



FENIAGRO

Federación de Cooperativas
Agroindustriales de Nicaragua R.L.



Formulación del Proyecto:

**“Biofertilizantes, bioprotectores y biorestauradores
Micorrizicos para la producción
agroecológica en las fincas de los Productores de café”**

MANAGUA, OCTUBRE DE 2010



Formulado con apoyo del Proyecto:
Acceso a Mercados de Café diferenciados (2009-2012)



Servicio Holandés
de Cooperación
al Desarrollo



FENIAGRO

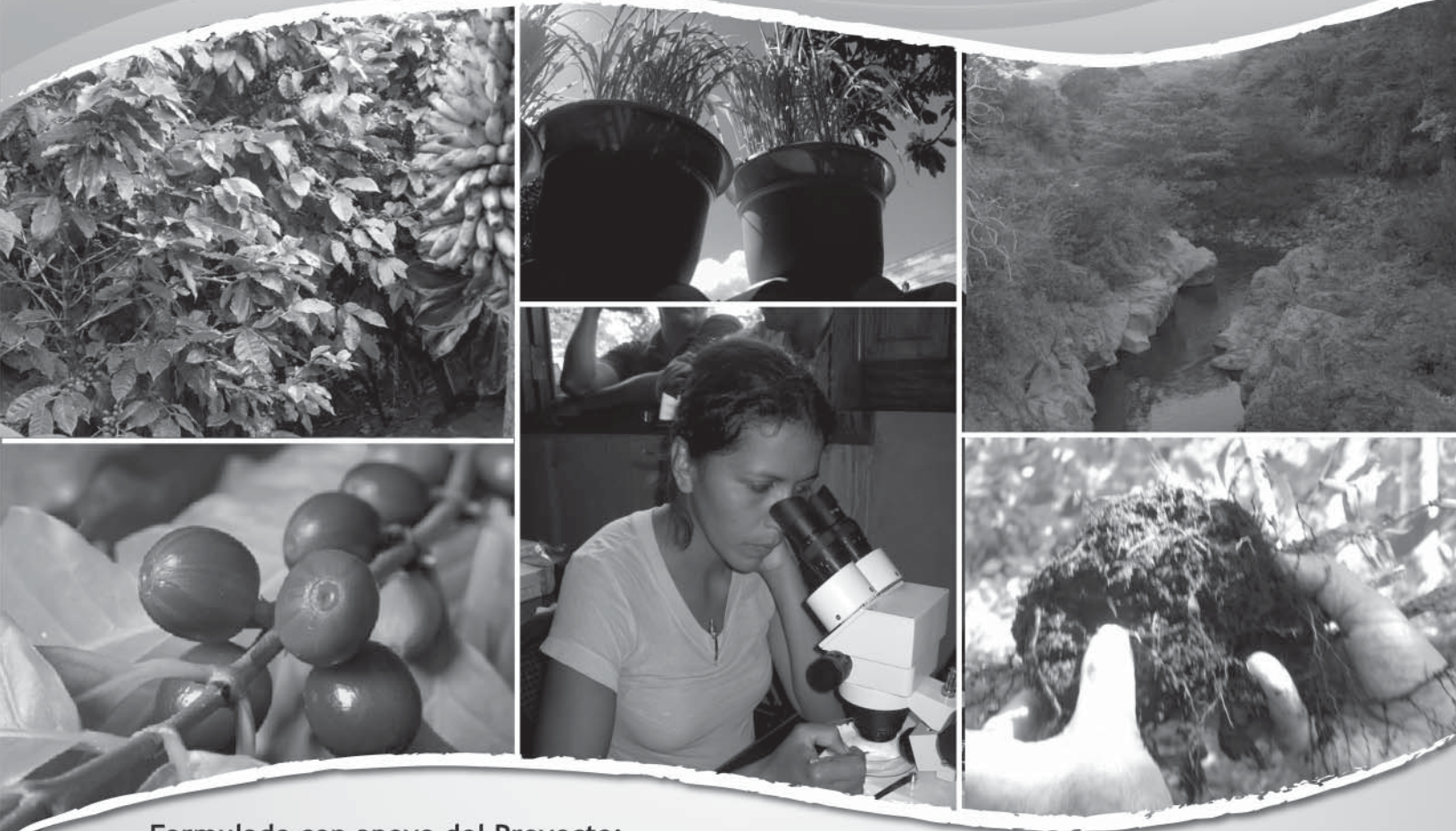


Federación de Cooperativas
Agroindustriales de Nicaragua R.L.

Formulación del Proyecto:

**“Biofertilizantes, bioprotectores y biorestauradores
Micorrizicos para la producción
agroecológica en las fincas de los Productores de café”**

MANAGUA, OCTUBRE DE 2010



Formulado con apoyo del Proyecto:
Acceso a Mercados de Café diferenciados (2009-2012)


FUNICA
Fundación para el Desarrollo Tecnológico
Agropecuario y Forestal de Nicaragua

SNV

Servicio Holandés
de Cooperación
al Desarrollo

Las micorrizas son responsables de todo lo que es bueno en este mundo.
S. Trudell

The occurrence of symbiotic relationships between roots and fungi (mycorrhizas) has been recognized since the early 1800's and it is now clear that these associations are the most prevalent symbiotic systems on earth.

R. Larry Peterson
Department of Botany
University of Guelph
Guelph, ON N1G 2W1
Hugues B. Massicotte
University of Northern British Columbia
Ecosystem Science and Management Program
3333 University Way
Prince George, BC V2N 4Z9
Lewis H. Melville
Department of Botany
University of Guelph
Guelph, ON N1G 2W1

Entre los grupos de microorganismos del suelo capaces de proteger a las plantas frente a patógenos se encuentran los hongos formadores de micorrizas arbusculares (MA), que forman una simbiosis con la mayoría de las especies de interés agrícola.

«La palabra convence, pero el ejemplo arrastra»

Cuando el campesino ve, hace fe.

La mayor eficiencia de los agricultores permitirá que los factores que son escasos se vuelvan más productivos... y consecuentemente menos insuficientes.
Polan Lacki

Contenido

Resumen Ejecutivo	1
Introducción	3
Antecedentes	5
¿En qué consiste la socialización de la agroecología?.....	5
Marco conceptual de las micorrizas: que son y para que resultan útiles.....	6
Que son los hongos.....	6
Que son las micorrizas.....	6
Ventajas de la micorrización.....	8
Interacción de micorrizas con otros microorganismos benéficos de la rizosfera.....	9
Mecanismos de biocontrol por los hongos micorrízicos (Según Nogales, 2006).....	9
Ventajas para los productores de la micorrización en café.....	11
Posibles dificultades y como solucionarlas.....	12
Avances en la obtención de nuevos transportadores para el inoculo de hongos MA.	
Inóculos experimentales y comerciales.....	13
Características de la producción.....	14
Definición de inoculante.....	14
Fuentes de inoculante.....	14
Antecedentes en Nicaragua.....	14
Algunos antecedentes y resultados obtenidos en otros países.....	14
Argentina.....	14
Bolivia, Colombia, Cuba.....	14
Bolivia.....	14
Brasil.....	15
Colombia.....	15
Costa Rica.....	15
Cuba.....	15
Tabla Respuesta de las plantas a la aplicación de EcoMic®.....	16
Chile.....	16
España.....	17
Estados Unidos.....	17
Francia.....	18
México.....	18
Limitaciones de los procesos de extensión agraria tradicional.....	18
Metodología Educativa Andragogía.....	18
Principios básicos del modelo andragógico.....	19
La horizontalidad y la participación.....	19
El enfoque metodológico.....	19
Metodología operativa.....	19
El modelo pedagógico constructivista.....	19
Metodología de Campesino a Campesino.....	20
Problemática que contribuirá a resolver el proyecto.....	20
Problemas técnicos, círculos viciosos.....	21
Pequeños productores: lógica, prácticas y vacíos.....	21
Problemática planteada por las personas productoras consultadas en la formulación del proyecto a cuya solución contribuirá total o parcialmente el proyecto.....	24
Justificación.....	29
Necesidad para la regeneración de suelos.....	32
Impacto Tecnológico. Inóculos comerciales. Necesidad de inóculos nicaragüenses adaptados.....	33

Impactos Ambientales, Tecnología limpia.....	34
Captura de carbono en el suelo.....	34
Objetivos.....	34
Objetivos General.....	34
Específicos.....	35
Resultados.....	35
Metodología.....	35
Criterios para el desarrollo de las micorrizas como nueva tecnología.....	36
Integración metodológica.....	36
Metodologías a implementar en cada una de las etapas del proyecto.....	36
Descripción general de los procesos.....	37
Para la selección del hongo se empleará el procedimiento propuesto por Chung 2007.....	38
Tipo de formulación, estrategia de aplicación o momento de aplicación del biofertilizante producido y en su caso certificado.....	39
Tamaño y localización de la o las plantas o laboratorios de producción de inóculos.....	41
Características del mercado de proveedores.....	41
Disponibilidad de recursos financieros.....	41
Características del personal requerido.....	41
Cargos y funciones del personal a contratar.....	41
Estrategia de Sostenibilidad.....	42
Estudio del mercado potencial.....	47
Cantidades producidas.....	47
La producción primaria de biofertilizantes en Nicaragua y el mundo.....	47
Inoculantes.....	48
Control de calidad.....	48
Estudio de la oferta.....	51
Ingeniería del proyecto.....	52
Marco lógico e inversiones.....	56
Marco lógico.....	56
Presupuesto.....	60
Asesoría técnica experta.....	62
Equipos y utensilios.....	63
Reactivos.....	64
Cronograma.....	65
Conclusiones y recomendaciones.....	66
Conclusiones.....	66
Recomendaciones.....	66
Bibliografía.....	67
Anexos.....	72
Anexo 1. Presupuesto de inversión y cronograma de ejecución financiera de actividades.....	73
Anexo 2. Tabla de depreciación.....	76
Anexo 3. Costos.....	77
Anexo 4. Presupuesto de ingresos anuales proyectado.....	78
Anexo 5. Estado de pérdidas y ganancias económicas.....	79
Anexo 6. Amortización del préstamo.....	80
Anexo 7. Flujo de caja proyectado y análisis financiero.....	81



RESUMEN EJECUTIVO

Frente al cambio climático, el incremento de enfermedades, el encarecimiento de los agrotóxicos y fertilizantes químicos, la pérdida de materia orgánica y nutrientes de los suelos y la lógica reducción de los rendimientos y de la calidad de las cosechas de los diferentes rubros de las fincas de los productores el proyecto facilitará la innovación tecnológica, capacitación y extensión en producción semiindustrial y aplicación de inoculantes de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) adaptados como bioabonos, bioprotectores y biorestauradores a modo de atenuante al impacto de la sequía y la mejora agroecológica nutricional y fisiológica de los sistemas de producción de las personas productoras de café mediante técnicas participativas que faciliten la interacción de investigadores, técnicos y personas productoras, dotando a las organizaciones campesinas integradas en FENIAGRO y FECODESA de laboratorios y plantas semiindustriales para el aislamiento, clasificación, validación, producción con altos estándares de calidad e inoculación de este biofertilizante para los diferentes cultivos de las fincas de las personas productoras de manera que se asegure la adopción por parte de estas de la tecnología.

Para ello se establecerá un consorcio cooperativo de servicios para la producción y comercialización de biofertilizantes a base de hongos micorrízicos arbusculares (HMA o MA) a nivel de centrales y uniones de cooperativas, cooperativas y fincas de las personas productoras de café, con tecnología, infraestructuras y equipos adecuados (de producción y control de calidad), manejo empresarialmente y de propiedad colectiva de las organizaciones miembros de FENIAGRO y FECODESA.

El proyecto contempla el financiamiento para asegurar la obtención, validación, demostración, generalización y perfeccionamiento de tecnología en diferentes condiciones agroecológicas de Nicaragua, la infraestructura, los medios, equipos, herramientas e insumos básicos así como capital de trabajo para la promoción de la tecnología mediante el desarrollo en conjunto con las personas productoras de validaciones de la tecnología, encuentros entre productores, técnicos e investigadores, para la capacitación y asistencia técnica así como una campaña nacional para su difusión.

Se desarrollará y comercializará un producto totalmente biológico de calidad garantizada, basado en las micorrizas, que es la asociación simbiótica natural entre hongos beneficiosos del suelo y las plantas, se potenciará a escala productiva un eficiente mecanismo natural tan antiguo como las propias plantas. Los productos finales, en general, se presentarán en forma sólida y contendrán cepas especialmente seleccionadas de hongos micorrizógenos, que normalmente tienen lugar en la naturaleza de las fincas de los productores de cada zona.

La simbiosis micorrízica es un fenómeno ampliamente fundamentado y reconocido por la comunidad científica internacional, y nadie duda de los incrementos en absorción de nutrientes y agua que se obtienen en plantas micorrizadas, la protección que estas obtienen frente patógenos causales de enfermedades, así como de los mayores crecimientos y rendimientos de los cultivos, por tanto se constituye en un elemento constitutivo de los sistemas agrícolas sostenibles.

Los productos se comercializarán desde cada Unión o Central de Cooperativas y tendrán utilidad tanto para café como para la producción de granos básicos, tubérculos, horticultura, arboricultura y cafcultura. Estos promoverán el buen crecimiento de la planta y son especialmente aptos para la aplicación en lugares con condiciones medioambientales poco favorables. Las raíces estarán rápidamente colonizadas y protegidas por los hongos micorriza, dando lugar a cultivos y cosechas **más baratas, sanas, abundantes (con incrementos en los rendimientos de entre 12 y 72 % en café¹) y de una alta calidad a la vez que las reducciones en los costos pueden reducirse en más del 80%, con lo anterior y otros aportes puede significar para los productores un incremento en los ingresos de hasta 1013 USD por manzana y una reducción de costos de fertilizantes de 64 dólares por manzana para un total de 1077 dólares (no se incluyen los fitosanitarios**

¹ Un trabajo realizado en Brasil demostró que plantas inoculadas pueden tener un incremento en la producción de grano de 72% (Siquera et Al. 1993 citado por Trejo (S/F))



que sería mucho más ni el producto de otros cultivos existentes en la misma área) en cada año a partir de una única aplicación en el vivero que supone una inversión en el momento sembrar el vivero de 72 USD. La TIR y el VAN del proyecto son 10 % y 0 respectivamente, ya que se ha tratado de minimizar el costo al usuario del biofertilizante.

La agricultura basada en principios ecológicos, llevada adelante por familias campesinas o cooperativas, reencontrándose con la tierra en la que cultivan su propia comida, ha demostrado ser no solamente tanto o más productiva que la producción a gran escala, sino que a su vez tiene un impacto negativo menor en las ecologías locales. De hecho, los mosaicos creados por pequeñas fincas intercalados con vegetación nativa son necesarios para proteger especies en peligro de extinción.

Los resultados de este proyecto también contribuirán con los objetivos del proyecto “Acceso a Mercados de Café diferenciados” en general y en particular sobre los siguientes:

Fortalecer la cadena del valor mejorando los índices productivos en las fincas cafetaleras con la implementación de sistemas de buenas prácticas agrícolas, con acciones de manufactura de café y el desarrollo de iniciativas que conduzcan al posicionamiento de marcas, acceso a mercados diferenciados y mejoramiento de la calidad del producto.

El impulso de planes de asistencia técnica orientados a pequeños productores de café, La implementación de un sistema de investigación e innovación tecnológica, con base a la demanda del sector, dado que por la escasez y desarticulación de las iniciativas existentes en el país, Nicaragua utiliza tecnología de otros países.

La protección ambiental para el manejo del cultivo, que favorezca el incremento de la productividad y calidad del café.

Se desarrollará la microscópica labor en defensa de la vida que realizan las Micorrizas la que se recomienda, actualmente en el mundo, como una alternativa a los efectos nocivos de la agricultura en base al uso extensivo y exclusivo de agroquímicos así como para hacer frente al cambio climático.

Los hongos formadores de micorrizas no pueden desarrollarse sin las plantas y la mayoría de las plantas no pueden terminar su ciclo felizmente sin las micorrizas, tampoco las personas productoras y consumidoras que las producen y consumen sin ellas.





INTRODUCCIÓN

Según Martínez (1994), la agricultura moderna e intensiva en los países subdesarrollados debe tender a combinar la utilización de cantidades reducidas de fertilizantes minerales con biofertilizantes de origen microbiano, debido a que los procesos microbiológicos implicados en su acción ofrecen ventajas al ser tecnologías limpias no contaminantes del medio ambiente. Así, los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA), presentes en cerca del 80% de los cultivos agrícolas, constituyen uno de los biofertilizantes que deben ser considerados en el diseño de sistemas agrícolas sostenibles pues, además de ser componentes inseparables de los agroecosistemas donde tienen diferentes funciones en su asociación con las plantas, pueden constituir sustitutos biológicos de los fertilizantes minerales (Thompson, 1991, citado por Collins y Pflieger, 1992). La utilización de los HMA como biofertilizantes no implica que se pueda dejar de fertilizar, sino permitir que la fertilización sea más eficiente y puedan disminuirse total o parcialmente las dosis a aplicar, al incrementar el porcentaje de absorción de los nutrientes por las plantas (Walker, Safir y Stephenson, 1990). De esta forma, el efecto beneficioso de los hongos MA sobre el crecimiento y la nutrición vegetal.

El presente documento constituye el proyecto **“INNOVACIÓN TECNOLÓGICA, CAPACITACIÓN Y EXTENSIÓN EN PRODUCCIÓN SEMIINDUSTRIAL Y APLICACIÓN DE INOCULANTES DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (HMA) ADAPTADOS COMO BIOABONOS, BIOPROTECTORES Y BIORESTAURADORES A MODO DE ALTERNATIVA A LA SEQUIA Y LA MEJORA AGROECOLÓGICA NUTRICIONAL Y FISIOLÓGICA DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LAS FINCAS DE PRODUCTORES DE CAFÉ”** las que en su conjunto integran a más de 32,000 personas (30 % de mujeres).

El proyecto contempla la aplicación de un método para la preparación de material propagativo de hongos simbiotes MA no modificados genéticamente, con la finalidad de obtener un producto Biofertilizante formado por constituyentes de bajo costo aplicable, tanto a viveros de café como a cultivos de invernadero y a gran escala formando parte del enfoque de los sistemas integrales de nutrición vegetal, es decir se contempla la producción de un biofertilizante compuesto por hongos micorrizógenos arbusculares (MA) y la microbiota asociada a las esporas de estos hongos en un sustrato sólido como soporte.

Esta tecnología se cataloga como limpia y no se producen desechos, no hay posibilidad de impactos negativos durante la producción. Los factores ambientales tampoco son impactados por su aplicación, debido a que estos microorganismos se encuentran normalmente en los suelos agrícolas y forman simbiosis de manera natural con la mayoría de las plantas cultivadas.

El proyecto tomará en cuenta que el éxito de la inoculación micorrízica está relacionado no sólo con la efectividad y eficiencia de las cepas a aplicar, sino además con la cantidad y tipo de propágulos nativos.

Como resultado de la ejecución del proyecto a formular se obtendrá un biofertilizante cuya introducción es estratégica en el marco de los sistemas de producción sostenible de los productores que tienen café en sus fincas para garantizar la seguridad alimentaria y fortalecer el manejo y conservación de los ecosistemas agrícolas. Contribuye en forma real y objetiva a mejorar, desde el punto de vista agrícola, el uso sostenible de la diversidad biológica.

El proyecto permitirá ofrecer tecnologías apropiadas y apropiables de manera que contribuya a la sustentabilidad de las fincas de las personas que producen café de las organizaciones miembros de FENIAGRO y en su caso de la red de proyectos de FUNICA, mediante la producción de inóculos efectivos de Hongos Micorrizógenos Arbusculares (HMA) también llamados micorrizas (a nivel de esporas u otro material genético, certificado y comercial), reduciendo el impacto ambiental ocasionado por el uso inadecuado de agrotóxicos y de fertilizantes inorgánicos e incrementando los rendimientos de los cafetales y la calidad de la producción de estos .

Es un proyecto que se plantea a 3 años. Durante el primer año se instalará el laboratorio, se desarrollarán las



primeras investigaciones de validación, y durante los 2 años siguientes se desarrollaran acciones de demostración, generalización y perfeccionamiento en procesos de alianza entre productores, técnicos e investigadores.

El documento contiene lo siguiente: en primer lugar se presentan los antecedentes en Nicaragua y algunos países de la región y del mundo en lo que se refiere a la tecnología de biofertilizantes y la metodología de extensión, se continua con la presentación de la problemática que se tratará de solucionar con el proyecto y la justificación correspondiente, se sigue con los objetivos general y específicos, la metodología que se usará en cada una de las fases del proyecto, un estudio del mercado de biofertilizantes en Nicaragua, la ingeniería del proyecto, se continua con el marco lógico y el presupuesto que en el anexo en archivo de Excel cuenta con la correspondiente memoria de cálculo y se finaliza con las conclusiones y recomendaciones y la correspondiente bibliografía. El monto total estimado del proyecto para sus tres años sería de aproximadamente 691,000 dólares de los que el 44 % sería aportado por las organizaciones ejecutoras.





ANTECEDENTES

Un total de mil 290 cooperativas agropecuarias están integradas directamente en el Plan Nacional de Producción, que impulsa el Gobierno para incrementar la producción de granos básicos y de otros rubros para la exportación.

El sector cooperativo aporta más del 70 por ciento de la producción nacional agropecuaria al participar en los diferentes eslabones de la agregación de valor a los productos destinados a la exportación y al consumo nacional.

Las cooperativas, en general, producen con un enfoque conservacionista del medio ambiente y en defensa de los derechos de la Madre Tierra, aunque la agricultura moderna, de la Revolución Verde, si bien logró un aumento de la producción de alimentos, lo hizo a costa de la degradación paulatina, y en muchos casos irreversible, de la base de los recursos naturales asociados a ella.

Como respuesta a este serio problema, han surgido propuestas de formas de hacer agricultura que son sustentables o sea, que a la vez que garantizan la producción de alimentos para todos los seres humanos, no generan su propia destrucción.

La agroecología es una disciplina científica que utiliza la teoría ecológica para estudiar, diseñar y administrar los sistemas agrícolas que son productivos, y también la conservación de los recursos. La agroecología tiene que ver con el mantenimiento de una agricultura productiva que sostiene el rendimiento y optimiza el uso de los recursos locales y reduce al mínimo los impactos negativos ambientales y socioeconómicos de las tecnologías modernas. La agricultura moderna, con su “rendimiento” al máximo, las tecnologías de altos insumos generan problemas ambientales y de salud que a menudo no sirven a las necesidades de los productores y los consumidores. Además de promover la degradación del medio ambiente, las tecnologías agrícolas “modernas” han pasado por alto las circunstancias y las necesidades socio-económicas de un gran número de productores de escasos recursos.

El enfoque agroecológico es más sensible a las complejidades de la agricultura local, y tiene una amplia gama de criterios de rendimiento que incluye las propiedades de la sostenibilidad ecológica, la seguridad

alimentaria, la viabilidad económica, conservación de recursos y la equidad social, así como aumentar la producción con soberanía tecnológica.

El 15 de abril de 2008, cuatrocientos científicos del International Assessment of Agricultural Science and Technology for Development (IAASTD) lanzaron un reporte de 2500 páginas que tomó cuatro años de trabajo. Se trata de una profunda investigación sobre la agricultura mundial a una escala comparable con el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. El IAASTD reclama una transformación sustancial de las prácticas agrícolas para contrarrestar el alza de precios de los alimentos, el hambre, la pobreza y los desastres ambientales. Los productores a pequeña escala y los métodos agroecológicos son el camino, y el conocimiento tradicional y local es tan importante como el conocimiento científico formal.

El IAASTD sostiene que solo la agricultura orgánica puede realmente alimentar al mundo. Y aún más, la agricultura orgánica y los sistemas locales de alimentos y energía pueden compensar potencialmente todas las emisiones con efecto invernadero derivadas de la actividad humana y liberarnos de los combustibles fósiles, por lo que es necesario implementarla con urgencia.

En Nicaragua específicamente, se han estudiado y diseñado formas de hacer agricultura, así como entidades agrícolas productivas, bajo los principios de la agroecología, donde los sinergismos y antagonismos positivos entre los componentes biológicos, potencian la fertilidad del suelo, la productividad, la protección de los cultivos y la equidad social, sin embargo todavía se adolece de la falta de conocimiento y aplicación de tecnologías agroecológicas como los biofertilizantes, uno de los cuales, de importancia trascendental, son los hongos formadores de micorizas arbusculares.

¿En qué consiste la socialización de la agroecología?

La socialización de la agroecología es lograr la participación de las personas productoras, su familia y las comunidades en la transformación de los sistemas agrarios de intensivos y altamente degradados a sostenibles y resilientes.



Muchos especialistas están planteando que los sistemas tradicionales de capacitación unidireccional y vertical, así como la extensión clásica (transferencia de tecnologías), no son factibles para la transformación de los sistemas agrícolas; sin embargo, aun se manifiestan estos modelos en las políticas agrarias y en la actuación de muchos investigadores, especialistas, técnicos y productores.

Existe una amplia información y experiencia sobre las ventajas de los procesos de formación continua y de educación popular para lograr una alta y efectiva participación de las personas productoras en la innovación y en la experimentación para desarrollar tecnologías agroecológicas, los que junto con los centros científicos, deben lograr que las tecnologías sean contextuales, perdurables y no comprometan la sostenibilidad.

La herramienta básica es la participación, como vía para lograr valor colectivo agregado y empoderamiento de actores locales, que es la demanda del desarrollo agrario sostenible.

En el llamado extensionismo clásico su esencia es la transferencia de tecnologías, prácticamente ha estado asociada solamente a las tecnologías de productos (o insumos) como paquetes tecnológicos (en ocasiones complejos), que se transmiten de forma unidireccional (plegables, conferencias, áreas demostrativas) o vienen asociados al suministro de dichos recursos, bajo el modelo de implantación o implementación y la capacitación, porque se realiza mediante métodos clásicos (unidireccionales, mito del profesor y el alumno), **sin considerar los intereses y necesidades de las personas productoras** (programas realizados nacionalmente o en oficinas) y sin tener presente los principios de la educación de adultos, entre otros. Generalmente es programada en función de las nuevas tecnologías que se pretenden introducir.

Esto sugiere que debe existir un análisis más profundo del modelo que realmente requiere la agricultura sostenible, donde **el agricultor no necesita capacitarse solamente en las nuevas tecnologías, sino conocer para entender, decidir y actuar bajo sus condiciones particulares.**

Marco conceptual de las micorrizas: que son y para que resultan útiles.

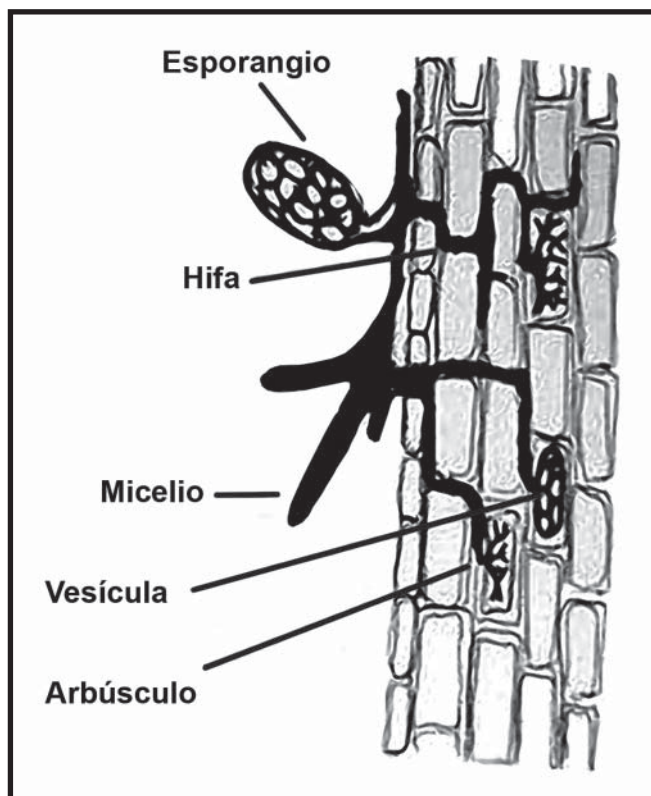
Que son los hongos

En biología, el término Fungi (latín, literalmente “hongos”) designa a un grupo de organismos eucariotas entre los que se encuentran los mohos, las levaduras y las setas. Se clasifican en un reino distinto al de las plantas, animales, bacterias, etc... Esta diferenciación se debe, entre otras cosas, a que poseen paredes celulares compuestas por **quitina**, a diferencia de las plantas, que contienen celulosa. Actualmente se consideran como un grupo heterogéneo, polifilético, formado por organismos pertenecientes por lo menos a tres líneas evolutivas independientes.

Los hongos se encuentran en hábitats muy diversos. En la mayoría de los casos, sus representantes son poco conocidos debido a su pequeño tamaño; suelen vivir asociados a suelos y material en descomposición y como simbioses de plantas, animales u otros hongos. Realizan una digestión externa de sus alimentos, secretando enzimas, y que absorben luego las moléculas orgánicas e inorgánicas disueltas resultantes de la digestión. A esta forma de alimentación se le llama osmotrofia, la cual es similar a la que se da en las plantas, pero, **a diferencia de aquéllas, los nutrientes que toman son tanto orgánicos como inorgánicos lo cual posibilita su transferencia a las plantas con las que establece la simbiosis.** Los hongos son los descomponedores primarios de la materia muerta de plantas y de animales en muchos ecosistemas, y como tales poseen un papel ecológico muy relevante en los ciclos biogeoquímicos.

Que son las micorrizas

La palabra micorriza significa hongo-raíz y se usa para definir las asociaciones simbióticas formadas entre los hongos y las raíces de las plantas, en donde ambos simbioses, tanto la planta como el hongo, obtienen beneficios de vivir en una estrecha relación de mutua dependencia. Uno de los beneficios más conocidos es el intercambio nutricional, en el que la planta le da al hongo carbohidratos y otras sustancias sintetizadas por la planta y el hongo a la planta agua, nutrientes minerales y orgánicos del suelo y otros sintetizados por el hongo. Además de la mejora nutricional y fisiológica y el consecuente aumento del crecimiento, los hongos micorrizicos aportan muchos más beneficios a las plantas.



En la elaboración del proyecto se entenderá por micorrizas el siguiente concepto:

“Simbiosis endofítica, biotrófica y mutualista prevalente en la mayoría de las plantas vasculares nativas y cultivadas; caracterizadas por el contacto íntimo y la perfecta integración morfológica y fisiológica entre el hongo y la planta para la regulación de funciones y el intercambio de metabolitos, con beneficios mutuos.”

El 97% de las plantas terrestres forman este tipo de simbiosis. Es decir, prácticamente la totalidad de las plantas de interés agrícola y forestal forman micorrizas. **No se puede pensar en actividades tales como agricultura, silvicultura, biorremediación, revegetación, aprovechamiento de recursos no maderables de los bosques, conservación de la biodiversidad, manejo sostenible, entre otras, sin pensar en micorrizas.**

Estos dos aspectos hacen obvio el enorme potencial económico y social de esta asociación simbiótica, por lo que asombra que no se potencie más la investigación sobre las micorrizas.

Estos dos aspectos hacen obvio el enorme potencial económico y social de esta asociación simbiótica, por lo que asombra que no se potencie más la investigación sobre las micorrizas.

Las micorrizas se encuentran prácticamente en todos los hábitats de la tierra, desde ecosistemas acuáticos a desiertos, desde el ecosistema ártico hasta los bosques tropicales, en diferentes altitudes y latitudes.

Paradójicamente, sólo unas 150 especies fúngicas son responsables de la formación de las micorrizas arbusculares en más del 90% de las plantas terrestres. Estos hongos formadores de micorrizas arbusculares han sido, recientemente, incluidos en una división taxonómica propia, la división Glomeromycota. Se caracterizan porque el hongo presenta, dentro de la raíz, hifas intercelulares, hifas tirabuzón o “coils”, arbusculos (hifas intracelulares muy ramificadas, formadas por divisiones dicotómicas sucesivas) y vesículas intra o intercelulares (Fig. 1).

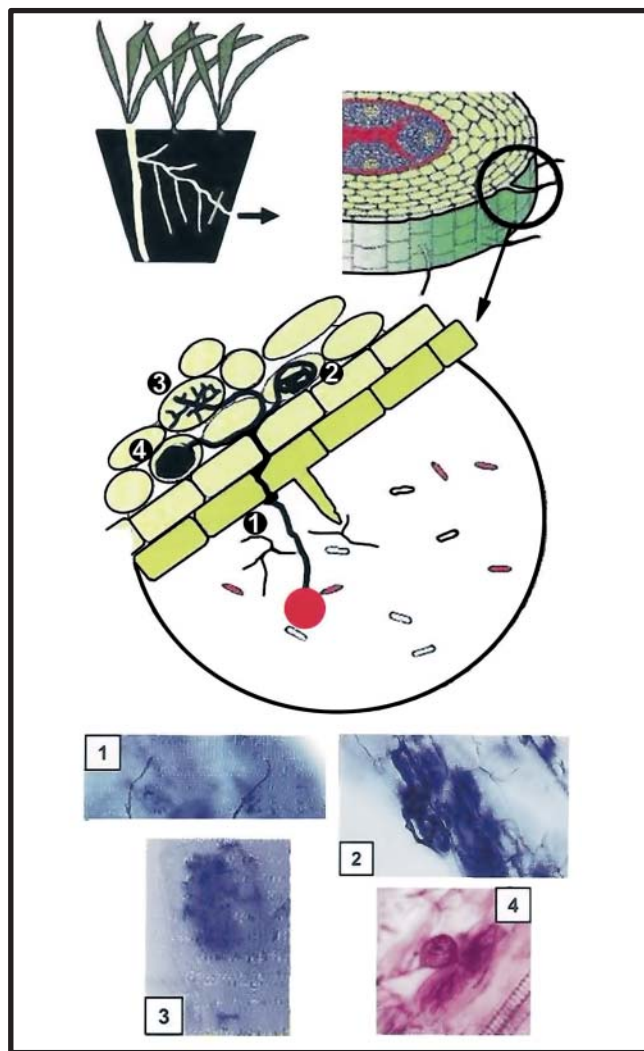


Figura 1. Dibujo esquemático del corte transversal de una raíz de una planta, que muestra en su interior las estructuras formadas por hongos micorrícicos arbusculares. En las fotografías: 1, apresorio; 2, “coil” o hifa; 3, arbusculo; 4, vesícula.



Es posible que un mismo hongo forme la micorriza con más de una planta a la vez, estableciéndose de este modo una conexión entre plantas distintas. Así mismo, varios hongos (en ocasiones de especies diferentes) pueden micorrizar una misma planta al mismo tiempo.

Ventajas de la micorrización

Importancia de las micorrizas para el ecosistema

Hay que señalar, que desde hace pocos años se sabe que los hongos micorrizicos son componentes esenciales de ecosistemas terrestres, donde juegan un papel crítico como determinantes de estructura, biodiversidad, y funcionamiento de estos ecosistemas. Van der Heijden y col. demostraron mediante unos experimentos sin precedentes que las especies de hongos micorrizicos arbusculares son capaces de alterar la estructura de comunidades de plantas y que la biodiversidad y la productividad de los ecosistemas dependen de la diversidad de hongos micorrizicos.

Los HMA producen la glomalina que constituye uno de los muchos mecanismos de interacción bioquímicos, físico-químicos y biológicos mediados por los HMA, que contribuyen a la agregación del suelo, la incorporación de materia orgánica al mismo y por tanto a evitar su erosión y lixiviación, al tiempo que facilitan la aireación, infiltración y conservación del agua.

Debido a la función que ejercen las micorrizas, como protectoras de los cultivos, es posible reducir los fertilizantes y los fitofármacos agrotóxicos en aquellas plantas que las posean.

Las micorrizas son una de las estrategias más importantes que han desarrollado las plantas para sobrevivir en condiciones del suelo pobres en nutrientes. Se sabe desde hace tiempo que una correcta selección y aplicación de hongos micorrizicos, mejora la nutrición y el crecimiento de las plantas, por lo que se consideran como fertilizantes biológicos o biofertilizantes. Esta mejora nutricional es debida, por un lado, a que el micelio de los hongos micorrizicos es capaz de explorar un mayor volumen de suelo en busca de nutrientes y de penetrar en poros del suelo más pequeños, que las raíces. Por otro lado, estos hongos pueden alterar las comunidades bacterianas de la rizosfera y producir enzimas y quelatos, que a su vez

tienen un efecto sobre la disponibilidad, captación y transporte de los nutrientes orgánicos e inorgánicos del suelo a la raíz.

Se sabe desde hace tiempo que una correcta selección y aplicación de hongos micorrizicos, considerados como fertilizantes biológicos o biofertilizantes, bioprotectores y biorestauradores, mejora la nutrición vegetal (Smith y Read 1997, Allen 1992, Harley y Smith 1983, Morte y Honrubia 2002), incrementa la resistencia de las plantas y, sobre todo, su capacidad de recuperación frente a situaciones de estrés abiótico (Augé 2001, Morte et al. 2001) y biótico, al aumentar la resistencia de las plantas frente a patógenos (Linderman, 2000; Borowicz, 2001, etc.).

También está bien documentado, en el contexto científico mundial, que la utilización de micorrizas en cultivos agrícolas favorece su productividad (Sieverding 1991), debido a un adelanto en el tiempo de la floración y cuajado del fruto, menor propensión a enfermedades y plagas, mayor desarrollo del sistema radical. El uso de estos biofertilizantes, finalmente, posibilita la reducción de fertilizantes químicos, lo que se traduce, además, en prácticas agrícolas más respetuosas con el medio ambiente.

Especial interés tiene el uso de los hongos micorrizicos arbusculares en agricultura ecológica u orgánica, actualmente en expansión.

Sin duda, la idea central de esta definición es el concepto de suelo vivo, que estimula las actividades de los organismos beneficiosos, **entre los que los hongos micorrizicos constituyen el eslabón fundamental de la rizosfera**. Sin embargo, la experiencia de aplicación de micorrizas en agricultura ecológica, particularmente en Nicaragua es muy limitada o nula.

El uso de inóculos comerciales de HMA nativos de alta calidad es una práctica en ascenso dentro de los paquetes agrícolas, debido a que este producto, al tener un componente activo biológico, autóctono del suelo, no genera toxicidad y su residualidad redundará en un mejoramiento (por incremento de la materia orgánica y la biodiversidad del suelo) en la recuperación biológica de la mayoría de los agroecosistemas que han estado expuestos durante mucho tiempo al uso excesivo de fertilizantes minerales y plaguicidas, lo cual ha contribuido al deterioro de los mismos.



Las ventajas proporcionadas por la micorrización para las plantas son numerosas. Gracias a ella, la planta es capaz de explorar más volumen de suelo del que alcanza con sus raíces, al sumársele en esta labor las hifas del hongo; también capta con mayor facilidad ciertos elementos (fósforo, nitrógeno, calcio y potasio) y agua del suelo. La protección brindada por el hongo hace que, además, la planta sea más resistente a los cambios de temperatura y la acidificación del suelo derivada de la presencia de azufre, magnesio y aluminio. Por si todo esto fuera poco, algunas reacciones fisiológicas del hongo inducen a la raíz a mantenerse activa durante más tiempo que si no estuviese micorrizada. Los hongos también protegen a la planta frente a potenciales organismos patógenos.

Todo esto redundando en una mayor longevidad de la planta: de hecho, se ha comprobado que algunos árboles, como los pinos, son incapaces de vivir más de dos años cuando están sin micorrizar. En otras especies, esta unión es tan estrecha que sin ella la planta no puede subsistir o bien proporciona rendimientos bajos, como en el caso del café.

La infección de la raíz por el hongo se produce a partir de propágulos presentes en el suelo. Pueden ser esporas y trozos de hifas del hongo y también raíces ya micorrizadas.

Con el uso de micorrizas la fertilización química aplicada puede disminuirse de un 50 a 100%, ya que los HMA mejoran la absorción de nutrientes del suelo. Del 40 al 50% de los fertilizantes químicos aplicados se lixivian, contaminando suelos, ríos, arroyos, mantos freáticos y la atmósfera (Plenchette et al. 1983; Harrison, 1997). Las micorrizas evitan en gran medida estas pérdidas.

Las micorrizas arbusculares intervienen en la estabilización de suelos sueltos y dunas, mediante la formación de agregados de arena por el micelio fúngico y la glomalina. Los factores que contribuyen a mejorar la estructura del suelo son: las hifas de los HMA y las raíces de las plantas, las cuales enredan físicamente a los micro agregados, formando así macroagregados, los residuos microbianos, exudados radicales y sustancias pegajosas (polisacáridos) producidas por los HMA (glomalina), los cuales disminuyen de esta forma la erosión del suelo y mejoran los infiltrados de agua y la captación del carbono en los sistemas agrícolas (Rilling, M. C., et al. 1999).

Interacción de micorrizas con otros microorganismos benéficos de la rizosfera.

Los hongos formadores de MA juegan un importante papel en las interacciones microbianas de la rizosfera, contribuyendo a mejorar la sostenibilidad del sistema suelo-planta.

Los microorganismos rizosféricos pueden afectar a la formación de micorrizas, actuando sobre la germinación de los propágulos de los hongos MA o sobre el establecimiento de puntos de entrada de estos hongos a las raíces. A su vez, los HMA pueden modular la actividad y la cantidad de microorganismos de la rizosfera de las plantas micorrizadas. Estas relaciones afectan a la salud de la planta y a la calidad del suelo.

Se ha ensayado el efecto conjunto de hongos MA y rizobacterias promotoras del crecimiento, los datos revelan que la interacción de ambos microorganismos tiene efectos positivos. La presencia de las bacterias promotoras del crecimiento no afectó a las colonizaciones de los hongos micorrízicos.

Mecanismos de biocontrol por los hongos micorrízicos (Según Nogales, 2006)

Otro efecto beneficioso importante es que las plantas colonizadas por hongos MA presentan un grado significativo de bioprotección frente a patógenos (Elsen et al. 2001). La mayoría de la información publicada acerca de este efecto protector de las asociaciones micorrízicas está limitada a su efecto en patógenos de raíz y la protección frente a este tipo de patógenos es consecuencia de varios mecanismos que probablemente interactúan entre ellos, como el incremento de vigor de la planta, la compensación de daños, la competencia directa con los microorganismos patógenos por el mismo espacio en la raíz, la producción de cambios en el sistema radical y en la micorrizosfera, la activación de mecanismos de defensa de la planta o la protección frente a estreses abióticos. Todos estos efectos confieren protección a la planta de una manera indirecta.

Mejora del estado nutricional de la planta

Las micorrizas arbusculares transportan varios elementos desde el suelo hasta la planta hospedadora. La simbiosis mejora la captación de fósforo, calcio, cobre, azufre, zinc y hierro, y esto es especialmente im-



portante en el caso de los elementos inmóviles como fósforo, zinc y cobre, ya que su disponibilidad para la planta es limitada. A su vez, la mejora de la nutrición fosforada induce el crecimiento radical, aumenta la capacidad de absorción de agua y de nutrientes del sistema radical y afecta a procesos celulares en raíces. La mayor toma de agua y nutrientes de las **plantas micorrizadas hace que sean más vigorosas y más tolerantes a patógenos** (Smith 1987).

Compensación de daños causados por los patógenos

Por otra parte, la simbiosis micorrizica podría aumentar la tolerancia al ataque del patógeno mediante la **conservación de la funcionalidad de la raíz** durante la infección. Los hongos micorrizicos podrían compensar la pérdida de biomasa de las raíces y la alteración de otras funciones durante las infecciones por patógenos de raíz (Linderman 1994, Cordier *et al.* 1996), mediante el crecimiento **de las hifas del hongo en el suelo**, que incrementa la superficie de absorción de las raíces, y mediante el mantenimiento de la actividad celular a través de la formación de los arbusculos.

Competencia por los fotosintatos y por los lugares de infección

La competencia entre los patógenos y los hongos micorrizicos por los fotosintatos del hospedador llega también a los tejidos radicales. Cuando el hongo micorrizico tiene acceso primario a los fotosintatos, la demanda de carbono puede hacer que se inhiba el crecimiento del patógeno. Pero aún no hay suficientes evidencias para confirmar que esta competencia sea uno de los mecanismos generales de biocontrol.

Por otra parte, se ha observado una competencia por el mismo espacio de la raíz en el caso de micorrizas arbusculares y patógenos de raíz (Linderman 1994). Se ha demostrado que tanto los hongos patógenos de raíz (Dehne 1982) como los nematodos fitoparásitos (Calvet *et al.* 1995) colonizan los mismos tejidos radicales que los hongos MA, pero se desarrollan en distintas células corticales, y también se ha visto que algunos patógenos como *Phytophthora* no penetran en las células que contienen arbusculos (Cordier *et al.* 1996).

Producción de cambios anatómicos o morfológicos en el sistema radical

Los hongos MA producen cambios en la estructura del sistema radical, generalmente mediante un aumento de ramificaciones de éste, aunque también se ha descrito el efecto contrario. Los cambios en la morfología radical podrían cambiar la dinámica de la infección de algunos patógenos de suelo, así como el avance de la enfermedad.

Cambios en la población de microorganismos en la micorrizosfera

La micorrizosfera es la zona del suelo que está bajo la influencia de la asociación micorrizica, (Oswald y Lerchau 1968), y tiene dos componentes: la capa de suelo que rodea a las raíces micorrizadas y la capa de suelo que rodea a las hifas del hongo micorrizico, también denominada hifosfera (Timonen y Marschner 2005). Debido a que los hongos micorrizicos utilizan algunos exudados de las raíces y modifican algunas funciones de éstas, las comunidades de microorganismos de la micorrizosfera difieren de las de la rizosfera y de las del suelo en general (Ballestrini *et al.* 1994).

El crecimiento de ciertos microorganismos puede verse estimulado o inhibido en la micorrizosfera (Barea 1997). Alrededor de la fase extraradical del hongo MA **puede ocurrir una competición directa o indirecta entre los hongos micorrizicos y los hongos patógenos**. Se ha visto que el hongo micorrizico puede alterar directamente el crecimiento de algunos hongos patógenos como *Fusarium oxysporum* f. sp. *chrysanthemi* (St. Arnaud *et al.* 1995), y los exudados de las raíces simbióticas pueden reducir la esporulación de otros patógenos como *Phytophthora fragariae* (Norman y Hooker 2000).

La competición indirecta puede ocurrir mediante la estimulación del crecimiento de ciertos componentes de la microbiota que pueden ser antagonistas de los patógenos de raíz, y que pueden actuar sinérgicamente con el hongo micorrizico en la protección de la planta (Filion *et al.* 1999).



Activación de los mecanismos de defensa de la planta

La bioprotección de las micorrizas puede ser resultado de la preactivación de las respuestas de defensa de la planta por el hongo formador de micorrizas arbusculares. En los estadíos tempranos de la colonización radical se desencadena una débil y transitoria respuesta de defensa de la planta frente al hongo micorrízico (Azcón-Aguilar y Barea 1996; Gianinazzi-Pearson 1996), que más adelante se suprime (Kapulnik *et al.* 1996). Sin embargo, parece que a pesar de las débiles reacciones que desencadena, **la colonización micorrízica sensibiliza a la planta frente a ataques patogénicos.**

Se ha detectado un incremento en los compuestos involucrados en el mecanismo de defensa de la planta: fitoalexinas (Wyss *et al.* 1991), proteínas PR (relacionadas con la patogenicidad) (Boller 1993), compuestos fenólicos (Krishna y Bajjaraj 1984) y aminoácidos que contienen azufre (Suresh y Bajjaraj 1984), y mayores actividades enzimáticas de quitinasas y glucanasas (Blee y Anderson 1996), fenilalanina amonioliasa (PAL), y calcoma sintasa y peroxidasa (Volpin *et al.* 1995; Gianinazzi y Gianinazzi-Pearson 1992).

Protección frente a estreses abióticos

Los estreses ambientales influyen en la incidencia y severidad de las infecciones patogénicas en las plantas, y predisponen en muchos casos a contraer enfermedades. Los estreses que afectan mayoritariamente a las plantas son los nutricionales, la sequía y las toxicidades (Entry *et al.* 2002). Las plantas micorrizadas son más tolerantes a estos estreses y por tanto, son menos susceptibles a enfermedades.

Adquisición de resistencia sistémica a patógenos

Las plantas poseen una variedad de mecanismos de defensa latentes que les confieren protección frente a un amplio rango de microorganismos patógenos. Estos mecanismos pueden ser activados sistémicamente mediante la exposición a ciertos tipos de estreses, a infecciones de patógenos y a otros microorganismos, incluyendo los hongos formadores de micorrizas arbusculares (Sturz *et al.* 2000).

Cuando los patógenos atacan a la planta, se desarrolla una resistencia localizada alrededor del punto de ne-

crosis causado por la infección, que se denomina **resistencia local adquirida**, y a continuación, la resistencia puede extenderse sistémicamente al resto de la planta, donde no existe infección. Este tipo de resistencia se denomina **resistencia sistémica adquirida (RSA)** y actúa no-específicamente en la planta, **reduciendo la severidad de la enfermedad causada por todo tipo de patógenos.** La producción de derivados de ácidos grasos con una fuerte actividad antimicrobiana (Agris 1999) tiene mucho que ver con esto.

En el caso de la simbiosis micorrízica, los hongos MA también pueden inducir algunas reacciones de defensa en la planta, que implicarían la producción de metabolitos fungitóxicos en los lugares de penetración del patógeno, o la síntesis de compuestos que inhiben la progresión patogénica. De esta forma, la inducción de mecanismos de resistencia debido a las micorrizas arbusculares puede dar lugar a respuestas de defensa localizadas en los tejidos colonizados, y a **respuestas sistémicas en los tejidos no micorrizados** de plantas micorrizadas (Azcón-Aguilar *et al.* 2002). Hay evidencias de que la micorrización induce una cierta resistencia sistémica a los patógenos (Cordier *et al.* 1998; Pozo *et al.* 2002).

Ventajas para los productores de la micorrización en café.

Según Montilla (S/F) el cafeto es un cultivo que de forma natural establece simbiosis con los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA), necesitando de éstos para su establecimiento, por lo que es considerado un cultivo micotrófico obligatorio (Siqueira y Franco, 1988 citado por Rivera 2003; Sieverding, 1991, citados por Montilla (S/F).

- El café es considerado altamente dependiente de las micorrizas, **especialmente en la fase de formación del grano.**
- Se ha reportado que en las plantaciones puede existir un rango que va del 4 % al 80 % de plantas colonizadas por micorrizas de eficacia variable. Por lo que su inoculación resulta interesante y conveniente.
- La inoculación con propágulos de micorrizas tiene un papel muy importante en los viveros y en el trasplante. A los 90 días, la sobrevivencia de las plantas micorrizadas en un ensayo fue de 100%,



en cambio para las plantas no micorrizadas se ubicó en 83%.

- Las plantas inoculadas presentaron 100% de colonización en el momento del trasplante, lo cual indica que estas plantas tienen un alto grado de necesidad de las micorrizas.
- **En viveros se da un adelanto entre 25 y 50 días en la producción de plantas.**
- Con la aplicación de micorriza la producción de área foliar se incrementa entre 10 y 263 % con respecto a los testigos.
- Después de una época de seca de 4 meses se encontró que las plantas de café micorrizadas presentaron 74.22% de sobrevivencia en comparación con 36.25% de las no micorrizadas (104% de incremento de resistencia a la sequía). **Esto comprueba que las plantas micorrizadas son más resistentes al estrés de agua ya que cuentan con una mayor capacidad de exploración en el suelo y mayor eficiencia en la extracción de nutrientes gracias a sus hongos simbiotes.**
- Un trabajo realizado en Brasil demostró que plantas inoculadas pueden tener un incremento en la producción de grano de **72%**, lo que representa un incremento económico. (Siqueira et al, 1993).
- Hay evidencia experimental de que se ha mantenido el efecto positivo sobre el rendimiento de café en las primeras cosechas de la plantación. (Siqueira et al. , 1993).
- El uso de micorrizas en café contribuye a la reducción de afectaciones por nematodos (Meloidogyne y otros), debido a la protección que hacen estas al sistema radicular; además, la micorriza se puede combinar con hongos bioplaguicidas (Paecilomyces, Trichoderma) que controlan nematodos y patógenos del suelo.
- El daño causado por insectos trozadores y chupadores está directamente relacionado con heridas en la raíz que pueden ser rápidamente invadidas por hongos patógenos que causan pudriciones. Las micorrizas lo evitan.
- El café bien nutrido (si es orgánico mejor) posee carbohidratos (azúcares reductores, polisacáridos)

y minerales en mayor proporción, que permiten obtener mayor cantidad de sólidos solubles y aromas que el café nutrido convencionalmente.

- El beneficio bajo condiciones de suelos de baja fertilidad debido al efecto de las micorrizas equivale al fósforo contenido en 8.6 Quintales de fertilizante 18-46-0 con un costo de 14 dólares por Mz. de inoculación (60 USD/ Mz. actuales una sola vez durante el cultivo).
- Beneficio estimado en 3 años de 1,677 dólares manzana.
- **Es una alternativa barata y rentable para el productor e inocua para el ambiente.**

Por su parte Sánchez 2005 encontró un efecto positivo de la inoculación con cepas de HMA sobre la producción de posturas de cafetos, con una alta reproducibilidad en cualquiera de los años estudiados. Las cepas más eficientes fueron *Glomus fasciculatum* (T1), *Glomus mosseae* ecotipo1 (T5) y *Glomus intraradices* (T9).

Posibles dificultades y como solucionarlas.

(I) Costo de inoculo en comparación con los fertilizantes. La naturaleza biotrófica obligado de los HMA, que, a diferencia de otros hongos, implica el establecimiento de un sistema de propagación de plantas, ya sea bajo condiciones de invernadero o en el laboratorio de propagación in vitro. Estas técnicas pueden resultar en costos relativamente altos de producción y transporte de inoculo. Este problema se soluciona con las técnicas de producción “on farm”, donde se elimina el costo del transporte, además la inoculación si se hace en vivero, reduce el costo del transporte incluso dentro de la finca a 0.

Se ha hablado de reducción de costos de aplicación de fósforo pero las micorrizas no solo aportan ese nutriente como se ha visto más arriba. Y esto beneficia no solo a los productores orgánicos sino también a los convencionales. Además, los efectos diversos de las micorrizas reducen costos por control de nematodos y patógenos del suelo.

(II) control sanitario. Otro posible problema en la comercialización de inoculo proviene de la necesidad



de controlar la composición biológica del producto, especialmente la posibilidad de sufrir una infestación microorganismos fitopatógenos. Esto puede evitarse con adecuados mecanismos de control de calidad así como evitando en lo posible traslado de cepas de unas condiciones agroecológicas a otras. Cuando las raíces y el material de la rizosfera se utiliza para la preparación del inóculo, la limpieza de los aparatos de manipulación se aconseja. También se logra garantizando la limpieza de los canteros de producción, así como esterilizando el suelo y la materia orgánica mediante solarización, que es un proceso ecológico y de bajo costo.

(III) la eficacia de inóculo. En el campo de aplicación de cualquier inóculo micorrízico, es esencial asegurar que los microorganismos inoculados poseen las características y el potencial descrito por los fabricantes del inóculo. Con inóculos de la HMA, estas evaluaciones se pueden hacer utilizando varios métodos como la identificación morfológica de las esporas de HMA para confirmar la identidad del hongo, y estimando el nivel de micorrización de la raíz micorrizada en plantas de prueba.

(IV) el registro oficial de los productos comerciales. La comercialización de inóculo de micorrizas se podría someter a registro nacional o empresarial y por lo general suele estar contemplado bajo la Ley de fertilizantes de los países. En algunos de ellos los inóculos micorrízicos se consideran complementos para su uso en la mejora de la condición física, química y biológica del suelo o de ayuda para el crecimiento del cultivo y el incremento de los rendimientos de las plantas. En los otros países, el registro de un inóculo de HMA puede estar dentro de los abonos o dentro de los plaguicidas, en función de la vocación propuesta para el producto micorrízico.

En las solicitudes de registro se puede contemplar una amplia información como: (a) una lista de ingredientes y posibles contaminantes en el inculante propuesto; (b) la concentración mínima de cada ingrediente, incluyendo la cantidad de propágulos activos de los hongos micorrízicos y el propósito de cada uno de ellos, (c) fichas de seguridad oficiales, (d) la etiqueta del producto, indicando el nombre y dirección del productor, el número de propágulos viables de hongos o la eficiencia simbiótica expresado como porcentaje de la colonización previsto por el inóculo, se recomienda la planta hospedante, las condiciones

del suelo para la eficacia, se recomienda dosis de aplicación, las condiciones de almacenamiento, y la fecha de caducidad, (e) descripción del proceso de fabricación, y (f) el protocolo de prueba y control de calidad. Es importante no distribuir inoculantes de baja calidad.

A la información anterior se adjunta documentación relativa a la eficacia con datos estadísticamente significativos de las pruebas de campo realizadas en diferentes suelos y condiciones climáticas para apoyar las afirmaciones hechas sobre el rendimiento del inóculo propuesto, así como las autoridades que lo certifican. Una descripción taxonómica detallada también podrá ser proporcionada junto con la historia de la cepa, la distribución geográfica, y la literatura existente sobre el potencial micorrízico de la cepa de hongos. En la mayoría de los países, los hongos micorrízicos ya no se consideran perjudiciales para la salud humana y animal. Como tal, no hay requerimientos de presentar riesgos de infectividad del medio ambiente o las pruebas de toxicidad. La creación de una Asociación Internacional de Productores de inóculos micorrízicos ha sido discutida en las últimas Conferencias Internacionales sobre Micorrizas, con el fin de establecer normas y reglamentaciones que puedan estimular la producción industrial de inóculo de alta calidad.

Avances en la obtención de nuevos transportadores para el inóculo de hongos MA. Inóculos experimentales y comerciales.

Los resultados obtenidos hasta el momento hacen considerar la inoculación micorrízica como una práctica deseable en los viveros de producción vegetal.

Desde el punto de vista práctico, la clave está en la producción masiva de un inóculo de calidad, de fácil aplicación y transporte, y con un coste económico razonable.

En los últimos años, investigadores de este tema de todo el mundo, han hecho un esfuerzo en avanzar en esta dirección, conscientes del interés y la necesidad de obtener inóculos de micorrizas.

Resultados preliminares (Hernández González, 1992, citado por ICIA, 2002) ofrecen buenas perspectivas de materiales arenosos volcánicos para este objetivo, dada la alta capacidad de aireación (>50%) y baja



capacidad para retener y liberar nutrientes de este material. Estas características unidas a su poco peso y gran porosidad, hacen de la arena volcánica un soporte perfecto para el desarrollo de los hongos micorrizicos y la posterior conservación del inoculo a bajas temperaturas.

Características de la producción

Según Vázquez, 2007, los hongos micorrizicos arbusculares se consideran como simbioses obligados y requieren nutrirse de una raíz viva (biotrofos obligados) (Bago et al., 2000b), por lo que para propagarlos con éxito, se requiere del uso de plantas trampa (Morton 1990; González-Chávez, 1993. El reto del uso de estos hongos en la agricultura como inoculante, implica la creación de sistemas de producción de inoculo eficientes que satisfagan los requerimientos de los viveros y las fincas de las personas productoras.

Definición de inoculante

Según Vazquez 2007, como **inoculante** debe entenderse a aquel producto biológico que facilita la introducción de microorganismos con diversa actividad fisiológica que favorece el crecimiento y desarrollo de las plantas. Este inoculante puede presentar diferentes aspectos físicos, ya sea líquidos o sólidos en los que se utilizan acarreadores como la turba, el carbón activado, aceites, alginatos y otros soportes orgánicos e inorgánicos. En el caso de los hongos micorrizicos el inoculante puede consistir de esporas, hifas, fragmentos de cuerpos fructíferos, raíces colonizadas y en su caso suelo rizosférico donde se detecte una abundancia de hifas de hongos micorrizicos provenientes de un sistema de raíz sano (Alarcón y Ferrera-Cerrato, 1999).

Fuentes de inoculante

Las cepas pueden ser obtenidas directamente de las fincas de las personas productoras y ser reproducidas en unidades de laboratorios.

Antecedentes en Nicaragua

La UNAN León ha desarrollado los siguientes estudios y proyectos:

- Micorrización de *Swietenia humilis* (Caoba del pá-cífico), a partir de un inoculo (MVA) certificado y

coinoculación bacteriana. Alcalá de Henares Madrid- España. 2003

- Características, técnicas de aislamiento y cultivo, así como sus posibles aplicaciones forestales de los hongos saprofitos y ectomicorrizico, de interés gastronómico y forestal. En cooperación con la universidad de Alcalá de Henares Madrid- España. 2003.
- Caracterización de Micorrizas Nativas y Validación de Cepas Certificadas en Tres Especies de Importancia Agroforestal. UNAN-León. 2001-2003.
- Así mismo ha ejecutado los siguientes proyectos:
Proyecto: Micorriza Organismo / institución que financia el proyecto: USDA.
Proyecto: Validación de cepas certificadas y caracterización de cepas nativas para uso y proyectos de reforestación Organismo / institución que financia el proyecto: USAID / Universidad de Florida.

Algunos antecedentes y resultados obtenidos en otros países:

Argentina

Mendoza (2002) observó que una mayor cantidad y diversidad en la población de hongos micorrizicos arbusculares estuvo asociada con una mayor calidad forrajera del pastizal.

Bolivia, Colombia, Cuba

Rivera (2003) plantea que en el modelo de altos insumos se muestran, entre otros, los resultados positivos de la inoculación con el producto Cubano EcoMic® a base de inoculantes micorrizicos nativos en trece casos, que incluye tres países: Cuba, Colombia y Bolivia, en cultivos importantes como: arroz, algodón, maíz, trigo, soya, frijol y girasol.

Como promedio de todos los cultivos, se logró un incremento del 43% en el rendimiento.

Bolivia

Según Rojas (2007), en un trabajo con hortalizas se obtuvieron resultados que mostraron un efecto positivo de los tratamientos inoculados con micorriza sobre el crecimiento y desarrollo de los cultivos frente



al testigo. Estos tratamientos además, no presentan impactos negativos a la salud y al medio ambiente, por el contrario presentan impactos positivos sobre el suelo y desarrollo de los cultivos.

Brasil

Según Lopes 1983, (Citado por Andrade 2009) La inoculación con HMA altamente eficaces mejoran en gran medida el estado nutricional de las plántulas de café y su establecimiento después del trasplante. También se plantea que la inoculación de HMA puede constituir una alternativa económica viable para las plántulas haciendo eficiente la producción, disminuyendo el uso de fertilizantes y plaguicidas, disminuyendo el tiempo para el trasplante de campo y la producción de las plantas más vigorosas capaces para resistir mejor el estrés ambiental durante el período de aclimatación (Costa et al. 2003).

Siqueira et al. (1998) (Citado por Andrade 2009) calcula que uno de los beneficios de la inoculación con micorrizas es que su efecto equivale a 254 Kg / ha de P₂O₅ y equivalente a un costo de 20,00 dólares EE.UU. por hectárea de inoculación con HMA.

Colombia

Morell 2009 determino que la actividad biológica de los hongos micorrizicos arbusculares (HMA) juega un papel importante en la estructura del suelo y la formación de agregados estables a través de diferentes mecanismos.

Bonila 2001 encontró respuesta positivas del sorgo y algodón tanto en incremento de peso seco como de absorción de fosforo. La inoculación con dos microorganismos micorrizicos presento mejores resultados.

Costa Rica

Según Salas (SF) actualmente, la biotecnología de la micorriza ha permitido producir inoculantes de hongos ecto y endomicorrizicos, los cuales se pueden aplicar bajo ciertas condiciones favorables, como en la fase de aclimatación de plantas producidas *in-vitro* y en las camas de semilleros o sustratos en los viveros. La investigación en el campo de la micorriza sugiere que la restauración de paisajes perturbados, depende en parte de la viabilidad de restaurar la simbiosis micorrizica. Esto puede lograrse, como se indicó antes,

con la utilización de inoculantes efectivos bajo ciertas condiciones favorables.

Cuba

Rojas (2007), del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Cuba (INCA) ha obtenido excelente respuesta del cultivo de papa a la inoculación de micorrizas vía recubrimiento de semilla y a una dosis más elevada que llegaba al 10 % de peso de la semilla.

Los resultados obtenidos Ruiz et Al, 2005, mostraron alta respuesta de los cultivos a la inoculación con Hongos Micorrizógenos Arbusculares (HMA), lográndose incrementos importantes en la masa seca, colonización de las raíces y extracción de nutrientes, encontrándose una alta especificidad suelo-especie de HMA.

Hernández 1999 concluyó que la inoculación con HMA resultó muy provechosa, lográndose incrementos en el área foliar entre 10 y 257% con relación a las plantas no inoculadas y alcanzándose los mayores efectos en los suelos menos fértiles.

Se encontró una alta y consistente respuesta del cafeto a la inoculación con cepas de HMA en tres tipos de suelos en que se trabajó, oscilando los incrementos en la producción de área foliar entre 10 y 263 % con respecto a los testigos. Arribó a una tecnología (partiendo de la producción de HMA artesanal de cepa o cepas previamente seleccionadas) basada en la inoculación de cepas seleccionada de HMA, por tipo de suelo y relación suelo: abono orgánico, además su implementación acelera el vivero de cafeto con la emisión de 1 ó 2 pares de hojas por planta, con relación a los testigos sin inocular, lo que representa un adelanto entre 25 y 50 días al trasplante.

Según ACTAF 2006 las micorrizas cumplen una importante función en las hortalizas y otros vegetales, produciendo resultados muy alentadores con relación a la sustitución de fertilizantes minerales, reducen la fase de semillero entre 9-12 días e incrementan el vigor y desarrollo de las posturas.

Según Ruiz (2000) Existe respuesta de la yuca y el boniato a la aplicación de los Hongos Micorrizógenos Arbusculares (HMA).



Marín (2005) concluyó que la efectividad de la inoculación no solo depende de la selección adecuada de las cepas de HMA empleados, sino del suministro de nutrientes o riqueza del sustrato en que crecen las plantas, siendo el factor Tipo de suelo determinante en el manejo efectivo de la inoculación, del cual no solo dependió la selección de cepas eficientes, sino también la relación suelo abono orgánico que permitió la máxima efectividad micorrizica.

Puentes 2007, determino que la micorrización produjo incrementos significativos sobre las variables área foliar, longitud de la parte aérea, masa fresca de la raíz y parte aérea respecto al control (sin inocular) en posturas de mandarina.

Terry 2009 llego a los siguientes resultados que sirven de ejemplo de la respuesta de las plantas a esta tecnología como se muestra en la siguiente tabla:

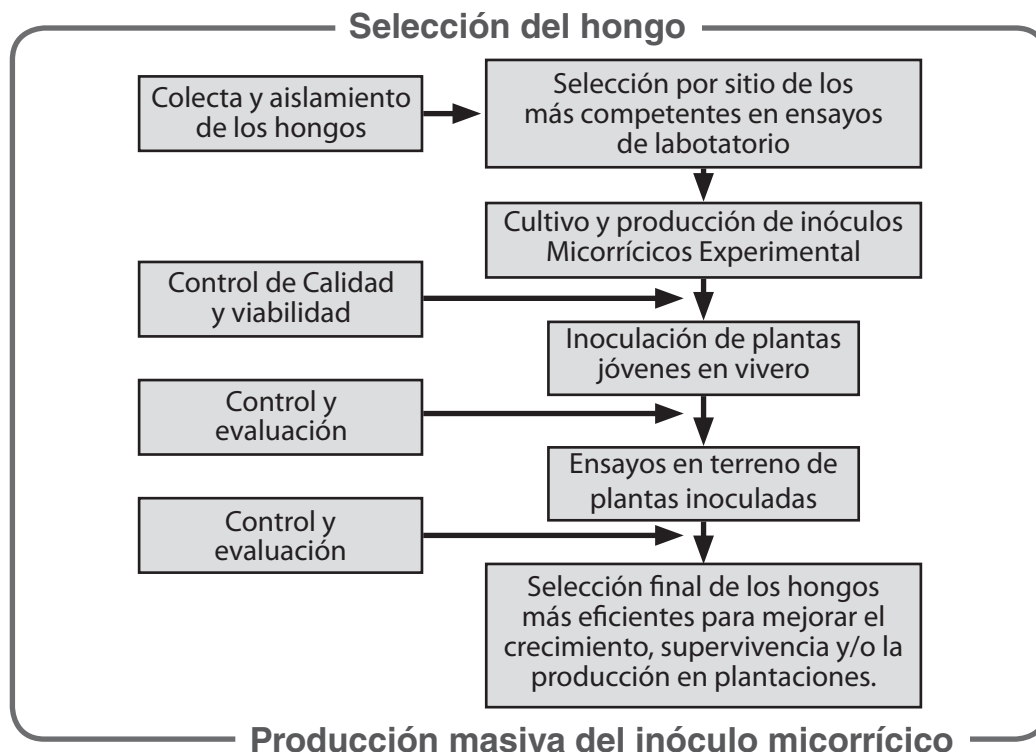
Tabla Respuesta de las plantas a la aplicación de EcoMic®

No.	Tratamientos	Número de hojas/planta	Masa fresca total (g/planta)
T1	2 kg.m ² de materia orgánica+EcoMic*	8.7 b	60.81b
T2	2 kg.m ² de materia orgánica sin EcoMic®	8.0 be	48.60 c
T3	1 kg.m ² de materia orgánica+EcoMic*	10.7 a	71.49 a
T4	1 kg.m ² de materia orgánica sin EcoMic®	7.4 be	39.35 d
T5	Testigo absoluto	6.5 c	29.87 e
	Es x	0.66***	1.11***

Medias con letras iguales no difieren significativamente según Duncan p<0.001

Chile

Chung, 2007 presenta la metodología presentada a continuación para la producción de inóculos en plantaciones forestales.





España

Según Vega 2004, La micorrización temprana beneficia el desarrollo de la platanera micropropagada e incrementa la tolerancia de este cultivo a situaciones de estrés, lo que constituye una medida de aplicación

práctica para la adaptación durante la fase *post vitro*. Este efecto se prolonga tras 9 meses de desarrollo en campo bajo un programa de fertilización similar al de un sistema de explotación comercial.

La micorrización temprana incrementa la tolerancia de la platanera a hongos vasculares (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*), limitando además la reproducción del patógeno frente a nematodos agalladores y lesionadores (*Meloidogyne incognita*, *M. javanica* y *Pratylenchus goodeyi*).

El Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. España (2008) propone la aplicación de hongos micorrizicos arbusculares y microorganismos promotores del crecimiento vegetal para la reproducción, reforestación y conservación de especies vegetales autóctonas que permitan la restauración de ecosistemas degradados y el restablecimiento del potencial micorrizico de ese ecosistema haciendo posible, de esta manera, mejorar la calidad del suelo y favorecer la viabilidad de las plantas en zonas semiáridas.

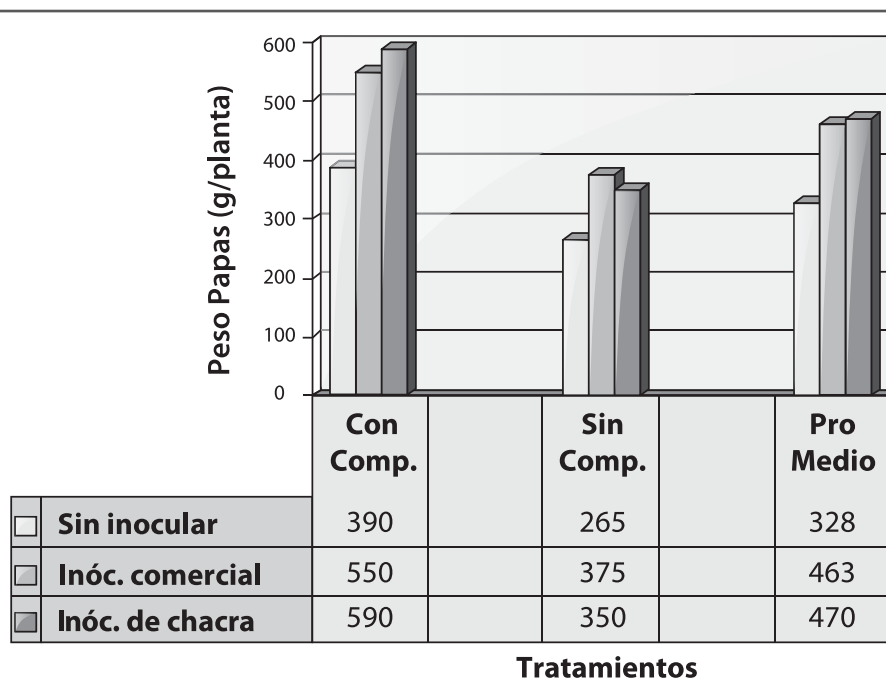
Estados Unidos

Según Douds 2004, la producción en finca de los productores de inoculantes de hongos micorrizicos es una opción viable en los países en vías de desarrollo caracterizados por agricultura dependiente del trabajo. Se pueden producir cantidades significativas de inoculantes taxonómicamente diversos usando los materiales fácilmente disponibles a las personas productoras. Esta técnica ahorra los costos asociados de proceso y de transporte, que se incluyen en el precio de inóculos no nativos disponibles en el comercio. Finalmente, estos factores combinaron con los aumentos demostrados de la producción indican que el potencial para los resultados económicos crecientes para los productores que utilizan los HMA así como ventajas ambientales asociadas al disminuirse el uso de agrotóxicos.

- Extienden el sistema de raíces en forma significativa.
- Producen formas de compuestos de carbono que mejoran la estructura del suelo y resisten a la descomposición
- Mejoran comportamiento de las plantas bajo estrés de sequía y falta de nutrientes.

También encontró los siguientes resultados:

Respuesta a inoculación y compost en papa en año de sequía 2002





Francia

Los resultados obtenidos por Rodríguez (2007) demostraron el beneficio de la aplicación de hongos micorrizicos en bananera durante la fase *post vitro*. La utilización de productos formulados a base de hongos micorrizicos, podría contribuir a simplificar y optimizar el uso de esta biotecnología en los viveros, repercutiendo favorablemente en la calidad del material vegetal. Sin embargo, determino que es

aconsejable realizar una evaluación previa de los productos para ajustar las dosis y el tipo de inóculo a las condiciones específicas de cada situación.

México

Trejo D. (2000) concluyo que las plantas de café inoculadas presentaron mejor desarrollo que aquéllas con adición de fertilizante, tanto inorgánico como orgánico, por lo que la incorporación de los hongos (MA) como una tecnología tendiente a la sustentabilidad, representa una alternativa para incrementar el rendimiento de la cosecha y mejorar la calidad del ambiente en el agroecosistema. Por esta razón es importante realizar esfuerzos para difundir el conocimiento sobre el uso y manejo de este endófito, ya que es un biofertilizante de bajo costo y alta eficiencia.

Limitaciones de los procesos de extensión agraria tradicional

Los modelos de extensión tradicional promovidos por la Revolución Verde tienen grandes limitaciones:

- Su carácter lineal vertical.
- Su desentendimiento de la cultura y los conocimientos campesinos e indígenas.
- Su **falta de orientación hacia las necesidades y problemas reales de productores y productoras.**
- Su falta de perspectiva de género
- Su enfoque paternalista.
- Su orientación capitalista y comercial basada en el negocio y la maximización de la ganancia a corto plazo.

La extensión tradicional se define de forma lineal como el vínculo principal entre la investigación científica, por un lado, y los productores agrícolas, por el otro. Tiene un enfoque de transferencia de conocimientos científicos, únicamente. En muchos casos se

ha llegado al extremo de despreciar el aporte de los mismos productores, con el consiguiente despilfarro de recursos. **Además, la función de la extensión ha sido transferir lo que los agrónomos o técnicos aprendían en la universidad hacia el mundo campesino, aunque el agrónomo pudiera aprender muchísimo de las experiencias de los pequeños productores.**

Tradicionalmente, la extensión se ha dirigido sólo a la producción, con agrónomos netamente técnicos, sin mayor preocupación por las dimensiones social, económica, ecológica y cultural, elementos claves en una propuesta de desarrollo sostenible.

Por último, el problema de fondo que caracteriza la extensión tradicional es un fuerte paternalismo. De alguna manera, los extensionistas han sido educados para creer que ellos son las fuentes del verdadero conocimiento agrícola y que, por lo tanto, tenían que guiar y dirigir a campesinos hacia objetivos y métodos que éstos no eran capaces de entender. **En lugar de actuar como facilitadores o facilitadoras de procesos de desarrollo, los profesionales extensionistas se han considerado maestros de un ignorante y sin necesidad de auxilio de los investigadores.** Esto no sólo ha inhibido el proceso de aprendizaje de productores y productoras, sino también el de extensionistas.

Esta forma de trabajo no ha permitido establecer la comunicación entre investigadores, extensionistas y productoras o productores, ni a identificar los problemas que realmente afectan la producción campesina.

Metodología Educativa Andragogía

Este término significa el arte de la educación del hombre adulto. Etimológicamente puede traducirse de la siguiente manera: andros = hombre, persona mayor, y ago = guiar. Al parecer fue utilizado por vez primera, por el maestro alemán Alexander Kapp en 1833.

La Andragogía presenta características que la diferencian de la Pedagogía, debido a que en la vida adulta el aprendizaje deja de ser una simple transmisión de contenidos, de actitudes, valores y de relaciones sociales, para convertirse en una interacción de iguales. La función del andragogo es la de orientar, ayudar y sobre todo facilitar los procesos que tienen lugar en quien realiza el aprendizaje.



Principios básicos del modelo andragógico

Según Roman (2004) en los procesos de aprendizajes del adulto se distinguen dos principios que son los encargados de caracterizar este tipo de enseñanza:

La horizontalidad y la participación

Ambos principios definen un contexto de relaciones entre la persona que facilita los aprendizajes y quien o quienes lo realizan. De no considerarse los dos principios en los procesos educativos para personas adultas, podría correrse el riesgo de interrumpirse la acción iniciada y no alcanzar los resultados esperados. Por otra parte es importante señalar como un error, considerar el proceso de orientación del aprendizaje como de control o dependencia, cuando de adultos se trata.

En dicho modelo educativo, el participante se muestra como un agente dinámico que busca solucionar sus problemas o inquietudes de tipo docente con el aprendizaje consciente; de ahí que la responsabilidad personal sea un componente esencial.

Horizontalidad: debe entenderse como relación entre iguales, relación compartida de actitudes, responsabilidades y de compromisos hacia logros y resultados exitosos.

Participación: debe entenderse como la acción de **tomar decisiones de conjunto**, o tomar parte con otros en la ejecución de una tarea determinada.

Según Román 2004, el adulto que desea aprender debe tener clara la necesidad de dicho aprendizaje, y en este caso el profesor, tiene el deber de contribuir a que tome conciencia de la importancia que reviste para él ese conocimiento en la vida práctica.

El enfoque metodológico

El proyecto será estimulador de acciones que se orienten a promover la equidad económica, social y ambiental, la articulación entre organizaciones cooperativas, la creación de conocimiento.

Se generará capacidad instalada, a partir de un enfoque de formación de multiplicadores que permita generarla en el sector y un mayor abordaje al nivel

de cada una de las organizaciones y sectores de actividad económica. La generación de esta capacidad instalada permitirá la creación de un equipo interno en cada organización cooperativa, participante en el proyecto.

Metodología operativa:

La metodología a desarrollar se fundamenta en dinámicas de interacción con los y las participantes en los talleres de capacitación y asistencia técnica, de tal manera que a través del dialogo y trabajos de grupos se propicie un proceso de reflexión temático que contribuya a la comprensión de los contenidos a desarrollar en las actividades. Se realizará este proceso de forma activa y participativa, con ayudas visuales, preguntas dirigidas y diálogos reflexivos. Se utilizarán técnicas de educación de adultos y dinámicas de grupo que ayuden a comprender los conceptos. Se harán plenarios basadas en el diálogo, y se formarán grupos de trabajo en los que cada participante pueda exponer su punto de vista.

El modelo pedagógico constructivista

El IICA; PRODAR y la FAO (S/F) plantean que el constructivismo es un modelo pedagógico que concibe el aprendizaje como resultado de un proceso de construcción personal de los nuevos conocimientos propuestos, a partir de los ya existentes y en cooperación con los compañeros y el facilitador.

Investigación participativa, Escuelas de Campo (ECA)

Según Córdoba 2004 la investigación participativa se basa en que las personas productoras tienen muchas celdas de información pero estas no están conectadas, y por lo tanto el rol de los investigadores es el de llenar los vacíos de información que permitan conectar estas celdas, de manera que se despierte la experimentación en las personas productoras.

Se toma en cuenta el conocimiento que tienen las personas productoras, pues ellas proponen y comparten sus experiencias, y a través de la experimentación, la cual dura todo el ciclo del cultivo, y en algunos casos inclusive la comercialización, generan nuevas ideas y los técnicos los retroalimentan.



Según Córdoba 2004 las personas productoras sienten que aportan y, por lo tanto, se entusiasman por aprender, lo que hace que las ECA sean bien aceptadas y solicitadas por las otras comunidades.

Los técnicos se ven más como facilitadores de procesos en los que el liderazgo y la toma de decisiones la toman los productores.

Metodología de Campesino a Campesino

Agroecologiavenezuela.blogspot.com plantea que en buena parte el éxito de la metodología se debe a que se fundamenta en el estímulo de prácticas agroecológicas sencillas, que no son culturalmente invasivas; sin embargo, el éxito real de Campesino a Campesino se debe a que en esta metodología el proceso de generación, validación, demostración, generalización y perfeccionamiento es llevado a cabo con los propios campesinos.

Según Pidaassa, (S/F), emplear nuevos métodos y romper así la primacía de la orientación verticalista que caracterizaba el extensionismo clásico, resultó un reto. Sin embargo, al final, los resultados alcanzados por CAC han ido más allá de la simple aplicación de una práctica, pues ha contribuido a integrar y crear nuevos conocimientos, así como al desarrollo de una nueva conciencia campesina.

Seis razones que motivan el éxito de la metodología de campesino a campesino.

Estas son las siguientes:

- La apropiación del proceso por parte de campesinas y campesinos.
- La movilización de los saberes campesinos.
- La horizontalidad y la equidad de género.
- El promotor y promotora como organizadores de prácticas sostenibles.
- Se genera una situación de innovación permanente.
- Las personas facilitadoras agregan valor a las experiencias locales.

Principios de la metodología de CAC

Son los siguientes:

- Parte de las necesidades sentidas.
- Trabaja con la propia capacidad y recursos técnicos y personas locales.

- Lo sencillo primero, lo complejo después.
- Avanza paso a paso de manera gradual.
- Experimenta en pequeño lo conocido y aprendido.
- Rescata y valora los conocimientos y la cultura local.
- Se centra en la persona y no en lo técnico.
- Es manejada por la gente de la localidad y sus organizaciones.
- Protagonismo campesino.
- Reconoce la necesidad de realizar acciones afirmativas para incorporar a las mujeres en la participación y toma de decisiones en todos los asuntos.
- Reconoce la desigualdad de género y actúa a favor de las relaciones equitativas entre hombres y mujeres.
- 80 por ciento de práctica, 20 por ciento de teoría.
- Horizontalidad.
- Los técnicos y técnicas facilitan y las organizaciones apoyan.
- Acción - reflexión - acción.
- Aprender haciendo.
- No toda tecnología depende ni se basa en el lenguaje escrito.
- Se enseña con el ejemplo.
- Usa el lenguaje e idioma locales.
- Práctica comprensible y armoniosa.
- Busca ser un proceso de apropiación gradual y no es escolástica ni teórica.
- Aprovecha y refuerza los lazos de solidaridad.

Problemática que contribuirá a resolver el proyecto

El uso continuado de fertilizantes químicos y pesticidas como fungicidas sistémicos, disminuye o elimina la flora nativa de hongos micorrizógenos y otros componentes de la microflora y fauna del suelo. Esta tecnología propia de sistemas agrícolas convencionales, es muy dañina para el medio ambiente (contaminación del manto freático, erosión de los suelos, pérdida de biodiversidad, etc.) y los propios suelos;

pudiendo ser crítica la situación que se avecina si se tiene en cuenta que en muchos casos éstos se encuentran biológicamente empobrecidos. El desarrollo de una agricultura con altos insumos de fertilizantes, al tiempo que destruye la actividad biológica del suelo, tiende a estimular la dependencia casi puramente química de los cultivos en tierras dedicadas a la producción.



La mayor superficie que el cultivo del café va arrebatando al bosque y a otras explotaciones agropecuarias apenas compensa el silencioso pero contundente desplome de los rendimientos. El ascenso en áreas de cultivo y la caída en picada de la productividad sólo muestra los estertores de un “modelo de desarrollo” y un modelo de producción de la “revolución verde” que perpetúa, contra todas las señales del mercado -las actuales y las previsibles-, herramientas y estrategias hace tiempo fosilizadas.

En Nicaragua el café es muestra de un sistema que caduca por uso y abuso de los mismos instrumentos. Pequeños y medianos productores, aferrándose al sistema de expansión de la superficie cultivada sin adoptar nuevas técnicas agroecológicas, cavan su propia tumba. La crisis se ha puesto en evidencia por el aumento en la densidad de los cafetos y la siembra en terrenos de avanzada degradación de la fertilidad natural del suelo, en el contexto de un modelo que depende exclusivamente de esa fertilidad. El resultado ha sido una mayor degradación de la fertilidad y la multiplicación de enfermedades como la roya, la broca y la antracnosis. Alrededor del 75% del área sembrada en Nicaragua la absorben el café caturra y el bourbon, variedades altamente vulnerables a la roya, la cual se ve agravada por el cambio climático y el uso de fungicidas sistémicos y fertilizantes que destruyen las capacidades de defensa de las plantas de café. Aunque esto se sabe, expandir tozudamente el área de cafetales sigue siendo la única reacción a la crisis.

Problemas técnicos, círculos viciosos

Hay muchos problemas técnicos que padecen los pequeños cafetaleros y que deterioran los rendimientos. Los más importantes son las incoherencias entre las variedades y las densidades adoptadas en relación a la altura de la parcela. A éstos se añaden el mal manejo de la fertilización, los agrotóxicos, la poda de tejidos y la regulación de sombra, que también debe variar de acuerdo a la variedad cultivada y a su densidad, y sobre todo la muchas veces reducida diversificación de la finca y áreas colindantes. Es frecuente el desconocimiento de las causas de la antracnosis. La antracnosis quema y desfolia las plantaciones, y aparece como consecuencia de las deficiencias nutricionales, muchas veces relacionadas con el exterminio de los organismos simbiotes y la escasa fertilización convencional. La ignorancia técnica ha llevado a tratarla más con fungicidas que con correc-

ciones nutricionales y biofertilizantes como los HMA. Esta deficiencia refuerza el círculo vicioso creado por la antracnosis y la broca: puesto que los granos de árboles con antracnosis no se cortan, se convierten en reservorios de broca, que causan mayores ataques de broca en el ciclo siguiente.

Algunas veces la fertilización es insuficiente, pero con más frecuencia es inadecuada y la biofertilización con inoculación con micorrizas es inexistente. No se aplica el abono apropiado y no se hace ni en la cantidad ni en el momento justo. También existe una deficiencia nacional: no existe en Nicaragua un laboratorio de certificación de semillas de café, de análisis integrales de suelos ni de producción de biofertilizantes. Se emplean semillas muy deterioradas. Algunas vienen del extranjero, pero su calidad no tiene ninguna garantía, no se tiene certeza sobre su pureza genética, su pureza varietal, el porcentaje de granos vanos y de granos defectuosos y los niveles de productividad de los sistemas de producción de las fincas.

Pequeños productores: lógica, prácticas y vacíos

Los pequeños productores enfrentan más agudos problemas técnicos. Comienzan por la falta de acceso a la asistencia técnica agroecológica apropiada. De esta carencia, y de la falta de acceso al crédito, se deriva una avalancha de limitaciones y prácticas inadecuadas. El sistema de los pequeños explota la fertilidad natural de los suelos y aplica muy pocos fertilizantes, una racionalidad muy propia de las zonas de frontera agrícola, donde es relativamente escaso el capital y la mano de obra, pero abundante la tierra.

Un estudio realizado en el departamento de Matagalpa estimó que el 70% de los pequeños productores no hacen ningún tipo de aplicación de fertilizantes a los cafetales o lo hacen en niveles insuficientes o inapropiados. En general, los pequeños productores tienen la racionalidad económica de invertir sus excedentes en establecer nuevas plantaciones y no en aumentar los rendimientos de las que ya tienen. Proceden así para extraer el máximo provecho de la fertilidad natural, que permite rendimientos de 8.5 quintales oro por manzana en las primeras cosechas, aunque luego caigan gradualmente, tras dos o cuatro cosechas, hasta estabilizarse en 4-5 quintales oro por manzana.

La falta de conocimientos con respecto a la alternativa agroecológica y los mitos que la suponen una opción



«atrasada», poco productiva y de subsistencia, producen un efecto de menosprecio hacia toda la actividad que se realiza en torno a ella. Es este uno de los casos más claros en que se manifiesta la imposibilidad política de «ver» a que conducen los paradigmas dominantes, centrados en la «alta» tecnología o “tecnología de punta”.

En gran parte del mundo, Nicaragua incluida, subsiste una serie de mitos desarrollistas con respecto a la agricultura, sumamente dañinos por la filosofía de dependencia y sumisión a la hegemonía de las grandes corporaciones que ellos representan. Pueden expresarse sintéticamente en las siguientes orientaciones de valor: 1) la agricultura atrasada es intensiva en el uso de la fuerza de trabajo, mientras que la moderna es intensiva en el uso de capital; 2) la diversidad es atraso, el monocultivo uniforme es moderno; 3) la pequeña escala es atraso, la gran escala es moderna; 4) el atraso es sujeción a la naturaleza, lo moderno implica un creciente control sobre todo lo que ocurre en el campo, el huerto y el potrero; 5) el conocimiento de la gente es atraso, el conocimiento científico es moderno; 6) los especialistas son modernos, la cultura general amplia es un atraso; 7) mientras más específico el objeto de estudio, más moderna es la investigación.

La preeminencia de estos mitos conduce a identificar cualquier crítica a las nuevas tecnologías como falta de conocimiento y atraso, incluso como una actitud política deplorable que niega a las personas productoras los avances que otros han alcanzado. La diversidad se asocia a la pequeña propiedad privada, considerada durante años y estigmatizada junto a las formas cooperativas como formas inferiores de propiedad frente a la gran propiedad. De hecho, las desventajas de la gran escala se minimizan y no se aprecia la importancia de la escala óptima para desarrollar los procesos productivos agrícolas. Todo esto conduce a que en la producción se sobreempleen —cuando existe disponibilidad— fertilizantes, herbicidas y plaguicidas, una herencia de la Revolución Verde.

La problemática general que se pretende enfrentar con el proyecto y que se concretará y especificará participativamente con las personas productoras es la siguiente:

1. Implantación de Agricultura convencional de la Revolución Verde con Uso indiscriminado de agroquímicos, pérdida de costumbres produc-

tivas, cultura, ideología y cosmovisión indígena local en general y de sus relaciones con la naturaleza.

2. Pérdida de cosechas por las sequías, plagas y enfermedades. Falta de tecnología para hacer más resistentes las plantas a las sequías y a las plagas y enfermedades.
3. Dependencia de la adquisición de insumos tóxicos y pérdida de la soberanía y seguridad alimentaria de las familias y del país en su conjunto.
4. Pérdida o reducción de cosechas por plagas y enfermedades.
5. Rotaciones de cultivo inadecuadas y monocultivos. Falta de diversificación.
6. Individualismo y desorganización.
7. Sistemas de comercialización que afectan la economía campesina.
8. Pérdida del patrimonio genético, semillas foráneas.
9. Asistencialismo.
10. Monopolios de las Importaciones y distribución de agroquímicos con intereses en el no desarrollo de la agricultura ecológica (mercantiles).

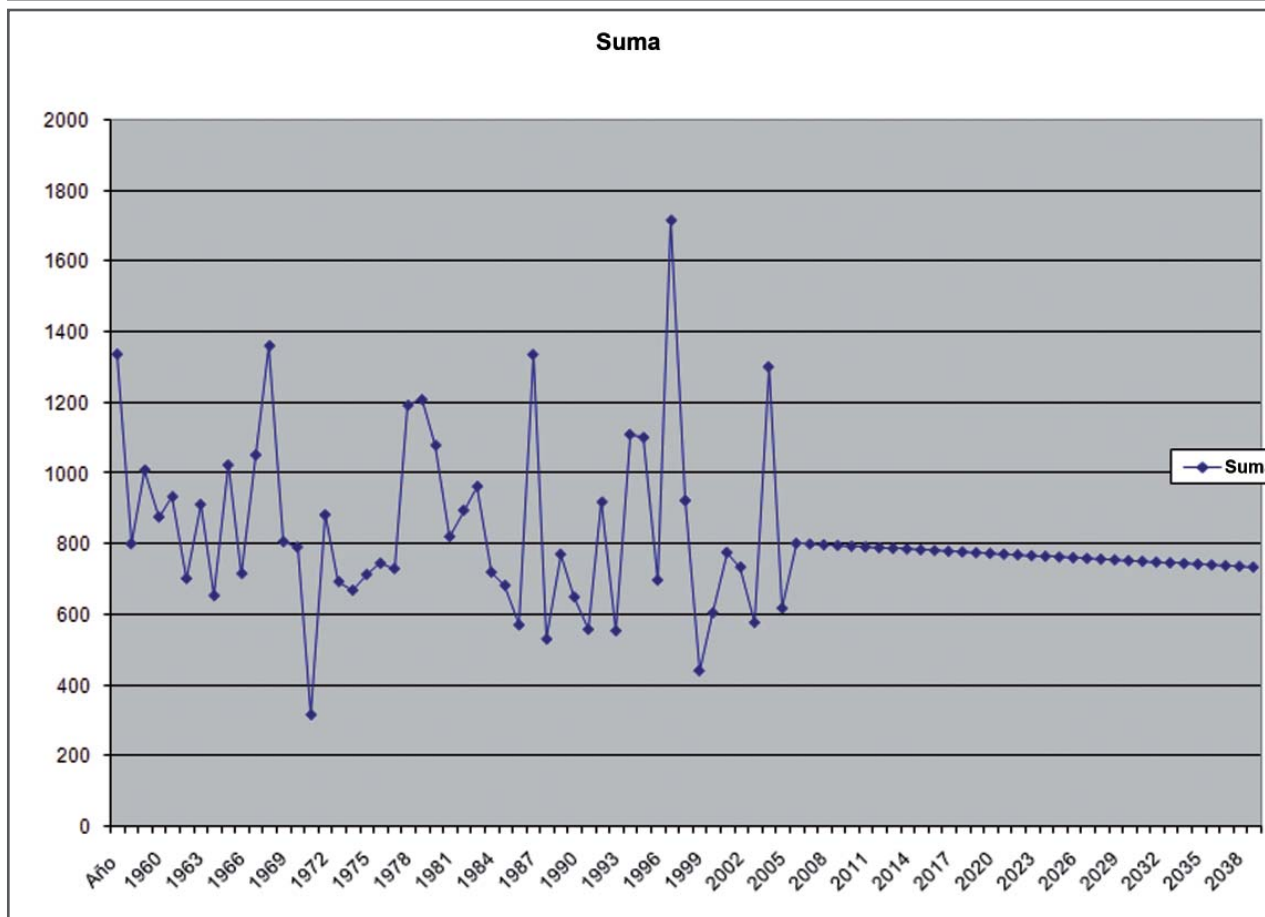
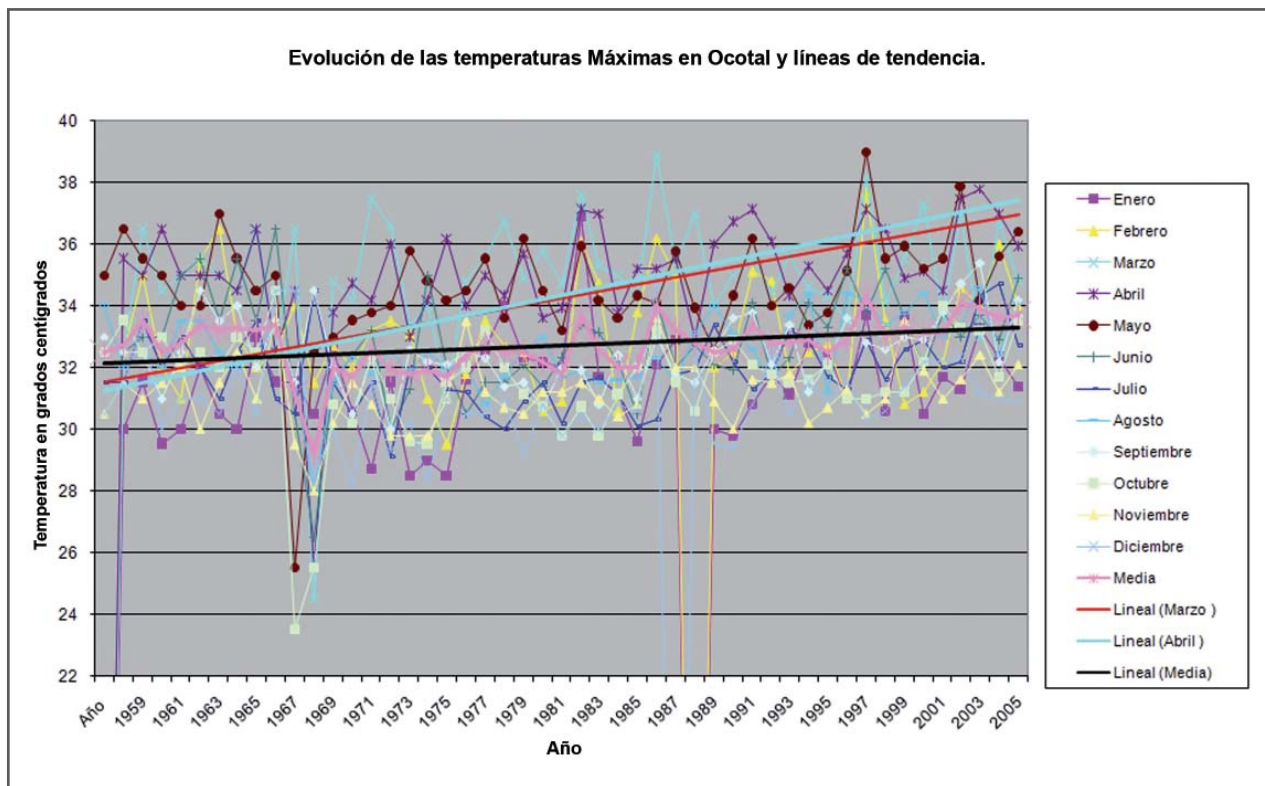
Problemas que contribuirá a resolver el proyecto

El inmenso desafío que enfrenta la humanidad para detener el calentamiento global y enfriar el planeta y producir alimentos suficientes sólo se logrará llevando adelante una profunda transformación en la agricultura hacia un modelo sustentable de producción agrícola campesino e indígena/originario, y otros modelos y prácticas ancestrales ecológicas que contribuyan a solucionar el problema del cambio climático y aseguren la Soberanía Alimentaria.

El Cambio Climático ya está produciendo profundos impactos sobre la agricultura y los modos de vida de los pueblos indígenas/originarios y campesinos del mundo y estos impactos se irán agravando en el futuro, sino se adoptan tecnologías que ayuden a la adaptación y la mitigación de los efectos de este.



Como puede apreciarse en las siguientes gráficas elaboradas en base a datos de INETER (Estación de Ocotál) las tendencias de temperatura y precipitación son las siguientes:





Como puede apreciarse en la grafica anterior las precipitaciones tienen una tendencia decreciente aunque se presentan años con excesos de precipitación.

Problemática planteada por las personas productoras consultadas en la formulación del proyecto a cuya solución contribuirá total o parcialmente el proyecto.

Los problemas productivos planteados por las personas de las organizaciones miembros de FENIAGRO son los siguientes, los resaltados en amarillo podrán ser solucionados total o parcialmente mediante la ejecución del proyecto y la inoculación con micorrizas:

PROBLEMAS ESTRATEGICO	CECOCAFEN	MIRAFLOR	PROCOCER	PRODECOOP	TIERRA NUEVA	UCOSEMUN	UCPCO	SUMA
ROYA causada por el hongo Hemileia vastatrix.								4
OJO DE GALLO causada por el hongo Mycena citricolor.								4
NEMATODOS EN RAICES.								4
BAJOS RENDIMIENTOS								4
HONGOS EN RAICES								3
Plantas con mucha fruta que se secan, derrame.								3
Broca								3
Antracnosis causada por el hongo Colletotrichum coffeanum)								3
Mancha hierro								2
Estrés hídrico (sequia).								2
Fenómenos climatológicos.								2
Exceso de lluvia								2
Hongos en las plantas.								2



PROBLEMAS ESTRATEGICO	CECOCAFEN	MIRAFLORES	PROCOCER	PRODECOOP	TIERRA NUEVA	UCOSEMUN	UCPCO	SUMA
Perdida de fertilidad (agotamiento suelo).								2
Mal uso de agroquímicos, suelos tóxicos.								2
Cafetales afectados por enfermedades.								2
Cambio climático.								2
Manejo nutricional inadecuado (deficiencias nutricionales).								2
Semillas inapropiadas.								2
Falta políticas renovación falta de planes.								2
Falta conocimiento apropiado (falta de aplicación tecnológica).								2
Defoliación (secado de hojas).								1
Muerte en semillero.								1
Insectos que atacan la raíz.								1
Desconocimiento del suelo.								1
Desconocimiento tierra vivero.								1
Exceso sombra.								1
Establecimiento de sombra.								1
Secado de plantas.								1
Calentamiento								1



PROBLEMAS ESTRATEGICO	CECOCAFEN	MIRAFLOR	PROCOCER	PRODECOOP	TIERRA NUEVA	UCOSEMUN	UCPCO	SUMA
Hongos y bacterias (desconocimiento).								1
Requemo								1
Incremento en la aplicación de tóxicos y químicos.								1
Poco uso de biofertilizantes.								1
Poca fertilización.								1
Quemas								1
Quemas con químicos.								1
Erosión								1
Deforestación								1
Ampliación frontera agrícola.								1
Cambios bruscos de temperatura.								1
Resistencia de las plagas.								1
Contaminación aguas.								1
Cafetales viejos.								1
Tecnología para la producción orgánica incompleta.								1
Baja densidad de población.								1
Plagas de la sombra.								1
Plagas								1
Desequilibrio del suelo.								1
Baja calidad de la semilla.								1
Muchas plagas y enfermedades								1



PROBLEMAS ESTRATEGICO	CECOCAFEN	MIRAFLORES	PROCOCER	PRODECOOP	TIERRA NUEVA	UCOSEMUN	UCPCO	SUMA
Debilidad en la tierra cuando se usa mucho químico.								1
Desequilibrio en la naturaleza.								1
Falta de confianza en las alternativas que se proponen.								1
Baja productividad.								1
Falta de insumos apropiados.								1
Poca asistencia técnica.								1
Falta de financiamiento oportuno.								1
Malas políticas								1
Falta de recursos propios en la finca.								1
Falta de recursos para implementar la tecnología.								1
Crisis internacional multidimensional.								1
Falta de laboratorio.								1
Precios altos de insumos.								1
Precios bajos de la producción.								1
Granos pequeños.								1
Mal del talluelo (en vivero).								1
Hongos fusarium								1



PROBLEMAS ESTRATEGICO	CECOCAFEN	MIRAFLOR	PROCOCER	PRODECOOP	TIERRA NUEVA	UCOSEMUN	UCPCO	SUMA
Bianualidad								1
Pellejillo								1
Falta de parcelas demostrativas.								1
Edad plantaciones								1
Variedades								1
Falta de planta procesadora de abono orgánico.								1
Falta de técnicas para producir en finca abono.								1
Ley no protege.								1
Actividades que incrementan los costos.								1
Musgos								1
Falta de cultura cafetalera.								1
Mal manejo de tejidos.								1
Equilibrio roto.								1

Muchas veces se intenta matar a un patógeno vascular con un fungicida, un patógeno de raíz, por ejemplo, y se mata primero a la micorriza que al propio patógeno. Si el suelo se maltrata, se trata con agrotóxicos, o con fertilizantes, los primeros que abandonan la zona rizoférica son las micorrizas.

Cultivar de forma consecutiva, sin rotaciones, un mismo cultivo con una gran incidencia de agrotóxicos, y desplazando la vegetación original sobre un suelo que no estaba preparado para eso conlleva en primer lugar la pérdida de vida del suelo, y, digamos, **el habitante más importante del suelo son las micorrizas, no solamente para la planta, sino para el resto de los microorganismos.**

Cuando “se van” las micorrizas debido al maltrato con agrotóxicos se van también las bacterias, los hongos filamentosos, las levaduras, y queda el agricultor con

un suelo prácticamente inerte, que no sirve de tampón, que ya no aguanta la carga de productos químicos, que se erosiona y lixivia. Incluso, las micorrizas está demostrado que pueden ser en gran medida un filtro para las plantas cuando hay demasiado envenenamiento, hasta un punto, porque llega un momento en que ella se rinde y se va, y deja la planta en manos de los productos químicos y el suelo mineral inerte.

Cuando eso sucede sobrevienen todo tipo de dificultades, porque cada vez el incremento de la cantidad de fertilizantes tiene que ser mayor, cada vez la cantidad de patógenos del suelo son mayores, simplemente porque una parte de habitantes buenos han abandonado la zona, y los malos ocupan ese nicho ecológico, es cuestión de equilibrio. Seguramente que estarían todos los habitantes, buenos y malos, en el suelo, pero al irse los buenos -es una manera de decir por los benéficos- los malos invaden al suelo.



JUSTIFICACIÓN

Las organizaciones integradas en FECODESA y FENIAGRO están impulsando y apoyando programas de producción agroecológica, orgánica e integrada, procesamiento, autoconsumo y comercialización justa de café ecológico, orgánico y convencional, las cuales necesitan reducir sus costos de producción y mejorar sus niveles productivos en cantidad y calidad, la eficiencia y eficacia productiva, al tiempo que necesitan mejorar la fertilidad de sus suelos, su productividad y el medio ambiente, tomando en cuenta el cambio climático.

Los biofertilizantes constituyen una opción viable para reducir el uso de los fertilizantes minerales y de agrotóxicos que seguirán aumentando de precio conforme se incremente el costo del petróleo y gas natural y que suponen enormes costos ambientales y para la salud de productores y consumidores. Los resultados alcanzados a nivel internacional con el uso

de las micorrizas arbusculares, los cuales indican que al aplicarse puede reducir o sustituir entre un 40% y un 100% el uso de fertilizantes químicos al tiempo que se incrementan los rendimientos productivos en un promedio de 46 %.

Con el empleo de micorrizas y otros biofertilizantes puede restituirse parte de la biodiversidad nativa del suelo, y lograrse rendimientos agrícolas tan altos, o mayores, como los obtenidos con la fertilización convencional, lo que además contribuiría al desarrollo de una agricultura productivamente sostenible.

Por tanto es una necesidad aplicar opciones tecnológicas que contribuyen a contrarrestar el incremento de los costos de producción y la destrucción del medio ambiente.

La vulnerabilidad y las amenazas a la seguridad y soberanía alimentaria y a la economía y salud del pueblo se derivan además de las siguientes cifras:

Cuadro: Importaciones de fertilizantes de Nicaragua (miles de dólares)

Item/Año	2005	2006	2007
Fertilizantes manufacturados	12,168	18,630	16,055
Fertilizantes Orgánicos	13	43	226
Fosfatos Naturales	0	0	0
Sales potásicas naturales	0	0	0
Nitrato de sodio natural	0	0	923
Fertilizantes nitrogenados	23,095	78,425	28,950
Fertilizantes fosfóricos	233	4	138
Fertilizantes Potásicos	4,828	4,133	6,190
TOTAL FERTILIZANTES	40,337	101,235	52,482

Fuente: FAOSTAT

Cuadro: Importaciones de pesticidas de Nicaragua (miles de dólares)

Item/Año	2004	2005	2006
Insecticidas	6,479	9,526	7,666
Fungicidas	8,153	11,899	8,014
Herbicidas	11,957	20,488	13,548
Desinfectantes	902	1,470	1,763
	27,491	43,383	30,991

Total de fertilizantes y agrotóxicos

Fuente: FAOSTAT



Según el Banco Central las importaciones de bienes intermedios (mayoritariamente agrotóxicos) para la Agricultura fueron en millones de dólares las siguientes en los pasados cuatro años:

2006	2007	2008	2009
84.6	113.9	172.2	138.4

Mientras tanto Nicaragua importa según datos del MIFIC más de cien millones de dólares en fármacos para aliviar muchas de las enfermedades que producen los agrotóxicos. Por esos cien millones los nicaragüenses acabamos pagando un 74 % más debido a las utilidades que las distribuidoras farmacéuticas y farmacias tienen por ley.

Por otra parte la Organización Mundial de Comercio reporta que las importaciones de fármacos de Nicaragua han tenido la siguiente evolución en los últimos años (millones de dólares):

2004	2005	2006	2007	2008
160	176	199	236	297

La OMC también reporta que Nicaragua realiza las siguientes importaciones de productos agrícolas y alimentos (en millones de dólares):

Indicador	2004	2005	2006	2007	2008
Productos agrícolas	310	345	442	582	751
Alimentos	300	332	428	564	731

Los incrementos en los rendimientos productivos en más del 40 % posibilitaría exportar 477 millones de dólares más (considerando las exportaciones de Nicaragua del año 2008) así como dejar de depender de alimentos del exterior.

Se ha considerado imprescindible incluir estos microorganismos simbioses entre los elementos a tener en cuenta para un correcto manejo de los suelos agrícolas, ya que su presencia garantiza la fertilidad de los suelos y **son indicadores de excepción de la salud de los agrosistemas. A pesar de la importancia de estos microorganismos para la producción y sostenibilidad de dichos sistemas, hay un gran desconocimiento a nivel general, de su utilidad, beneficios y manejo. Con este proyecto se develarán los aspectos más prácticos y funcionales de estos microorganismos, con el fin de facilitar y masificar su empleo, promoviendo la inoculación en aquellos casos que sea necesario o potenciándolos mediante manejos agrícolas apropiados en aquellos otros en que se encuentren presentes cepas eficientes.**

Lo anterior facilitará la reconversión de la agricultura agrotóxica a la agricultura agroecológica, entendiendo por reconversión al periodo de adaptación transitorio del cultivo convencional al biológico u orgánico, en el que progresivamente, y de acuerdo a un plan que no ponga en peligro agronómica, social o económicamente la continuidad de los cultivos y la sobrevivencia de las familias campesinas, se incorporan las prácticas de la agricultura ecológica y se corregirán los defectos existentes. La reconversión tendrá como objetivo alcanzar el equilibrio del suelo, los cultivos y el entorno (Aubert y Escutia, 2001 citado por Alcove-ro (S/F)). Durante este proceso de reconversión, será preciso evaluar determinados indicadores edáficos para conocer el comportamiento del suelo.

Con el propósito de establecer, en suelos dedicados al cultivo de café, unos valores óptimos para las características biológicas, físicas y químicas que sean útiles como herramientas básicas para poder diagnosticar y posteriormente recomendar las mejoras a introducir, es necesario un trabajo de cuantificación de los indicadores edáficos tales como cantidad de



esporas de micorrizas por 100 g de suelo y el grado de micorrización de las raíces de los cultivos tomando como modelo suelos de cultivo de café orgánicos micorrizados altamente productivos.

Una alternativa de manejo que permite recuperar las condiciones de fertilidad y aún mejorarlas, es la aplicación de materia orgánica, cuya función primordial es mantener y aumentar el potencial de microorganismos habitantes del suelo con el fin de mejorar las propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo. Las micorrizas contribuyen determinantemente al incremento de los niveles de materia orgánica en el suelo, incorporando una sustancia agregante y con diversas propiedades llamada glomalina.

Uno de los principales retos que enfrenta hoy el planeta ante el cambio climático es la recurrente sequía: por tanto, la previsión y preparación ante este fenómeno es un elemento clave para reducir su impacto. En Nicaragua, son varias las zonas que están afectadas por esta situación. Teniendo en cuenta el alto impacto que estos fenómenos ejercen en la agricultura, se requieren acciones que conlleven a producir alimentos, aún en condiciones de sequía y con una reducción drástica en el uso de insumos que tienen un gran efecto invernadero directo o indirecto. Para poder evitar su aplicación es necesario hacer posible que los productores conozcan y aplique los hongos formadores de micorrizas.

El empleo de biofertilizantes, como los hongos formadores de micorrizas han sido variantes aplicadas para mejorar el suelo y contribuir a que las plantas se desarrollen más sanas y vigorosas. Los resultados de la propia experimentación campesina han demostrado la factibilidad de utilizar alternativas locales, que de manera independiente o de conjunto contribuyen a atenuar el impacto de la sequía.

El desarrollo en Nicaragua de la producción de biofertilizantes basados de hongos formadores de Micorrizas Arbusculares contribuirá a:

1. Incrementar la productividad y la calidad de la producción de los cafetales.
2. Mejorar la economía de las familias productoras.
3. Incrementar la seguridad alimentaria de las familias productoras.
4. La mejorar y catalización de los procesos de organización campesina.

5. La mejora de la salud y economía de las personas productoras y consumidoras por la reducción en el uso de agroquímicos.
6. La mejora del medio ambiente disminuyendo la contaminación por agroquímicos y gases de efecto invernadero durante la producción de los agroquímicos y su uso.
7. La adaptación al cambio climático y sus consecuencias, las sequías.
8. Evitar la pérdida irreversible en muchas ocasiones de cantidad y calidad integral (pérdida de la microflora y microfauna y la biodiversidad) de suelo, de la rizosfera y de su biodiversidad.
9. Reducir los costos de producción para asegurar la competitividad de los productos ante las importaciones de productos subsidiados en los países desarrollados, consecuencia de los Tratados de Libre Comercio y/o Acuerdos de Asociación.
10. Disminuir la contaminación por agroquímicos de recursos hídricos escasos.
11. Reducir la dependencia hacia el sistema capitalista económico de producción.
12. Desarrollar efecto demostrativo que convenza a las instancias oficiales.
13. Mejorar la utilización del suelo (tierra), incrementar la productividad, y reducir los efectos del tamaño reducido de las propiedades (superficie agrícola útil).
14. Reducir la Feminización de la pobreza por la emigración mediante la creación de alternativas de empleo en la producción y comercialización de los productos biofertilizantes.
15. Reducir los efectos de la inclusión de mujeres en proyectos asistencialistas y clientelistas, mediante la generación de empleos dignos.
16. Reducir los efectos de la exclusión de las mujeres de proyectos de desarrollo económico.
17. Contribuye a la formación de los jóvenes en procesos biológicos al vincular a estos centros con las escuelas locales para que los niños vean el proceso de producción.

Una de las bases que sustenta la agricultura orgánica es considerar el suelo como un organismo vivo, dinámico, que nace, madura y muere, presentando una transformación similar a la de un organismo o



comunidad biológica. Lo anterior hace que en la actualidad, **el suelo** no debe ser considerado solamente como soporte de las plantas, sino que debe pensarse **en él como un organismo vivo que está en constante evolución y que esa vida es la base primordial de su fertilidad.**

Las prácticas utilizadas actualmente en la agricultura orgánica consisten en inocular, desarrollar y nutrir equilibradamente la población de los micro y macroorganismos del suelo para que faciliten en las plantas la asimilación de los elementos esenciales para su desarrollo. El empleo continuo de materia orgánica y biofertilizantes durante el establecimiento y mantenimiento de las plantaciones de café, constituye la forma más eficiente para crear condiciones favorables en el desarrollo y multiplicación de los microorganismos; prácticas que mejoran la fertilidad del suelo y elevan su potencial productivo. Las micorrizas son el mejor instrumento para la incorporación de materia orgánica en el suelo. Es por ello que la simbiosis micorrizica arbuscular (SMA) será uno de los principales procesos en los que se basará el proyecto.

Necesidad para la regeneración de suelos.

La dispersión de esporas por el aire, el agua y los animales pequeños es importante en la distribución de los hongos formadores de micorrizas arbusculares, especialmente con respecto a los suelos severamente degradados y alterados, y los suelos agrícolas que han quedado bien sin cultivo de cobertura o donde se han cultivado especies de plantas no micorrizadas durante largos períodos de tiempo. Estas zonas suelen tener un número muy bajo de esporas u otros propágulos de hongos y la importación de las esporas de las zonas adyacentes se convierte en crítico para la revegetación de áreas degradadas y para la producción de cultivos en zonas agrícolas.

La inoculación suele dar resultados muy beneficiosos cuando el suelo es pobre en calidad o cantidad de hongos MA y las plantas responden en forma significativa a la micorrización o cuando se esteriliza total o parcialmente el medio. La mayor viabilidad económica de inocular, sin duda se presenta en cultivos que tienen una fase de semillero o vivero como el café o cacao, en la cual los costos de inoculación son menores y la colonización de las raíces por los hongos introducidos, una vez establecida, puede mantenerse y desarrollarse en las fases posteriores del cultivo. Un ejemplo rentable lo ha constituido, el empleo de ino-

culante en el semillero de café, a nivel experimental (Siqueira et al. 1993), lo que a la postre generó ingresos adicionales como se ha visto más arriba.

González 2005 determino en unos ensayos la influencia que tienen los HMA en la supervivencia, producción de biomasa, cociente raíz/vástago, eficiencia en el uso del agua, tasa relativa de crecimiento y potencial hídrico caulinar de plántulas sometidas a tratamientos de suelo seco y húmedo, en macetas, en condiciones de invernadero. Los resultados mostraron que el tratamiento húmedo micorrizado obtuvo un aumento significativo ($p \leq 0.05$) en el porcentaje de supervivencia (28%), tasa relativa de crecimiento (37.7%), biomasa (59.2%), eficiencia en el uso del agua (59%) y en el potencial hídrico (112%), frente a los tratamientos no micorrizados; en el tratamiento seco micorrizado también hubo un aumento significativo ($p \leq 0.05$) del potencial hídrico caulinar. Lo anterior corrobora que los HMA favorecen la supervivencia, crecimiento, relaciones hídricas y establecimiento de plántulas de *O. streptacantha*, y contribuyen a mantener el estado hídrico durante los periodos de sequía. Por ello, se recomienda micorrizar plántulas en programas de renovación ecológica de cafetales, sobre todo en zonas con precipitación limitada o con suelos deteriorados.

Los HMA son saprofitos, que degradan materia orgánica y otorgan al vegetal fosfatos y nitratos a cambio de azúcares. “Es una relación de mutuo beneficio donde la planta, el hongo y el suelo ganan, porque las micorrizas forman una malla o red hifal subterránea que permite la formación de agregados de suelo, es decir, se evita la erosión. **Esa malla puede conectar dos o más plantas y formar gremios de diferentes especies, donde todas comparten recursos y los aprovechan de forma óptima”.**

Por otro lado existe una presión inminente por desarrollar sistemas de producción vegetal respetuosos con el medio ambiente, no sólo por la demanda a nivel internacional de productos producidos de forma sostenible, sino también por el menor impacto negativo que la agricultura convencional está teniendo sobre el medio ambiente. Aunque la agricultura convencional produce suficientes alimentos para sustentar la población actual, este logro ha tenido lugar a expensas de un impacto cada vez mayor sobre la sostenibilidad de nuestro planeta. Así la aplicación de cada vez mayores cantidades de fertilizantes químicos de nitrógeno y fósforo durante los últimos cincuenta



años, ha conducido a una degradación de la calidad del aire y del agua. Además, las fuentes de nitrógeno, fósforo y agua no son renovables y en un futuro su uso en Agricultura ya no será posible debido a su disponibilidad limitada y el consecuente incremento en su costo. **Por lo tanto, la forma de manejar los sistemas agrícolas actualmente está comprometiendo, las necesidades futuras de la población, y es por esto que hay que apostarle a los sistemas de producción sostenibles. En este sentido, las micorrizas están ganando importancia ya que posibilitan la reducción del aporte de insumos como fertilizantes químicos y pesticidas y un ahorro de agua significativo.**

En Nicaragua y en toda Centroamérica existe una razón adicional por la que se debería promover el uso de hongos micorrízicos, y ésta es el alto nivel de degradación del 74% que presenta la tierra cultivada, sobre todo por erosión, con el consiguiente agotamiento de los nutrientes del suelo. Los hongos micorrízicos mejoran, como se menciona antes, la estructura del suelo y facilitan, por lo tanto, indirectamente la infiltración del agua, los procesos biogeoquímicos de reciclado de nutrientes, la resistencia frente a la erosión, y el almacenamiento de carbono en el suelo

Impacto Tecnológico. Inóculos comerciales. Necesidad de inóculos nicaragüenses adaptados.

Existen inóculos producidos a través de diversos métodos se pueden adquirir comercialmente. Sin embargo, a la hora de tomar la decisión de adquirir o no este tipo de inóculos se tendrían que tener en cuenta una serie de consideraciones. La más importante de ellas, que los productos no suelen tener el efecto que dice en la etiqueta. Desgraciadamente, esta es la mayor limitante y el mayor motivo de desilusión para la mayoría de productores agrícolas o forestales que se deciden a probar los inóculos micorrízicos comerciales, ya que no obtienen el efecto deseado. Esto es debido, por una parte, a que los inóculos comerciales contienen cepas de hongos determinados aisladas en un ambiente también determinado, por lo que estos aislados geográficos están adaptados, o al menos son tolerantes, a condiciones edáficas y climáticas particulares. La habilidad de los hongos micorrízicos de adaptarse a nuevas condiciones es lo que es decisivo en la tecnología de producción de inóculos y que se está teniendo recientemente en cuenta en los métodos de Producción de Inoculo Dirigida.

Generalmente los inóculos de probada eficacia en una región determinada, no necesariamente son eficaces en otra región del mundo. **Es más, las cepas de hongos micorrízicos están muy adaptadas al medio**, y dos cepas de la misma especie de diferentes procedencias pueden mostrar efectos completamente diferentes.

Por eso es necesario proveer un rango de inóculos nicaraguenses de excelente calidad con cepas de hongos micorrízicos adaptadas a las diferentes zonas agroecológicas del país y para aplicaciones específicas. Esto a su vez necesita ir acompañado de un soporte técnico competente, que asesore a viveristas y agricultores.

A su vez se necesita desarrollar una tecnología de producción de inóculos para contar con las cantidades comerciales necesarias para minimizar el gasto de producción y el costo de su aplicación a gran escala. Este sector de producción de inóculos, que se impulsará en el país a través del INTA, MARENA, MAGFOR, MIFIC, UNIVERSIDADES y las Federaciones de Cooperativas, Cooperativas y Alcaldías a nivel local, proporcionaría un amplio abanico de posibilidades para realizar la micorrización con el inóculo adecuado a determinados ambientes, sistema de cultivo y especies vegetales.

Los procesos productivos actuales no incluyen, desde semillero o siembra, la inoculación micorrízica. A priori, la ausencia del sistema simbiótico no produce, de inmediato, un decrecimiento de la productividad, siempre que no escaseen los aportes hídricos, de fertilización y agrotóxicos (fungicidas e insecticidas). Con el cambio climático el agua es un elemento cada vez más escaso y crucial en las regiones secas y semisecas y ante la crisis económica es cada vez más importante reducir costos de fertilizantes y agroquímicos sanitarios y plaguicidas. La introducción de hongos micorrízicos arbusculares en los suelos de cultivo agrícolas, y también en cafetales, mejora el crecimiento y la tolerancia de las plantas frente a problemas de sequía (Morte *et al.* 2000, Morte *et al.* 2001, Dell'Amico *et al.* 2002), pues mejoran los parámetros hídricos de las plantas e inducen un mayor desarrollo del sistema radical, lo que provoca un mayor y mejor desarrollo de la planta en sí, permitiendo además un ahorro en el agua de riego o un uso más eficiente de la de lluvia.



Impactos Ambientales, Tecnología limpia

Esta tecnología se cataloga como limpia y no se producen desechos, no hay posibilidad de impactos negativos durante la producción. Los factores ambientales tampoco son impactados por su aplicación, debido a que estos microorganismos se encuentran normalmente en los suelos agrícolas y forman simbiosis de manera natural con la mayoría de las plantas cultivadas.

La ventaja de producir inóculos mediante métodos “on farm” (en la finca) es que automáticamente se producen inóculos de las cepas de hongos micorrizicos autóctonas que ya están adaptadas al lugar donde se van a usar.

Los biofertilizantes son productos a base de suelo natural y por este motivo no tienen ninguna toxicidad.

Este tipo de biofertilizantes no suelen perder eficacia por lo menos durante 2 años; siempre hay que almacenar el producto bajo techo y en la sombra.

Cuando se hacen 2 aplicaciones – trasplante a la bolsa y después trasplante al campo – no se necesitan más aplicaciones con el inoculante durante toda la vida de la planta, ya que el micelio del HMA en el suelo sigue al crecimiento de las raíces.

Por la red muy incrementada de absorción se puede llegar a reducir totalmente las dosis de los abonos químicos, para que la misma cantidad de nutrientes entre a las raíces; la razón para este buen fenómeno es que la pérdida de nutrientes por lavado al subsuelo es muy reducida y además las raíces exploran hasta 1000 veces más suelo.

Como resultado del proyecto se obtendrá un biofertilizante cuya introducción es estratégica en el marco de una agricultura sostenible para garantizar la seguridad alimentaria y fortalecer el manejo y conservación de los ecosistemas agrícolas. Contribuye en forma real y objetiva a mejorar, desde el punto de vista agrícola, el uso sostenible de la diversidad biológica.

Todos los beneficios de los hongos micorrizicos que se han señalado hasta aquí hacen obvio que existen razones de peso para incluir las funciones y actividades de las micorrizas en sistemas y programas integrados de manejo de nutrientes, de patógenos, del uso

del agua, etc., especialmente donde los suelos son fijadores de fósforo, frágiles y están sujetos a erosión o pérdida de nutrientes. Además, es recomendable también que los ecólogos y los técnicos medioambientales empiecen a considerar a los hongos micorrizicos en los estudios de biodiversidad y función de ecosistemas.

Captura de carbono en el suelo.

Según *La Salle 2008 citado por Grain 2009*, los investigadores están desentrañando los mecanismos mediante los cuales se captura el carbono en el suelo. Uno de los descubrimientos más significativos es la alta correlación existente entre niveles altos de carbono en el suelo y gran cantidad de hongos que forman micorrizas. Estos hongos ayudan a hacer más lenta la degradación de la materia orgánica. “A partir de nuestro sistema de ensayos de campo, realizados en colaboración con el Servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, y encabezados por el doctor David Douds, es posible demostrar que el sistema de soporte biológico de las micorrizas es más prevalente y diverso en sistemas manejados orgánicamente que en suelos tratados con fertilizantes y pesticidas sintéticos. Estos hongos ayudan a conservar la materia orgánica formando agregados de materia orgánica, arcilla y minerales. En estos agregados el carbono se hace más resistente a la degradación que cuando está libre y por lo tanto hay mayores posibilidades de que se conserve. Estos descubrimientos demuestran que los hongos que forman micorrizas producen una sustancia llamada glomalina que actúa como un poderoso pegamento y que estimula una mayor agregación de las partículas del suelo. El resultado es una mayor capacidad del suelo para retener carbono.

OBJETIVOS

Objetivos General

Dotar de una tecnología que contribuya significativa y efectivamente a que en las organizaciones miembros de FENIAGRO, FECODESA y la Red del Café se pueda dar una efectiva reconversión de agricultura convencional u orgánica a la agricultura ecológica mediante el aprovechamiento de hongos micorrizicos arbusculares benéficos, implementando un servicio de Facilitamiento Participativo de Transferencia Tec-



nológica para: la detección, cuantificación, aislamiento, purificación, determinación y certificación de su efectividad, multiplicación/producción a gran escala/reproducción (creación de ceparios) y aplicación en el cultivo de café en primer lugar, pero también para los demás cultivos de los sistemas de producción de Nicaragua, evaluación de la micorrización de los biofertilizantes y bioprotectores durante la etapa de cultivo.

Específicos

1. Estudiar la ocurrencia micorrizica en las zonas de las fincas de los productores aislando, reproduciendo, clasificando y produciendo semiindustrialmente los HMA.
2. Validar cepas de HMA en condiciones de invernadero y de campo con el propósito de evaluar la respuesta de los inóculos en diferentes especies cultivadas en las fincas de los productores de café.
3. Producir inóculos² de HMA de calidad³, de fácil aplicación y transporte mediante métodos integrados en el sistema de cultivo (“on-farm production”) con costos económicos razonables y beneficios inmediatos constatables.
4. Asegurar el control y la certificación de la calidad de los procesos de producción, del producto (inoculante), del proceso de inoculación y del resultado final (rizosfera, rendimiento, afectación por enfermedades, etc).
5. Facilitar la adopción por las personas productoras.

² Como inoculante debe entenderse a aquel producto biológico que facilita la introducción de microorganismos con diversa actividad fisiológica que favorece el crecimiento y desarrollo de las plantas.

³ Para determinar la calidad del producto en dependencia del tipo de inoculante se establecen normas donde la cantidad de esporas/gramo que se tendrán en cuenta para establecer la calidad del producto para la posterior comercialización depende del tipo de micorriza, del sustrato y del tipo de planta hospedante utilizado (33). Los rangos de concentración de esporas/gramo de sustrato, establecidos para los inoculantes varían en dependencia del tipo de inoculante producido. En dependencia de la tecnología de producción que se utilice, se debe garantizar que el inoculante obtenido este libre de fitopatógenos.

Resultados

Resultado 1.1. Creadas capacidades de trabajo en laboratorio para la identificación, reproducción y creación de inventarios de cepas de HMA y preparación de inóculos.

Resultado 2.1. Evaluada la respuesta de cepas nativas en cultivos de las fincas de las personas productoras y diferentes condiciones agroecológicas.

Resultado 3.1. Existe una empresa cooperativa de servicios eficientemente administrada propiedad de FENIAGRO y FECODESA que con personal capacitado produce y facilita la producción de inóculos en las fincas de las personas productoras, controla la calidad y comercializa biofertilizantes a base de HMA.

Resultado 4.1. Obtenidos en las condiciones de las fincas de los productores y a nivel central inoculantes micorrizicos de alta calidad.

Resultado 5.1. Al menos 44 Productores de 7 centrales y uniones de cooperativas han adoptado la tecnología y la están promoviendo entre 1002 personas productoras que la han adoptado o están en proceso de adoptarla. Resultado 5.2. Personas productoras de al menos 19 municipios están conociendo la tecnología.

Metodología

El papel clásico de los técnicos y extensionistas es la capacitación y la transferencia de nuevas tecnologías, pero no debería ser sustituir las decisiones que debe tomar el agricultor. Un buen técnico o extensionista es aquel que está comprometido con la sostenibilidad de las producciones, lo que significa preparar al agricultor para entender las causas de sus problemas y decidir.

La metodología a adoptar con el proyecto tomará en cuenta los siguientes principios básicos:

- Los problemas son locales, puntuales y específicos y solo los que lo padecen lo pueden saber.
- El desarrollo se genera a partir de los problemas y de la identificación de sus causas, nunca desde las soluciones.



- La participación exige tiempo, dedicación y mucha coherencia, pero sus resultados pagan con creces el esfuerzo.
- No basta con que exista el problema, es imprescindible que los actores sientan y reconozcan su existencia y deseen resolverlo.
- El volumen de recursos necesarios para resolver un problema es inversamente proporcional al grado de participación que tengan los que lo padecen, en su identificación y solución.

Criterios para el desarrollo de las micorrizas como nueva tecnología.

La tecnología pues, es uno de los elementos esenciales que permitirán conseguir el paradigma de Desarrollo Agroecológico Sostenible; pero para que así sea, tiene que desarrollarse bajo ciertos criterios de responsabilidad ética y con una visión de sus posibles consecuencias a largo término. Algunos de estos criterios podrían resumirse de la siguiente forma:

1. Visiones estratégicas que se centren en la renovación de los sistemas, el cambio de paradigma (hacia el desarrollo agroecológico sostenible) y la interdisciplinariedad.
2. Búsqueda de soluciones centradas en las causas, no en los síntomas.
3. Aplicación del principio de precaución, no el de compensación.
4. Estrategias orientadas a sistemas, más que a los productos finales.
5. Aplicación de valores éticos y alto nivel de sensibilización.
6. Innovación hacia el Desarrollo Sostenible.
7. Aprendizaje continuo y desarrollo de nuevos conceptos (reflexión y feed-back constante)
8. Principios de viabilidad, interacción, auto-organización, subsidiariedad, co-evolución, principio de aprendizaje y desarrollo, etc.

Integración metodológica

El trabajo del proyecto se encaminará a acompañar y apoyar técnicamente las actividades productivas de las organizaciones miembros de FENIAGRO con per-

sonas productoras de café, con el objetivo de contribuir a la solución de los problemas locales que hoy enfrenta la caficultura nicaraguense y cooperar en la apertura de espacios de debate y reflexión con los técnicos y profesionales, como recurso fundamental con que se cuenta para resolver estos problemas y lograr establecer nuevos paradigmas de producción que garanticen un aumento en la producción de alimentos y de la calidad de vida de los productores, técnicos y profesionales del sector agropecuario.

Los resultados obtenidos por los investigadores, técnicos y productores líderes que den solución a los problemas identificados se generalizarán en base a la metodología de campesino a campesino.

Metodologías a implementar en cada una de las etapas del proyecto.

Estudio de las zonas y áreas a cultivar así como de la ocurrencia micorrízica buscando cepas en las fincas de los productores y/o bosques aledaños, aislando, reproduciendo los hongos, clasificándolos, produciéndolos y revisando y certificación de cepas puras (creación de colección de hongos, cepas puras, etc).

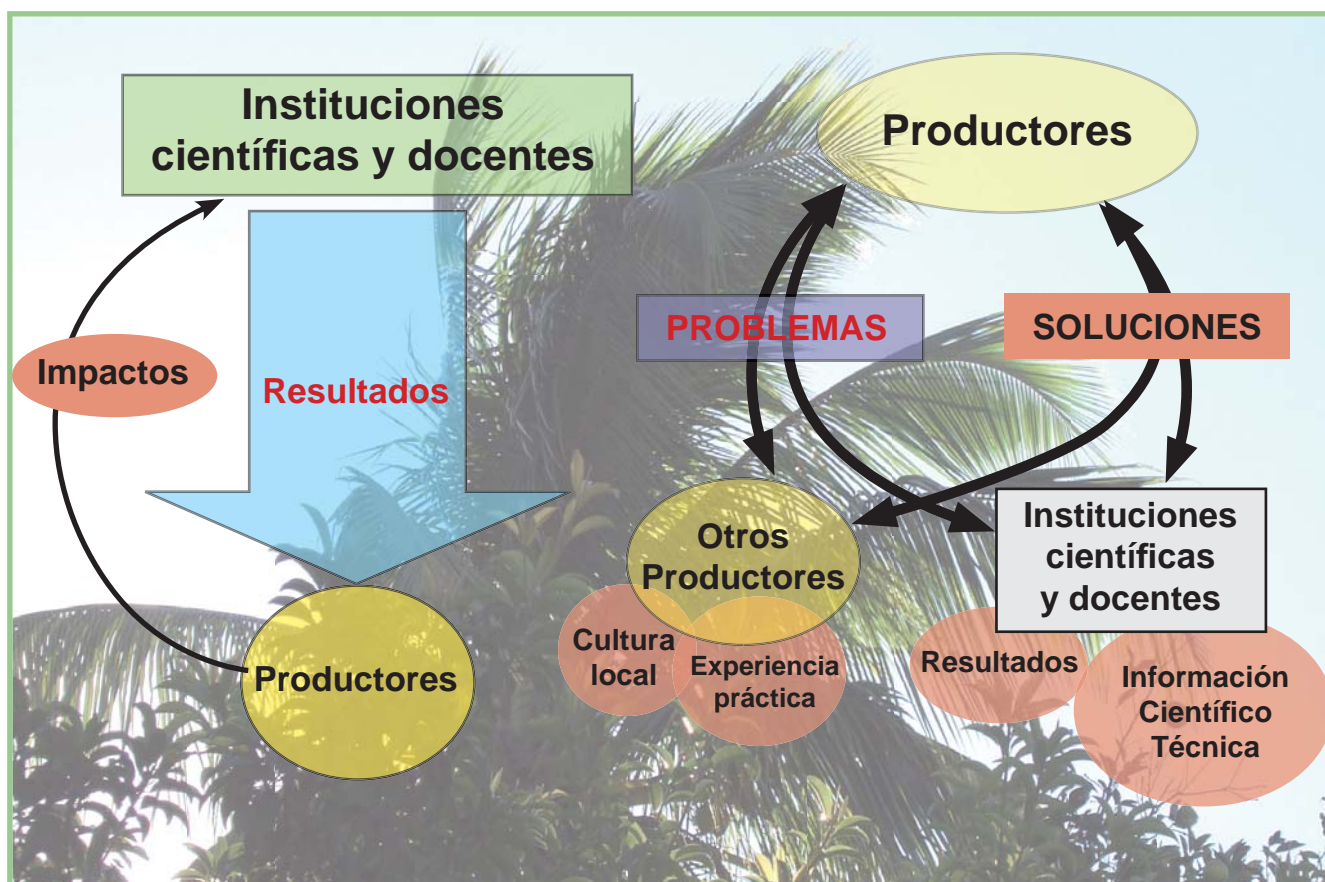
Se partirá de los problemas identificados en la fase de formulación del proyecto y que están presentados en este documento. En el gráfico de la página siguiente se indica la forma en que se trabajará.

Transferencia participativa y no participativa de tecnologías.

La toma de muestras de cepas podrá ser realizada por los propios productores, a partir de un seminario impartido por los técnicos. Igualmente, los productores realizarán ensayos de campo en sus fincas para comprobar (validar) las mejores cepas. Este proceso inicial será la base para adoptar posteriormente el producto. La experimentación de las personas productoras puede ser muy útil en este proyecto.

Esto es independiente de los ensayos que montarán los técnicos en determinadas parcelas.

Validación de cepas de HMA en condiciones de invernadero y de campo con el propósito de evaluar la respuesta de los inóculos en diferentes especies cultivadas (incluyendo el café) en las fincas de los productores de café.



Los productores validarán en sus fincas y los técnicos e investigadores en las centrales y uniones de cooperativas y a nivel central las cepas de HMA. Se evaluará la respuesta de las cepas nativas en al menos 3 cultivos de las fincas de los productores.

Producción de inóculos de HMA de calidad, de fácil aplicación y transporte mediante métodos integrados en el sistema de cultivo (“on-farm” production) con costos económicos razonables y beneficios inmediatos constatables.

Se constituirá un consorcio empresarial entre FECODESA y FENIAGRO que promoverá y apoyará la producción, certificación y comercialización de los inoculantes.

Los técnicos y productores con apoyo y supervisión de los investigadores producirán los inóculos en las fincas de los productores y a nivel de centrales y uniones y los aplicarán en las mismas.

Se capacitará y dará asistencia técnica para el manejo de las herramientas técnico-metodológicas necesarias para la producción y gerencia de la empresa.

A nivel de las centrales y uniones de cooperativas y a nivel central se crearán 7 ceparios.

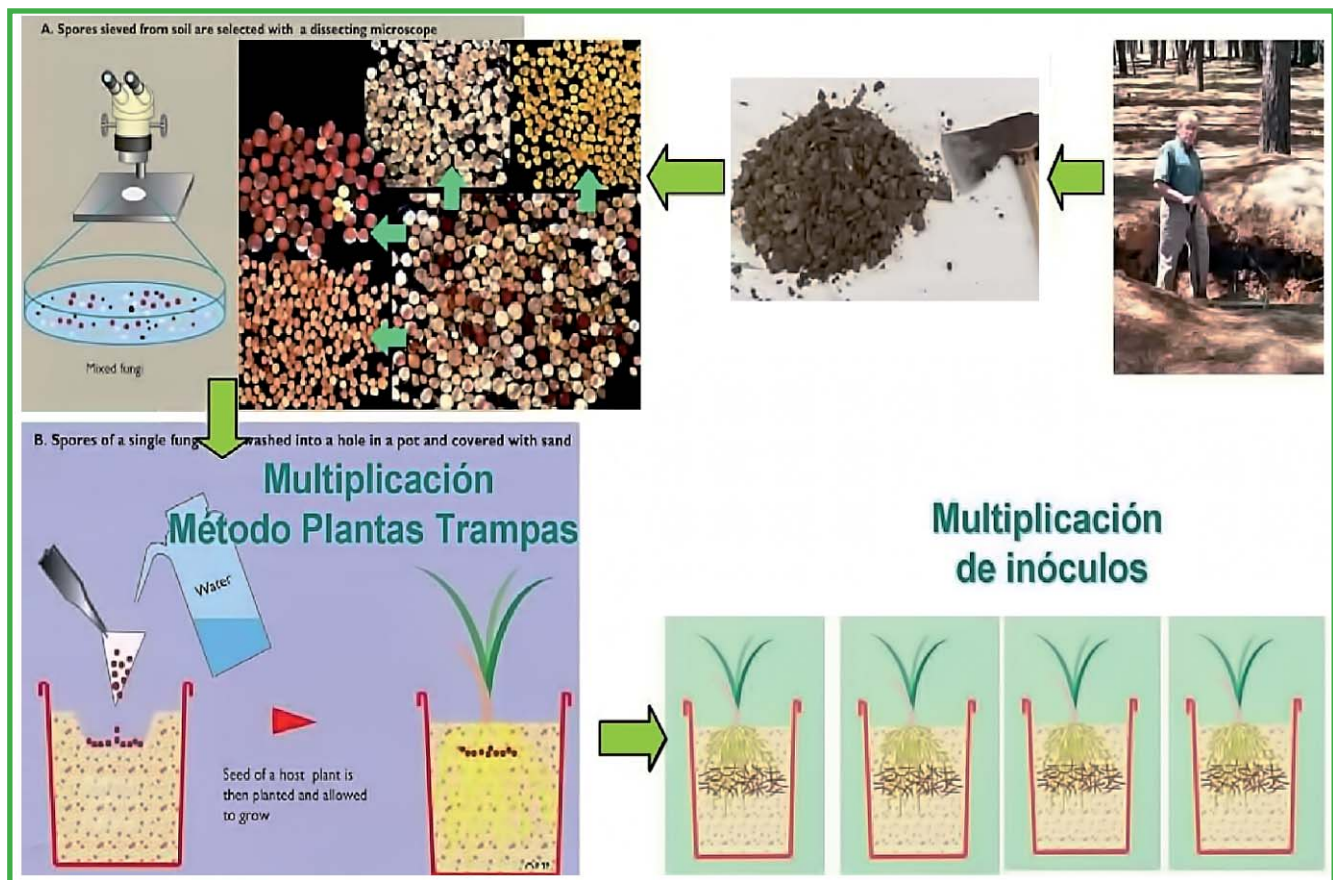
Descripción general de los procesos

A continuación se plantea el aislamiento, mantenimiento y reproducción de cepas nativas puras de hongos micorrizógenos versículo arbusculares.

Los procesos analíticos se desarrollarán de acuerdo con las siguientes metodologías:

El Proceso biotecnológico de la producción de inoculantes a base de hongos micorrízicos para uso en caficultura del proyecto será aproximadamente igual al presentado en el diagrama de la página siguiente.

Así pues el proyecto establecerá las actividades de aislamiento y clasificación de las especies y cepas de micorrizas existentes en los cafetos de al menos 7 zonas representativas. Los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) se ubican actualmente en el orden Glomales de la clase Zygomycetes, Según Morton y Benny (1990); Walker (1992); INVAM (1999) se estiman alrededor de 171 especies.



El proceso permanente en el o los laboratorios en función de la colecta, localización, selección y control y evaluación de hongos (de cara a la obtención de una o varias supercepas) será aproximadamente el descrito a continuación:

Para la selección del hongo se empleará el procedimiento propuesto por Chung 2007.

Para la obtención de muestras se propondrá el protocolo de tamizado húmedo y decantación propuesto por Gerdemann y Nicolson (1963) citado por Montilla S/F.

Se propondrá la obtención del manual de identificación de Schenk y Pérez (1990) citado por Montilla S/F, las descripciones originales y la descripción propuesta por la International Collection of Vesicular and Arbuscular Mycorrhizal Fungus (INVAM, 2007). <http://invam.caf.wvu.edu/>.

La Multiplicación de la población de HMA presente en dichos suelos, se propondrá su desarrollo según la técnica del “cultivo trampa” descrita por Oehl *et al.* (2003).

El Conteo de esporas y el aislamiento de esporas se propondrá realizarlo mediante la aplicación de la técnica del tamizado húmedo (Gerdemann y Nicolson, 1963).

La cuantificación del Porcentaje de colonización metodología descrita por Phillips y Hayman (1970), para clarificar y teñir las raicillas. La cuantificación se realizará según el método descrito por Giovannetti y Mosse (1980).

La cuantificación se realizará según el método descrito por Giovannetti y Mosse (1980) y evaluación del porcentaje de colonización micorrizica de las raíces (Koske y Gemma, 1989).

- Porcentaje de densidad visual (D.V.)

Se determinará mediante el método propuesto por Herrera (1988).

En muy pocos de los casos la identificación se podrá llevar hasta nivel de especie, quedando en su mayoría al nivel de género y describiéndose en esos casos algunas de las principales características de dichos aislamientos.



Para complementar los objetivos de caracterización del funcionamiento micorrízico “nativo” se considerará un grupo de factores como:

- Ubicación de las raíces del cafeto, a partir de la distancia a que se encuentran estas del tallo y la profundidad en el perfil del suelo.
- Etapa fisiológica del cultivo, expresadas como inicio de fructificación y post - cosecha.
- Siete condiciones edafoclimáticas diferentes.

El análisis de la colonización fúngica se llevará a cabo mediante técnicas de microscopía, a través de las cuales se observa una fase extrarradical, que incluye micelio y esporas y una fase intrarradical del mismo, con hifas intra e intercelulares, arbusculos y en algunas especies vesículas. Se contemplará la documentación fotográfica del mismo.

La metodología a seguir para la revisión del estado micorrízico será mediante tinción de estas raíces con Azul Tripán (Phillips y Hayman, 1970) y cuantificación del porcentaje de micorrización (Giovanetti y Mosse, 1980).

Tipo de formulación, estrategia de aplicación o momento de aplicación del biofertilizante producido y en su caso certificado.

La cantidad de biofertilizante que se puede obtener está en función de las dimensiones de esta planta (un cantero multiplicador estándar de 10m de largo, por 1m de ancho por 30 cm de altura produce 3000 litros del biofertilizante (como unidad de medida se puede utilizar el volumen del producto en litros, aunque este

sea sólido, porque los pesos varían en dependencia del sustrato que se utilice para producir el biofertilizante). En la Tabla 1 se pueden apreciar las dosis del biofertilizante necesarias para diversos cultivos y el número de plantas que pueden inocularse con las mismas.

Tamaño y localización de la o las plantas o laboratorios de producción de inóculos.

Instalaciones próximas a Centrales y Uniones de Cooperativas de FENIAGRO y FECODESA, Nicaragua. En esta primera fase se instalaría únicamente un laboratorio planta central que abastecería a las plantas piloto “en finca” que operarían los propios productores y a las que se les apoyaría con el control de calidad.

Localización

Zona centro-norte de Nicaragua, que cuente con áreas para la producción y mantenimiento de inoculante genético.

Factores que determinan el tamaño

En una primera fase estará en dependencia de la diversidad de inoculante de calidad genética a producir y mantener, se estima en 50 toneladas de biofertilizante.

Características del mercado de consumo (con énfasis en las centrales y uniones miembros de FENIAGRO):

Los datos de los que dispone FENIAGRO respecto a las actividades productivas de sus centrales y uniones asociadas son las siguientes:

Organización	Brindan servicios control de control y certificación de procesos y productos	Manzanas de granos básicos	Manzanas de café	Manzanas de café orgánico	Manzanas de ajonjolí	Manzanas de pasto
Central de Cooperativas Multisectoriales de Importación y Exportación Nicaraguenses DEL CAMPO R.L.	1				4000	



Organización	Brindan servicios control de control y certificación de procesos y productos	Manzanas de granos básicos	Manzanas de café	Manzanas de café orgánico	Manzanas de ajonjolí	Manzanas de pasto
Unión de Cooperativas de Servicios Múltiples del Norte UCOSSEMUN R.L	1	73,422	42,047	6,000		
Unión de Cooperativas Productoras de Café Orgánico UCPCO R.L	1	400	2,000	2,000		
Central de Cooperativas Lácteas CENCOPEL R.L						98,400
Central de Cooperativas Cafetaleras del Norte CECOCAFEN R.L	1	2,002	8,698			
Unión de Cooperativas de Servicios Agropecuarios Tierra Nueva COSATIN R.L	1	495	1,500			
Central de Cooperativas de Servicios Múltiples Promotora de Desarrollo Cooperativo de Las Segovia PRODECOOP R.L	1	6,900	6,000	2700		
Unión de Cooperativas Agropecuarias Héroes y Mártires de Miraflo UCA-MIRAFLO	1	1,800	140	140		
TOTAL	7	85,018	60,385	10,840	4,000	98,400



Características del mercado de proveedores:

El principal insumo para el proyecto lo constituyen los propágulos de hongos micorrizógenos nativos que están presentes en las fincas y/o zonas de las fincas de los productores.

Los equipos y reactivos pueden conseguirse en el mercado local a partir de empresas importadoras o pueden adquirirse directamente tanto en el mercado norteamericano, como europeo y asiático. Ver listados más abajo.

Disponibilidad de recursos financieros:

Existen posibilidades de financiamiento si las organizaciones cooperativas gestionan conjuntamente. Además con aportes parciales como contraparte de las organizaciones podría ponerse en marcha el proyecto.

Características del personal requerido.

Perfil del líder del proyecto:

Requisito principal:

Lic. en Ciencias Biológicas, Ing. Agrónomo, Ing Forestal, Ecólogo Vegetal o Microbiólogo con conocimientos de fitotecnia y biotecnología.

Preferiblemente con los requisitos adicionales (no esenciales):

- Preferiblemente con Máster en Ecología y Sistemática Aplicada o Agroecología.
- Con experiencia en investigaciones biológicas.
- Con experiencia en investigación sobre micorrizas.
- Conocimientos de fertilidad del suelo y biofertilizantes.
- Ecología del suelo y Eco fisiología vegetal.
- Reproducción masiva y comercialización de biofertilizantes micorrizógenos.
- Conocimientos de Ecología funcional de ecosistemas tropicales.
- Conocimientos de Taxonomía clásica de la división.
- Glomeromycota y Funcionamiento ecológico y sucesional de las micorrizas VA en bosques tropicales.
- Influencia de las micorrizas VA sobre cultivos agrícolas anuales o perennes y especies forestales.

- Reproducción masiva y comercialización de biofertilizantes micorrizógenos.
- Substratos adecuados, recomendación de cepas, experimentos de extensión y generalización.
- Substratos adecuados, recomendación de cepas, experimentos de extensión y generalización. Ecología y manejo de las micorrizas en planes agrícolas y forestales.

Perfil del personal técnico de las organizaciones:

Se considera que al menos el nivel debe ser de técnico medio en agronomía o ciencias afines (biólogo, forestal, fitopatólogo, etc.), sin embargo podrían ser útiles personas con nivel de bachillerato. Estas se encuentran disponibles en las centrales y uniones.

Cargos y funciones del personal a contratar:

Coordinador general del proyecto.

Funciones:

- Estudiar la ocurrencia micorrizica buscando cepas en las fincas de los productores y/o bosques aledaños, aislando, reproduciendo los hongos, clasificándolos y produciéndolos.
- Validar cepas de HMA en condiciones de invernadero y de campo con el propósito de evaluar la respuesta de los inóculos en diferentes especies cultivadas en las fincas de los productores de café.
- Asesorar en la Producción inóculos de HMA de calidad, de fácil aplicación y transporte mediante métodos integrados en el sistema de cultivo (“on-farm” production) con costos económicos razonables y beneficios inmediatos constatables.
- Asegurar el control y la certificación de la calidad de los procesos y del producto (inoculante), del proceso de inoculación y del resultado final (rizosfera, rendimiento, afectación por enfermedades) en un laboratorio central para conducir este proceso y verificar la identidad de las cepas.
- Asesorar en la adquisición de equipos.
- Capacitar al personal local, técnico de las centrales y uniones de FENIAGRO y de FENIAGRO como tal en las técnicas implementadas y validadas.



Técnicos de FENIAGRO y de las Centrales y Uniones.

- Lograr la adopción por las personas productoras. Capacitar a los productores en las técnicas aprendidas.
- Facilitar los procesos de innovación y adopción de la tecnología por los productores. Contribución a la socialización de la tecnología en las comunidades rurales.
- Suministrar la información requerida para la realización de los trabajos y el acceso a las instalaciones de nuestros especialistas.
- Servir de contrapartida a los especialistas en las visitas a las instalaciones, en la recopilación de información y de las muestras.

Tecnología de producción:

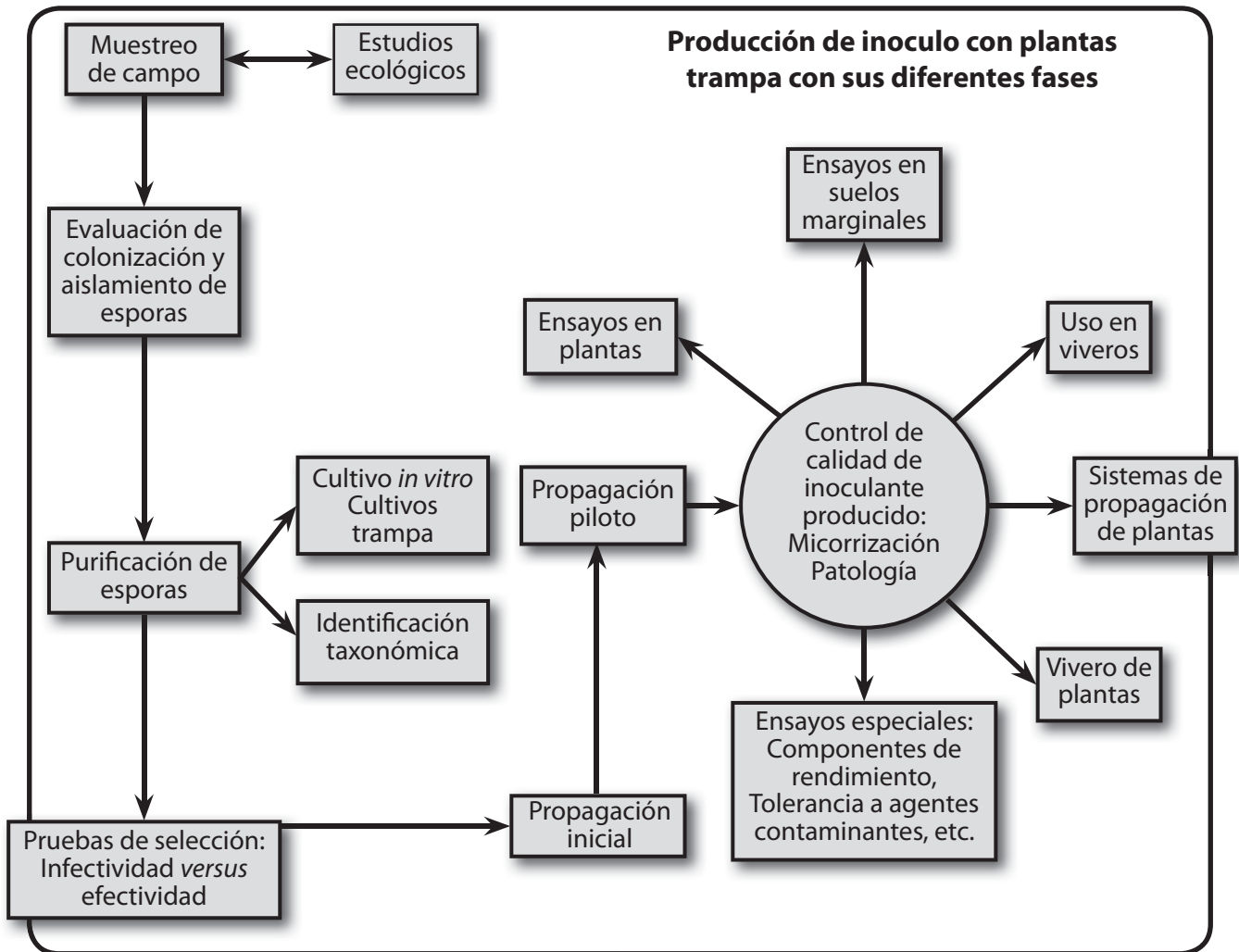
La figura siguiente muestra un sistema de producción de inóculo con plantas trampa con sus diferentes fases.

Economías de escala:

Se considera que el proyecto tendrá suficiente demanda para un aprovechamiento óptimo del proyecto. En su primera fase serán 1002 productores.

Localización

19 municipios del Centro Norte de Nicaragua.



Estrategia de Sostenibilidad.

Las centrales y uniones de cooperativas miembros de FENIAGRO (las que tienen más de 13 años de operación como promedio) así como FENIAGRO como ins-

titución dispondrán de su propio laboratorio, banco de inóculos e instalaciones semiindustriales para la producción de inoculante básico así como personal calificado (con grado de técnico medio) para su operación. El proyecto ha sido consultado y aprobado por



las organizaciones de FENIAGRO y los productores están demandando la tecnología. Es un proyecto de las organizaciones no para las organizaciones.

Los costos de operación serán en mayor medida variables y serán asumidos por los mismos productores que hagan uso de los servicios. El manejo de los costos será transparente y se basará en los sistemas disponibles de contabilidad existentes en las cooperativas.

Además existirán sinergias con otros proyectos en marcha de las centrales y uniones asociadas, como son los laboratorios de producción de *Bauveria bassiana* o el uso de otros entomopatogenos o entomófagos así como de FENIAGRO como tal.

FENIAGRO tiene firmados convenios con UNIVERSIDADES y el INTA a través de las cuales podrán analizarse cualitativamente los resultados tanto en el proceso de fabricación de los inoculantes como en el resultado del uso de los mismos. Con el apoyo de otros organismos de cooperación se podrán obtener recursos para la promoción de la tecnología y profundización de la capacitación a los productores sobre la elaboración, mantenimiento y uso de los biofertilizantes.

Aseguramiento del control y la certificación de la calidad de los procesos y del producto (inoculante), del proceso de inoculación y del resultado final (rizosfera, rendimiento, afectación por enfermedades).

Este se realizará en el laboratorio central de FENIAGRO dispuesto para estos fines. Los costos de operación serán en mayor medida variables y serán asumidos por los mismos productores que hagan uso de los servicios. El manejo de los costos será transparente y se basará en los sistemas disponibles la FEDERACION.

No existe en este momento ningún laboratorio público o privado que brinde los servicios de análisis para la determinación de la calidad de los inoculantes micorrizicos.

Adopción por las personas productoras.

Se desarrollarán actividades mediante metodologías de procesos de capacitación e innovación participativa, tales como los modelos muy promisorios que contribuyen a la adopción de las tecnologías por las personas productoras, como las ECA y el MACaC, que

se caracterizan por ser muy participativos y se sustentan en los principios de educación de adultos, entre otras ventajas.

Por ello, de acuerdo con las características del proyecto, para la adopción de la tecnología por las personas productoras se ha decidido adoptar un modelo de capacitación e innovación participativa.

Síntesis de la metodología. Innovación para la producción de inoculos de HMA.

El proyecto desarrollará su propio sistema para la generación, transferencia y el perfeccionamiento de las tecnologías de producción y difusión para el manejo de biofertilizantes a base de HMA, que es precisamente su red de centrales y uniones de cooperativas que se integrarán en el proyecto, integrada por los especialistas del proyecto así como los técnicos de las cooperativas y los activistas agroecológicos de las mismas.

El modelo tiene cinco etapas, a saber:

- I- **Generación:** Todo el proceso de investigación formal, que se desarrollará en los laboratorios, semi- laboratorios y parcelas experimentales, estas últimas en áreas para la experimentación o en unidades de producción (cooperativas). Será conducida por los investigadores del proyecto y en su caso por los especialistas de posibles organizaciones aliadas, como el INTA con el que FENIAGRO ha suscrito un convenio pero también con MARENA, MAGFOR, MIFIC y UNIVERSIDADES.
- II- **Validación:** La tecnología será validada bajo diferentes condiciones edafo-climáticas y socio-económicas, para garantizar su funcionamiento y realizar adecuaciones. Este proceso de innovación se realiza directamente en unidades de producción (personas productoras de referencia y otros).
- III- **Demostración:** Con ella se logrará la familiarización de los productores de un territorio con la nueva tecnología y se demostrará su factibilidad. Se realizará de en las mismas unidades donde se efectúe la validación o simplemente ambas se realizarán al a la vez.
- IV- **Adopción:** Es la generalización de la tecnología entre los productores de un territorio.



V- **Perfeccionamiento:** Durante la adopción (generalización) de la tecnología por las personas productoras, surge la necesidad de perfeccionarla. Aquí es esencial los aportes que le introducen las propias persona productoras a la tecnología, que desde luego requerirá de evaluaciones por parte de los especialistas del proyecto e instituciones aliadas. Esta es la fase final de todo el proceso y se considera una de las más importantes, en la que las personas productoras tienen una gran participación.

Respecto a la actuación en todo el proceso de los investigadores, los especialistas del proyecto, los técnicos de las cooperativas y las propias personas productoras, se puede considerar que el modelo del proyecto será transdisciplinario y participativo (ver

Tabla siguiente), principalmente por estar organizado como una estrategia del proyecto, rectorado y asesorado metodológicamente por especialistas y apoyado por el sector productivo (FENIAGRO y FECODESA), con un nivel de financiamiento y voluntad política adecuado.

La generación de la tecnología de biofertilizante se realizará principalmente por el proyecto, quien ejecutará sus investigaciones en condiciones de laboratorio, semi-laboratorio y área experimental, aunque algunos experimentos serán realizados también en condiciones de producción, muchas veces de forma paralela a los de las parcelas experimentales. Esto garantizará una información rápida del comportamiento de la tecnología bajo las condiciones de producción.

Etapas del proceso	Participación de los principales actores ¹				
	Investigadores	Especialistas Del proyecto	Especialistas de las Instituciones aliadas	Técnicos de las cooperativas	Activistas y personas productoras
I- Generación	Elaboración del proyecto, dirección científica y ejecución (IF)	Ejecución de experimentos (IF)	Participación en los experimentos de replicación (IF).	Participación en los experimentos de replicación. (IF)	Idem. (personas productoras de referencia) (IF)
II- Validación	Dirección científica y evaluación de resultados (IF)	Dirección científica (IF)	Ejecución (IP)	Ejecución (IP)	Ejecución (personas productoras de referencia y
III- Demostración.	Asesoría científica (IF)	Dirección científica (IP)	Ejecución (IP)	Ejecución (IP)	Ejecución (personas productoras de referencia y
IV- Adopción	Análisis (IP)	Asesoría científica	Dirección técnica (IP)	Ejecución (IP)	Ejecución (IP)
V- Perfeccionamiento	Análisis (IP)	Análisis (IP)	Análisis (IP)	Evaluación (IP)	Evaluación (IP)

(1). Modelo de investigación: (IF)- Investigación formal, (IP)- Investigación participativa.

La experiencia de realizar parte de las investigaciones y la validación de las tecnologías en condiciones de producción será muy positiva (fincas de las personas productoras).

Un eslabón muy importante en todo el proceso serán los laboratorios de las centrales y uniones de cooperativas, quienes no sólo participarán en la generación y validación de las nuevas tecnologías, sino que serán



prácticamente los actores principales en la transferencia y perfeccionamiento de estas a nivel de cada central o unión.

El hecho de que los laboratorios de las centrales y uniones sean verdaderos equipos interdisciplinarios facilitará todo el proceso, principalmente por la rapidez con que realizarán adecuaciones de las tecnologías a las condiciones locales. Muy importante resultará el hecho de que también estas unidades podrán generar nuevas tecnologías, principalmente para la solución de problemáticas específicas locales. Esto fortalecerá estas unidades, que junto con los servicios científico-técnicos y la educación, constituirán uno de los principales eslabones del sistema y una poderosa red de unidades de innovación agroecológica, ya que involucrará a los técnicos y personas productoras.

Los laboratorios de las Centrales y Uniones y sus equipos tendrán el contacto directo con las personas productoras y dedicarán el mayor tiempo y recursos a la extensión, ya que no sólo realizarán seminarios y otras actividades de educación, sino que facilitarán el acceso de las personas productoras a los servicios científico-técnicos y realizarán directamente la transferencia de nuevas tecnologías.

Las personas productoras innovadoras serán un elemento fundamental. Estas personas son las más interesadas en la introducción de nuevas tecnologías, son muy dispuestas para realizar experimentos y quieren ser las primeras en demostrar los nuevos avances científicos en sus unidades de producción.

Desde luego, este proceso no se podrá realizar sin la valiosa participación de los técnicos fitosanitarios, así como de los activistas del proyecto.

Por supuesto, también a este sistema tributan otros institutos y las universidades, cuya contribución al desarrollo fitosanitario del país es importante.

El proyecto tiene una fase de prospección de cepas y desarrollo del producto, en que también habrá alguna participación de los productores, pero esencialmente constituyen una serie de investigaciones aplicadas para lograr el producto final, las que necesariamente deben estar articuladas con los procesos que se desarrollen para la adopción del producto.

Para la adopción de la tecnología o bioproducto a base de micorrizas que se pretende sea utilizado por

los productores de café y otros, se desarrollará un proceso en las etapas siguientes:

1. Diagnóstico-sensibilización. Es una de las primeras actividades del proyecto en cada municipio y zona. Esta etapa se realizará mediante talleres locales, apoyados en encuestas a productores de café y técnicos o extensionistas. La información que se genere será de mucha utilidad para el resto de las etapas.
2. Formación de facilitadores. Se hará una tipificación de los extensionistas o técnicos de acuerdo a sus funciones en el proyecto, para posteriormente capacitarlos en los diferentes procesos que se desarrollarán con los productores. Estas personas son básicas y por tanto estarán bien preparadas.
3. Capacitación participativa. Es un proceso continuo que se inserta en todas las etapas del proyecto, que debe realizarse a partir de un programa temático dinámico. Constituye una vía para asegurar la calidad de los procesos.
4. Experimentación con agricultores innovadores. Se organizará una red de personas productoras innovadoras que muestren sensibilidad, inquietudes, habilidades y compromiso para la experimentación. Estas personas serán atendidas sistemáticamente por técnicos capacitados como facilitadores de procesos de innovación participativa. Esta etapa es muy importante, ya que permitirá validar el producto para las condiciones locales, a la vez que será la vía para el proceso de adopción por el resto de los productores, ya que estos agricultores innovadores serán los protagonistas de los procesos de adopción y perfeccionamiento de la tecnología.
5. Adopción de la tecnología por personas productoras. Es una de las principales etapas y se desarrollará combinando, en una primera fase, las experiencias de la metodología de las ECA y posteriormente las del modelo MACaC para el trabajo con las personas productoras. Se complementa con procesos de sistematización de experiencias y evaluación de impactos realizados en talleres a diferentes niveles.
6. Perfeccionamiento de la tecnología. Es una etapa posterior a la adopción, se incluye si es posible. Generalmente se realiza durante 1-3 años



posteriores a la adopción, mediante procesos participativos, pero de menor frecuencia. En esta etapa se termina la evaluación de impactos.

Las metodologías para cada una de las actividades que incluyen todas estas etapas deberán ser elaboradas previamente, aunque pueden ser ajustadas en la práctica, para lo cual el proyecto tendrá un equipo de extensión, que trabajará muy coordinadamente con el equipo de desarrollo del producto.

La participación de estudiantes y profesores para realizar trabajos prácticos en su formación, así como los trabajos de diploma será de gran apoyo en el proyecto, siempre que sea coordinado y en función de las demandas del proyecto. Hay muchísimos temas de investigación para trabajos de estudiantes, inclusive para maestrías y doctorados.

El proyecto creará un sistema de información, como tipo boletín, para contribuir a la socialización de los procesos y divulgar las mejores experiencias.

Se incluirá algún tipo de evento científico-técnico en etapas avanzadas del proyecto, en que participen los extensionistas, los especialistas e investigadores y otros relacionados con la temática, como vía para intercambiar y evaluar. Pudiera ser un taller o congreso nacional al terminar la etapa de innovación con agricultores y el otro al final del proyecto.

Así pues para asegurar la adopción se desarrollarán procesos de innovación participativa con personas productoras líderes (experimentadoras) para tener la tecnología adaptada a cada zona.

Desde estas personas productoras, y dirigido por ellas, se llevará a los demás mediante la metodología de campesino a campesino descrita más arriba. Es decir se usará una combinación de ambas metodologías lo que permitirá mayores impactos.

La investigación acción participativa a usarse en el proyecto, es considerada, como lo plantea Vazquez 2008, como una etapa muy revolucionaria, que se caracteriza por considerar los saberes de las personas productoras, sobre la base de la transdisciplinariedad, favorece el trabajo en redes y contribuye paulatinamente a la solución de los problemas ambientales y sociales de las personas productoras y a una mayor diversidad de tecnologías.

Es decir, la investigación formal es académica, impositiva, en que predomina la verticalidad; en cambio, la investigación participativa tiene las siguientes características:

- Considera los criterios de las personas productoras.
- Es holística.
- El rol predominante es para el agricultor.
- Se tiene en cuenta el conocimiento empírico.
- Hay mayor motivación del agricultor.
- Se solucionan los problemas de las personas productoras.
- Las propuestas tecnológicas se ajustan a condiciones locales.
- Conceptualiza que la realidad se puede cambiar con la intervención del agricultor.
- Da la posibilidad de que todos formen parte del proceso.
- El agricultor tiene participación en la generación de las tecnologías.

Por supuesto, la investigación participativa puede complementar los estudios formales y esto garantiza mejores resultados; se considera que tanto la formal como la participativa tienen rigor.

Por ello se argumenta la importancia de la participación del productor desde que se está concibiendo el proyecto y su actuación es mayor en etapas de validación y adopción de la tecnología, de forma tal que se logre un verdadero equipo de investigación transdisciplinario.

Se considera que la experimentación que realizan las personas productoras en sus fincas es para adaptar a sus condiciones tecnologías generadas por centros científicos, para darle solución a sus problemas mediante experimentos diseñados por ellos mismos y para conocer nuevas cosas que les inquietan.

Calificaciones científico técnicas del personal de contraparte que requerirán los expertos en función de dejar capacidades instaladas.

Se considera que al menos el nivel debe ser de técnico medio en agronomía o ciencias afines (biólogo, forestal, fitopatólogo, etc.)



ESTUDIO DEL MERCADO POTENCIAL

Cantidades producidas

En Nicaragua no se conoce producción comercial significativa de ningún tipo de inóculos de HMA como biofertilizantes, bioprotectores o biorestauradores.

La producción primaria de biofertilizantes en Nicaragua y el mundo.

Producción a nivel nacional e internacional.

A nivel nacional no se conoce producción de inoculantes de HMA nativos.

En Centroamérica la principal producción comercial de inoculantes está en la Univesidad de El Zamorano, la cual está en capacidad de producir unas 100 toneladas por año, sin embargo las cepas de micorrizas, independientemente de que sean nativas o introducidas, siempre tienen que ser ensayadas en cuanto a su efectividad en cultivos y climas concretos. Se necesita llevar a cabo ensayos independientes serios para afirmar que un producto micorrizico sirve o no y nunca olvidar que los resultados obtenidos no son generalizables, sino sólo aplicables a las condiciones en las que se ensayaron. Sin embargo se conoce que una especie introducida puede ser efectiva, ahí el problema es que no suele conocerse el efecto ecológico que puede tener una cepa introducida sobre las nativas.

Los aislamientos en lugares de origen buscan rescatar cepas rústicas y bien adaptadas a las condiciones edafoclimáticas, es decir, aquellas relacionadas con el suelo y el clima.

No existe ninguna empresa que este en capacidad de brindar el servicio propuesto por el proyecto.

Reglamentación de la calidad de los biofertilizantes a base de inóculos de micorrizas (genético, certificado y comercial)

En Nicaragua no se dispone de una reglamentación al respecto. En México se establece que los Fertilizantes, biofertilizantes, inoculantes y enmiendas son sujetos de una autorización previa otorgada por la Dirección de Defensa Vegetal (DDV). Se requiere que estén debidamente etiquetados, acompañados con la documentación solicitada y análisis laboratorial. Resolución N° 789/04 de 27/07/04. Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Consumo nacional e internacional

No existen datos en referencia a este aspecto. La FAO solo contempla la producción, uso y comercio mundial de fertilizantes químicos.

Hubbert demostró la producción y las características de agotamiento de los combustibles fósiles, las características de la producción de fertilizantes de P y el agotamiento (véase IFIA 1997 en los datos sobre reservas mundiales P) siguen la forma de campana misma curva. Usando lo que ahora se llama Hubbert linealización, que se utiliza para ajustar una curva en forma de campana de extracción de combustibles fósiles y el agotamiento, la misma campana con forma de predicción de la disponibilidad de reserva puede ser visto por P (figuras 8 y 9).

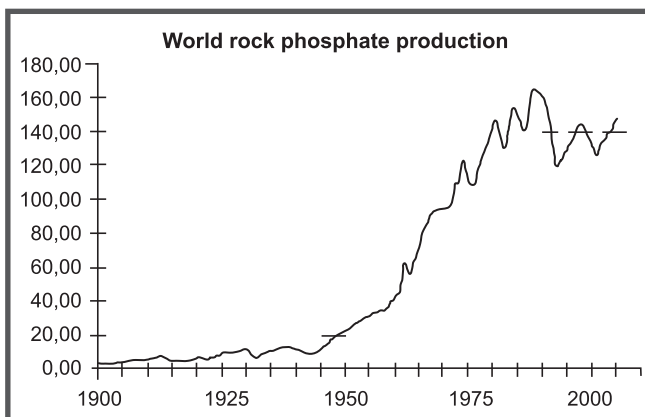


Figura 8: La producción real de la roca fosfórica.

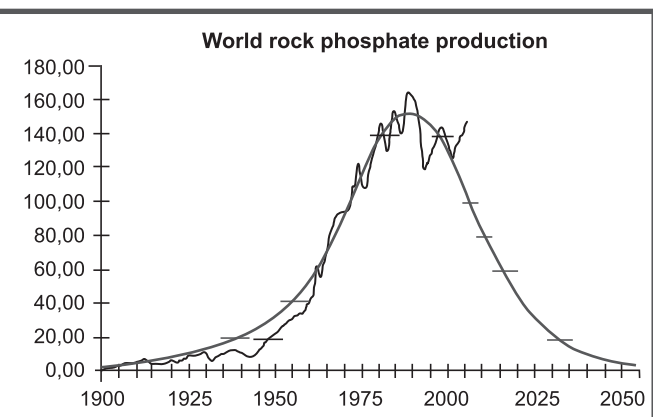


Figura 9: Colocación de la curva de Hubbert a la producción de roca fosfórica, que muestra las fechas probables de agotamiento.



Consumo mundial y nicaragüense en Toneladas de producto primario equivalente.

No se ha encontrado información al respecto. La FAO tampoco dispone de esta información.

Comercio internacional

Descripción de los productos finales, características y usos.

El inóculo micorrízico: Es un Producto biológico que facilita la introducción de hongos micorrizicos que favorece el crecimiento y desarrollo de las plantas y/o la producción de hongos comestibles.

Aspectos físicos del inóculo micorrízico: Pueden ser líquidos (agua destilada) o sólidos (acarreador).

Acarreadores: Sustratos sólidos: turba, carbón activado, arcillas, vermiculita, alginatos, etc.

El inoculante consta de un determinado sustrato, las raicillas de una especie vegetal particular, y al menos, una cepa del hongo micorrizógeno;

Algunos inoculantes comerciales tienen hasta 150 esporas por gramo.

Inoculantes

Se propone una categorización de los inoculantes similar al de las semillas, la cual sería la siguiente:

Inoculante genético: Inoculante original resultante del proceso de mejoramiento genético capaz de reproducir la identidad de una cepa, producida y mantenida bajo el control directo de su obtentor, o bajo su dirección o supervisión por otra instancia, en su nombre.

Inoculante autorizado: Posee suficiente identidad y pureza ceparia, que ha sido sometido al proceso de certificación y que cumple con los requisitos establecidos para el INOCULANTE certificado, excepto en lo que a su procedencia se refiere.

Inoculante básico: Obtenido a partir del INOCULANTE genético, sometido al proceso de certificación; que cumple con los requisitos establecidos para la categoría en el reglamento específico de la cepa o grupo de cepas correspondientes.

Inoculante de fundación. Ver: inoculante genético.

Inoculante certificado: Inoculante obtenido a partir de inoculante genético o de fundación o de cepa de inoculante registrada, que cumple con los requisitos mínimos establecidos en el reglamento específico de la especie o grupo de especies y ha sido sometida al proceso de certificación.

Inoculante común: INOCULANTE no comprendido en las categorías de inoculante genética, inoculante básica, inoculante registrada, inoculante certificada e inoculante autorizada, pero que cumple con los requisitos mínimos de calidad y sanidad para su utilización como inoculante.

Inoculante de calidad: Posee un conjunto de requisitos, tales como: pureza ceparia y física, porcentaje de germinación y presencia o ausencia de organismos patógenos, tanto internos como externos.

Inoculante registrado: Obtenido a partir del inoculante genético o de fundación, sometida al proceso de certificación; que cumple con los requisitos mínimos establecidos para la categoría en el reglamento específico de la especie o grupo de especies correspondientes.

Se ha estimado que para inocular una planta de café, en vivero, se requieren 200 esporas.

Se estima en 100 esporas por gramo la calidad requerida por un inoculante comercial aunque existen productos con hasta 4000 esporas por gramo.

Control de calidad

Se desarrollarán los procesos descritos más abajo con el fin de asegurar la presencia de propágulos y ausencia de organismos que pudieran resultar patógenos.

A pesar de la importancia que actualmente tienen los inoculantes, desafortunadamente, no se cuenta con un organismo que regule y evalúe la calidad de los mismos. Dado que se carece de estándares que establezcan la cantidad mínima de propágulos infectivos de los hongos micorrizicos, así como de garantizar que los inoculantes estén libres de organismos fitopatógenos, ningún inoculante comercial podría ser calificado como de alta calidad. Un inoculante debe contener una cantidad de propágulos de hongos micorrizicos que permita colonizar la planta y producir



con el tiempo, efectos positivos en el crecimiento y desarrollo. Con base en lo anterior, cada compañía anuncia lo más apropiado para sus productos y como consumidores solo queda el recurso de aplicarlos y esperar resultados; o bien, proceder a la evaluación del inoculante y corroborar si cumple o no con lo que se presenta en la etiqueta del producto.

Terminología en la clasificación de los inóculos micorrízicos.

El inóculo es una mezcla de suelo que presenta fragmentos del hongo formador de micorrizas (propágulos: esporas, hifas, y fracciones de raíz colonizadas).

Usos cultivos potenciales

A continuación se presentan algunas experiencias de algunos productores en la utilización de los hongos micorrizógenos en otros cultivos.

Tabla 1: Cultivos en los que puede usarse y las dosis de uso respectivas (para un tipo de inoculante).

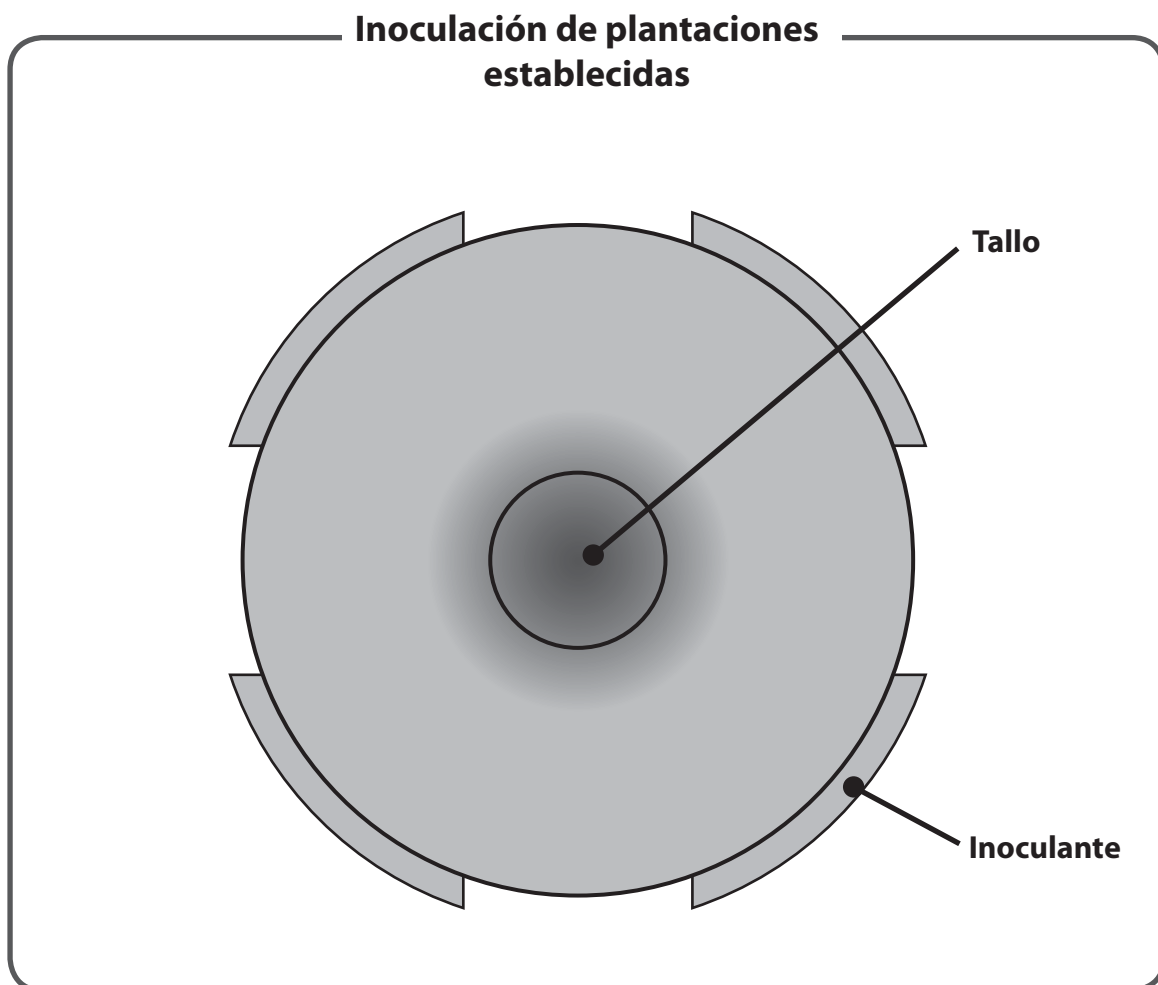
Forma de inoculación del biofertilizante.	Cultivos	Dosis empleadas en la inoculación	Plantas inoculadas con 1 litro de MF	Plantas inoculadas con 1 m³ MF (1000 litros)	Marco de siembra de algunos cultivos (Plantas por ha)
Cepellones	Tabaco, hortalizas	1/6 del volumen de sustrato	100 plantas	100000 plantas	Tomate 47 619 Calabaza 23 810
Macetas, tubetes o bolsas	Frutales, forestales, café	10 cc/planta (una cucharada de postre colmada)	100 plantas	100000 plantas	Piña 25 000 Vitroplántulas
Semilleros	Tomate, ajíes, cebolla, flores	0,5 litros/m ²	Se inoculan 2m ²		
Siembra directa en surcos con distancia. de siembra pequeña	Maíz, frijoles, ajo pastos sorgo	0,5 litros/m lineal	2 metros lineales		143 surcos / ha
Siembra directa de semillas agámicas grandes	Yuca, plátanos, malanga, papa	0,25 litros/semilla	4 plantas	4 000 plantas	Plátano 2 ,000 Ñame 2,500 Yuca 27,778 Boniato 37,037 Papa 55,556 Caña 63 surcos/ha



Tabla: Incrementos en rendimiento (%) obtenidos por la aplicación de Inoculante micorrízico

CULTIVOS	INCREMENTO (%)
Soya	20-50
Maíz	20-50
Arroz	15-50
Algodón	18-50
Girasol	15-50
Tomate	15-50
Trigo	15-50
Frijol	36-50
Pastos	33-70
Cafeto (posturas)	30-170

También se pueden inocular plantaciones establecidas tal como se muestra en el siguiente gráfico.



Estudio de la demanda nacional

Las consultas realizadas con las organizaciones miembros de FENIAGRO Y FECODESA han indicado que de existir el producto este sería demandado, por lo que

para este proyecto la demanda a mediano plazo sería de aproximadamente 32000 familias



En la primera fase del proyecto se han estimado las siguientes cantidades de promotores involucrados:

ORGANIZACION	No. De personas productoras líderes innovadoras (áreas demostrativas en fincas de productores)	No. Promedio de personas que podrían adoptar la tecnología por cada líder	Número total de personas que adoptaran la tecnología	Personal técnico de la central o unión que acompañará
CECOCAFEN (Uca San Ramón)	13	9	117	2
UCA MIRAFLORES	3	25	75	2
UCOSEMUN (Cooperativa La Unión)	2	25	50	2
UCPCO	5	46	230	5
PRODECOOP	10	20	200	14 técnicos (44 promotores)
UCA TIERRA NUEVA	11	30	330	2
TOTAL	44		1002	27

Estudio de la oferta

Oferta internacional

La oferta internacional no se considera debido a que los inoculantes con cepas no nativas no suelen ser ecológicamente apropiados. Tampoco existen empresas que brinden el servicio para la producción de inóculos nativos.

Estimación de la oferta nacional

No se conoce oferta nacional.

Capacidad instalada de producción o distribución de Micorrizas en Nicaragua:

En Nicaragua no existe capacidad instalada conocida para la producción de micorrizas.

Productos ofrecidos, calidades y especificaciones.

Aunque existe a nivel mundial diversidad de productos que permiten su aplicación exitosa no solo en la producción de posturas y en semilleros, sino en los cultivos de siembra directa (granos, cereales y otros) mediante el recubrimiento de las semillas, en dosis del 6 al 10 % del peso de las semillas, requiriéndose entonces de pequeñas cantidades/ha (1 – 6 kg.ha-1),

lo cual amplía sensiblemente el espectro de acción práctica de la simbiosis, en Nicaragua no existe oferta de producto nativo.

Análisis situacional – Consumidor

Actualmente no se han encontrado estudios y estadísticas al respecto.

En una primera etapa el mercado cautivo para el proyecto serían aproximadamente 1002 personas productoras.

Segmentación demográfica para el consumo de los productos del proyecto

Para los inóculos genéticos, certificados y comerciales.

Se prevé que las centrales y uniones dispongan de inóculos certificados y comerciales, mientras que la federación como tal contará con los inóculos genéticos.

Empresas Competidoras

Las empresas que actualmente están produciendo inóculos con comercialización en Nicaragua es la Universidad de El Zamorano, con su empresa Spin Off, Mycoral, la cual tiene como representante a CISA AGRO.



Listado e informaciones de las empresas de la región comercializadoras de inóculos.

Mycoral en Colombia y Honduras y Ecomic en Cuba.

Precios de mercado de los inóculos.

0.3 USD Kg. puesto en la Universidad de El Zamorano (Honduras).

100 plantas 30 Centavos de dólar.
3000 plantas 9 dólares.

Canales de comercialización

El canal de comercialización utilizado en Nicaragua por El Zamorano es la comercializadora de agrotóxicos CISA AGRO.

El proyecto utilizaría las estructuras organizativas de las centrales y uniones de cooperativas de FENIAGRO en 19 municipios del país.

Ingeniería del proyecto

Infraestructura física

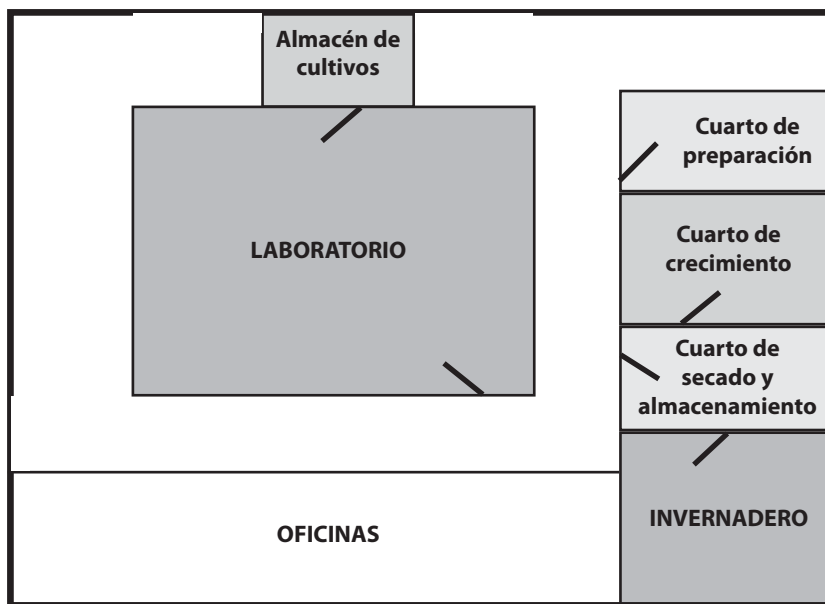
No es el laboratorio propiamente dicho lo que garantiza la cantidad del biofertilizante a producir, sino las plantas de producción, que pueden ser bastante rústicas o artesanales, digamos. El laboratorio es solo área de análisis y control de la calidad (en el estarían los microscopios, la centrífuga, el fregadero con me-

setas para realizar los tamizados, etc.).

La planta semiindustrial será un lugar habilitado, cercado por malla antiáfidos en su perímetro, y una armazón de metal (tubos), bambú o madera, que sostenga un techo de nylon u otro material que deje pasar la luz y que impida la entrada de animales y el impacto de las gotas de lluvia directamente sobre el suelo. El biofertilizante se produciría en canteros o bandejas plásticas multiplicadores; su cantidad es determinada por el tamaño que se le dé a esa planta o casa de vegetación y a las necesidades del biofertilizante que se requiera producir. Es importante tener claro que el proceso de producción del biofertilizante en la planta dura de tres a cuatro meses (incluye el secado del biofertilizante), por lo que en un año, si se trabaja eficientemente podrían obtenerse 3 producciones.

La cantidad de biofertilizante que se puede obtener está en función de las dimensiones de esta planta (un cantero multiplicador estándar de 10m de largo, por 1m de ancho por 30 cm de altura produce 3000 litros del biofertilizante (como unidad de medida se utiliza el volumen del producto en litros, aunque este sea sólido, porque los pesos varían en dependencia del sustrato que se utilice para producir el biofertilizante). En la Tabla de más arriba se pueden apreciar las dosis del biofertilizante necesarias para diversos cultivos y el número de plantas que pueden inocularse con las mismas.

A continuación se presenta un croquis de la infraestructura que se requeriría.





Características de la planta semiindustrial:

1. **Techo:** de nylon o tejas transparentes que dejen pasar la luz del sol y colocadas inclinadas para que el agua corra. Las dimensiones dependen de la cantidad de producción a realizar.
2. **Perímetro:** malla antiáfida ⁴
3. **Piso:** de gravilla o cubierta de nylon o cementada.
4. **Canteros de bloques o ladrillos recubiertos (con resano y fino), piso cementado con un drenaje adecuado para evitar encharcamientos.** Estos canteros pueden ser de 10m de largo por 1m de ancho por 30cm de profundidad, como tamaño estándar, que produciría 3000 litros del biofertilizante, la cantidad de canteros que determinan las dimensiones de esta planta, están en dependencia de las demandas del producto a obtener. En caso de ser posible se adquirirán bandejas plásticas. ⁵
5. **Sistema de riego por aspersion o riego manual (con regaderas).**
6. **Materia prima para el sustrato del biofertilizante:** Se utilizaría el suelo propio del lugar mezclado con materia orgánica en proporción (80 % de suelo y 20% del material orgánico). La materia orgánica puede ser cualquiera de los materiales siguientes, dependiendo de su disponibilidad en el mercado (turba de cualquier tipo sin nemátodos, cachaza de caña, humus de lombriz, estiércol bien descompuesto y otros).⁶
7. **Molino de capacidad media o desbrozadora:** se puede solicitar el servicio.

⁴ La malla antiafida no debe estar directamente sobre el piso, lo mejor es que tenga un muro o soporte que la separe de este a fin de que tenga mayor duración.

⁵ Evaluar el tema de la temperatura en la zona donde se van a montar, ya que el hecho de que los canteros son de paredes y piso cementados y el techo de nylon transparente, se pueden producir altas temperaturas en el sustrato de los canteros.

⁶ La desinfección de esto se realizará mediante solarización. Se calculará mayor cantidad de nylon transparente para solarizar.

8. Envasadora y cosedora de sacos.

9. Área de secado y almacenamiento del producto final (bajo techo).

Bienes y equipos requeridos

Los materiales y los equipos de laboratorio sirven en primer lugar para el aislamiento de las esporas de los hongos micorrizógenos nativos. O sea, con este equipamiento se aíslan las esporas para conformar las cepas puras, que son la base para producir el biofertilizante a gran escala. Con posterioridad, estas mismas capacidades y/o equipos se utilizan para certificar la calidad del biofertilizante producido. Este equipamiento queda entonces listo para seguir siendo empleado en este tipo de trabajo, en ciclos productivos posteriores. Por supuesto, que existen algunos materiales gastables y/o reactivos, que será necesario ir reponiendo a medida que se vayan consumiendo (azúcar, glicerina, etc.).

Para el laboratorio:

Equipos

- Microscopio compuesto con aumentos de hasta 1000x.
- Microscopio estereoscópico con Fuente de luz incidente.
- Batidora doméstica Osterizer o similar, de 8 velocidades.
- Centrífuga de vasos colgantes y Tubos de centrífuga de 50 ml. Debe llegar a la velocidad de 2500 rpm.
- Equipo de baño de María u hornilla eléctrica o de gas.
- Bomba de vacío.
- Balanza de 0.1 g de precisión
- Termómetro de 0 a 100 oC (2)
- Refrigerador doméstico
- Destilador de agua pequeño.
- Sellador de bolsas plásticas

Reactivos

- Peróxido de hidrógeno (1 litro)
- Azúcar blanca comercial (1 kg)
- Hidróxido de potasio (500 g)
- Acido clorhídrico (1 litro)
- Acido láctico (1 litro)
- Glicerina o glicerol (2 litros)
- Agua destilada o desionizada.



Cristalería:

- 15 Recipientes de 1 litro de boca ancha Beaker o vaso de precipitado (cristal).
- 1 Recipiente plástico con asa y pico de 2 litros (jarra plástica).
- 1 Embudo buchner para kitasato.
- 1 Kitasato de 3 lit.
- 1 caja Pipetas Pasteur.
- 10 Vidrios de reloj.
- 10 cajas Portaobjetos de 26 x 76 mm
- 20 cajas Cubreobjetos de 22 x 22 mm.
- 1 Cesta plástica.
- 5 Cajas para guardar portaobjetos con muestras (de 100 divisiones).
- 1 probeta de 1 litro.
- 1 probeta de 250 ml.
- 1 botellón plástico de 25 litros y con llave en el fondo, para agua tratada.
- 6 placas Doncaster.

Materiales y Utensilios:

- 5 cajas Papel de filtro de filtrada rápida. El diámetro debe ser mayor que el del embudo buchner.
- Manguera para vacío 50 cm.
- Manguera normal de jardinería de aprox. 1.5 m
- 3 Agujas enmangadas.
- 1 embudo plástico o cristal grande (más de 30 cm de diámetro).
- 1 Soporte universal real o inventado. (con la base grande y pesada que quepa en el fregadero).
- 1 Tamiz de 2000 µm (2.0 mm).
- 1 Tamiz de 500 µm (0.5 mm).
- 1 Tamiz de 140 µm (0.14 mm).
- 1 Tamiz de 40 µm. (0.04 mm).
- 1 Regadera de pistola (ferretería).
- 3 Pinzas de relojero.
- 3 pinzas de laboratorio largas.
- 1000 Bolsas de nylon de capacidad 2 lit.
- Un frasco plástico de 1 lit. con tapa de rosca.
- 2 frascos lavadores 500ml.
- 6 frascos goteros 10ml.
- 2 palitas de jardinería.
- Malla fina y láminas de aluminio para construir tamices.
- Nylon transparente para solarizar el sustrato.

Proveedores de maquinaria y equipos de laboratorio:

CAM Internacional, Sánchez & Martínez S.A.

Tel. 2270 7055
Cammia@aol.com

Adolfo Gröber & Cia

Apartado postal 2560
MANAGUA/Nicaragua
Tel. 22665136-8, Fax 22665139
e-mail: agroeber@cablenet.com.ni

Puschendorf Cia. Ltda

Puschendorf Co. Ltda,
Kilómetro 6 1/2 Carretera Sur
Contiguo a Banpro Nejapa,
Tel. 2265-1535, 2265-1222

SINTER, S.A.

Rotonda el Periodista 100 mts al sur,
Contiguo a OFIPLAZA
Teléfono: (505) 2780177 -- Fax: (505) 2780279
Apartado Postal:#708
Managua, Nicaragua.

TECNOQUIM, S. L.

Polígono Industrial Oeste
Avda. Principal, P 29/28
30169 Murcia (Spain)
Tel.: 968 88 02 98 Fax: 968 88 04 17
ventas@tecnoquim.es
www.tecnoquim.es
Delegación: Polígono Ind. Campollano
C/. D, 57. NAVE 9. 02007 ALBACETE
Tel. 967 60 98 60 Fax: 967 60 98 61
albacete@tecnoquim.es
www.tecnoquim.es/resources/ofertas_aparatos.pdf

EVEREST

C/ Francesc Layret, Nº 9
Polígono Industrial El Pla
08750 MOLINS DE REI (Barcelona)
Tel. 902.10.8848 Fax. 936.686.661

Duerolab, S.I.

C/ Edison, 36
37007 Salamanca
Tel. 923 219 840
Fax 923 218 471
duerolab@duerolab.com



LABOLAN S.L.

Polígono Ind. Comarca 2,
Calle A - nº 47
Teléfono (+34) 948 325 392
info@labolan.es

Periodo operacional estimado de los laboratorios y de las plantas

El periodo operacional de los equipos de laboratorio se estima en 10 años y el de los edificios e infraestructura de las plantas en 20 años.

Aspectos administrativos

Para la ejecución del proyecto se constituirá un consorcio que se constituirá mediante contrato entre dos o más uniones o centrales cooperativas en el marco de FENIAGRO por el cual se vincularán temporariamente para la ejecución del proyecto.

El consorcio no estará destinado a obtener y distribuir ganancias entre los partícipes, sino a regular las actividades de cada uno de ellos.

No tendrá personalidad jurídica. Cada integrante deberá desarrollar la actividad en las condiciones que se prevean, respondiendo personalmente frente al tercero por las obligaciones que contraiga en relación con la parte de la obra, servicios o suministros a su cargo, sin solidaridad, salvo pacto en contrario.

El contrato de consorcio se instrumentará por escrito y contendrá:

- 1) Lugar y fecha del otorgamiento e individualización de los otorgantes.
- 2) Su denominación con el aditamento “Consorcio”.
- 3) Su objeto, duración y domicilio.

- 4) La determinación de la participación de cada contratante en el proyecto a ejecutar, así como de sus obligaciones específicas y responsabilidades.
- 5) Normas sobre administración, representación de sus integrantes y control del consorcio y de aquellos, en relación con el objeto del contrato.
- 6) Forma de deliberación sobre los asuntos de interés común, estableciéndose el número de votos que corresponda a cada partícipe.
- 7) Condiciones de admisión de nuevos integrantes, causas de exclusión o alejamiento de partícipes y normas para la cesión de las participaciones de los miembros del consorcio.
- 8) Contribución de cada integrante para los gastos comunes.
- 9) Sanciones por el incumplimiento de las obligaciones de los miembros.

El contrato de consorcio y sus modificaciones se constituirá en un contrato privado que contendrá la denominación, la individualización de sus integrantes, el objeto, la duración, el domicilio y los datos referentes a su inscripción.

Aspectos legales

Para los distintos tipos de servicios y las formas de acceso de la tecnología que tendrán los productores se establecerá un tipo de Licencia Pública General que posibilite que los productores puedan gestar su mismo proceso de desarrollo en forma pública, abierta y cooperativa de manera que se generen más fuentes de empleo y un mercado local, dando posibilidades y oportunidades de trabajo digno, y estimulando proyectos de integración cooperativa en términos justos, autogestionarios y que económicamente mejoren las condiciones de vida a las personas productoras, que también puedan compartir conocimiento y cultura.





MARCO LÓGICO E INVERSIONES

Marco lógico

Objetivo específico	Actividades	Acciones	Indicadores	Resultado	Indicadores de impacto	
1. Estudiar la ocurrencia micorrizica en las zonas de las fincas de los productores aislando, reproduciendo, clasificando y reproduciendo los HMA.	Instalación de un Centro de Servicios Científico-Técnicos para el Desarrollo Endógeno de la Agricultura Ecológica (Agroecología) en Nicaragua	Diseño, construcción y operación de un Centro de Servicios Científico-Técnicos para el Desarrollo Endógeno de la Agricultura Ecológica (Agroecología) en Nicaragua.	1 Laboratorio de uso múltiple.	Resultado 1.1.	20 personas técnicas de las organizaciones de FENIAGRO y FECODESA capacitadas para la operación de laboratorios y plantas semiindustriales de producción de biofertilizantes a base de HMA	
			1 oficina administrativa	Resultado 1.1.		
			5 cubículos para el personal técnico.	Resultado 1.1.		
			1 centro de documentación.	Resultado 1.1.		
			1 Sistema de acopio y reservorio de agua.	Resultado 1.1.		
			1 techo de invernadero para 200 metros cuadrados.	Resultado 1.1.		
			Contratación (1 año) de personal científico técnico experto para el entrenamiento de personal local.	4 Personas contratadas.	Resultado 1.1.	
			Contratación (1 año) de personal técnico local.	4 Personas contratadas Manuales de producción y bioseguridad elaborados.	Resultado 1.1.	
			Equipamiento del Laboratorio	Adquisición de equipos y materiales.	Resultado 1.1.	
			Visitas a los campos de producción	Adquisición de 2 vehículos todo terreno (usados).	Resultado 1.1.	



Objetivo específico	Actividades	Acciones	Indicadores	Resultado	Indicadores de impacto
2. Validar cepas de HMA en condiciones de invernadero y de campo con el propósito de evaluar la respuesta de los inóculos en diferentes especies cultivadas en las fincas de los productores de café.	Identificación participativa de la problemática técnica productiva en fertilidad de suelos de las personas productoras organizada en FECODESA y FENIAGRO.	Talleres de identificación de problemas, causas y propuestas de solución a los mismos.	8 Talleres de capacitación con 40 personas cada uno y 2 días de duración.	Resultado 2.1.	Evaluadas 21 cepas nativas en 7 condiciones agroecológicas.
	Validación, adaptación e implementación de esta tecnología agroecológica apropiada desarrollada a nivel internacional en su relación con las tecnologías propias de los productores que resuelva la problemática que han identificado las personas productoras.	Obtención de Información sobre las características del área a cultivar.	Productores y/o fincas visitadas. Bibliografía revisada	Resultado 2.1.	44 productores de 7 zonas agroecológicas participando en el proceso.
		Crear la colección de hongos MA (toma de muestras de suelo en el campo, aislamiento de esporas y montaje de cepas puras, etc.)	132 (44x3) Muestras recogidas y analizadas.	Resultado 2.1.	Caracterizada la presencia de HMA en 44 fincas de productores.
		Atención a las cepas puras establecidas	14 cepas puras reproducidas.	Resultado 2.1.	14 cepas aisladas,
		Revisión y certificación de las cepas puras	7 cepas puras revisadas y certificadas.	Resultado 2.1.	7 ceparios establecidos. El laboratorio central ha establecido 7 cepas puras. 44 productores han iniciado la producción de biofertilizantes a nivel de finca.



Objetivo específico	Actividades	Acciones	Indicadores	Resultado	Indicadores de impacto
<p>3. Producir inóculos[1] de HMA de calidad [2], de fácil aplicación y transporte mediante métodos integrados en el sistema de cultivo ("on-farm" production) con costos económicos razonables y beneficios inmediatos constatables.</p>		<p>Producción del biofertilizante.</p>	<p>Producción de inóculo básico de 7 cepas puras.</p>	<p>Resultado 3.1.</p>	<p>En el laboratorio central, en 7 centrales y uniones de cooperativas y en 44 fincas de productores se producen.</p>
<p>4. Asegurar el control y la certificación de la calidad de los procesos de producción, del producto (inoculante), del proceso de inoculación y del resultado final (rizosfera, rendimiento, afectación por enfermedades, etc.).</p>		<p>Análisis para la Certificación de Calidad</p>	<p>Calidad de 7 cepas puras certificada.</p>	<p>Resultado 4.1.</p>	
<p>5. Promover la adopción por las personas productoras.</p>		<p>Aplicación del producto</p>	<p>Establecida la producción en 7 Centrales y Uniones de Inoculo Básico.</p>	<p>Resultado 5.1. y 5.2.</p>	<p>7 Centrales y Uniones de cooperativas están en capacidad de producir inóculo básico. Incrementados los resultados económicos de los productores en 1077 dólares por manzana de café y año. Reducidos los efectos ambientales dañinos de los agrotóxicos. Plantas incrementan su resistencia a la sequía en mas del 100%.</p>



Objetivo específico	Actividades	Acciones	Indicadores	Resultado	Indicadores de impacto
		Diseño y realización parcelas demostrativas en fincas de productores	44 parcelas demostrativas realizadas en fincas.	Resultado 5.1. y 5.2.	
		Talleres de presentación y análisis de resultados.	8 Talleres de presentación de resultados en fincas con 40 personas cada uno y 2 días de duración.	Resultado 5.1. y 5.2.	
		Intercambios con centros de investigación, educación, desarrollo y producción de productos bio.	Realizados 2 intercambios anualmente.	Resultado 5.1. y 5.2.	
		Implementación de pequeños proyectos demostrativos escolares para la formación y educación productiva con las tecnologías validadas.	Realizados 8 proyectos.	Resultado 5.1. y 5.2.	
			SUB-TOTAL		
	Brindar formación y asistencia técnica en técnicas de agricultura ecológica.	Acompañamiento a productores líderes en la implementación de las tecnologías	320 visitas de asistencia técnica.	Resultado 5.1. y 5.2.	
			SUB-TOTAL		
	Elaborar y difundir información sobre técnicas de agroecología generadas por el proyecto (folletos prácticos, materiales audiovisuales, programas radiales).	Difundir informaciones sobre alternativas de cultivo ancestrales y científicas para la seguridad alimentaria	Difundidos 1000 folletos prácticos .	Resultado 5.1. y 5.2.	



Objetivo específico	Actividades	Acciones	Indicadores	Resultado	Indicadores de impacto
		1 programa radial semanal de una hora sobre técnicas agroecológicas en una emisora de cobertura nacional.	40 programas radiales emitidos en 10 meses.	Resultado 5.1. y 5.2.	
		1 libro memoria del proyecto que documente científicamente el proceso y los resultados del proyecto.	1000 ejemplares de 1 libro publicado y distribuido	Resultado 5.1. y 5.2.	

Presupuesto

Objetivo específico	Actividades	Acciones	USD.
1. Estudiar la ocurrencia micorrizica en las zonas de las fincas de los productores aislando, reproduciendo, clasificando y reproduciendo los HMA.	Instalación de un Centro de Servicios Científico-Técnicos para el Desarrollo Endógeno de la Agricultura Ecológica (Agroecología) en Nicaragua.	Diseño, construcción y operación de un Centro de Servicios Científico-Técnicos para el Desarrollo Endógeno de la Agricultura Ecológica (Agroecología) en Nicaragua.	81,168
		Techo invernadero	5,000
		Contratación (1 año) de personal científico técnico experto para el entrenamiento de personal local.	86,440
		Contratación (1 año) de personal técnico local	84,000
		Equipamiento del Laboratorio.	20,000
		Visitas a los campos de producción.	30,000
		306,608	
2. Validar cepas de HMA en condiciones de invernadero y de campo con el propósito de evaluar la respuesta de los inóculos en diferentes especies cultivadas en las fincas de los productores de café.	Identificación participativa de la problemática técnica productiva en fertilidad de suelos de las personas productoras organizada en FECODESA y FENIAGRO.	Talleres de identificación de problemas, causas y propuestas de solución a los mismos	21,840



Objetivo específico	Actividades	Acciones	USD.
	Validación, adaptación e implementación de esta tecnología agroecológica apropiada desarrollada a nivel internacional en su relación con las tecnologías propias de los productores que resuelva la problemática que han identificado las personas productoras.	Visitas de Obtención de Información sobre las características del área a cultivar.	2,100
		Crear la colección de hongos MA (toma de muestras de suelo en el campo, aislamiento de esporas y montaje de cepas puras, etc.)	2,100
		Atención a las cepas puras establecidas.	19,600
		Revisión y certificación de las cepas puras.	2,800
3. Producir inóculos^[1] de HMA de calidad ^[2], de fácil aplicación y transporte mediante métodos integrados en el sistema de cultivo (“on-farm” production) con costos económicos razonables y beneficios inmediatos constatables.		Producción del biofertilizante.	19,600
4. Asegurar el control y la certificación de la calidad de los procesos de producción, del producto (inoculante), del proceso de inoculación y del resultado final (rizosfera, rendimiento, afectación por enfermedades, etc.)		Análisis para la Certificación de Calidad	2,800
5. Promover la adopción por las personas productoras.		Aplicación del producto y adopción por los productores.	
		Diseño y realización parcelas demostrativas	25,500
		Talleres de presentación y análisis de resultados.	21,840
		Intercambios con centros de investigación, educación, desarrollo y producción de productos bio	10,000



Objetivo específico	Actividades	Acciones	USD.
		Implementación de pequeños proyectos demostrativos escolares para la formación y educación productiva con las tecnologías validadas.	16,000
			144,180
	Brindar formación y asistencia técnica en técnicas de agricultura ecológica.	Acompañamiento a productores líderes en la implementación de las tecnologías	16,000
			16,000
	Elaborar y difundir información sobre técnicas de agroecología generadas por el proyecto (folletos prácticos, materiales audiovisuales, programas radiales).	Difundir informaciones sobre alternativas de cultivo ancestrales y científicas para la seguridad alimentaria	2,000
		1 programa radial semanal de una hora sobre técnicas agroecológicas en una emisora de cobertura nacional.	20,000
		1 libro memoria del proyecto que documente científicamente el proceso y los resultados del proyecto.	6,000
			22,000
	Administrar el proyecto.	Administración 5 %	24,739
	Imprevistos	Imprevistos 5 %	24,739
			49,479
		GRAN TOTAL	544,267

ASESORIA TÉCNICA EXPERTA

Etapas	PARTICIPANTES	ACTIVIDADES	Duración y precio por etapa
1	2 Especialistas	- Información sobre las características del área a cultivar. - Crear la colección de hongos MA (toma de muestras de suelo en el campo, aislamiento de esporas y montaje de cepas puras, etc.)	45 días 25 008,00 USD
2	Técnicos FENIAGRO, Centrales y Uniones	Atención a las cepas puras establecidas.	3 meses
3	3 Especialistas	- Revisión y certificación de las cepas puras. - Construcción de la planta reproductora del biofertilizante.	45 días 25 713,08 USD
4	1 Especialista	Producción del biofertilizante.	4 meses 19 771,96 USD
5	2 Especialistas	- Análisis para la Certificación de Calidad. - Aplicación del producto y adopción por los productores.	30 días 15 946,74 USD



Equipos y utensilios

ITEM	DESCRIPCION	CAN-TIDAD		PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Microscopios, Compound upright; Fisher Scientific Micromaster II; Objectives: 4X, 10X, 40X, 100X oil immersion; Body: Binocular; Di-mensions: 9.5L x 7W x 14 in.H; For 110V 50/60Hz (MC-1200).	7	EA	\$725.00	\$725.00
2	Oculares, 10X; Fisher Scientific; Stereomaster; For microscopes; Bin-ocular head; Rotatable 360°; Fixed stage; Objective: 2X and 4X; Total magnification: 20X and 40X.	7	EA	\$509.49	\$509.49
3	Centrifuge, Bench; Thermo Scientific; Primo; Capacity 4 x 100mL; Max. Speed/RCF 15000rpm/21890xG; Touch ctrl/digital displ; Auto rotor recog; Imbal detect; 10 hr. timer; Ventilated; 120V 60Hz.	1	EA	\$ 4,471.80	\$4,471.80
4	Rotor; 6-place; Fixed-angle; With Cover; 6 x 50mL Highconic Rotor for Primo/Primo R; Max Speed/RCF 8500rpm/10015xG.	1	EA	\$ 4,168.75	\$4,168.75
5	Pump, Dry Vacuum; Welch; Standard Duty; Model 2534B-01, Free Air Displ. 34L/min.; Max. Pressure 50psig; 115V 60Hz .	1	EA	\$703.11	\$703.11
6	Balance, Harvard Trip; Ohaus; Double beam with plates; Model: Standard Model; Capacity: 2000g.	1	EA	\$240.85	\$240.85
7	Thermometer, Digital; Fisherbrand; Traceable; SS stem; Accuracy/ Resolution: 0.1° from -20 to +100°, 1° outside this range/±1°C be-tween -20° and +100°C.	2	EA	\$25.95	\$51.90
8	Beaker, Griffin; Pyrex Vista; 1000mL; Double graduated metric scale; Extra large marking spot PK/6.	3	PK	\$49.25	\$147.75
9	Beaker, Intermediate form; Fisherbrand; Made of Polypropylene; Autoclavable; Capacity: 2000mL.	1	EA	\$13.22	\$13.22
10	Funnel Buchner 11cm	1	EA	\$22.50	\$22.50
11	Kitasato Flask; Kimble; With quick-rl ease hose connector; Capacity: 4000mL; Stopper No.: 12.	1	EA	\$147.47	\$147.47
12	Pipet, Pasteur; Fisherbrand; Length: 5-3/4 in.; Soda Lime Glass PK/200.	1	PK	\$10.45	\$10.45
13	Watch Glass; Diameter: 6 in. PK/24	1	PK	\$70.50	\$70.50
14	Microslides, Plain glass; Fisherbrand; Clear; Approximately 1mm thick; Size: 75 x 25mm PK/144.	10	PK	\$4.35	\$43.50
15	Glass, Cover; Fisherbrand; Microscope; Optical borosilicate glass; Squares No. 2 - 0.17 to 0.25mm thick; Size: 22mm PK/1oz.	20	PK	\$5.12	\$102.40
16	Box, Slide; Fisherbrand; Microscope; Color-coded; ABS plastic; Holds 3 x 1 in. and 75 x 25mm slides; Capacity: 100 Slides; Color: blue.	1	EA	\$5.07	\$5.07
17	Box, Slide; Fisherbrand; Microscope; Color-coded; ABS plastic; Holds 3 x 1 in. and 75 x 25mm slides; Capacity: 100 Slides; Color: green.	1	EA	\$5.18	\$5.18
18	Box, Slide; Fisherbrand; Microscope; Color-coded; ABS plastic; Holds 3 x 1 in. and 75 x 25mm slides; Capacity: 100 Slides; Color: red.	1	EA	\$5.06	\$5.06
19	Box, Slide; Fisherbrand; Microscope; Color-coded; ABS plastic; Holds 3 x 1 in. and 75 x 25mm slides; Capacity: 100 Slides; Color: yellow.	1	EA	\$4.97	\$4.97
20	Box, Slide; Fisherbrand; Microscope; Color-coded; ABS plastic; Holds 3 x 1 in. and 75 x 25mm slides; Capacity: 100 Slides; Color: white.	1	EA	\$5.00	\$5.00
21	Cylinders, Graduated; Pyrex; Glass; w/Double White Scale; 1000mL; Subdiv.:10mL.	1	EA	\$69.28	\$69.28
22	Cylinder, Graduated, TC, 250mL, PYREX Vista.	1	EA	\$43.58	\$43.58
23	Carboy, LDPE; Thermo Scientific; Nalgene; With spigots; Capacity: 6.5 gal. (25L).	1	EA	\$144.30	\$144.30
24	Dish; BD Falcon Integrid; With grids; Numerically and alphabetically marked; Sterile; Disposable; Dia. x H: 150 x 25mm; Grid squares: 20mm CS/100.	1	CS	\$211.00	\$211.00



ITEM	DESCRIPCION	CAN-TIDAD		PRECIO UNITARIO	TOTAL
25	Filter Paper, Qualitative; Fisherbrand; Grade P8; Cellulose fiber; Particle Retention: 20-25µm; Porosity: Coarse; Filtration Speed: Herzberg, 55 seconds; Flowrate: Fast-160mL/min.; Circles; 15cm dia. PK/100.	10	PK	\$ 7.24	\$72.40
26	Tubing, Plastic; Fisherbrand; Kit; I.D.: 0.25 in. (6.4mm); O.D.: 0.375 in. (9.5mm); Wall Thickness: 0.0625 in.; Package Includes: 50 ft. (15.2m) of tubing; 4 polypropylene connectors; polypropylene tubing clamp.	1	PK	\$23.22	\$23.22
27	Needle, dissecting; Surgical Design; With plastic handles; Type: Straight; Overall length: 5.6875 in. (145mm); Needle length: 1.75 in. (45mm) PK/12.	1	PK	\$5.75	\$5.75
28	Funnel Heavy-Duty HDPE	1	EA	\$123.61	\$123.61
29	Stand, Support; Cast-Iron base coated with baked asphaltum enamel; Steel support rod; Base: 6 x 9 in.; Rod: 0.5 x 24 in.	1	EA	\$35.76	\$35.76
30	Sieve; Fisherbrand; Serialized w/certificate; Meets ASTM E 11 and ISO 3310-1 specs; Brass frame and cloth; 8 dia. x 2 in.D (20.3 x 5cm); Nominal opening 600µm; US Std. No. 30; Tyler No. 28.	2	EA	\$50.59	\$101.18
31	Sieve; Fisherbrand; Serialized w/certificate; Meets ASTM E 11 and ISO 3310-1 specs; Brass frame and cloth; 8 dia. x 2 in.D (20.3 x 5cm); Nominal opening 425µm; US Std. No. 40; Tyler No. 35.	2	EA	\$49.50	\$99.00
32	Sieve; Fisherbrand; Serialized w/certificate; Meets ASTM E 11 and ISO 3310-1 specs; Brass frame and cloth; 8 dia. x 2 in.D (20.3 x 5cm); Nominal opening 150µm; US Std. No. 100; Tyler No. 100.	2	EA	\$48.90	\$97.80
33	Sieve; Fisherbrand; Serialized w/certificate; Meets ASTM E 11 and ISO 3310-1 specs; Brass frame and cloth; 8 dia. x 2 in.D (20.3 x 5cm); Nominal opening 38µm; US Std. No. 400; Tyler No. 400.	2	EA	\$122.06	\$244.12
34	Forcep; Fisherbrand; FDA certified stainless steel; Autoclavable up to 135 deg C; Rounded, serrated tips have guide pins; Extra long for deep bottles or jars; Length: 11.81 in	3	EA	\$18.98	
35	Utility Tongs, Multi-use	3	EA	\$3.50	\$10.50
36	Bottle, Wash; Fisherbrand; Translucent white; Versatile; LDPE with one-piece; capacity: 16 oz. (500mL) PK/6.	1	PK	\$16.58	\$16.58
37	Bottle, Dropping; Screw tops, glass pipets and rubber bulbs; Shape: Square; Color: Clear; Capacity: 15mL PK/12.	1	PK	\$32.40	\$32.40
	SUB-TOTAL				\$ 12,784.45
	IVA 15%				\$1,917.67
	TOTAL				\$ 14,702.12

Reactivos

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD		PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Potassium Hydroxide; Pellets; Certified ACS 500 GR	14	EA	\$ 35.39	\$ 495.46
2	Hydrochloric Acid; Certified ACS Plus 2.5L	7	EA	\$ 31.53	\$ 220.71
3	Lactic Acid, 85% w/w; Certified ACS 1L	14	EA	\$ 123.44	\$ 1,728.16
4	Glycerol; Certified ACS 4L	7	EA	\$ 34.90	\$ 244.30
	SUB-TOTAL				\$ 2,688.63
	IVA 15%				\$ 403.29
	TOTAL				\$ 3,091.92

Cronograma

ACCIONES	MESES																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1. Estudio de las zonas y áreas a cultivar así como de la ocurrencia micorrizica buscando cepas en las fincas de los productores y/o bosques aledaños, aislando, reproduciendo los hongos, clasificándolos, produciéndolos y revisando y certificación de cepas puras (creación de colección de hongos, cepas puras, etc.).																									
2. Construcción de plantas reproductoras del biofertilizante (central y en uniones y centrales miembros) y adquisición de equipos.																									
3. Producción del biofertilizante																									
4. Análisis para la certificación de la calidad.																									
5. Aplicación del producto.																									
6. Validación de cepas de HMA en condiciones de invernadero y de campo con el propósito de evaluar la respuesta de los inóculos en diferentes especies cultivadas (incluyendo el café) en las fincas de los productores de café																									
7. Producción de inóculos de HMA de calidad, de fácil aplicación y transporte mediante métodos integrados en el sistema de cultivo ("on-farm" production) con costos económicos razonables y beneficios inmediatos constatables																									
8. Aseguramiento del control y la certificación de la calidad de los procesos y del producto (inoculante), del proceso de inoculación y del resultado final (rizosfera, rendimiento, afectación por enfermedades) en un laboratorio central para conducir este proceso y verificar la identidad de las cepas.																									
9. Adopción por las personas productoras																									



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El proyecto es demandado por las personas productoras y sus organizaciones, se ha demostrado su viabilidad en todo el mundo y es factible desarrollarlo en Nicaragua.

Con lo que respecta a la fertilización convencional inclusive si la utilización no creciese, los depósitos conocidos de fósforo –elemento fundamental de los fertilizantes- que pueden ser explotados en base a la tecnología actual estarán exhaustos en este siglo.[28] David A. Vaccari, “Phosphorus Famine: A Looming Crisis,” *Scientific American*, June 2009:54-59.

Según Vazquez 2008, la mejor tecnología (efectividad, costo, beneficio, contextualidad, impactos) es la que ha tenido al productor como participante durante todo el proceso de generación de dicha tecnología y no como observador o ejecutor de lo que orientan los técnicos o investigadores.

Estas tecnologías son adoptadas rápidamente por el agricultor, se generalizan y perduran.

Una nueva tecnología se generaliza más rápido cuando el productor la observa practicándola en la finca de otro productor, que cuando se le enseña en una parcela experimental u otro lugar ajeno a su entorno y donde la tecnología se está practicando por otras personas que no son productores de la localidad.

La mejor tecnología es la que este comprometida con la sostenibilidad de la comunidad de productores o la región agraria.

Se ha demostrado que el agricultor es un gran innovador y que los técnicos que trabajan en las comunidades agrícolas son potencialmente facilitadores, se trata de aprovechar estas posibilidades y generar tecnologías contextualizadas, sobre la base de los antecedentes científicos y las experiencias locales; pero rompiendo los viejos esquemas y concepciones heredados del periodo de la “revolución verde”.

Es sabido que una de las mayores dificultades a tener en cuenta a la hora de la aplicación de estos fertilizantes biológicos es la producción de inóculos infectivos en cantidades comerciales (Brundrett et al. 1996, Hon-

rubia et al. 1992) que minimicen el gasto de producción y el costo de su aplicación a gran escala. En este sentido, con el proyecto a formular se dispondrá de una colección de hongos seleccionados con diferente ecología, que proporcionarán un amplio abanico de posibilidades para realizar la micorrización con el inóculo adecuado a determinados ambientes, sistema de cultivo y variedades de café. Estos hongos serán multiplicados tanto in vitro como en maceta, en diferentes sustratos, a gran escala, y envasados de forma que su manejo y aplicación sea fácil para el productor.

Recomendaciones

Implementar el proyecto para la seguridad y soberanía alimentaria y tecnológica del país.

Se debe lograr que el personal técnico actúe como facilitador de procesos continuados de educación e innovación y no como directivos, captadores de información, capacitadores, transferencistas, pues de esta forma no se reportan grandes beneficios cuando se pretende convertir los sistemas agrícolas, donde la innovación local es de gran importancia y se aspira a reducir los insumos externos.

Los nuevos usuarios deberían establecer una porción de su cultivo sin inóculo con el fin de evaluar los beneficios obtenidos en los cultivos establecidos con inóculo.





BIBLIOGRAFÍA

1. Agrios G.N. (1999) Cómo se defienden las plantas de los patógenos. En: Fitopatología. Agrios G.N. (Ed). 2ª Ed. UTEHA, Noriega Editors, Méjico, pp: 98-117.
2. Agroecologia-venezuela.blogspot.com. 2008 Metodología de Campesino a Campesino <http://agroecologia-venezuela.blogspot.com/2008/10/metodologa-de-campesino-campesino.html> (Octubre, 2010)
3. Alarcón, A. y R. Ferrera-Cerrato. (1999) Manejo de la micorriza arbuscular en sistemas de propagación de plantas frutícolas. Terra.. 17: 179-191.
4. Alcoverro, T.R. y Jaizme-Vega, M.C., (S/F) Indicadores edáficos de fertilidad durante la fase de transición para cultivos hortícolas en Canarias Departamento de Protección Vegetal, Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, La Laguna-Tenerife, Islas Canarias.
5. Allen, M.F. (1992). Mycorrhizal functioning an Integrative Plant-Fungal Process. Chapman y Hall, New York. Pp. 534.
6. Andrade, S. A. L., (2009) Arbuscular mycorrhizal association in coffee, Brasil, p11,
7. Asociación Cubana De Técnicos Agrícolas Y Forestales. 2006 Metodología para la producción de inóculos comerciales de Micorrizas en los Organopónicos. Villa Clara, Cuba,
8. Augé, R.M. (2001). Water relation, drought and VA mycorrhizal symbiosis. Mycorrhiza 11: 3-42.
9. Azcón-Aguilar C. y Barea J.M. (1996) Arbuscular mycorrhizas and biological control of soil-borne plant pathogens. An overview of the mechanisms involved. Mycorrhiza 6: 457-464.
10. Azcón-Aguilar C., Jaizme-Vega M.C., Calvet C. (2002) The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi to the control of soil-borne plant pathogens. En: Mycorrhizal Technology in Agriculture. Gianinazzi S., Schüepp H., Barea J.M., Haselwander K. (Eds). Birkhäuser Verlag, Suiza, pp: 187-198.
11. Bago, B. et al. (2000) El micelio externo de la micorriza arbuscular como puente simbiótico entre la raíz y su entorno. In: A.Alarcón y R. Ferrera-Cerrato (Eds.). Ecología, fisiología y biotecnología de la micorriza arbuscular. México, D.F: Mundi Prensa.. pp. 78-92.
12. Ballestrini R., Romera C., Puigdomenech P., Bonfante P. (1994) Location of a cell wall hydroxyproline-rich glycoprotein, cellulose and α -1,3-glucanase in apical and diferenciated regions of maize mycorrhizal roots. Planta 195: 201- 209.
13. Barea J.M. (1986) Importance of the hormones and root exudates in mycorrhizal phenomena. En: Physiological and Genetical Aspects of Mycorrhizae. Gianinazzi-Pearson V. y Gianinazzi S. (Eds). INRA, Paris, pp: 177-187
14. Blee K.A. y Anderson A.J. (1996) Defence-related transcript accumulation in *Phaseolus vulgaris* L. colonized by the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intrarradices*. Plant Physiol 110: 675-688.
15. Bonilla Buitrago Ruth Rebeca, Utilización de hongos micorrizógenos en la producción agrícola. Colombia 2001.
16. Borowicz, V.A. (2001). Do arbuscular mycorrhizal fungi alter plant-pathogen relations?. Ecology 82 (11): 3057-3068.
17. Chung, Patricio, (2007) “USO DE LAS MICORRIZAS EN VIVEROS FORESTALES”, http://www.ctpf.cl/publicaciones-forestales/doc_download/49-chung-p-2007-uso-de-las-micorrizas-en-viveros-forestales-.html, 17 de Septiembre de 2010.
18. Cordier C., Pozo M.J., Barea J.M., Gianinazzi S., Gianinazzi-Pearson V. (1998) Cell defense responses associated with localized and systemic resistance of *Phytophthora parasitica* induced by an arbuscular mycorrhizal fungus. Mol Plant Microb Interact 11: 1017-1028.
19. Cordier C., Pozo M.J., Barea J.M., Gianinazzi S., Gianinazzi-Pearson V. (1998) Cell defense responses associated with localized and systemic resistance of *Phytophthora parasitica* induced by an arbuscular mycorrhizal fungus. Mol Plant Microb Interact 11: 1017-1028.
20. Cordier C., Pozo M.J., Barea J.M., Gianinazzi S., Gianinazzi-Pearson V. (1998) Cell defense responses associated with localized and systemic resistance of *Phytophthora parasitica* induced by an arbuscular mycorrhizal fungus. Mol Plant Microb Interact 11: 1017-1028.



21. Córdoba, Marcela, et Al. 2004, Innovación participativa: experiencias con pequeños productores agrícolas en seis países de América Latina. CEPAL. Chile.
22. Córdoba, Marcela, María Verónica Gottret, Tito López y Asociados, Álvaro Montes, Liudmila Ortega, Santiago Perry, (2004), Innovación participativa: experiencias con pequeños productores agrícolas en seis países de América Latina, Chile.
23. Dehne H. W. (1982) Interaction between vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and plant pathogens. *Phytopathol* 72: 1115-1119. Calvet C., Barea J.M., Pera J. (1992) “In vitro” interactions between the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* and some saprofitic fungi isolated from organic substrates. *Soil Biol Biochem* 24: 775-780.
24. Douds D. D. et Al. (2004) On-farm production and utilization of arbuscular mycorrhizal fungus inoculums, EE.UU.
25. Douds David, (S/F) El papel de los hongos formadores de micorrizas y su manejo. Estados Unidos, Sin Fecha.
26. Elsen A., Declerck S., De Waele D. (2001) Effects of *Glomus intraradices* on the reproduction of the burrowing nematode (*Radopholus similis*) in dioxenic culture. *Mycorrhiza* 11: 49-51.
27. Entry J.A., Rygielwicz P.T., Watrud L.S., Donnelly P.K. (2002) Arbuscular mycorrhizal response to adverse soil conditions. En: *Arbuscular Mycorrhizae. Interactions in Plants, Rhizosphere and Soils*. Sharma A.K. y Johri B.N. (Eds). Science Publishers, INC. Enfiels (NH), Plymouth, UK, pp: 135-158.
28. Filion M., St-Arnaud M., Fortin J.A. (1999) Direct interaction between the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* and different rhizosphere microorganisms. *New Phytol* 141: 525-533.
29. Gianinazzi S. y Gianinazzi-Pearson V. (1992) Cytology, histochemistry and immunochemistry as tools for studying structure and function in endomycorrhiza: Technique for the study of mycorrhiza. En: *Methods Microbiology*. Vol. 24. Norris J.R., Read D.J., Varma A.K. (Eds). Academic Press, London, pp: 109-139.
30. Gianinazzi-Pearson V. (1996) Plant cell responses to arbuscular mycorrhizal fungi: getting to the roots of the symbiosis. *Plant. Cell* 8: 1871-1883.
31. Gianinazzi-Pearson V. (1996) Plant cell responses to arbuscular mycorrhizal fungi: getting to the roots of the symbioses. *Plant Cell* 8:1871-1883.
32. González-Monterrubio CF, Monroy-Ata A, García-Amador EM, Orozco-Almanza MS, (2005), Influencia de hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) en el desarrollo de plántulas de *Opuntia streptacantha* Lem. sometidas a sequía, en condiciones de invernadero, <http://new.medigraphic.com/cgi-bin/resumenMain.cgi?IDARTICULO=7810&IDPUBLICACION=886&IDREVISTA=98> (Septiembre 2010)
33. Grain, (2009), Cuidar el suelo http://www.ecoportal.net/Contenido/Temas_Especiales/Suelos/cuidar_el_suelo (Octubre 2010).
34. Grifon, Diego. (2008) Metodología de Campesino a Campesino., <http://agroecologiavenezuela.blogspot.com/2008/10/metodologa-de-campesino-campesino.html> (17 Septiembre 2010)
35. Harley, J.K. y Smith, S.E. (1983). *Mycorrhizal symbiosis*. Academic Press, New York.
36. Harrison, M. J. *The arbuscular mycorrhizal symbiosis*. Academic Press Inc. England. ISBN 0-12-325560-0. 1.997.
37. Hernández Gonzalez, (1992). Posibilidades de la producción de inoculo de micorrizas versículo-arbusculares sobre sustratos canarios de origen volcánico. Trabajo fin de carrera de la E.T.S.I.A., Universidad de La Laguna. Tenerife. Islas Canarias.
38. Hernández Marín, Félix, (1999) Efecto de las asociaciones micorrizica arbusculares sobre la producción de posturas de cafeto (*C. arabica*. L.) La Habana, Cuba.
39. Holt-Giménez, E.. (2008) Campesino a campesino: Voces de Latinoamérica Movimiento Campesino para la Agricultura Sustentable. SIMAS.. <http://www.simas.org.ni/files/cidoc/CaC-mov%20centroamerica.pdf>
40. ICIA, Instituto Canario de Investigaciones Agrarias Valle de Guerra, La Laguna. Tenerife. Islas Canarias, (2002), *Actividades del ICIA en Platanera*. España.
41. IICA, PRODAR, FAO (S/F), Guía para el Facilitador, Gestión de agronegocios en empresas asociativas rurales,
42. Kapulnik Y., Volpin H., Itzhaki H., Ganon D., Galili S., David R., Shaul O., Elad Y., Chet I., Okon Y. (1996) Supresion of defence resposnes in mycorrhizal alfalfa and tobacco roots. *New Phytol* 133: 59-64.



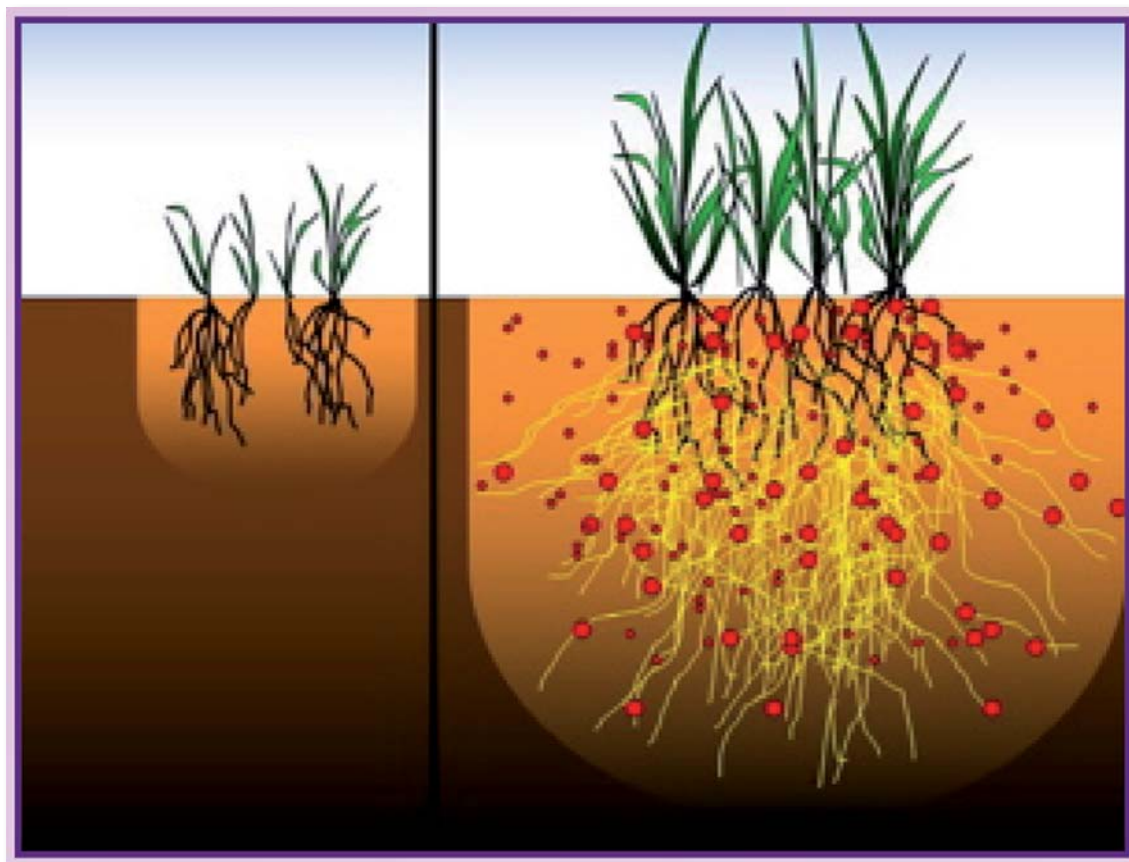
43. Krishna H., Singh S.K., Minakshi G., Patel V.B., Khawale R.N. Deshmukh P.S., Jindal P.C. (2006) Arbuscular mycorrhizal fungi alleviate transplantation shock in micropropagated grapevine (*Vitis vinifera* L.) J Hort Sci & Biotech 81: 259-263.
44. Krishna K.R. y Bagyaraj D.J. (1983) Interaction between *Glomus fasciculatum* and *Sclerotium rolfsii* in peanut. Can J Bot 61: 2349-2351.
45. La Salle, Tim J. and Paul Hepperly, (2008) Regenerative Organic Farming: A Solution to Global Warming. Rodale Institute, , http://www.rodaleinstitute.org/files/Rodale_Research_Paper-07_30_08.pdf (Septiembre 2010)
46. Linderman, R.G. (2000). Effects of mycorrhizas on plant tolerance to diseases, pp. 345-366. En: Arbuscular Mycorrhizas: physiology and function. Eds.: Y. Kapulnick and D.D. Douds Jr. Kluwer Academic Press.
47. Marín Pelegrín, Yuleidis. (2005) Influencia de la aplicación del biofertilizante micorrízico EcoMic en la producción de posturas de guayaba (*Psidium guajava* Mill) en la Isla de la Juventud. Cuba
48. Mendoza, Rodolfo et Al. (2002) Poblaciones de hongos micorrícicos arbusculares en relación con las propiedades del suelo y de la planta hospedante en pastizales de Tierra del Fuego. Argentina.
49. Ministerio de Medio Ambiente y medio rural y marino. España, (2008) INVENTARIO DE TECNOLOGÍAS DISPONIBLES EN ESPAÑA PARA LA LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN, Micorrizas y microorganismos promotores del crecimiento en la recuperación y restauración de áreas degradadas España, Diciembre.
50. Montilla, Eugenio, (2010) Caracterización de la micorrización “nativa” en plantaciones de cafeto en diferentes condiciones edafoclimáticas. (S/F) www.inca.edu.cu/redmicorrizas/docs/posgrados/resultados/15.pdf (17 Septiembre 2010)
51. Morell, F. et Al, (2009) LA ACTIVIDAD DE LOS HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EN LA ESTRUCTURA DEL SUELO, Colombia,
52. Morte Asunción, Almudena Gutiérrez, Beatriz Dreyer, Pilar Torrente y Mario Honrubia, (S/F) BIOFERTILIZANTES DE ÚLTIMA GENERACIÓN Dpto. Biología Vegetal (Botánica), Facultad de Biología, Universidad de Murcia.
53. Morte, A. y Honrubia, M. (2002). Growth response of *Phoenix canariensis* Hort. et Chabaud to inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi. Palms 46: 76-80
54. Morte, A., Díaz, G., Rodríguez, P., Alarcón, J.J., Sánchez-Blanco, M.J. (2001). Growth and water relations in mycorrhizal and non-mycorrhizal *Pinus halepensis* plants in response to drought. *Biologia Plantarum* 44 (2): 263-267.
55. Morton, J.P. and D. Redecker. Two new families of Glomales, Archaeosporaceae and Paraglomaceae, with two new genera *Archaeospora* and *Paraglomus*, based on concordant molecular and morphological characters. *Mycol.* 2001. 93:181-195.
56. Nogales García, Amaia Miren, (2006) ESTUDIO DE LA INTERACCIÓN ENTRE EL HONGO FORMADOR DE MICORRIZAS ARBUSCULARES *Glomus intraradices* Schenck y Smith Y EL HONGO PATÓGENO *Armillaria mellea* (Vahl:fr) P. Kuhn EN VID, IRTA, Universidad de Barcelona, España..
57. Norman J.R. y Hooker J.E. (2000) Sporulation of *Phytophthora fragariae* shows greater stimulation by exudates of nonmycorrhizal than mycorrhizal strawberry roots. *Mycol Res* 104: 1069-1073.
58. Oswald E. T. y Lerchau H. A. (1968). Bacterial associations of coniferous mycorrhizae. *Plant Soil* 28: 187.
59. Peterson, Larry, (2004) *Mycorrhizas, Anatomy and Cell Biology*, Huges B.Massicotte, Lewis H. Melville, , Canada.
60. Pidaassa, (S/F) Revolución Agroecológica El Movimiento de Campesino a Campesino de la ANAP en Cuba, <http://www.pidaassa.org/paises/cuba/libro/12%20Cap3.pdf> (Octubre, 2010)
61. PIDAASSA. (2006). Construyendo procesos De Campesino a Campesino. Espigas. <http://volensamerica.org/IMG/pdf/DeCampesinoaCampesino.pdf>
62. Plenchette, C., Furlan, V. y Fortin, J.A. (1983) Growth simulation of apple trees in unsterilized soil under field conditions with mycorrhiza inoculation. *Can. J. Bot.* 59: 2003-2008.
63. Pozo M.J., Cordier C., Dumas E., Gianinazzi S., Barea J.M., Azcón-Aguilar C. (2002) Localized vs systemic effect of arbuscular mycorrhizal fungi on defence responses to *Phytophthora* infection on tomato plants. *J Exp Bot* 53: 525-534.



64. Puentes Acosta, Gerlys, (2007) Influencia de la inoculación de EcoMic sobre la producción de posturas de Mandarina Cleopatra empleando la tecnología de Cepellón. Cuba,.
65. Rilling, M. C., Wright, S. F., Allen, M. F., y Field, C. B. (1999) “Rise in carbon dioxide changes soil structure”. Nature 400:628.
66. Rivera Espinos, Ramón, (S/F) Manejo de las asociaciones micorrízicas en la producción de posturas de café, Cuba.
67. Rivera Espinosa Ramón A. et Al. (2003). El manejo eficiente de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible Estudio de caso: El Caribe. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Cuba.
68. Rivera Espinosa, Ramon A., (2003), El manejo eficiente de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible Estudio de caso: El Caribe. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), La Habana, Cuba, 189 p..
69. Rodríguez-Romero A. S. et Al., (2007) Evaluación de productos formulados en base a hongos formadores de micorrizas sobre el desarrollo de bananera en vivero, Francia,
70. Rojas Rodriguez, Kattia, (2007), Evaluación de micorrizas arbusculares en interacción con abonos orgánicos como coadyuvantes del crecimiento en la producción hortícola del Valle Alto de Cochabamba, Bolivia 1 , Noel Ortuño 2 ACTA NOVA; Vol. 3, N° 4,, p 24, junio
71. Román González, Milagros, (2004), EL CHE Y LA ANDRAGOGÍA EN LA CAPACITACIÓN DE LOS CUADROS, Cuba.
72. Ruiz Martínez , Luis, (2005) GENERALIZACIÓN DEL USO Y MANEJO DE LAS ASOCIACIONES MICORRÍZICAS EN CULTIVOS TROPICALES, COMO CONTRIBUCIÓN A LA SOSTENIBILIDAD AGROALIMENTARIA, Cuba,
73. Ruiz Martinez, Luis, (2008), EFECTO DE LOS HONGOS MICORRIZOGENOS ARBUSCULARES (HMA) Y UN FITOESTIMULADOR SOBRE LOS CULTIVOS DE LA YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) Y EL BONIATO (*Ipomoea batata* Lam.) EN SUELO FERRALÍTICO ROJO LIXIVIADO, Cuba.
74. Salas, Eduardo, (S/F). Las micorrizas y su importancia para el manejo y conservación de los árboles del trópico, Costa Rica.
75. Sánchez, Ciro, (2005) Comportamiento de 15 Cepas de Hongos Micorrizogenos (Hma) Sobre el Desarrollo de Posturas de Cafeto en un Suelo Pardo Gleyzoso. Ciro et. al. Págs. 83 – 95. Rev. For. Lat. N° 38/.
76. Sieverding, E. (1991). Vesicular-arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems. GTZ, Eschborn, Germany.
77. Siqueira, J. O. /et al./ (1993), Crecimiento de mudas e producao de cafeeiro sob influencia de fungos micorrizicos e superfosfato. R. Bras. Ci. Solo. Brasilia. 17 (1), 53-60,.
78. Smith S.E y Read D.J. (1997) The symbiosis forming VA mycorrhizas. En: Mycorrhizal symbiosis. 2nd edition. Academic Press, Inc., San Diego, CA, (EE.UU.), pp: 9-11.
79. Smith, S.E. y Read, D. J. (1997). Mycological Symbiosis. 2nd edn. Academic Press London.
80. St-Arnaud M., Hamel C., Vimard B., Caron M., Fortin J.A. (1995) Altered growth of *Fusarium oxysporum* f. sp. *chrysanthemi* in an in vitro dual culture system with the vesicular arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* growing on *Daucus carota* transformed roots. Mycorrhiza 5: 431-438.
81. Sturz A.V., Christie B.R., Nowak J. (2000) Bacterial endophytes: potential role in developing sustainable systems of crop production. Crit Rev Plant Sci 19: 1-3.
82. Terry, Elein, María de los A. Pino, J. L. Salomón, J. M. Dell’Amico, Y. Suárez, O. Chaveco, R. Peña, Julia Wright y Otto Andérez. (2009) La innovación local como alternativa para atenuar el impacto de la sequía, Cuba. www.inca.edu.cu/otras_web/revista/pdf/2009/2/CT30217.pdf
83. Timonen S. y Marschner P. (2005) Mycorrhizosphere concept. En: Microbial Activity in the Rhizosphere. Mukerji K.G., Manoharachary C., Singh J. (Eds). Springer Verlag, pp: 155-172.
84. Trejo D. et Al. (S/F) Estudio preliminar del efecto de la asociación micorrízica en café en condiciones de campo,
85. Trejo, D., G. Solís1, M. Escalona1, R. Ferrera-Cerrato (S/F), Estudio preliminar del efecto de la asociación micorrízica en café en condiciones de campo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana, 91050, Xalapa, Veracruz, México.



86. Vázquez Del Llano, Bannie, (2007) Control De Calidad De Inoculantes Micorrizogenos (Micorrizas Arbusculares). Instituto Nacional De Ciencias Agrícolas, La Habana, Cuba,.
87. Vazquez, Luis Ladislao, 2008, Preguntas y respuestas sobre agricultura sostenible, Cuba.
88. Vega Haizme et Al., (2004) Uso de micorrizas en banano: logros y perspectivas, España.
89. Volpin H., Philips D.A., Okon Y., Kapulnik Y. (1995) Supression of an isoflavonoid phytoalexin defence response in mycorrhizal alfalfa roots. *Plant Physiol* 108: 1449-1454.
90. Wyss P, Boller T., Wiemken A. (1991) Phytoalexin response is elicited by a pathogen (*Rhizoctonia solani*) but not by a mycorrhizal fungus (*Glomus mosseae*) in soybean roots. *Experientia* 47: 495-499.



ANEXOS

**PROYECTO: BIOFERTILIZANTES, BIOPROTECTORES Y BIORESTAURADORES MICORRIZICOS PARA LA PRODUCCIÓN
AGROECOLÓGICA EN LAS FINCAS DE LOS PRODUCTORES DE CAFÉ**

Anexo 1: Presupuesto de inversión y cronograma de ejecución financiera de actividades.

RUBRO DE INVERSION	UNIDAD	Costo unitario (U\$)	CANTIDAD	TOTAL U\$ dólares	COOPERACIÓN	Aportes locales	CRONOGRAMA DE EJECUCION FISICA PERIODO TRIMESTRAL (12meses)			
							1o	2o	3o	4o
INVERSION FIJA										
<i>Inmueble</i>										
Terreno Planta	Terreno	21.168	1	21.168		21.168	21.168			
Construcciones, Bodega, Planta, Oficinas, Edificios servicio.	Bodega Oficina	60.000	1	60.000	60.000		60.000			
Techo invernadero.	Techo	5.000	1	5.000	5.000		5.000			
Equipos de oficina, planta procesamiento fertilizantes y bodegas										
Adquisición de Equipos de laboratorio	equipos	20.000	1	20.000	20.000		20.000			
Asistencia Técnica productiva y capacitación										
Movilización (Doble cabina 4 x 4 segunda mano) y seguro	Camioneta	15.000	2	30.000	30.000		30.000			
TOTAL INVERSION FIJA				136.168	115.000	21.168	136.168	-	-	-

INVERSION DIFERIDA

RUBRO DE INVERSION	UNIDAD	Costo unitario (U\$)	CANTIDAD	TOTAL U\$ dólares	COOPERACIÓN	Aportes locales	CRONOGRAMA DE EJECUCION FISICA PERIODO TRIMESTRAL (12meses)			
							1o	2o	3o	4o
Contratación (1 año) de personal científico técnico (4 expertos) para el servicio de entrenamiento de personal local y transferencia de tecnología de producción de biofertilizante.	Mes/hombre	1	86.440	86.440	86.440		21.610	21.610	21.610	21.610
Capacitación en producción y comercialización grupos campesinos										
Talleres de identificación de problemas, causas y propuestas de solución a los mismos	Taller	2.730	8	21.840	21.840					21.840
Visitas de Obtención de Información sobre las características del área a cultivar.	Visita a las zonas	300	7	2.100	2.100					1.050
Creación de la colección de hongos MA (toma de muestras de suelo en el campo, aislamiento de esporas y montaje de cepas puras, etc.)	Giras de recolección de muestras	300	7	2.100	2.100					1.050
Atención a las cepas	Cepas atendidas.	2.800	7	19.600	5.600	14.000				9.800
Revisión y certificación de cepas	Cepas revisadas	400	7	2.800	2.800					1.400
Producción de inóculo básico de 7 cepas puras.	Cepa básica producida.	2.800	7	19.600	19.600					9.800
Análisis para la certificación de la calidad	Cepas certificadas	400	7	2.800	2.800					1.400
Diseño y realización de parcelas demostrativas.	Parcelas demostrativas	500	51	25.500	8.925	16.575				12.750
Talleres de presentación y análisis de resultados.	Talleres	2.730	8	21.840	21.840					10.920
Intercambios con centros de investigación, educación, desarrollo y producción de productos bio	Intercambio	10.000	1	10.000	5.000	5.000				5.000
Implementación de pequeños proyectos demostrativos escolares para la formación y educación productiva con las tecnologías validadas.	Pequeño proyecto	2.000	8	16.000	12.000	4.000				8.000
Visitas de Asistencia Técnica	Visita.	50	320	16.000	9.600	6.400				8.000
Difusión de folletos prácticos	Folletos	2	1.000	2.000	2.000					1.000
Elaboración y difusión de libro de sistematización.	Libros	1	6.000	6.000	6.000					3.000
Programas radiales semanales de una hora sobre técnicas agroecológicas en una emisora de cobertura nacional.	Mes	2.000	10	20.000	15.000	5.000				10.000
TOTAL INVERSION DIFERIDA				274.620	223.645	50.975	21.610	21.610	21.610	104.780

CAPITAL DE TRABAJO

RUBRO DE INVERSION	UNIDAD	Costo unitario (U\$)	CANTIDAD	TOTAL U\$ dólares	COOPERACIÓN	Aportes locales	CRONOGRAMA DE EJECUCION FISICA PERIODO TRIMESTRAL (12meses)				
							1o	2o	3o	4o	
<i>Asistencia Técnica Administrativa</i>											
Contratación (1 año) de personal técnico local contraparte del científico técnico para la producción de biofertilizante.	Año/hombre	21.000	4	84.000		84.000	21.000	21.000	21.000	21.000	21.000
TOTAL CAPITAL DE TRABAJO				84.000	-	84.000	21.000	21.000	21.000	21.000	21.000
IMPREVISTOS											
ADMINISTRACIÓN											
				24.739	16.932	7.807	8.939	2.130	7.381	6.289	6.289
				24.739	16.932	7.807	8.939	2.130	7.381	6.289	6.289
TOTAL				544.267	372.509	171.757	196.656	46.871	162.382	138.358	138.358
GRAN TOTAL											
				544.267	372.509	171.757	196.656	46.871	162.382	138.358	138.358
			% Aporte sobre total	100,00	68,44						

**PROYECTO: BIOFERTILIANTE, BIOPROTECTORES Y BIORESTAURADORES MICORRIZICOS PARA LA PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICA
EN LAS FINCAS
DE LOS PRODUCTORES DE CAFÉ**

Anexo 2: TABLA DE DEPRECIACION

Dólares

RUBROS DE INVERSION FIJA	Costos de Adquisición	Vida útil	Depreciacion anual	Valor Residual
Terrenos	21.168,00			21.168,00
Bodega Oficina	60.000,00	20	2.700,00	33.000,00
Techo invernadero.	5.000,00	20	225,00	2.750,00
Adquisición de Equipos de laboratorio	20.000,00	12	1.500,00	5.000,00
Movilización (Doble cabina 4 x 4 segunda mano) y seguro	30.000,00	6	4.750,00	1.500,00
Inversión diferida	274.619,78	10	27.461,98	-
TOTALES	410.787,78		36.636,98	63.418,00

Depreciación Anual
 Valor de Adquisición
 Valor Residual
 Años de Vida útil del Bien

$$Da = \frac{Va - Vr}{n}$$

PROYECTO: BIOFERTILIANTE, BIOPROTECTORES Y BIORRESTAURADORES MICORRIZICOS PARA LA PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICA EN LAS FINCAS DE LOS PRODUCTORES DE CAFÉ

Anexo 3: COSTOS

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Costos fijos										
Asistencia Técnica Administrativa	84.000	84.000	84.000	84.000	84.000	84.000	84.000	84.000	84.000	84.000
Personal técnico										
Depreciación										
Depreciación	36.637	36.637	36.637	36.637	36.637	36.637	36.637	36.637	36.637	36.637
Total costos fijos	120.637	120.637	120.637	120.637	120.637	120.637	120.637	120.637	120.637	120.637

Costos Variables (Directos)

Visitas de Obtención de Información sobre las características del área a cultivar.	2.100	2.100	3.150	4.725	7.088	10.631	15.947	23.920	35.880	53.821
Creación de la colección de hongos MA (toma de muestras de suelo en el campo, aislamiento de esporas y montaje de cepas puras, etc.)	2.100	2.100	3.150	4.725	7.088	10.631	15.947	23.920	35.880	53.821
Atención a las cepas	19.600	19.600	29.400	44.100	66.150	99.225	148.838	223.256	334.884	502.327
Revisión y certificación de cepas	2.800	2.800	4.200	6.300	9.450	14.175	21.263	31.894	47.841	71.761
Producción de inóculo básico de 7 cepas puras.	19.600	19.600	29.400	44.100	66.150	99.225	148.838	223.256	334.884	502.327
Análisis para la certificación de la calidad	2.800	2.800	4.200	6.300	9.450	14.175	21.263	31.894	47.841	71.761
Visitas de Asistencia Técnica	16.000	16.000	24.000	36.000	54.000	81.000	121.500	182.250	273.375	410.063
Difusión de folletos prácticos	2.000	2.000	3.000	4.500	6.750	10.125	15.188	22.781	34.172	51.258
Programas radiales semanales de una hora sobre técnicas agroecológicas en una emisora de cobertura nacional.	20.000	20.000	30.000	45.000	67.500	101.250	151.875	227.813	341.719	512.578
Total costos variables	87.000	87.000	130.500	195.750	293.625	440.438	660.656	990.984	1.486.477	2.229.715
TOTAL COSTOS	207.637	207.637	251.137	316.387	414.262	561.074	781.293	1.111.621	1.607.114	2.350.352

PROYECTO: BIOFERTILIZANTES, BIOPROTECTORES Y BIORESTAURADORES MICORRIZICOS PARA LA PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICA EN LAS FINCAS

Anexo 4: Presupuesto de ingresos anuales proyectado

CANTIDADES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Litros de Biofertilizante	55.800	111.600	167.400	251.100	376.650	564.975	847.463	1.271.194	1.906.791	2.860.186
Visitas de Asistencia Técnica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PRECIOS										
Litros de Biofertilizante	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
INGRESOS										
Biofertilizante	49.144	98.287	147.431	221.146	331.719	497.578	746.367	1.119.551	1.679.326	2.518.989
Visitas de Asistencia Técnica	16.000	16.000	24.000	36.000	54.000	81.000	121.500	182.250	273.375	410.063
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL VENTAS	65.144	114.287	171.431	257.146	385.719	578.578	867.867	1.301.801	1.952.701	2.929.051

**PROYECTO: BIOFERTILIZANTES, BIOPROTECTORES Y BIORESTAURADORES MICORRIZICOS PARA LA PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICA EN LAS FINCAS
DE LOS PRODUCTORES DE CAFÉ**

Anexo 5: Estado de Pérdidas y Ganancias Económicas

D E T A L L E

CANTIDADES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Biofertilizante	49.144	98.287	147.431	221.146	331.719	497.578	746.367	1.119.551	1.679.326	2.518.989
TOTAL VENTAS	65.144	114.287	171.431	257.146	385.719	578.578	867.867	1.301.801	1.952.701	2.929.051
Costos fijos										
Total costos fijos	120.637	120.637	120.637	120.637	120.637	120.637	120.637	120.637	120.637	120.637
Total costos variables	87.000	87.000	130.500	195.750	293.625	440.438	660.656	990.984	1.486.477	2.229.715
TOTAL COSTOS	207.637	207.637	251.137	316.387	414.262	561.074	781.293	1.111.621	1.607.114	2.350.352
UTILIDAD BRUTA	-142.493	-93.350	-79.706	-59.241	-28.543	17.504	86.574	190.179	345.587	578.699

**PROYECTO: BIOFERTILIZANTES, BIOPROTECTORES Y BIORESTAURADORES MICORRIZICOS PARA
LA PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICA EN LAS FINCAS
DE LOS PRODUCTORES DE CAFÉ**

Anexo 6: AMORTIZACION del préstamo

Años	Principal	Tasa	Interes	Saldo	Amortización e intereses
				372.509	
1		5%	18.625	372.509	18.625
2		5%	18.625	372.509	18.625
3		5%	18.625	372.509	18.625
4		5%	18.625	372.509	18.625
5		5%	18.625	372.509	18.625
6	74.501,85	5%	18.625	298.007	93.127
7	74.501,85	5%	14.900	223.506	89.402
8	74.501,85	5%	11.175	149.004	85.677
9	74.501,85	5%	7.450	74.502	81.952
10	74.501,85	5%	3.725		78.227

**PROYECTO: BIOFERTILIZANTES, BIOPROTECTORES Y BIORESTAURADORES MICORRIZICOS PARA LA PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICA EN LAS FINCAS
DE LOS PRODUCTORES DE CAFÉ**

Anexo 7: FLUJO DE CAJA PROYECTADO y ANALISIS FINANCIERO

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
INGRESOS											
Ventas		65.144	114.287	171.431	257.146	385.719	578.578	867.867	1.301.801	1.952.701	2.929.051
Préstamo	544.267										
Total Ingreso	544.267	65.144	114.287	171.431	257.146	385.719	578.578	867.867	1.301.801	1.952.701	2.929.051
EGRESOS											
Inversión	544.267										
Costos		171.000	171.000	214.500	279.750	377.625	524.438	744.656	1.074.984	1.570.477	2.313.715
Amortizaciones financieras											
Intereses		18.625	18.625	18.625	18.625	18.625	18.625	14.900	11.175	7.450	3.725
Principal											
Total Egreso	544.267	189.625	189.625	233.125	298.375	396.250	543.063	759.557	1.086.160	1.577.927	2.317.440
Ingreso – Egreso	-	- 124.482	- 75.338	- 61.695	- 41.230	- 10.532	35.515	108.310	215.641	374.774	611.611
Recuperación caja mínima, terrenos y valores residuales											
Caja Inicial	-	-	- 124.482	- 199.820	- 261.515	- 302.745	- 313.277	- 277.762	- 169.451	46.190	420.964
Caja Final	-	- 124.482	- 199.820	- 261.515	- 302.745	- 313.277	- 277.762	- 169.451	46.190	420.964	# REF!
Depreciación		36.637	36.637	36.637	36.637	36.637	36.637	36.637	36.637	36.637	36.637
Recuperación capital de trabajo											
FLUJO DE EFECTIVO	-544.267	- 87.845	- 38.701	- 25.058	- 4.593	26.105	72.152	144.947	252.278	411.411	648.248
VNA	- 4.236	DOLARES									
TIR	9,91%										
TIRM (6 % PASIVA Y 30 % ACTIVA)	12,51%										



FENIAGRO

Federación de Cooperativas
Agroindustriales de Nicaragua

Juntos construimos el futuro...

FENIAGRO R.L.

Del plantel del MTI 100vs abajo, 75 vs al Sur, Managua, Nicaragua.

Teléfonos y fax: 22667251 - 22684091

e-mail: info@feniagro.org

Página Web: www.feniagro.org