



BID



# PROCIANDINO

## IV CURSO CORTO MICROBIOLOGIA DE SUELOS EN LOS CULTIVOS DE SOYA Y MANI

PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION AGRICOLA PARA LA SUBREGION ANDINA

BOLIVIA COLOMBIA ECUADOR PERU VENEZUELA



IICA  
PROCIANDINO  
No. 28  
1989



CENTRO DE INFORMACION Y DOCUMENTACION  
" RODRIGO PEÑA "  
ICA - COLOMBIA



**PROGRAMA COOPERATIVO DE INVESTIGACION AGRICOLA  
PARA LA SUBREGION ANDINA  
P R O C I A N D I N O**

**IV CURSO CORTO  
MICROBIOLOGIA DE SUELOS EN LOS  
CULTIVOS DE SOYA Y MANI**

**Editor:**

**B. Ramakrishna**

**Tibaitatá, Colombia  
Diciembre, 1989**

This One



YDWG-5FL-K13Q

Programa Cooperativo de Investigación Agrícola  
para la Subregión Andina - PROCIANDINO  
Dirección Postal: Apartado 201-A  
Mariana de Jesús 147 y La Pradera  
Quito, Ecuador.

Edición: B. Ramakrishna

**CITACION**

IICA-BID-PROCIANDINO. 1989. IV Curso Corto. Microbiología de Suelos en los Cultivos de Soya y Maní. Ed. por B. Ramakrishna. Quito, Ecuador. PROCIANDINO. 84 p.

Bolivia/Colombia/Ecuador/Fijación de nitrógeno/Inoculantes/Maní/Perú/  
Red Rhizobiológica/Soya/Subregión Andina/Venezuela.

*IICA  
Prociandino  
Nº 28  
1989*

Este curso corresponde al Evento codificado como 3.1.3 en el Plan Trienal de las actividades técnicas del Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina (PROCIANDINO).

Fue organizado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), entidad responsable de ejecutar en Colombia las actividades planificadas por el IICA-BID-PROCIANDINO.

Coordinador local: Fernando Munévar M.  
Tibaitatá, Bogotá

Coordinador Internacional:  
Nelson Rivas Villamizar.





## TABLA DE CONTENIDO

		<u>Página</u>
<b>Presentación</b>	<b>Nelson Rivas V. IICA-PROCIANDINO</b>	i
<b>Introducción</b>	<b>B. Ramakrishna IICA-PROCIANDINO</b>	iii
<b>Valoración socioeconómica de la simbiosis leguminosa-Rhizobium: La Rhizobiología como un factor de la producción de granos comestibles y forrajes</b>	<b>Luis Ayala B. FONAIAP-Venezuela</b>	1
<b>Fijación de nitrógeno e inoculantes de la soya en Bolivia</b>	<b>Saúl López y Edilberto Jaramillo IBTA-Bolivia</b>	17
<b>Producción y utilización de inoculantes para leguminosas en Colombia</b>	<b>Fernando Munévar M. ICA-Colombia</b>	25
<b>El cultivo de soya en el Ecuador</b>	<b>Freddy Amores INIAP-Ecuador</b>	33
<b>Problemas y potencialidades de la utilización de inoculantes en el Perú</b>	<b>Américo Celada Juan Tejada INIAA-Perú</b>	37
<b>Situación actual de la investigación en rhizobiología de soya (<i>Glycine max</i> (L.) Merr. y mani (<i>Arachis hypogaea</i> L.) y el uso de inoculantes en Venezuela</b>	<b>Elena Mazzani Amalia Rincón FONAIAP-Venezuela</b>	45
<b>Proposición para desarrollar una red de generación y transferencia de tecnologías rhizobiológicas entre Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela</b>	<b>Luis B. Ayala B. Consultor PROCIANDINO</b>	59
<b>Lista de participantes</b>		61



## PRESENTACION

El Curso sobre Microbiología de Suelos en Soya y Maní, realizado en el marco del Subprograma Oleaginosas del PROCIANDINO, se orientó fundamentalmente a la evaluación de los aspectos agronómicos y agroeconómicos de la simbiosis productivo-Rhizobium, su interacción con el ambiente biótico y abiótico y con la producción de inoculantes.

En esta oportunidad, investigadores del Area Andina, conjuntamente con profesionales especializados en los temas del curso intercambiaron, en el aula, laboratorios y campos experimentales, experiencias y metodologías de investigación, producción y uso de inoculantes rizobiológicos, con un enfoque fortalecedor al fomento de la productividad de los cultivos de soya, maní y otros sistemas agropecuarios de los países, cuya contribución a la alimentación humana es relevante.

Por su parte, Colombia, país sede del Evento, a través del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), apoyó la organización del curso, cubriendo la logística y aportando valiosos recursos profesionales y de infraestructura para la ejecución del mismo.

Las Memorias que se están publicando, recogen los trabajos presentados por investigadores especialistas del área que actuaron como profesores. De igual manera, contienen las ponencias de los participantes de Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, con un diagnóstico nacional de la investigación, producción y uso de inoculantes y sus potencialidades, así como la situación de los respectivos cultivos.

Para enriquecer el documento y fortalecer la perspectiva de cooperación entre los países de la Subregión Andina, se incluye una propuesta para desarrollar una Red de Generación y Transferencia de Tecnología Rizobiológica, resultado de la Consultoría desarrollada por el Programa sobre este tema (Evento 2.3.10).

Como perspectiva del curso, se espera consolidar y hacer consistentes el intercambio de información, experiencias, germoplasma, investigación cooperativa, y otras acciones en los países tendentes a su fortalecimiento tecnológico y científico en el campo de la investigación, producción y uso de inoculantes rizobiológicos.

Nelson Rivas Villamizar  
DIRECTOR PROCIANDINO



## INTRODUCCION

Uno de los principales objetivos del PROCIANDINO es fortalecer las instituciones de investigación agrícola, basado en el intercambio de las experiencias y logros de los demás miembros del Convenio. El concepto de Economía de Escala, es decir, en nuestro caso, el país que tiene escasos recursos, incipiente infraestructura y/o menos avances científicos-tecnológicos, se beneficia recíprocamente de otros países aventajados, es el supuesto fundamental del Programa Cooperativo.

La transferencia de tecnología agrícola entre los países de la Subregión se puede visualizar, al menos, en base a tres preguntas: Qué se transfiere?, cómo se transfiere? y qué se recibe?. Esencialmente, la transferencia de tecnología significa transferir el conocimiento sobre una técnica. De acuerdo a la Real Academia Española de la Lengua, la técnica, por definición no es más que un conjunto de procedimientos y recursos de que se sirve una ciencia o un arte. El conocimiento técnico es lo que se transfiere a través de determinados canales y medios y, a su vez, un país recibe lo que según su criterio es prioritario y satisface sus necesidades.

Qué se transfiere?: El conocimiento básico, disciplinario, de los productos, métodos y técnicas de laboratorio y de campo, arreglos institucionales, estrategias exitosas, etc.

Cómo se transfiere?: Utiliza los canales y medios, tales como: contactos interpersonales, reuniones, cursos, seminarios, adiestramientos, consultorías, audiovisuales técnicos, etc.

Qué se recibe?: Es un proceso selectivo, especializado y relevante. Recibe la tecnología acorde con sus necesidades, prioridades y según su alcance de adopción o adaptación. Recibir también implica dar en reciprocidad.

Ahora bien, esta es la filosofía y orientación general de la transferencia de tecnología horizontal. Traducirla en la práctica en un área tan importante como la Microbiología es el reto de los investigadores, especialistas de transferencia y de las instituciones nacionales de investigación agrícola de los países de la Subregión.

Son notables los avances de los países en aspectos de rizobiología en los cultivos de soya y maní y los cultivos asociados con estos. Lo que nos debe interesar es la búsqueda y fomento de mecanismos ágiles de intercambio de esta tecnología.

Específicamente, se debe enfatizar en el intercambio de publicaciones; recuperación y difusión del inventario tecnológico sobre el tema; elaboración de un Directorio de investigadores en rizobiología; facilitar el intercambio de productos



fundamentalmente las cepas; y, finalmente, constituir un grupo informal activo en esta materia en la Subregión Andina para que inicie el trabajo de investigación y transferencia en esta disciplina. No se deben descartar, en estas acciones cooperativas, otras instituciones de investigación básica y aplicada de la Subregión, tanto del sector universitario, público, privado, como aquellas instituciones internacionales de investigación especializadas en dicho campo.

El potencial de transferencia horizontal en rizobiología es enorme y los países, sus investigadores y transferencistas tienen la ineludible tarea de organizarse y hacer realidad el intercambio tecnológico.

B. Ramakrishna  
Espec. Internacional en Transf. de Tecnología y Comunicación





**VALORACION SOCIOECONOMICA DE LA SIMBIOSIS LEGUMINOSA-RHIZOBIUM:  
LA RHIZOBIOLOGIA COMO UN FACTOR DE LA PRODUCCION  
DE GRANOS COMESTIBLES Y FORRAJES**

Luis B. Ayala B. \*

**GENERALIDADES**

La presión demográfica de las sociedades modernas plantea demandas crecientes de alimentos, difíciles de satisfacer por cuantiosas. Respecto a la fracción protéica de la demanda alimenticia, se puede subsidiar la producción agrícola con fertilizantes nitrogenados inorgánicos, como una estrategia tecnológica, para aumentar la producción de alimentos. Pero la crisis energética con la que se enfrenta la economía mundial actual, sitúa la producción industrial de fertilizantes nitrogenados, en el umbral de lo antieconómico. En consecuencia, las estrategias alternativas para producir proteínas, resultan revalidadas. Dentro de tales alternativas, la fijación biológica de Nitrógeno en la simbiosis leguminosa-Rhizobium, constituye una de las mejores opciones. En ella, la fijación del nutriente goza de amplia autonomía de ocurrencia y puede sustentar la producción de proteínas en cantidades económicamente importantes. No obstante, el potencial económico del sistema no se aprovecha apropiadamente tanto por carencia de la tecnología apropiada en algunos aspectos, como por deficiente aplicación de la oferta tecnológica disponible, particularmente respecto a los aspectos agronómicos. Existen posibilidades de que en el futuro se superen las dificultades señaladas y se aprovechen en su totalidad las ventajas económicas y agronómicas de la simbiosis leguminosa-Rhizobium. Tales posibilidades se basan en la oferta tecnológica disponible y en la factibilidad de producir a corto plazo, la correspondiente a los aspectos deficientes al momento.

**VENTAJAS SOCIOECONOMICAS DE LA SIMBIOSIS LEGUMINOSA-RHIZOBIUM**

La población mundial está creciendo en forma sostenida y acelerada, generando amplios sectores poblacionales que padecen de mal nutrición. En consecuencia, se plantea una demanda creciente de producción de alimentos. En escala nacional

\* FONAIAP, CENIAP, IIAG, Lab. Rhizobiología, Maracay, Venezuela.

existe un panorama semejante. A su vez, la demanda creciente de alimentos, plantea mayores dificultades respecto al suministro de la fracción protéica toda vez que la producción de alimentos energéticos, es relativamente más fácil (Dawson, 1972).

La mayor dificultad para producir alimentos protéicos respecto a la producción de alimentos energéticos, queda demostrada por el hecho de que durante los últimos 30 años, los rendimientos de las leguminosas de grano, excelentes productoras de proteínas, solo se han podido incrementar entre el 16 y el 21%; mientras que, durante el mismo lapso en los cultivos de cereales, se han logrado mejoras en los rendimientos, entre el 50 y el 75%. Adicionalmente, los bajos rendimientos típicos de los cultivos de leguminosas de grano, desestimulan el desarrollo de tales cultivos (App y Eaglesham, 1982). No obstante, la mayor dificultad para producir alimentos protéicos, los cultivos leguminosos de granos comestibles, son más eficientes productores de aminoácidos y proteínas, que los cultivos no leguminosos y que los animales. En consecuencia, las leguminosas de grano pueden ayudar significativamente a resolver el problema del suministro de alimentos protéicos, para una población humana en expansión (Dawson, 1972). En tal sentido, la deficiencia de algunos aminoácidos esenciales, típica de las proteínas de las leguminosas (Norman, 1982), puede superarse exitosamente, complementando las proteínas de leguminosas con cereales ricos en los aminoácidos deficientes en las proteínas de las leguminosas (Legg et al., 1971). Respecto a la potencialidad de los granos leguminosos comestibles, como una alternativa importante para suplir las grandes demandas mundiales de alimentos protéicos, debe considerarse la ventaja adicional correspondiente al suministro de Nitrógeno atmosférico, vía fijación simbiótica, para producción de las proteínas de las leguminosas (Dawson, 1972). Al respecto, cobra particular significado el bajo costo de la proteína producida.

De hecho, las leguminosas tienen una importante participación en la economía mundial de alimentos. En 1982 las exportaciones combinadas de granos leguminosos y sus correspondientes tortas, de Africa, América Latina, cercano y lejano Oriente y China, sumaron más de 1.800.000 toneladas métricas. Tales exportaciones denotan la importancia de las leguminosas de grano. En relación a las leguminosas forrajeras, al estilo de lo que acontece en Australia, las leguminosas pueden jugar un importante papel en la producción pecuaria (Norman, 1982).

Los beneficios derivados de la fijación simbiótica de Nitrógeno en la producción de leguminosas de granos comestibles y forrajeras, incluyen la reducción de los costos de producción, el aumento de los rendimientos y mejoras en el contenido de proteínas de las cosechas (Dawson, 1972). En términos del aumento del contenido de proteína derivado de la inoculación de los cultivos leguminosos y la correspondiente fijación simbiótica del Nitrógeno atmosférico, el contenido de proteína cruda por

hectárea por año, puede ser 3 ó 4 veces superior al incremento alcanzado en la producción de cereales (Ratner et al., 1979).

La magnitud de los beneficios que pueden derivarse de la fijación simbiótica de Nitrógeno en los cultivos leguminosos, pone de relieve la conveniencia de la utilización agronómica del sistema simbiótico de las leguminosas con bacterias del género Rhizobium, en la máxima extensión e intensidad posibles. Las condiciones actuales de alto costo y déficit de la energía, reiteran la conveniencia de una mayor y mejor utilización agronómica de la fijación simbiótica de Nitrógeno por los cultivos leguminosos (Hubell, 1977).

### IMPORTANCIA AGRONOMICA DE LA SIMBIOSIS LEGUMINOSA-RHIZOBIUM

La molécula de Nitrógeno elemental posee un bajo orden de reactividad, por lo que es sumamente estable y de difícil combinación con otros elementos (Carnahan y Castle, 1963). No obstante, el 98% del Nitrógeno de la corteza terrestre está inmovilizado químicamente en diferentes tipos de rocas, materiales orgánicos y seres vivos. Mientras que solo el 2% restante, permanece como Nitrógeno atmosférico elemental (Vincent, 1972). Dado que ninguna de las formas de Nitrógeno mencionadas es asimilable, se estima que solo lo es el 0.0007%, producto de la solubilización de formas minerales insolubles, de la mineralización de formas orgánicas (Legg et al., 1971) y de la fijación biológica (Vincent, 1972).

El Nitrógeno constituye aproximadamente el 2% del peso seco de una planta (Collins y Morris, 1942), mientras que el carbono integra el 40%. En base a una fijación fotosintética de carbono, del orden 200.000 toneladas métricas anuales, los requerimientos anuales de Nitrógeno asimilable para incorporarse a la biomasa vegetal, mediante inmovilización biológica, son del orden de 10.000 toneladas métricas (Beevers y Hageman, 1948). Dada la limitada disponibilidad de formas asimilables de Nitrógeno en la naturaleza (Vincent, 1972), ocurren graves y frecuentes deficiencias en el suministro de Nitrógeno asimilable, para satisfacer la demanda biológica del nutriente. Tratándose de un elemento esencial (Lapinskes, 1973; Date, 1970), su deficiencia se refleja en retraso del crecimiento de la planta sometida a la deficiencia (Futral, 1952). Adicionalmente, la planta deficiente en Nitrógeno, desarrolla clorosis, coloración rojiza en el tallo y cuando se trata de una leguminosa, no desarrolla nódulos en la raíz, o solo desarrolla pocos nódulos que no fijan Nitrógeno (Burrherth y Collins, 1941).

Respecto a los requerimientos de Nitrógeno, las leguminosas son particularmente exigentes, habiéndose determinado que la extracción de Nitrógeno por diferentes cultivos leguminosos,

oscila entre 95 y 310 kg del nutriente por hectárea por ciclo de producción (Fried Broeshart, 1967). Pese a los altos requerimientos de Nitrógeno de los cultivos leguminosos, estos crecen con bastante autonomía respecto a la capacidad del suelo para suministrar Nitrógeno asimilable. La autonomía del crecimiento de las leguminosas respecto a la capacidad de suministro de Nitrógeno del suelo, se origina en la capacidad de las leguminosas para satisfacer sus requerimientos de Nitrógeno, con el nitrógeno elemental atmosférico, mediante la fijación biológica del nutriente en la asociación simbiótica de la leguminosa con bacterias del género Rhizobium (Nutman, 1971). Las plantas no leguminosas y las leguminosas cuando no se asocian simbióticamente con Rhizobium, inmovilizan biológicamente el Nitrógeno, mediante la absorción de Nitrato y la reducción asimilatoria de este desarrollando formas amoniacales por acción del sistema enzimático Nitrato Reductasa. Cuando la planta absorbe formas amoniacales de Nitrógeno, aquellas son asimiladas sin participación de Nitrato Reductasa. La reducción de Nitrato es energéticamente costosa dado que la reducción de cada molécula de Nitrato, requiere un aporte de 8 electrones los cuales son donados por la respiración de sustrato de carbono, glicolíticamente. Alternativamente, en la naturaleza es posible la fijación biológica de Nitrógeno atmosférico elemental, mediante el sistema enzimático Nitrogenasa (Beevers y Hageman, 1969). El proceso incluye la reducción del Nitrógeno elemental con producción de Amonio e Hidroxylamina como primeros productos orgánicos sintetizados a base del Nitrógeno elemental (Wilson y Burris, 1953), es decir, de la fijación biológica de Nitrógeno. Se estima que la fijación biológica de Nitrógeno en la naturaleza aporta aproximadamente la mitad del total del Nitrógeno asimilado (Council for Ag. Sci. Tec., 1976). Tal apreciación denota la importancia de los procesos de fijación biológica de Nitrógeno para la vida en la tierra, la cual se sustenta básicamente en dos procesos de reducción biológica: el del Bióxido de Carbono mediante la fotosíntesis y el del Nitrógeno elemental, mediante la fijación biológica.

En la naturaleza son relativamente pocas las especies que poseen el sistema enzimático Nitrogenasa y, por lo tanto, la capacidad de asimilar biológicamente Nitrógeno atmosférico elemental (Carnaham y Castle, 1963). Las especies que fijan biológicamente Nitrógeno elemental, incluyen bacterias de vida libre (Schank et al., 1977; Lindstrom et al., 1951), bacterias asociadas a la raíz de plantas superiores (Alexander, 1967) y bacterias y otros tipos de microorganismos, asociados simbióticamente con plantas superiores (Dawson, 1970). La fijación biológica de Nitrógeno por organismos de vida libre y de tipo asociativo, tiene poca significación práctica y agronómica, dados los escasos aportes de Nitrógeno asimilable al suelo, propios de tales sistemas (Mishustin, 1972). Mientras que la fijación simbiótica particularmente la correspondiente a la asociación de las leguminosas con Rhizobium, es significativamente más efectiva y comprende un mayor potencial agronómico, económico y ecológico (Carnham y Castle, 1963;

Mishustin, 1972; Nutman, 1971).

El potencial agroeconómico de la fijación simbiótica de las leguminosas con Rhizobium y, por lo tanto, de los cultivos leguminosos, se origina en la producción de proteína barata en cantidades económicamente significativas para la producción de cosechas (Dawson, 1970; Nutman, 1971). Aunque no se ha dilucidado satisfactoriamente si desde el punto de vista energético, la fijación catalítica es más conveniente que la fijación biológica para obtener Nitrógeno asimilable (Skimer, 1976), la posibilidad de fijar Nitrógeno biológicamente sin la drasticidad de las condiciones requeridas para la fijación catalítica (Carnaham y Castle, 1963) y el suministro de la energía requerida mediante la fotosíntesis del hospedero, denotan las ventajas de la fijación simbiótica de Nitrógeno. En consecuencia, la simbiosis leguminosa-Rhizobium, no solamente es tal vez el más importante entre los sistemas biológicos fijadores de Nitrógeno (Nutman, 1971), sino que posee significativas ventajas agroeconómicas y sociológicas, derivadas de su potencial para producir proteínas baratas, con economía de fertilizantes nitrogenados. En tal sentido, es obvio el significativo aporte que ofrece el sistema, para resolver el actual déficit de alimentos.

Pese a que en el pasado se subestimó el potencial de la simbiosis leguminosa-Rhizobium, para aportar Nitrógeno asimilable en la producción de cosechas (Date, 1973), actualmente se sabe que los requerimientos de Nitrógeno de los cultivos leguminosos, pueden satisfacerse mejor, mediante la fijación simbiótica, que mediante la aplicación de altas dosis de fertilizantes nitrogenados inorgánicos (Lapinskas, 1973). Es decir, que la fijación simbiótica de Nitrógeno en los cultivos leguminosos, puede aportar cantidades significativas del nutriente para la producción de cosechas (Ratner et al., 1979). Mientras que el bajo costo de la inoculación, aún en el evento de que aquella resultara innecesaria, es inferior al riesgo de no inocular, cuando es necesario.

#### INTERACCION ENTRE LA FIJACION SIMBIOTICA DE NITROGENO POR LAS LEGUMINOSAS Y LA PRODUCCION DE PROTEINAS

Las leguminosas juegan un papel fundamental en la producción agrícola por su habilidad para fijar Nitrógeno atmosférico en combinación con tipos apropiados de bacterias del género Rhizobium (Date, 1970). Tal significación se origina en los aportes de las leguminosas cultivadas para ayudar a resolver el problema de suministro de proteínas para la alimentación, mediante la producción de granos comestibles, la producción de forrajes para la producción pecuaria y el mejoramiento de la calidad agronómica de los suelos cultivados con leguminosas (Dawson, 1970).

Los granos leguminosos generalmente contienen del 17 al 40% de proteína. Al respecto, la mayor limitante de los granos leguminosos como fuente de proteínas, la constituye la deficiencia típica de aminoácidos esenciales sulfurados. No obstante, tal limitación puede superarse combinando las proteínas de leguminosas con una fuente apropiada de los aminoácidos deficitarios. En relación a los forrajes leguminosos, contienen de 5.6 a 35% de proteína, lo que refleja una calidad nutricional claramente superior a la de los forrajes gramíneos, cuyo contenido protéico está alrededor del 7.7%. Adicionalmente, la proteína de los forrajes leguminosos es tan digestible como la de los forrajes gramíneos. En consecuencia, debido al mayor contenido proteínico de las leguminosas, la proteína digestible por unidad de pasto consumido, es mayor cuando se consumen forrajes leguminosos (Norman, 1982). Tales apreciaciones denotan las ventajas de las leguminosas como fuente de proteína para la alimentación humana y para la producción pecuaria.

Los rendimientos de los cultivos leguminosos, en general pueden mejorarse cuantitativa y cualitativamente, mediante la apropiada inoculación (Dawson, 1970). Particularmente, en zonas dedicadas a la producción de leguminosas, donde no exista el simbiote apropiado. Al respecto, las leguminosas en algunos casos no requieren inoculación, mientras que en otros sí. Los inoculantes generalmente no son requeridos cuando las leguminosas nodulan y fijan Nitrógeno espontáneamente (Diatloff y Hutton, 1977). En general, cuando se dispone de buenas condiciones climáticas, especies leguminosas cultivadas adaptadas, disponibilidad de tipos efectivos del simbiote, pero suelos pobres, la fertilización con fósforo, potasio y eventualmente otro u otros nutrientes deficitarios y la inoculación, pueden convertir zonas marginales para la agricultura, en productoras. En tales casos, la fijación simbiótica de Nitrógeno promovida a base de inoculaciones, constituye la principal fuente de suministro de Nitrógeno para la producción de cosechas (Luiz, 1971).

#### INFLUENCIA DEL CULTIVO DE LAS LEGUMINOSAS EN LA CALIDAD AGRONÓMICA DE LOS SUELOS

El cultivo de las leguminosas conserva y mejora las características agronómicas de los suelos. En términos de las relaciones suelo-agua se destacan los hechos relativos a que las leguminosas aumentan la infiltración del agua en el suelo, reducen la escorrentía superficial y aumentan la capacidad de retención de agua. Es decir, que son efectivas conservadoras de la humedad del suelo. En relación a las interacciones suelo-planta, las leguminosas mejoran y estabilizan la estructura del suelo, procesos que resultan muy beneficiosos dado que se

la cual la fertilidad del suelo se beneficia, como resultado del cultivo de leguminosas y de su asociación simbiótica con Rhizobium. Así mismo, el mecanismo descrito posee una potencialidad considerable para la producción forrajera.

#### FACTORES REGULADORES DE LA SIMBIOSIS LEGUMINOSA-RHIZOBIUM

La fijación simbiótica de Nitrógeno por las leguminosas, conlleva evidentes consecuencias positivas desde los puntos de vista ecológico, biológico y económico, las cuales destacan la importancia de los mecanismos de la fijación en sí y de los beneficios que de ella pueden derivarse (Carnaham y Castle, 1963). No obstante, dada la inestabilidad propia de su carácter biológico y de la complejidad del sistema simbiótico fijador de Nitrógeno, su ocurrencia está regulada por una amplia gama de factores. En consecuencia, los beneficios esperados de una efectiva fijación simbiótica en un cultivo leguminoso, solamente son posibles cuando concurren todos los factores reguladores oportunamente en las intensidades más deseables.

El rango de factores reguladores del sistema simbiótico leguminosa-Rhizobium y de su aprovechamiento, es tan amplio que incluye factores socioeconómicos totalmente exógenos al sistema en sí, como la crisis energética de 1970. Hasta esa fecha, pocos laboratorios se dedicaban a la experimentación relativa a la fijación simbiótica. Se consideraba que el suministro de Nitrógeno a los cultivos, mediante fertilizantes inorgánicos, particularmente amoniacales, era suficientemente barato. En consecuencia, los avances en la comprensión del sistema simbiótico requeridos para el diseño de técnicas y el aprovechamiento agronómico de la simbiosis, no se produjeron. En tal estado de cosas, después de 1970, al estallar la crisis energética mundial, se revalidan la fijación simbiótica de Nitrógeno por las leguminosas y su aprovechamiento agronómico (App y Eablesam, 1982). Pero las deficiencias en la oferta tecnológica imperantes, restringen considerablemente el aprovechamiento deseado. Los eventos comentados, denotan que los criterios sociológicamente vigentes hasta 1970, respecto a la disponibilidad mundial de energía derivada de combustibles fósiles, se constituyeron en reguladores del aprovechamiento agronómico de la simbiosis leguminosa-Rhizobium, después de la fecha señalada.

Intrinsecamente, la fijación simbiótica de nitrógeno por las leguminosas está sujeta a variaciones reguladas por factores ambientales, nutricionales, genéticos y de las interacciones hospedero-simbionte. Tales regulaciones controlan la cantidad de Nitrógeno fijado y, en consecuencia, la efectividad de la simbiosis y los beneficios agronómicos que de ella se derivan (Nutman, 1971; Date, 1970).

reflejan positivamente en la retención de agua y la aireación del suelo. Adicionalmente, diversos aspectos de la fertilidad del suelo experimentan influencias positivas derivadas del cultivo de las leguminosas y de fijación simbiótica de Nitrógeno (Dawson, 1970).

En referencia a los impactos positivos del cultivo de las leguminosas sobre la fertilidad del suelo, al reducirse la escorrentia y la percolación del agua en el suelo, se reducen las pérdidas de nutrientes por lavado superficial y por lixiviación. Así mismo, la fijación biológica del Nitrógeno atmosférico, comprende la incorporación de Nitrógeno inorgánico no asimilable, al protoplasma de las leguminosas, lo que constituye una ganancia de Nitrógeno combinado en el suelo, no susceptible de perderse por escorrentia o lixiviación (Date, 1973), pero fácilmente convertible en soluble, mediante procesos de mineralización. Las raíces y otros residuos de los cultivos leguminosos, constituyen una forma generalizada del referido tipo de aporte de Nitrógeno orgánico al suelo (Schroder y Hinson, 1974). En tal sentido, el suelo aumenta su contenido de Nitrógeno a expensas del atmosférico mediante la fijación simbiótica en los cultivos leguminosos, la mineralización del Nitrógeno orgánico, aumenta la disponibilidad del nutriente en el suelo (Dawson, 1970) y un cultivo posterior al de las leguminosas, puede beneficiarse del Nitrógeno inicialmente fijado por la asociación simbiótica (Subba Rao, 1976).

La rotación de cultivos incluyendo leguminosas, se ha practicado desde la antigüedad, pero no fue sino hasta la primera mitad del siglo pasado, cuando Boussingault, estableció que la fijación simbiótica del Nitrógeno atmosférico, es la causa de los beneficios derivados del cultivo de las leguminosas en rotación con cultivos no leguminosos (Borris, 1974). La asimilación de Nitrógeno atmosférico, suple los requerimientos de la leguminosa y los efectos residuales del Nitrógeno atmosférico asimilado, benefician otros cultivos posteriores. En este sentido, como el Nitrógeno fijado simbióticamente es transformado a formas orgánicas, sujetas a escasas pérdidas, resulta más efectivo que cantidades equivalentes de fertilizantes inorgánicos (Date, 1970).

Desde hace aproximadamente medio siglo, se ha señalado que cuando las leguminosas crecen en condiciones de reducida intensidad lumínica, exudan parte del Nitrógeno fijado simbióticamente hacia el suelo. Paralelamente, se ha señalado que varias gramíneas forrajeras aumentan considerablemente su producción, cuando son cultivadas en asociación con especies leguminosas. La emisión de parte del Nitrógeno fijado simbióticamente por la leguminosa hacia el suelo (Wilson y Wiss, 1938; Walker *et al.*, 1954) y la ulterior absorción y asimilación por parte de la gramínea del Nitrógeno asimilable emitido hacia el suelo, serían las causas del incremento de la producción de la gramínea, por el solo hecho de cultivares en asociación con una leguminosa. Tal mecanismo constituye una forma adicional mediante



Respecto a las influencias ambientales, la intensidad de la actividad fijadora es variable mediante patrones que reflejan los ciclos estacionales y el diurno (Larve *et al.*, 1976; Futral, 1952) y se reduce drásticamente en condiciones de sequía o de altas temperaturas (Ratner *et al.*, 1979). En relación a las leguminosas de grano, de ciclo generalmente corto, se reduce la influencia estacional en las variaciones de la intensidad de la actividad fijadora, constituyéndose el hospedero, los factores edáficos y la temperatura en los principales reguladores. Respecto a las leguminosas forrajeras, de ciclo de producción generalmente largo, los factores ambientales, particularmente las variaciones climáticas de tipo estacional, cobran importancia como reguladoras de la actividad fijadora de Nitrógeno (Burton, 1976).

En relación a la regulación mediante factores nutricionales, destaca la reducción de la actividad fijadora, cuando el Nitrógeno disponible en el medio de enraizamiento de la leguminosa es abundante (Date, 1970) o cuando la actividad fotosintética del hospedero se reduce. A su vez, la reducción de la fotosíntesis del hospedero, puede reflejar estados patológicos o deficiencias lumínicas, de agua o nutricionales.

En términos de las interacciones hospedero simbiote como reguladores de la actividad fijadora de Nitrógeno, se ha detectado una amplia gama de influencias. En tal sentido, existen grandes variaciones entre diferentes combinaciones hospedero-simbiote, respecto a la habilidad para nodular la raíz del hospedero y para fijar simbióticamente Nitrógeno (Nambiar *et al.*, 1982). En tal sentido, el hospedero influye en la iniciación, el desarrollo y el funcionamiento de los nódulos. En consecuencia, juega un papel determinante en el funcionamiento apropiado de la simbiosis y de su efectividad, en condiciones de campo (Graham, 1982). Mientras que el simbiote ejerce la regulación de la actividad fijadora, mediante mecanismos de supervivencia en el suelo (Am. Soybean Asoc., 1973), de compatibilidad con el hospedero (Vincent, 1971), de colonización de su raíz y de efectividad o eficiencia fijadora (Am. Soybean Asoc., 1973).

En adición a la nodulación de la raíz del hospedero y a la efectividad de la función fijadora, los factores reguladores de la eficiencia de la inoculación de los cultivos leguminosos, incluyen el número de células viables del simbiote por cada semilla del hospedero sembrada, el contacto de las células del simbiote con fertilizantes inorgánicos y la sobrevivencia del inóculo en el suelo y sobre las semillas del hospedero inoculadas (Am. Soybean Asoc., 1973). Tales factores operativos de la inoculación de las leguminosas, mediante diversos mecanismos, particularmente de sobrevivencia del simbiote, son determinadas de la efectividad de la inoculación, desde el punto de vista del hecho físico de establecimiento de la simbiosis y la nodulación del hospedero.

La complejidad del sistema simbiótico de las leguminosas con Rhizobium y la amplia gama de influencias reguladoras de la ocurrencia del proceso fijador, denotan que a los fines de obtener suficiente intensidad de la fijación biológica de Nitrógeno, para derivar los beneficios agronómicos y económicos esperados, se requiere de esfuerzos integrados de rizobiólogos, geneticistas y agrónomos (Burton, 1976). En tal sentido, la acción coordinada de los sectores señalados, posibilita que los diversos y complejos condicionantes para una efectiva fijación, sean adecuadamente satisfechos. Así mismo, sin perjuicio de los avances alcanzados en la interpretación y la tecnología de la simbiosis y de la inoculación de las leguminosas, es muy conveniente mantener e intensificar programas experimentales para dilucidar aspectos genéticos, fisiológicos y ambientales que regulan el establecimiento de la asociación simbiótica, la nodulación del hospedero y la intensidad de la función fijadora (Nutman, 1971). La anterior apreciación es particularmente importante a la luz del alto costo y largo plazo de la experimentación relativa a la fijación simbiótica de Nitrógeno, de la potencialidad agroeconómica del proceso y del lamentable retraso en la producción de tecnología para la inoculación de cultivos leguminosos, sufrido hasta 1974 (App y Eaglesham, 1982).

Después de 1974, se han iniciado importantes programas orientados a mejorar los rendimientos y bajar los costos de los cultivos leguminosos, mediante la fijación simbiótica de Nitrógeno y el uso de inoculantes rhizobianos (App y Eaglesham, 1982). Adicionalmente, la producción y uso de inoculantes para cultivos leguminosos, ha sido exitosa en Argentina, Brasil, Chile, Perú y Uruguay (Bhatthyany, 1971). En Venezuela, tales avances no se han consolidado. Aparentemente, el fácil acceso a fertilizantes nitrogenados de producción nacional, está relacionado con el retraso en la adaptación y aplicación de la tecnología de las inoculaciones, a nuestros cultivos leguminosos. En el ámbito internacional, se ha producido sustanciales avances en la interpretación del sistema simbiótico, de sus mecanismos, de la especificidad hospedero-simbionte, de la interacción entre la fotosíntesis del hospedero y la fijación simbiótica de Nitrógeno y de los métodos para la selección de cepas superiores del simbiote (Child, 1976). Tales avances indudablemente que son conducentes a la emisión de tecnologías más efectivas, relativas a inoculantes e inoculación de leguminosas.

#### EVALUACION DE LAS LIMITACIONES Y EL POTENCIAL DE LA SIMBIOSIS LEGUMINOSAS-RHIZOBIUM

La complejidad de la asociación simbiótica leguminosa-Rhizobium, plantea una amplia gama de aspectos relativos a las relaciones hospedero-simbionte y a la fisiología del simbiote y

de la asociación simbiótica (Larve *et al*, 1976), cuyo estudio aportaría criterios para mejorar el manejo de las inoculaciones de los cultivos leguminosos. En tal sentido, la inoculación del simbiote para mejorar la calidad y la cuantía de las cosechas, se sustentaría cada vez más en el uso de tipos superiores del simbiote, en la adecuada determinación de las condiciones en las cuales se requiere inocular y en el conocimiento de los factores reguladores de la nodulación y de la actividad fijadora (Dawson, 1970).

Al estilo de lo que acontece en Australia respecto a la inoculación de leguminosas forrajeras, la nutrición mineral deficitaria y el manejo inadecuado de los cultivos leguminosos, parecen limitar seriamente los rendimientos de los cultivos inoculados, los cuales no se corresponden con la capacidad productiva de los genotipos utilizados. En tales circunstancias, los rendimientos de los cultivos leguminosos, producidos a base de inoculantes como fuente del suministro de Nitrógeno, pueden ser sensiblemente inferiores a los rendimientos obtenidos a base de fertilizantes nitrogenados (Norman, 1982). Al respecto, se conoce la capacidad de la fijación simbiótica de Nitrógeno por las leguminosas, para suplir el nutriente en cantidades suficientes para la producción de cosechas, comparables a las obtenidas, con altas dosis de fertilizantes nitrogenados (Lapinskas, 1973). En consecuencia, los bajos rendimientos de algunos cultivos leguminosos inoculados, probablemente son causados por las limitaciones nutricionales y de manejo de tales cultivos, al restringir la actividad fijadora. De tal suerte que existe la posibilidad de remover las limitaciones que restringen la fijación de Nitrógeno en los cultivos leguminosos y aumentar los rendimientos basados en fijación simbiótica como fuente de suministro de Nitrógeno, haciéndolos comparables a los obtenidos a base de fertilizantes nitrogenados. Los conocimientos necesarios para identificar las causas de los bajos rendimientos en algunos cultivos leguminosos inoculados y la remoción de tales causas, si ello resultara económicamente deseable y técnicamente posible, solo podrán generarse mediante adecuados programas de experimentación.

En relación a la problemática reciente de la inoculación de los cultivos leguminosos, destacan las fallas de los inóculos para competir y dominar las poblaciones de Rhizobium preexistentes en los suelos tradicionalmente dedicadas a la producción de cultivos leguminosos. Mientras que, en nuevas áreas incorporadas a la producción de cultivos leguminosos, los inóculos introducidos deben superar las limitaciones edáficas, climáticas y de la comunidad biológica de los suelos, para establecer la asociación simbiótica deseada (Burton, 1982).

Hacia el futuro, se espera un mejor aprovechamiento de las bondades agronómicas y económicas de la fijación simbiótica de Nitrógeno por las leguminosas (Child, 1976). Los avances de la tecnología para la inoculación de los cultivos leguminosos durante los últimos cien años, son considerables. Se han enfocado

problemas relativos a la especificidad del simbiote y al rango de compatibilidad de hospederos, habiéndose resuelto tales aspectos respecto a leguminosas de climas templados y tropicales. El simbiote puede cultivarse con obtención de densidades poblacionales suficientes para la adecuada supervivencia en diversas condiciones de producción y manejo de inoculantes e inoculaciones. Respecto a la producción de inoculantes, aunque las turbas continúan siendo el medio de soporte mecánico preferido, se han logrado algunas formulaciones a base de carbón y materiales orgánicos en descomposición, muy promisorios para regiones en que no existe un suministro adecuado de turbas. Adicionalmente, se han realizado avances en los procedimientos para la esterilización y acondicionamiento de los soportes mecánicos de los inóculos y uso de soportes artificiales.

Habida cuenta de los avances logrados en aspectos básicos y aplicados de la fijación simbiótica de Nitrógeno y de los inoculantes e inoculación de los cultivos leguminosos, asumiendo que se implanten adecuados controles de calidad, es de esperarse que la inoculación de los cultivos leguminosos se aplique como un procedimiento rutinario y que sea cada vez más exitosa. Tales apreciaciones son particularmente importantes respecto a la introducción de especies leguminosas y a la incorporación de nuevas áreas, propias de la expansión de los programas de producción de cultivos leguminosos (Burton, 1982).

El potencial agronómico de las leguminosas respecto a la producción de cosechas y a sus múltiples influencias en los sistemas agrícolas, no se utiliza apropiadamente. En adición a la necesidad de programas de experimentación para definir y estimular la utilización agronómica de la simbiosis leguminosa-Rhizobium, existen factores que restringen la utilización de la oferta tecnológica actual respecto a la inoculación de las leguminosas. Al respecto, es notable la urgente necesidad de adecuados programas de entrenamiento. Así mismo, se requiere un ordenamiento para los aspectos que requieren ser estudiados y resueltos, según las necesidades actuales de los programas de producción agrícola, respecto a cultivos leguminosos. En el mismo orden de ideas, la intercomunicación entre productores agrícolas y los investigadores dedicados a la simbiosis y a los cultivos leguminosos, es pobre y no promueve una adecuada transferencia de tecnología ni selección de tópicos de estudio. La cooperación interdisciplinaria es escasa, lo que interfiere con enfoques globales como es deseable (Freire, 1981).

#### BIBLIOGRAFIA

1. DAWSON ROY, C. 1970. Potential for increasing protein production by legume inoculation. Plant and soil. 32:655-673.

2. APP, A. and EAGLESHAM, A. 1982. Biological nitrogen fixation problems and potential. In: Graham, P.H. and Harris S.C. 1982. Biological nitrogen fixation technology for tropical agriculture. CIAT. Cali, Colombia.
3. NORMAN, J. T. 1982. A role for legumes in tropical agriculture. In: Graham P.H. and Harris S.C. 1982. Biological nitrogen fixation technology for tropical agriculture. CIAT. Cali, Colombia.
4. RATNER, E.T. et al. 1979. Some characteristics of symbiotic nitrogen fixation yield, protein and oil accumulation in irrigated peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Plant and soil.* 51:373-386.
5. HUBBELL, D.H. 1977. Plant roots and biological nitrogen fixation. *Proc. Soil. Crop. Soc. Fla.* 36:37-40.
6. CARNAHAM, J.E. and CASTLE, J.E. 1963. Nitrogen fixation. *Ann. Rev. of Plant Physiol.* 14:125-136.
7. VINCENT, J.M. 1972. Nitrogen from microbes: Farrer memorial oration. 1972. *J. Austral Inst. Agr. Sci.* P:236-249.
8. LEGG, J.O., STANFORD, G. and DEMAR, W.H. 1971. Incorporation of <sup>15</sup>N-Tagged mineral nitrogen into stable forms of soil organic nitrogen. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* 35:273-276.
9. COLLINS, E.R. and MORRIS, H. D. 1942. Soil fertility studies with peanuts. *North Carolina Agr. Exp. Sta. Bull.* 330.
10. BEEVERS, L. and HAGEMAN, R.H. 1969. Nitrate reduction in higher plants. *Ann Rev. of Plant Physiol.* 20:495-522.
11. FUTRAL, J.G. 1952. Peanut fertilizer and amendments for Georgia. *Ga. Agr. Exp. Sta. Bull.* 275.
12. BURRHART, L. and COLLINS, E.R. 1941. Mineral nutrient in peanut plant growth. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 6:272-280.
13. FRIED BROESHART. 1967. *The soil plant system.* Academy Press. N.Y. and London. p.358.
14. NUTMAN, P.S. 1971. Genetics of legume nodulation. *As leguminosas na agricultura tropical.* Inst. Pesquisas Agropecuarias do centro sul. Brasil.
15. WILSON, P.W. and BURRIS, R.H. 1953. Biological nitrogen fixation. *Area appraisal.* *Ann. Rev. Microbiol.* 7:415-

16. COUNCIL FOR AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY. 1976. Worldwide nitrogen fixation estimated. Chem. Egr. News. 54:34.
17. SCHANK, S.C., DAY, J.M. and DE LUCAS, E.F. 1977. Nitrogenase activity, nitrogen content in vitro digestibility and yield of 30 tropical forrage grasses in Brazil. Trop. Agric. 54:119-125.
18. LINDSTROM, E.S., LEWIS, S.M. and PINSKY, M.J. 1951. Nitrogen fixation and hydrogenase in various bacterial species. J. Bacteriol. 61:481-487.
19. ALEXANDER, M. 1967. Introduction to soil microbiology. John Willey and sons. Inc. N.Y.
20. MISHUSTIN, E.N. 1972. Nitrogen in nature and soil fertility. Akao naur SSSR. IZV. Ser. Biol. 3:5-22.
21. NUTMAN, P.S. 1971. Perspectives in biological nitrogen fixation. Sci. Prog. 59:55-74.
22. SKIMER, K.J. 1976. Nitrogen fixation. Chem. and Egr. News. 54: 22-35.
23. DATE, R.A. 1973. Nitrogen, a major limitation in the productivity of natural communities, crop and pastures in the pacific area. Soil Biol. Biochem. 5:5-18.
24. LAPINSKAS, E.B. 1973. Effectiveness of strains of bean nodule nitrogen content of soil. Microbiol. 42:104-108.
25. DATE, R.A. 1970. Microbiological problems in the inoculation and nodulation of legumes. Plant and soil. 32:703-725.
26. DIATLOFF, A. and HUTTON, d.g. 1977. Legume inoculation. QLD. Agr. J. 103-144.
27. LUIZ, m.m. de FREITAS. 1971. Adubacao de leguminosas tropicals as leguminosas na agricultura tropical. Inst. de Pesquisas Agropecuarias do Centro Sul. Brasil.
28. SCHRODER, V.N. and HINSON, K. 1974. Soil nitrogen from soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). Soil crop Sci. Soc. Fla. Proc. 34: 101-103.
29. SUBBA RAO, N.S. 1976. Nitrogen gains by legumes and residual nitrogen left behind in the soil through rhizobium application. IND. J. Genet. Plant. Breed. 35:236-238.
30. BORRIS, R.H. 1974. Biological nitrogen fixation 1924-1974. Plant Physiol. 54:443-449.

31. WILSON, P.W. and WISS, O. 1938. Mixed cropping and excretion of nitrogen by leguminous plants. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 2:289-297.
32. WALKER, T.W., OCHRISTON, H.D. and ADAMS, A.F.F. 1954. The nitrogen economy of grass legume associations. J. British Grassland Soc. 9:249-274.
33. BURTON, J.C. 1976. Advances in rhizobium specificity and its significance to forrage legume breeding. Proc. Soc. Pasture Forrage Crop Improv. Conf. 32:57-67.
34. NAMBIAR, P.T.C. et al. 1982. Manipulation of nodulation in groundnut, In: Graham P.H. and S.C. Narris. 1982. Biological nitrogen fixation technology for tropical agriculture. CIAT. Cali, Colombia.
35. GRAHAM, P.N. 1982. Plant factors affecting symbiotic nitrogen fixation in legumes. In: Graham, P.H. and S.C. Harris. 1982. Biological nitrogen fixation technology for tropical agriculture. CIAT. Cali, Colombia.
36. AMERICAN SOYBEAN ASSOC. HUDSON, I.A. USA. 1973. Inoculation - worth or not?. Soybean dig. 34:10-12.
37. VINCENT, J.M. 1971. The legume symbiosis. As leguminosas na agricultura tropical. Inst. de Pesquisas Agropecuarias do Centro Sul. Brasil.
38. BATHYANY, C. 1971. Evolución de la producción de inoculantes y de la inoculación de leguminosas en América Latina. As leguminosas na agricultura tropical. Instituto de Pesquisas Agropecuarias do Centro Sul. Brasil.
39. CHILD, J.J. 1976. New developments in nitrogen fixation research Bio. Sci. 26:614-617.
40. LARUE, T.A., KURZ, W.G.W. and CHILD, J.J. 1976. Asymbiotic nitrogen fixation by rhizobium spp. Proc. World Soybean Res. Conf.: 164-169.
41. BURTON, J.C. 1982. Modern concepts in legume inoculation. In: Graham, P.H. and Harris S.C. 1982. Biological nitrogen fixation technology for tropical agriculture. CIAT. Cali, Colombia.
42. FREIRE, J.J.R. 1981. The rhizobium-leguminosae symbiosis in Latin America workshop on nitrogen cycling in ecosystems in Latin America and the Carribean. Cali, Colombia.





## FIJACION DE NITROGENO E INOCULANTES DE LA SOYA EN BOLIVIA

Saúl López y Edilberto Jaramillo \*

### INTRODUCCION

El cultivo de la soya en Bolivia reviste fundamental importancia económica y social, por el uso en la industria aceitera y sus derivados.

Este cultivo ocupa a decenas de miles de familias que generan en un estimado de 39.600.000 dólares americanos con una producción estimada de 165.000 TM, en una superficie aproximada de 66.000 hectáreas en dos cultivos al año: uno en verano y otro en invierno.

El Departamento de Santa Cruz cultiva el 90% de la superficie total y el 10% restante produce el Gran Chaco, Departamento de Tarija.

#### Santa Cruz

La soya es el segundo cultivo industrial de importancia después de la caña de azúcar con 59.400 hectáreas.

La soya se cultiva en el área integrada de Santa Cruz desde las latitudes Sur 16,4 a 18,5 , que corresponden a las localidades de Litoral Norte y Mora al Sur, respectivamente.

La producción depende un 67.1% de los colonos Menonitas, 20% de productores nacionales y 12.3% de colonos Japoneses. El cultivo de la soya en Santa Cruz es principalmente de verano, pero debido a las condiciones climáticas favorables, es posible cultivar en invierno alrededor de 18.000 hectáreas que cumplen los siguientes objetivos:

---

\* Técnicos Proyecto Oleaginosas Gran Chaco, IBTA.  
Apartado Aéreo 1158 Tarija, Bolivia.

- Producción de semilla fresca para la siembra de verano y grano para la industria de aceite.
- Diversificación de cultivos que implica mejor aprovechamiento de terrenos y maquinaria agrícola.
- Rotación de cultivos después de arroz, maíz y algodón, que permite la cobertura del suelo, control de malezas, contrarrestar la incidencia de plagas y enfermedades; además de la incorporación de residuos de soya, constituye una fuente de nitrógeno para cultivo de verano subsiguiente.

**Cuadro 1. Condiciones ecológicas de la Estación Experimental de Saavedra-CIAT en verano de octubre a marzo.**

---

**Saavedra - EEAS - CIAT - Santa Cruz - Bolivia**

---

Latitud Sur	17 14
Temperatura mínima	20,4 C
Temperatura óptima	26,0 C
Temperatura máxima	30,7 C
Temperatura suelo	27,2 C
Precipitación pluvial	873 mm
Suelos: de todo tipo	
pH: 5,4 - 7,0	
Fotoperiodo 11,0 - 13,30	

---

Entre los factores limitantes para la producción de soya en el área integrada de Santa Cruz se puede mencionar lo siguiente:

**Zona Norte**

- Excesiva precipitación pluvial durante el ciclo del cultivo (50 - 70%)
- Deficiencia de drenajes (canales)
- Problemas de compactación de suelos
- Problemas de malezas

**Zona Sur**

- Falta de humedad algunos años
- Compactación de suelos (excesivo uso de maquinaria)

- Erosión eólica (falta cortina rompe viento)

### Variedades cultivadas

Las variedades cultivadas en el área integrada de Santa Cruz fueron introducidas de EMBRAPA - Brasil por el CIAT y las más promisorias son: Duko, Paranaoiana, Cristalina, UFU-1 y IAC-8.

### FIJACION DEL NITROGENO ATMOSFERICO

En el CIAT, el Programa de Rhizobiología viene trabajando desde el año 1985, luego de la organización de un Convenio Interinstitucional mediante el cual el CIAT y la Universidad se comprometen a optimizar las ventajas de la fijación del nitrógeno atmosférico de la simbiosis de bacterias del género Rhizobium y leguminosas. Actualmente, se produce inoculante en forma experimental para los diferentes ensayos y de acuerdo a solicitud de agricultores o técnicos interesados en divulgar la práctica de inoculación, para esto se tiene un cepario completo organizado principalmente con cepas llegadas del Brasil (IPAGRO-MIRCEN), Colombia (CIAT) y USA.

De los ensayos de selección de cepas en soya, realizados en la Estación Experimental Agrícola de Saavedra y campos de agricultores en las distintas zonas soyeras del departamento, se obtuvieron incrementos diferentes en el rendimiento de grano que van de 12 a 40, según la variedad, la campaña agrícola y el inoculante, habiéndose conseguido mejores resultados con los inoculantes de producción local, que superan inclusive a un tratamiento fertilizado con urea (90 kg/ha).

En la campaña de invierno/86, se tuvo un incremento de 72% en rendimiento de grano con la variedad Doko y un inoculante de producción propio fabricado con la cepa 5019 proveniente de Brasil, que supera muy significativamente las expectativas en cuanto al aumento de producción que se venía considerando a un promedio máximo de 30% en las zonas soyeras de Santa Cruz \*.

### Tarija

En la zona del Gran Chaco se cultivan aproximadamente 6.000 hectáreas por gestión agrícola; esta superficie tiende a incrementarse por la ampliación de la frontera agrícola promocionada por la Cámara Agropecuaria de Tarija, Cooperativa Integral Gran Chaco, CODETAR y FAC-IBTA Villa Montes.

---

\* Fuente: CIAT - Santa Cruz, Bolivia.

El Gran Chaco tiene un potencial de 200.000 ha para el cultivo de soya. En la actualidad, la producción está en mano de los agricultores nacionales.

Cuadro 2. Condiciones ecológicas de la Estación Experimental Agrícola Gran Chaco-IBTA-YACUIBA-Bolivia en verano de octubre a marzo.

---

**E.E. Gran Chaco - IBTA**

---

Paralelo 21 57 Latitud Sur y 63 30 latitud oeste  
Temperatura mínima 21,0 C  
Temperatura óptima 26,7 C  
Temperatura máxima 31,2 C  
Temperatura suelo 28,3 C  
Precipitación pluvial 900 mm  
Suelos: franco-franco arcillosos a franco arenosos  
pH: 6,0 a 6,2  
Fotoperíodo: 1 - 12,20  
Altitud: 600 msnm  
Materia orgánica: 3,4 a 5,6%  
Suelos: clase I - II capacidad de uso

---

Entre los factores limitantes para la producción de soya en el área del Gran Chaco se puede mencionar lo siguiente

**Zona Sur**

- Deficiencia de drenajes
- Vientos fuertes del Sur
- Compactación de los suelos
- Malezas

**Zona Centro**

- Precipitación pluvial excesiva en el periodo juvenil del cultivo
- Problemas de compactación de suelos por el uso inadecuado de maquinaria
- Malezas
- Deficiencia de drenajes

### Zona Norte

- Falta de humedad
- Compactación de suelos
- Erosión eólica
- Malezas

### Variedades cultivadas

Las variedades cultivadas en la zona del Gran Chaco fueron introducidas de EMBRAPA-Brasil por el Centro de Investigación Agrícola Tropical - CIAT y dotadas a la E.E.A. Gran Chaco - IBTA, para su evaluación y difusión a los agricultores, las variedades promisorias son las siguientes: Doko, UFV-1, Paranagoiana, Cristalina y IAC-8.

### Fijación de nitrógeno atmosférico

En el IBTA, el Programa Nacional de Rhizobiología cuenta con un laboratorio experimental en Tarija. La Oficina Regional del IBTA, está comenzando a trabajar en la recolección de cepas silvestres e introducidas del Brasil, Argentina, USA y Paraguay en los cultivos de leguminosas su identificación de las mismas para entrar en la fase de producción de inoculantes.

El Proyecto Oleaginosas Gran Chaco IBTA - Yacuiba cuenta en la actualidad con un laboratorio dotado por el Convenio IBTA-BID, para la producción de inoculantes y mantener un banco de germoplasma para atender la demanda de inoculantes en el Sur del país; de esta manera se evitará la dependencia de los inoculantes importados.

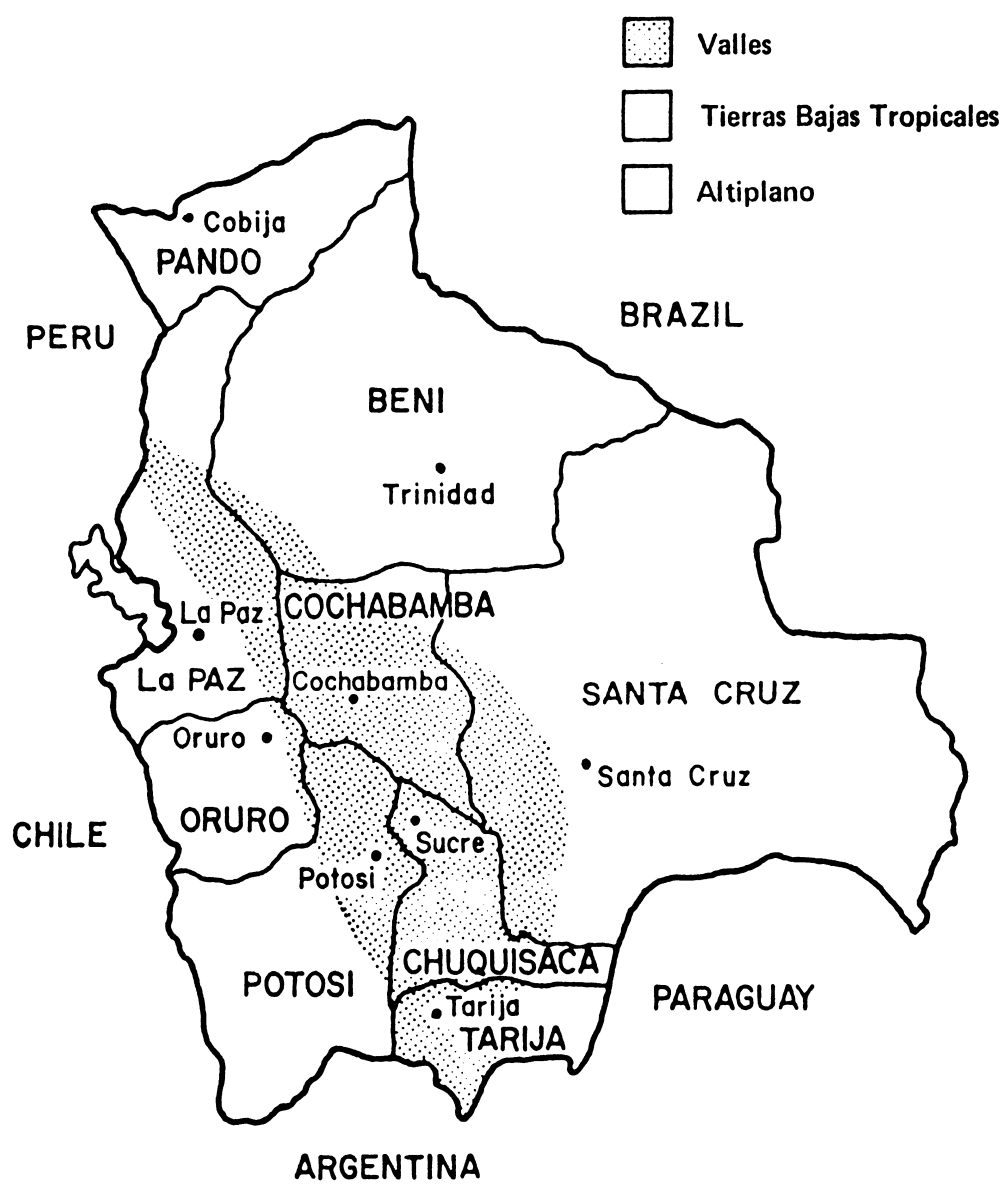
Para este fin se hará un diagnóstico de prospección y finalmente la elaboración de un proyecto bajo el asesoramiento de un Consultor Internacional apoyado por PROCINDINO.

### USO DE INOCULANTES EN EL PAIS

En la zona integrada de Santa Cruz se usa inoculante producido por el CIAT, la Universidad y COGPAI. La producción local no cubre la demanda regional; este déficit cubre el inoculante importado del Brasil y USA; la dosis recomendada por la Cámara de Agricultores del Oriente (CAO) es de 200 gramos de producto comercial por hectárea con un costo de 2.0 dólares americanos.

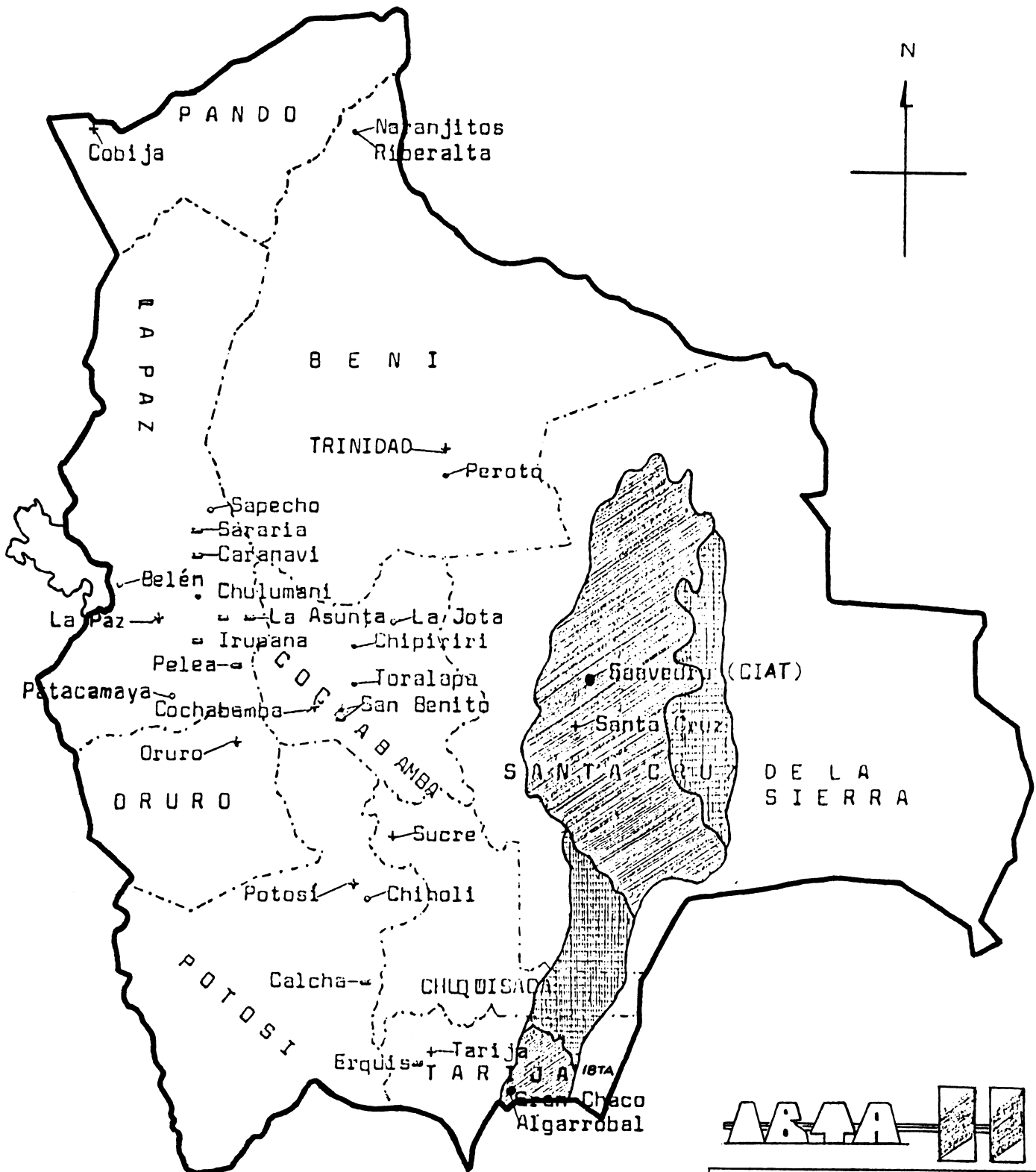
En el Gran Chaco se usa inoculante importado de Brasil; la dosis recomendada por el IBTA es de 250 gramos de producto comercial por hectárea. En el país no se usan fertilizantes en el cultivo de soya por no tener una respuesta significativa.

# B O L I V I A



DISTRIBUCION GEOGRAFICA DEL CULTIVO DE LA SOYA EN

BOLIVIA



REFERENCIAS

- + : CAPITAL DE DEPARTAMENTO
- o : ESTACION EXPERIMENTAL
- : VIVERO EXPERIMENTAL
- ▨ : ZONAS REALES DE CULTIVO SOYA
- ▨ (dotted) : ZONAS POTENCIALES DE CULTIVO SOYA
- .- : LIMITE DEPARTAMENTAL
- : LIMITE INTERNACIONAL

UBICACION GEOGRAFICA DE EST. EXP. Y VIVEROS EXPERIMENTALES

Esc: 1:600.000 YAC. Feb. 86



# PRODUCCION Y UTILIZACION DE INOCULANTES PARA LEGUMINOSAS EN COLOMBIA

Fernando Munévar M. \*

## INTRODUCCION

El presente escrito tiene por objeto suministrar una información general sobre la demanda potencial de inoculantes para las distintas especies de leguminosas que se cultivan en Colombia y la producción y el consumo actual de inoculantes. También se comenta sobre la instalación y funcionamiento de una planta piloto de inoculantes y su contribución como estrategia de transferencia de tecnología.

## LEGUMINOSAS DE MAYOR IMPORTANCIA

No existen en el país estudios cuantitativos sobre la demanda de inoculantes para leguminosas, por lo cual en el momento solo es posible estimar de manera especulativa la posible demanda bajo ciertos supuestos.

El área sembrada en el país en las diferentes leguminosas es una información básica para estimar la demanda de inoculantes. Esta información se consigna en la Tabla 1.

Tabla 1. Área sembrada con las principales leguminosas de importancia económica en Colombia.

Espece	Área aproximada de siembra (miles de ha/año)
Soya	60.0
Frijol	110.0
Tréboles	80.0
Kudzú (en palma africana)	56.0
Caupi	2.5
Maní	2.2

\* Director División Disciplinas Agrícolas, Tibaitatá, ICA, Colombia.

Además de las especies de leguminosas incluidas en la Tabla 1, hay otras especies importantes en diferentes regiones, pero para ellas no hay una cuantificación aproximada del área sembrada, por diferentes razones. En la Tabla 2, se presenta una lista de tales especies.

Tabla 2. Otras leguminosas de importancia en Colombia, según su uso.

Para grano	Para forraje	Para abono verde
Arveja	Stylosanthes (Capica)	Crotalaria
Haba	Desmodium	Canavalia
Lenteja	Centrosema (Vichada)	
Garbanzo	Leucaena	
	Alfalfa	

En base al área sembrada y a las tasas de inoculación recomendables, se puede hacer un estimativo inicial de los requerimientos de inoculante.

Además de la información cuantitativa antes mencionada, debe considerarse otro tipo de información cualitativa que permite valorar la demanda por los inoculantes. Este tipo de información incluye:

- a) El conocimiento que se tenga sobre la probabilidad de respuesta de una especie determinada en las diferentes zonas de cultivo.
- b) El conocimiento que tengan los agricultores sobre la tecnología de inoculación y sobre la disponibilidad del producto para su uso.
- c) Las solicitudes de inoculantes que haya recibido la planta piloto en el pasado para una determinada especie.
- d) La disponibilidad de resultados de investigación que permitan identificar cepas efectivas y como consecuencia den bases para promocionar el uso de inoculantes en una especie determinada.
- e) El nivel tecnológico general del cultivo y el nivel sociocultural de los productores, etc.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, se

comenta a continuación en forma un poco especulativa, pero con base en lo conocido, sobre la posible demanda de inoculantes para las especies de mayor importancia en el futuro inmediato.

## 1. Soya

Con fines de estimar la demanda de inoculantes en este cultivo, debe tenerse en cuenta que hasta el momento los resultados de investigación muestran prácticamente una ausencia total de respuesta a la inoculación en la principal zona productora del país como es el Valle del Cauca. Por el contrario,

en las zonas productoras de los Llanos Orientales y los departamentos de Tolima y Huila, se han encontrado respuestas muy notorias a la inoculación, con ventajas económicas de gran magnitud en comparación con la fertilización nitrogenada. En ambas regiones, pero especialmente en los Llanos Orientales, el área sembrada ha venido aumentando en forma apreciable en los últimos años (50 ha en 1984, 600 ha en 1985, 2.600 ha en 1986 y 7.000 ha en 1987).

Se ha estimado por parte de los gremios de productores que para 1988 el área sembrada con soya en los Llanos Orientales puede sobrepasar las 10.000 ha. Si se asume, por otra parte, que en 1988 no se presente ningún cambio apreciable en área sembrada en el Tolima y el Huila, con respecto al año anterior, se podría asumir un área de siembra de 5.000 ha para el presente año. En consecuencia, el área total que podría requerir inoculante sería de 15.000 hectáreas. Por el conocimiento que se tiene sobre la evolución de la demanda, podría asumirse que cerca del 65% del área utilizaría la tecnología de inoculación (9.800 ha), lo cual generaría una demanda de cerca de 5 toneladas de inoculante para 1988.

Es difícil anticipar cuál puede ser la tendencia de la demanda por inoculante para este cultivo a más largo plazo. Por una parte, debe tenerse en cuenta que el crecimiento del área sembrada dependerá altamente de las políticas gubernamentales que afecten el mercadeo de la soya. Si estas son favorables para el agricultor, todo parece indicar que habrá un crecimiento importante en los Llanos Orientales y que no sería difícil llegar a un área sembrada de 30.000 ha en el término de 10 años o menos. Sin embargo, esta expectativa debe tomarse con cautela en lo que tiene que ver con la demanda por inoculantes, pues en el momento no se conoce si la respuesta a la inoculación (esto es, la necesidad de inocular) disminuya con el tiempo en los suelos que se siembren repetidamente con este cultivo, utilizando semilla inoculada. Solamente unos estudios sobre la dinámica de las poblaciones de la bacteria en el suelo pueden dar luces sobre este interrogante.

El reciente plan de fomento de la soya que ha elaborado el Gobierno nacional puede tener una incidencia importante en la

demanda por inoculantes. Este plan al ponerse en práctica aumentaría el área sembrada en suelos donde se requiere inoculación y, por tanto, la demanda de inoculantes de manera apreciable.

## 2. Kudzú

La demanda de inoculante para esta especie proviene principalmente de los productores de palma africana que utilizan esta planta como cobertura. También hay alguna demanda aunque de menor magnitud para kudzú como forraje.

Con base en la demanda de inoculante que se tuvo para esta leguminosa en 1987, y a la difusión que han tenido los resultados de investigación, puede esperarse un crecimiento futuro de la demanda.

Con respecto a esta especie, se considera muy importante acelerar la investigación que se está adelantando con el fin de poder llevar a cabo demostraciones a los cultivadores de palma africana para estimular el uso de tecnología de inoculación en los próximos años.

## 3. Forrajeras tropicales

Para este tipo de especies se presentó alguna demanda en 1987, principalmente para satisfacer las necesidades de los programas de transferencia de tecnología del CIAT. Esta entidad ha manifestado interés para la adquisición de 500 kg de inoculante en 1988, con iguales fines. Se estima que como resultado de la transferencia de tecnología se podría presentar alguna demanda directa de ganaderos de los Llanos Orientales, pero de todas formas modesta.

A largo plazo, se estima que pueda presentarse una demanda grande de inoculante para estas leguminosas si se tiene en cuenta las grandes extensiones de los Llanos Orientales potencialmente utilizables en praderas mejoradas que incluyan leguminosas.

## 4. Otras especies

Las otras especies incluidas en las tablas 1 y 2, aunque tienen mucha importancia económica actual o potencial para el país, no se considera que vayan a generar una demanda importante por inoculantes en los próximos años. Para la mayoría de ellas, no se cuenta con suficientes resultados de investigación que indiquen con alguna certeza la necesidad de inocular, esto es, la respuesta al uso de inoculante y, por tanto, no hay suficientes bases actualmente para promover la utilización de inoculantes.

## 5. Demanda total

Con base en lo anterior, se estima que al adelantar algunas acciones de promoción, en 1988 y 1989, se podría tener una demanda total de inoculantes entre 5.6 y 7.0 toneladas, más la demanda que genere el plan de fomento en la soya.

### PRODUCCION NACIONAL DE INOCULANTES E IMPORTACIONES

En la actualidad, solo se producen inoculantes para distribución a los agricultores en una planta piloto que el ICA instaló en 1986. El CIAT está en capacidad de producir pequeñas cantidades, y lo ha venido haciendo a través de los años, pero para satisfacer sus propias necesidades de investigación y transferencia de tecnología. En 1988 (enero a octubre) se produjeron aproximadamente 3.5 toneladas de inoculante, de ellas 2.5 se destinaron para la soya. Esta producción fue inferior a la demanda.

A pesar de que uno de los objetivos de la planta piloto del ICA ha sido estimular la iniciación de una producción nacional por el sector privado, en forma concreta no se cuenta actualmente con ningún productor, ni se prevé que esto ocurra pronto.

En cuanto a la importación de inoculantes al país, debe tenerse en cuenta que desde el punto de vista puramente técnico es recomendable evitar la importación de estos productos, ante la dificultad de que reunan las condiciones necesarias para satisfacer nuestras necesidades.

Lo antes expuesto indica que en los próximos años es muy probable que el ICA continúe siendo el único productor nacional de inoculantes, a pesar de que por diversas razones se considera deseable que esta actividad la desarrolle el sector privado o una entidad de fomento.

### LA PLANTA PILOTO DE INOCULANTES COMO ESTRATEGIA DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

Desde aproximadamente 1975, el ICA identificó la necesidad de contar en el país con una producción nacional de inoculantes para leguminosas que fuera satisfactoria para nuestras necesidades. Desde esta fecha, y por un lapso aproximado de 10 años, se trató de motivar al sector privado para que iniciara la producción comercial de inoculantes sin que se lograra tal motivación, posiblemente porque los productores potenciales consideraron poco rentable dicha actividad al estimar la demanda

por estos productos como muy baja para una operación comercial. Al no estar los inoculantes disponibles para los agricultores, el Instituto consideró que no era pertinente hacer difusión de la tecnología y, por lo mismo, no se generó demanda por los inoculantes. Ante esta situación, se consideró necesario iniciar la producción de inoculantes por parte del Estado (ICA), de tal manera que sin entrar en juego la rentabilidad de la operación se hicieran disponibles los inoculantes para poder iniciar una importante actividad en transferencia de tecnología y que luego de la adopción de la misma se generara una demanda.

Con base en lo anterior, el Instituto con apoyo de la FAO instaló en Tibaitatá una UPIL o planta piloto. El montaje se terminó a finales de 1986, permitiendo una operación normal a partir de 1987.

Los objetivos que tiene la planta piloto son los siguientes:

- a. Ampliar la capacidad del ICA para producir inoculantes con fines de transferencia de tecnología e investigación.
- b. Suministrar inoculantes en pequeñas cantidades a agricultores y ganaderos que los demanden como consecuencia de la transferencia de tecnología adelantada.
- c. Servir de modelo (en pequeña escala) para que los interesados del sector privado en la producción comercial de inoculantes puedan observar el proceso y tomar información básica para planear el establecimiento de operaciones comerciales.
- d. Servir de lugar de entrenamiento para personal profesional y de apoyo que requiera capacitación para trabajar en investigación sobre inoculantes o en producción comercial de estos insumos.
- e. Hacer una investigación de ajuste sobre tecnologías alternativas de producción de inoculantes.

Al establecer la UPIL y al determinar sus expectativas técnicas, se tuvo presente que no se pretendía lograr un nivel de producción que fuera suficiente para satisfacer la demanda nacional de inoculantes en un momento determinado.

Se estima que en gran parte el éxito de la planta piloto ha radicado en el hecho de estar ligada a un programa de investigación que ha identificado cepas efectivas para las diferentes zonas productoras, mediante redes de experimentos de campo, en fincas de agricultores y centros experimentales. Por otra parte, en la planta se hacen verificaciones periódicas y ajustes en los procedimientos de producción para aumentar la calidad de los inoculantes, la eficiencia del proceso y reducir los costos.

Se ha logrado además entrenar a un número importante de personas a nivel profesional y asistencial para esta actividad.

### PROYECCIONES

Los requerimientos de aceites y proteínas de origen nacional en Colombia son amplios y tendría por lo tanto un impacto económico apreciable la substitución de las importaciones que se hacen de estos productos actualmente.

Los planes gubernamentales actuales tienen la intención de fomentar la producción nacional de oleaginosas (soya) y de carne, lo cual hace pensar que se requerirá en el futuro un suministro creciente de inoculantes.





## EL CULTIVO DE SOYA EN EL ECUADOR

Freddy Amores \*

En el Ecuador la soya comenzó a adquirir importancia como cultivo agro-industrial a comienzos de la década del 70. En el periodo 1969-1986, el rendimiento promedio por hectárea pasó de un valor inicial de 1.054 kg a un valor final de 1.827 kg, representando un sustancial incremento de la productividad en el que ha tenido mucho que ver la tecnología generada por el INIAP para el manejo del cultivo.

En 1987 la superficie cosechada fue de 66.057 ha, con una producción de 118.974 toneladas y un rendimiento promedio de 1.800 kg/ha. De dicha superficie más de 40.000 ha se sembraron en la parte alta de la Cuenca del Guayas y el resto en la parte baja de la misma. Con excepción de un mínimo porcentaje (2%), toda la superficie soyera se halla en la Provincia de Los Ríos, en la Región Litoral o Costa.

La soya es un cultivo que se viene sembrando en rotación con maíz y arroz; estos últimos se cultivan durante la época lluviosa que comprende el periodo diciembre-abril. Luego de la cosecha se prepara el terreno para sembrar la soya aprovechando la humedad almacenada en el suelo al final del periodo de lluvias. Sin embargo, unas 10.000 ha de toda la suya cultivada en la parte alta de la Cuenca del Guayas, se siembra al inicio de la época lluviosa, aprovechando las buenas condiciones de drenaje en los suelos de la zona. Aunque en esta época el "sellamiento" del suelo producido por efecto de las lluvias de gran intensidad, dificulta la emergencia de las plántulas obligando muchas veces a la resiembra total.

En general, toda la soya se siembra con materiales mejorados obtenidos por el INIAP. Actualmente se encuentran en distribución las variedades INIAP-302 e INIAP-303 de buen potencial de rendimiento, aunque con baja altura de carga que dificulta la cosecha directa mediante combinadas. Próximamente se pondrá en distribución la variedad INIAP-304 con una mayor altura de carga.

Las variedades en distribución tienen susceptibilidad al virus del mosaico, principalmente con las siembras en la época seca. Por el contrario, las siembras en el periodo de lluvias favorecen la incidencia de hongos como Cercospora kikuchi que afectan el rendimiento y calidad de la semilla. Existe la presencia de malezas -problema de importancia en el cultivo- como

---

\* Jefe del Dpto. de Suelos de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP, Quevedo, Ecuador.

son Rottboella exaltata y Euphorbia heterophylla cuyo control encarece significativamente los costos de producción, particularmente la última que ha sido la causa para que se desista de sembrar soya en campos que están altamente infestados.

### Uso de inoculante

El uso de inoculantes, como práctica para favorecer la nodulación e incrementar el rendimiento en soya mediante la fijación simbiótica de N, está bastante difundido, principalmente entre los agricultores sojeros de la parte alta de la Cuenca del Guayas. Sin embargo, todavía existe cierto grado de desconocimiento sobre el manejo más adecuado de este insumo para maximizar su beneficio.

Una apreciable superficie de los suelos sembrados con soya poseen niveles insuficientes de P, lo que sin duda representa una limitación importante de la nodulación y fijación de N tal como se ha comprobado en estudios locales. Las siembras tardías en la época seca también constituye otro factor limitante, por falta de suficiente humedad.

El país no produce inoculantes para soya. Los que están disponibles provienen principalmente de Estados Unidos y Argentina, entre ellos el más conocido es el "Nitragin". A veces se producen fracasos que arrojan dudas sobre la efectividad de tales inoculantes, los que en ocasiones se deterioran por malas condiciones de almacenamiento. No se realiza ningún control de calidad del inoculante importado.

### Trabajos de Rhizobiología en soya

En el Ecuador la investigación en el campo de la Rhizobiología se halla en sus fases iniciales. Las primeras actividades se iniciaron a comienzos de la década de los 80 en la Estación Experimental "Santa Catalina" (Quito) del INIAP. El mayor énfasis se ha puesto sobre leguminosas de grano y forrajeras de la Región Interandina. Inclusive, en 1986 se inició en pequeña escala la producción de inoculantes para leguminosas forrajeras de clima templado.

Con relación a soya, se han adelantado trabajos con el fin de formar una colección de cepas específicas para este cultivo. A partir de allí, se ha comenzado una fase de evaluación de cepas en base a su eficiencia simbiótica para fijar N, con las variedades comerciales de soya en el país. Tales trabajos vienen siendo conducidos por el Departamento de Suelos de la Estación Experimental Tropical "Pichilingue" (ubicada en la parte alta de la Cuenca del río Guayas), con el soporte técnico del Dpto. de Fitopatología de la Estación Experimental "Santa Catalina", pioneros en este tipo de trabajos dentro del INIAP. En este

proceso se está formando un profesional quien en el futuro podría liderar dicha área de investigación en la Costa.

Futuros trabajos incluyen la identificación de cepas nativas, evaluación de cepas en suelos con niveles insuficientes de P, así como caracterización de líneas promisorias de soya en función de su habilidad para establecer una simbiosis eficiente con diferentes cepas de R. japonicum.

#### BIBLIOGRAFIA

1. INIAP. Breve análisis y evaluación de perspectivas de investigación de los cultivos de ajonjolí, girasol, maní y soya. Estación Experimental "Boliche". Programa de Oleaginosas de Ciclo Corto. Guayaquil, Ecuador, 5 p. Mecanografiado.
2. INIAP. Informe sobre el estado actual de la Rhizobiología en el Ecuador. Estación Experimental "Santa Catalina". Quito, Ecuador, 5 p.
3. INIAP. Informe Técnico 1987. Estación Experimental "Pichilingue", Dpto. de Suelos y Fertilizantes. Quevedo, Ecuador, 28 p.



## PROBLEMAS Y POTENCIALIDADES DE LA UTILIZACION DE INOCULANTES EN EL PERU

Américo Celada B. \*  
Juan Tejada R. \*\*

### INTRODUCCION

La producción de soya, Glycine max, continúa su expansión a través del mundo y en especial en los países del Trópico, debido a su gran demanda como fuente de aceite y proteína de buena calidad en el uso alimenticio para el hombre, y pasta de soya para fines pecuarios: aves, cerdos, bovinos y otros.

El Perú está ubicado en la parte Central y Occidental de América del Sur. El área soyera está situada en la Costa Tropical Seca, que corresponde a los Departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y, en menor proporción, los departamentos de Cajamarca y Amazonas.

En los últimos años, el área cultivada es de aproximadamente 2.500 ha, con una producción promedio de 1.500 kg/ha, ubicándose el mayor hectareaje en el Departamento de Tumbes. La producción de soya en el Perú es insignificante con relación a la demanda, por lo que anualmente, se importa alrededor de 100.000 toneladas métricas.

Para aumentar las áreas soyeras es necesario afrontar una serie de limitaciones tales como: comercialización, inoculación, semillas, entre otras.

El presente informe permite visualizar los problemas y potencialidades en la utilización de inoculantes, así como algunos avances en investigación realizados sobre este tema en la Costa Tropical del Perú.

---

\* Ing. Agr. Estación Experimental Vista Florida-INIAA, Lambayeque, Perú.

\*\* Ing. Agr. Estación Experimental del Chira-INIAA, Piura, Perú.

## PROBLEMATICA EN LA UTILIZACION DE INOCULANTES

La utilización de inoculantes en Perú país, hasta hace tres años, estaba vinculada a la importación del producto comercial "Nitrogen-S" con resultados positivos en la nodulación y fijación de nitrógeno. Posteriormente, al suprimirse la importación de este producto, los agricultores sojeros han tenido que afrontar la escasez de este insumo, lo que ha generado baja producción y disminución de las áreas de cultivo. Aún más, el agricultor con el afán de aumentar la producción recurre a los abonos sintéticos elevando así los costos de producción. Esta realidad, muchas veces, lo inclina a sustituir el cultivo de la soya por otro económicamente rentable.

Entre otros aspectos de la problemática podemos mencionar que existen casas comerciales del sector privado que intentan producir inoculantes, pero que al ser probados en condiciones de campo, los resultados son negativos.

Es evidente que se necesita mayor investigación en la utilización de inoculantes por el mismo hecho que existen una serie de factores bióticos y abióticos que pueden favorecer o limitar el funcionamiento de los inoculantes.

La comercialización de la soya, influye indirectamente en la utilización de inoculantes, puesto que al ser compleja y al haber precio bajo del producto, el agricultor deja de sembrar este cultivo.

Es necesario también un programa de producción y certificación de semilla de soya.

## POTENCIALIDADES EN LA UTILIZACION DE INOCULANTES

En el Perú existen profesionales (Ingenieros Agrónomos, Biólogos) que tienen conocimientos sobre algunas técnicas de inoculación y su importancia con la capacidad de transferir al agricultor estos conceptos. Este personal presta servicios y está ubicado en las estaciones experimentales del INIAA y en algunas universidades ubicadas en el área de influencia sojera.

Existen también áreas de terreno y condiciones ecológicas favorecidas por la irrigación de Toechos y San Lorenzo en el Departamento de Tiura, y Tinajones en el Departamento de Lambayeque.

El agricultor sojero muestra interés en utilizar inoculantes para el incremento de sus cosechas.

## ALGUNOS AVANCES EN INVESTIGACION CON INOCULANTES EN SOYA

Estación Experimental Vista Florida-Lambayeque, Perú

La Estación Experimental Zonal de Vista Florida está ubicada en la Costa Tropical seca a 6 44' de latitud sur, 78 40' de longitud oeste y 37 msnm. Presenta un clima desértico tropical caracterizado por una temperatura media anual de 22 C, humedad relativa 65% y precipitación pluvial escasa a nula. Los suelos de Vista Florida son los representativos de la parte baja del Valle Chancay y presenta una textura franco-arcillosa con pH 7.8, bajo en contenido en materia orgánica (2%), medio en fósforo (8 ppm) y alto en proteína (380 ppm). En estas condiciones se efectuaron dos experimentos:

**Experimento 1. Efectividad de cepas de Bradyrhizobium japonicum en dos variedades de soya**

Experimento diseñado en 1982 para estudiar seis cepas 527 c, 532 c, 556 c, 586 c, 587 c, 5019 y mezcla de cepas de bradyrhizobium japonicum en dos variedades de soya Júpiter e Improved Pelican. Las cepas fueron obtenidas del MIRCEM Posto Alegre Brasil, por intermedio de la FAO y la Universidad de San Marcos del Perú. Las cepas fueron impregnadas con turba procedente de la Laguna de Junín en el Perú. Las variedades: Júpiter de procedencia americana de tipo de crecimiento determinado y de grupo de madurez IX; Improved Pelican también de procedencia americana, de tipo de crecimiento indeterminado y del grupo de madurez VIII. Se utilizó dos testigos: 50 kg N/ha urea como fuente nitrogenada 46% sin inoculante; el otro no se aplicó nitrógeno artificial ni inoculante.

La siembra se realizó el 12 de mayo de 1982 en terreno completamente nuevo para el sembrío de la soya y considerado de baja fertilidad. El diseño utilizado fue de bloques al azar con arreglo factorial de 2 x 7, más dos testigos adicionales. La unidad experimental es de 7 metros cuadrados, la distancia entre plantas 20 cm y la distancia entre surcos 60 cm, obteniéndose una población de 166.000 plantas/ha.

Al estado de floración de las variedades se evaluó nodulación y se determinó número, tamaño y actividad.

En el presente estudio todas las cepas superan ampliamente a los dos testigos en lo que respecta número y actividad de nódulos, así como en el rendimiento de grano en las dos variedades. Existen cepas que son más eficientes en una variedad que otra. La cepa C 532 mostró el más alto número de nódulos (24), actividad 66%, así como el más alto rendimiento (1.244

kg/ha) en la variedad Improved Pelican, superando 40% con relación a los testigos. La variedad Júpiter en presencia de la Cepa C 586 mostró 2.944 kg/ha y superó también 40% a los testigos y ampliamente a la variedad Improved Pelican por ser capacidad productiva y nodulación.

#### Experimento 2. Efecto de la inoculación con Nitragin "S" y la fertilización nitrofosforada en soya Júpiter

**Objetivo:** Determinar la influencia de niveles crecientes de nitrógeno y fósforo y sus interacciones sobre el rendimiento de grano cuando se usa semilla inoculada y sin inocular.

Los niveles crecientes de nitrógeno 0, 30, 60 y 90 kg/ha. Niveles de fósforo 0, 30, 60 kg/ha. La siembra se efectuó en suelo húmedo el 20 de enero de 1984. El diseño experimental empleado fue el de bloques completamente randomizados con arreglo factorial 4 x 3 x 2 con 3 repeticiones.

El tratamiento de 90 kg N/ha y 60 kg P/ha en semilla inoculada mostró el mayor de 2672 kg de grano por ha. Así mismo, el componente pasó de 100 semillas fue influyente en el rendimiento. En vista que los resultados no son lo suficientemente claros es necesario realizar trabajos de investigación con inoculantes en presencia de niveles de N y P.

#### Estación Experimental del Chira, Perú

#### Experimento 3. Efecto de inoculación de diferentes cepas de Rhizobium japonicum y fertilización nitrogenada en soya (Glycine max L.). OROZCO, Francisco. 1983.

El presente trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental del Chira (Sullana-Piura, Perú) entre el 15 de diciembre de 1981 y el 20 de abril de 1982 sobre la variedad de soya Júpiter.

Los tratamientos en estudio consistieron de las cepas 532c, 586, 587 y 5019 inoculadas independientemente, y también en una mezcla de las 4 cepas todas procedentes del Brasil, también se usó el producto comercial Nitragin "S", todos estos tratamientos en las dosis de 200 g/50 kg de semilla.

La efectividad de las cepas sobre el rendimiento de grano de soya se estudió en ausencia (0 kg N/ha) y en presencia de fertilizante nitrogenado inorgánico (50 kg N/ha) bajo la forma de urea.

Como conclusión se obtuvo que la inoculación es estadísticamente significativa sobre el rendimiento en grano que con el uso de la cepa 5019 se obtuvo el mejor rendimiento,



observándose además que la mezcla superó al testigo. La interacción cepas de Rhizobium en presencia o ausencia de nitrógeno no es estadísticamente significativa en cuanto a rendimiento de grano, % de grasa, número de granos por vaina, número de vainas por mata, número de nódulos primarios a los 10 días después de la germinación; asimismo sobre el peso seco del follaje a los 10, 25, 40 y 70 días después de la germinación.

Se observó que hay mayor formación de nódulos cuando el % de nitrógeno en el follaje es menor, asimismo que la formación de un mayor número de nódulos no es indicativo de una mayor producción, esto, según los datos tomados hasta los setenta días después de la germinación.

**Experimento 4. Dosis de nitrógeno, fósforo e inoculación de bacterias fijadoras de nitrógeno en soya (Glycine max L.). GARCIA C., Willg Edgar. 1980.**

El presente estudio tuvo por objetivos principales comparar el rendimiento entre el tratamiento de nitrógeno mineral y la inoculación con Rhizobium japonicum; determinar la dosis apropiada de fósforo y su interacción con la utilización de inoculantes o abonamiento nitrogenado; la respuesta de la calidad de la semilla en porcentaje de aceite y proteínas; correlacionar la producción de grano con la calidad de la semilla mediante la cantidad en porcentajes de aceite y proteínas; y, determinar el efecto de la roca fosfórica sobre algunas propiedades químicas del suelo.

El experimento fue conducido en el campo experimental de la Estación Experimental del Chira (Piura, Perú), ubicado en Marcavelica-Sullana, latitud N-S 04 51'24", longitud E-O 80 43'53", altitud 45 msnm, entre el 14 de abril y 26 de julio de 1977.

Se empleó el diseño experimental de parcelas divididas en bloques completos aleatorizados con 4 repeticiones, estudiándose 4 niveles de nitrógeno: 0 con 250 g Nitragin "S"/50 kg de semilla, 50 y 100 kg N/ha y 3 niveles de fósforo: 0,75 y 150 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha. Las fuentes de aplicación fueron Nitragin "S" (Rhizobium japonicum), Urea 45%N Fosbayóvar 30.4% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Se llegó a la conclusión de que no existen diferencias estadísticas significativas en rendimiento de grano para los diferentes tratamientos siendo el promedio general de 1,865 kg/ha; pero sí de la inoculación respecto al testigo en cuanto al número de nódulos por planta y nódulos activos al inicio de la floración e inicio de llenado de vainas. No hay respuesta significativa para el número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 granos, altura de planta y altura de inserción de la primera vaina.

Con respecto al porcentaje de proteínas, se halló respuesta

de la inoculación sobre el testigo, lo mismo entre la aplicación del nitrógeno y el porcentaje de proteína en la semilla, donde las dosis crecientes de nitrógeno contribuyen al aumentar el porcentaje de proteína, siendo además significativo el efecto del fósforo. Así también el nitrógeno produjo un aumento significativo en el porcentaje de aceite en la semilla.

En cuanto a correlación, solamente el porcentaje de proteína y el porcentaje de aceite en la semilla estuvieron correlacionados positivamente y con significación estadística.

Finalmente, se determinó que la aplicación de Fosbayóvar en suelos ligeramente alcalinos aumentó en forma significativa el pH del suelo, y al mismo tiempo, el calcio cambiante en el suelo se incrementó, no así el magnesio cambiante.

Estación Experimental de Tulumayo - Tingo María, Perú

Experimento 5. Dosis de fósforo, potasio e inoculación

Resultados obtenidos en junio de 1978, en un suelo franco arcilloso, pH de 5.9 usando la variedad Tulumayo y aplicando las siguientes dosis: Superfosfato de fósforo, dosis de 0,50 y 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, sulfato de potasio, dosis de 0,30 y 60 kg K<sub>2</sub>O/ha. Además las cantidades de 1 y 2 paquetes de Rhizobium como inoculante.

Los resultados obtenidos son: Que en la dosis de R0-100-60 se observa mayor rendimiento con 1,845 kg/ha, la dosis R0-50-60 con 1,669 kg/ha y R0-0-60 con 1,500 kg/ha. Los bajos rendimientos obtenidos (Cuadro 1) se deben a que la variedad fue de porte alto, notándose mayor porcentaje de tumbada lo que originó pudrición de vainas.

En junio de 1979, se repite este experimento en un suelo franco arcilloso, pH de 5.9, con la variedad Júpiter se estudia las mismas dosis. Los resultados de la interacción Rhizobium, fósforo y potasio, que se observa en el Cuadro 2, nos indican que la mejor combinación es R0-0-30 con 3.5 toneladas por hectárea seguido de las combinaciones R1-0-60 y R1-100-30 con 3.3 y 3.2 t/ha.

Observando el Cuadro 3, en donde se observa el promedio de las dos campañas del estudio de P, K e inoculación, los rendimientos son ligeramente superiores cuando se usan las dosis de R0-0-30 y R0-0-60 con 2.5 y 2.4 t/ha de soya. Es necesario continuar con los estudios de este experimento.

**Estación Experimental de Tulumayo:**

Departamento: Huánuco                      Temperatura: Máx. 29.7 C  
Provincia: Leoncio Prado                      Min. 19.0 C  
Distrito: José Crespo y Castillo                      Med. 24.3 C  
Altitud: 670 msnm                      Climatología:  
Ecología: Muy húmedo                      Lluvia.sep-may.  
Suelo: Aluvial moderno                      Seca jun-agosto  
Precip.pluvial:3.100 mm

**Cuadro 1. Resultados promedios en kg/ha (Campaña 1978) del estudio fósforo, potasio e inoculación.**

P2O5 kg/ha K2O	0	0 30	60	0	50 30	60	0	100 30	60
Rhizobium 0	1173	1425	1509	1241	951	1669	961	1313	1845
Rhizobium 1	1514	1154	1250	1002	1130	1259	1055	795	1279
Rhizobium 2	1332	1288	1327	1255	1034	1039	1248	1166	1060

**Cuadro 2. Resultados kg/ha (Campaña 1979) del estudio de fósforo, potasio e inoculación.**

P2O5 kg/ha K2O	0	0 30	60	0	50 30	60	0	100 30	60
Rhizobium 0	3039	3496	3292	2899	3006	2813	2992	3093	2700
Rhizobium 1	2712	3000	3253	2844	2833	2953	2727	3193	3046
Rhizobium 2	3089	2952	2774	2993	2847	2907	2941	3025	2975

**Cuadro 3. Resultados promedio de dos campañas (1978-79) del estudio de fósforo, potasio e inoculación.**

P2O5 kg/ha K2O	0	0 30	60	0	50 30	60	0	100 30	60
Rhizobium 0	2106	2461	2401	2070	1979	2241	1977	2203	2273
Rhizobium 1	2113	2077	2252	1923	1982	2106	1886	1994	2163
Rhizobium 2	2211	2120	2051	2124	1941	1973	2095	2096	2018

**Experimento 6. Efecto de inoculación, fertilización nitrogenada y densidad de siembra en el rendimiento de la soya (Glycine max L. Merr). PALOMINO, Enrique. 1978.**

Este trabajo se llevó a cabo en el Valle de Tumbes, con el objeto de determinar la densidad de siembra más conveniente, efecto de la inoculación, (Nitragin) en el rendimiento, efecto del Nitrógeno en el rendimiento, efecto de la fertilización nitrogenada y densidad sobre el porcentaje de aceite y proteína y el análisis de los tratamientos.

Las densidades estudiadas fueron: 0.50, 0.60 y 0.70 m entre surcos con 0.20 m entre plantas, las dosis de inoculación y fertilización fueron 0 - 200 - 400 g de Nitragin "S"/50 kg de semillas y 60 kg N/ha.

El diseño experimental empleado fue el de bloques completos aleatorizados en un arreglo factorial 3x4 y con 4 repeticiones.

Al finalizar el experimento se llegó a las siguientes conclusiones: La inoculación tuvo un comportamiento lineal ascendente sobre el rendimiento, obteniéndose 1310 kg/ha con 400 gramos de Nitragin.

La aplicación de fertilizante nitrogenado tuvo efecto significativo sobre el rendimiento, lográndose obtener 1,258 kg/ha con 60 kg N/ha que supera al conseguido por el testigo (1040 kg/ha).

Con el distanciamiento se encontró una respuesta lineal descendente lográndose el mayor rendimiento, con el distanciamiento entre surcos de 0.50 m. La aplicación de Nitragin a la semilla como la fertilización nitrogenada fue significativa sobre el número de nódulos por mata. La inoculación tuvo un comportamiento cuadrático sobre el porcentaje de proteína, obteniéndose 40.21% con la dosis 400 g de Nitragin. El N demostró efectos significativos en cuanto al % de aceite.

**SITUACION ACTUAL DE LA INVESTIGACION EN RHIZOBIOLOGIA DE SOYA  
(Glycine max (L.) Merr. Y MANI (Arachis hypogaea L.)  
Y EL USO DE INOCULANTES EN VENEZUELA**

**Elena Mazzani \***  
**Amalia Rincón \*\***

**INTRODUCCION**

En Venezuela, no son muy numerosas las investigaciones que en el campo de la Rhizobiología se han realizado hasta ahora; sin embargo, según Garassini (1951) las primeras investigaciones en Rhizobiología, en nuestro país, se iniciaron en 1947.

La importancia que involucra el estudio de la asociación Rhizobium-Leguminosa es el aprovechamiento de la Fijación Simbiótica de Nitrógeno (FSN), a través de la cual este grupo de plantas son capaces de obtener el nitrógeno necesario para su crecimiento y producción, a través de bacterias capaces de formar nódulos a nivel de sus raíces.

Los suelos tropicales, altamente meteorizados y de bajos contenidos de materia orgánica, presentan déficit marcados de este elemento, el cual es suplido a los cultivos a través de fertilizantes nitrogenados, los cuales resultan cada vez más costosos. Es por estas razones que se buscan alternativas como lo es el aprovechamiento de la capacidad natural de las bacterias del género Rhizobium de fijar nitrógeno en asociación con las plantas leguminosas que además de beneficios económicos evitaría, en parte, el deterioro y contaminación de suelos y agua que conlleva el uso indiscriminado de fertilizantes.

El presente trabajo será específicamente enfocado hacia el estudio de la Rhizobiología en maní (Arachis hypogaea L.) y soya (Glycine max L. Merr.), cultivos de importancia como fuentes de proteínas en la alimentación humana y animal, además de ser utilizados también como fuentes de grasas, entre otros.

---

\* FONAIAP. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP). Instituto de Investigaciones Agronómicas, Maracay, Estado Aragua.

\*\* FONAIAP. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Anzoátegui. El Tigre, Estado Anzoátegui.

## ANTECEDENTES

El estudio de la biología y de la fisiología de la asociación simbiótica Rhizobium-Leguminosa, ha conducido a la concepción de técnicas de selección de genotipos superiores de Rhizobium, para la producción de inoculantes y la inoculación de cultivos de leguminosas. Todo esto orientado al aprovechamiento agronómico de la Fijación Simbiótica del Nitrógeno y a la consiguiente economía de fertilizantes nitrogenados.

Los antecedentes respectivos en Venezuela los hemos agrupado bajo los temas siguientes, a saber: Fisiología y Bioquímica, Agronomía y Ecología y la aplicación práctica de estos aspectos enfocados en la Evaluación de Cepas y Producción de Inoculantes.

### FISIOLOGIA Y BIOQUIMICA DE LA SIMBIOSIS RHIZOBIUM-LEGUMINOSAS

Sicardi y Williams (1980), haciendo aplicaciones foliares de giberelinas (GA 3, GA4 y GA7) y de ácido absicico (ABA), redujeron significativamente el número de nódulos en raíces de soya var. "Júpiter", sin afectar el crecimiento de la planta. Los resultados obtenidos donde se suministró exógenamente y por separado o en combinación GA3 y ABA sugieren que estas sustancias tienen diferentes sitios de acción. Estos autores concluyeron que las giberelinas tienen un importante rol en la regulación de la nodulación a través de un efecto inhibitorio sobre el desarrollo de los canales de infección en los pelos radicales.

Contreras (1983), estudiando el efecto de compuestos de nitrógeno en la nodulación y FSN en soya, encontró que hubo inhibición de la nodulación ocasionada por compuestos nitrogenados y esto se debió a un aumento en el contenido endógeno de GA's. La aplicación de altos niveles de compuestos nitrogenados disminuyó el número, tamaño y actividad de la nitrogenasa en nódulos de soya. Además, ese autor observó un aumento en el contenido endógeno de GA's en las raíces. Por otra parte, aplicaciones exógenas de GA's tuvieron efectos inhibitorios similares en la asociación simbiótica.

En el mismo sentido, Urich de H. (1987), estudiando los mecanismos endógenos de la regulación de la asociación Rhizobium-Leguminosa mediante un sistema de raíces separadas, observó que la inhibición por nitrato y la autoregulación de la nodulación están funcionalmente relacionadas. Este autor encontró que el contenido de GA's fue superior en raíces que formaron un menor número de nódulos. También encontró una mayor acumulación de GA's

en los nódulos respecto a las raíces inoculadas. Estudiando el efecto inhibitorio del nitrato, demostró una inhibición no localizada y transmisible. Los niveles de GA's fueron superiores en las plantas tratadas con nitrato respecto a las inoculadas con Rhizobium.

Williams y Sicardi (1980a) estudiando el efecto del "stress hídrico" sobre la nodulación y FSN en soya, encontraron que las plantas cuyos nódulos perdieron 12 y 33% de su contenido de humedad presentaron respectivamente un 73 y 86% de reducción en sus tasas de fijación de Nitrógeno. Las raíces y nódulos de plantas sometidas a periodos de sequía de cuatro días, presentaron un incremento en los niveles endógenos de ABA y disminuciones en los niveles endógenos de giberelinas.

En el mismo sentido, Voss (1985), reporta en el cultivo de soya "Magaly" diferencias estadísticamente significativas por efecto del "stress hídrico" en el potencial de agua foliar, en la concentración de clorofila (a + b), en la actividad de la nitrogenasa, en el contenido de materia seca del follaje, en el peso seco de los nódulos, en la concentración de nitrógeno y proteínas de la parte aérea, de la raíz y de los nódulos y en la actividad específica de la nitrogenasa. Por otra parte, en el cultivar "Júpiter" no encontró diferencias estadísticamente significativas en el peso seco de la raíz, en la concentración de nitrógeno y de proteínas en el follaje y en los nódulos. Por efecto de la interacción "stress-inoculación" en el cultivar "Magaly" hubo diferencias significativas en el potencial de agua foliar, en la concentración de clorofila (a + b), en el peso seco de la raíz y en la concentración de nitrógeno y proteínas en los nódulos. En el cultivar "Júpiter" el "stress hídrico" afectó significativamente la actividad de la nitrogenasa el número de nódulos por planta, el potencial de agua foliar, el porcentaje de nitrógeno y proteínas en el follaje y en los nódulos y la actividad específica de la nitrogenasa.

#### ASPECTOS AGRONOMICOS Y ECOLOGICOS DE LA SIMBIOSIS RHIZOBIUM-LEGUMINOSAS

Chacón (1968), obtuvo la mayor producción de soya con aplicaciones de 2.000 kg/ha de cal y 0.125 kg/ha de molibdato de sodio; esto representó un aumento en el 61% en relación al tratamiento sin cal ni molibdeno. En el cultivo de maní, el tratamiento de 1.000 kg de cal agrícola y 0.500 kg/ha de molibdato de sodio incrementó la cosecha de maní en cáscara en un 61.8% y la producción de semillas de maní en un 87.2% en comparación con el testigo.

Silva (1973), encontró una disminución significativa en el número de nódulos por planta de soya al incrementar la dosis de

nitrógeno, particularmente con 100 kg/ha, insinuando además que la nodulación no fue muy efectiva en la fijación del nitrógeno atmosférico. El mismo autor señala que se produce una nodulación aceptable en soya cuando el nivel de nitrógeno en el suelo es mínimo y el de fósforo adecuado, contribuyendo este último indirectamente a la nutrición nitrogenada de las plantas.

Por otra parte, Llovera, Alberro y Mata (1981) encontraron que el mayor rendimiento, tanto en peso bruto como en peso neto de tres variedades de soya, se registró en la variedad "Júpiter" con el tratamiento que incluyó una dosis de nitrógeno de 40 kg/ha y la aplicación de inoculante.

En el mismo sentido, Lovera et al. (1981) en suelos muy pobres en nitrógeno encontraron que con aplicaciones de 40 kg/N/ha en el cultivo de soya al momento de la siembra e inoculando con 6 kg/ha de nitrógeno, se puede satisfacer completamente las necesidades de nitrógeno durante el ciclo del cultivo. Por otra parte, Casañas (1982) reportó el mayor rendimiento en soya inoculada y fertilizada con 100 kg de N/ha.

Ayala (1977), estudiando el efecto de fuentes, dosis y épocas de aplicación de nitrógeno sobre la FSN en soya encontró que el número y peso de los nódulos fueron reducidos por la aplicación de fertilizantes nitrogenados en el momento de la siembra, pero no con la aplicación treinta días después.

Canelón (1985) probando diferentes niveles de NPK en el cultivar de soya "Magaly", encontró que los mejores rendimientos correspondieron al tratamiento sin inocular y fertilizado con 40, 120 y 180 kg de N, P y K, respectivamente.

Michelena (1985), en el mismo cultivar y en condiciones de invernadero concluyó que las plantas inoculadas con la cepa TAL-377 o con TAL-102 y fertilizadas con P y K no variaron en el peso de los nódulos ni en el contenido de nitrógeno total. El máximo peso seco del follaje lo obtuvo con 100 kg de P/ha y 100 kg de Mo. Igualmente, en estas condiciones obtuvo el mayor peso seco de los nódulos.

Mistage (1985), probando el efecto de la fertilización edáfica con P, K, Mo sobre el rendimiento y FSN en soya encontró que el fósforo (P) es el elemento más limitante en la Fijación Simbiótica del Nitrógeno.

Tenias (1977), trabajando en el cultivo del mani, encontró que la aplicación de nitrógeno al suelo tuvo un efecto significativo sobre la producción de frutos, rendimiento de materia seca, nodulación y FSN. Ese autor determinó como dosis óptima económica para las condiciones de los llanos orientales (Jusepín-Monagas) la aplicación de 80 kg de N/ha acompañado de 160 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha. En estas condiciones, la nodulación aportó el 69% del nitrógeno total absorbido por la plantación.



En otro sentido, Liscano y Williams (1979) cuantificando poblaciones nativas de rizobios en seis suelos de Venezuela, encontraron que las poblaciones de Rhizobium spp del tipo "Cowpea" variaron desde 0 a  $58 \times 10^8$  células por gramo de suelo, no habiendo detectado presencia de Rhizobium japonicum en ninguno de los suelos estudiados.

Ayala (1984), tomando en cuenta que la producción de maní en las zonas productoras de Venezuela se basa en la aplicación de altas dosis de fertilizantes químicos, realizó algunos ensayos de campo, en los que se evidenció respuestas positivas en los rendimientos del cultivo, a la inoculación o a la fertilización nitrogenada en suelos vírgenes, pero no en suelos anteriormente cultivados con maní (maniceros). La ocurrencia de la mayor abundancia de la bacteria en suelos "maniceros" en comparación a la de suelos vírgenes (detectada mediante estimaciones de Número Más Probable de Rhizobium en el suelo), sugiere la posibilidad de producir maní en base a FSN en suelos vírgenes sin recurrir a la aplicación de fertilizantes costosos. En suelos sembrados antes con la leguminosa, según el mismo autor, puede no requerirse ni fertilizantes nitrogenados, ni inoculación.

Diamante de F. (1983) detectó presencia de Rhizobium spp en suelos con tres historias de cultivo y encontró que para el maní, el mayor número de nódulos formados correspondió al suelo virgen, mostrando la cepa encontrada una alta capacidad infectiva, pero una baja capacidad de fijación.

Mazzani (1985), cuantificó poblaciones nativas de rizobios de maní en suelos de los llanos orientales y encontró que el Número Más Probable (NMP) de rizobios por gramo de suelo fue mayor en los suelos "maniceros" ( $93,6 \times 10^8$ ) respecto a suelos vírgenes ( $19,1 \times 10^8$ ). Se detectó un mayor NMP de rizobios por gramo de suelo con la variedad "Flurunner" ( $65,0 \times 10^8$ ) en comparación con la '15607' ( $47,7 \times 10^8$ ). La población de rizobios fue mayor en las muestras recolectadas en la población del Estado Anzoátegui ( $112 \times 10^8$ ) que en aquellas del Estado Monagas ( $0,7 \times 10^8$ ) tanto en suelos vírgenes como en los "maniceros". Además, sembrando plantas de las dos variedades en pots con muestras originales de suelo encontró que el peso seco de las partes aéreas fueron mayores en suelos "maniceros" respecto al suelo virgen. Las diferencias fueron altamente significativas. El análisis de las interacciones arrojó diferencias estadísticamente significativas para suelo-localidad.

Rincón (1986), encontró persistencia de Rhizobium en suelos anteriormente inoculados con NITROBAC y sembrados con soya y no observó diferencias en rendimiento con respecto al testigo inoculado.

Borges de T. (1986) evaluó el efecto de tres fungicidas (Arasan, Captan y Vitavax), sobre la sobrevivencia de cuatro cepas de Rhizobium de crecimiento lento (tres cepas de Rhizobium tipo "Caupi" y una de R. japonicum), la toxicidad respectiva para

la sobrevivencia de la bacteria fue baja en Arasan, moderada en Captan y alta en Vitavax.

#### EVALUACION DE CEPAS Y PRODUCCION DE INOCULANTES

Savostin (1950), señala aumentos de rendimiento del 19,4% para soya en Rhizobium nativos aislados en suelos de Venezuela. El mismo autor señala, que en dos hectáreas de soya inoculada, la cantidad de N transferido del aire en las plantas sería de 28 kg de N. Ya para esa fecha este autor indicaba la necesidad de introducir cultivos de leguminosas y de inocularlas por los beneficios económicos que esto traería.

Por otro lado, Palacios (1953) también señala la importancia de la inoculación en cultivos leguminosos, como deben utilizarse los inoculantes y los beneficios económicos de esta práctica.

Ayala (1976) diseñó un sistema de ensayo en potes con arena-solución nutritiva para la inoculación de leguminosas con Rhizobium en invernadero. En plantas de maní encontró muy buenos resultados para el control de contaminación rhizobiana. Utilizando esta técnica encontró diferencias en la actividad fijadora de nitrógeno en once cepas de Rhizobium spp aisladas de maní y otros hospederos, señalando que esas diferencias fueron causadas tanto por las localidades de origen, como por los hospederos de origen de las cepas.

Borges de T. (1986), determinó las curvas de crecimiento de tres cepas de Rhizobium correspondientes al tipo "Caupí" y una correspondiente a Rhizobium japonicum; Todas de crecimiento lento.

Gasperi (1980), haciendo una evaluación de siete cepas nativas de Rhizobium "Cowpea" y de la cepa introducida CIAT 70 en los llanos orientales de Monagas, encontró que la mayor cantidad de nitrógeno fijado correspondió a cuatro de las cepas nativas, variando de 68 a 52 kg de N/ha.

Michelena (1981), evaluó la fijación de nitrógeno de seis cepas de Rhizobium spp en cuatro cultivares de maní. En condiciones de campo encontró diferencias significativas por efecto de la inoculación en el contenido de materia seca del follaje, en el contenido de N de la parte aérea y en la actividad de la nitrogenasa. No encontró diferencias entre los cultivares estudiados.

Williams et al. (1980), después de constatar la no existencia de Rhizobium japonicum en suelos de Venezuela, iniciaron un programa de evaluación de cepas provenientes de diferentes colecciones del mundo, usando como huésped la variedad

de soya "Júpiter". Esos autores observaron combinaciones cepa-huésped altamente eficientes en condiciones de campo. Seleccionaron una cepa proveniente de Australia para la fabricación de inoculantes.

Romero (1986), trabajando en la evaluación de la capacidad simbiótica en nueve cultivares de soya con cuatro cepas de R. japonicum, encontró diferencias estadísticamente significativas por efecto de la interacción cultivar-inoculación, en el porcentaje de proteínas de la raíz y de los nódulos y en el número de nódulos por planta.

Infante y Guillén (1980), por mutagénesis con Nitrosoguanidina (NTG) en una cepa comercial de R. japonicum aislaron varios mutantes. Una de las cepas mutantes en el laboratorio fue capaz de fijar cinco veces más nitrógeno que la cepa original.

En el mismo sentido, Williams (1980) aisló tres mutantes de una cepa de Rhizobium tipo "Cowpea", mutagenizada con NTG y con la cual aisló dos mutantes (M1 y M2) inefectivos y uno (M3) efectivo.

Sicardi y Williams (1980b), buscando un material apropiado para la fabricación de inoculantes, estudiaron la sobrevivencia de R. japonicum y Rhizobium tipo "Caupi" en cachaza (desecho de industria azucarera). Esta secada al aire y esterilizada por radiaciones gamma, resultó un soporte adecuado para la preparación de inoculantes.

El posterior hallazgo de una fuente de turba nacional de buena calidad, determinó que esta sea el soporte de los inoculantes fabricados actualmente, por ser más estable en cuanto a sus características químicas y menos costosa.

Williams et al. (1980) con inoculantes a base de turba, trataron semillas de soya var. 'Júpiter'. Estas fueron sembradas en un suelo sin Rhizobium japonicum nativo en el Estado Guárico (llanos centrales). El rendimiento en granos fue un 66% superior al control sin inocular y sin nitrógeno equivaliendo a plantas fertilizadas con 130 kg/ha de urea.

En el Laboratorio de Rhizobiología del Instituto de Investigaciones Científicas (IVIC) se inició la producción de soya comercial de inoculantes para el cultivo de la soya. En 1982, la producción abarcó inoculantes para soya, leucaena y frijol. También se produjo para mani, utilizando arena como soporte, pero no se llegó a comercializar.

## POTENCIAL DEL DESARROLLO DE LOS CULTIVOS DE SOYA Y MANI E IMPORTANCIA DEL USO DE INOCULANTES EN VENEZUELA

El sector agrícola en Venezuela, ha presentado un marcado desarrollo en los últimos años, particularmente los cultivos de plantas oleaginosas, entre los cuales se encuentran el maní y la soya.

El fuerte consumo de aceites y grasas existentes en el país nos ha llevado a importar un grueso volumen de las necesidades. Para el año 1983 el consumo promedio de aceites y grasas vegetales fue de 15 kg/persona/año. Para este mismo año las importaciones cubrieron cerca de un 85% de los requerimientos. Para 1987 la producción nacional aportó 78.763 toneladas de aceites y grasas, las que al adicionarles 11.720 toneladas provenientes del procesamiento de unas 68 mil toneladas de semilla de soya importada, nos permitió disponer cerca de 90 mil toneladas de aceites producto de la molienda nacional. Esto equivale alrededor del 27% de las necesidades nacionales.

En el caso de la soya, la política de sustitución y racionalización de importaciones está tendiendo hacia la compra en el mercado externo de frijol de soya, ya que se aprovecha de esta forma tanto el aceite como la torta. Para 1987 la importación total de soya se estimó en 91.900 toneladas de grano.

El cultivo de maní, se encuentra en una fase de repunte, pero solo un 10% se dirige al consumo industrial, el resto (90%) se dirige a la industria confitera.

Para 1987 la producción nacional de maní aportó 373 toneladas de grasas y la de soya nacional aportó 390.

Como se dijo anteriormente, el área sembrada de maní viene aumentando considerablemente desde 1986 y las proyecciones futuras son alentadoras. El aumento de los precios a nivel de productor, la fácil comercialización, la alta productividad del cultivo, la comprobada adaptación y manejo conocido por los agricultores (sobre todo en los llanos orientales) aseguran la expansión del cultivo.

En cuanto al cultivo de la soya se refiere, este se ha iniciado a gran escala durante el presente año (alrededor de 8.000 ha a nivel nacional). Visto desde el punto de vista estratégico el desarrollo de este cultivo es prioritario, además de su uso como oleaginosa (subproducto) la torta de soya constituye un elemento esencial en la elaboración de alimentos concentrados para aves.

Estos dos cultivos ocupan nuestra atención, ya que forman parte de aquellas plantas capaces de realizar la FSN, principalmente porque la mayoría de las zonas potenciales para el

desarrollo de los cultivos presentan limitaciones desde el punto de vista de fertilidad, especialmente bajos contenidos de nitrógeno. El nitrógeno fijado se aprovecharía también en cultivos subsiguientes, como por ejemplo, sorgo y maíz, en sistemas de rotación.

Actualmente existe un subsidio del 50 sobre los precios de los fertilizantes, pero la eliminación del mismo parece inminente por lo cual el uso de la FSN se hace más recomendable.

En Venezuela existe una planta piloto para producción de inoculantes en el Centro Tecnológico IVIC, la cual pone a disposición de los productores inoculantes (NITROBAC) para soya, frijol y algunas leguminosas forrajeras.

Actualmente, esta planta piloto tiene la capacidad de producir hasta 50.000 bolsas de inoculantes por año, con posibilidades de incrementar la producción en un futuro. Sobre esta materia, el IVIC publicó el folleto "Nitrobac, Inoculante para Leguminosas" (Williams y Sicardi, 1982b), dirigido a productores, el cual presenta de manera sencilla, generalidades sobre la FSN, el manejo adecuado de los inoculantes y como realizar una buena inoculación.

Este año se sembraron en Venezuela, unas 8.000 ha de soya, todas inoculadas con 1 a 1,5 dosis de inoculante por hectárea. El IVIC produjo para este año (1988), la cantidad de 20.000 unidades de inoculante.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La investigación en Rhizobiología en soya y mani, se ha avocado principalmente al estudio y evaluación de cepas y algunos aspectos fundamentales de la regulación de la simbiosis.

Es necesario profundizar los estudios en cuanto a los factores que puedan afectar tanto la población de rizobios en el suelo como el establecimiento y efectividad de la simbiosis, como son: temperatura, humedad, reacción del suelo, factores biológicos, efectos de prácticas agrícolas usuales como el uso de biocidas, propiedades físicas de los suelos (textura y salinidad), entre otros.

Se han realizado algunas investigaciones en cuanto al efecto de los niveles de fertilidad del suelo en la FSN, particularmente en relación a macronutrientes, pero es necesario profundizar estos estudios tomando en cuenta los microelementos, los cuales particularmente en los llanos orientales se encuentran presentes en niveles críticos y

pueden constituir factores limitantes.

2. El inoculante para soya contiene una sola cepa CB(1809), proveniente de Australia. Sería interesante la selección de otras cepas, a fin de producir un inoculante con dos o tres cepas de Rhizobium.

Es necesario la producción de inoculantes para maní a nivel comercial, ya que se ha comprobado la existencia de cepas nativas bastante eficientes.

3. Es prioritario concientizar a los productores en cuanto a la necesidad del uso de la FSN con las siembras de leguminosas dentro de la rotación de cultivos, por cuanto esta (FSN) representa, no solo una economía desde el punto de vista de fertilizantes nitrogenados, sino por el beneficio que esto acarrea como mejorador del suelo y preservador del medio ambiente.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALFONZO, M.L. 1985. Efecto de la fertilización con NPK sobre la fijación simbiótica de nitrógeno y el crecimiento de la soya (*Glycine max* (L.) Merr.) en un ultisol de sabana. Tesis (Ing. Agr.) Jusepin, Venezuela. Universidad de Oriente. Escuela de Ingeniería Agronómica. 110 p.
2. AYALA, L.B. 1976. Estudio de algunos aspectos de la fijación simbiótica de nitrógeno por el maní (*Arachis hypogaea* L.). Caracterización de *Rhizobium* spp. *Agronomía Tropical* (Ven.) 26(5): 409-424.
3. AYALA, L.B. 1977. Efecto de fuentes, dosis y épocas de aplicación de nitrógeno sobre la fijación simbiótica en soya (*Glycine max*). Maracay, Ven. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Boletín Técnico # 10. 20 p.
4. AYALA, L.B. 1984. Influencia de la abundancia de *Rhizobium* spp del suelo sobre la respuesta a la inoculación del maní en la Mesa de Guanipa. In: Jornadas Técnicas del CENIAP (1984, Maracay, Ven.). Resúmenes. Maracay, Ven. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Publicación Especial # 14-02.
5. BORGES de T., D. 1986. Curvas de crecimiento de cuatro cepas de *Rhizobium* de crecimiento lento. *Revista de la Facultad de Agronomía* (Ven.) 24(3-4): 69-80.

6. BORGES de T., D. 1986. Efectos del Arasan-75, Captan 50% y Vitavax-200 sobre la sobrevivencia del Rhizobium en cultivos puros. Revista de la Facultad de Agronomía (Ven.). 24(3-4): 81-97.
7. CHACON, O. 1968. Efectos de la cal agrícola y molibdeno sobre el rendimiento de la soya y del maní. Oriente Agropecuario (Ven.). 1:11-12.
8. CONTRERAS, E. 1983. Efectos de compuestos nitrogenados en la nodulación y fijación simbiótica de nitrógeno en soya (*Glycine max* (L.) Merr.) y frijol (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Tesis (Lic. Biol.) Caracas, Ven. Universidad Central de Venezuela. Escuela de Biología. 99 p.
9. DIAMANTE de F., T. 1983. Evaluación de la ocurrencia de Rhizobium en un suelo agrícola en relación a su historia de cultivo. Tesis (TM.S.) Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. 135 p.
10. GARASSINI, L.A. 1951. Influencia del Rhizobium en el rendimiento de las leguminosas (soya). Agro (Ven.) 6(18):21-29.
11. GASPERI, R.D. 1980. Evaluación de cepas de Rhizobium en el cultivo de maní en el Estado Monagas. Tesis (Ing. Agr.) Jusepin, Ven. Universidad de Oriente, Escuela de Ingeniería Agronómica. 44 p.
12. INFANTE, D. y GUILLEN, N. 1980. Aislamiento de cepas de Rhizobium japonicum altamente fijadoras de nitrógeno. In: Reunión Latinoamericana de Rhizobiólogos (10., 1980, Maracay, Ven.). Memorias. Ed. por L.B. Ayala. Maracay, Ven. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Serie Especial # 4-)2. 37 p.
13. LISCANO, N. y WILLIAMS, P.M. 1979. Estudio sobre poblaciones nativas de Rhizobium en diferentes suelos de Venezuela. Acta Científica Venezolana (Ven.) 30 (Supl. 1):2.
14. LOVERA, R. 1981. Efecto de la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno e inoculante sobre la producción en soya. In: Jornadas Agronómicas (10., 1981. San Cristóbal, Ven.) Compendio de los Trabajos Presentados. Sociedad Venezolana de Ingenieros Agrónomos.
15. LLOVERA, J., ALBERRO, M. y MATA, A. 1981. Respuesta de tres variedades de soya a la inoculación con Rhizobium japonicum a diferentes dosis de nitrógeno. In: Jornadas Agronómicas (10., 1981. San Cristóbal, Ven.). Compendio de los trabajos presentados. Sociedad Venezolana de Ingenieros Agrónomos.

16. MAZZANI, E.A. 1985. Cuantificación de rizobios nativos de maní (*Arachis hypogaea* L.) en suelos de los llanos orientales de Venezuela. Tesis (Ing. Agr.) Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Escuela de Agronomía. 113p.
17. MICHELENA, V.A. 1981. Fijación de nitrógeno por seis cepas de Rhizobium en cuatro cultivares de maní (*Arachis hypogaea* L.). Trabajo de Ascenso. Jusepín, Ven. Universidad de Oriente. Escuela de Ingeniería Agronómica. 86 p.
18. MICHELENA, W.A. 1985. Efecto de la fertilización edáfica con P, K, Mo, S, y Ca en la fijación biológica de nitrógeno y en el crecimiento de la soya (Glycine max (L) Merr.), en ultisol de sabana. Trabajo de Ascenso. Prof. Asoc. Jusepín, Ven. Universidad de Oriente, Escuela de Ingeniería Agronómica. 235 p.
19. PALACIOS, O.E. 1953. Bacterias para inoculación de leguminosas. Revista de la Sociedad Venezolana de Química. (Ven.) 5(25):47-54.
20. RINCON, A. 1986. Evaluación de la persistencia del Rhizobium en suelo arenoso de la Mesa de Guanipa. Informe Técnico Anual. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. El Tigre. Ven. 17 p. (mimeografiado).
21. ROMERO, M. 1986. Evaluación de la capacidad simbiótica de nueve cultivares de soya (Glycine max (L.) Merr.) inoculadas con cuatro cepas de Rhizobium japonicum utilizando la técnica de la botella-jarra de Leonard. Tesis (Ing. Agr.) Jusepín, Ven. Universidad de Oriente. Escuela de Ingeniería Agronómica. 96 p.
22. SAVOSTIN, . 1950. La eficacia de la inoculación artificial de las plantas leguminosas en Venezuela con bacterias de nódulos. Revista de la Sociedad Venezolana de Química (Ven.) 4(22): 12-16.
23. SICARDI de M., M. y WILLIAMS, P.M. 1980 (a). Estudios de los efectos de giberelinas y ácido absicico sobre la nodulación en soya (*Glycine max* (L.) Merr.) var. 'Júpiter'. In: Reunión Latinoamericana de Rhizobiólogos (10., 1980. Maracay, Ven.) Memorias. Ed. por L.B. Ayala B. Maracay Ven. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Serie Especial # 4-02. p. 280-295.
24. SICARDI de M., M. y WILLIAMS, P.M. 1980 (b). Sobrevivencia de Rhizobium japonicum "Cowpea" en inoculantes a base de cachaza (filter mud) y de turba. In: Reunión Latinoamericana de Rhizobiólogos (10., 1980. Maracay, Ven.) Memorias. Ed. por L.B. Ayala B. Maracay, Ven.



25. SILVA, F. 1973. Efecto de la aplicación de N, P y K sobre el rendimiento de la soya (Glycine max (L.) Merr.) en un suelo de sabana del Estado Monagas. Tesis (Ing. Agr.) Jusepin, Ven. Universidad de Oriente. Escuela de Ingeniería Agronómica. 37 p.
26. TENIAS, J.J. 1977. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la nodulación y producción de maní (Arachis hypogaea L.). Tesis M.S. Mérida, Ven. Universidad de Los Andes. Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras. 145 p.
27. URICH de H., R. 1987. Mecanismos endógenos de regulación de la asociación simbiótica Rhizobium-leguminosas. Tesis (Doc. Biol.) Caracas, Ven. Universidad Central de Venezuela, Escuela de Postgrado. 123 p.
28. VOSS, L. 1985. Efecto del "stress hídrico" sobre la fijación simbiótica del nitrógeno en los cultivares de soya (Glycine max (L.) Merr.) 'Júpiter' y 'Magaly' inoculadas con tres cepas de Rhizobium japonicum. Tesis (Ing. Agr.) Jusepin, Ven. Universidad de Oriente, Escuela de Ingeniería Agronómica. 140 p.
29. WILLIAMS, P.M. 1980. Aislamiento de mutantes efectivos e inefectivos de Rhizobium "Cowpea" luego de mutagenesis con N-metil-N-nitroguanidina. In: Reunión Latinoamericana de Rhizobiólogos (10., 1980. Maracay, Ven.). Resumen de los trabajos presentados. Maracay, Ven. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. p. 28.
30. WILLIAMS, P.M. y SICARDI de M., M. 1980 (a). El efecto del "stress hídrico" sobre la nodulación y fijación del nitrógeno en soya (Glycine max (L.) Merr.). In: Reunión Latinoamericana de Rhizobiólogos (10., 1980. Maracay, Ven.). Resumen de los trabajos presentados. Maracay, Ven. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. p. 29.
31. WILLIAMS, P.M. y SICARDI de M., M. 1980(b). Survival of Rhizobium japonicum in filter based inoculantes. Acta Científica Venezolana (Ven.) 31:27-29.
32. WILLIAMS, P.M. y SICARDI de M., M. 1982(a). La fijación simbiótica del nitrógeno en la producción de soya en Venezuela. Caracas, Ven. Seminario Internacional sobre el Mejoramiento de la Soya en Areas Tropicales. Fundación Polar. Caracas, Ven. Octubre, 1982. 23 p.
33. WILLIAMS, P.M. y SICARDI de M., M. 1982(b). Nitrobac,

inoculante para leguminosas. Caracas, Ven. Instituto Venezolano de Investigaciones Cientificas. Centro Microbiologia y Biologia Celular. 19 p.

34. WILLIAMS, P.M. y SICARDI de M., M. 1984. Effect of gibberellins and the growth retardant ccc on the nodulation of soybean. *Plant and Soil* 77:53-60.
35. WILLIAMS, P.M. et al. 1980. Studies of the soybean-Rhizobium symbiosis. 1. Effectiveness and efficiency of *Rhizobium japonicum* in association with soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) var. 'Júpiter'. *Acta Cientifica Venezolana* (Ven.) 31:240-246.

**PROPOSICION PARA DESARROLLAR UNA RED DE GENERACION Y TRANSFERENCIA  
DE TECNOLOGIAS RHIZOBIOLOGICAS ENTRE  
BOLIVIA, COLOMBIA, ECUADOR, PERU Y VENEZUELA \***

**Luis B. Ayala Briceño \*\***

**INTRODUCCION**

La evaluación del estado actual y la proyección de las producciones de soya, maní y leguminosas de granos comestibles en los países de la Subregión Andina, denotan la gran importancia socioeconómica de tales cultivos en Venezuela, Colombia, Bolivia, Perú y Ecuador; mientras que la Rhizobiología, aplicada como un factor de producción de los cultivos leguminosos, influye profundamente sus resultados económicos, mediante la significativa reducción de los costos de producción. Al respecto, los cultivos leguminosos pueden satisfacer casi la totalidad de sus requerimientos de Nitrógeno para la producción de cosechas, a base de Fijación Biológica, mediante su simbiosis con bacterias apropiadas del género Rhizobium. En consecuencia, el desarrollo y aprovechamiento agronómico de la Rhizobiología para soya, maní y leguminosas de granos comestibles, es de primera importancia socioeconómica para aumentar la producción de aceites y granos comestibles en Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela y ayudar a superar la actual deficiencia en la producción de alimentos.

Dadas las ventajas económicas de la Rhizobiología, se han invertido cuantiosos recursos y esfuerzos en el estudio de diversos aspectos básicos, orientados y aplicados de la asociación simbiótica leguminosa-Rhizobium y de la inoculación de los cultivos leguminosos. Los esfuerzos de la ciencia y la tecnología para el fomento de la Rhizobiología, particularmente durante los últimos 25 años, han fructificado; no obstante, persisten importantes tópicos de la Rhizobiología que requieren mejoramiento.

Los frutos del estudio sistemático de la Rhizobiología, constituyen una amplia oferta tecnológica que incluye:

1. Selección de genotipos superiores del simbiote.
2. Producción de inoculantes efectivos.

---

\* Las opiniones expresadas por el autor no necesariamente comprometen al IICA-BID-PROCIANDINO.

\*\* Consultor IICA-PROCIANDINO, Casilla 630, Guayaquil, Ecuador.

3. Inoculación de los cultivos leguminosos.
4. Control agronómico de factores edafoclimáticos, reguladores del establecimiento y funcionamiento de la asociación simbiótica.

Aunque la oferta actual de tecnología rhizobiológica para la inoculación de las leguminosas es amplia, serias deficiencias en la aplicación, limitan su aprovechamiento agronómico. Al respecto, frecuentes deficiencias en la transferencia de tecnología, genera la deficiente aplicación agronómica de la Rhizobiología y de la inoculación de las leguminosas, con perjuicio del aprovechamiento agroeconómico de la fijación simbiótica de nitrógeno.

En relación al deficiente aprovechamiento agronómico de la fijación simbiótica de nitrógeno en la producción de cosechas de cultivos leguminosos, generalmente los sectores versados en las diferentes áreas de especialización de la rhizobiología, no están vinculados directamente al proceso de producción de los cultivos leguminosos; mientras que, los sectores dedicados a la producción de cosechas leguminosas, usualmente tampoco poseen un dominio apropiado de la rhizobiología. En consecuencia, la transferencia de tecnología rhizobiológica, posee alto potencial para mejorar el aprovechamiento agronómico de la fijación simbiótica de nitrógeno y producir cosechas más económicas de soya, maní y leguminosas de granos comestibles. La transferencia de tecnología rhizobiológica con potencial para mejorar las cosechas de los cultivos leguminosos, es particularmente importante respecto a la selección y el uso de cepas superiores del simbiote con alta eficiencia fijadora; al manejo de inoculante e inoculaciones; a las relaciones de compatibilidad y especificidad entre el hospedero y el simbiote; y, a la competitividad y persistencia del simbiote en el suelo.

#### CONVENIENCIA DE UNA RED DE GENERACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA RHIZOBIOLOGICA PARA LOS PAISES DE LA SUBREGION ANDINA

A los fines del mejor aprovechamiento agronómico de la Rhizobiología, es fundamental desarrollar mecanismos que pongan a la disposición de los programas de desarrollo de cultivos leguminosos, la oferta tecnológica actual de la Rhizobiología. En tal sentido, es factible desarrollar y ejecutar una red de generación y transferencia de tecnologías rhizobiológicas entre Venezuela, Colombia, Bolivia, Perú y Ecuador, para fomentar el desarrollo equilibrado de las producciones de soya, maní y leguminosas de granos comestibles en esos países, con máximo aprovechamiento de la simbiosis leguminosa-Rhizobium. La red estaría orientada al fomento del aprovechamiento de la fijación

simbiótica, como fuente de suministro de nitrógeno en las producciones de soya, maní y leguminosas de granos comestibles en los países de la Subregión Andina, mediante el desarrollo y la adaptación de técnicas y la aplicación agronómica de la Rhizobiología.

La red que se propone, con base en los diagnósticos correspondientes, pondría a la disposición de los proyectos de investigación y programas de desarrollo y fomento de cultivos de soya, maní y leguminosas de granos comestibles en Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, recursos de tecnología rhizobiológica de alta especialización. Al respecto, la red contempla mecanismos para integrar en forma complementaria en los programas de producción de cultivos leguminosos, las diferentes especializaciones de la Rhizobiología. En tal sentido, el Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para la Subregión Andina (PROCIANDINO), constituye un poderoso instrumento para ejecutar la red de generación y transferencia de tecnologías rhizobiológicas y lograr la generación, adaptación y transferencia de tecnología que se requiere, mediante acciones cooperativas entre los países andinos, con máxima eficiencia y complementariedad.

#### ESTADO ACTUAL DE LA PRODUCCION DE CULTIVOS LEGUMINOSOS Y DE LA RHIZOBIOLOGIA EN LOS PAISES DE LA SUBREGION ANDINA

La situación actual de la producción de soya, maní y leguminosas de granos comestibles en Venezuela, Colombia, Bolivia, Perú y Ecuador, reitera la importancia socioeconómica de esos cultivos, para contribuir significativamente al suministro tanto de aceites y granos comestibles, como de alimentos para animales. En el mismo sentido, el fomento de tales cultivos en Venezuela, Colombia, Perú y Ecuador, reemplazaría cuantiosas importaciones de los aceites y granos correspondientes, con sustanciales reducciones de la fuga de divisas en esos países; mientras que en Bolivia, donde el cultivo de la soya ha alcanzado considerable desarrollo, el incremento de la producción redundaría en aumento del ingreso de divisas.

La información relativa a la Rhizobiología como factor de producción de cultivos leguminosos en Venezuela, Colombia, Bolivia, Perú y Ecuador, denota el potencial del aprovechamiento de la fijación simbiótica de nitrógeno, para reducir los costos de producción de soya, maní y leguminosas de granos comestibles en los países de la Subregión Andina. En el mismo sentido, la información relativa a la Rhizobiología, destaca la importancia de las investigaciones sobre la selección de cepas superiores de Rhizobium, el mejoramiento agronómico de las inoculaciones y la tecnología de producción de inoculantes en Venezuela, Colombia, Bolivia, Perú y Ecuador. En tal sentido, los aspectos de la Rhizobiología señalados, surgen como la mejor opción para

fomentar el aprovechamiento de la fijación simbiótica de nitrógeno en la producción de cultivos leguminosos y reducir los costos de producción.

#### POTENCIALIDAD AGROECONOMICA DE LA RHIZOBIOLOGIA EN LA SUBREGION ANDINA

El análisis del potencial y de los factores que limitan la Rhizobiología en la Subregión Andina, indica que es factible el aprovechamiento agronómico de la fijación de simbiótica, mediante la implantación de algunas acciones para promover el aprovechamiento de la fijación simbiótica, como fuente de nitrógeno para la producción de soya, maní y leguminosas de granos comestibles. La superación de los limitantes de la Rhizobiología en la producción de soya, maní y leguminosas de granos comestibles, requiere del desarrollo equilibrado de la Rhizobiología en cada país de la Subregión Andina, de acuerdo a las características particulares de sus programas de desarrollo de los cultivos leguminosos y de la Rhizobiología. Al respecto, es importante considerar que la fijación simbiótica de nitrógeno y las inoculaciones de los cultivos leguminosos, constituyen solo un factor de producción de esos cultivos, por lo que el desarrollo de la Rhizobiología, queda condicionado por el desarrollo de los cultivos leguminosos.

Para el desarrollo de la Rhizobiología en los países andinos, se deben plantear las estrategias operativas, las implementaciones y dotaciones de equipos requeridas de acuerdo al estado actual de los programas de producción de los cultivos leguminosos en cada país, a fin de promover el aprovechamiento de la simbiosis leguminosa-Rhizobium y de las inoculaciones, en la producción de las cosechas de tales cultivos. La nómina de acciones, implementos y equipamiento requeridos, apropiadas al desarrollo equilibrado de la Rhizobiología en cada país andino, se debe conformar a base de la comparación entre el estado actual de la oferta tecnológica de la Rhizobiología y de la inoculación de las leguminosas, tanto con la producción de inoculantes, como con el inventario de la situación actual de los proyectos y trabajos que se están realizando sobre Rhizobiología de soya, maní y leguminosas de granos comestibles en los países de la Subregión Andina. Tales comparaciones permitirían adaptar los proyectos de Rhizobiología, a los requerimientos definidos por el estado de desarrollo alcanzado en cada país tanto por los cultivos leguminosos, como por la Rhizobiología.

## POTENCIALIDAD DE PROCIANDINO PARA PROMOVER LA RHIZOBIOLOGIA EN LOS PAISES ANDINOS

En relación a la implementación de las acciones para el desarrollo de la Rhizobiología en los países andinos, la mejor opción la constituye el desarrollo de acciones cooperativas complementarias. Al respecto, los países aportarían las tecnologías rhizobiológicas, en las que han alcanzado desarrollos aprovechables, para ser transferidos a aquellos países, en los que tales aspectos presentan un balance deficitario.

En relación a las acciones cooperativas complementarias requeridas para el desarrollo equilibrado de la Rhizobiología en los países de la Subregión Andina, el PROCIANDINO puede contribuir significativamente. A tales fines, promovería las acciones e interacciones requeridas, mediante sus actividades sistemáticas de asesoramiento, entrenamiento, investigación y transferencia de tecnología.

De acuerdo al planteamiento anterior, PROCIANDINO puede promover una red de generación y transferencia de tecnologías rhizobiológicas, para el fomento del aprovechamiento agronómico de la Rhizobiología de soya y mani en la Subregión Andina, mediante actividades complementarias de integración y cooperación entre esos países. La red que se propone, constituye la reiteración, basada en los resultados del diagnóstico realizado por PROCIANDINO (Evento 2.3.10: Consultoría de corto plazo sobre "Microbiología de suelos para soya y mani"), y del proyecto propuesto por el autor de este informe, y también como conclusión del Curso sobre "Microbiología de suelos para soya y mani", ofrecido por PROCIANDINO, en el ICA, Tibaitatá, Colombia, en noviembre de 1988.

### OFERTA Y DEMANDA DE TECNOLOGIA RHIZOBIOLOGICA EN LA SUBREGION ANDINA

A los fines de la red de generación y transferencia de tecnología rhizobiológica que se propone, la situación actual de la Rhizobiología en cada país andino, denota los aspectos siguientes:

Respecto a los criterios y las técnicas para la evaluación y selección de cepas superiores del simbiote y a la tecnología de producción de inoculantes, Colombia y Venezuela han alcanzado sustanciales avances. En el mismo sentido, Bolivia, Perú y Ecuador, dependen de la importación de inoculantes, particularmente para soya. En consecuencia, la oferta tecnológica disponible en Colombia y Venezuela, respecto a evaluación y

selección de genotipos superiores del simbiote, a la valoración agronómica de las inoculaciones y a la producción de inoculantes, puede transferirse hacia Bolivia, Perú y Ecuador, para contribuir a que puedan seleccionar genotipos superiores del simbiote y producir sus propios inoculantes. Al respecto, cobra particular importancia el intercambio de germoplasmas.

En relación al manejo de inoculantes, evaluación agronómica de la inoculación y control de reguladores ambientales de la respuesta de las leguminosas a la inoculación, Venezuela ha alcanzado sustanciales avances. Tales avances incluyen un perfil de diagnóstico de factores edáficos, para las inoculaciones y el aprovechamiento agronómico de la fijación simbiótica de nitrógeno espontánea. Esos avances pueden transferirse a los países andinos restantes, a fin de fomentar la racionalización de las recomendaciones y el manejo agronómico de las inoculaciones.

### MARCO CONCEPTUAL

Los antecedentes de las diferentes áreas de especialización de la Rhizobiología, importantes para el diseño de la red incluyen:

Aspectos intrínsecos de la simbiosis: La inoculación de simbiotes debidamente seleccionados promueve la participación en la asociación simbiótica, de genotipos superiores de Rhizobium en términos de su eficiencia fijadora, especificidad o compatibilidad con el hospedero, competitividad y persistencia en la comunidad microbiana del suelo e invasividad sobre la raíz del hospedero. En tal sentido, los criterios y la tecnología apropiados para la evaluación y selección de hospederos y simbiotes superiores, deben complementarse con las técnicas de producción de inoculantes, a fin de que estos, en adición a su calidad simbiótica, ofrezcan una adecuada calidad biológica.

Regulaciones ambientales: Las condiciones edafoclimáticas en las que se cultivan las leguminosas, regulan el establecimiento y el funcionamiento de la asociación simbiótica y pueden constituir tensiones ambientales restrictivas de la simbiosis. En consecuencia, el diagnóstico de las regulaciones ambientales de la simbiosis, es de primera importancia para el aprovechamiento agronómico de aquella. El conocimiento de factores ambientales restrictivos, particularmente el de aquellos factores, cuyo control y modificación sea difícil mediante prácticas agronómicas, debe incorporarse a los criterios de selección de tipos superiores del simbiote para ambientes específicos. Mientras que, la evaluación de factores ambientales restrictivos de la simbiosis, pero susceptibles de modificarse mediante prácticas agronómicas, incluyendo reacción, disponibilidad de nutrientes, sustancias tóxicas solubles y humedad del suelo, deben manejarse a base de adecuados programas de enmiendas y fertilización de suelos e irrigación de cultivos, a objeto de



remover restricciones ambientales y promover la función fijadora de nitrógeno.

Manejo de inoculantes y a las prácticas de inoculación: El simbiote es una bacteria desprovista de quistes, esporas o cápsulas que preserven su viabilidad en condiciones ambientales adversas. En consecuencia, los riesgos de mortalidad acelerada, a causa de condiciones ambientales adversas, con deterioro de la calidad biológica de los inoculantes, son elevados. En tal sentido, a los fines del mejor aprovechamiento agronómico de la fijación simbiótica de nitrógeno para las leguminosas, la racionalización del manejo de los inoculantes y de las técnicas de inoculación, son de particular importancia.

#### CONFORMACION Y OPERACION DE LA RED

El diseño de la red propuesta, se basaría tanto en las características particulares de los cultivos leguminosos y las de la Rhizobiología en cada país andino, como en la oferta de tecnología rhizobiológica y el grado de desarrollo que demuestre la situación actual de la Rhizobiología en los países de la Subregión Andina; mientras que, la implementación, operación, coordinación, seguimiento, control y evaluación se basarán en las modalidades operativas típicas de PROCANDINO.

En referencia al diseño de la red, se consideraría la complejidad típica de la Rhizobiología. Al respecto, la red debe incluir actividades atinentes a cada área de especialización, de acuerdo a la oferta actual de la tecnología rhizobiológica, incluyendo evaluación y selección de cepas, basadas en especificidad, compatibilidad e invasividad entre hospedero y simbiote; valoración agronómica de la simbiosis, basada en dinámica del simbiote en el suelo; y, calidad biológica y agronómica de inoculantes, basada en efectividad fijadora de combinaciones específicas de hospedero y simbiote, y dinámica del simbiote en el inoculante.

La red de generación y transferencia de tecnologías rhizobiológicas entre los países de la Subregión Andina, conformaría tanto un banco para el acopio de la oferta actualizada de tecnologías rhizobiológicas y de inoculación de los cultivos leguminosos, como un programa de transferencia y generación sistemáticas de las tecnologías en referencia, entre los países de la Subregión Andina. Los recursos humanos, programáticos, operacionales y de infraestructura disponibles en cada país, se constituirían en los ejecutores de las actividades y medios conducentes a la transferencia tecnológica requerida.

La conformación del programa de transferencia y generación de tecnologías rhizobiológicas para soya, maní y leguminosas de granos comestibles entre los países de la Subregión Andina

contemplado en la red, se basaría tanto en la oferta, como en la demanda de tales tecnologías, existente en los diferentes países del área, de acuerdo a los diagnósticos correspondientes. A tales fines, los resultados de los diagnósticos, constituirían los términos de referencia iniciales de la red. PROCANDINO, con apoyo de sus modalidades operativas en términos de asesoramiento, entrenamiento, transferencia de tecnología e investigación, se constituiría en el ente promotor y coordinador de la red.

#### ESTRATEGIAS OPERATIVAS DE LA RED

La implementación, operación, seguimiento, control y evaluación de la red, se basaría en las modalidades operativas de PROCANDINO, aplicables en cada país, de acuerdo a la tecnología rizobiológica de que disponga y a sus necesidades de desarrollo de la Rizobiología. En tal sentido, PROCANDINO participaría como agente de suministro tanto de asesoramiento y de entrenamiento especializados, como de transferencia y generación de tecnologías.

La red en referencia, mediante acciones interactivas tanto con las opciones operativas de PROCANDINO, como con los Subprogramas de Leguminosas y de Oleaginosas del mismo, ejercería la implantación, planificación, coordinación, operación, seguimiento y evaluación de la red.

En tal sentido, se sugiere el plan operativo siguiente:

Delineamientos globales: Los criterios y la tecnología actuales, relativos a la selección de cepas superiores de Rhizobium, a la producción de inoculante y a los aspectos agronómicos de la inoculación de cultivos leguminosos, se integrarán en la red, mediante un catálogo de la oferta de tecnología rizobiológica disponible. La capacidad operativa de PROCANDINO para transferir y generar tecnología, se aplicará en cada país, de acuerdo tanto a sus ofertas de tecnologías rizobiológicas, en las que haya alcanzado un desarrollo apropiado, como a sus demandas respecto a aquellas técnicas en las que no haya alcanzado suficiente desarrollo. El programa de transferencia y generación de técnicas rizobiológicas de la red, se conformaría, de acuerdo al diagnóstico relativo al potencial y las limitantes de la inoculación de cultivos leguminosos, que se ha realizado.

La opción operativa de PROCANDINO, tipo de Consultoría Técnica, se aplicará para afinar la evaluación de la situación actual de la rizobiología y la demanda tecnológica, cuya satisfacción se requiere en cada país andino, para la inoculación efectiva de soya y mani. El proyecto de la red, integra los resultados tanto del Curso sobre "Rizobiología para soya y mani", ofrecido por PROCANDINO en Tibaitatá, Colombia, en noviembre de 1983, como en la Consultoría Internacional de corto

plazo (Evento 2.3.10). Sin perjuicio de la utilización de consultorias técnicas, las opciones correspondientes a adiestramiento, entrenamiento en servicio y proyectos cooperativos, se aplicarían durante la ejecución de la red, para lograr una efectiva transferencia y mejora tecnológica, en términos de las demandas detectadas mediante los diagnósticos, respecto a selección de tipos superiores del simbiote, producción y manejo de inoculantes, inoculaciones y aspectos agronómicos implícitos en el aprovechamiento de la fijación simbiótica de nitrógeno, en la producción de cosechas.

#### Delineamientos metodológicos de la red:

1. La conformación de la oferta tecnológica para la inoculación de cultivos leguminosos, de acuerdo al estado del avance de los diversos aspectos de la rizobiología.
2. La ejecución de diagnósticos específicos puntualizados, de situaciones actuales, potencialidades, factores limitantes y demandas tecnológicas, relativos a la inoculación de soya, mani y leguminosas de granos comestibles en Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela.
3. La conformación, coordinación, supervisión y evaluación de proyectos de transferencia y generación de tecnología entre los países andinos, de acuerdo a las demandas detectadas mediante los diagnósticos específicos correspondientes para la inoculación efectiva de los cultivos leguminosos.
4. La promoción de proyectos de investigación rizobiológica cooperativos entre los países andinos, para incrementar la oferta tecnológica relativa al aprovechamiento agronómico de la fijación simbiótica de nitrógeno en soya, mani y leguminosas de granos comestibles.

Cada uno de los aspectos genéricos antes mencionados, incluiría acciones específicas. Tales acciones, a los fines de la red propuesta, se bosquejan en términos de:

1. Un catálogo de la oferta de tecnología rizobiológica actualmente disponible, transferible entre los países de la subregión andina.
2. Los diagnósticos para promover el aprovechamiento agronómico de la Rhizobiología en soya, mani y leguminosas de granos comestibles, en Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela.
3. Las estrategias operativas apropiadas para desarrollar la transferencia de tecnologías rizobiológicas requeridas entre los países de la subregión andina.

## TERMINOS DE REFERENCIA DE LA RED

La implementación de las actividades para la transferencia de tecnología rhizobiológica entre países de la Subregión Andina mediante la red, tendría los términos de referencia siguientes:

1. Creación de la Coordinación Internacional de la red para transferencia y generación de tecnología rhizobiológica.

La creación e implementación de la red propuesta, se basa en la ampliación de la capacidad operativa de PROCIANDINO, en el sentido de incorporar al Programa un Especialista Internacional con experiencia en Rhizobiología, Agronomía de Cultivos Leguminosos, Fertilidad de Suelos y Experimentación Agrícola.

- 1.1. Implantación, planificación, coordinación, operación, seguimiento y evaluación de los planes nacionales y de cooperación internacional de la red.

2. Procedimientos para la prescripción de planes de acción.

La transferencia de tecnologías rhizobiológicas mediante la red, se basará en la integración de la oferta tecnológica disponible; del estado actual de los diversos aspectos de la Rhizobiología y de la agronomía de la inoculación de las leguminosas en cada país andino; y de las diversas opciones operativas de PROCIANDINO. Los procedimientos previstos incluyen:

- 2.1. Evaluación del estado actual del aprovechamiento de la rhizobiología y de la oferta tecnológica disponible en los países andinos, mediante los diagnósticos correspondientes.

- 2.2. Diseño de planes de acción locales, regionales y nacionales, ejecutables a través de la red de transferencia y la capacidad operativa de PROCIANDINO. En tal sentido, se tomará en consideración para cada país:

- 2.2.1. Diagnóstico: Programas de desarrollo de cultivos leguminosos.

- 2.2.2. Diagnóstico: Recursos humanos disponibles.

- 2.2.3. Diagnóstico: Recursos operacionales disponibles.

- 2.2.4. Diagnóstico: Características edafoclimáticas existentes en las áreas de desarrollo de cultivos leguminosos.

- 2.2.5. Definición de la demanda tecnológica en cada localidad, mediante la evaluación del diagnóstico del estado actual del aprovechamiento de la rizobiología, utilizando la oferta tecnológica disponible como marco referencial.
- 2.2.6. Identificación de las acciones más convenientes, a fin de remover las restricciones relativas al aprovechamiento de las inoculaciones en soya y maní. Las prescripciones se formularán mediante la aplicación del perfil de demandas de cada localidad, a la oferta de tecnología rizobiológica disponible.
3. Modalidades operativas: Las opciones operativas de PROCIANDINO se utilizarán para ejecutar las acciones prescritas para cada país, incluyendo las modalidades siguientes:
- 3.1. Consultorías técnicas.
- 3.1.1. Cursos cortos locales.
- 3.1.2. Diseño, implantación, seguimiento y evaluación de proyectos de transferencia de tecnología.
- 3.2. Entrenamiento en servicio.
- 3.2.1. Proyectos de transferencia de tecnología.
- 3.3. Proyectos cooperativos.
- 3.3.1. Transferencia de tecnología.
- 3.3.2. Mejoramiento de la tecnología rizobiológica.
- 3.4. Becas.
- 3.4.1. Transferencia de tecnología.
- 3.5. Apoyo mediante el especialista en transferencia de tecnología.
- 3.5.1. Asesoramiento en procesos de transferencia.
- 3.5.2. Asesoramiento y apoyo logístico para la producción de documentos técnicos especializados, apropiados para la transferencia.

**3.6. Interacción con las coordinaciones nacionales de los Subprogramas I (Leguminosas) y IV (Oleaginosas).**

**3.6.1. Identificación de problemas y de acciones para la solución.**

**3.6.2. Planificación, coordinación local, ejecución, seguimiento y evaluación de proyectos de transferencia y generación de tecnologías.**

**3.6.2.1. Proyectos de transferencia de la oferta tecnológica disponible para mejorar el aprovechamiento de la fijación simbiótica de nitrógeno en soya y maní en los países andinos.**

**3.6.2.2. Proyecto de una red para el intercambio y preservación de germoplasma de soya y maní y de los simbioses correspondientes, entre los países andinos.**

**3.6.2.3. Proyectos locales para el mejoramiento de la selección de genotipos superiores de Rhizobium; de las técnicas de producción de inoculantes y de inoculación; del control de calidad de inoculantes; y, de prácticas agronómicas complementarias a la inoculación.**

**3.6.2.4. Proyectos locales para evaluar los efectos de factores edafoclimáticos, reguladores de la dinámica del simbiote en el suelo y de la simbiosis, sobre la respuesta de soya, maní y leguminosas de granos comestibles, a las inoculaciones.**

**3.6.2.5. Planificación, coordinación local y apoyo logístico para seminarios locales.**

**3.6.2.6. Captación de recursos locales.**

**3.7. Interacciones con las coordinaciones internacionales de los Subprogramas I (Leguminosas) y IV (Oleaginosas).**

**3.7.1. Planificación, seguimiento y evaluación de proyectos de transferencia y generación de tecnologías.**

**3.7.2. Captación de recursos internacionales.**

## DURACION Y CRONOGRAMA DE LA RED

El proyecto contempla una duración de tres años. La ejecución de la red se ha dividido en etapas trimestrales, para fines de control y seguimiento. El cronograma contempla la secuencia siguiente:

### 1er. Trimestre

1. Conformación de perfiles de las demandas de técnicas rhizobiológicas, tecnología de producción y manejo de inoculantes y prácticas agronómicas complementarias a la Rhizobiología. Incluye: 5 países de la Subregión.
2. Elaboración de los paquetes tecnológicos correspondientes a la oferta de tecnologías rhizobiológicas transferibles entre Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela:
  - 2.1. Criterios y técnicas para seleccionar genotipos superiores de simbioses.
  - 2.2. Técnicas de producción de inoculantes.
  - 2.3. Técnicas de manejo de inoculantes y de inoculación de cultivos leguminosos.
  - 2.4. Técnicas para la evaluación agronómica de la respuesta de soya, maní y leguminosas de granos comestibles, a la inoculación.

### 2do. Trimestre

3. Continúa la elaboración de paquetes tecnológicos.
4. Elaboración de planes de actividades locales para la selección de genotipos superiores de Rhizobium y la implantación de técnicas de producción de inoculantes, en los cinco países de la red.
5. Elaboración de planes de actividades locales para el mejoramiento agronómico de las inoculaciones de soya y maní, en los cinco países de la Subregión.
6. Entrenamiento en servicio de técnicos en Bolivia, Perú y Ecuador sobre técnicas de selección de genotipos del simbiote y de producción de inoculantes en Colombia y Venezuela.

### 3er. Trimestre

7. Cursos cortos sobre criterios y técnicas de evaluación y selección de genotipos superiores de Rhizobium y de producción de inoculantes.
8. Seminarios locales sobre criterios y técnicas de evaluación y selección de genotipos superiores de Rhizobium y de producción de inoculantes, en Bolivia, Perú y Ecuador.
9. Seminarios locales sobre bases biológicas, ecológicas y agronómicas de la Rhizobiología, en los cinco países de la Red.

### 4to. Trimestre

10. Curso corto sobre la agronomía de la inoculación de soya, maní y leguminosas de granos comestibles.
11. Seminarios sobre la agronomía de la inoculación de soya, maní y leguminosas de granos comestibles, en los cinco países de la Subregión.
12. Inicio de proyectos de experimentos de campo en los cinco países de la Subregión de acuerdo a la prescripción realizada en cada país, sobre aspectos agronómicos de la inoculación de soya, maní y leguminosas de granos comestibles.

### 5to. Trimestre

- 12a. Continúa la experimentación de campo sobre la agronomía de la inoculación de soya y maní en Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela.
13. Apoyo para la instalación de laboratorios de producción de inoculantes para soya, maní y leguminosas de granos comestibles, en tres países: Bolivia, Perú y Ecuador.
14. Desarrollo de programas de producción de inoculantes para soya, maní y leguminosas de granos comestibles en: Bolivia, Perú y Ecuador.

### 6to. Trimestre

15. Primera evaluación de la red
16. Preparación de informes de avance



**7mo. Trimestre**

17. Seminarios relativos a la evaluación y mejoramiento agronómico de la inoculación de soya, maní y leguminosas de granos comestibles en base al control de factores edafoclimáticos, reguladores de la dinámica de Rhizobium en el suelo y de la simbiosis, en los cinco países de la Subregión
18. Implantación de un proyecto de intercambio de germoplasma de Rhizobium para soya, maní y leguminosas de granos comestibles, en los cinco países de la Subregión.

**8vo. Trimestre**

19. Seminarios sobre criterios y técnicas avanzadas para la evaluación y selección de genotipos superiores de Rhizobium, en, los cinco países de la red.

**9no. Trimestre**

20. Ensayos de campo en los cinco países de la Subregión para el mejoramiento agronómico avanzado de la inoculación de soya, maní y leguminosas de granos comestibles, a base del control de factores edafoclimáticos.
21. Evaluación de la selección de genotipos superiores de Rhizobium para soya, maní y leguminosas de granos comestibles, en los cinco países de la red.

**10mo. Trimestre**

22. Continúan los ensayos de campo en los cinco países para el mejoramiento agronómico avanzado de la inoculación de soya, maní y leguminosas de granos comestibles, a base del control de factores edafoclimáticos.
23. Evaluación y mejoramiento de técnicas de producción de inoculantes, en los cinco países de la Subregión.

**11mo. Trimestre**

24. Evaluación y mejoramiento de técnicas de producción de inoculantes, en los cinco países de la red.
25. Evaluación de los cursos cortos, seminarios y proyectos locales de la red.

12mo. Trimestre

26. Evaluación de la red

27. Informe final.

#### PRESUPUESTO ESTIMADO

Teniendo en cuenta los objetivos y las características de PROCIANDINO, así como los términos del convenio, la ejecución de la red de generación y transferencia de tecnología rizobiológica para los países de la Subregión Andina, requiere del apoyo presupuestario siguiente:

Aporte en efectivo (donante)	US\$ 648.500
Aporte contrapartes (*)	US\$ 206.000
<b>Total</b>	<b>US\$ 854.500</b>

---

(\*) A prorratear entre los países participantes.

El presupuesto requerido (3 años), se distribuye así (US\$):

Descripción	Aporte efectivo	Contra-partida	Total
Primer año	249.500	102.000	351.500
Segundo año	199.500	52.000	251.500
Tercer año	199.500	52.000	251.500
<b>Total</b>	<b>648.500</b>	<b>206.000</b>	<b>854.500</b>

---

El aporte efectivo, descriminado por año de actividad de la red y tipos de actividades a ejecutar, se distribuye así:

Descripción	1er.año	2do.año.	3er.año	Total
Coordinador Internacional	50.000	50.000	50.000	150.000
Viajes Coordinador Internacional	28.000	28.000	28.000	84.000
Seminarios	16.000	16.000	16.000	48.000
Intercambio de asesoramiento	10.000	10.000	10.000	30.000
Consultores de corto plazo	15.000	15.000	15.000	45.000
Asesoramiento de especialistas internacionales	6.000	6.000	6.000	18.000
Cursos cortos	30.000	30.000	30.000	90.000
Adiestramiento en servicio	18.000	18.000	18.000	54.000
Intercambio de material genético y bibliográfico	2.500	2.500	2.500	7.500
Apoyo a la investigación	74.000	24.000	24.000	122.000
<b>Totales</b>	<b>249.500</b>	<b>199.500</b>	<b>199.500</b>	<b>648.000</b>

#### CONSIDERACIONES FINALES

1. Mediante la fijación simbiótica como fuente de suministro de nitrógeno para la producción de soya y maní, se pueden reducir sensiblemente sus costos de producción; mientras que el carácter biológico de la simbiosis, hace que su manejo agronómico resulte complejo. Al respecto, la implementación de las acciones requeridas para fomentar el aprovechamiento agronómico de la Rhizobiología, debe basarse tanto en el

estado actual y la proyección de la producción de tales cultivos, como en las características propias de la simbiosis leguminosa-Rhizobium. Tales criterios son particularmente importantes para promover un desarrollo equilibrado de la Rhizobiología en Venezuela, Colombia, Bolivia, Perú y Ecuador.

2. En relación a las influencias del estado de desarrollo de los cultivos de soya, mani y leguminosas de granos comestibles en cada país andino, como reguladoras del desarrollo de la Rhizobiología, se debe considerar que esta es solo un factor de producción de esos cultivos. En consecuencia, el desarrollo de la Rhizobiología de soya, mani y leguminosas de granos comestibles en Venezuela, Colombia, Bolivia, Perú y Ecuador, está supeditado y depende del grado de desarrollo alcanzado y de la proyección de tales cultivos en esos países.
3. En relación a la importancia de las características intrínsecas de la Rhizobiología para fomentar el aprovechamiento agronómico de la fijación de nitrógeno y reducir los costos de producción en soya y mani, en Venezuela, Colombia, Bolivia, Perú y Ecuador, se debe considerar la complejidad de la Rhizobiología como factor de producción de las leguminosas. En tal sentido, la nodulación, la fijación simbiótica de nitrógeno y la inoculación de soya, mani y leguminosas de granos comestibles, constituyen procesos complejos. En consecuencia, la dinámica del simbiote en el suelo, la evaluación y selección de tipos superiores de Rhizobium y las técnicas de producción y manejo de inoculantes e inoculaciones, corresponden a especializaciones de la Rhizobiología, que deben fomentarse y manejarse apropiadamente, a fin de alcanzar el máximo aprovechamiento agronómico de la fijación simbiótica de nitrógeno.
4. Para contribuir al fomento del aprovechamiento agronómico de la Rhizobiología en los países de la Subregión Andina, PROCIANDINO, puede desarrollar acciones cooperativas complementarias entre Venezuela, Colombia, Bolivia, Perú y Ecuador, integradas en una red de generación y transferencia de tecnología rhizobiológica. Las características particulares de la simbiosis leguminosa-Rhizobium y la situación actual y potencial, tanto de la producción como de la Rhizobiología de soya, mani y leguminosas de granos comestibles en los países andinos, constituyen la base para el diseño de la red de generación y transferencia de tecnología rhizobiológica, propuesta. En el mismo sentido, la implementación, operación, coordinación, seguimiento, control y evaluación de la red, se basarían en las modalidades operativas típicas de PROCIANDINO.
5. A los fines de la transferencia de la tecnología rhizobiológica entre los países de la Subregión Andina, las

modalidades operativas típicas de PROCIANDINO, permitirían su participación, constituyéndose en agente tanto de suministro de asesoramiento y de entrenamiento especializado, como de transferencia y generación de tecnologías. En el mismo sentido, la adaptación, calibración y mejoramiento de la tecnología transferida, podrá fomentarse mediante proyectos de investigaciones cooperativas entre los países del área.

6. La red propuesta, contempla el acopio de la oferta de tecnologías rizobiológicas actualmente disponibles en los países de la Subregión Andina, para su transferencia y adaptación, según la oferta y los requerimientos de cada país. En tal sentido, los avances alcanzados en Venezuela y Colombia, respecto tanto a la evaluación y selección de cepas del simbiote, como a la tecnología de producción de inoculantes, son transferibles hacia Bolivia, Perú y Ecuador; mientras que la oferta tecnológica actual en relación a la valoración agronómica de la fijación simbiótica de nitrógeno y de las inoculaciones, son transferibles hacia cada uno de los países de la Subregión Andina, dado el escaso desarrollo de ese aspecto de la Rizobiología en tales países.
7. La red de generación y transferencia de tecnología rizobiológica entre Venezuela, Colombia, Bolivia, Perú y Ecuador, fue propuesta por el autor de este informe, como conclusión del Curso sobre "Rhizobiología de soya y maní", ofrecido por PROCIANDINO, en el CIA, Tibaitatá, Colombia, en noviembre de 1978; mientras que, los resultados del diagnóstico recientemente realizado en relación a soya y maní (Evento PROCIANDINO 2.3.10), a la vez que reiteran la necesidad de ejecutar la red propuesta, constituyen un acopio de datos que pueden utilizarse, como término de referencia inicial, para el plan operativo de la red.

#### RECOMENDACION

Ejecutar la red de generación y transferencia de tecnologías rizobiológicas entre los países de la Subregión Andina, mediante PROCIANDINO, para fomentar el aprovechamiento de la fijación de nitrógeno en la producción de soya, maní y leguminosas de granos comestibles y reducir costos de producción, por concepto de economía de fertilizantes nitrogenados costosos.

#### BIBLIOGRAFIA

1. AYALA, L.B. 1977. Estudio de algunos aspectos de la fijación

simbiótica de nitrógeno por el maní (*Arachis hypogaea*, L.) II. Evaluación bioquímica de la fijación y factores relacionados en la Asociación maní-Rhizobium spp. Agr. Trop. 27:427-429.

2. GONZALEZ, R. et al. 1981. Recomendaciones generales para la fertilización de cultivos en Venezuela. FONAIAP, OCA, Maracay, Venezuela:43-45.
3. DATE, R.A. 1970. Microbiological Problems in the Inoculation and Nodulation of Legumes. Plant and Soil 32:703-725.
4. BAGYARAJ, D.J. and HEDGE, S.V. 1978. Response of Cowpea (*Vigna unguiculata* (L), Walp) to Rhizobium Seed Inoculation. Curr. Sci. 47:548-549.
5. WAGGONER, J.A. et al. 1979. Adhesive Increases Inoculation Efficiency in White Clover. Agr. J. 71:375-377.
6. CHATERJEE, B.N. et al. 1972. Effect of Lime and Rhizobium Strains on the Growth and Yield of Soybeans (Glycine max (L), Merr.). Ind. J. Agr. Sci. 42:130-134.
7. BROCKWELL, J. 1981. A Strategy for Legume Nodulation Research in Developing Regions of the Old World. Plant and Soil 58:367-382.
8. BROCKWELL, J. et al. 1980. An Appraisal of Practical Alternatives to Legume Seed Inoculation: Field Experiments on Seed Inoculation with Solid and Liquid Inoculants. Aust. J. Agric. Res. 31:47-60.
9. GREENWOOD, R.M. and PANKURST, C.E. 1976. The Rhizobium Component of the Nitrogen Fixing Symbiosis. Proc. N.Z. Grassld. Ass. 38:174-176.
10. DEJON, T.M., BREWIN, N.J. and PHILLIPS, D.A. 1981. Effects of Plasmids Content of Rhizobium leguminosarum on Pea Nodule Activity and Plant Growth. J. Gen. Microbiol. 124:1-7.
11. VARGAS, M.A.T. and SUHET, A.R. 1980. Effect of Drought, Inoculation Rates and Methods on Soybean Development in Cerrados Soil. R. Bras. Ci. Solo 4:1721.
12. LOWTER, W.L. 1976. Factors affecting the Response of Clover Establishment to Inoculation and Pelleting. Proc. N. Z. Grassld. Ass. 38:175-181.
13. HOLDING, A.J. and LOWE, J.F. 1971. Some Effects of Acidity and Heavy Metals on the Rhizobium Leguminous Plant Association. Plant and Soil Sp. Vol.:153-166.
14. KOLESHKO, O.I. 1978. Development of Nodule Bacteria in the

15. **AYALA, L.B. and VELASQUEZ, L. 1977.** Efecto de la inoculación con Rhizobium spp. y de algunos factores relacionados, sobre el comportamiento de mani (Arachis hypogaea, L.), cultivado en un oxisol de la zona sur del Estado Anzoátegui. IX Jornadas Agronómicas, SVIA, Maracay, Compendio de trabajos presentados:147.
16. **AYALA, L.B. y VELASQUEZ, L. 1978.** Evaluación de once cepas de Rhizobium spp. inoculadas en mani (Arachis hypogaea, L.), cultivado en suelos de los Llanos Orientales de Venezuela. IX Reunión Latinoamericana de Rhizobiólogos (IX RELAR), Morelos, México:31-44.
17. **AYALA, L.B. and VELASQUEZ, L. 1979.** Field Evaluation of the Effect of Rhizobium spp. Inoculation and its Persistence in the Soil, on the Yield of Peanuts (Arachis hypogaea, L.), Grown in Eastern Venezuelan Plains. Proceeding of the Steenbock Kettering International Symposium on Nitrogen Fixation, Univ. of Wisc. Madison, Wisc., USA:52.
18. **AYALA, L.B. 1980.** Importance of Rhizobium spp. Population Dynamics for Peanuts Response from Inoculation, as Suggested by Field Experiments. IV International Symposium on Nitrogen Fixation, Australian Academy of Science, Charles F. Kettering Foundation, and Tennessee Valley Authority, Canberra, Australia:267.
19. **AYALA, L.B. and VELASQUEZ, L. 1979.** Effect of Rhizobium spp. Inoculation on the Yield of Peanuts Grown on Eastern Venezuelan Plains, as Influenced by the Soil Cropping History Regarding Peanuts. Proceeding of the Seventh North American Rhizobium Conference. Dept. Soil and Crop Sci., Texas A and M Univ., College Sta., Texas, USA:44.
20. **AYALA, L.B. y VELASQUEZ, L. 1980.** Efecto de la inoculación de Rhizobium spp. sobre los rendimientos de mani (Arachis hypogaea, L.), cultivado en los Llanos Orientales venezolanos. IV Congreso Venezolano de la SVCS, Guanare, Estado Portuguesa, Venezuela:33.
21. **EDWARDS, D.G., KANG, B.T. and DANSO, S.K.A. 1981.** Differential Response of Six Cowpea (Vigna unguiculata (L.), Walp) Cultivars to Liming in an Ultisol. Plant Soil 59: 61-73.
22. **LOOR, M.A. and LOUW, H.A. 1965.** Influence of Calcium Carbonate Amendments on the Nodulation of White Clover in the Acid Soils of George S. African J. Agric. Sci. 8:729-736.

23. ADAMS, A.F. 1964. Observations on Legume Establishment and Growth in Acid Soils. Proc. N. Z. Grassl. Ass. 1964:115-122.
24. HALSWORTH, E.G. 1964. Studies on the Nutrition of Forrage Legumes III. The Effect of Copper on Nodulation of Trifolium subterraneum and Trifolium repens. Plant and Soil 20:17-23.
25. NICHOLS, R. 1965. Studies on the Major Elements Deficiencies of the Pigeon Pea (Cajanus cajan) in Sand Culture II. The Effect of Major Elements on Nodulation, Growth, and Mineral Composition. Plant and Soil 22:112-126.
26. TWARI, G. P. 1963. Note on the Effect of Soil Sterilization and Some Mineral Nutrients on Commercial Strains of Cowpea Rhizobium in Western Nigeria. Emp. J. Expl. Agric. 31: 50-52.
27. BROCKWELL, J. 1977. Application of Legume Seed Inoculants, in: Hardy, R.W.F. and Gibson, A.H. 1977. A Treatise on Dinitrogen Fixation, Section IV. Agronomy and Ecology. John Willey and Sons, N. Y.: 277-309.
28. VASCONCELOS, I., PAIVA, J.B. and CRISOSTOMO, L.A. 1976. Confronte entre Inoculacao Artificial de Rhizobios e a Adubacao Nitrogenada em Fijacao de Corda (Vigna sinensis, (L.) Savi.) em Duas Microregioes Homogeneas do Estado de Cerrá, Brasil. Ciencias Agronomicas 6:105-106.
29. VASCONCELOS, I. et al. 1977. Confronto Entre Inoculacao Artificial de Rhizobios e Adubacao Nitrogenada em Amendoim (Arachis hypogaea, L.) em Duas Microregioes Homogeneas do Estado do Cerrá, Brasil. Ciencia Agronomica.
30. STABER, C. 1978. Inoculation of Cowpea (Vigna unguiculata) in Acid Soils of the Eastern Plains of Venezuela. Tropical Grain Legume Bulletin 15:3-4.
31. BERGERSEN, F.J. 1970. Some Australian Studies Relating to the Long Term Effects of the Inoculation of Legume Seeds. Plant and Soil 32:727-736.
32. DOROSINSKII, L.M. and MAKAROVA, N.M. 1977. Competitive Ability of Rhizobium lupini Strains. Microbiology 46:119-123.
33. WINARNO, R. and LIE, T.A. 1979. Competition Between Rhizobium Strains in Nodule Formation: Interaction Between Nodulating and Non Nodulating Strains. Plant



and Soil 51:135-142

34. SHEMAKHANOVA, N.M. et al. 1976. Role of Leguminous Plants in Effective Simbiosis With Nodule Bacteria. *Microbiology* 45:914-917.
35. REWARI, R.B. et al. 1973. Varietal Response of Soybean (Glycine max (L.) Merr.) to Different Strains of Rhizobium japonicum. *Ind. J. Agr. Sci.* 43:801-804.
36. ASOCIACION LATINOAMERICANA DE RHIZOBIOLOGIA. 1982. Catálogo de Rhizobiólogos para América Latina. Alar, Comisión Honoraria del Plan Agropecuario. Uruguay:1-74.
37. REYES, V.G., SOMASEGARAM, P. and MUNNS, D.N. 1978. Catalogue of Selected Strains from the NIFTAL Rhizobium Collection. University of Hawaii NIFTAL Proyect, Paia, Hawaii:1-10.
38. MICROBIOLOGICAL RESOURCES CENTER. Catalogue of the Rhizobium Strains in the General Collection and List of Efficient Strains for Legume Inoculation. MIRCEN, Departanento do Solos, Facultad de Agronomia da UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil:1-18.
39. ROSASEGARAN, P. et al. 1979. Practical Exercises in Legume/Rhizobium Technology. University of Hawaii NIFTAL Project, Paia, Hawaii:79 pp.
40. BURTON, J.C., MARTINEZ, C.J. and CURLEY, R.L. 1972. Methods of Testing and Suggested Standards for Legume Inoculants and Preinoculated Seeds. Nitragin Sales Corp., Milwaukee, Wisc. USA:1-35.
41. DATE, R.A. and ROUGHLEY, R.J. 1977. Preparation of Legume Seed Inoculants. Hardy, R.F. and A.H. Gibson. 1977. A Tratadise on Dinitrogen Fexation. Section IV. Agronomy and Ecology. John Willey and Sons, N.Y.:243-275.
42. SPEIDEL, K.L. and WOLLUM, A.G. 1980. Evaluation of Leguminous Inoculant Quality, A Manual. Tech. Bul. No. 266, North Carolina Agricultural Research Service, Raleigh, N.C. USA:1-51.
43. MARTINEZ, F.M. et al. 1982. Avances prácticos de la Universidad de Huamanca en Rhizobiologia. Univ. Nac. San Cristóbal de Huamanca, Dept. de Agronomia y Zootecnia, Laboratorio de Rhizobiologia, Ayacucho, Perú:1-10.
44. DATE, R.A. 1970. Microbiological Problems in the Inoculation and Nodulation of Legumes. *Plant and Soil* 32:703-725.
45. BROCKWELL, J. 1977. Application of Legume Seed Inoculants.

Hardy, R.W. and A.H. Gibson. 1977. A Treatise on Nitrogen Fixation. Section IV. Agronomy and Ecology. John Wiley and Sons, N. Y.:277-309.

46. MEISNER, C.A. and GROSS, H.D. 1980. Some Guidelines for the Evaluation of the Need for and Response to Inoculation of Tropical Legumes. Tech. Bul. No. 265, North Carolina Agricultural Research Service, N.C. State Univ., Raleigh, N.C.:1-59.
47. HARRIS, S.C. 1979. Planning an International Network of Legume Inoculation Trials. NifTAL Project, University of Hawaii, Paia, Hawaii:1-241.

LISTA DE PARTICIPANTES

<u>Pais/nombres</u>	<u>Institución/dirección</u>
<b>BOLIVIA</b>	
Edilberto Jaramillo	IBTA. E.E.G. Chaco. Yacuiba-Tarija. Casilla 49.
Saúl López	IBTA. Yacuiba-Bolivia. Proyecto Oleaginosas. Casilla 49.
<b>COLOMBIA</b>	
José Aragón	ICA. CRI Nataima. A.A. 40 Espinal (Tol). Teléfono 9828-89098.
Guillermo Arrieta	ICA. CRI Motilonia. Cesar. Teléfono 765165.
Fernando Báez	ICA. CNI Palmira. A.A. 233 Palmira. Teléfono 21762 ext. 248.
Daniel Gutiérrez	ICA. CRI Nataima. A.A. 40 Espinal. Teléfono 9828-89098.
Rodrigo Lora S.	ICA-Tibaitatá. Laboratorio Suelos. Ext. 265.
Clara León	CRECED San Gil. Cultivos Asociados PGTSP. Teléfono 34-28.
Henry Mateus E.	ICA. CRI-El Nus. San José del Nus (A). Teléfono 941-323013.
José Alberto Mila	ICA. CRI-Tulenapa. A.A. 22 Chigorodó. Teléfono 786549.
Luz Aida Moya	ICA-Tibaitatá. Laboratorio de Suelos. Ext. 262.
Amanda Neira F.	ICA-Tibaitatá. Lab. Nal. Insumos Agrícolas. Ext. 398-392.
Enrique Prieto Ch.	ICA. CRI-La Libertad. A.A. 2011. Teléfono 23852.
Carmen Salamanca	ICA. CRI-La Libertad. A.A. 2011. Teléfono 23852.

Pais/nombre

Institución/dirección

**ECUADOR**

**Freddy Amores**

**INIAP. E.E. Pichilingue. A.A. 24,  
Quevedo, Ecuador. Teléfono 750-966.**

**Sonia Alcívar**

**INIAP. E.E. Boliche. A.A. 7069,  
Guayaquil, Ecuador. Teléfono 710967.**

**PERU**

**Américo Celada**

**INIAA. E.E. Vista Florida Chiclayo,  
Perú. Teléfono 231521.**

**Juan Tejada R.**

**INIAA. E.E. Del Chira. Cayetano Heredia  
402 - Castilla - Piura - Perú. Teléfono  
32-6261.**

**VENEZUELA**

**Elena Mazzani**

**FONAIAP-CENIAP-ICA. A.A. 4653, Maracay  
2101, Venezuela. Teléfono 413075.**

**Carmen A. Rincón**

**FONAIAP. E.E. Anzoategui. Bl Tigre.  
Apartado 212.**

**Levantamiento de textos y diseño**  
Germán Pasquel Galarza

**Impresión:**  
Taller Gráfico IICA-PROCIANDINO

**Nº de ejemplares**  
250





INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA