



**Estación Experimental Santa Catalina**

**INFORME ANUAL 2003**

**Departamento Nacional de  
Protección Vegetal**

Quito-Ecuador

## ***RECONOCIMIENTO***

*El Departamento Nacional de Protección Vegetal (DNPV) de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, hace extensivo su reconocimiento a las Instituciones Nacionales y Extranjeras que apoyan al INIAP en la investigación agrícola, otorgando recursos para financiamiento, sin los cuales no hubiera sido posible ejecutar los estudios de investigación que se presentan en el informe 2003 del Departamento.*

*Un especial reconocimiento para los siguientes organismos:*

- \* Programa de soporte para la investigación colaborativa en Manejo Integrado de Plagas y enfermedades (IPM-CRSP).*
- \* Proyecto INIAP-MIP-Frutales Andinos 5(28) FONTAGRO.*
- \* Proyecto de modernización de servicios agrícolas (PROMSA).*
- \* Comisión Europea.*

*Se agradece a los Técnicos de las Unidades de Validación y Transferencia de Tecnología de las diferentes provincias de la Sierra Ecuatoriana por su valioso aporte en la co-ejecución de los trabajos de campo que realizó este Departamento.*

## **INTRODUCCION**

*La misión fundamental del Departamento Nacional de Protección Vegetal (DNPV) del INIAP, está basada en el desarrollo de tecnologías fitosanitarias orientadas a la producción de “cultivos ecológicos”, en el apoyo a la transferencia de esas tecnologías, y en el apoyo a la producción de los cultivos mediante prestación de servicios técnicos a los agricultores y de servicios de laboratorio.*

*En conocimiento de la problemática de los principales cultivos andinos, uno de los objetivos del Departamento de Protección Vegetal de la Estación Santa Catalina, ha sido el desarrollo de tecnologías bajo un enfoque racional de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) para resolver los problemas fitosanitarios y al mismo tiempo contribuir con la protección del medio ambiente. La investigación para generación de estas tecnologías esta sustentada a través del Plan Operativo Anual del año 2003.*

*En virtud de lo anterior, el Departamento Nacional de Protección Vegetal, pone a consideración el informe anual 2003 de las actividades ejecutadas en las diferentes áreas, el mismo que contiene resultados alcanzados y parciales de las actividades relacionadas a ocho proyectos.*

*En el año 2003 se investigó en aspectos fitosanitarios que afectan los cultivos tradicionales como cereales, cuyos resultados se encuentran en los informes anuales de los respectivos programas del INIAP.*

*Especial atención se ha otorgado a los frutales andinos como tomate de árbol y naranjilla, y también a papa como rubro tradicional. Adicionalmente se ha incluido aspectos microbiológicos del suelo como un factor importante dentro de lo que constituye la protección integral del sistema vegetal. Se presenta resultados de a) los componentes de control integrado en plagas y enfermedades, con el uso de productos de baja toxicidad, y controladores biológicos, b) resultados de los estudios orientados a la obtención de inoculantes de la bacteria *Rhizobium* para leguminosas de la Sierra y Costa Ecuatoriana, c) resultados parciales de la investigación sobre la producción ecológica de papa en áreas peri-urbanas utilizando compostaje e inoculantes microbianos reguladores de crecimiento vegetal, y d) resultados parciales de la investigación en *Phytophthora* utilizando técnicas moleculares. Se incluye además, información relacionada con los servicios de Clínica y Diagnóstico en las áreas de Bacteriología, Micología, Nematología y Entomología que realiza el Departamento.*

*Los resultados de la investigación efectuada durante el año 2003 constituyen referencias para futuras investigaciones, bajo un contexto sustentable, y orientadas a resolver los principales problemas fitosanitarios de los sistemas agrícolas, con énfasis en aquellos de la Sierra Ecuatoriana.*

**Título del Proyecto :** *Producción ecológica de papa en áreas peri-urbanas de los Andes, combinando compostaje e inoculantes microbianos. Código 63707*

**Responsable (s) del proyecto:** Dr. Gustavo Bernal

**Instituciones participantes:** INIAP, Comisión Europea

**Fecha de inicio y terminación:**

### **Introducción:**

#### **Selección de sitios del piloto**

Dos sitios piloto peri-urbanos fueron seleccionados en base al siguiente criterio: área peri-urbana, agro-industria de papa, presencia de cultivos de papa, residuos de desechos orgánicos (vegetal y animal), diversificación de cultivos, agua de riego, disponibilidad de infraestructura comunal, predisposición para trabajo comunal, organización de agricultores, apoyo de autoridades locales, experiencia en la elaboración del compost, distancia a mercados locales, caminos y comunicación. Los sitios pilotos seleccionados fueron Virgen de la Nube (Provincia del Cañar) y Chaupiloma (Provincia de Pichincha).

#### **Diagnóstico participativo**

Un diagnóstico participativo fue realizado en ambos sitios para generar a) un mejor comprensión de los aspectos agro-ecológicos, sociales, económicos, políticos y ambientales, y b) un mejor comprensión de los eslabones dentro de los sistemas de la producción en granjas familiares. La metodología adoptada por el equipo interdisciplinario fue diseñada para involucrar la participación total de agricultores en el proceso de recolección de información y análisis. Los métodos incluyeron: estudio exploratorio, taller productores, entrevistas individuales y con instituciones locales, observación directa y un repaso de datos disponibles secundarios. Durante el taller, las herramientas se basaron en la apreciación participativa y se usaron cuestionarios semi-estructurados. Integrantes de GAIA usaron títeres y otras formas de recreación como herramientas creativas. Durante las entrevistas con los agricultores, se usaron formularios para guiar la conversación. Más detalles acerca del diagnóstico participativo se dieron en la publicación titulada "Diagnóstico Participativo y Comunitario de la Cooperativa Virgen de la Nube". Como parte de los resultados, la baja producción fue asociada a la pobre fertilidad del suelo (verificado a través de análisis físico-químicos de suelo). Los suelos son bajos en materia orgánica principalmente por la erosión causada por el mal manejo de este recurso.

### **Establecimiento de un manejo en cadena de desechos**

Se han firmado acuerdos formales con granjeros. Una cadena de manejo de desechos (residuos vegetales y animales) ha sido establecida entre los productores de ambos sitios piloto (Chuapiloma y Virgen de la Nube). Cada agricultor es responsable por la recolección y depósito de residuos (especialmente residuos de hortalizas y legumbres y estiércol de ganado) en las camas de compost. Residuos orgánicos de fuentes urbanas y residuos de cosecha rurales también fueron usados y cuando el residuo animal es limitado, se compra en sitios cercanos.

### **Objetivos del proyecto y resultados por lograr:**

El presente proyecto está enfocado a demostrar las bondades del compost como bio-fertilizante y mejorador de las propiedades físico-químicas del suelo.

En el presente estudio se realizará la comparación de los compost originados en los sitios piloto versus uno comercial.

Materiales y métodos:

### **WP2: Caracterización de factores abióticos y bióticos del suelo en los sitios piloto.**

Análisis químico y físico.

<b>Nutriente</b>	<b>Suelo 1</b>	<b>Suelo 2</b>
N (ppm)	35	70
P (ppm)	14	63
S (ppm)	13	8.68
K (meq/100 ml)	0.46	1.30
Ca (meq/100 ml)	21.80	12.40
Mg (meq/100 ml)	5.50	3.50
Zn (ppm)	0.80	3.80
Cu (ppm)	4.40	5.60
Fe (ppm)	12.00	357.00
Mn (ppm)	1.50	5.40
B (ppm)	0.40	1.10
pH	6.60	6.10
O.M. (%)	2.00	3.20
Ca/Mg	4.00	3.5
Mg/K	12.00	2.7
Ca+Mg/K	59.3	12.2
Σ bases (meq/100ml)	27.8	17.2
Arena (%)	35	45
Limo (%)	21	37
Arcilla (%)	44	18
Clases Texturales	Suelo Arcilloso	Suelo Limoso

### **Análisis biótico**

El estudio de grupos funcionales de micro-organismos fue llevado a cabo por el grupo cubano. Se seleccionaron cinco tratamientos para caracterizar AMF y PGPR en: sitios de alta entrada de papa, malezas de borde, sitios de baja entrada de papa y pajonal (vegetación original del páramo). Más detalles sobre los resultados de este estudio están dados en el reporte realizado por el grupo Cubano (Marzo 2003).

Colecciones de germoplasma de AMF and PGPR están siendo analizadas en el Laboratorio de Protección Vegetal del INIAP. Muestras de suelo fueron enviadas a Bélgica para el estudio de inoculantes.

Dos microorganismos (*Trichoderma* y *Pseudomonas*) aislados del sitio piloto Virgen de la Nube se encuentran actualmente bajo estudios de antagonismo. Estos organismos podrían ser considerados como agentes biológicos que reducen la incidencia de *Rhizoctonia*, principalmente en pudriciones radiculares. Al presente, estudios de antagonistas y patógenos están siendo llevados a cabo.

Con respecto a AMF, esporas han sido aisladas, contadas y sembradas de acuerdo a la metodología sugerida por Herrera R. (2003). Esporas pertenecientes a diferentes tipos fueron mantenidas en agua fría y papel filtro humedecido a una temperatura de 4 – 10 C°. para el proceso de siembra, macetas contenían 2 kg de suelo. Las macetas fueron esterilizadas, y cada una fue usada para cada tipo de espora aislada. Las esporas se depositaron en un pequeño agujero de 3 cm de profundidad y luego cubiertas con el mismo suelo.

Semillas de cultivos trampa (fréjol y cebada) fueron usadas para la siembra. El suelo fue regado según las requerimientos, y después de cuatro meses, muestras de suelo de las macetas fueron colectadas y se aislaron esporas, agrupándolas en base al color tamaño y características de forma.

- Grupo 1: Esporas esféricas de color café.
- Grupo 2. Esporas esféricas de color amarillo.
- Grupo 3. Esporas Grises.
- Grupo 4. Esporas hialinas esféricas y ovals.

El número de estas esporas cambia según el tamaño de tamiz (140 o 40). Las esporas de color café son las más abundantes, mientras que las hialinas son pocas.

Organismos solubilizadores de fósforo (hongos y bacterias) han sido aisladas de ambos sitios pilotos. Un nuevo estudio que incluye caracterización fenotípica de esos microorganismos podría ser iniciada.

### **WP3. Establecimiento de una colección de AMF y PGPR de los sitios piloto.**

La colección de germoplasma de AMF y PGPR se encuentra en el Departamento de Protección Vegetal del INIAP. Muestras de suelo fueron enviadas a Bélgica (e Irlanda) para el estudio de elaboración de inoculantes.

#### WP4 Sistema de compostage a micro-escala

Una micro-escala bajo cubierta de un sistema de compostage a sido establecido en ambos sitios. Por ahora 25 camas ( 10 m de largo x 1.5 m de ancho) en Virgen de la Nube y 12 camas en Chaupiloma han sido instaladas. Sustratos descomponiéndose se encuentran en el interior de las camas. Un sistema de aire vertical (madera) ha sido incluido para airear y mezclar el sustrato. La preparación del compost incluye una capa de (20 cm) de residuos vegetales una capa (10 cm) de residuos animales, y una capa (3 cm) de suelo de páramo como inoculantes microbianos. Cuatro repeticiones de esas capas hacen una cam de 1.20 m de alto. Agua es añadida según los requerimientos, el material volteado cada 8 – 10 días. Un producto satisfactorio (compost) ha sido producido, el cual será combinado con inoculantes microbianos en actividades futuras.

#### Resultados, avances y discusión:

##### Prueba de calidad del compost.

Para probar la calidad del compost, pruebas físicas, químicas y biológicas están siendo emprendidas. Un compost comercial producido por IASA-ESPE (Instituto de Agricultura perteneciente a la Universidad Politécnica del Ejército) ha sido incluido como testigo para comparaciones con el compost generado en ambas comunidades.

Table1. Análisis de abono (nutrientes disponible)

Nutriente	Chaupiloma	Virgen de la Nube	Comercial
NH4 (ppm)	125	101	68
P (ppm)	359	391	838
S (ppm)	263	108	137
K (meq/100ml)	10.50	13.70	18.80
Ca (meq100ml)	12.00	19.30	14.80
Mg (meq/100ml)	7.80	4.30	9.0
Zn (ppm)	5.50	4.70	15
Cu (ppm)	6.40	3.00	3.30
Fe (ppm)	122	56	92
Mn (ppm)	26.10	7.20	13.10
B (ppm)	2.80	3.80	7.30
O.M. (%)	6.50	20.82	30.00
C/N	7.80	8.17	10.20
PH	8.0	7.3	7.6

##### Prueba biológica del compost.

El creciente uso de medios para determinar grupos microbianos incluye: agar nutritivo para bacterias, Rosa de Bengala, y papa dextrosa agar (PDA) para hongos, agar caseína

(actinomicetes), Ramos Callao (fijadores de fósforo), Watanabe (solubilizadores de N), agar extracto de suelo (celulolíticos). Para patógenos, los siguientes medios fueron preparados: cristal violeta pectona (PVC) para *Erwinia spp.*, D1M for *Agrobacterium*, King B (*Pseudomonas spp.*) y Sx (*Xanthomonas sp.*).

Diez gramos de la muestra de compost se diluyó hasta  $10^{-10}$  bajo condiciones asépticas en 90 ml de agua destilada esterilizada. Todas las diluciones se usaron con el medio agar nutritivo, mientras que las diluciones  $10^{-3}$  a  $10^{-6}$  fueron usadas para el resto de medios. Se colocó un ml de la suspensión de compost en cuatro platos petri por dilución. Los platos petri contenían agar nutritivo, Rosa de Bengala, caseína agar, y medio Watanabe, éstos se incubaron a 37°C; mientras que las cajas petri que contenían agar extracto de suelo y medio Callao Ramos fueron incubados a 30°C. para patógenos, platos petri que contenían PDA fueron incubados a 21°C para el crecimiento de hongos y platos petri conteniendo PVC, D1M, King B y Sx fueron incubados a 26°C.

En cada caja petri se evaluó el crecimiento. En el medio agar nutritivo, las colonias se contabilizaron dos días después del crecimiento. En Rosa de Bengala, los filamentos del hongo fueron evaluados cinco días después, en caseína agar los actinomicetes fueron contados tres días después, los solubilizadores de carboximetil celulosa (10 días) solubilizadores de fósforo (3 días) y fijadores de N (10 días).

**Tabla 2. Comparaciones del compost.**

Grupos microbianos	Medio	Compost 1 CFU/g	Compost 2 CFU/g	Comercial CFU/g
Bacterias totales	Agar Nutritivo	$1.23 \times 10^7$	$1.20 \times 10^7$	$2.05 \times 10^7$
Hongos totales	PDA	$7.6 \times 10^4$	$8.7 \times 10^4$	$3.7 \times 10^4$
Actinomicetes	Caseína agar	$6.9 \times 10^6$	$7.73 \times 10^6$	$10.5 \times 10^6$
Celulolíticos	Soil extract agar	$1.17 \times 10^6$	$1.47 \times 10^6$	$2.55 \times 10^6$
Fijadores de N	Watanabe	$7.5 \times 10^4$	$2 \times 10^4$	$9.5 \times 10^4$
Solubilizadores de P	Ramos Callao	$6.3 \times 10^5$	$14.7 \times 10^5$	$6.3 \times 10^5$
<i>Pseudomonas sp.</i>	King B	$3.74 \times 10^6$	$5.63 \times 10^6$	$5.53 \times 10^6$
<i>Xanthomonas sp.</i>	SX	$2.67 \times 10^5$	$3.0 \times 10^5$	$6.33 \times 10^5$
<i>Agrobacterium sp.</i>	D1M	$7.5 \times 10^5$	$6.3 \times 10^5$	$2 \times 10^5$

Prueba de Tukey (5%) y datos promedio de los principales grupos microbianos aislados de muestras del compost.

Groups	Culture Media	Compost 1 CFU/g	Compost 2 CFU/g	Commercial CFU/g
Bacterias totales	Agar Nutritivo	7.10 b	7.11 b	7.31 a
Hongos totales	PDA	4.86	5.04	4.40
Actinomicetes	Casein agar	6.84 b	6.88 b	7.02 a
Celulolíticos	Soil extract agar	6.07 b	6.36 ab	6.51 a
Fijadores de N	Watanabe	4.88	4.30	4.98
Solubilizadores de P	Ramos Callao	5.75	6.16	6.00
<i>Pseudomonas sp.</i>	King B	6.57 b	6.75 a	6.74 a
<i>Xanthomonas sp.</i>	SX	5.42	5.48	5.71
<i>Agrobacterium</i>	D1M	5.84 a	5.77 a	5.26 b



Los principales hongos encontrados en el compost pertenecen al género *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.* y *Fusarium sp.* la principal bacteria pertenece al género *Pseudomonas*, *Xanthomonas* y *Agrobacterium*. Se supone que estos organismos son termofílicos ya que en las camas de compost alcanza temperaturas de 75 – 78°C. Estos organismos serán probados como antagonistas.

El análisis físico, químico y biológico del compost generado por ambas comunidades muestra características satisfactorias al ser comparadas con el compost comercial, el cual es considerado como un bio-fertilizante de buena calidad.

Para probar el efecto del compost en el cultivo de papa en condiciones de campo, se instaló un ensayo en el sitio Virgen de la Nube. La variedad local y muy apreciada de papa Jubaleña fue utilizada. Se incluyeron seis tratamientos con tres niveles de fertilización: 50, 75 y 100% y dos niveles de compost: 2,1 y 5 TM/ha.

Se usó un Diseño de Parcela Dividida. El área de la parcela grande es de 93.75 m<sup>2</sup> conteniendo el compost, y las parcelas pequeñas tienen un área de 18.75 m<sup>2</sup> con los niveles de fertilización química. Durante el experimento, el agua se añadió según los requerimientos, y la protección del cultivo en contra de los patógenos será hecha usando la tecnología del manejo integrado de plagas sugerida por el departamento de protección vegetal del INIAP. Esta tecnología trata de excluir el uso de agroquímicos.

Análisis de Varianza, regresiones entre las aplicaciones de compost versus la producción será incluida.

La prueba de Tukey será analizada si existe diferencias estadísticas entre tratamientos.

#### **Difusión de la tecnología y desarrollo de las facilidades locales para mantener y desarrollar sistemas de compostaje e inoculantes microbianos.**

Difusión a través de talleres de: a) clases de sustratos (composición y calidad) de origen vegetal y animal, b) como combinar sustratos, c) cantidades de cada sustrato añadidos a las camas de compost, d) fases del compostaje: mesofílica, termofílica, estabilización, e) importancia de las condiciones ambientales (humedad, temperatura, acidez), f) importancia de la aireación.

Documentos del proceso de compostaje han sido desarrollado para los usuarios. Dos publicaciones, una relacionada con el diagnóstico participativo conducida en los sitios piloto y un prospecto ha sido distribuido entre los agricultores de ambos sitios. (Ver publicaciones)

Las actividades del proyecto han sido constantemente transmitidas a la gente local a través de "AS la radio" en Tabacundo, y radio Ingapirca en Cañar. Esas actividades han sido llevadas a cabo, en colaboración con la Fundación GAIA. Las actividades han incluido a) información general del proyecto, b) información del compost como fertilizante orgánico y mejorador del suelo, c) entrevistas a expertos en agricultura.

Un programa llamado "Pakarina de Los Andes" perteneciente a "AS la radio" de Chaupiloma (Tabacundo) a iniciado, el cual es producido y dirigido a la gente local. El programa enfatiza en temas relacionados al proceso de compostaje. Importancia del

compost, manejo del suelo y agricultura orgánica. Aspectos complementarios relacionados a como se realizaron prácticas agronómicas ancestrales como la elaboración del compost y su aplicación han sido incluidas. Casetes gravados sobre los programas de la radio son vendidos como evidencia.

Los periódicos locales “El Heraldó” y “El tiempo” de Cañar “El Chasqui” de Chaupiloma han cubierto todas las actividades del proyecto.

Cada semana se visita los sitios piloto para hacer el chequeo de las actividades de elaboración del compost. Cada mes, reuniones con los agricultores son mantenidas para evaluar la participación de la gente local en el desarrollo del proyecto. Para esto técnicas de animación participativa son usadas. En las áreas rurales de la Región Interandina Ecuatoriana, los agricultores usan plantas medicinales locales como una práctica normal y regular para curar enfermedades. En base a esta hábito, el proyecto ha complementado el proceso de compostaje con otras actividades en la comunidad como plantas medicinales mitos y leyendas de la cultura Indígena, y modelos de la comunidad usando residuos sólidos.

### **Conclusiones y recomendaciones:**

1. Los agricultores de ambos sitios piloto han adoptado con satisfacción la tecnología para la elaboración del compost y su uso como bio-fertilizante en los cultivos que realizan.
2. El mayor número de bacterias observadas se encuentra en el compost comercial, mientras que en lo referente a hongos se observa la mayor presencia en el compost de Chaupiloma.
3. El compost comercial contiene la mayor cantidad de actinomicetes, organismos celulolíticos y fijadores de nitrógeno. Mientras que el compost de Virgen de la Nube contiene la mayor cantidad de organismos fijadores de fósforo. Cabe destacar que para fijadores de N, no se encontró diferencias significativas entre los diferentes compost.
4. los principales organismos termofílicos, con posibles propiedades antagonistas, encontrados en estos suelos pertenecen a los géneros *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.* y *Fusarium sp.*
5. En lo referente a bacterias patógenas, el compost de Chaupiloma, presenta el mayor número de colonias pertenecientes al género *Agrobacterium*, el compost de Virgen de la Nube del género *Pseudomonas*, y el compost comercial del género *Xanthomonas*.
6. Se recomienda enfatizar en las pruebas antagónicas para demostrar las propiedades antagonistas y benéficas de los organismos termófilos encontrados.
7. Se recomienda realizar el monitoreo y un análisis continuo de suelos después de la cosecha del cultivo en campo donde se está probando el compost elaborado.