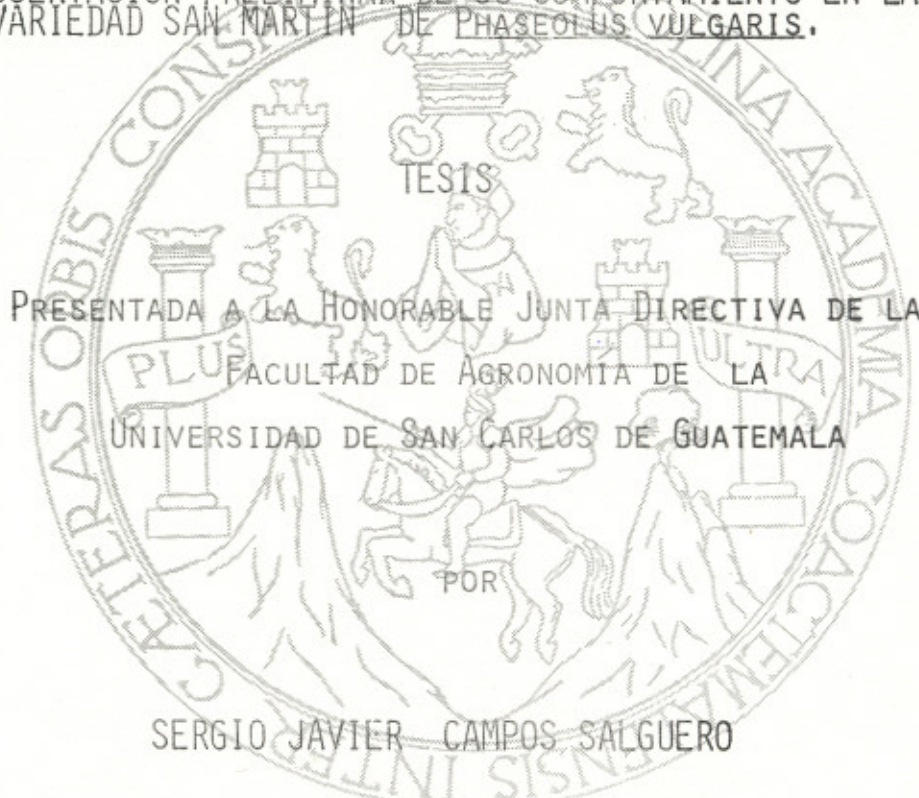


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

AI SLAM I EN TO DE CEPAS NATIVAS DE RHIZOBIUM PHASEOLI
EN CUATRO DEPARTAMENTOS DEL CENTRO DE GUATEMALA: Y
OBSERVACION PRELIMINAR DE SU COMPORTAMIENTO EN LA
VARIEDAD SAN MARTIN DE PHASEOLUS VULGARIS.



SERGIO JAVIER CAMPOS SALGUERO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA DE
INGENIERO AGRONOMO

EN EL GRADO DE LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, ENERO DE 1,986.

D. S.
01
T(59)
C. 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA

| | |
|------------|------------------------------|
| Decano | Ing. Agr. César Castañeda S. |
| Secretario | Ing. Agr. Luis A. Castañeda |
| Vocal I | Ing. Agr. Oscar Leiva |
| Vocal II | Ing. Agr. Jorge Sandoval |
| Vocal IV | P. A. Leopoldo Jordan |
| Vocal V | P. A. Axel Gómez |

TRIBUNAL QUE PRACTICO
EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|------------|-----------------------------|
| Decano | Dr. Antonio Sandoval |
| Secretario | Ing. Agr. Carlos Fernández |
| Examinador | Ing. Agr. Salvador Castillo |
| Examinador | Ing. Agr. Hugo Tobias V. |
| Examinador | Ing. Agr. José V. Leiva |



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

| |
|------------------|
| Referencia |
| Asunto |
| |

Guatemala, noviembre de 1,985.

Ing. Agr. César Castañeda
Decano de la Facultad de
Agronomía, Universidad
de San Carlos.

Señor Decano:

Atentamente me dirijo a Usted, para hacer de su conocimiento que en esta fecha he finalizado la asesoría del trabajo de investigación que el estudiante Sergio Javier Campos Salguero, con carnet 55872, presentará como tesis de grado para su graduación como Ingeniero Agrónomo, el trabajo se tituló: "AISLAMIENTO DE CEPAS NATIVAS DE Rhizobium phaseoli EN CUATRO DEPARTAMENTOS DEL CENTRO DE GUATEMALA. Y OBSERVACION PRELIMINAR DE SU COMPORTAMIENTO EN LA VARIEDAD SAN MARTIN DE Phaseolus vulgaris".

Considero que la misma llena la calidad técnica y científica que la facultad exige, por lo anterior estimo que el estudiante Campos Salguero ha cumplido con la obligación adquirida y sugiero que el trabajo sea aprobado como tesis de grado, en consecuencia solicito a Ud. su consentimiento para su publicación como tal.

Sin otro particular me suscribo de Usted.

Deferentemente

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. Rolando A. Aguilera M.
ASESOR

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



| |
|------------------|
| Referencia |
| Asunto |
| |

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apertado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

21 de enero de 1986

Ingeniero
César Castañeda S., Decano
Facultad de Agronomía
Presente

Señor Decano:


Por este medio informo a usted, que he revisado la Tesis de Grado del estudiante SERGIO JAVIER CAMPOS SALGUERO, que se identifica con el carnet No. 55872; titulada: "AISLAMIENTO DE CEPAS NATIVAS DE THIZOBIUM PHASEOLI EN 4 DEPARTAMENTOS DEL CENTRO DE GUATEMALA Y OBSERVACION PRELIMINAR DE SU COMPORTAMIENTO EN LA VARIEDAD SAN MARTIN DE PHASEOLUS VULGARIS L.", la cual se ajusta a las normas establecidas por la Facultad de Agronomía para estos trabajos.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS


Ing. Agr. Anibal Martínez
Director

AM/ldev

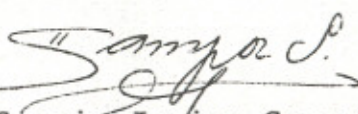
Guatemala, noviembre de 1985.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador

De acuerdo con lo que establece la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis, titulado: "AISLAMIENTO DE CEPAS NATIVAS DE Rhizobium phaseoli EN CUATRO DEPARTAMENTOS DEL CENTRO DE GUATEMALA. Y OBSERVACION PRELIMINAR DE SU COMPORTAMIENTO EN LA VARIEDAD SAN MARTIN DE Phaseolus vulgaris.

Presentándolo como requisisto previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo, en el grado de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Deferentemente,


Profe. Sergio Javier Campos S.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mí más sincero agradecimiento al Ingeniero Agrónomo Rolando Aguilera Mejía, por su desinteresada colaboración en el asesoramiento del presente trabajo.

TESIS QUE DEDICO

A: LA TRICENTENARIA UNIVERSIDAD NACIONAL Y
AUTONOMA DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A: LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A: LA GLORIOSA Y CENTENARIA ESCUELA NORMAL
CENTRAL PARA VARONES

ACTO QUE DEDICO

A: MIS PADRES

José Vidal Campos
Elba Salguero Polanco

A: MIS ABUELITOS

Francisco Javier Salguero
Margarita Polanco (QEPD)

A MIS PADRINOS

Enrique Marin (QEPD)
Marta Velarde Vda. de Marin

CONTENIDO

| | Página |
|--|--------|
| I. RESUMEN | 1 |
| II. INTRODUCCION | 3 |
| III. JUSTIFICACION | 5 |
| IV. OBJETIVOS | 5 |
| V. REVISION DE LITERATURA | 6 |
| 1. Características generales del <u>Rhizobium</u> | 6 |
| 2. Clasificación del <u>Rhizobium phaseoli</u> | 6 |
| 3. Factores que afectan la nodulación y fijación | 7 |
| 4. Selectividad y Especificidad | 8 |
| 5. Sistemas existentes para recolectar nódulos | 10 |
| 6. Importancia de la colección de cepas nativas | 11 |
| 7. Centros Internacionales de colección de cepas de <u>Rhizobium sp.</u> | 11 |
| VI. MATERIALES Y METODOLOGIA | 15 |
| VII. RESULTADOS Y DISCUSION | 20 |
| VIII. CONCLUSIONES | 36 |
| IX. RECOMENDACIONES | 37 |
| X. BIBLIOGRAFIA | 38 |
| XI. APENDICE | 39 |

INDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro No. 1: Número de orden, serie de suelos e identificación de las cepas nativas colectadas | 21 |
| Cuadro No. 2: Promedio de valores de las variables Peso de plantas, número y peso de nódulos | 28 |
| Cuadro No. 3: Porcentaje de valores promedio de las variables: Peso de materia seca, número y peso de nódulos | 29 |
| Cuadro No. 4: Resultados de análisis de suelos | 30 |
| Cuadro No. 5: Clasificación de niveles fisico-químicos en función de los requerimientos de la planta | 31 |
| Cuadro No. 6: Resumen de datos obtenidos de plantas y suelo, y comentarios de las características de cada cepa colectada | 32 |

I RESUMEN

Este trabajo de investigación fué orientado hacia dos aspectos fundamentales: A. Aislar cepas de Rhizobium phaseoli ^{la} nativo en la zona central de Guatemala; B. Observar en forma preliminar el comportamiento de las cepas colectadas en cada suelo, con la variedad San Martín de Phaseolus vulgaris.

La obtención y observación de las cepas nativas se llevó a cabo en cuatro fases: Gabinete, campo, invernadero y laboratorio. En la fase de gabinete se establecieron las zonas de mayor producción económica del frijol de los departamentos de Guatemala, Chimaltenango, Santa Rosa y Sacatepéquez; consiguiéndose obtener un total de 28 áreas frijoleras. En la fase de campo se recolectaron muestras de suelo de los lugares establecidos, las cuales fueron tomadas de los primeros 20 cms. de la superficie, éstas fueron sometidas a análisis físico-químico, previo a la tercera fase, que la constituyó la observación preliminar del comportamiento del comportamiento de las cepas de Rhizobium. Esta observación preliminar se llevó a cabo en el invernadero de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala y para ello se sembró el frijol en bolsas de almacigo de 7"X 12", que contenían suelo de los colectados. Al momento de la floración se tomaron datos de: peso de materia verde y seca de la parte aérea de las plantas, así como peso y número de nódulos de la raíz.

En la fase final del trabajo se seleccionaron los mejores nódulos de las plantas que crecieron en cada suelo y de allí fueron aisladas cepas de Rhizobium phaseoli. De los 28 suelos muestreados

sólo en 26 nodularon las plantas. En consecuencia fueron 26 el número de cepas aisladas y purificadas, las que se identificaron con las siglas P_GAAG y su respectivo número de orden (del 1 al 26), antes de las siglas.

El comportamiento de la nodulación y crecimiento de las plantas en cada sulo indica que: Las plantas sembradas en los suelos de los municipios de Palencia y Tecpán respectivamente, mostraron los mas altos valores de cada una de las variables mencionadas, aspecto que puede atribuirse a una buena simbiosis entre la variedad de frijol San Martín y el Rhizobium phaseoli, así como a la consideración de contarse con cepas de un alto potencial de infectividad y efectividad.

Así también se llegó a determinar la influencia negativa de la deficiencia de elementos como el Fósforo, Calcio y Magnesio y la acidez del suelo en el desarrollo de las plantas y como consecuencia de ésto, sobre la nodulación y el grado de infectividad y eficiencia de las cepas bacterians de Rhizobium phaseoli encontrados en estos suelos.

II. INTRODUCCION

El frijol negro (Phaseolus vulgaris) es un cultivo de agricultores pequeños; creciendo principalmente en suelos marginales, y en asociación con otros cultivos, comunmente maíz. Es un cultivo de mucho riesgo aunque bajo condiciones experimentales los rendimientos pueden llegar hasta 3ton/Ha. (11).

En Guatemala el cultivo está establecido en toda la república existiendo una mayor concentración en la zona oriental y sur-oriental, lugares donde se alcanza más de un 40% de la producción nacional (1).

Es uno de los granos básicos que el guatemalteco consume en mayor cantidad y que constituye parte fundamental de su dieta alimenticia, en cuanto a proteínas se refiere. En el año de 1,980 el consumo nacional fué de 83.9 miles de toneladas y el consumo per cápita era de 27.9 grs. diarios, lo cual es bajo según los requerimientos que INCAP estima (12).

Los datos anteriores nos dan una idea de la importancia que este cultivo representa para los guatemaltecos más sin embargo se manifiesta que la producción no llena los requerimientos del consumidor, dado que la media nacional se estima en 1.08 Ton/Ha (12)

Según Aguilera (1), el bajo rendimiento del cultivo se debe a un gran número de factores entre los que se puede citar la deficiente nutrición de nitrógeno de las plantas. Esta deficiencia puede deberse a una escasa disponibilidad de nitrógeno en los suelos de cultivo. Una solución a esta deficiencia podría ser el aplicar un

fertilizante químico, la cual podría ascender a 48.7 kg/Ha. Esta aplicación representa un alto costo para todos aquellos pequeños agricultores, los cuales no cuentan con suficientes recursos económicos.

Otra forma de incrementar el nitrógeno del suelo lo constituye la utilización del inóculo bacteriano de Rhizobium a la semilla, para con ello favorecer la fijación del nitrógeno atmosférico.

En tal sentido este trabajo está dirigido a efectuar una colección de cepas de los suelos de las zonas productoras de frijol, en este caso de los departamentos de Guatemala, Chimaltenango, Sacatepéquez y Santa Rosa; y con ello colaborar al establecimiento de un banco de germoplasma de Rhizobium phaseoli nativo, del cual en futuros experimentos se puedan seleccionar cepas eficientes. Que desde el punto de vista de Aguilera (*), se espera existan buenos materiales ya que el frijol, originario de este lugar del mundo, pudo evolucionar con la especie de Rhizobium phaseoli y por lo tanto existe la posibilidad de hallar cepas de alta capacidad fijadora que podrían bajar ostensiblemente los gastos por compra de fertilizantes y por supuesto incrementar la producción de frijol.

* AGUILERA MEJIA, R. Catedrático de los cursos de Microbiología y Fitopatología. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos 1,984.

III JUSTIFICACION

Guatemala es parte del centro de origen del frijol (Phaseolus vulgaris), (21). Ello implica la enorme variabilidad genética de la planta en el país y posiblemente de su simbiote, Rhizobium phaseoli, del cual posiblemente existan cepas nativas altamente eficientes.

Por otro lado la investigación que se ha efectuado anteriormente con cepas de Rhizobium phaseoli traídas de otros países, no muestra un orden en cuanto a las prioridades de investigación simbiosis: Rhizobium-frijol. Que de acuerdo a Microbiological Resources (17), recomienda que la colección y selección de las cepas debe estar dentro de las primeras actividades a realizar en un programa de rizobiología.

IV. OBJETIVOS

- a. Aislar cepas de Rhizobium phaseoli procedente del área central del país.
- b. Contribuir a la formación del cepario nacional de Rhizobium phaseoli.
- c. Observar en forma preliminar el comportamiento de las cepas coleccionadas en su suelo natal, en la variedad de Phaseolus vulgaris San Martín.

V. REVISION DE LITERATURA

1. Características Generales del Rhizobium

El género Rhizobium

según el Manual Bergey, se define como: Bacilos Gram-negativos con dimensiones de 0.5-0.9 por 1.2-3.0 ; generalmente móviles, cuando joven posee de dos a seis flagelos peritricos o un flagelo polar o sub-polar y no es formadora de esporas; es aerobia. Su temperatura óptima de crecimiento es de 18 a 30 grados centígrados, su rango de pH es de 5.5 a 7.5, según Date, Fortuna, Rouhley (16).

Los compuestos inorgánicos (NH_4^+ , NO_3^-) son suficientes para su desarrollo (20). Es capaz de crecer en tensiones de oxígeno menores que 0.0001 Atm., crece muy bien en leche Litmus, ocasionalmente provoca reacción alcalina o ácida y reacciona positivamente en la proteólisis, hidróliza la caseína, algunas estirpes comunmente poseen granulos metacromáticos (16). Son capaces de formar nódulos morfológicamente distintos en las raíces de las plantas de la familia de las leguminosas.

2. Clasificación del Rhizobium phaseoli:

El género Rhizobium perte-

nece a la familia RHIZOBIACEAS, Orden SPIROCHAETALES, Dentro del género Rhizobium existen especies identificadas, las cuales son diferentes por las características de crecimiento en medio de extractos de levadura; estas especies se reunen en dos grupos. El Rhizobium phaseoli pertenece al primero de ellos, el cual reune las siguientes características: Crecimiento rápido, ya que su tiempo de generación es de 2 a 4 horas, produce ácido, tiene flagelos peritricos y forma colonias relativamente grandes con dimensiones

de dos a cuatro milímetros de diámetro, con formación de gomas abundantes (20).

3. Factores que afectan la nodulación y fijación del Nitrógeno:

La respuesta de simbiosis al medio ambiente primordialmente depende de la constitución genética y fisiológica de la planta hospedera. En la última década se han encontrado evidencias que confirman que los resultados pueden ser modificados y gran variación puede ser obtenida de acuerdo con las cepas usadas (15). Todos los aspectos del medio físico en el cual la leguminosa crece, afectan la fijación simbiótica de nitrógeno, una forma directa de observarlo es a través de la formación y desenvolvimiento de nódulos. Las interacciones entre varios factores físicos son muy comunes.

No quedan afuera los efectos del medio ambiente la simbiosis Leguminosa-Rhizobium, es esencial distinguir a cada uno de estos factores sobre la formación de nódulos y su influencia sobre la fijación de nitrógeno y funciones asociadas de los nódulos.

Entre los principales factores están:

a. La Temperatura:

La cual actúa sobre el sistema simbiótico en todos los estados de formación y funcionamiento de nódulos. Para las leguminosas de clima templado la temperatura máxima está dentro de los 30°C y para especies de climas tropicales y subtropicales varía de 27 a 40 grados centígrados. (15).

b. La Humedad:

Se considera que debe estar entre 60% y 70% de capacidad de retención de agua, para una buena fijación, pues cuando aumenta hay limitación de oxígeno, dañando los nódulos. En Phaseolus vulgaris, se observó una reducción de un 75% del número

ro de los nódulos, 30% de peso y 90% en la actividad de nitrógeno cuando las plantas permanecieron durante cuarenta y cuatro días en condiciones de sequedad. (5), (11), (15).

c. pH del suelo:

Es uno de los factores más limitantes en la fijación de nitrógeno, en las leguminosas. Debido al retardamiento o supresión de formación de nódulos. Sus efectos pueden ser directos a través de la influencia sobre la sobrevivencia de la bacteria o indirectamente por la mayor o menor disponibilidad de nutrientes y presencia de elementos tóxicos. En el estado inicial de infección nodular, cuando el pH tiene valores bajos; 3.5-5.3; no ocurre nodulación (15), (11).

d. El Fósforo:

Es un nutriente importante para la fijación de nitrógeno atmosférico, aunque una deficiencia de cualquier elemento que afecte el crecimiento de la planta, fatalmente afectará la asociación simbiótica. La función que desempeña el fósforo es en la producción de proteínas y desenvolvimiento de las raíces y de la parte aérea, esto nos explica sus efectos sobre la deficiencia de la nodulación y producción de compuestos nitrógenados. Además participa en varios procesos de almacenamiento y transferencia de energía a la reducción de N_2 a NH_4 . (10), (11), (15).

4. Selectividad y Especificidad:

Las leguminosas constituyen un gran número de plantas, dentro de la cual existen 600 géneros y 13,000 especies (2).

Por otro lado, existen gran cantidad de bacterias en forma natural en los suelos de cultivo, las cuales no producen una fijación de nitrógeno, elevada en ciertas leguminosas, pero en otras su

grado de fijación es mayor.

Se sabe que existen 7 especies de rizobios clasificados y debe recordarse que existen mucho más géneros y especies de leguminosas que especies de Rhizobium. Se ha llegado a determinar que existe cierta capacidad en cada especie de Rhizobium clasificada de nodular a uno o varios géneros de leguminosas. En muchos casos una especie y/o cepa de Rhizobium que nódula eficientemente a una determinada especie de leguminosa no puede hacerlo así, si se le cambia la especie y/o variedad de planta, esto debido indudablemente a factores genéticos específicos (2).

La selectividad no es más que la interacción existente entre bacteria y planta, en donde la planta, selecciona una raza dada de bacteria y la bacteria selecciona una leguminosa determinada. Es así como encontramos cepas de Rhizobium específicas para leguminosas específicas. (7), (8), (9).

Gran cantidad de leguminosas pueden llegar a nodular con especies de Rhizobium nativas, sin embargo presentan una baja efectividad en la fijación de nitrógeno atmosférico (10). Un ejemplo significativo lo demuestra el experimento realizado por Robinson (1,969) (9), en cual aisló nódulos de trebol rojo subterráneo, y procedió a probar su compatibilidad. Encontrando que cada especie patrón nodulaba más rápido y eficientemente cuando se les inoculaba con un aislamiento de las raíces de esa misma especie.

Tiempos atrás se tendía a pensar que el Rhizobium poseía únicamente las cualidades importantes en su totalidad para la fijación y aunque no existe duda en que es la bacteria la que fija nitrógeno a través de la utilización de la enzima Nitrogenasa y que e-

xisten cepas con deficiencias en su eficiencia fijadora, la planta también controla la actividad de fijación a través de no menos de diez genes, que tienden a controlar el tiempo hasta la nodulación (2).

5. Sistemas existentes para recolectar nódulos:

Esencialmente se resentan dos métodos de colección de nódulos, de éstos se puede utilizar uno u otro de acuerdo al tiempo de iniciación de trabajo con los nódulos (14).

Estas formas de recolección consisten en:

- a. Para utilización de nódulos a corto plazo: Se debe excavar los alrededores de las plantas asignadas para recolectar sus nódulos. Ello con el fin de poder obtener estas plantas con su sistema radicular, ésta se depósita en bolsas de polietileno y se lleva al laboratorio, para ser utilizados los nódulos en un lapso de 24 horas (14).
- b. Para utilización de nódulos en un plazo de 1 a 14 días: Para ser protegidos de descomposición e invasión de micro-organismos del suelo y algunas interferencias al aislamiento se puede proceder de la siguiente forma: Se localizan las plantas noduladas, se extraen y se lavan las raíces con agua a manera de retirar la tierra. Una vez realizado este paso se procede a seleccionar los mejores nódulos y se cortan tratando de dejar parte del sistema radicular adheridos a ellos para poder manipularlos de una forma fácil. Luego deben depositarse en un envase que contenga desecante que evite la proliferación de otros micro-Organismos, mientras se trasladan al laboratorio (14).

Para períodos mayores, de utilización de los nódulos no se han establecido métodos seguros, aunque el método de desecante, es utilizado, pero éste no dá la confiabilidad deseada para la preservación de los nódulos (14).

6. Importancia de la colección de cepas nativas:

La importancia que conlleva un cepario podría resumirse de la siguiente manera (14).

- a. Se puede contar con material adecuado, el cual se encuentra genéticamente y geográficamente adaptado, con el cual se puede inócular a las leguminosas y así lograr una eficiente nodulación, lo cual redundará en una eficiencia en el proceso de fijación de nitrógeno atmosférico.
- b. Debido a la especificidad que muestra el Rhizobium es necesario contar con ceparios, dentro de los cuales se pueden encontrar cepas de Rhizobium, que en determinado momento se pueden utilizar en circunstancias adaptables a las características afines de suelo y leguminosas.
- c. El cepario viene a constituir un banco de ejemplares, los cuales debemos evaluar de acuerdo a las necesidades de investigación que se pretenden dentro del desarrollo agrícola de la nación.
- d. Es una fuente de germoplasma nativo, que puede llegar a servir como medio de intercambio experimental con otras Instituciones extranjeras afines.

7. Centros Internacionales de Colección de Cepas de Rhizobium sp.

AFRICA:

Rhodesia Soil Productivity Research
 Laboratory
 Grasslands Research Station
 Private Bag 757
 Marandellas, Rhodesia
 (Miss. M. R. Purdom)

Sur-Africa Plant Protection Research
 Institute
 Private Bag 134
 Pretoria, South Africa
 (Dr. B. W. Strijdom).

AMERICA:

Norteamérica

Soil Microbiological
ARS/USDA
Beltsville, Md. USA
(Dr. Deane Weber)'

Niftal Project
University of Hawaii
P. O. Box "O"
Paia, Maui
Hawaii 96779, USA
(Dr. A. Scheldon Whitney).

México

Departamento de Microbiología
Instituto Politécnico Nacional
Apartado Postal 4-870
México 4 D. F.
(Dra. María Valdés)

Brasil

Biological Nitrogen Fixation Program
EMBRAPA
Km. 47 Serpédica
Rio de Janeiro, Brazil
(Dr. J. R. Jardim Freire).

Colombia

Sección Microbiología de Suelos,
Programa de Ganado de Carne CIAT
Apartado Postal 67-13
Cali, Colombia
(Dr. J. Halliday)

Uruguay

Laboratorio de Microbiología de Sue-
los y contro de Inoculantes
M.G.A.
Montevideo, Uruguay

ASIA

India

ICRISAT
1-11-256
Begumpet Hyderabad 500 016 A. P.
India
(Dr. R. B. Patil)

Malasya

Department of Biological Sciences
University of Malasya
Kuala Lumpur, Malaysia
(Dr. W. Broughton)!

AUSTRALIA:

Australia

Division of plant Industry
CSIRO
P. O. Box 1600
Canberra, ACT 2601 Australia
(Mr. J. Brockwell)

Department of Agriculture
Harrah Rd.
Perth W. A.
(Dr. D. L. Chatel)

Pupua New
Guinea

Department of agriculture
Stock and Fisheries
P. O. Box
Konedobu, Papua New Guinea
(Mr. R. Elmes).

EUROPA:

Francia

Satition de Recherches de Micro-
biologie des sols.
7 rue Sully 21-Dijon
France
(Dr. M. Obatón).

VI. MATERIALES Y METODOLOGIA

A. MATERIALES:

a.1. De campo:

Bolsas plásticas
Palas
Piochas
Mapas
Etiquetas
Costales

a.2. De Invernadero:

Bolsas de almacigo de 7" X 12"
Semillas de frijol variedad San Martín
Suelos recolectados
Etiquetas
Agua para riego
Platos desechables, para base de bolsas
Folios M-45
Atomizador

a.3. De Laboratorio:

Balanzas
Hornos
Campana de aislamiento
Mecheros
Autoclave
Pinzas
Erlenmeyer
Beakers
Medio de Cultivo (BYMA)
Cajas de petrí
Tubos de Ensayo
Reloj de vidrio
Agua estéril
Algodón
Malla de gasa
Asas
Formalina
Bicloruro de Mercurio
Bolsas de papel
Maskin-tape
Alcohol etílico
Pipetas
Desecantes

B. METODOLOGIA:

b.1. De Campo:

Se determinaron las zonas productoras de frijol. Una vez asignadas estas zonas se precedió al muestreo de las mismas, de donde se extrajeron 25 libras de tierra de los primeros 20 cms. del suelo. Esta se colocó en una bolsa y se identificó convenientemente. De estas muestras se efectuó la siguiente distribución: tres libras fueron destinadas a los laboratorios de suelos con el objeto de determinar las características físicas y químicas de los mismos. El resto de la tierra fue utilizada para siembra de frijol, con el fin de aislar el Rhizobium que nodulase en las plantas.

| ZONAS DE MUESTREO, EN LOS DIFERENTES DEPARTAMENTOS ASIGNADOS, SERIES DE SUELOS Y GRUPOS DE SUELOS (13,18) | | | |
|---|--------------------|--|----------------|
| DEPARTAMENTOS | MUNICIPIOS | SERIE DE SUELO | GRUPO DE SUELO |
| 1. Guatemala | Guatemala | Cauqué (Cq) | IB |
| | Sn. José del Golfo | Guate. Fase Pendiente (Gtp) | IC |
| | Palencia | Jígua (Jg) | ID |
| | Amatitlán | Suelos Aluviales (SA) Suelos de los Valles (SV) | III |
| 2. Sacatepéquez | Antigua Guatemala | Patzité (Pz) Tecpán (Tc) Toliman (Tn) | IIA |
| 3. Chimaltenango | Tecpán | Camanchá (Cm) Balanjuyú (Ba) | I |
| | Parramos | Panán (Pn) Yepocapa (Ye) Chipó (Chi) | IIIC |

| DEPARTAMENTO | MUNICIPIOS | SERIE DE SUELO | GRUPO DE SUELO |
|------------------|-----------------------------|--|---------------------|
| | San Martín Ji- lotepeque | Zacualpa (ZC) Chol (Chg) | IIB IIC |
| 4. Santa Rosa | Cuilapa | Comapa (Cc) Culma (Cul) Ayarza (Ay) Frajanes (Fr) Pínula (Pi) Salamá (Sl) Cuilapa (Cu) | IE IB IIA |
| | San Rafael Las Flores | Alzatate (Ae) | IA |
| | Taxisco | Bucul (Bu) Tecoate (Tj) Cutzán (Cz) | IIB |

b.2. De Invernadero:

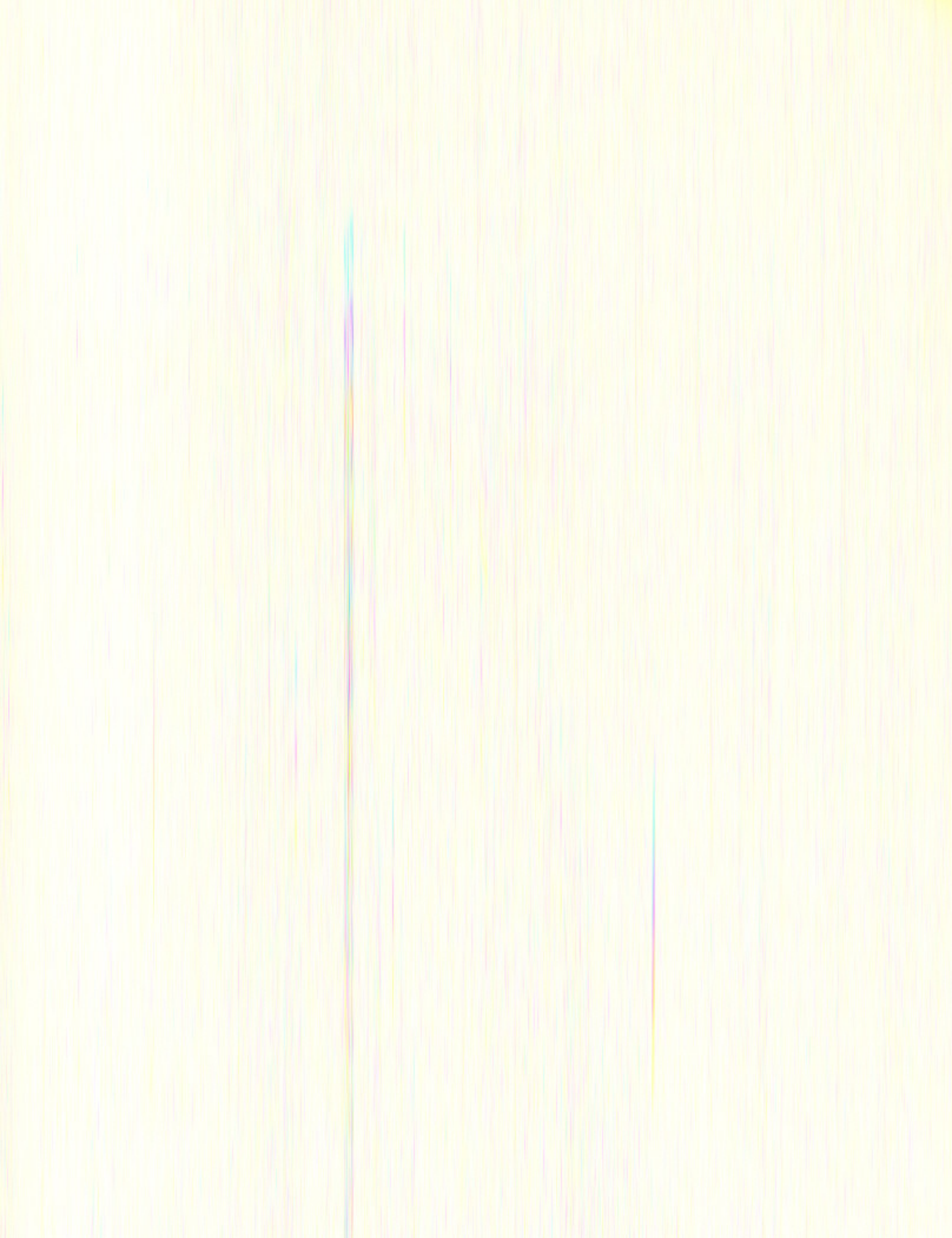
Se llenaron cuatro bolsas plásticas de almacigo de 7"x12" para cada uno de los suelos colectados y se procedió a efectuar la siembra, depositando cuatro semillas en cada una de ellas. Ocho días después de germinadas se efectuó un entresaque, dejando únicamente dos plantas por bolsa.

La plantación duró hasta la presencia de los botones florales; momento en que se procedió a la extracción de las plantas con todo y sistema radicular para con ello proceder a recolectar los nódulos de Rhizobium del cual se aislaría la bacteria. En esta operación también se tomaron datos de peso de materia seca de la parte aérea de las plantas de cada bolsa. Con estos datos se procedió a efectuar las observaciones preliminares de comportamiento de cada cepa en su respectivo suelo.

b.3. Metodología de Laboratorio:

Este proceso se inició con la selección de los nódulos jóvenes más desarrollados, de color rosado y recién separados de la raíz de las plantas crecidas en cada suelo, para tal fin. Se lavarón cada uno de ellos, con agua estéril, posteriormente se procedió a la desinfección de los mismos haciendo uso de bicloruro de mercurio al 0.1% por dos minutos y cinco lavados sucesivos con agua estéril (3). A continuación los nódulos desinfectados fueron colocados y macerados en las cajas de petrí, que previamente se habían llenado con medio específico para Rhizobium BYMA (Browel Yeast Manitol Agar) (20). Las cajas de petrí con bacteria se estriaron y al

cabo de tres días, cuando las colonias bacterianas habían concluido su establecimiento, se procedió a purificar el cultivo, utilizándolo para ello tubos de ensayo con el medio indicado (BYMA)!



VII. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Colección de cepas:

Como quedó establecido en el primer objetivo del trabajo, la idea fundamental de desarrollar éste, consistía en llegar a recolectar un buen número de cepas nativas de Rhizobium phaseoli, de los departamentos de Guatemala, Santa Rosa, Chimaltenango, Sacatepéquez. Ello como inicio a un amplio programa futurista de Rizobiología, el cual se encamina paso a paso a aprovechar todos aquellos recursos naturales que tiendan, no sólo a hacer uso de una tecnología más apropiada, en cuanto al cultivo de leguminosas; sino que también en reducir ostensiblemente los costos de producción, sobre todo en aquellos cultivos que como las leguminosas y en nuestro caso del frijol (Phaseolus vulgaris), son capaces de aprovechar el nitrógeno atmosférico. Evitándo con ello la aplicación de altas dosis de fertilizantes nitrógenados.

Por otro lado debemos insistir que según el Centro de Recursos Microbiológicos (17), considera que el primer paso a realizar en la tarea de llevar a cabo un plan de rizobiología, lo constituye la recolección de cepas nativas de Rhizobium.

Por lo que satisfactoriamente nuestro intento no fué en vano, ya que se han logrado recolectar veintiseis cepas nativas de Rhizobium phaseoli; cada una de ellas correspondiente a una serie de suelos diferentes, de los Departamentos muestreados.

A las cepas recolectadas se les ha dado una nomenclatura adecuada con lo que se persigue establecer desde ya un orden adecuado dentro del laboratorio y programa de Rizobiología que se impulsa en Guatemala.

CUADRO No. 1

| Número de orden, Serie de suelos e identificación futura de las cepas nativas colectadas | | |
|--|--|----------------------------------|
| Suelo No. | Serie de Suelo | Clave de Identificación asignada |
| 1 | Guatemala, fase pendiente (Gtp) | 1P-GAAG |
| 2 | Suelos aluviales no diferneicados (SA) | 2P-GAAG |
| 3 | Ayarza (AY) | 3P-GAAG |
| 4 | Panán (Pn) | 4P-GAAG |
| 5 | Areas Fragosas (AF) | 5P-GAAG |
| 6 | Culma (Cul) | 6P-GAAG |
| 7 | Salamá fase quebrada (Slq) | 7P-GAAG |
| *8 | Salamá (Sl) | ----- |
| 9 | Fraijanes (Fr) | 8P-GAAG |
| 10 | Pínula (Pi) | 9P-GAAG |
| 11 | Cauqué (Cq) | 10P-GAAG |
| 12 | Tolimán (Tn) | 11P-GAAG |
| 13 | Comapa (Cc) | 12P-GAAG |
| 14 | Jígua (Jg) | 13P-GAAG |
| 15 | Tecojate (Tj) | 14P-GAAG |
| 16 | Yepocapa (Ye) | 15P-GAAG |
| 17 | Balanjuyú (Ba) | 16P-GAAG |
| 18 | Zacualpa (Zc) | 17P-GAAG |
| 19 | Patzité (Pz) | 18P-GAAG |
| 20 | Tecpán (Tc) | 19P-GAAG |
| 21 | Camancha (Cm) | 20P-GAAG |
| 22 | Suelos de los valles (SV) | 21P-GAAG |
| 23 | Cuilapa (Cu) | 22P-GAAG |
| *24 | Bucul (Bu) | ----- |
| 25 | Chipó (Chi) | 23P-GAAG |
| 26 | Chol (Chg) | 24P-GAAG |
| 27 | Cutzá (Cz) | 25P-GAAG |
| 28 | Alzatate (Ae) | 26P-GAAG |

* En los suelos marcados con asterísco, no nodularon las plantas de frijol.

En el cuadro N1., se presenta la lista de los suelos recolectados y a la par de ellos la identificación de orden, dada a cada cepa aislada de plantas huésped desarraigadas acá. En las plantas que crecieron en los suelos Salamá y Búcul no se presentó nodulación, lo que implica la inexistencia de Rhizobium phaseoli nativo en las muestras recolectadas de dichos suelos. Las razones pueden ser múltiples y su simple detección como en este caso, implica el montaje de estudios y análisis más profundos que podrían estar dirigidos en varios sentidos tales como: Historia del manejo del suelo, análisis más detallados de la fertilización, presencia de antagonistas y otros.

2. Observación del comportamiento de cepas:

Otro de los objetivos del presente trabajo lo constituye observar en forma preliminar el comportamiento de cada cepa en su suelo, nodulando a la variedad de frijol San Martín, que sirvió como planta huésped para aislar el Rhizobium. La observación en mención, debe aclararse, no permite seleccionar en forma definitiva cuál o cuáles cepas son mejores que otras, ya que las variables físicas, químicas y biológicas varían en cada suelo. Pero estas observaciones preliminares sí pueden ser un buen indicador del futuro comportamiento, en ensayos controlados, tomando en consideración que los valores relacionados de nodulación con el rendimiento de plantas son buenos indicadores de una Baja, Buena o Eficiente fijación de nitrógeno atmosférico. Los valores de peso seco de plantas, peso de nódulos y número de nódulos; han sido tabulados en los cuadros N0. 2 y 3. Y en los cuadros No. 4,5 y 6 se presentan los análisis físico-químicos de suelos, la clasificación de niveles físico-químicos en

función de requerimientos en plantas de frijol y la interpretación del comportamiento de plantas en función del suelo, respectivamente.

Estos cuadros por sí solos indican la enorme diferencia de comportamiento que presentaron las plantas y la nodulación; y para desarrollar la discusión se tomaron como base los siguientes criterios:

- a. Porcentaje de peso de materia seca, de la parte aérea de las plantas :
 - a.1. Menor del 60% = Rendimiento bajo
 - a.2. Del 61% al 80% = Rendimiento medio
 - a.3. Más del 81% = Rendimiento alto
- b. Porcentaje de peso de nódulos, estableciéndose los siguientes rangos:
 - b.1. Menos del 60% = Nodulación baja
 - b.2. Del 61% al 80% = Nodulación media
 - b.3. Más del 81% = Nodulación alta
- c. La clasificación de niveles físico-químicos de cada suelo en relación a la planta (Ver pie de cuadro No. 5) y su efecto sobre las cepas.

Los tres efectos ligados nos llevan a hacer inferencias de cada cepa; pero para ello es necesario también recordar algunas de las conclusiones que se han obtenido sobre el comportamiento del Rhizobium en el suelo y en simbiosis con plantas:

Broes (4), DOberainer (8), Graham (11); indican que cuando el rendimiento de peso seco de plantas es alto, generalmente la nodulación (Número y peso de nódulos) lo es también; lo que indica que la planta a logrado utilizar el nitrógeno atmosférico que la bacteria previamente había fijado. También se debe recordar el criterio de Kolling, citado por Méndez (16); el cual indica que cuando la estirpe o cepa de Rhizobium es eficiente y no existe limitación ambiental, ni nutricional no hay formación de un número elevado de nódulos, pero estos mejoran su crecimiento.

En cuanto a los factores físicos y químicos del suelo, según la

revisión de literatura debemos tomar en cuenta en forma conjunta la influencia de estas características en los resultados obtenidos.

2.1. Las cepas coleccionadas en suelos con pH bajo:

Como quedó citado en la revisión de literatura (Página 8) y como lo reafirma Lie, Morales y Col, citados por Solis Pellecer (19). El pH es un elemento influyente en el grado de nodulación, ya que a pH 5.5 o menor, disminuye la nodulación así mismos suelos con problemas de acidez generalmente se acompañan con una toxicidad de Al y Mn, y la absorción de Fósforo se dificulta. En nuestro caso el pH afecto los suelos Chol (No. 26) y Alzatate (No. 28), el cual establece un rango de 5.0 y 5.4 respectivamente para cada uno de ellos, dando como consecuencia un mal desarrollo de plantas, una baja y media nodulación respectivamente. En el suelo Alzatate (No. 28) la mediana nodulación observada podría deberse a la presencia de una cepa adaptada a condiciones ácidas de suelo o a la misma disminución de la acidez de este suelo.

2.2. Las Cepas colectadas en los suelos deficientes de fósforo:

En cuanto al fósforo se ha llegado a determinar que de él dependen procesos metabólicos vegetales tan importantes, como la fotosíntesis, glucólisis, respiración y síntesis de ácidos grasos (6). Todo ello nos permite llegar a determinar que en todos aquellos suelos deficientes de fósforo se presentarán plantas con un mal desarrollo, así como un sistema radicular deficiente para poder llegar a establecer una simbiosis adecuada de Rhizobium-planta. Este tipo de situación se presentó en los suelos: Camancha (No. 13), Panán (No. 4), Culma (No. 6), Chipó (No. 25), Tecojate (No. 15), Areas Fragosas (No. 5) y en suelos aluviales (No. 2).

Los primeros suelos nombrados presentan tal como ha sido citado, un bajo rendimiento vegetativo de plantas y en consecuencia una baja nodulación. Esta condición no permite inferir la eficiencia o ineficiencia de las cepas que nodularon, pero; el suelo correspondiente a Areas Fragosas (No. 5), a pesar de la baja nodulación el rendimiento vegetativo fué más

alto, debido posiblemente a que la cantidad de fósforo presente fué de 5.00 microg/100 ml., que es más alto que los otros suelos.

Si comparamos la nodulación de este suelo con la de los suelos Aluviales (No. 2), que también rindieron más y la nodulación fué media, se podría decir que la cepa procedente de los suelos de Areas Fragosas es ineficiente y la cepa de los suelos Aluviales, podría presentar alguna posibilidad de buenos resultados en condiciones controladas, dada su mediana capacidad infectiva.

2.3. Las cepas coleccionadas en suelos deficientes de Calcio:

Devlin (6), establece que los síntomas de deficiencia de Calcio se caracterizan por afecciones en las regiones meristemáticas y apicales del tallo, hojas y raíces, lo que puede llegar a provocar la muerte de estas zonas y como consecuencia un detenimiento en su crecimiento. El Suelo Yepocapa (No. 16) presentó un bajo contenido de Calcio, pero las relaciones Ca/Mg, Ca/K y Ca+Mg/K; fueron aceptables, lo que implica la posibilidad de que la planta se haya podido nutrir medianamente apoyada por la presencia de una cepa de alta infectividad y con algún potencial de eficiencia.

2.4. Las cepas colectadas en suelos con deficiencia de Magnesio:

El Mg interviene fundamentalmente en la fotosíntesis, por ser parte de la molécula de clorofila, por lo que una deficiencia del mismo dará como síntomas un desarrollo vegetativo mediano y como consecuencia una baja fijación de nitrógeno atmosférico. Los suelos Patzite (No. 19) y Cutzán (No. 27) influyeron en el desarrollo vegetativo de las plantas, pero, su nodulación es considerada como alta, por lo que podríamos determinar que se cuenta con cepas de alto grado de infectividad y posiblemente eficientes, enmascaradas por el elemento que se encontró en menor cantidad (Póstrulados de Liebig). Contrariamente a estos resultados en los suelos Guatemala Fase Pendiente (No. 1) y de Los Valles (No. 22) el desarrollo de plantas fué catalogado como mediano, pero su nodulación fué baja, debido posiblemente a la presencia de cepas de baja infectividad y eficiencia.

2.5 Suelos con buenas condiciones físicas y químicas: (Ver pie de cuadro No. 5)

En todos aquellos suelos que poseen buenas condiciones físicas y químicas se establecieron los siguientes resultados:

- a. Mal desarrollo de plantas con baja nodulación y poco peso de nódulos, implica la presencia de cepas ineficientes, esta situación se planteó en los suelos: Cuilapa (No. 23), Tecpán (No. 20), Fraijanes (No. 9).
- b. Mediano desarrollo de plantas, mediana nodulación y mediano peso de nódulos: implica la presencia de cepas medianamente eficientes. Esto en el suelo Ayarza (No.1).
- c. El tercer caso se refiere a un aspecto similar al caso b, diferenciándose únicamente en que los suelos Camancha (No. 21), Pínula (No. 10) y Toliman (No. 12), la cepa noduló bien a las plantas pero, el desarrollo de las mismas fué mediano, lo que implica que, aunque las cepas hayan sido altamente infectivas su eficiencia de fijación es mediana.
- d. Plantas bien desarrolladas pero, con baja nodulación, lo que nos presupone la presencia del elemento nitrógeno en el suelo en cantidades permisibles para que haya existido la posibilidad de infección radicular del Rhizobium, pero no así el desarrollo de los nódulos, aspecto que ha sido observado por Aguilera (2). La situación se presenta en los suelos: Salamá Fase quebrada (No. 7), Zacualpa (no. 18) y Cauqué (No. 11).
- e. Por último se presenta el caso ideal de tener plantas con buen desarrollo y buena nodulación, lo que implica la presencia de cepas eficientes para infectar las raíces y fijar nitrógeno para la planta. Fueron únicamente los suelos Balanjuyú (No. 17) y Jigua (No. 14), los que presentaron esta característica.

2.6 Suelos con Ausencia de nodulación:

En los suelos Bucul (No. 24) y Salamá (No. 8), se desarrollaron plantas sin nódulos, lo que implica la ausencia de Rhizobium phaseoli en el suelo o bien la presencia de altas concentraciones de nitrógeno inorgánico. Por estas dos situaciones es posible inferir ausencia de Rhizobium en los suelos Bucul

(No. 24), ya que el mismo aparentemente presentó buenas condiciones físicas y químicas, pero las plantas crecieron amarillas y pequeñas. Para el caso del suelo Salamá (No. 8), es de suponer la existencia de nitrógeno inorgánico ya que las plantas que aquí crecieron fueron de las mejores pero con ausencia de nódulos que pudieron proveer el nitrógeno necesario.

En el cuadro No. 6 se resumen las observaciones y comentarios realizados a las diferentes cepas, en función del suelo de donde fueron colectadas.

CUADRO NO. 2

| Promedio de valores de las variables: Peso de Plantas., Número y peso de nódulos (Para dos plantas/bolsa). Ascendentemente Con respecto al peso de materia seca de plantas | | | | |
|---|--------------------------|----------------------------|----------------|-----------------------|
| TRATAMIENTO | | VARIABLE \bar{X} | | |
| Suelo No. | Serie de Suelo | Peso de Materia seca (Grs) | No. de Nódulos | Peso de Nódulos (grs) |
| 24 | Bucul | 1.8 | ---- | ----- |
| 13 | Comapa | 1.8 | 22 | 0.07 |
| 4 | Panán | 1.8 | 9 | 0.02 |
| 28 | Alzatate | 2.0 | 64 | 0.47 |
| 23 | Cuilapa | 2.2 | 15 | 0.06 |
| 26 | Chol | 2.2 | 67 | 0.31 |
| 20 | Tecpán | 2.2 | 59 | 0.30 |
| 6 | Culma | 2.3 | 23 | 0.13 |
| 9 | Fraijanes | 2.3 | 41 | 0.23 |
| 25 | Chipó | 2.3 | 42 | 0.19 |
| 15 | Tecoajate | 2.3 | 47 | 0.20 |
| 5 | Areas Fragosas | 2.5 | 35 | 0.04 |
| 19 | Patzité | 2.6 | 109 | 0.59 |
| 2 | Suelos Aluviales | 2.7 | 72 | 0.45 |
| 27 | Cutzán | 2.7 | 105 | 0.60 |
| 1 | Guatemala fase pendiente | 2.7 | 94 | 0.41 |
| 21 | Camancha | 2.7 | 84 | 0.52 |
| 3 | Ayarza | 2.8 | 77 | 0.29 |
| 10 | Pínula | 2.9 | 49 | 0.52 |
| 16 | Yepocapa | 2.9 | 112 | 0.58 |
| 12 | Tolimán | 2.9 | 101 | 0.44 |
| 22 | Suelos de los valles | 2.9 | 64 | 0.27 |
| 8 | Salamá | 3.0 | ---- | ----- |
| 7 | Salamá fase quebrada | 3.1 | 82 | 0.31 |
| 18 | Zacualpa | 3.1 | 84 | 0.26 |
| 11 | Cauqué | 3.2 | 34 | 0.15 |
| 17 | Balanjuyú | 3.4 | 115 | 0.61 |
| 14 | Jígua | 3.8 | 97 | 0.53 |

CUADRO No. 3

| Porcentajes de los valores promedio de las variables Peso de materia seca, número de nódulos y peso de nódulos, ordenados en forma ascendente de acuerdo a peso de plantas. | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|----------------|---------------------|
| TRATAMIENTO | | VARIABLE \bar{X} | | |
| Suelo No. | Serie de Suelo | Peso de Materia seca (%) | No. de Nódulos | Peso de Nódulos (%) |
| 24 | Bucul | 47.37 | ----- | ----- |
| 13 | Comapa | 47.37 | 19.13 | 11.29 |
| 4 | Panán | 47.37 | 7.82 | 3.22 |
| 28 | Alzatate | 52.63 | 55.65 | 75.80 |
| 23 | Cuilapa | 58.00 | 13.04 | 9.68 |
| 26 | Chol | 58.00 | 58.26 | 51.60 |
| 20 | Tecpán | 58.00 | 51.30 | 48.39 |
| 6 | Culma | 60.50 | 19.99 | 22.59 |
| 9 | Fraijanes | 60.50 | 35.65 | 38.71 |
| 25 | Chipó | 60.50 | 36.52 | 30.64 |
| 15 | Tecoate | 60.50 | 40.85 | 32.26 |
| 5 | Areas Fragosas | 65.80 | 30.43 | 6.77 |
| 19 | Patzoté | 68.42 | 94.78 | 95.16 |
| 2 | Suelos Aluviales | 71.05 | 62.60 | 75.58 |
| 27 | Cutzán | 71.05 | 91.30 | 96.77 |
| 1 | Guatemala fase pendiente | 71.05 | 83.73 | 66.45 |
| 21 | Camancha | 71.05 | 73.04 | 86.66 |
| 3 | Ayarza | 73.68 | 66.95 | 47.54 |
| 10 | Pínula | 76.31 | 42.60 | 86.66 |
| 16 | Yepocapa | 76.31 | 97.39 | 95.08 |
| 12 | Tolimán | 76.31 | 87.82 | 72.13 |
| 22 | Suelos de los valles | 76.31 | 55.65 | 44.26 |
| 8 | Salamá | 78.94 | ----- | ----- |
| 7 | Salamá fase quebrada | 81.57 | 71.30 | 50.81 |
| 18 | Zacualpa | 81.57 | 73.04 | 42.62 |
| 11 | Cauqué | 84.21 | 29.56 | 24.59 |
| 17 | Balanjuyú | 89.47 | 100.00 | 100.00 |
| 14 | Jígua | 100.00 | 84.34 | 86.88 |

CUADRO No. 4

Resultados del Análisis de Laboratorio de Suelos

| ANÁLISIS QUÍMICO | | | | | | | | | | | | | | ANÁLISIS FÍSICO | |
|------------------|------------------|-----|------------------------|------|------|------|-------|---------|------|--------------------|-----|------|------------------------|-----------------|--|
| No, de suelo | Serie de S. | pH | Milieq./100 grs. suelo | | | | | Porcien | | microg/ 100 ml. | | g/cc | TEXTURA | | |
| | | | Ca | Mg | K | Na | CTI | SB | MO | P | K | | | | |
| 1 | Guate. F. P. | 6.5 | 7.24 | 1.32 | 0.41 | 0.13 | 21.60 | 42.13 | 4.06 | 14.25 | 120 | 2.03 | Franco-arenoso | | |
| 2 | S. Aluviales | 6.6 | 13.75 | 6.17 | 1.23 | 0.16 | 31.68 | 67.26 | 2.79 | 5.00 | 225 | 2.19 | Franco | | |
| 3 | Ayarza | 6.4 | 11.50 | 2.47 | 2.05 | 0.19 | 43.20 | 37.52 | 2.59 | 46.67 | 540 | 2.07 | Franco-arenoso | | |
| 4 | Panán | 6.8 | 10.00 | 2.22 | 0.29 | 0.17 | 47.52 | 26.69 | 6.39 | 3.00 | 60 | 2.10 | Franco-arenoso | | |
| 5 | A. fragosas | 6.0 | 11.50 | 3.05 | 0.65 | 0.16 | 44.64 | 34.40 | 6.15 | 5.00 | 125 | 1.79 | Franco-arenoso | | |
| 6 | Cuilma | 6.4 | 16.25 | 3.95 | 1.43 | 0.18 | 44.64 | 48.85 | 5.40 | 2.08 | 215 | 2.14 | Franco-arenoso | | |
| 7 | Salama f. q. | 6.7 | 8.00 | 1.98 | 1.47 | 0.17 | 31.56 | 36.82 | 2.32 | 12.00 | 385 | 2.26 | Arena-franca | | |
| 8 | Salamá | 6.0 | 10.25 | 2.30 | 2.25 | 0.19 | 31.68 | 47.31 | 2.73 | 44.83 | 600 | 2.25 | Franco-arenoso | | |
| 9 | Fraijanes | 6.7 | 8.75 | 1.98 | 2.33 | 0.26 | 51.84 | 25.69 | 4.13 | 36.08 | 600 | 2.45 | Franco-arenoso | | |
| 10 | Pínula | 6.8 | 8.50 | 1.65 | 2.41 | 0.23 | 15.84 | 80.74 | 3.48 | 50.00 | 150 | 2.04 | Franco-arenoso | | |
| 11 | Cauqué | 6.6 | 10.25 | 2.47 | 1.51 | 0.22 | 31.68 | 45.65 | 2.55 | 46.33 | 335 | 2.55 | Franco-arenoso | | |
| 12 | Tolimán | 7.0 | 15.75 | 3.70 | 2.29 | 0.16 | 43.20 | 50.69 | 2.33 | 50.00 | 600 | 2.30 | Franco arcillo-arenoso | | |
| 13 | Comapa | 6.4 | 16.00 | 4.20 | 0.61 | 0.17 | 27.36 | 76.68 | 6.57 | 2.08 | 88 | 1.75 | Franco-arenoso | | |
| 14 | Jígua | 6.2 | 8.25 | 2.22 | 0.49 | 0.14 | 24.48 | 45.34 | 3.61 | 50.00 | 138 | 2.30 | Franco-arcilloarenoso | | |
| 15 | Tecoajate | 6.4 | 9.25 | 2.06 | 0.24 | 0.23 | 24.48 | 48.12 | 3.71 | 6.25 | 50 | 1.96 | Franco-arcilloso | | |
| 16 | Yepocapa | 6.6 | 1.25 | 0.16 | 0.12 | 0.13 | 50.40 | 3.30 | 3.26 | 15.83 | 40 | 2.39 | Arena | | |
| 17 | Balanjuyú | 6.4 | 8.00 | 1.65 | 0.41 | 0.19 | 43.20 | 23.73 | 3.71 | 32.92 | 100 | 2.38 | Franco-arenoso | | |
| 18 | Zacualpa | 6.8 | 53.75 | 2.63 | 1.68 | 0.20 | 33.12 | 55.13 | 4.93 | 50.00 | 470 | 2.45 | Franco-arcilloarenoso | | |
| 19 | Patzité | 7.1 | 7.25 | 1.23 | 0.82 | 0.13 | 28.80 | 32.74 | 3.96 | 23.75 | 232 | 2.30 | Franco-arenoso | | |
| 20 | Tecpán | 6.8 | 10.00 | 2.06 | 1.27 | 0.18 | 27.36 | 49.37 | 3.96 | 12.00 | 278 | 2.23 | Franco-arenoso | | |
| 21 | Camanchá | 6.7 | 8.75 | 1.81 | 1.15 | 0.23 | 57.60 | 20.73 | 3.31 | 50.00 | 335 | 2.41 | Franco-arenoso | | |
| 22 | S. de los valles | 6.4 | 5.50 | 0.99 | 0.41 | 0.24 | 31.68 | 22.53 | 3.19 | 25.00 | 120 | 2.25 | Arena | | |
| 23 | Cuilapa | 6.5 | 16.50 | 2.25 | 2.70 | 0.10 | 61.92 | 35.28 | 6.79 | 15.83 | 600 | 2.09 | Franco-arenoso | | |
| 24 | Bucul | 6.8 | 9.25 | 3.05 | 3.64 | 0.34 | 51.84 | 31.40 | 2.39 | 31.25 | 600 | 2.09 | Franco-arcilloso | | |
| 25 | Chupó | 7.0 | 8.60 | 1.45 | 0.38 | 0.31 | 12.62 | 85.26 | 0.17 | 4.17 | 600 | 2.35 | Franco-arenoso | | |
| 26 | Chol | 5.0 | 2.73 | 0.10 | 0.41 | 0.28 | 8.61 | 39.72 | 2.05 | 48.33 | 334 | 2.40 | Franco-arenoso | | |
| 27 | Cutzán | 6.0 | 5.06 | 0.14 | 0.64 | 0.09 | 25.21 | 24.95 | 5.16 | 16.78 | 547 | 2.36 | Franco-arenoso | | |
| 28 | Alzatate | 5.4 | 4.84 | 0.72 | 0.64 | 0.09 | 25.22 | 22.96 | 5.16 | 21.34 | 239 | 2.87 | Franco | | |

Análisis de laboratorio efectuados en : Laboratorio de Suelos de ICTA y ANACAFE

CUADRO No. 5

Clasificación de niveles físicos y químicos de los requerimientos de las plantas de frijol (*P. vulgaris*)***/

| C A R A C T E R I S T I C A S | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---------------|----------------------|--------------|-----------------|-----------|---|-----------------|-----------------|------------------------|---|
| Suelo No. | pH 5.5-7.2 | microg/100 ml. suelo | | meq/100 grs. s. | | % | meq/100 grs. s. | | | TEXTURA Franca F-arenosa F-arcillosa |
| | | P 12-18 | K 100-250 | Ca 10-15 | Mg 2-3 | | M.O 5-8 | Ca Mg 2-6 | Ca+Mg K 2.2-23.5 | |
| 1 | + | + | + | + | - | - | + | + | + | + |
| 2 | + | - | + | + | + | - | + | + | + | + |
| 3 | + | - | + | + | + | - | + | + | + | + |
| 4 | + | - | - | + | + | + | + | + | + | + |
| 5 | + | - | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 6 | + | - | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 7 | + | + | + | + | + | - | + | + | + | + |
| 8 | + | + | + | + | + | - | + | + | + | - |
| 9 | + | + | + | + | + | - | + | + | + | + |
| 10 | + | + | + | + | + | - | + | + | + | + |
| 11 | + | + | + | + | + | - | + | + | + | + |
| 12 | + | + | + | + | + | - | + | + | + | + |
| 13 | + | - | - | + | + | + | + | + | + | + |
| 14 | + | + | + | + | + | - | + | + | + | + |
| 15 | + | - | - | + | + | - | + | + | + | + |
| 16 | + | + | - | - | - | - | + | + | + | - |
| 17 | + | + | - | + | + | - | + | + | + | + |
| 18 | + | + | + | + | + | - | + | + | + | + |
| 19 | + | + | + | + | - | - | + | + | + | + |
| 20 | + | + | + | + | + | - | + | + | + | + |
| 21 | + | + | + | + | + | - | + | + | + | + |
| 22 | + | + | + | + | - | - | + | + | + | - |
| 23 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 24 | + | + | + | + | + | - | + | + | + | + |
| 25 | + | - | + | + | - | - | + | + | + | + |
| 26 | - | + | + | - | - | - | + | + | + | + |
| 27 | + | + | + | + | - | + | + | + | + | + |
| 28 | - | + | + | + | - | + | + | + | + | + |

+ niveles adecuados
- niveles inadecuados

Rangos de aceptación:

pH=5.57

Ca=10-15 meq/100 grs.

K=100-250 mcgr/100 ml

Ca/K= 2-7 meq/100 grs.

Mg=2-3 meq/100 grs.

P=12-18 mcgr/100 ml

Ca/Mg=2-6 meq/100 grs

$\frac{Ca+Mg}{K}$ 2.2-23.5 meq/100 grs.

Textura: F-arenosa

F-arcillosa

Franca

***/ Consulta personal con el Ing. Agr. Salvador Castillo.
Coordinador del Sub-área Suelo y agua. Catedrático de los
cursos de Suelos y Fertilidad. Facultad de Agronomía USAC

CUADRO No. 6

| Resumen de datos obtenidos de plantas, suelo y comentarios de las características de cada cepa colectada | | | | | | |
|--|-------------|-----------------|----------------|--------------|------------------------------|--|
| Serie de suelo | No. de cepa | peso de plantas | No. de Nódulos | Peso Nódulos | Observaciones | Comentarios |
| Bucul | ----- | 1.8 | ----- | ----- | Suelo con buenas condiciones | Mal desarrollo de plantas, buen suelo y ausencia de nódulos; implica la ausencia de Rhizobium en el suelo |
| Comapa | 12P-GAAG | 1.8 | 22 | 0.07 | P, K bajos de nivel | P, K bajos mal desarrollo de plantas, produce baja nodulación. |
| Panán | 4P-GAAG | 1.8 | 9 | 0.02 | P, K bajo de nivel | Idem, suelo Comapa |
| Alzatate | 26P-GAAG | 2.0 | 64 | 0.47 | pH ácido, Mg bajo | Mal desarrollo de plantas, buen suelo y mediana nodulación; puede implicar la presencia de una cepa adaptada a condiciones ácidas del suelo. |
| Cuilapa | 22P-GAAG | 2.2 | 15 | 0.06 | Suelo con buenas condiciones | Mal desarrollo de plantas, buen suelo, baja nodulación implica la presencia de una cepa ineficiente. |
| Chol | 24P-GGAG | 2.2 | 67 | 0.31 | pH ácido, Ca, Mg bajos | Mal desarrollo de plantas en suelo ácido puede implicar una baja nodulación. |
| Tecpán | 19P-GAAG | 2.2 | 59 | 0.30 | Suelo con buenas condiciones | Idem. suelo Cuilapa |
| Culma | 6P-GAAG | 2.3 | 23 | 0.13 | P bajo de nivel | Mal desarrollo de plantas en suelo deficiente en fósforo; puede implicar una baja nodulación. |
| Fraijanes | 8P-GAAG | 2.3 | 41 | 0.23 | Suelo con buenas condiciones | Idem. suelos: Cuilapa, Tecpán |
| Chipó | 23P-GAAG | 2.3 | 42 | 0.19 | P Mg bajos de nivel | Idem. suelos: Comapa, Panán, Culma |

| Serie de suelo | No. de cepa | Peso de planta | No. de nódulos | Peso nódulos | Observaciones | Comentarios |
|-----------------------------------|-------------|----------------|----------------|--------------|------------------------------|---|
| Tecoate | 14P-GAAG | 2.3 | 47 | 0.20 | P,K bajos de nivel | Idem. suelos: Comapa, Panán, Culma |
| Areas Fragasas | 5P-GAAG | 2.5 | 35 | 0.04 | P bajo de nivel | Mediano desarrollo de plantas en suelo con 5 micrg/100 ml de fósforo y una baja nodulación puede implicar, presencia de una cepa ineficiente. |
| Patzité | 18P-GAAG | 2.6 | 109 | 0.59 | Mg bajo de nivel | Mediano desarrollo de plantas, en suelo con bajo nivel de Mg y alta nodulación, puede implicar la presencia de una cepa con alto potencial de infectividad. |
| Suelos aluviales no diferenciados | 2P-GAAG | 2.7 | 72 | 0.45 | P bajo de nivel | Mediano desarrollo de plantas, suelo bajo en fósforo, puede implicar la presencia de cepa medianamente infectiva. |
| Cutzán | 25P-GAAG | 2.7 | 105 | 0.60 | Mg bajo de nivel | Idem. suelo Patzité |
| Guatemala f. pendiente | 1P-GAAG | 2.7 | 94 | 0.41 | Mg. bajo de nivel | Mediano desarrollo de plantas, se infiere la presencia de una cepa de mediana infectividad. |
| Camancha | 20P-GAAG | 2.7 | 84 | 0.52 | Suelo con buenas condiciones | Mediano desarrollo de plantas, suelo con buenas condiciones, alta infectividad de Rhizobium puede implicar la presencia de una cepa con mediana eficiencia' |
| Ayarza | 3P-GAAG | 2.8 | 77 | 0.29 | Suelo con buenas condiciones | Mediano desarrollo de plantas, suelo con buenas condiciones, poca infectividad de Rhizobium, puede implicar la presencia de una cepa con poca eficiencia. |
| Pínula | 9P-GAAG | 2.9 | 49 | 0.52 | Suelo con buenas condiciones | Idem suelo Camancha |

| Serie de suelo | No. de Cepa | Peso de plantas | No. de nódulos | Peso nódulos | Observaciones | Comentarios |
|----------------------|-------------|-----------------|----------------|--------------|---|--|
| Yepocapa | 15P-GAAG | 2.9 | 112 | 0.58 | K,Ca,Mg bajos de nivel. pero relacionan entre sí. | Mediano desarrollo de plantas, suelo bajo en contenido de K, Ca, Mg. Relaciones adecuadas; puede implicar, poco daño de estas condiciones y presencia de cepa altamente eficiente e infectiva. |
| Tolimám | 11P-GAAG | 2.9 | 101 | 0.44 | Suelo con buenas condiciones | Mediano desarrollo de plantas, suelo con buenas condiciones, alta nodulación puede implicar la presencia de una cepa con alto potencial de infectividad y mediana eficiencia' |
| Suelos de los Valles | 21P-GAAG | 2.9 | 64 | 0.27 | Mg bajo de nivel, arena | Mediano desarrollo de plantas implica la presencia de cepa de poca infectividad. |
| Salamá | ----- | 3.0 | ---- | ---- | Suelo con buenas condiciones | Buen desarrollo de plantas, falta de nodulación, buenas condiciones de suelo, puede implicar además de otros elementos la presencia de nitrógeno inorgánico. |
| Salamá f. quebrada | 7P-GAAG | 3.1 | 82 | 0.31 | Suelo con buenas Condiciones | Buen desarrollo de plantas, mala nodulación; puede implicar la presencia de nitrógeno inorgánico en los suelos. |
| Zacualpa | 17P-GAAG | 3.1 | 84 | 0.26 | Suelo con buenas condiciones | Idem. suelo Salamá f. quebrada |
| Cauqué | 10P-GAAG | 3.2 | 34 | 0.15 | Suelo con buenas condiciones | Buen desarrollo de plantas, baja nodulación; puede implicar la presencia de nitrógeno inorgánico. |
| Balanjuyú | 16P-GAAG | 3.4 | 115 | 0.61 | Suelo con buenas condiciones | Buen desarrollo de plantas, alta nodulación, suelo con buenas condiciones, implica la presencia de una cepa eficiente. |

| Serie de suelo | No. de cepa | peso de plantas | No.de nódulo | Peso nódulos | Observaciones | C o m e n t a r i o s |
|----------------|-------------|-----------------|--------------|--------------|-------------------------------|--|
| Jígua | 13P-GAAG | 3.8 | 97 | 0.53 | Suelo con buenas condiciones. | Buen desarrollo de plantas, alta nodulación, suelo con buenas condiciones, implica la presencia de una cepa eficiente. |

VIII. CONCLUSIONES

1. La baja y mediana nodulación presentada en las plantas por las cepas 24P-GAAG, recolectadas de los suelos de las series Chol y Alzatate respectivamente, se debió al efecto detrimento que tiene el pH ácido, sobre las plantas.
2. La baja nodulación de las cepas: 12P-GAAG, 6P-GAAG, 23P-GAAG, 4 P-GAAG, 5P-GAAG, 2P-GAAG colectadas en los suelos Comapa, Panán, Culma, Chipó, Tecojate, Areas Fragosas, Suelos Aluviales no diferenciados: fué causada por el mal desarrollo de las plantas, provocado por el bajo nivel de fósforo presente; lo que impide establecer el potencial de fijación de nitrógeno de cada una de las mencionadas.
3. La deficiencia de Mg. de los suelos Patzité, Cutzán, Guatemala fase pendiente, Suelos de los Valles, de los cuales se colectaron las cepas 18P-GAAG, 25P-GAAG, 1P-GAAG, 21P-GAAG; causó mediano crecimiento vegetativo, más no influyó ésto en el desarrollo nodular, ya que las dos primeras nodularon mal y las otras dos bien, lo que determina un índice potencial de infectividad bajo de las primeras y un potencial alta de infectividad de las segundas.
4. Las cepas 22P-GAAG, 19P-GAAG, 8P-GAAG de los suelos Cuilapa, Tecpán y Fraijanes, de condiciones edáficas buenas, son ineficientes e infectivas, por el mal desarrollo de plantas y nodulación presentadas.
5. En los suelos Camancha, Pínula y Tolimán, de condiciones edáficas buenas (ver pfe de cuadro No. 5) aisladas de ellos las cepas 20P-GAAG, 9P-GAAG, 11P-GAAG, que son altamente infectivas pero, medianamente efectivas.
6. En los suelos Balanjuyú y Jígua, de condiciones edáficas buenas; (Ver pfe de cuadro No. 5), se aislaron las cepas 16P-GAAG, y 13 P-GAAG; que pueden considerarse con un alto potencial de infectividad y efectividad, dado el alto rendimiento de biomasa de la planta y de los nódulos de los mismos.

IX RECOMENDACIONES

1. Evaluar las cepas colectadas y aisladas, bajo condiciones controladas de nutrición de la planta, para determinar el potencial individual de cada una de ellas.
2. Determinar mediante pruebas serológicas la diversidad fisiológica de las cepas nativas de Rhizobium phaseoli, colectadas y aisladas.

X. BIBLIOGRAFIA

1. AGUILERA MEJIA, R. Evaluación del efecto simbiótico de 14 cepas de Rhizobium phaseoli, en variedades de frijol negro de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad San Carlos, Facultad de Agronomía, 1974. 39 p.
2. _____. La fijación de N₂ atmosférico por Rhizobium, su importancia y alternativa para Guatemala. Guatemala, Universidad San Carlos, Facultad de Agronomía, s.f. 14 p.
3. ALAIDES, P. R. Curso sobre leguminosas y Rhizobium. Brasil, Centro de Energía Nuclear de Agricultura, 1980. s.p.
4. BROSE, E. Importancia das leguminosas Hospedeiras. Porto Alegre, Brasil, s.e. 1979. 11 p. Curso rápido en tecnología de Rhizobium.
5. CARDOSO, E. J. Efeito de fatores biológicos e não biológicos, sobre a nodulacao e fixacao de N₂. Brasil, s.f. 26 p.
6. DEVLIN, R. M. Fisiología vegetal. 3 ed. Barcelona, Omega, 1980. 517 p.
7. DÖBERAINER, J. et al. Especificidad hospedeira, em variedades de soja, na simbiose com Rhizobium. Brasil, Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuarias. Boletín no. 22. 1965. 210 p.
8. _____. Limitations and potential for biological nitrogen fixation in the tropics. New York, Plenum Press, 1978. 398 p.
9. ESPAÑA. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRARIAS. Especificidad en la simbiosis entre tres variedades de soja y cuatro razas de Rhizobium japonicum. Boletín no. 12, 1980. 277 p.
10. GRAHAM, P. H. Importancia en la nodulación y fijación del nitrógeno por leguminosas, con algunas sugerencias para mejorarlo. Cali, Colombia, CIAT, s.f. 26 p.
11. _____. Problemas de la nodulación y fijación de nitrógeno en la simbiosis Rhizobium-Phaseolus vulgaris. Cali, Colombia, CIAT s.f. 28 p.
12. GUATEMALA. BANCO DE GUATEMALA. Estadística de los principales productos agrícolas de consumo interno y de exportación. Informe Económico 4:83-101. 1980.
13. _____. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. Anuario Estadístico 1980. 185 p.
14. HALLIDAY, J. Collection, isolation of the strain of Rhizobium phaseoli s.n.t. 35 p.

15. KOLLING, J. Efeito de fatores não biológicos sobre na nodulcao. Porto Alegre, Brasil, Secretaria de Agricultura, s.f. s.p.
16. MENDEZ BARRIOS, J. C. Evaluación en Guatemala de nueve cepas de Rhizobium phaseoli, seleccionadas para pruebas internacionales de fijación de nitrógeno atmosférico en frijol, probadas en la variedad ICTA-81. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad San Carlos, Facultad de Agronomía, 1982. 42 p.
17. MICROBIOLOGICAL RESOURCES CENTER. Rhizobium. Porto Alegre, Brasil, MIRCEN Informativo 1978. s.p.
18. SIMMONS, CH., TARANO, J. y PINTO, J. H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tiredo. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.
19. SOLIS PELLEGER, A. P. Evaluación de la efectividad de inoculación de cepas mixtas de Rhizobium phaseoli, en dos variedades de frijol común. Tesis Lic. C.C. Biológicas. Guatemala, Universidad San Carlos, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, 1980. 96 p.
20. VINCENT, J. Manual práctico de rizobiología. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1975. 200 p.
21. WILSON, H. y RICHER, A. Producción de cosechas. 7 ed. México, Continental, 1981. 411 p.

V. B. P.
O. Ramuz



XI A P E N D I C E

CALENDARIZACION DE ACTIVIDADES, EFECTUADAS
DURANTE EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACION.

| FECHA | ACTIVIDAD | LUGAR | OBSERVACIONES |
|-------------------------|--|---------------------------------|---|
| 28/XI/84 a 16/II/85 | Recolección de suelos | Zonas productoras de frijol | |
| 18/II/85 a 23/III/85 | Tamizado de tie- rra, llenado de bolsas, prepara- ción de nuestra para laborato- rio | Invernadero de Agronomía | Las muestras se a- nalizarón en los laboratorios de suelos de ICTA y ANACAFE |
| 25/III/85 | Siembra | Invernadero | Cuatro semillas por bolsa |
| 5/IV/85 | Germinación | Invernadero | |
| 15/IV/85 | Entresaque de plantas | Invernadero | Se dejaron dos plantas/bolsa |
| 24/IV/85 | Aplicación de Folidol | Invernadero | Para control de Mosca Blanca (<i>Be- misia sp.</i>) y Mína- dores (<i>Ophiomya phaseoli</i>) |
| 1/V/85 | Inicia la floración | Invernadero | |
| 16/V/85 a 20/V/85 | Corte, seca- do, de la parte aérea de las plts. | Invernadero y Laboratorio | Durante el desa- rrollo del culti- vo se efectuarón los riegos perío- dicos y limpias |
| 16/V/85 a 17/V/85 | Estracción de raíces de ca- da una de las bolsas y se- paración de nódulos de las raíces | Invernadero y Laboratorio | Las raíces se la- varon y los nó- dulos separados se colocaron en bolsas plásticas identificadas |
| 17/V/85 | Pesado de los nódulos de c/ u de las bol. Selección de nódulos para aislamiento | Laboratorio | |
| 20/V/85 | Preparación de medio de cultivo | Laboratorio | Medio BYMA (Bro- wel Yeast Manitol Agar) |

| FECHA | ACTIVIDAD | LUGAR | OBSERVACIONES |
|---------|---|-------------|---------------|
| 21/V/85 | Pesado de materia seca de la parte aérea de las plantas | Laboratorio | |
| 22/V/85 | Sembrado de bacterias en las cajas de petrí con medio | Laboratorio | |
| 23/V/85 | Preparación de los tubos de ensayo con BYMA para purificar los cultivos | Laboratorio | |
| 24/V/85 | Siembra de cultivos puros | Laboratorio | |
| 30/V/85 | Segunda siembra cultivos puros | Laboratorio | |

Cuadro de resultados obtenidos: Número y peso de nódulos en el experimento para la colección de cepas nativas de Rhizobium phaseoli.

| Suelo No. | Numero de nódulos | | | | | Peso de nódulos (grs) | | | | |
|-----------|---------------------|-----|-----|-----|-----------|-----------------------|------|------|------|-----------|
| | R E P E T I C I O N | | | | | R E P E T I C I O N | | | | |
| | I | II | IVI | IV | \bar{X} | I | II | III | IV | \bar{X} |
| 1 | 91 | 127 | 107 | 53 | 94 | 0.41 | 0.71 | 0.37 | 0.16 | 0.4125 |
| 2 | 12 | 14 | 122 | 142 | 72 | 0.41 | 0.16 | 0.53 | 0.71 | 0.4525 |
| 3 | 45 | 42 | 112 | 108 | 77 | 0.21 | 0.21 | 0.43 | 0.33 | 0.295 |
| 4 | 15 | --- | 16 | 4 | 9 | 0.03 | ---- | 0.04 | 0.01 | 0.02 |
| 5 | 20 | 75 | 24 | 23 | 35 | 0.02 | 0.10 | 0.02 | 0.03 | 0.0425 |
| 6 | 9 | 12 | -- | 48 | 23 | 0.04 | 0.04 | --- | 0.33 | 0.1366 |
| 7 | 42 | 84 | 68 | 134 | 82 | 0.19 | 0.40 | 0.23 | 0.42 | 0.31 |
| 8 | -- | --- | --- | --- | --- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 9 | 43 | 39 | 48 | 36 | 41 | 0.25 | 0.14 | 0.28 | 0.28 | 0.2375 |
| 10 | 72 | 80 | 116 | 51 | 49 | 0.42 | 0.59 | 0.84 | 0.26 | 0.5275 |
| 11 | 27 | -- | 83 | 27 | 34 | 0.08 | ---- | 0.43 | 0.1 | 0.1525 |
| 12 | 145 | 102 | 142 | 16 | 101 | 0.56 | 0.4 | 0.78 | 0.04 | 0.445 |
| 13 | 18 | --- | 16 | 53 | 22 | 0.06 | --- | 0.08 | 0.15 | 0.0725 |
| 14 | 78 | 180 | 33 | -- | 97 | 0.50 | 0.98 | 0.13 | ---- | 0.5366 |
| 15 | 55 | 62 | 51 | 21 | 47 | 0.19 | 0.22 | 0.27 | 0.13 | 0.2025 |
| 16 | 85 | 88 | 215 | 61 | 112 | 0.32 | 0.47 | 1.22 | 0.34 | 0.5875 |
| 17 | 130 | 83 | 172 | 77 | 115 | 0.87 | 0.09 | 0.88 | 0.62 | 0.615 |
| 18 | 94 | 25 | 77 | 142 | 84 | 0.25 | 0.06 | 0.22 | 0.52 | 0.2625 |
| 19 | 120 | 108 | 116 | 93 | 109 | 0.48 | 0.64 | 0.63 | 0.64 | 0.5975 |
| 20 | 90 | 44 | 38 | 65 | 59 | 0.47 | 0.20 | 0.21 | 0.33 | 0.3025 |
| 21 | 50 | 117 | 130 | 41 | 84 | 0.26 | 0.76 | 0.77 | 0.30 | 0.5225 |
| 22 | 72 | 54 | 17 | 115 | 64 | 0.28 | 0.23 | 0.05 | 0.54 | 0.275 |
| 23 | --- | 21 | 9 | 30 | 15 | ---- | 0.09 | 0.04 | 0.12 | 0.0625 |
| 24 | --- | --- | --- | --- | --- | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- |
| 25 | 36 | 50 | 31 | 51 | 42 | 0.14 | 0.27 | 0.14 | 0.22 | 0.1925 |
| 26 | 87 | 26 | 41 | 73 | 67 | 0.64 | 0.17 | 0.49 | 0.63 | 0.3175 |
| 27 | 132 | 127 | 24 | 139 | 105 | 0.55 | 1.02 | 0.04 | 0.80 | 0.60 |
| 28 | 59 | 112 | 15 | 101 | 64 | 0.41 | 0.50 | 0.07 | 0.90 | 0.47 |

Cuadro de resultados obtenidos: Peso Húmedo y seco de plantas
 En el experimento efectuado para la obtención de Cepas Nativas
 de Rhizobium phaseoli

| Suelo No. | Peso húmedo de plantas (grs) | | | | | Peso seco de plantas (grs) | | | | |
|--------------|---------------------------------|------|-------|-------|-----------|-------------------------------|------|-------|-------|-----------|
| | R E P E T I C I O N | | | | | R E P E T I C I O N | | | | |
| | I | II | III | IV | \bar{X} | I | II | III | IV | \bar{X} |
| 1 | 21.5 | 20.6 | 28.5 | 25.2 | 23.9 | 2.45 | 2.35 | 3.25 | 2.87 | 2.73 |
| 2 | 19.5 | 20.2 | 26.0 | 28.6 | 23.6 | 2.30 | 2.97 | 3.26 | 2.97 | 2.70 |
| 3 | 23.5 | 23.2 | 28.5 | 23.9 | 24.8 | 2.68 | 2.65 | 3.25 | 2.73 | 2.82 |
| 4 | 14.3 | 16.5 | 17.0 | 18.2 | 16.5 | 1.63 | 1.88 | 1.94 | 2.07 | 1.83 |
| 5 | 22.3 | 23.4 | 20.5 | 20.2 | 21.6 | 2.63 | 2.34 | 2.30 | 2.54 | 2.50 |
| 6 | 18.7 | 24.3 | ----- | 16.5 | 19.8 | 2.13 | 2.77 | ----- | 1.88 | 2.30 |
| 7 | 29.4 | 25.0 | 28.2 | 26.5 | 27.3 | 3.35 | 2.85 | 3.22 | 3.82 | 3.11 |
| 8 | 24.0 | 24.8 | 29.5 | ----- | 26.1 | 2.74 | 2.83 | 3.37 | ----- | 3.00 |
| 9 | 18.5 | 17.5 | 23.5 | 21.5 | 20.2 | 2.11 | 1.79 | 2.68 | 2.45 | 2.30 |
| 10 | 29.0 | 23.5 | 24.2 | 26.3 | 25.7 | 3.31 | 2.76 | 3.00 | 2.68 | 2.90 |
| 11 | 25.0 | 26.0 | 32.5 | 27.5 | 27.7 | 2.85 | 2.97 | 3.71 | 3.14 | 3.20 |
| 12 | 25.1 | 19.5 | 25.8 | 32.0 | 25.6 | 2.86 | 2.94 | 2.22 | 3.65 | 2.90 |
| 13 | 16.2 | 14.2 | 18.2 | 14.6 | 15.8 | 1.85 | 1.62 | 2.07 | 1.65 | 1.80 |
| 14 | 28.4 | 36.0 | 36.2 | ----- | 33.5 | 3.24 | 4.11 | 4.13 | ----- | 3.82 |
| 15 | 19.4 | 20.2 | 22.4 | 19.6 | 20.4 | 2.21 | 2.30 | 2.55 | 2.23 | 2.32 |
| 16 | 23.7 | 26.3 | 25.0 | 27.2 | 25.5 | 2.70 | 3.00 | 2.85 | 3.10 | 2.91 |
| 17 | 32.5 | 30.0 | 25.6 | 32.6 | 30.2 | 3.71 | 3.71 | 3.42 | 2.92 | 3.44 |
| 18 | 25.2 | 25.5 | 30.2 | 29.3 | 27.5 | 2.87 | 2.91 | 3.45 | 3.38 | 3.14 |
| 19 | 23.9 | 20.3 | 23.6 | 23.5 | 22.8 | 2.73 | 2.69 | 2.68 | 2.60 | 2.60 |
| 20 | 18.5 | 16.3 | 18.0 | 25.4 | 19.5 | 2.11 | 1.86 | 2.05 | 2.90 | 2.23 |
| 21 | 22.3 | 27.2 | 27.8 | 19.5 | 24.5 | 2.54 | 3.10 | 3.17 | 2.22 | 2.75 |
| 22 | 20.2 | 24.6 | 23.6 | 32.5 | 25.2 | 2.31 | 2.81 | 2.69 | 3.71 | 2.90 |
| 23 | 17.5 | 20.6 | 18.5 | 19.6 | 19.5 | 2.35 | 2.11 | 2.23 | 1.99 | 2.20 |
| 24 | 18.5 | 14.8 | 15.5 | 14.5 | 16.3 | 2.11 | 1.77 | 1.65 | 1.19 | 1.80 |
| 25 | 15.5 | 21.0 | 24.3 | 18.5 | 19.8 | 1.78 | 2.39 | 2.77 | 2.11 | 2.30 |
| 26 | 16.5 | 21.0 | 18.0 | 22.5 | 19.5 | 1.88 | 2.39 | 2.05 | 2.57 | 2.22 |
| 27 | 20.0 | 22.5 | 26.5 | 25.0 | 23.5 | 2.30 | 2.57 | 3.02 | 2.85 | 2.70 |
| 28 | 16.7 | 15.4 | 18.4 | 18.6 | 17.3 | 2.21 | 1.75 | 2.10 | 2.12 | 2.04 |

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

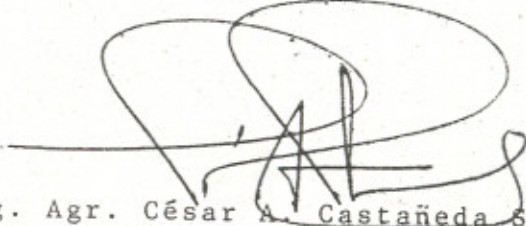
Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

I M P R I M A S E


Ing. Agr. César A. Castañeda S.
D E C A N O

