Informativo, 1983. Asociación Nacional de la Fijación Biológica del nitrógeno.

Brill Winston J. Fijación biológica de Nitrógeno. Presentado en la revista Cientific American Ciencia y Tecnología.

Brockwell S., 1972. Boletín Informativo, The Nitragin Company, Inc.

Castany Anselmo M. y Enzo Battú 22-25, Octubre de 1972, Ensayos de inoculación en Soja sobre suelos agotados. Trabajo presentado en la VI Reunión Latinoamericana sobre Rhizobium, Montevideo, Uruguay.

Devlin Robert M. 1980. Fisiología Vegetal. Ed. Omega. Tercera edición. Barcelona, España.

Ferrera-Cerrato Ronald Dr., 1983. Microbiología de Rhizobium-Leguminosa.

Gibson y Shapton. The identification and clasification of -- Rhizobium on "Identification motheds for micro--biologist". New York.

J.B.N. Cardoso Elke Profr. Efeitos de factores biologicos sobre a nodulacao e fixacao do N_2 .

Jordan y Allen. 1974. Family Rhizobium Conn. "Bergey Manual o alternative Bacteriology". Ed. Suchana y Col. Baltimore U.S.A.

Klecskowska, J., Nutman, P.S., Skinner F.A. y Vincent, J.M. --- 1968. The identification and classification of Rhizobium in "Identificacion Methods for Micro--biologist". Eds. Gibson, B.M. y Shapton D.A.- p.p. 51-56, Academic. Press, London, New York.

The Nitragin Company Inc. Leguminosas, inoculación y fijación de Nitrógeno.

Trujillo González Gregorio Ing. Instructivo de trabajo para el manejo de lotes experimentales de campo del programa productores biológicos de nutrientes para las plantas.

Williams and Wilins Company. Family III. Rhizobiaceae Conn - 1938 en "Bergerys". Manual of determinative -- bacteriology". Ed. Buchanan y Col. Baltimore.

