

LIBRARY

FP 0007-74-02

148
ok



ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION



PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA EL MEDIO AMBIENTE

Elaboración de un programa tendiente a fomentar

LA UTILIZACION DE LAS MATERIAS ORGANICAS COMO FERTILIZANTES

|



ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION



PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA EL MEDIO AMBIENTE

INFORME SOBRE

LA ELABORACION DE UN PROGRAMA TENDIENTE A FOMENTAR LA UTILIZACION DE LAS MATERIAS ORGANICAS COMO FERTILIZANTES



ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION
Roma, 1976

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

M-52
ISBN 92-5-300008-2

Este libro es propiedad de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, y no podrá ser reproducido, ni en su totalidad ni en parte, por cualquier método o procedimiento, sin una autorización por escrito del titular de los derechos de autor. Las peticiones para tal autorización, especificando la extensión de lo que se desea reproducir y el propósito que con ello se persigue, deberán enviarse al Director de Publicaciones, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.

© FAO 1976

El presente informe se ha preparado en el marco
de un proyecto cooperativo del Programa de las
Naciones Unidas para el Medio Ambiente

titulado

“Elaboración de un Programa tendiente a fomentar la utilización de las
materias orgánicas como fertilizantes”

(0207-74-002)

en colaboración con

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

La FAO expresa su agradecimiento a

M.C. Charreau

Consultor

por su inestimable colaboración

INDICE

	<u>Página</u>
Resumen	vii
1. INTRODUCCION	1
2. CONSIDERACIONES FUNDAMENTALES Y PRINCIPALES ORIENTACIONES DEL PROGRAMA.	2
2.1 Examen de las condiciones ecológicas y demográficas	2
2.2 Examen de los sistemas de cultivo	3
3. CALENDARIO DEL PROGRAMA	3
3.1 Fase I: Formulación de los proyectos	3
3.2 Fase II: Elaboración de acciones cooperativas	4
3.3 Fase III: Acción	4
3.4 Elementos que hay que tomar en consideración en el programa de acción	4
3.5 Información que hay que tomar en consideración en la formulación de los proyectos	5
4. ORIENTACION TECNICA GENERAL PARA LA PRINCIPAL FASE DE ACCION (III)	5
5. FUENTES, TECNICAS Y PROBLEMAS DE LA FERTILIZACION ORGANICA RELATIVOS AL MEDIO AMBIENTE RURAL	6
5.1 Posibilidades y medios de aumentar las materias orgánicas disponibles en el medio ambiente rural	6
5.1.1 Reemplazamiento de las materias orgánicas utilizadas como combustible por otros materiales	6
5.1.2 Investigación de fuentes de materias orgánicas hasta ahora inexplotadas	7
5.1.3 Aumento de la producción de materias orgánicas y principalmente de leguminosas	7
5.2 Técnicas idóneas para mejorar la calidad de las materias orgánicas de origen rural	8
5.2.1 Principales procedimientos de transformación de los residuos de cosecha y de las leguminosas	8
5.2.2 Principales procedimientos de transformación de las deyecciones animales	10
5.3 Problemas generales relativos a la aplicación de fertilizantes orgánicos en medios rurales	11
6. MATERIAS ORGANICAS PROCEDENTES DE RESIDUOS URBANOS E INDUSTRIALES	12
6.1 Residuos sólidos de origen urbano e industrial	12
6.2 Residuos líquidos de origen urbano e industrial	14
6.2.1 Efluentes	14
6.2.2 Fangos	15
6.3 Compuestos tóxicos y consideraciones de orden sanitario	15
ANEXO I - Delimitación de las zonas ecológicas a los fines del programa..	16
ANEXO II - Fichas técnicas	17
ANEXO III - Propuesta de un programa de inoculación de leguminosas con Rhizobia	31

RESUMEN

1. GENERALIDADES

En los países en los cuales las condiciones ecológicas son favorables, las materias orgánicas representan, en general, el único medio de conservar, y eventualmente de aumentar la fertilidad del suelo.

Durante algún tiempo, la abundancia de los fertilizantes minerales a precios relativamente bajos, y ciertos otros factores, han hecho que la agricultura y la investigación agronómica se desinteresaran de la utilización de las materias orgánicas como fertilizantes.

Por otra parte, el crecimiento demográfico; el aumento de la urbanización y de la industrialización, así como las modificaciones que se han registrado en los sistemas agrícolas, han creado problemas de contaminación del medio ambiente.

En 1973/74, se hizo cada vez más evidente que las materias primas y los recursos energéticos del mundo, explotados hasta ahora, no eran ilimitados y que, en el futuro, tendrían que utilizarse de una forma más racional.

Esta situación ha exigido, en general, una revisión de los enfoques técnicos y, en particular, un nuevo examen de la actitud respecto al despilfarro de materias que podrían, en el campo de la agricultura, utilizarse más eficazmente para mejorar y conservar la fertilidad del suelo y, al mismo tiempo, reducir los peligros de contaminación.

Estos hechos, junto con la necesidad de aumentar notablemente la producción alimentaria mundial y las diversas recomendaciones específicas formuladas por los órganos rectores de la FAO y de la Conferencia Mundial de la Alimentación, han movido a la FAO a organizar, en diciembre de 1974, una Consulta de Expertos sobre Materias Orgánicas Fertilizantes, que financió el Organismo Sueco de Desarrollo Internacional/SIDA.

El objeto principal de esta Consulta consistía en acopiar información básica acerca de las posibilidades actuales y futuras de utilizar las materias orgánicas como fertilizantes con vistas a aumentar la fertilidad del suelo y la producción alimentaria.

En enero de 1975, en la serie de Boletines sobre suelos de la FAO (Boletín N° 27), se publicó todo un conjunto de documentos seleccionados del Informe de la Consulta, bajo el título de "Materias orgánicas fertilizantes".

Uno de los temas del programa de la Consulta, se refería a la fijación del nitrógeno, y se establecieron las normas de un programa de acción para el fomento del empleo de Rhizobia. Como Anexo III, figura el Informe de un grupo de consultores FAO/PNUMA, que ha propuesto un programa para la inoculación de las leguminosas con Rhizobia.

El presente informe es consecuencia de la Consulta, y tiene por objeto incorporar las recomendaciones en un programa coordinado de acción de nivel internacional. Dados los importantes aspectos relativos a la conservación y mejora del medio ambiente que entraña esta cuestión, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) ha colaborado en su redacción. Este documento ha sido elaborado con la ayuda de un consultor, M.C. Charreau, Ingeniero Agrónomo de Investigación del Instituto de Investigaciones Agronómicas Tropicales (IRAT), París, en forma de normas para la ejecución del programa, e indicaciones sobre las posibilidades, métodos y dificultades eventuales de carácter técnico y socioeconómico.

2. OBJETIVOS DEL PROGRAMA

El principal objetivo del programa es fomentar y coordinar el empleo de las materias orgánicas como fertilizantes, teniendo en cuenta todos los aspectos conexos.

En última instancia, se trata de elaborar un programa coordinado de acción, de escala mundial, con vistas a lograr el objetivo precitado. El programa se orientará hacia la acción, y estará concebido de tal forma que pueda recibirse el apoyo de las instituciones internacionales de

cooperación técnica, incluidas aquellas que no forman parte del sistema de las Naciones Unidas para determinados proyectos, nacionales o regionales, bajo la forma de coordinación del programa. Existen ya ejemplos de proyectos realizados en el marco del programa coordinado de acción, entre ellos el proyecto conjunto FAO/PNUMA titulado "Elaboración de un programa internacional, coordinado sobre la fijación biológica del nitrógeno", y el proyecto conjunto FAO/SIDA/CESAP/PNUD para el Sudeste de Asia titulado "Mejora de la fertilidad del suelo, en particular mediante el reciclaje de las materias orgánicas", que se inició en febrero de 1976.

El programa coordinado de acción se formulará de conformidad con las disposiciones que se exponen a continuación, y en las que se establecen los elementos principales del programa.

3. CALENDARIO DEL PROGRAMA

Fase I: Formulación de proyectos

En esta fase, se prevé el envío a las diversas zonas ecológicas de Africa, América Latina, Cercano Oriente y Asia, de misiones de consultores que tendrán un triple objetivo:

- i) informar a los Gobiernos de los Estados Miembros acerca del objetivo y alcance del programa, y tratar de conseguir su cooperación, así como la colaboración y contribución de todas las instituciones nacionales o regionales susceptibles de participar en el programa;
- ii) obtener todas las informaciones necesarias para la formulación de los proyectos;
- iii) contribuir a la puesta en marcha inmediata de proyectos pilotos o de proyectos que no exijan una considerable ayuda exterior, por ejemplo ayudando a suministrar informaciones técnicas y, eventualmente, material que sirva para el lanzamiento de los proyectos, prestando ayuda en la formulación de los proyectos nacionales para la divulgación de los métodos, etc.

Los consultores recibirán las instrucciones apropiadas, junto con un cuestionario que se remitirá, también, a los gobiernos correspondientes a título de información y comprobación, antes de que se inicien las misiones.

Durante su misión, los consultores informarán periódicamente a la FAO, especialmente sobre los puntos (i) y (iii); en cuanto al punto (ii) las particularidades que deberán observarse serán:

- resultados actuales de la investigación y conocimiento de todos los métodos relativos a la cuestión;
- investigaciones en marcha, capacidades y dificultades relativas a los trabajos de investigación, con vistas a evaluar la posible ayuda futura;
- posibilidades de extrapolación de los métodos, teniendo en cuenta las condiciones de las regiones o países respectivos, y los obstáculos que se oponen a esta extrapolación;
- posibilidades y dificultades relativas a la aplicación práctica de los métodos y a la divulgación al nivel de la explotación.

En el marco de su cometido, los consultores redactarán los informes de su misión, y en los respectivos puntos de destino, se ocuparán especialmente de la formulación de los proyectos nacionales y regionales.

Fase II: Elaboración de acciones cooperativas

Una vez que la Secretaría FAO del programa y los representantes de las instituciones nacionales cooperadoras hayan leído los informes de los consultores, se celebrará una reunión de coordinación en dos etapas:

- i) elaboración por los consultores y la Secretaría FAO de un proyecto relativo al desarrollo coordinado de otras acciones regionales cooperativas y de proyectos nacionales, sobre la base de las conclusiones de la misión y la preparación previa de proyectos; así como en la incorporación de proyectos ya iniciados;
- ii) formulación definitiva de proyectos coordinados en colaboración con los consultores, expertos independientes, expertos procedentes de países susceptibles de cooperar en determinados proyectos, y representantes de las instituciones internacionales encargadas de la cooperación técnica y la financiación.

Fase III: Acción

En el marco del programa coordinado, se ejecutarán proyectos para la utilización de fertilizantes orgánicos, a escala nacional o regional, con ayuda de apoyo financiero suplementario.

El presente documento se propone establecer las normas para la planificación, organización y ejecución de las diversas fases del programa. Estas normas se resumen en la sección siguiente.

4. ELEMENTOS DEL PROGRAMA

En la elaboración del programa deben tenerse en cuenta diversos elementos: por ejemplo, dado que se prevé que todos los aspectos han de tratarse simultáneamente, la diferencia entre las condiciones de base y las técnicas que habrá que aplicar impone una distinción entre dos elementos principales, los cuales, sin embargo, algunas veces entrañan el peligro de una superposición.

A. Residuos rurales/materias orgánicas

B. Residuos urbanos/industriales.

Además, el examen crítico de los usos finales, combinados o no, debería servir de principio rector cuando se trata de reciclaje de los residuos (por ejemplo, ciertos residuos que se utilizan esencialmente para la producción de alimentos del ganado, más bien que directamente para la producción de fertilizantes orgánicos).

A. Materias orgánicas en el medio ambiente rural

Como la utilización racional de estas materias depende de una gran diversidad de condiciones fundamentales, la evaluación, la planificación y la acción deben efectuarse tomando en cuenta las zonas ecológicas citadas en el Anexo I.

Clasificación de los elementos:

- i) Materias de origen esencialmente vegetal: residuos de cosecha, cultivo de cobertura, compostes, malas hierbas, abonos verdes. También figuran en esta categoría todas las medidas capaces de mejorar las materias orgánicas, o la fertilidad del suelo, como, por ejemplo, la introducción y divulgación de alternativas de leguminosas, asociadas con la inoculación de Rhizobia; la utilización de otras fuentes para la fijación biológica del nitrógeno, la inclusión en la rotación de cultivos forrajeros junto con los sistemas culturales apropiados para reemplazar los barbechos arbustivos o en monte secundario, sin olvidar la explotación agrícola mixta, o simultánea, en lugar de los sistemas de monocultivo que, ahora, no se consideran perfectamente satisfactorios en determinadas condiciones.

Para no olvidar nada, conviene mencionar también la sustitución de las materias orgánicas que se utilizan como combustible. Entre las posibilidades de sustitución, citaremos el cultivo de especies de crecimiento rápido, o el suministro subvencionado de combustible y de material en aquellos países que disponen de recursos petrolíferos poco costosos.

- ii) Materias de origen esencialmente animal: los abonos animales producidos por diversos métodos de recolección y tratamiento, ya se trate de desperdicios sólidos y líquidos, combinados o separados, y de orines. Convendría considerar la posibilidad de fabricar composte a nivel de la aldea, con las basuras domésticas y los desperdicios de matadero, etc.; cuando se trate de aglomeraciones de menos de 10 000 habitantes.
- iii) Materias de origen esencialmente humano: heces y orines, preparación de composte en las aldeas y el reciclaje de materias de origen animal, lo que, en cierto modo, equivale a repetir el tratamiento y utilización de los desperdicios urbanos o industriales, aunque la tecnología aplicada sea diferente.

B. Materias orgánicas en el medio ambiente urbano/industrial

Clasificación de los elementos:

- i) Residuos urbanos: aguas residuales, basuras domésticas, fangos, etc.
- ii) Residuos industriales: residuos de las industrias alimentarias, del tratamiento de la madera y otras industrias, que producen desperdicios susceptibles de reciclaje.

1. INTRODUCCION

Antes de la introducción de los fertilizantes minerales, el estiércol y los compostes eran prácticamente las únicas fuentes de abono para los cultivos. Desde los albores de la agricultura se conoce la importancia que tienen las leguminosas para mejorar y conservar la fertilidad del suelo.

En los países en desarrollo, el consumo de fertilizantes minerales registró un cierto progreso a mitad de los años sesenta, cuando se empezó a pasar de la agricultura tradicional a la agricultura moderna y, siguiendo el ejemplo de los países desarrollados, la mayoría de ellos se han desinteresado un tanto de los estiércoles orgánicos. Ahora la situación de la oferta de abonos se ha modificado marcadamente. La subida de los precios de los fertilizantes, las necesidades energéticas de la agricultura y la gran escasez de carburantes justifican la creciente atención que se presta al problema de la utilización de los residuos orgánicos para poder hacer frente a las necesidades de los agricultores de estos países, en cuanto a combustibles y fertilizantes.

La actual necesidad de aprovechar mejor las materias orgánicas para la agricultura en el mundo entero y, especialmente, en los países en desarrollo, se explica por dos tipos de motivos:

i) Motivos técnicos o agronómicos

El papel complementario de los fertilizantes orgánicos y químicos es un hecho reconocido. En todo el mundo, la aplicación conjunta de abonos orgánicos y minerales, que por su acción recíproca influyen considerablemente en la fertilidad del suelo y el rendimiento de los cultivos, permite optimizar la producción.

ii) Motivos económicos

Ciertos motivos tienen una importancia general, y otros se refieren exclusivamente a los países en desarrollo. Por motivos económicos generales, se pretende hacer frente al alza actual del coste de los fertilizantes minerales reduciendo el despilfarro de elementos nutritivos, hecho atribuible a la no utilización, o a la insuficiente utilización de los residuos orgánicos. La reducción del despilfarro iría acompañada de una disminución de los riesgos de contaminación.

Los países en desarrollo, que se caracterizan por un rápido crecimiento demográfico y, en diverso grado, por disponibilidades limitadas de tierras labrantías y de divisas, conceden un interés cada vez mayor a las técnicas que permiten mejorar la productividad del suelo, recurriendo a la energía humana y a otros recursos disponibles localmente más bien que a bienes de producción, especialmente capital y equipo, que entrañan gastos de divisas. A este respecto, los fertilizantes orgánicos desempeñan un papel importante. Aumentan la productividad de la tierra, acrecentando los rendimientos y utilizando una mano de obra y desperdicios, cuyos costos sociales son pequeños; las necesidades de divisas son insignificantes y las inversiones necesarias pueden, con frecuencia, limitarse al simple aporte de mano de obra.

En el ámbito del mandato de la FAO, se celebró en Roma una Consulta de Expertos sobre la utilización de materias orgánicas fertilizantes (2-6 de diciembre de 1974), en la que participaron 20 expertos procedentes de 15 países.

Los documentos presentados en esta reunión se han publicado, con ayuda financiera del SIDA en el Boletín de Suelos N° 27 de la FAO. Hacia el final de la Consulta, los expertos se dividieron en tres grupos de trabajo y formularon conclusiones y recomendaciones acerca de: los aspectos de la investigación, los aspectos prácticos, la capacitación y actividades de extensión. Estas recomendaciones han servido de base para establecer los principales puntos de un programa de acción.

2. CONSIDERACIONES FUNDAMENTALES Y PRINCIPALES ORIENTACIONES DEL PROGRAMA

2.1 Examen de las condiciones ecológicas y demográficas

Las materias orgánicas pueden clasificarse como sigue:

A. <u>Materias de origen rural</u>	B. <u>Materias de origen urbano o industrial</u>
de origen esencialmente vegetal:	fuentes limitadas;
Residuos de cosecha, composte, cultivo de cobertura, cultivos forrajeros/leguminosas, abonos verdes, malas hierbas;	
de origen esencialmente animal:	desperdicios de matadero y grasas fundidas, pescado y subproductos de la pesca;
Estiércol, estiércol semilíquido, orina, pescado y subproductos de la pesca;	
de origen esencialmente humano;	basuras domésticas, aguas residuales, fangos;
Abono humano y orina;	
de origen industrial:	residuos de industrias en centros urbanos o industriales.
Residuos de las industrias rurales de transformación de productos alimentarios y del tratamiento de la madera.	

En un cuadro que figura en el informe de la Consulta de Expertos FAO/SIDA sobre el empleo de materias orgánicas fertilizantes, se indica que las disponibilidades totales de nutrientes de las plantas derivados de diversos materiales orgánicos, eran en 1971 del orden de 48, 16 y 36 millones de toneladas de N, P y K, respectivamente, en comparación con 13,2 millones de toneladas de nutrientes presentes en los fertilizantes minerales utilizados en los países en desarrollo en 1970/71. El valor de los nutrientes teóricamente disponibles en 1971, corresponde a unos 16 billones de dólares EE.UU., calculado sobre la base de las cotizaciones mundiales de los fertilizantes minerales en 1973. Del cuadro se desprende también que los compostes y las aguas residuales no representan más del 4 por ciento del total de nutrientes NPK procedentes de residuos orgánicos, mientras que el aporte del composte animal y de granja varía entre 50 y 60 por ciento. Los residuos de origen humano desempeñan también un importante papel ya que representan el 25 por ciento para N, 18 por ciento para P y 7 por ciento para K.

Esto quiere decir que los residuos rurales desempeñan un papel mucho más importante que los residuos urbanos e industriales. Incluso aunque no deben subestimarse estos últimos, conviene dedicar los esfuerzos más importantes a la fuente principal de nutrientes, es decir a los residuos de origen rural.

Aunque es posible establecer principios generales para obtener el mejor aprovechamiento de los residuos urbanos e industriales y, en cierta medida, de los residuos de origen humano, y si estos principios son aplicables en cualquier país del mundo, no puede decirse lo mismo de los residuos de origen rural.

La producción y utilización de las materias orgánicas de origen rural dependen mucho, en realidad, de dos tipos de factores:

- a) las condiciones ecológicas y demográficas
- b) los sistemas de cultivo.

La mayoría de los países en desarrollo se hallan en regiones tropicales y subtropicales. Pero, dentro de éstas, las posibilidades y los medios de emplear las materias orgánicas como fertilizantes difieren mucho. Por ejemplo, existe una gran diferencia entre los climas tropicales, lluviosos o húmedos, por un lado, y los climas tropicales semiáridos, por el otro. En el primer caso, la densidad demográfica suele ser débil; los recursos madereros abundan, y no existe competencia entre la utilización de los residuos de cosecha como fertilizantes y como combustible o demás usos domésticos; además, el ganado es menos numeroso y la agricultura mixta bastante poco generalizada, los residuos de cosecha se utilizan más bien en forma de pajas incorporadas directamente al suelo, composte, cobertura muerta o abono verde, que transformados en estiércol de granja. En cambio, las zonas tropicales semiáridas se caracterizan por el hecho de que la densidad de la población humana y animal suele ser, en algunas partes, entre intermedia y fuerte; los recursos de madera escasos, y con frecuencia existe una fuerte competencia entre el empleo de los residuos orgánicos para usos domésticos (combustible, materiales de construcción, cercas) y su aplicación como fertilizantes en el campo; en estas regiones, hay que hacer hincapié, dentro de lo posible, en la preparación y aprovechamiento racional del estiércol de granja.

2.2 Examen de los sistemas de cultivo

Los métodos de aplicación de los fertilizantes orgánicos están necesariamente, estrechamente vinculados a los sistemas de cultivo, los cuales desempeñan un papel económico y social importante en la vida de las poblaciones. Por consiguiente, toda modificación de estos métodos entraña el peligro de provocar efectos inesperados en los sistemas de cultivo.

Por este motivo, en los países en desarrollo, no es prudente emprender un programa con vistas a mejorar la utilización de las materias orgánicas sin haber antes procedido, en cada uno de los países interesados por el proyecto, a una encuesta preliminar y profunda sobre los métodos y problemas de aplicación de fertilizantes orgánicos. Además, el proyecto deberá elaborarse sobre una base regional y articularse en varios subproyectos. En la medida de lo posible, las regiones deberían ser zonas ecológicas homogéneas. El mapa publicado por un equipo de climatólogos alemanes, titulado "Seasonal Climates of the Earth" ^{1/}, podría servir como base sólida para definir estas zonas ecológicas. En el Anexo I de este documento se presenta una propuesta de agrupamiento por zonas.

3. CALENDARIO DEL PROGRAMA

3.1 Fase I: Formulación de los proyectos

Esta fase prevé misiones de consultores en las diversas regiones ecológicas, de Africa, América Latina, Cercano Oriente y Asia, que tendrán un triple objetivo:

- i) Dar a conocer a los gobiernos de los Estados Miembros el objetivo y alcance del programa y tratar de obtener su cooperación, así como la colaboración y contribución de todas las instituciones nacionales o regionales susceptibles de participar en el programa;
- ii) obtener todas las informaciones necesarias para la formulación de los proyectos;

^{1/} H.E. Lansborg, H. Lippmann, K.H. Paffen y C. Troll. Mapas mundiales de climatología. Publicados bajo los auspicios de la Heidelberg Akademie der Wissenschaften por E. Rodenwaldt y H.J. Jusats, 3ª edición Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg - Nueva York 1966.

- iii) contribuir a la inmediata puesta en marcha de proyectos pilotos o de proyectos que no necesiten una ayuda exterior considerable, por ejemplo, ayudando a suministrar información técnica y, eventualmente, material para la puesta en marcha de los proyectos, contribuyendo a formular proyectos nacionales para la divulgación de los métodos, etc.

Los consultores recibirán las instrucciones apropiadas, junto con un cuestionario que se remitirá también a los correspondientes gobiernos a título de información y comprobación, antes de que se inicien las misiones.

Durante su misión, los consultores informarán periódicamente a la FAO, en especial sobre los puntos (i) y (iii); en cuanto al punto (ii), las particularidades principales que habrá que observar serán:

- resultados actuales de la investigación y conocimiento de todos los métodos relativos a la cuestión;
- investigaciones en marcha, capacidades y dificultades relativas a los trabajos de investigación, con vistas a evaluar la posible ayuda futura;
- posibilidades de extrapolación de los métodos, teniendo en cuenta las condiciones de las regiones o países respectivos, y los obstáculos que se oponen a esta extrapolación;
- posibilidades y dificultades relativas a la aplicación práctica de los métodos y a la divulgación a nivel de la explotación.

En el marco de su cometido, los consultores redactarán los informes de su misión, y en los respectivos puntos de destino, se ocuparán especialmente de la formulación de los proyectos nacionales y regionales.

3.2 Fase II: Elaboración de acciones cooperativas

Una vez que la Secretaría FAO del programa y los representantes de las instituciones nacionales cooperadoras hayan leído los informes de los consultores, se celebrará una reunión de coordinación en dos etapas:

- i) Elaboración por los consultores y la Secretaría FAO de un proyecto relativo al desarrollo coordinado de otras acciones regionales cooperativas y de proyectos nacionales, sobre la base de las conclusiones de la misión y la preparación previa de los proyectos, así como en la incorporación de proyectos ya iniciados.
- ii) Formulación definitiva de proyectos coordinados en colaboración con los consultores, expertos independientes, expertos procedentes de países susceptibles de cooperar en determinados proyectos, y representantes de las instituciones encargadas de la cooperación técnica y de la financiación internacionales.

3.3 Fase III: Acción

En el marco del programa coordinado, se ejecutarán proyectos de utilización de fertilizantes orgánicos, a escala nacional o regional, con ayuda de apoyo financiero suplementario.

El presente documento se propone establecer las normas para la planificación, organización y ejecución de las diversas fases del programa. Estas normas se resumen en la sección siguiente.

3.4 Elementos que hay que tomar en consideración en el programa de acción

- i) Investigación fundamental en los centros de investigación existentes;
- ii) Investigación aplicada, ensayos y demostraciones efectuadas en el marco de la cooperación entre los institutos nacionales de investigación, el programa de fertilizantes de la FAO y otros proyectos;

- iii) Proyectos-pilotos integrados en las comunidades rurales;
- iv) Programas sectoriales especializados sobre diversas técnicas como por ejemplo instalaciones de fabricación de biogas, utilización de Rhizobia, composte urbano, preparación de compostes con aguas residuales, etc.
- v) Preparación de una serie de folletos sobre las diversas técnicas relativas al empleo de las materias orgánicas como fertilizantes por ejemplo, preparación del composte y del estiércol de granja, instalaciones para la fabricación de biogas, empleo práctico de Rhizobia, etc.
- vi) Participación en la capacitación y enseñanza, las publicaciones y la cooperación internacional.

Habida cuenta de las diferencias que existen entre los problemas, las tecnologías y las instituciones que participan al reciclaje de los residuos urbanos o industriales y de los residuos rurales, se elaborarán dos programas diferentes.

3.5 Información que hay que tomar en consideración en la formulación de los proyectos

- i) Producción efectiva de las diversas materias orgánicas, y empleo de las mismas en el campo;
- ii) Efectos potenciales de las materias orgánicas en los rendimientos y obstáculos que hay que superar para lograr estos efectos;
- iii) Transformación de estas materias orgánicas, y medios de mejorarla para conseguir una mayor recuperación de los nutrientes minerales y aumentar la fertilidad del suelo;
- iv) Instituciones nacionales de investigación y de extensión, organismos y fundaciones especializadas, programas de investigación y de extensión en marcha;
- v) Resultados de las investigaciones y grado de aplicación sobre el terreno, necesidad de investigaciones complementarias;
- vi) Eficacia de los servicios de extensión y necesidad de actividades complementarias en este campo.

4. ORIENTACION TECNICA GENERAL PARA LA PRINCIPAL FASE DE ACCION (III)

Esta fase del programa representa la acción de gran escala que hay que emprender siguiendo cuatro directrices principales;

- i) Desarrollo y divulgación de las técnicas de fertilización orgánica que se hayan estimado aplicables y útiles para las regiones de que se trate;
- ii) Investigación aplicada, ensayos y demostraciones encuadradas en los institutos nacionales de investigación y con la colaboración de la FAO y de las instituciones internacionales;
- iii) Investigación fundamental en determinados centros de investigación existentes;
- iv) Ayuda a la enseñanza, a la capacitación y a la labor de extensión, sin olvidar las publicaciones y la cooperación internacional (especialmente: cursos regionales de capacitación, seminarios, viajes de estudio, etc.).

Los agricultores de una determinada región no pueden aplicar todas las técnicas de fertilización orgánica. Por motivos técnicos, económicos y ecológicos, algunas de éstas son útiles y otras no -las misiones tendrán el cometido de identificar las que son válidas en las condiciones locales actuales, y de definir el orden de prioridades sobre esta base.

En esta fase, sólo es posible formular indicaciones generales sobre (a) las técnicas existentes de fertilización orgánica y (b) los medios que necesita el proyecto para la transferencia de estas técnicas.

Por motivos de funcionamiento, convendrá distinguir los programas de acción vinculados al medio ambiente rural de los relativos al medio ambiente urbano y/o industrial.

5. FUENTES, TECNICAS Y PROBLEMAS DE LA FERTILIZACION ORGANICA RELATIVOS AL MEDIO AMBIENTE RURAL

Hay que tener en cuenta tres aspectos:

- i) Posibilidades y medios de aumentar las materias orgánicas disponibles que puedan aprovecharse como fertilizantes.
- ii) Técnicas idóneas para mejorar el empleo de materias orgánicas como fertilizantes y reducir el despilfarro de los elementos minerales que contienen las materias orgánicas.
- iii) Problemas generales relacionados con la aplicación de fertilizantes orgánicos procedentes del medio rural.

5.1 Posibilidades y medios de aumentar las materias orgánicas disponibles en el medio ambiente rural

En muchos países, los residuos de cosecha, p.ej. la paja de cereales, o los residuos animales, p.ej. las deyecciones de bovinos, no se utilizan, o se utilizan muy poco, para la fertilización, pero se emplean como combustibles o como materiales de uso doméstico. Esto es lo que ocurre particularmente en las zonas áridas y semiáridas pero también, hasta cierto punto, en otras regiones. En todo caso, es urgente estudiar todos los otros tipos de materias orgánicas que podrían ponerse a disposición en los medios rurales. A continuación citamos varios ejemplos.

5.1.1 Reemplazamiento de las materias orgánicas utilizadas como combustible por otros materiales

Existen varias soluciones que podrían aplicarse bien sea simultáneamente o por separado, según las condiciones locales:

- i) Suministro a los campesinos, a precios reducidos, de fuentes tradicionales de energía (p. ej. petróleo o keroseno en los países productores de petróleo).
- ii) Fomento de la utilización de la energía solar para usos domésticos; la técnica en este campo ha logrado progresos considerables y podría hoy día aplicarse convenientemente en ciertos países.
- iii) Creación de fábricas de biogas utilizando las deyecciones de los bovinos o el abono humano; las deyecciones de los bovinos, una vez transformadas en una instalación de biogas dan suficiente gas para la cocina y la iluminación y producen, además, un estiércol de buena calidad, por lo que tienen ventajas múltiples; conviene observar que el rendimiento calorífico de las deyecciones de los bovinos quemadas de una manera tradicional no pasa del 11 por ciento del contenido inherente en calorías de la materia prima, mientras que el gas obtenido de las deyecciones de bovinos quemados en quemadores correctamente concebidos llega a un 60 por ciento aproximadamente.
- iv) Plantación en las tierras marginales o comunales de especies de árboles y otros cultivos apropiados para utilizarlos como fuente de energía; habría que elegir especies de crecimiento rápido y bien adaptadas al medio ambiente; en algunos países, como la India, se cuenta con información fundamental sobre esta cuestión; las informaciones podrían acopiarse, examinarse y completarse durante la encuesta efectuada por los

expertos y consultores. En las zonas áridas, convendría plantar árboles que sirvan como rompevientos; fuente de energía, y medio para conservar las materias orgánicas del suelo.

5.1.2 Investigación de fuentes de materias orgánicas hasta ahora inexplotadas

- i) En ciertas zonas tropicales húmedas, se cultiva el maíz en cantidad considerable y las partes vegetativas podrían utilizarse en forma de cultivo de cobertura.
- ii) Cada año hay que quemar grandes cantidades de tallos de algodón para combatir a los depredadores y enfermedades. Podrían adoptarse otros medios de lucha contra los depredadores y las enfermedades sin recurrir a las quemas, de manera que los tallos se puedan utilizar como fuente de abonos orgánicos o como cultivo de cobertura.
- iii) Convendría estudiar la posibilidad de aumentar el empleo de las algas como fertilizantes en las tierras cercanas a las costas o corrientes de agua, o en las islas.
- iv) La utilización de abonos nitrogenados naturales, como el nitrato de Chile ha disminuido. Habría que efectuar investigaciones con vistas a relanzar, eventualmente, el empleo de estas materias.
- v) En algunos países, como el Brasil, donde existe un cierto número de turberas, convendría utilizar más la turba como abono, con vistas a mejorar las propiedades físicas y la porosidad de los suelos. Un medio eficaz para ello sería utilizar la turba enriquecida con nutrientes concentrados. La turba se recomienda especialmente en horticultura.
- vi) Convendría aumentar y mejorar el empleo de diversos residuos agrícolas y subproductos de la agricultura, especialmente de los bosques, de la ganadería y de la pesca, como son malas hierbas, despojos de matadero (sangre, pezuñas, cuernos), grasas fundidas, etc.
- vii) Debería dedicarse un esfuerzo particular a la recolección y tratamiento de los excrementos humanos en las aldeas, con vistas a su utilización como fertilizantes; el abono humano es más rico en nutrientes que otras fuentes orgánicas. Del cuadro ya citado se desprende que los excrementos humanos representaban en 1971 25, 18 y 7 por ciento respectivamente de los nutrientes N, P, K, producidos en forma de residuos orgánicos en los países en desarrollo. Los excrementos humanos se utilizan corrientemente como abonos en China y en otros países de Asia donde la población es densa y las necesidades de fertilizantes elevada; esto nos lleva a pensar que, desde el punto de vista técnico y económico, es también posible en otras partes aprovechar mejor las deyecciones humanas como fuente suplementaria de elementos fertilizantes. El grado en que pueda explotarse el potencial de producción de abono humano dependerá esencialmente de las condiciones sanitarias y de las actitudes sociales; con un tratamiento apropiado se pueden disminuir los riesgos para la salud, y la mejor solución es indudablemente la instalación de fabricación de gas biológico, pero las buenas técnicas sólo se difunden lentamente; por lo que es posible que el principal obstáculo sea la repugnancia que siente la mayoría de las personas por la utilización de abono humano; y esta actitud lo probable es que persista mucho tiempo.

5.1.3 Aumento de la producción de materias orgánicas y principalmente de leguminosas

Toda técnica de cultivo que permita incrementar la producción de residuos de cosecha (tanto de raíces como del aparato vegetativo) y toda medida que en el campo de la ganadería, contribuya a aumentar la producción de deyecciones animales, pueden contribuir a aumentar las disponibilidades de materias orgánicas. En lo que respecta al contenido de minerales de estas materias, el proceso no representa más que un reciclaje y no un aporte de minerales suplementarios al suelo. Sin embargo, en la mayoría de los casos, se puede calcular que una mayor producción de materias orgánicas en el propio campo servirá para reducir progresivamente las pérdidas de nutrientes minerales por lixiviación y erosión, y conducirá a que aumenten en el suelo los elementos minerales utilizables para los cultivos.

Sólo por lo que se refiere a las leguminosas, el suelo y el sistema vegetal se enriquecen verdaderamente por la fijación simbiótica de un elemento nutritivo esencial, el nitrógeno. Las alternativas practicadas tradicionalmente en las regiones templadas se basaban en esta fijación simbiótica. En las zonas tropicales y subtropicales las leguminosas se hallan muy difundidas en la vegetación natural. Su papel en los sistemas de cultivo ha sido, hasta ahora, especialmente secundario y tendría que incrementarse mucho, sobre todo, a causa de la penuria de fertilizantes. A este respecto, se plantean diversas cuestiones de las cuales las más pertinentes son:

- i) En una determinada región ¿qué especie puede cultivarse con éxito para grano o para forraje?;
- ii) ¿Qué eficacia tienen estas leguminosas para la fijación de nitrógeno? y, ¿conviene inocular nuevas cepas de Rhizobia?;
- iii) Dadas las condiciones ecológicas y socioeconómicas locales, ¿cómo pueden utilizarse mejor estas leguminosas en los sistemas de cultivo: cultivos alternados con cereales, cultivos intermedios, cultivos múltiples, abonos verdes o combinaciones de forraje y abonos verdes?

Estas son las principales cuestiones a las cuales la encuesta preliminar tendrá que responder antes de que pueda ponerse en marcha un programa de desarrollo de las leguminosas en una determinada región. No cabe duda de que las mejores posibilidades de hacer frente a la penuria de fertilizantes nitrogenados son las que ofrece el aumento y mejora de la utilización de leguminosas en los sistemas de cultivo en los países en desarrollo. Incluso, aunque resulte más fácil procurarse fertilizantes nitrogenados a precios más bajos, el empleo de leguminosas seguirá presentando mucho interés para los campesinos de los países en desarrollo.

5.2 Técnicas idóneas para mejorar la calidad de las materias orgánicas de origen rural

La transformación de las materias primas orgánicas en un producto orgánico más o menos elaborado, no aumenta, en general, el contenido de elementos minerales -a menos de que se añadan fertilizantes minerales durante el tratamiento. Pero las técnicas de transformación persiguen uno o diversos objetivos que presentan interés para los campesinos y las colectividades, entre ellos los principales son:

- i) Reducir las pérdidas de elementos minerales antes de la distribución en el campo;
- ii) Reducir los riesgos de contaminación;
- iii) Disminuir los costos de manutención, almacenamiento, transporte y distribución en el campo;
- iv) Aumentar las cantidades de nutrientes utilizables por los cultivos.

A continuación se resumen los principales procedimientos de transformación en lo que se refiere a los residuos de cosecha, las leguminosas y las deyecciones animales.

5.2.1 Principales procedimientos de transformación de los residuos de cosecha y de las leguminosas

El aprovechamiento de los residuos de cosecha y de las leguminosas se halla fuertemente vinculado a los sistemas de cultivo. Por este motivo, resulta imposible elegir acertadamente entre los diferentes métodos si no se efectúa antes un estudio preliminar y detallado de los sistemas de cultivo, ni se conocen a fondo los obstáculos locales de carácter técnico, económico y sociológicos que se oponen a su aceptación por los campesinos. De lo contrario, todo intento con vistas a modificar los métodos de aplicación de fertilizantes orgánicos, corre el peligro de encontrar una fuerte resistencia por parte de los campesinos, aunque las nuevas técnicas, en sí, puedan considerarse, a primera vista, como un auténtico progreso.

La forma más simple de utilizar los residuos de cosecha y las leguminosas para mejorar la fertilidad del suelo consiste en restituirlos directamente al campo, sin la menor transformación, bien sea en forma de cobertera muerta, bien sea por enterramiento superficial o profundo en el suelo. Ambos métodos tienen, a la vez, ventajas e inconvenientes, y la elección acertada dependerá: (a) de las condiciones edafológicas y climáticas locales, y (b) de los aperos mecánicos a disposición de los agricultores. La cobertera con paja no necesita preparación del terreno, o muy poca, mientras que la incorporación al suelo de las materias orgánicas implica laboreo, o, por lo menos, un volteo superficial de la tierra. Las dos técnicas ejercen un efecto diferente sobre la fertilidad del suelo, y especialmente sobre su estructura.

La preparación de composte rural, que se define como el proceso de descomposición de las materias vegetales recolectadas, con o sin excrementos humanos o animales, forma la parte de un sistema bastante intensivo debido a las necesidades de transporte y de manutención que entraña.

Los residuos orgánicos se transforman, en el curso de varias semanas, bajo la acción descomponedora y digestiva de hongos, bacterias y animales inferiores, en una sustancia negra, friable y rica en humus. Durante el proceso de fermentación, se produce una pérdida de carbono y de anhídrido carbónico así como una disminución proporcional en el peso de las materias orgánicas (aproximadamente 30 a 40 por ciento); el pH aumenta, lo mismo que el contenido de nitrógeno, lignina y cenizas. Estas materias, como fertilizantes, tienen las ventajas siguientes:

- i) Contienen casi todas las materias vegetales en formas que permiten el crecimiento de las plantas;
- ii) Pueden aportar los nutrientes lenta y gradualmente, al mismo ritmo de crecimiento de las plantas;
- iii) Ciertos elementos orgánicos presentes naturalmente, o con carácter secundario, se cree que desempeñan un importante papel como quelantes que aceleran la absorción de determinados elementos nutritivos;
- iv) La calidad de las materias permite reducir el peligro de un crecimiento retardado de las plantas debido a la inmovilización del nitrógeno, o a productos nocivos de descomposición, que se encuentran con frecuencia cuando se incorporan al suelo pajas frescas de cereales;
- v) La preparación de composte es la forma mejor de utilizar las basuras domésticas, las camas de las aves de corral y otros residuos de granja que se mezclan con la paja picada de los cereales;
- vi) En relación con las materias orgánicas no tratadas, la disminución del peso debida a la fermentación provoca una reducción del volumen y, por consiguiente, de los gastos de transporte.

La incorporación de materias orgánicas en el suelo en forma de composte se traduce en general por un aumento inmediato del rendimiento del cultivo sucesivo, así como del efecto cumulativo y, a largo plazo, sobre la fertilidad del suelo. Sin embargo, es dudoso que estos compostes tengan, invariablemente, mejores efectos sobre los rendimientos que las materias orgánicas brutas, como por ejemplo, las pajas de cereales, aunque tengan el mismo contenido de nitrógeno y de otros nutrientes de origen mineral. Los resultados de algunos experimentos realizados, p.e. en los arrozales del Japón y de Corea, han demostrado que el enterramiento de la paja de arroz favorece más al rendimiento que la incorporación de las pajas de arroz en forma de composte.

Además, el composte exige determinadas inversiones y trabajos, especialmente el enterramiento y la adición de agua, lo que puede representar un factor limitador en las zonas áridas y semiáridas. Las necesidades de mano de obra para el transporte y el tratamiento son relativamente elevadas. Por consiguiente, si, efectivamente, existe la posibilidad de utilizar compostes, los recursos limitados de materias primas y las considerables necesidades de mano de obra pueden impedir la generalización de su empleo. La preparación de composte se recomendaría esencialmente para las basuras domésticas y los residuos de granja, o cuando su superioridad, en comparación con la utilización directa de materias orgánicas brutas en los campos, ha quedado comprobada.

Las leguminosas y los residuos de cosechas pueden también servir de forraje o de cama para el ganado bovino en el caso de que sea posible practicar un sistema de agricultura mixta.

5.2.2 Principales procedimientos de transformación de las deyecciones animales

En muchos de los países tropicales, el ganado es más o menos nómada, de manera que las deyecciones no se recogen. El resultado es que se aprovechan mal las materias orgánicas ricas en sales minerales, y no se utilizan cuando hace falta. En resumen, los excrementos se secan rápidamente, lo que conduce a una descomposición y a una pérdida considerable de nitrógeno por volatilización. Durante la temporada de lluvias, la fracción de N disponible y una buena parte del humus soluble se pierden por lixiviación y escurrimiento.

Existen varias soluciones para remediar a esta situación:

- i) Recolectar el estiércol de los bovinos en las praderas y conservarlo en fosas de dimensiones apropiadas;
- ii) Producir estiércol de granja;
- iii) Transformarlo en instalaciones de fabricación de biogas.

La primera mejora que conviene introducir consiste en recolectar las boñigas de bovinos en el campo y colocarlas en fosas, más bien que en montones. Con este método se consigue, durante varios meses, una buena conservación de las deyecciones de bovinos en condiciones favorables.

Los ganaderos de las aldeas y las pequeñas explotaciones donde no hay limitación de mano de obra y de espacio, como ocurre en ciertas zonas tropicales semiáridas, pueden perfectamente aplicar este método. Sin embargo, no se puede recomendar la generalización del empleo de esta técnica ya que: (i) no conserva la orina, que es mucho más rica en nitrógeno que los excrementos sólidos y (ii) exige mucha mano de obra.

La producción de estiércol de bovinos representa indudablemente una técnica mucho más conveniente, ya que permite reducir tanto las pérdidas de elementos minerales como, en cierta medida, la mano de obra y el espacio necesarios, y además una utilización racional de los residuos de cosecha y del composte. Esta técnica se ha empleado en agricultura desde el neolítico; y, probablemente, en la mayoría de los países del mundo, es la forma más antigua de aplicación de abonos orgánicos, lo que no significa que se aplique correctamente en todas partes. Al contrario, en los países en desarrollo, el nivel de producción de estiércol de bovinos es, en general, bastante deficiente en relación con las posibilidades. Esta situación se debe especialmente a:

- a) La incapacidad de aprovechar todos los residuos vegetales y deyecciones de bovinos que podrían recogerse en la granja para producir estiércol de granja;
- b) El total descuido en lo que se refiere a las orinas que no se recolectan correctamente ni se añaden al estiércol;
- c) El método defectuoso de preparación en montones a la intemperie, lo que provoca la rápida desecación en verano y la lixiviación durante la temporada lluviosa, y, por consiguiente, la pérdida de nitrógeno y humus soluble.

Los esfuerzos deberían orientarse a aumentar el nivel de producción y a mejorar la calidad del estiércol de bovinos, lo que, entre otras ventajas, podría aumentar el contenido de N, (en, aproximadamente, 0,5 a 1 por ciento). Para conseguirlo, en las zonas donde se practica la agricultura mixta, habría que construir mejores establos para el ganado, lo que permitiría la recolección de las deyecciones sólidas y líquidas, y llegado el caso, y a causa de las condiciones climáticas, habría que construir también cobertizos para el estiércol.

En las zonas de agricultura sedentaria, pero también donde el ganado es seminómada, los bovinos pueden encerrarse, por lo menos durante la noche, en establos o corrales provisionales, donde las deyecciones sólidas y líquidas se mezclan con la paja o la cama. Se trata de un medio sencillo de lograr una conservación, humificación y fermentación anaerobias por compresión de las materias pisoteadas por los animales. El estiércol animal puede concentrarse en el lugar apropiado gracias a la estabulación temporal de los animales en corrales móviles. En los países donde escasea la leña, o donde los campesinos utilizan principalmente las deyecciones de bovinos como combustible doméstico, es difícil, si no imposible lanzar un programa de extensión sobre producción de estiércol. En estos casos, la solución mejor consistiría en transformar los excrementos en instalaciones de fabricación de biogas, para obtener el gas suficiente para la cocina y el alumbrado, junto con un estiércol de buena calidad. Esta técnica ofrecería varias otras ventajas, entre las cuales figuran:

- i) El estiércol que se produce en las instalaciones de fabricación de biogas con deyecciones animales tiene un fuerte contenido de nitrógeno (1,5 por ciento en vez de 0,75 por ciento el estiércol de granja);
- ii) El rendimiento calorífico de las deyecciones animales quemadas por los procedimientos tradicionales no supera del 11 por ciento del contenido de calorías presentes naturalmente, mientras que el gas producido con las deyecciones de bovinos quemadas en quemadores bien concebidos, tiene un rendimiento calorífico del 60 por ciento;
- iii) El estiércol obtenido a partir del gas de las deyecciones es mucho más rico en humus, por lo que desempeña un importante papel en el mejoramiento de las condiciones físicas del suelo;
- iv) El estiércol obtenido a partir de gas de deyecciones tiene una consistencia fina, y, por lo tanto, se mezcla fácilmente con el suelo;
- v) Se mejora la higiene de la aldea, ya que se evita la multiplicación de moscas, etc.;
- vi) El estiércol no desprende el olor nauseabundo inherente en general a los estercoleros de foso.

El diseño y construcción de las instalaciones de fabricación de gas biológico son muy sencillos. Las deyecciones de unas cinco cabezas de ganado o de sesenta personas bastan para abastecer una instalación de fabricación de gas de 2 m³, que es el tamaño más pequeño que se considera posible. La India ha adquirido una gran experiencia a este respecto, ya que actualmente funcionan 7 000 instalaciones de fabricación de biogas de diversos tamaños, y se ha emprendido en todo el país un programa de desarrollo. Se han creado diversos modelos de instalaciones de biogas. Las instalaciones de biogas sirven también para el tratamiento de las deyecciones humanas. Resultaría sumamente interesante disponer de información detallada sobre los resultados obtenidos en la India en cuanto a diseño, construcción, mantenimiento y economía de estas unidades y transmitir las informaciones copiadas a los demás países interesados.

5.3 Problemas generales relativos a la aplicación de fertilizantes orgánicos en medios rurales

En los países en desarrollo, estos problemas se refieren a (i) el insuficiente desarrollo de la agricultura mixta; (ii) la falta de medios de transporte y (iii) la escasez de agua en las zonas áridas y semiáridas.

- i) En los países en desarrollo, convendría elaborar sistemas de cultivo más productivos y eficaces. A este objeto, la integración de la ganadería, los cultivos forrajeros y los cultivos asociados tendrían que constituir un importante elemento del proceso de desarrollo en todos los sitios donde fuera posible. La agricultura mixta representa el mejor medio de lograr un suministro continuo de residuos orgánicos de origen mineral y vegetal que sirvan de fertilizante. Sin embargo, la agricultura mixta no puede practicarse en todas partes. En las zonas lluviosas o tropicales húmedas, el desarrollo de la ganadería bovina se ve impedido por motivos sanitarios; en las zonas semiáridas, las precipitaciones son insuficientes para establecer una agricultura sedentaria

y únicamente se puede practicar la trashumancia. Cuando sea posible practicar la agricultura mixta, hará falta realizar investigaciones intensas y continuas para lograr resultados óptimos. Estas investigaciones se orientarán no sólo a determinar la factibilidad técnica sino también a considerar los problemas socioeconómicos que intervienen para garantizar la fácil aceptación de las innovaciones por el conjunto de la colectividad rural. En muchos países ya existen prácticas bien conocidas y acreditadas que podrían difundirse en escala más amplia. Es importante conceder prioridad a las actividades de enseñanza y de extensión sobre esta cuestión, e intensificarlas en todos los niveles.

- ii) Las materias orgánicas, en general, son más engorrosas que los abonos químicos. Aparte las materias que pueden cultivarse in situ e incorporarse al suelo o utilizarse en forma de cultivo de cobertura, casi todos los estiércoles orgánicos tienen que transportarse hasta el campo. Por lo tanto, habría que fomentar también la mejora de los transportes rurales. Considerando la situación actual de la oferta de energía, estos esfuerzos deberían orientarse, en la medida de lo posible, hacia los medios de transporte que emplean fuentes de energía no fósil, como por ejemplo la tracción animal. Este tipo de política permitiría también abrir el paso al desarrollo de la agricultura mixta allí donde ésta es posible, pero donde todavía no se ha practicado.
- iii) En la mayoría de los países áridos y semiáridos, el problema del agua limita mucho las posibilidades de preparar compostes rurales y estiércol de granja de buena calidad. Se debería, por consiguiente, tratar de: (a) construir cobertizos sencillos para el ganado que permitieran recoger el agua de lluvia y utilizarla para preparar los fertilizantes de granja; (b) perforar nuevos pozos cuando la capa freática no esté a demasiada profundidad; (c) mejorar la elevación del agua por tracción animal o mecánica, o utilizando la energía eólica o solar. En los países en desarrollo, el mejoramiento de los transportes y del suministro de agua podría contribuir mucho a aumentar la utilización de materias orgánicas de mejor calidad.

6. MATERIAS ORGANICAS PROCEDENTES DE RESIDUOS URBANOS E INDUSTRIALES

El número y dimensiones de las ciudades y de las instalaciones industriales aumentan, lo que va inevitablemente acompañado de una mayor producción de residuos. Los problemas de evacuación son cada vez más graves, y es urgente luchar contra la contaminación creciente y recuperar los nutrientes de origen mineral que contienen los residuos, la mayoría de los cuales se pierde durante el tradicional proceso de evacuación (incineración de residuos sólidos, descarga de las aguas residuales en las corrientes de agua). Los dos problemas son complementarios. Los residuos urbanos e industriales deben considerarse hoy día como recursos, ya que una gran parte de las sustancias componentes que contienen pueden seguir aprovechándose para diferentes usos. Según afirman varias publicaciones, en 1971, los desperdicios urbanos e industriales de los países en desarrollo representaron del 10 al 20 por ciento de la producción anual total de nutrientes del suelo (N, P, K) presentes en forma de residuos orgánicos. Este porcentaje es mucho menor que el de los residuos humanos, animales y de granja, pero a pesar de ello, está muy lejos de ser despreciable.

La decisión de conceder prioridad a la explotación de los recursos contenidos en los residuos implica la necesidad de elaborar técnicas de aprovechamiento de la tierra diferentes a las que suelen emplearse corrientemente en el caso de distribución en el campo. La recuperación de los residuos exige un cierto tratamiento preliminar de los mismos y la inversión de un capital considerable.

6.1 Residuos sólidos de origen urbano e industrial

El término "residuos sólidos" comprende las basuras, inmundicias y otras materias sólidas de desecho procedentes de las actividades industriales, comerciales y colectivas. Los residuos sólidos consisten en materias orgánicas e inorgánicas, biodegradables o no, y, también, las impropias para la preparación de compostes. Con frecuencia hay que eliminar algunas de ellas para mejorar la calidad del composte y recuperar las materias útiles. Además, para conseguir un tratamiento bastante rápido y por lo tanto rentable, es necesario reducir el tamaño de las partículas, así como la separación por tría a mano o tamizado, la clasificación y la separación magnética adaptadas a la tecnología de la preparación de composte en digestores, cisternas, cubas o zanjas.

Las tres condiciones más importantes relativas a la calidad del composte son:

- i) Ausencia de sustancias nocivas para el hombre, los animales, los cultivos y los suelos;
- ii) Un contenido elevado de materias orgánicas y de nutrientes vegetales;
- iii) Un escaso contenido de materias inertes, como piedras, escorias, otros fragmentos sólidos y materias plásticas.

Desde el punto de vista de la calidad, existen ciertas diferencias entre los residuos urbanos y los residuos industriales. Los residuos urbanos, en forma de composte, son compatibles con los cultivos y se pueden utilizar como abonos a condición de que una vigilancia y un tratamiento apropiados garanticen la calidad y protejan la salud. Los residuos industriales proceden esencialmente de las almazaras, fábricas de azúcar y molinos de arroz, industrias forestales y papeleras, así como de los mataderos. La relación entre los nutrientes vegetales que contienen suele estar mal equilibrada y, por consiguiente, para satisfacer las exigencias de los cultivos pueden hacer falta aditivos.

La preparación de composte es un problema esencialmente biológico, y no técnico; la calidad de un composte producido con medios sencillos suele ser igual a la de un composte producido con máquinas modernas. La técnica aplicada debe reducirse al mínimo, pero, sin embargo, ha de incluir la reducción del tamaño; la mezcla y el tamizado. En caso necesario, se puede recurrir a la separación magnética. La fermentación estática en condiciones aerobias es preferible, ya que la formación de hongos y de actinomicetos no se produce cuando el material se agita incesantemente. En las aldeas y ciudades pequeñas, donde se dispone de pocas materias, el composte debe aplicarse en montones alargados de uno o dos metros de altura. En las comunidades de más de 50 000 habitantes, el método mejor consiste en comprimir una mezcla de basuras y de estiércol o fango residual para obtener la desecación rápida y la formación de actinomicetos coloreados; éstas son las condiciones necesarias para la formación de humus.

La preparación mecánica del composte, aparte de sus efectos benéficos en cuanto a la evacuación de los residuos urbanos industriales y al suministro a los campesinos de estiércol orgánico de calidad superior, presenta otras ventajas, entre las cuales cabe citar:

- a) Control sanitario con dispositivos de desodorización;
- b) Posibilidad de tratamiento cualquiera que sea la estación (seca o húmeda);
- c) Recuperación de los materiales de desecho, tales como metal, vidrio, trapos, etc.;
- d) Un composte de calidad superior obtenido en muy poco tiempo;
- e) Una instalación de preparación de composte bien concebida puede transformar las aguas cloacales, después de haberlas mezclado con los residuos del suelo, en un producto inofensivo y útil, y reemplazar de esta manera las vastas áreas de secado de los fangos anaerobios, lo que permite economizar los gastos de depuración de las aguas residuales;
- f) En relación al llenado, una fábrica de composte bien situada permitiría reducir en cuatro quintos los gastos de manutención.

A pesar de todas estas ventajas, es indudable que la mayoría de los países industrializados y, en menor medida, los países en desarrollo han registrado en los últimos años un retraso, si es que no una inversión de la tendencia a construir fábricas de composte. El hecho de que no se haya logrado la aceptación del composte como método de evacuación de los residuos urbanos e industriales se explica, entre otros motivos, por la propensión de muchas autoridades municipales a considerar a las basuras sencillamente como residuos que hay que evacuar lo más rápidamente posible, por la negativa de los campesinos a hacerse cargo de las basuras de las aldeas, y a pagar por ellas; por el desequilibrio económico entre los costos cada vez

mayores de producción y los precios de venta, que deben mantenerse a niveles razonables. Sin embargo, el motivo mucho más importante reside en que los institutos de investigación agronómica y las autoridades nunca han prestado suficiente atención a las potencialidades del composte como abono. Teniendo en cuenta la contaminación cada vez mayor y la penuria de fertilizantes minerales con la consiguiente subida de precios, estas tendencias deberían invertirse totalmente; es pues urgente fomentar una mejor utilización de los residuos sólidos de origen urbano e industrial para fines agrícolas utilizando los métodos de tratamiento apropiados.

6.2 Residuos líquidos de origen urbano e industrial

Las aguas residuales procedentes de determinadas fuentes de la comunidad se colectan y transportan por redes municipales de saneamiento y alcantarillas hacia una especie de instalación depuradora. Estas aguas comprenden normalmente aguas sanitarias e industriales, así como las aguas de escurrimiento de las calles. Después de un tratamiento primario, secundario o terciario, las aguas servidas se separan en dos elementos nuevos: los efluentes y los fangos. El producto líquido del tratamiento forma los efluentes; los residuos sólidos procedentes del proceso de depuración de las aguas residuales constituyen los fangos.

6.2.1 Efluentes

Las aguas residuales destinadas a la preparación de fertilizantes o al riego para la producción de productos alimenticios y el reverdecimiento exigen un tratamiento previo para eliminar los elementos tóxicos para los cultivos o que presenten peligros para la salud del hombre o de los animales. Es importante distinguir entre la evacuación y la reutilización. Los sistemas de distribución en el campo pueden concebirse en función de los diferentes objetivos. El objetivo de la máxima evacuación puede ser incompatible con el de la máxima reutilización. La distribución de las aguas residuales en los campos puede considerarse como un método perfeccionado de tratamiento de las aguas residuales extremadamente eficaz en lo que concierne a la depuración. La distribución en los campos si está concebida correctamente y practicada conforme a los conocimientos y tecnología actuales, se considera como una de las técnicas más modernas con que se cuenta para el tratamiento de las aguas residuales. Las aguas residuales son, a la vez, una fuente de abastecimiento de agua y una fuente de elementos nutritivos minerales. En la India, por ejemplo, las disponibilidades de nutrientes minerales procedentes de las aguas residuales se evalúan como sigue:

N	33 103 toneladas por año
P ₂ O ₅	7 103 toneladas por año
K ₂ O	20 103 toneladas por año
O.M.531 103 toneladas por año

Las aguas residuales o aguas cloacales se evacúan de dos maneras (i) por distribución en los campos, con o sin tratamiento, y (ii) vertiéndolas en el río o arroyo más próximo. Este último procedimiento no solamente contamina a las aguas, con el correspondiente peligro para el hombre y los animales, sino que priva también a las tierras agrícolas de un buen estiércol y de un agua tan necesaria para la mayoría de los suelos de los países en desarrollo.

Las aguas residuales son, ante todo, una fuente de agua. Allí donde el agua es abundante, la producción agrícola no se beneficiará demasiado de la distribución de las aguas cloacales. Por ello, hay que prestar atención a: (a) el equilibrio climático del agua; (b) a las propiedades del suelo en cuanto a infiltración y percolación, y (c) a la profundidad de la capa freática.

Cada uno de los métodos propuestos de distribución en los campos representa una combinación única de sistemas naturales, que habrá que evaluar en relación con los objetivos perseguidos por las técnicas de tratamiento de las aguas residuales. Habrá que efectuar un estudio a fondo del suelo, del clima, de la hidrología y de la cubierta vegetal. Se pueden aplicar diferentes métodos de distribución, de los cuales los tres más importantes son: el riego, el corrimiento superficial y la infiltración o percolación. El riego superficial, gota a gota o por aspersión, es el único método perfectamente adaptado para la producción vegetal.

6.2.2 Fangos

Una estación depuradora de aguas cloacales sirve normalmente para recibir las aguas residuales recolectadas y conducidas por medio de alcantarillas para purificarlas y verterlas en los ríos y corrientes de agua, los cuales con frecuencia acarrearán ya otros residuos evacuados. Cuanto mayor sea el grado de depuración del procedimiento de tratamiento, mayor será también la masa y el volumen de fango que habrá que tratar y eliminar para su evacuación final. Existen muchos procedimientos de tratamiento intermedio para modificar la masa o el volumen de los fangos, pero no existen más que tres métodos posibles de evacuación final: (a) la descarga en tierra o en el mar, (b) la entrega a la agricultura para la distribución en las tierras dedicadas al cultivo, y (c) la pirolisis, que exige la utilización de considerables cantidades de combustibles auxiliares.

Los fangos se utilizan sobre las tierras de cultivo en estado líquido, pastoso o granuloso. El efecto fertilizante de los fangos de depuración es bueno, pero diferente del de un estiércol obtenido por putrefacción. Contrariamente a lo que sucede con este último, la relación entre los nutrientes contenidos en los fangos de depuración es desequilibrada y varía mucho. Existe, en general, una falta de potasio, y una proporción mayor del nitrógeno total resulta inmediatamente utilizable. El hecho de que se equilibre la relación entre los nutrientes de los fangos por la eventual agregación de nitrógeno y de potasio, aumenta muy marcadamente los efectos benéficos. La distribución de fangos en cantidades superiores a las necesidades nutricionales de los cultivos, equivale a enriquecer el suelo con nutrientes y a elevar su nivel de fertilidad, lo que, normalmente, tiene efectos duraderos en cuanto al aumento de los rendimientos. Este procedimiento, asociado con un método de laboreo que favorezca la mezcla y la aereación, se funda en la distribución de pequeñas dosis a intervalos breves, y no entraña el peligro de perjudicar a los cultivos o de contaminar las aguas subterráneas.

6.3 Compuestos tóxicos y consideraciones de orden sanitario

Los residuos urbanos sólidos y líquidos no sólo contienen elementos nutritivos esenciales o útiles para las plantas, sino también compuestos tóxicos y nocivos, entre ellos metales pesados (Cd, Hg) y compuestos orgánicos.

Las más importantes de estas sustancias indeseables proceden de los residuos industriales. Cuando no se pueda impedir que la municipalidad recoja estos residuos y los mezcle con residuos urbanos inofensivos, habrá que prestar especial atención a los residuos previamente tratados que se entregan para su aplicación al suelo y la producción vegetal. Es indispensable efectuar previamente un análisis a fondo para calcular la dosis de distribución admisible.

En general, se considera que las aguas residuales y los fangos de depuración entrañan riesgos para la salud del hombre y de los organismos vivos, cuando el tratamiento es insuficiente. Como muchos de los procedimientos de tratamiento siguen dando un producto peligroso, es necesario conceder particular importancia a la aceptabilidad de la distribución de fangos en las tierras de labor.

Por último, la distribución constituye un medio más inofensivo de tratar las aguas residuales que cualquiera de los otros métodos disponibles hoy día.

DELIMITACION DE LAS ZONAS ECOLOGICAS A LOS FINES DEL PROGRAMA

Parece oportuno efectuar una clasificación provisional en doce regiones:

- 4 en Africa
- 4 en América Latina
- 4 en Asia

No se toman en consideración Europa y Oceanía. En Africa, las zonas ecológicas se distribuyen aproximadamente de acuerdo con la latitud, de manera que las regiones se reagruparían como sigue:

- a) Africa situada al norte del Sahara, con un clima esencialmente mediterráneo, veranos secos, inviernos entre benignos y fríos.
- b) Una faja situada entre los 20° y los 10° de latitud Norte, que se extiende desde la costa atlántica hasta el Mar Rojo, y que corresponde a los climas tropicales semi-desérticos y semiáridos.
- c) Una zona central, situada en los alrededores del golfo de Guinea, donde predominan los climas tropicales lluviosos y húmedos.
- d) Una zona oriental y meridional que abarca Madagascar, y cuyos climas son esencialmente tropicales y semiáridos.

En América Latina, los climas tropicales, lluviosos y húmedos, predominan principalmente hasta los 25° de latitud Sur, aproximadamente. Más arriba del 25° paralelo Sur, los climas son variados y lo mismo se encuentran climas subtropicales templados cálidos que templados fríos. Las cuatro regiones propuestas son:

- a) América Central, desde México a Panamá, comprendidas las Antillas;
- b) Las regiones septentrionales y occidentales de la América Latina en las cercanías del Brasil, de la Guyana Francesa y de Bolivia;
- c) Brasil;
- d) La parte meridional de América Latina, incluidos Chile, Paraguay, Uruguay y la Argentina.

En Asia, se pueden distinguir cuatro regiones:

- a) El Cercano Oriente, desde Turquía a la Arabia meridional, donde los climas son bastante variados, desde climas esteparios con inviernos fríos, en Turquía central, a los climas tropicales húmedos del Yemen, pero predominando los climas subtropicales templados cálidos;
- b) El Oriente Medio, que abarca Irán, Afganistán y Pakistán, y que se caracteriza por climas subtropicales templados cálidos;
- c) La India, donde los climas tropicales varían entre semiáridos a lluviosos;
- d) El Lejano Oriente, donde predominan los climas tropicales lluviosos y húmedos.

FICHAS TECNICAS

NOTAS CORRESPONDIENTES A LA FASE DE DESARROLLO

Las actividades para fomentar el empleo de las materias orgánicas como fertilizantes deberían ser de tres tipos:

1. Actividades sectoriales bajo forma de proyectos
2. Proyectos-pilotos integrados en el marco de las comunidades rurales.
3. Acción regional cooperativa.

1. Actividades sectoriales

Pueden preverse las actividades siguientes:

- Fomento del empleo de las leguminosas
- Preparación de composte con residuos urbanos
- Preparación de composte rural
- Abono humano
- Utilización de los residuos de cosecha
- Utilización de las deyecciones animales
- Suministro de fuentes de energía y materiales de reemplazo
- Utilización de residuos industriales
- Utilización de aguas cloacales
- Fomento de la agricultura mixta

Estas actividades deben desarrollarse en el ámbito nacional, o bajo forma de cooperación regional.

Algunas de ellas corresponden a tipos de acción bien definidos; las técnicas son bien conocidas y exigen poca labor de investigación complementaria o de adaptación local. Se trata de residuos urbanos, residuos industriales, aguas cloacales, abono humano.

Otras, al contrario, que se refieren más concretamente al medio ambiente rural, tienen un contenido más vasto y exigen también, para su aplicación, una importante labor de adaptación local de las técnicas, e investigaciones complementarias. Se trata de la utilización de los residuos de cosecha, el fomento del empleo de las leguminosas, la utilización de las deyecciones animales, el fomento de la agricultura mixta, la preparación de composte rural, el suministro de fuentes de energía y de materiales de reemplazo.

En el caso de estas últimas actividades, es de sumo interés ensayarlas en proyectos pilotos integrados en el ámbito de las comunidades rurales.

2. Proyectos-pilotos integrados en el ámbito de las comunidades rurales

Principio: elegir una aldea representativa de la zona en consideración. Realizar una encuesta, tan completa como sea posible; acerca de los habitantes, sistemas de cultivo; aprovechamiento de la tierra, y empleo actual de materiales orgánicos en la agricultura.

Después de estudiar el resultado de los análisis de la encuesta, decidir qué tipos de actividad convendría emprender, en el medio rural, con referencia al fomento del empleo de materias orgánicas.

Con ayuda de una importante labor de extensión, invitar a los campesinos a aplicar simultáneamente varias técnicas capaces de contribuir a resolver los problemas locales de utilización de las materias orgánicas, por ejemplo: letrinas e instalaciones de fabricación de biogas, estercoleros, plantación de especies de crecimiento rápido, etc.....

Tomar nota del grado de aceptación de las diferentes técnicas por parte de los campesinos; las causas de renuencia o de éxito; proceder a la evaluación económica de las diferentes técnicas y observar la acción recíproca entre las mismas y los sistemas de cultivo vigentes.

Este método nos parece sumamente fructuoso tanto en el plano de:

- las investigaciones: efecto de "retroinformación", evidenciación de lagunas e insuficiencias;
- la divulgación: mejor apreciación de la aplicabilidad de los temas; obstáculos diversos que se oponen a la divulgación de los progresos técnicos; única posibilidad que hay para efectuar balances económicos serios, en el medio ambiente rural, cosa indispensable para poder aplicar métodos de valorización de los materiales orgánicos (subrayado por la Conferencia de Expertos).

Como ejemplo excelente de este tipo de actividades cabe citar las "Unidades Experimentales", de Sine Saloum, en el Senegal que debieran servir de modelo.

3. Acción regional cooperativa

Dos formas:

- Capacitación, enseñanza, seminarios, intercambio de experiencias.
- Investigación fundamental que habrá que efectuar en centros de investigaciones regionales, que podrían, convenientemente, ser los mismos que los MIRCEN.

FICHA TECNICA N° 1

FOMENTO DEL EMPLEO DE LAS LEGUMINOSAS

1. Posibilidades

Ninguna estimación global de hecho. Sin embargo, se evaluará la importancia del problema recordando que un cultivo de leguminosas puede fijar hasta 300 kg/ha de nitrógeno. No se trata tampoco de una simple restitución de los elementos extraídos del suelo, sino de un auténtico enriquecimiento de la fertilidad del suelo mediante el aporte de nitrógeno gratuito. Se trata, por consiguiente, en el campo de la utilización de las materias orgánicas como fertilizantes, de una de las medidas más importantes y más urgentes que hay que tomar, si es que no es la más urgente y la más importante.

Recordemos que la Conferencia ha aprobado y apoyado el programa de acción sobre la fijación biológica del nitrógeno por las leguminosas, propuesto por los consultores del PNUMA (Conferencias celebradas en Londres, en noviembre de 1974, y en Roma, en diciembre de 1974, respectivamente).

2. Técnicas disponibles - Programa de acción inmediata

El objetivo es doble:

- i) aumentar la importancia de las leguminosas en los sistemas de cultivo;
- ii) aumentar la importancia de la fijación biológica del nitrógeno por las leguminosas introducidas en los sistemas de cultivo.

En lo que respecta al primer punto, hay que considerar que toda introducción de leguminosas en un sistema de cultivo se traduce en un aumento, más o menos importante, de las reservas de nitrógeno del suelo:

- bien sea por las raíces solamente, cuando la parte vegetativa aérea se corta, lo que produce un aumento de nitrógeno, que con frecuencia, es bastante ligero (5-20 kg/ha) pero que puede llegar hasta 60 kg/ha en el caso de un buen cultivo de soja;
- bien sea por el conjunto de raíces más el sistema foliar cuando se produce una restitución directa al suelo (abonos verdes) o una restitución diferida del aparato vegetativo (alimentación del ganado y restitución en forma de estiércol).

Por consiguiente, se ve que el aumento de las reservas de nitrógeno del suelo por las leguminosas no exige obligatoriamente la técnica del abono verde (green manuring) aunque la mayor parte del nitrógeno (en general, más del 70 por ciento) esté contenida en las partes aéreas.

Se puede concebir el empleo de las leguminosas en los sistemas de cultivo de diferentes maneras:

- cultivo asociado con los cereales, en el mismo campo
- cultivo en rotación con los cereales
- forraje (parte aérea cortada)
- forraje y grano
- abono verde
- combinación de abono verde con forraje.

La forma de empleo es muy sencilla; corresponde a los agrónomos decidir su elección en función de las condiciones locales.

Cabe observar que las leguminosas, en general, tendrán mayor valor si se utilizan como forraje que si se utilizan como abono verde, a condición de que la recuperación de las deyecciones animales se haga bien (estiércol); efectivamente, se recuperará una buena parte del nitrógeno y de los elementos minerales al mismo tiempo que se producirá carne, leche, o fuerza de trabajo.

En lo que respecta al segundo punto, se puede lograr un aumento de la eficacia de la fijación biológica del nitrógeno por las leguminosas gracias a:

- una acertada elección de especies y variedades adaptadas a las condiciones de suelo y clima, así como adoptando buenas prácticas de cultivo;
- la inoculación con cepas de Rhizobia más eficaces.

Como se conoce el problema de los Rhizobia, conviene establecer una estrecha colaboración con los futuros MIRCEN previstos en el programa del PNUMA, los cuales se encargarán de difundir en las regiones las cepas de Rhizobia más eficaces. Esto ha permitido obtener resultados muy satisfactorios en países como Uruguay y el Brasil.

3. Factibilidad

Buena, a condición de que las incidencias y condiciones de introducción de las leguminosas en los sistemas, se hayan estudiado previamente a fondo en cada región interesada, y lo mismo la utilización de estas leguminosas.

Se pueden aprovechar los conocimientos ya adquiridos, en cada uno de los países, por lo que se refiere a las especies y variedades; procedimientos de cultivo, y utilización de las leguminosas. Estos conocimientos pueden, casi siempre, bastar para poner en marcha un programa de acción. Es indudable que las soluciones técnicas adoptadas variarán mucho según las regiones.

4. Puesta en práctica

Ante todo, se tratará de actividades de extensión, empleando todos los métodos conocidos: sensibilización por medio de los métodos de información, folletos técnicos, demostraciones, capacitación, seminarios, etc.

Conviene mantener una activa cooperación regional en este campo, mucho más por cuanto los MIRCEN tendrán precisamente una actuación regional en la que podrían encajar las actividades de fomento.

5. Necesidades de investigación

Muy importante

Si es cierto que los resultados ya obtenidos por la investigación permiten poner en marcha sin demora, en la mayoría de los países, un programa de acción, no es menos cierto que, gracias a la investigación, se pueden lograr mejoras importantes a corto plazo. La labor de investigación debe orientarse principalmente hacia los siguientes puntos:

- mejoramiento de la fijación simbiótica; búsqueda de cepas eficaces; determinación de las necesidades de inoculantes, según los suelos y regiones; métodos de inoculación; y factores que influyen en la nodulación.
Este tipo de investigación se efectuaría principalmente en los centros de investigaciones regionales de tipo MIRCEN.
- Investigación in situ sobre la inclusión de leguminosas en los sistemas de cultivo; procedimientos de cultivo y de aprovechamiento de las mismas; efecto combinado de las leguminosas/fertilizantes minerales.

FICHA TECNICA N° 2

PREPARACION DE COMPOSTE CON RESIDUOS URBANOS

1. Posibilidades

Se calculan para los países en vía de desarrollo, y para el año 1971, como sigue:

	N	P	K
En millones de toneladas	0,48	0,38	0,57
En % del total (materias orgánicas)	1,0	2,3	1,5

Posibilidades apreciables en valor absoluto, y bastante modestas en valor relativo.

2. Definición

En este caso, sólo se trata de ciudades de más de 10 000 habitantes. En las de menos habitantes, no se justifica, desde el punto de vista económico, un equipo industrial o semindustrial.

3. Técnicas

Hoy día son técnicas conocidas y experimentadas. Tecnología simplificada: reducción del tamaño, mezcla y tamizado. Fermentación estática más bien que dinámica durante el proceso. Compresión cuando se incorporan fangos residuales (sludge); válida para las grandes ciudades de más de 50 000 habitantes. Implantación en la periferia de las ciudades para que los productos pueden ser fácilmente utilizables en las zonas hortícolas. Necesita poco transporte y bidireccional (productos hortícolas-composte).

4. Necesidades de investigación

Moderadas. Se refieren sobre todo a las aplicaciones agronómicas en combinación con los fertilizantes minerales, con evaluación económica; también:

- limitación de la aplicación agrícola en función del contenido de elementos tóxicos;
- carga posible según los diferentes tipos de suelo en el caso de utilizarse como evacuación terrestre "land disposal" (no conviene).

5. Factibilidad

Buena. Técnicas conocidas y utilizables en todas partes. Interés económico seguro según los cálculos de la India. Tiene muchas otras ventajas además de su interés agrícola: limpieza de las ciudades, higiene, lucha contra la contaminación, etc. ... Limitación: sólo se aplica a una cantidad relativamente modesta de materiales orgánicos, y a superficies limitadas (vecindades de las ciudades, grandes suburbios).

6. Puesta en práctica

- i) Apoyo financiero nacional e internacional a las municipalidades para la financiación de los equipos industriales, transportes y otros conceptos, bajo forma de subvenciones y préstamos.
- ii) Legislación para hacer obligatoria la preparación de composte en las grandes ciudades.
- iii) Propaganda, en todas sus formas (prensa, radio, TV, folletos, demostraciones técnicas) del aprovechamiento agrícola de los compostes urbanos.
- iv) Eventualmente, primas a las municipalidades.
- v) Fomento de las investigaciones, sobre todo sobre la utilización agrícola en combinación con los fertilizantes minerales. Ensayos factoriales simples, que permitan calcular el interés económico.

FICHA TECNICA N° 3

PREPARACION DE COMPOSTE RURAL

1. Definición - Técnicas

Sólo concierne a las comunidades rurales de menos de 10 000 habitantes. Las fuentes de materias orgánicas que pueden servir para la preparación de composte rural son muy variadas:

- basuras domésticas y diversos residuos de granja,
- deyecciones animales y estiércol,
- residuos de cosecha,
- vegetales diversos: jacinto de agua, algas y plantas acuáticas, malas hierbas, etc...

La fabricación de composte rural por métodos sencillos (fosas de recuperación y de fermentación) se impone en el caso de basuras domésticas y de los diversos residuos de granja, a los cuales convendrá añadir diversas materias vegetales producidas en, o fuera de, la explotación (jacinto de agua, algas, malas hierbas, etc. ...).

En cambio, la necesidad de recurrir a la preparación de composte para aprovechar los residuos de cosecha no es evidente en todas partes (véase la ficha correspondiente a los residuos de cosecha). Entraña gastos de transporte y de transformación que no son siempre rentables económicamente, ni incluso justificables agrónomicamente.

En lo que se refiere a las deyecciones animales y al estiércol, se trata de problemas que se atienden en otro folleto (véase la ficha correspondiente a la utilización de los residuos animales).

Por lo tanto, este proyecto se orienta esencialmente hacia la preparación de compostes con las basuras domésticas; residuos de granja, y otros recursos vegetales. Para la preparación del composte se puede elegir entre las dos técnicas siguientes:

- La técnica sencilla de la utilización de fosas (con preferencia a los montones) y la fermentación natural, previa preparación, más o menos a fondo, de los materiales (picado ...) y eventual adición de aguas residuales; fertilizantes minerales, y abonos humanos.
 - La técnica más perfeccionada que consiste en recolectar los materiales que se van a emplear para composte y tratarlos mecánicamente en pequeñas instalaciones cooperativas que sirven a varias aldeas (por lo menos a 10 000 personas).
- Es probable que la primera de estas dos técnicas se reconozca como de aplicabilidad más general.

2. Factibilidad

Media. Técnica sencilla cuya aplicación no presenta, en principio, dificultades especiales. Sin embargo, necesita, como muchas otras actividades del sector rural, actividades bastante importantes de extensión para llegar a todo el campesino. La insuficiencia de los transportes rurales puede crear obstáculos para la utilización de los compostes.

3. Puesta en práctica

- Exige pocos medios financieros, salvo si se escoge la fórmula de las pequeñas instalaciones de tratamiento que sirvan a varias aldeas;
- Importante labor de extensión: sensibilización por los medios de información; demostración de los procedimientos de fabricación y utilización del composte, folletos técnicos.

- Acción, a escala nacional, para el fomento de los transportes rurales (con preferencia de tracción animal).

4. Necesidades de investigación

Moderadas. Deben referirse sobre todo a los efectos agronómicos y económicos de la utilización de los compostes en combinación con fertilizantes minerales. Una red de ensayos simples que pueden combinarse con demostraciones.

FICHA TECNICA N° 4

ABONO HUMANO - NIGHT SOIL

1. Posibilidades

Se calculan para los países en desarrollo, y para el año 1971, como sigue:

	N	P	K
En millones de toneladas.....	12,25	2,87	2,61
En % del total (materias orgánicas)	25,5	17,7	6,7

2. Técnicas disponibles

Experiencia importante en la India -véase el artículo de Singh (páginas 19-31) y el artículo "Empleo de fertilizantes orgánicos en la India". En este último artículo (páginas 123-133) se describen todas las técnicas de construcción y de utilización de las instalaciones de fabricación de biogas, así como sus ventajas y sus costos.*

El aprovechamiento del abono humano para la agricultura implica dos etapas:

- i) recolección
- ii) tratamiento previo al empleo.

Para las dos etapas, los problemas son diferentes en las grandes ciudades y en las aldeas.

En las grandes ciudades, se tratan las aguas sanitarias junto con las otras aguas residuales. El problema es el mismo que el de la distribución de las aguas cloacales que consideraremos más adelante. En muchas de las ciudades de los países desarrollados, la red colectora de las aguas cloacales es probablemente insuficiente y convendría adoptar medidas para mejorarla.

En las aldeas, de los países en vías de desarrollo, la recolección de abono humano es, en la mayoría de los casos, inexistente o deficiente. Habría que:

- iniciar un programa de construcción de letrinas en las aldeas (siguiendo el ejemplo de la India) empezando por las escuelas;
- o, por lo menos, invitar a los campesinos a que depositen sus heces en una fosa colectiva.

La forma de utilizar el abono humano, no es tampoco la misma que en las ciudades. El método de utilización más racional es la fermentación anaerobia que se produce en el digestor de la instalación de fabricación de biogas. Se produce metano que puede destinarse a diversos usos domésticos. El propio abono humano, está en forma de pequeñas partículas lo que facilita su mezcla con el suelo, y conserva todo su valor como fertilizante.

Otras muchas ventajas:

- a) Tratamiento higiénico; la mayoría de los gérmenes patógenos quedan destruidos, no hay olores, moscas, etc. ...
- b) Como consecuencia de lo anterior: será menor probablemente la renuencia de los aldeanos a causa de actitudes socioculturales.

* Boletín sobre Suelos, N° 27, "Materias orgánicas fertilizantes", FAO, Roma 1975.

- c) Es el método que conviene elegir allí donde pueda haber competencia entre la utilización de los materiales orgánicos como combustible y su utilización como abonos (zonas áridas y semiáridas con una densidad de población entre intermedia y elevada).

3. Definición del programa

De hecho, hay que prever dos programas distintos:

1. Una mejor utilización del abono humano en las ciudades: mejora de la red de alcantarillas (países en vía de desarrollo).
2. Una mejor utilización del abono humano en los medios rurales: dos subprogramas*:
 - a) recolección del abono humano en las aldeas: sistema de letrinas en las aldeas, o simplemente fosas colectivas;
 - b) tratamiento del abono humano en instalaciones de fabricación de biogas.

4. Puesta en práctica - Factibilidad

El hecho de que las técnicas sean:

- a) bien conocidas y ampliamente experimentadas en ciertos países (India),
- b) aplicables en todas partes en forma casi idéntica, salvo algunas adaptaciones locales, estos programas podrían iniciarse casi inmediatamente en cualquier parte del mundo,

hace que la puesta en marcha de estos programas exija las siguientes medidas:

- i) Apoyo financiero nacional e internacional bajo forma de subvenciones y préstamos ventajosos para la financiación de:
 - redes de alcantarillas complementarias, y tratamiento de las aguas residuales en las ciudades;
 - la instalación de letrinas en las aldeas;
 - la fabricación de elementos (capas de cubas, poleas) que forman parte de la construcción de las pequeñas instalaciones de producción de metano;
 - el establecimiento de estas instalaciones de fabricación de biogas y de equipos domésticos complementarios (cocinas de gas,)
- ii) Prestación de apoyo a las actividades de extensión referentes a la recolección de abono humano y a la utilización de las instalaciones de fabricación de biogas.
- iii) Una red de talleres de aldea para la manutención de estas instalaciones.

5. Necesidades de investigación

Las necesidades son al parecer bastante pocas, según los informes y publicaciones de los técnicos indios: al parecer el conjunto de técnicas está bien a punto y lo bastante experimentado en condiciones diferentes.

Sin duda alguna, la realización de una encuesta previa de expertos en la India sería muy útil para comprobar in situ algunas particularidades:

- Técnicas: fabricación y rendimiento efectivo de metano.
- Higiénicas: en estos casos, es el tratamiento lo suficientemente eficaz para eliminar los parásitos.

* Véase la nota al final de la ficha.

- Económicas: relación insumo/producción. Si uno se basa en el valor de los elementos fertilizantes recuperados y del metano producido por este sistema en comparación con el costo, relativamente modesto, de las instalaciones, la relación insumo/producción debería ser, invariablemente, muy favorable.

Los programas nacionales deben ir, naturalmente, precedidos por encuestas preliminares en todos los países interesados, para poder precisar todos los factores locales de factibilidad (positivos y negativos) de un proyecto de este tipo así como las dimensiones que debe tener.

*Nota sobre los subprogramas de mejora de la utilización del abono humano en los medios rurales

No hemos mencionado más que una de las formas de tratamiento de este tipo de abono: la instalación de fabricación de biogas que nos parece la mejor desde muchos puntos de vista.

Sin embargo, a falta de la instalación de estas pequeñas fábricas, puede estudiarse la recolección y el tratamiento del abono humano de varias aldeas (4 a 10 000 habitantes) en una pequeña instalación de fabricación de composte, al mismo tiempo que las basuras domésticas. La tecnología se reduce al mínimo: reducción del tamaño, mezcla y tamizado. Fermentación estática durante el tratamiento. Colocación en montones alargados (1,20 m de altura), sin compresión mecánica.

Esta solución debería considerarse exclusivamente como segunda opción. Plantea problemas de transporte.

FICHA TECNICA N° 5

UTILIZACION DE LOS RESIDUOS DE COSECHA

Los residuos de cosecha constituyen una fuente de materia orgánica muy importante. Su utilización con fines agrícolas es sumamente variada y estrechamente vinculada a los sistemas de cultivo.

Los residuos pueden ser, o bien:

- i) quemados o utilizados para usos domésticos;
- ii) devueltos directamente al campo bajo forma de cobertera muerta, incorporación superficial (gradas rotatorias) o profunda (arado, rejas);
- iii) restituido al campo una vez transformado:
 - a) preparación de composte con los residuos solos, después de un picado eventual, adición de agua, o de abonos minerales;
 - b) preparación de composte y mezcla con basuras domésticas y otros productos;
 - c) preparación de estiércol.

Es difícil concebir un proyecto único a partir de formas de utilización tan variadas. La única cosa segura es que hay que combatir el despilfarro de las materias orgánicas por quema (pérdidas de nitrógeno y azufre; pérdidas de propiedades físicas y bioquímicas de los suelos), o incluso por usos domésticos, es decir que hay que suministrar a los agricultores materias y combustibles de reemplazo (véase proyecto especial).

En cuanto a las formas posibles de utilización agrícola, no se pueden dar reglas generales. No es seguro, por ejemplo, que la preparación de composte con pajas de cereales sea, en un determinado lugar, preferible a su enterramiento directo, no solamente desde el punto de vista económico (costo de transporte y de fabricación) sino desde el punto de vista agronómico (ejemplos japonés y coreano).

Las formas de utilización están estrechamente relacionadas con las condiciones locales: climáticas, edafológicas, agronómicas, socioeconómicas. No se pueden modificar sin provocar al mismo tiempo cambios e incluso trastornos en el sistema de cultivo.

No puede haber un solo proyecto sino varios proyectos específicos según las condiciones locales.

El desarrollo de estos proyectos implica a la vez:

- investigaciones,
- actividades de extensión,
- medidas agronómicas complementarias.

El mejor enfoque posible para estos proyectos es, a nuestro juicio, el de los proyectos-piloto integrados en las comunidades rurales (véase ficha especial).

Necesidades de investigación

Importantes. Para comparar las ventajas agronómicas y económicas de las diferentes formas de utilización.

FICHA TECNICA N° 6

UTILIZACION DE LAS DEYECCIONES ANIMALES

1. Posibilidades

Se han calculado para los países en desarrollo, y para el año 1971, como sigue:

	N	P	K
En millones de toneladas	17,80	4,91	14,12
En % del total (materias orgánicas)	37,0	30,3	36,2

Estas cifras sólo se refieren a las deyecciones de bovinos y no a las de otros animales (cabras, corderos, gallinas,...)

Demuestran bien la enorme importancia que tienen estas deyecciones animales para el balance global de nutrientes.

2. Técnicas de utilización

Las deyecciones animales (principalmente de bovinos) se pueden usar de diversa manera:

- no se recoleccionan y se dejan en el campo;
- se recogen (heces) y se aprovechan para usos no agrícolas (combustible, construcción);
- se recogen y conservan en montones o en fosas;
- se dedican a la fabricación de estiércol en estabulación libre o interna;
- se dedican a la fabricación de biogas.

Las utilizaciones son diversas y, a excepción de las dos primeras, que deben prohibirse en la medida de lo posible, no se pueden establecer reglas generales, la elección se hará esencialmente en función de las condiciones rurales.

La utilización de las heces como combustible o como materiales de construcción, debe combatirse suministrando combustibles o materiales de reemplazo (véase ficha especial). Cada uno de los otros tres procedimientos deberá ser objeto de un proyecto especial.

3. Proyecto de "Conservación en fosa"

Valedero para las regiones donde el ganado es seminómada. El artículo de Musa (pág. 89) ha despertado interés. Sin embargo, debe ceder su puesto a la fabricación de estiércol en corrales móviles en todas partes donde sea posible.

Factibilidad

Media. Se refiere sobre todo a las zonas áridas y semiáridas con ganado trashumante.

Puesta en práctica

Actividades de extensión.

4. Proyecto de "Fabricación de estiércol"

Puede tener diferentes formas según que el ganado sea más o menos nómada o estable: estabulación temporal en corrales móviles, o estabulación fija.

En el primer caso, no se requiere financiación especial, sino actividades de extensión.

En el segundo caso, se requiere ayuda financiera/subvenciones, préstamos para la construcción de establos y de estercoleros, y, además, para las actividades de extensión, que son importantes para la fabricación y utilización del estiércol.

Factibilidad

Media. Limitaciones: disponibilidades de agua y de transporte a veces insuficientes, medidas posibles en este campo.

5. Proyecto de "Fabricación de biogas con estiércol"

Este proyecto es muy parecido al de la utilización del abono humano para la fabricación de biogas, los dispositivos de producción son los mismos (véase la ficha correspondiente a la utilización del abono humano).

FICHA TECNICA N° 7

SUMINISTRO DE FUENTES DE ENERGIA Y DE MATERIALES DE REEMPLAZO
QUE PERMITAN LA UTILIZACION AGRICOLA DE LAS
MATERIAS ORGANICAS

En las zonas áridas y semiáridas muy pobladas o medianamente pobladas, la falta de combustible y de materiales para usos domésticos (principalmente la construcción) constituye el principal obstáculo para una mejor utilización agrícola de las materias orgánicas. No se podrá lograr progreso alguno en estas zonas si no se pone remedio a esta situación. Se pueden considerar varias soluciones:

- Plantación de árboles o arbustos de crecimiento rápido, en parte de los terrenos comunales de forma de suministrar a la comunidad madera en cantidades suficientes.
- Suministro de carburante de reemplazo a precios subvencionados (por ejemplo petróleo en los países que disponen de él localmente).
- Fomento de la utilización de la energía solar para usos domésticos (la tecnología está ya casi a punto).
- Instalaciones de fabricación de biogas.

Nada impide utilizar estos procedimientos simultáneamente. Cada uno de ellos puede ser también objeto de un proyecto especial.

PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE INOCULACION DE LEGUMINOSAS
CON RHIZOBIA

PREFACIO

El presente informe ha sido preparado para la FAO por M.C. Batthyany (Laboratorio de Microbiología de Suelos y Control de Inoculantes, Ministerio de Ganadería y Agricultura, Uruguay), y el Sr. Obaton (INRA, Francia), consultadores ambos del PNUMA.

Se trata de la continuación de un informe sobre la fijación del nitrógeno por las leguminosas, redactado por M.F.J. Bergersen "Division of Plant Industry" (CSIRO, Canberra) y C. Battyany, consultores del PNUMA ante la Consulta de Expertos FAO/SIDA sobre el empleo de materias orgánicas fertilizantes que se reunió en Roma, del 2 al 6 de diciembre de 1974.

En este informe se tienen en cuenta las recomendaciones formuladas por la Consulta citada y ha sido refrendado, en Australia, por M.F. Bergersen y R.A. Date (Bacteriólogo, especialista en leguminosas, "Division of Tropical Agronomy" CSIRO, Queensland).

Los consultores han podido beneficiarse de la ayuda de funcionarios de la sede de la FAO pertenecientes a la Dirección de Producción y Protección Vegetal, y a la Dirección de Fomento de Tierras y Aguas.

INFORME DE LOS CONSULTORES

1. INTRODUCCION

Se ha visto que, como consecuencia de la crisis de la energía, que ha repercutido gravemente en la utilización de fertilizantes nitrogenados en los países en desarrollo, era cada vez más urgente aumentar la productividad de los cultivos ricos en proteínas. Esta situación ha llevado a la búsqueda de otras fuentes de nitrógeno. Entre las posibilidades existentes, el sistema más empleado y conocido es el de la fijación simbiótica por las leguminosas noduladas bajo la acción de bacterias de diversas especies de *Rhizobium*.

Es sabido que, a falta de simbiosis, las leguminosas darían los mismos resultados que cualquier otra planta que obtiene del suelo el nitrógeno que necesita. En cambio, la simbiosis leguminosa/*Rhizobium* puede fijar cantidades de nitrógeno atmosférico que oscilan entre 100 y 400 kg de N por ha y año. La capacidad de fijación depende de diversos factores que pueden ser fácilmente manipulados para lograr un máximo de eficacia.

Además, independientemente del hecho de que las leguminosas aumentan directamente su contenido de nitrógeno, y por tanto de proteínas, se produce asimismo un efecto residual consistente en un aumento del contenido de nitrógeno del suelo.

En el proceso de la fijación del nitrógeno intervienen una serie de factores, de los cuales, los más importantes son la especificidad de la planta y de los *Rhizobia*, y la eficacia y complejidad de la cepa.

En muchos casos, las leguminosas típicas de ciertas regiones crecen en asociación con cepas indígenas de *Rhizobia* presentes en el suelo. Sin embargo, cuando se introducen nuevas variedades de leguminosas en una región determinada, se presenta con frecuencia el hecho de que no encuentran en el suelo la cepa de *Rhizobium* apropiada; en este caso, no pueden utilizar más que reservas limitadas de nitrógeno del suelo que una vez agotadas limitan su producción. Algunas leguminosas como *Vigna* o el maní, que no tienen realmente necesidad de una cepa específica de *Rhizobium*, constituyen una excepción. Pero los fracasos pueden ser frecuentes si se trata de especies muy específicas como, por ejemplo, la soja en los Estados Unidos y América Latina, y la mayoría de las leguminosas forrajeras tropicales de América Latina introducidas en Australia. En las zonas donde la cepa natural se halla presente en el suelo, lo probable es que el nivel de actividad de los *Rhizobia* sea demasiado débil para garantizar una buena nodulación. En estos casos, se puede aumentar el rendimiento adoptando nuevas cepas seleccionadas muy eficaces y capaces de competir con la cepa natural. Hay que llamar la atención sobre el hecho de que, para el buen funcionamiento de los nódulos, ciertos nutrientes vegetales específicos son también indispensables. Uno o varios de estos elementos nutritivos pueden ser limitadores algunas veces.

En numerosas colecciones pueden ya encontrarse cepas eficaces de *Rhizobium* y, por lo tanto, es posible inocular las semillas de leguminosas con estas cepas seleccionadas, después de haber efectuado un ensayo al objeto de elegir las más adaptadas a las nuevas condiciones naturales.

Por desgracia, en la mayoría de los países en desarrollo no se ha generalizado la práctica de la inoculación, lo que explica el porqué muchos de los intentos de introducir nuevos cultivos o incluso de mejorar los ya existentes han tenido un completo fracaso. A esto hay que añadir, a veces, un conocimiento insuficiente de los aspectos relativos a la nutrición de las plantas.

Esta necesidad es ya un hecho admitido y, últimamente, en una reunión celebrada en Londres organizada por el PNUMA, se han recomendado varias medidas. Entre las más importantes figuran el reforzamiento de las instituciones existentes que se ocupan de la bacteriología de

las leguminosas, lo que a su vez favorecerá, en el plano regional, la elaboración de diversos programas relativos a los Rhizobia, y de cuya ejecución se encargaría una institución de las Naciones Unidas.

2. OBJETIVOS

Hasta la fecha la inoculación, tanto de las leguminosas forrajeras como de las leguminosas de grano, rara vez se ha practicado en los países en desarrollo situados a baja latitud. Por consiguiente, es esencial identificar las posibilidades y los obstáculos relativos a la utilización generalizada de inoculantes sobre el terreno, determinar las zonas o regiones donde esta práctica puede ser útil, y demostrar la importancia y las ventajas que se derivan de este proceso de fijación simbiótica del nitrógeno, como ya se ha probado patentemente en los países desarrollados.

Con este fin convendría elaborar un programa que respondiera a las diversas cuestiones planteadas. En una primera fase se puede prever que harán falta de dos a cuatro años. Sin embargo, se pueden considerar inmediatas con el apoyo de las actividades de campo de la FAO, como, por ejemplo, la mejora de la productividad de las leguminosas forrajeras y de grano; los proyectos de fertilización; los programas de introducción de plantas, que abarcan la colección e identificación de especies de leguminosas (Programa de Recursos Genéticos); la rehabilitación de tierras y la mejora y conservación de la fertilidad del suelo.

Es indispensable, que al principio, la FAO designe un coordinador de las citadas actividades que se encargaría luego, de elaborar, de acuerdo con un Comité de Coordinación, el programa global y a largo plazo de las actividades de la FAO relativas a la fijación del nitrógeno (véase Anexo 5 A y B).

Entre las cuestiones que exigen una respuesta urgente figuran:

- i) ¿Cuáles son, desde el punto de vista cuantitativo, las posibilidades de aumentar el rendimiento de los cultivos tradicionales utilizando inoculantes y prestando la debida atención a los aspectos conexos de la nutrición de las plantas?
- ii) ¿Cuáles son las posibilidades de introducir en determinadas regiones nuevos cultivos que pueden haberse visto limitados anteriormente a falta de la asociación simbiótica entre la planta y los Rhizobia?

Para ello, es necesario emprender proyectos de investigaciones específicas en los laboratorios y centros de investigación ya existentes ^{1/} a los cuales el PNUMA debería prestar apoyo financiero. (En el Anexo I de este Informe se da una lista de las instituciones). Habrá que efectuar al mismo tiempo los siguientes trabajos:

- a) Programas de investigación aplicada, ejecutados por bacteriólogos especializados en leguminosas, adscritos a ciertos laboratorios y centros de investigación, para los cuales pedirán fondos suplementarios a la FAO y al PNUMA.
- b) Un programa de extensión, cuyo objeto sea una mayor utilización de inoculantes que realizaría la FAO, si hace falta, con el asesoramiento técnico de bacteriólogos especialistas en leguminosas procedentes de instituciones locales.

Conviene subrayar que no se trata de crear un programa específico sobre Rhizobium propiamente dicho sino de utilizar los inoculantes entre los muchos métodos necesarios para aumentar la producción vegetal y mejorar la fertilidad del suelo.

^{1/} Llamados MIRCEN (Microbiological Resource Centers); contarán con instalaciones básicas para las investigaciones bacteriológicas y con una colección de cultivos de cepas apropiadas de Rhizobia.

3. PROYECTO DE PROGRAMA DE TRABAJO

3.1 Ensayos de inoculación

A. Proyecto de acción inmediata

- i) Acopio, comparación, recapitulación y divulgación de los resultados de los ensayos realizados hasta la fecha.
- ii) Los ensayos se efectuarán en colaboración con expertos de la FAO y especialistas en Rhizobia. Los detalles, tales como la elección del lugar; las especies de leguminosas; las cepas que hay que ensayar, la tecnología de inoculación, etc., se examinarán en los lugares del proyecto, lo que implica la participación activa y simultánea de la FAO y de los especialistas en Rhizobia (véase Anexo II para las diversas fases: siembra, cultivo, recolección).

El plan de ensayos debe ser, ante todo, simple y tender a dar resultados precisos. El programa de ensayos más sencillo comprenderá dos tratamientos, con y sin inoculación, en condiciones óptimas para el crecimiento en el medio local. Podrán también incluirse otros tratamientos, como por ejemplo, el revestimiento de las semillas o la fertilización.

Los inoculantes que hacen falta para estos ensayos procederán de cepas seleccionadas y, con preferencia, del laboratorio de Rhizobia más cercano. Para ello, bastará advertir con tiempo (con dos o tres meses de anticipación) al laboratorio precisando qué especie se va a inocular.

B. Actividades a plazo medio

Los ensayos previstos en el marco del programa a plazo medio no serán diferentes a los efectuados a principios del programa (véase Anexo III). Sin embargo, con cada cultivo se ensayará un mayor número de cepas específicas, lo que permitirá seleccionar las más eficaces y evaluar las cepas indígenas. Podrá determinarse la acción recíproca de los nutrientes así como las técnicas de revestimiento de semillas. Durante esta fase, habrá necesidad de repetir cada ensayo un número de veces cada vez mayor para obtener la precisión deseada para aplicar los resultados en una escala más amplia.

Estos ensayos exigen un control más riguroso por parte de los especialistas en Rhizobia que prestarán su colaboración a un laboratorio local suficientemente bien equipado para comprobar los resultados conseguidos.

Las actividades de capacitación se iniciarán a principios de este período (véase 3. Capacitación). Esta fase a plazo medio proseguirá en realidad hasta desembocar en las actividades a largo plazo.

C. Actividades a largo plazo

Estas comprenderán la explotación de los resultados obtenidos en B. En particular, los ensayos específicos efectuados en laboratorio y en el campo permitirán determinar con exactitud el aumento de la producción mundial que, en gran parte, sea atribuible a la inoculación de las semillas; evaluar los efectos residuales de las leguminosas inoculadas en los cultivos sucesivos; calcular la rentabilidad de los fertilizantes minerales asociados con las alternativas (leguminosas), y la cantidad de nitrógeno fijado por las diferentes especies de leguminosas; seleccionar las leguminosas que tengan una mayor capacidad de fijación en los diferentes medios, y por último evaluar la persistencia de los Rhizobia en el suelo así como la influencia de los plaguicidas sobre ellos.

Las actividades de extensión, de formación y de producción comercial de inoculantes incumbirán principalmente al personal nacional.

3.2 Actividades de extensión

Esta fase puede iniciarse poco después de conocerse los resultados de dos años de ensayos, pues se sabe que, en el caso de ciertas leguminosas, la inoculación es indispensable para su implantación en determinadas zonas, y que, por lo tanto, el valor de los inoculantes puede demostrarse claramente.

El personal agronómico y de extensión participará en estas actividades y se calcula que hará falta organizar algunos cursillos de capacitación para que pueda ejercer actividades de extensión.

3.3 Capacitación

Para realizar con éxito un programa de inoculación, hacen falta cuatro grados de capacitación, los dos primeros grados interesan especialmente a los microbiólogos:

- i) Deben reforzarse los cursos teóricos de capacitación postescolar a nivel universitario en microbiología agrícola.
- ii) Formación científica superior para determinados candidatos a los puestos de los centros microbiológicos a nivel regional. Esta capacitación está actualmente subvencionada por la Unesco, y los cursos se efectúan en el IITA.
- iii) Cursillos de capacitación práctica, para agrónomos y agentes de extensión, en diferentes aspectos prácticos de la inoculación en el campo (8 a 15 días). Estos cursillos se celebrarán en el Centro Microbiológico y estarán patrocinados por la FAO.
- iv) Para los vendedores ya establecidos o potenciales, capacitación específica en producción y control de la calidad de los inoculantes fabricados.

3.4 Programas de investigación

Como se explica en el Anexo V, el Grupo Técnico y los Centros de Coordinación Regionales elaborarán los programas nacionales de investigación que hagan falta.

Los laboratorios nacionales existentes tendrán su propio programa de investigación específica, y fijarán el orden de prioridad de las actividades en función de su política agrícola.

La FAO, el PNUD y el PNUMA, o cualquier organismo de asistencia bilateral, podrán prestar apoyo financiero para el programa precitado.

3.5 Producción de inoculantes

Es indispensable que el país o la región donde vayan a ser empleados sean, en la medida de lo posible, los que suministren los inoculantes, ya que éstos son perecederos. Además, la elección de la cepa de *Rhizobium* que haya que emplear debe hacerse en la zona donde se desarrolle el programa de inoculación; factores tales como la temperatura del suelo, el pH, etc. desempeñan un papel importante en el proceso global de la inoculación y por consiguiente deben ser objeto de un estudio a fondo antes de lanzarse a la producción comercial.

Al principio, los inoculantes se producirán exclusivamente en los MIRCEN, de los cuales ya hay varios funcionando. Sin embargo, en la fase preliminar, habrá también, en muchos casos, necesidad de importar inoculantes comerciales de los países desarrollados. Como la demanda de inoculantes está aumentando, habrá que prever su producción comercial, que debería estar vigilada por el gobierno con ayuda de los MIRCEN.

Cualquier problema especial que pudiera derivarse de la utilización, en vasta escala, de inoculantes en las zonas tropicales y subtropicales exigirá que los MIRCEN elaboren programas de investigación aplicada orientados hacia su aplicación práctica, que se realizarían con ayuda de la FAO. Conviene observar que el paso de la producción en laboratorio a la producción comercial industrial debe estudiarse con sumo cuidado. La experiencia ha demostrado que la creación de este tipo de industrias debe vincularse con los laboratorios comerciales ya existentes, como por ejemplo, los que fabrican productos farmacéuticos.

4. CONCLUSIONES

En los países en desarrollo, no se ha practicado la inoculación de las leguminosas. Sin embargo, algunos ensayos aislados sobre la utilización de los inoculantes en las zonas tropicales han demostrado que con la inoculación se podría aumentar la producción de los cultivos tradicionales y permitir la introducción de nuevas especies de leguminosas. Sin embargo, estos ensayos rara vez se han extendido a vastas zonas de cultivo, salvo en el caso de la soja en el Brasil y de las leguminosas forrajeras en Australia (Queensland).

Esta situación se explica por la escasez de microbiólogos del suelo, por el hecho de que los ensayos aislados no formaban parte de programas globales de desarrollo de un cultivo determinado y porque, en muchos casos, los países en desarrollo no disponían de medios para financiar programas de investigación y de desarrollo de alcance multinacional. Creemos que, las instituciones internacionales de desarrollo podrían estimular la iniciación de estas actividades integrándolas en sus programas de desarrollo.

El presente proyecto tiende a facilitar la inclusión de aquellas actividades capaces de contribuir a una utilización eficaz y generalizada de la fijación del nitrógeno por leguminosas noduladas bajo la acción de Rhizobia, entre las diferentes actividades previstas en los programas existentes de la FAO. Estos objetos incluyen:

- La mejora de los cultivos tradicionales.
- La introducción de nuevos cultivos.
- La conservación y mejora de la fertilidad de los suelos (efectos residuales, plantas de cobertura, introducción del cultivo de leguminosas en asociación con la producción alimentaria, forrajera y forestal).

Las diferencias en el grado de competencia de los microbiólogos en los diferentes continentes hacen que resulte difícil la elaboración de un proyecto de escala mundial. En determinados casos, se tratará principalmente de realizar programas de investigación en laboratorio, mientras que en situaciones más avanzadas, ya están en marcha las actividades de extensión. La naturaleza muy perecedera de los inoculantes exige que se produzcan in situ. En América Latina existen muchos laboratorios capaces de producir inoculantes y que ya los han producido; en otras regiones, como en el África central, no se dispone todavía de instalaciones de este tipo.

Las actividades que se proponen deberían ser esencialmente de demostración y predivulgación. Y deberían ir seguidas de un período de cuatro a cinco años y, en algunos casos, de una mayor duración, dedicado a la divulgación del empleo y de la fabricación de los inoculantes.

En relación directa con estas actividades, es sumamente urgente organizar la capacitación en materia de microbiología del suelo (hasta la aplicación práctica de esta disciplina).

Para la iniciación inmediata de las actividades, es indispensable que los funcionarios encargados de los programas de campo de la FAO estudien los posibles proyectos, identifiquen las leguminosas que conviene utilizar en el cuadro del programa, y precisen el nivel de investigación (experimental, de predivulgación y de divulgación).

LISTA PROPUESTA DE CENTROS MICROBIOLÓGICOS PARA EL ESTUDIO DE LOS RHIZOBIA

AFRICA

- *1) Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA)
Ibadán, Nigeria (M. Ayanaba)
- 2) Universidad de Nairobi, Nairobi, Kenya
- 3) Ministerio de Agricultura, Giza, Egipto
- *4) Oficina de Investigaciones Científicas y Técnicas de Ultramar (ORSTOM),
Instituto Senegalés de Investigaciones Agronómicas (ISRA), Dakar, Senegal.
Bambey, Senegal
- 5) Sudán

ASIA

- 1) Instituto Internacional de Investigaciones sobre Cultivos de las Zonas
Tropicales Semiáridas (ICRISAT), Hyderabad, India.

o

Instituto Indio de Investigaciones agronómicas, Nueva Delhi, India.
- 2) Universidad de Malaya, Kuala Lumpur, Malasia

o

Instituto Malasio de Investigaciones Agronómicas y Desarrollo.
Kuala Lumpur.
- 3) Bogor, Indonesia.
- 4) Bangkok, Tailandia.

AMERICA LATINA

- *1) Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia
(M. Graham).
- *2) IPEACS/EMBRAPA km 47, Río de Janeiro, Guanabara Z.026, Brasil.
- *3) Instituto Agronómico, Campinas, Brasil.
- *4) Secretaría de Agricultura, Porto Alegre, RGS, Brasil (M. Jardim Freire).
- 5) 1 centro para las zonas de clima templado.

* Centro propuesto por el Grupo de Londres sobre Rhizobia y denominado MIRCEN (además de los de Sudán y de Kuala Lumpur propuestos por la FAO). Los centros marcados con un asterisco ya están funcionando y en condiciones de producir inóculos a nivel de predivulgación.

DESCRIPCION DE UN SIMPLE ENSAYO PRACTICO CON INOCULACION
DE UNA LEGUMINOSA
(acción inmediata)

Objetivo

Estudiar las posibilidades de introducir una nueva leguminosa, con su cepa asociada de Rhizobium, en una zona donde no se haya sembrado antes la especie de leguminosa de que se trate.

Los ensayos podrán efectuarse en varias zonas de una región agrícola para calcular la reacción de la inoculación y sus efectos sobre el rendimiento en diferentes medios.

Método

El plan de ensayos comprende dos tratamientos (con y sin inoculación), con dos repeticiones. Se sobreentiende que todas las otras técnicas de cultivo agrícola, como siembras, distribución de abonos, herbicidas, plaguicidas, riego, etc., se aplicarán a niveles óptimos.

Los bacteriólogos, especialistas en leguminosas, procedentes de un centro microbiológico regional y los representantes del Comité Regional de Coordinación examinarán la posibilidad de efectuar estos ensayos a un nivel regional.

Un consultor vigilará los ensayos prácticos que se desarrollarán en cuatro fases, como sigue:

- 1) Presentación de un plan de ensayos y trabajos preliminares de laboratorio relativos a la fabricación y el control de la calidad del inoculante.
- 2) Siembra de la semilla inoculada.
- 3) Observación de la nodulación durante el período vegetativo, en el momento de la floración.
- 4) Inspección final en el momento de la recolección; (4 semanas para 5 ensayos).

En un primer momento, el inoculante procederá del laboratorio bien dotado más cercano, o de cepas conocidas conservadas en la sede de la FAO y, en una fase ulterior, el Centro Microbiológico Regional o Nacional.

El proyecto de la FAO se encargará del estudio agronómico y económico, así como del cálculo de los efectos residuales de la leguminosa en el cultivo sucesivo.

DESCRIPCION DE UN ENSAYO ESPECIFICO EFECTUADO CON UN

INOCULANTE DE LEGUMINOSA

(Actividades a plazo medio)

Objetivo

Evaluar el aumento del rendimiento (materia seca y/o proteínas) y las consecuencias económicas que entraña la inoculación de las semillas en una región donde los cultivos son tradicionales.

Seleccionar las cepas mejor adaptadas, y por lo tanto más eficaces, de Rhizobia en las condiciones locales.

Método

En total, hacen falta como término medio, 36 parcelas (6 tratamientos y 6 repeticiones) para determinar con precisión el efecto de la inoculación, por ejemplo, dos cepas o más de Rhizobia que comprendan una cepa eficaz y una cepa etiquetada para determinar su poder competitivo en relación con las cepas indígenas, se ensayarán distintos procedimientos de recubrimiento de las semillas, tales como recubrimiento con cal o con fosfato, así como diversas formas o técnicas de inoculación.

Cuando se trate de leguminosas forrajeras, que se hayan explotado durante varios años, será necesario vigilar estos ensayos durante un período equivalente para comprobar la evolución de la nodulación y del rendimiento.

Se puede estudiar la posibilidad de efectuar estos ensayos a un nivel regional, como se indica en el Anexo II.

Este tipo de ensayos prácticos (una sola especie) exigen, por lo menos, tres meses de trabajo de un técnico del Centro Microbiológico; por ejemplo reuniones para formular los ensayos (1 semana); trabajos de laboratorio (selección de las cepas, producción de inoculantes, identificación de las nudosidades en los estudios comparativos) (6 semanas); siembra e inoculación (1 semana), observación de la nodulación en el momento de la floración (1 semana), y en el momento de la recolección (2 semanas); estudios agronómicos y económicos complementarios (1 semana). En total 12 semanas para dos o tres ensayos.

LISTA DE LOS PAISES DONDE LA FAO ESTA REALIZANDO
PROGRAMAS RELATIVOS A LAS LEGUMINOSAS FORRAJERAS
Y DE GRANO

El tipo de ensayo y el Centro Microbiológico participante se determinarán en una fase ulterior así como la especie de leguminosa elegida.

A. LEGUMINOSAS FORRAJERAS

Programas en marcha	Programas nuevos (iniciados en 1975)	Duración
<u>AMERICA LATINA</u> Fecha límite		
1) México	Junio, 1976	Venezuela 4 años
2) Perú	Diciembre, 1976	Rep. Dominicana 4 años
3) Brasil	Diciembre, 1976	Argentina - N.E. 3 años
4) Guatemala	Julio, 1975	
5) Honduras	Julio, 1975	
<u>AFRICA</u>		
1) Senegal	1977	Gambia 5 años
(programa regional)		
2) Madagascar ...	1976	
3) Benin, R.P. ..	1976	
4) Alto Volta	programa bilateral, <u>Stylosanthes</u>	
<u>SUDESTE DE ASIA</u>		
		Sri Lanka 3 años
		Tailandia 2 años
<u>CERCANO ORIENTE</u>		
1) Bahrein		
<u>EUROPA</u>		
1) España	1976	
B. <u>LEGUMINOSAS DE GRANO</u>		
Programas en marcha	Programas nuevos	
<u>ASIA</u>		
	Birmania	2 años
<u>AFRICA</u>		
1) Etiopía	2 años	Swazilandia 2 años
<u>REGIONAL</u>		
1) Irán	5 años	

C. PROGRAMA DE FERTILIZANTES

Incluir ensayos simples (véase Anexo II) en los países siguientes:

<u>País</u>	<u>Duración del programa</u>	<u>Cultivo</u>	<u>Centro microbiológico participante</u>
Brasil	1969/1977	Phaseolus spp.	IPEACS
Nigeria	1972/1977	Arachis	IITA
(Kano)			
Nigeria	1974/1979	Arachis	IITA
(Centro Norte)			

D. PROYECTOS RELATIVOS A LA FERTILIDAD DEL SUELO

De acuerdo con las instalaciones y las posibilidades de control, se podrán efectuar ensayos relativos a Rhizobia, como los descritos en los Anexos II y III en los países siguientes:

Ghana	proyecto N°	72/022
Liberia	'' ''	72/003
Togo	'' ''	72/020
Indonesia	'' ''	72/004
Sri Lanka	'' ''	70/522
Egipto	'' ''	71/591
	y	73/048

Proyecto Regional
para Asia y el
Lejano Oriente .. RAS '' 72/002

Hará falta la participación de los institutos siguientes:

Universidad de Kumasi, Ghana
IITA- Nigeria
ISRA-Senegal
Bogor, Indonesia
ICRISAT, India
Laboratorio, Universidad de Agricultura, Egipto
Universidad de Nairobi

ESTRUCTURA

Comité de Coordinación

Estará integrado por especialistas de la FAO que se ocupen, si es posible, de las cuestiones siguientes: leguminosas, leguminosas forrajeras, fertilidad del suelo, economía agrícola, extensión y capacitación agrícolas, y por rizobiólogos, entre los cuales habrá un coordinador; y, por último, por representantes del PNUMA y de la Unesco.

El Comité de Coordinación elaborará un Programa Mundial de Actividades que será examinado, en una Consulta Conjunta con el Grupo de Consultores y el Comité Regional de Coordinación.

Grupo de Consultores

Tendrá por cometido prestar asistencia técnica al Comité de Coordinación. Se compondrá de diez bacteriólogos especialistas en leguminosas que trabajen en diferentes centros de investigación microbiológica que se ocupen activamente de los programas de investigación en los campos que interesan al programa elaborado por el Comité de Coordinación.

Comités Regionales de Coordinación

Estos Comités se instalarán en las Oficinas Regionales de la FAO, y tendrán por cometido principal el enlace entre los programas de desarrollo nacional y regional, por un lado, y los centros de investigación microbiológica, por el otro. De esta forma se fomentarán las actividades de capacitación y de investigación aplicada con vistas a la labor de extensión. Estarán formados por los microbiólogos nacionales y regionales que se propongan, y contarán con la asistencia de los consultores con la participación de los especialistas de la FAO en este campo.

Centros Microbiológicos Regionales (CMR)

Estos Centros han sido denominados MIRCEN en la reunión de Londres, y actualmente sólo funciona un pequeño número de ellos (véase Anexo I).

Actualmente, tienen como función dirigir los programas de investigación científica referentes a la microbiología del suelo y especialmente a los Rhizobia. A este propósito, su principal actividad consiste en efectuar las investigaciones necesarias para la aplicación de los inoculantes (por ejemplo, elección de cepas de Rhizobia, comparación de la eficacia de las diferentes cepas, sistemas de inoculación, cálculo del nitrógeno procedente de la acción de los Rhizobia, etc.).

Los CMR facilitarán los consultores y los técnicos necesarios, y participarán en los ensayos prácticos en el cuadro de los programas de campo de la FAO relativos a la inoculación de las leguminosas. Estos Centros podrán también desempeñar un papel primordial en la capacitación del personal y permitirán aumentar la iniciación de la producción local o regional de inoculantes de calidad superior.

PROYECTO DE MANDATO PARA EL COORDINADOR

El Coordinador debe ser, con preferencia, un bacteriólogo especialista en leguminosas y tendrá por cometido:

- i) Asegurar el enlace permanente entre los programas de campo y los funcionarios técnicos de las oficinas centrales de la FAO.
- ii) Coordinar las actividades de investigación aplicada y de capacitación con el Comité Regional de Coordinación y los Centros Microbiológicos Regionales, con objeto de asegurar la eficacia de esta coordinación, estableciendo relaciones permanentes de trabajo con las personas encargadas del programa global.
- iii) Ayudar al suministro de inoculantes hasta que los Centros Microbiológicos Regionales empiecen a funcionar.
- iv) Organizar reuniones, seminarios, excursiones de campo, así como divulgar los boletines correspondientes, que traten de la introducción de las leguminosas.

ORGANIZACIONES PARTICIPANTES EN EL FOMENTO DE LA INOCULACION DE LAS LEGUMINOSAS

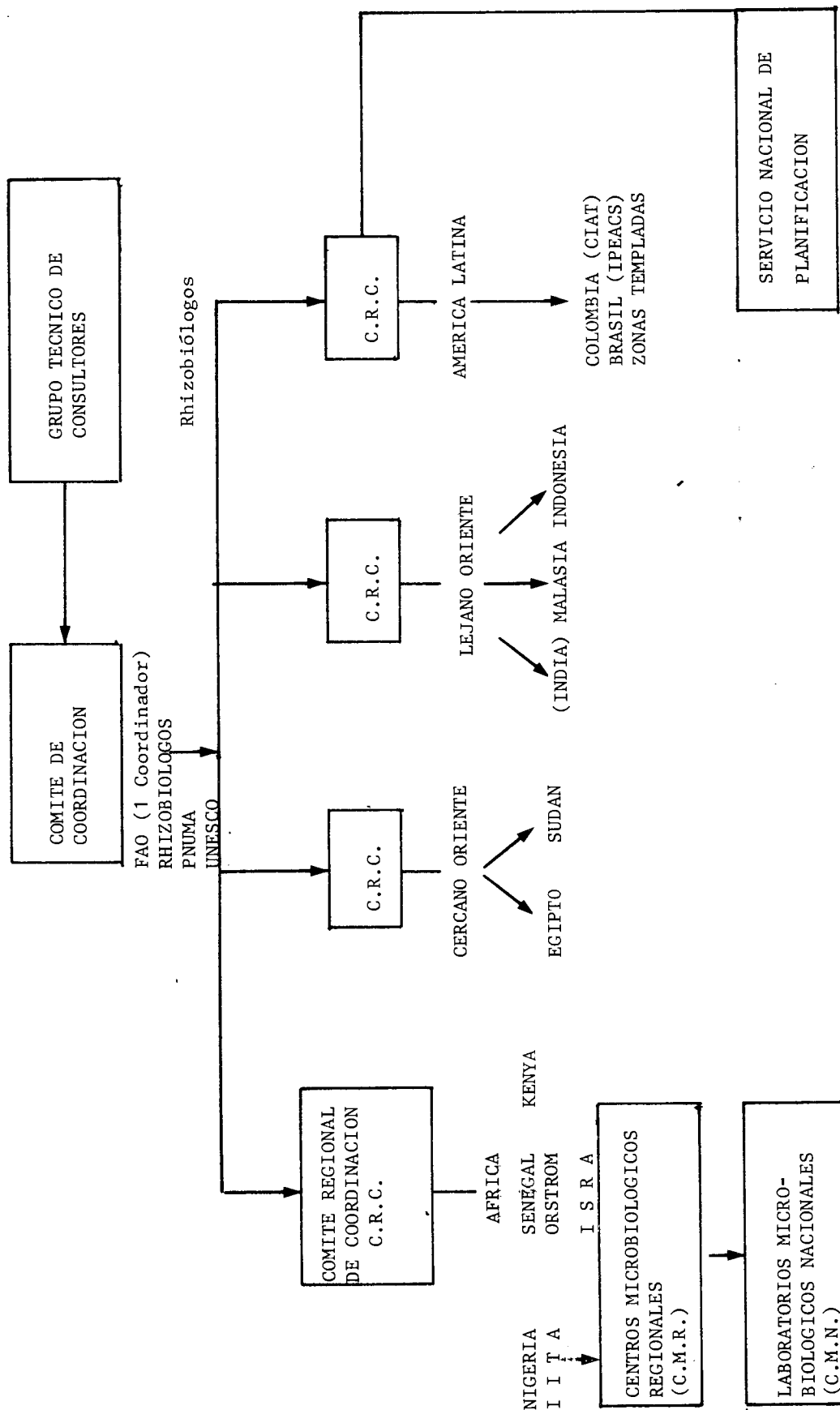
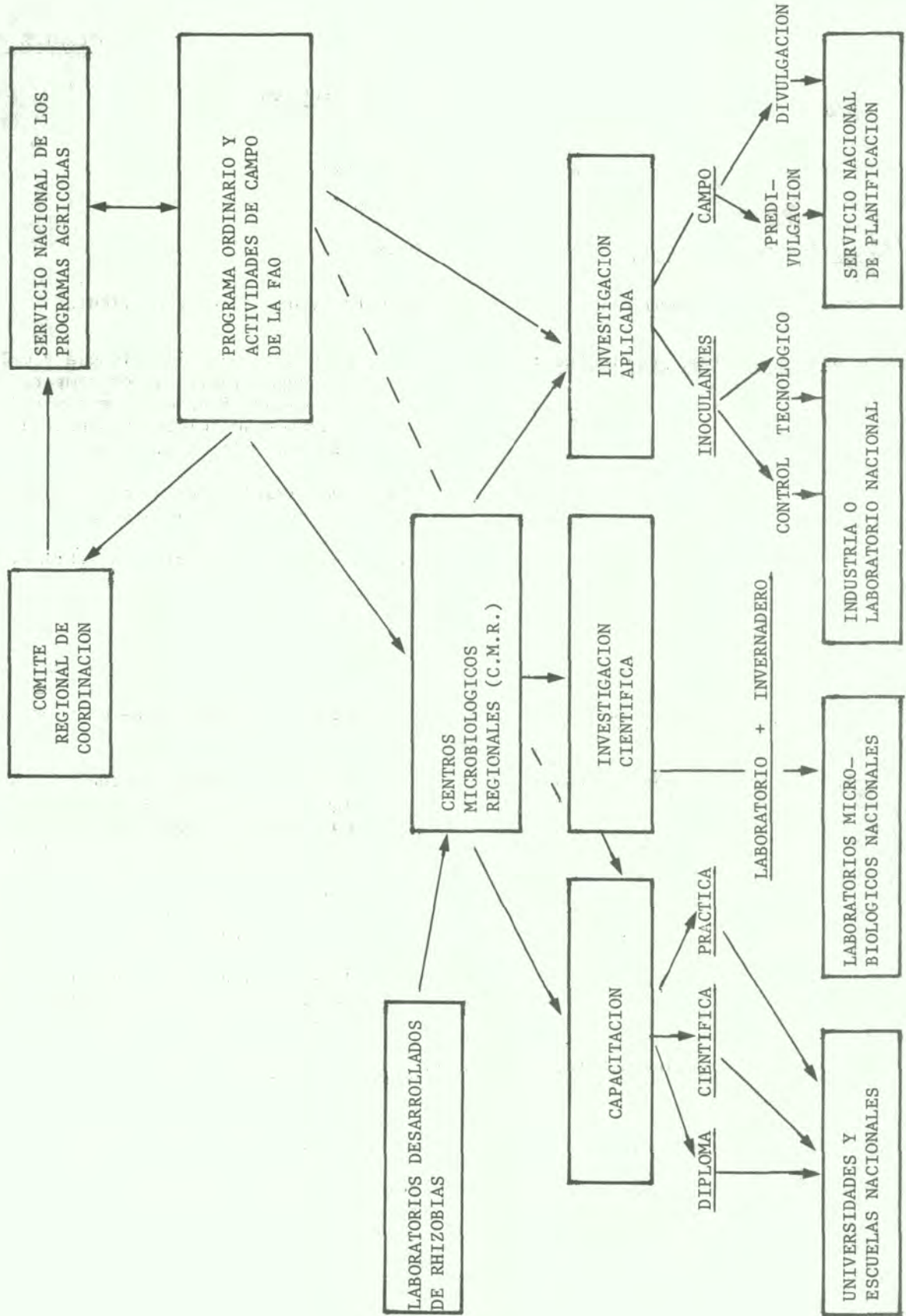


DIAGRAMA DE LAS ACTIVIDADES AL NIVEL REGIONAL Y NACIONAL



EJEMPLO DE UN PROYECTO DE PROGRAMA

Patrocinado por: FAO/PNUMA
MIRCEN

A. Cultivo tradicional:

Maní

Resultados ya obtenidos:

Aumento evidente del rendimiento.

Trabajos que hay que efectuar:

- i) Encuesta sobre la eficacia y calidad de las cepas indígenas en comparación con las cepas eficaces bien conocidas procedentes de colecciones extranjeras (laboratorio e invernadero).
- ii) Localización de las zonas donde podría ser necesaria la inoculación.
- iii) Ensayos de inoculación sobre el terreno.

B. Cultivo nuevo:

1) Soja

Resultados ya obtenidos:

Mejor nodulación acompañada de rendimientos más elevados.

Trabajos que hay que efectuar:

- i) Eficacia y concentración de las cepas indígenas (obtenidas a partir del grupo de dólicos sometidos a inoculaciones cruzadas, probablemente poco eficaces).
- ii) Selección de cepas eficaces en invernadero (para las variedades utilizadas y la temperatura elevada del suelo).
- iii) Introducción del cultivo de soja en colaboración con los agrónomos, fitogenetistas, fitopatólogos, fitonutriólogos.

2) Leguminosas forrajeras: Stylosanthes spp. y otras especies como Desmodium spp.

Resultados obtenidos:

Ninguna nodulación sin inoculación.

Trabajos que hay que efectuar:

Selección de cepas y suministro de inoculantes viables.

C. Tecnología de los inóculos

Búsqueda de nuevos tipos de inóculo:

- Para evitar el empleo de turba
- Para permitir una buena conservación a 30°C
- En relación con - los plaguicidas aplicados a las semillas
 - las prácticas agrícolas locales

D. Capacitación

Capacitación práctica complementaria de los estudios cursados en los institutos internacionales de microbiología del suelo.

E. Personal y equipo existentes

Tendrá que determinarse por los consultores.

F. Interés regional potencial

Tendrá que determinarse por los consultores dentro del marco de los programas nacionales e internacionales en marcha,

CUADRO: PLAN DE ACCION PROPUESTO

1976 Tipo de	Planta	Nº to- tal de en- sayos	Emplaza- miento, por ej. proyecto FAO	Objetivo	Fuente del inocu- lante	Nº de sema- nas de consul- tores	Fuente, fondos y costos
Experi- menta- ción in- mediata	Soja	5		Evaluación del ren- dimiento	Instituto local	4	
	Legumino- sas fo- rrajeras	3		Introducción	Australia Estados Unidos, etc.	4	
Experi- menta- ción a plazo medio	Soja	2		Selección de cepas para suelos de ele- vada temperatura, acción recíproca Rhizobia x nutrien- tes, acción recí- proca Rhizobia x plaguicidas	Como en <u>supra</u>	12	
	Legumino- sas fo- rrajeras	2		Selección de ce- pas, recubrimien- to de semillas	Como en <u>supra</u>	12	
	Legumino- sas tra- diciona- les	2		Selección de ce- pas, efecto residual	Como en <u>supra</u>	12	
EXTEN- SION							
CAPACI- TACION 1 mes				Teórica y prácti- ca sobre los Rhizobia		12	
TOTAL						56	

M-52

ISBN '92-5-300008-2