

**VALIDACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA PARA EL CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LAS CHISAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCION DE ARRACACHA EN CAJAMARCA**

**VALIDATION AND TECHNOLOGY TRANSFERENCE FOR THE MICROBIOLOGIC CONTROL OF THE CHISAS IN THE PRODUCTION SYSTEM OF ARRACACHA IN CAJAMARCA.**

**INFORME TECNICO FINAL**

**TECHNICAL HINDMOST REPORT**

Norma Constanza Vásquez A.<sup>1</sup>  
T.H. Tomás Norato Forero<sup>2</sup>

**RESUMEN**

**ABSTRACT**

En el municipio de Cajamarca se produce el 65% de la arracacha que consume Colombia; este producto es el eje del sistema de producción de economía campesina de 2.500 productores, interactuando con maíz, frijol, hortalizas, frutales de clima medio y ganadería de leche; presenta formas de aparcería, utiliza 140 jornales/ha/año y de su cadena productiva dependen 20.000 familias.

At Cajamarca municipality it is produced 65% of the arracacha consumed in Colombia and this product is the main one within a production system developed at the slopping zones where it interactuates with maize, beans, green vegetables, cold climate fruit and dairy. The zone presents different ways of land exploitation, the crop uses about 140 labour days per hectare per year and from it dependend about 20.000 families involved in any way in the productive chain.

La comunidad identificó como el principal limitante productivo las plagas del suelo especialmente las chisas (Coleóptera: Melolonthidae) que ocasionan pérdidas estimadas en 15.000 t/año, equivalentes a \$7.200 millones/año (1974); su control ha llevado al uso de pesticidas de categoría toxicológica uno, cuyas dosis representan una descarga negativa en el ambiente de 16 t/año de ingrediente activo, poniendo en riesgo de intoxicación a 32.000 personas y reducción del área de cultivo, afectando la generación de empleo que es de 700.000 jornales/año y participando con el 22% de los costos totales de producción/ha.

The comunity identified as the main production limitation the soil pests, attributed specially to the chisas (Coleóptera: Melolonthidae) that cause losses of about 15.000 tons per year; its control has caused the use of pesticides of toxicological category I which joined to the utilized doses represent a negative discharge in the enviroment of 52 tons of active ingredient per year and represent the 15% of the total production costs.

Con base en los resultados de investigación realizada en la región por ICA, Corpoica, Fondo DRI, Alcaldía de Cajamarca y con un enfoque de sistemas de producción y de investigación participativa, la comunidad, Corpoica y Pronatta desarrollaron un proyecto cuyo objetivo central fue validar y transferir la metodología de manejo microbiológico para reducir las pérdidas por el ataque de chisas.

Based on the technology generated in the zone by ICA, CORPOICA, Fondo DRI, and alcaldía of Cajamarca within the production systemes focus and the participative research, the comunity, CORPOICA and PRONATTA through a cofinancing and participation model, developed a project to generate a methodology of efficient, economic and sustainable management using validation and Transfer of Technology with the aim of reducing losses caused in the structural and functional relationships of the production system with arracacha as the main crop.

El proyecto pone a disposición de la comunidad científica, técnica y productiva dos agentes biológicos preformulados como granulado, polvo humectable y solución oleosa para aplicación al suelo y en trampas de luz, de comprobado efecto sobre la población de siete géneros de chisas asociados al sistema y la experiencia de socialización de esta tecnología por medio de la formación de conceptos valorativos en la comunidad sobre los beneficios económicos y ecológicos del manejo biológico de las plagas.

The project puts at disposition of the scientific, technical and productive comunity two biological agents preformulated as granular, moist powder and oily solution for soil application and light traps, with proved effect over the population of seven genus of chisas associated to the system. It was developed and validated a training methodology based on the participation of producers, students, teachers, technical assistants particular and state, and researchers focussed to socialize by the action and formation of valuable concepts, the economical and ecological profits of the biological management of chisas.

Palabras claves: Arracacha, chisa, biocontroladores.

Key words: arracacha, chisa, biological agents.

<sup>1</sup> I.A. Investigadora Corpoica, Creced Tolima, Ibagué. C. el. : corpoic1@ibague.cetcol.net.co

<sup>2</sup> I.A. Coordinador Transferencia Tecnología, R.6, Corpoica, C.I.Nataima. C. el. : corpoica@bunde.tolinet.com.co

## INTRODUCCION

En el municipio de Cajamarca se produce el 65% de la arracacha que consume Colombia; este producto, eje del sistema de producción de economía campesina de 2.500 productores, interactúa con maíz, frijol, hortalizas, frutales de clima medio y ganadería de leche; la comunidad identificó como el principal limitante productivo las plagas del suelo especialmente las chisas (Coleóptera: Melolonthidae), para cuyo control, con un enfoque de sistemas de producción y de investigación participativa, la comunidad, Corpoica y Pronatta desarrollaron un proyecto para validar y transferir la metodología de manejo microbiológico, con estos objetivos:

- Demostrar la eficiencia del control microbiológico en el manejo de plagas del suelo con la participación de los productores.
- Disminuir los costos de manejo de chisas mejorando la rentabilidad del cultivo.
- Contribuir al mejoramiento ambiental con la reducción de aplicaciones químicas.
- Evaluar la actitud de la familia frente a la recomendación sobre control microbiológico.
- Lograr que los productores y asistentes técnicos adopten el sistema de manejo microbiológico de las chisas.
- Divulgar entre productores y asistentes técnicos la tecnología recomendada.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó en Cajamarca, municipio localizado sobre la cordillera central de Colombia a 38 km de la ciudad de Ibagué, a 4° 27' de latitud norte y 75° 25' de longitud oeste, entre 1500-2500 msnm y temperaturas entre 13-22°C, humedad relativa media del 80% y precipitación media 1307mm/año.

La fase de laboratorio se adelantó en el Centro de Diagnóstico Vegetal del ICA, en Ibagué, a una altitud de 1.180 msnm con temperatura promedio de 22°C y humedad relativa media de 75-80% y en los laboratorios de Entomología y Fitopatología de Corpoica, en el Centro de Investigación *Nataima*, 420 msnm, temperatura media de 27°C y precipitación de 1.400 mm/año. Los estudios de preformulación y producción semicomercial de los biocontroladores se realizaron en los laboratorios de Control biológico de Corpoi-

ca, CI Tibaitatá, Mosquera, Cundinamarca, a 2.543 msnm, con una humedad relativa del 55% y una temperatura media de 18 °C.

La metodología comprendió los siguientes pasos:

### *Conformación y capacitación del equipo interdisciplinario*

Se integraron las disciplinas requeridas fijando protocolos, actas de compromiso, programaciones periódicas, evaluaciones recurrentes, presentación de informes y toma de decisiones por consenso, facilitando la articulación entre los niveles local, regional y nacional de Corpoica y la vinculación de la comunidad y otras instituciones.

### *Preselección de áreas*

Se realizó con los siguientes ejercicios efectuados cronológicamente:

- Selección de las veredas productoras
- Especialización cartográfica en escala 1:200.000 de las veredas productoras
- Análisis estadístico del censo agropecuario municipal
- Cuantificación del número de productores/vereda según la UAF (UMATA 1996).

### *Tipificación de Productores*

Con base en la estadística descriptiva y paramétrica, con medidas de tendencia central y métodos multivariados como el de componentes principales y conglomerados por el método de Ward, se conformaron los grupos o tipologías de productores, según la metodología RIMISP. Esta tipificación se complementó con la caracterización social veredal del SISBEN del Municipio, construyéndose la base de datos con las variables: distribución de la familia por edad y sexo, nivel de escolaridad, ocupación, estado de la vivienda y acceso a servicios.

### *Selección de áreas, productores, fincas / lotes*

Se realizó en dos etapas: en la primera se seleccionó aleatoriamente una muestra de veredas (conglomerados) y en la segunda se eligió de cada vereda seleccionada una muestra (submuestra) de los elementos contenidos en ella (fincas), siendo las veredas las unidades primarias del muestreo.

La variable de interés utilizada fue la incidencia de chisa en el sistema. Se utilizó la fórmula del tamaño de una muestra aleatoria simple que garantizó la estimación de una incidencia con una precisión del 0.1 y un nivel de confianza del 95% y se aplicó el factor de corrección para ajustar el tamaño final de la muestra.

#### *Caracterización de las modalidades de negociación y acceso a la tierra*

Se utilizó la técnica de grupo participativo (TGP,ICA), utilizando documentos videograbados del entorno del productor como medio de acercamiento con las comunidades.

#### *Selección de cepas de entomopatógenos*

Se recolectaron y cuarentenaron cepas nativas; las larvas muertas se colocaron en cámara húmeda y una vez esporuladas, se hicieron las pruebas de reconocimiento del hongo que fue aislado en medio sintético Agar Sabouraud Dextrosa (SDA). Antes de evaluarse, cada cepa aislada se reactivó sobre la chisa, para devolverle su potencial virulento, multiplicándose luego en arroz estéril. Las chisas (material biológico), recolectadas en campo, fueron clasificadas por género en el laboratorio, cuarentenadas por 30 días en cajas plásticas con suelo estéril de la zona y alimentadas con arracacha, zanahoria y papa criolla.

De cada cepa nativa se determinó el número de unidades infectivas por gramo de arroz esporulado, preparándose una solución madre, diluyendo un gramo de arroz esporulado en 9 ml de agua estéril más agridulce y se hicieron las diluciones necesarias para el conteo de conidias en cámara de Neubauer según metodología de Alves (1986).

Para las pruebas de patogenicidad de cada cepa se utilizó una solución de concentración  $1 \times 10^8$  conidias/ml; se utilizaron 40 larvas cuarentenadas y seleccionadas por género, que fueron desinfectadas con hipoclorito de sodio al 0,5% por unos segundos y lavadas luego con agua estéril. Se inocularon 30 larvas sumergiéndolas por unos segundos en la solución de la cepa a evaluar; luego se colocaron individualmente en vasos desechables que contenían suelo estéril de la zona de Cajamarca e inoculado con 2 ml de la solución del hongo. Se regó el suelo con agua estéril cada tres días; las larvas se alimentaron semanalmente. Las evaluaciones se realizaron cada ocho días durante 45 días.

Los parámetros evaluados fueron: sintomatología (larvas vivas con puntos de entrada), larvas esporuladas (larvas muertas con puntos de entrada) y mortalidad total.

Por medio del análisis de Probit se determinó el tiempo letal medio (TL-50) de cada cepa sobre los diferentes géneros de chisas.

La dependencia de la mortalidad se probó mediante el cálculo de los valores esperados de  $\chi^2$ .

#### *Producción artesanal de biocontroladores*

Se realizó en los laboratorios del Centro de investigación *Nataima* a partir de cepas nativas de *Metarrhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*, aisladas de adultos y larvas de coleópteros *Melolonthidae*.

Las larvas infectadas se colocaron en cámara húmeda y una vez esporuladas se aisló el hongo en medio sintético SDA (Agar, Saboraraud, Dextrosa). La multiplicación masiva se realizó sobre arroz precocido en una proporción de 1:0.8 (arroz- agua) y empaclado en botellas de vidrio de 375 ml y en bolsas de polietileno de alta densidad hasta un peso de 500 g. Se adicionó cloranfenicol en dosis de 250 mg/l para acidificar el sustrato. Una vez empaclado el arroz, se sometió a esterilización en autoclave a 15 psi y 150°C durante 30 minutos.

Del cultivo puro del hongo sembrado en SDA y completamente esporulado se tomaron pequeñas porciones que fueron sembradas en las botellas y en las bolsas mediante pinzas estériles e incubadas durante 20 días en estantes a temperatura ambiente. Los aislamientos y las siembras se realizaron en la cámara de flujo laminar.

#### *Preformulación de los biocontroladores*

En el laboratorio de control biológico de Corpoica, CI Tibaitatá, se diseñaron los biocontroladores como granulado y polvo humectable para control de larvas de chisas, de aplicación dirigida al suelo, con base en el hongo entomopatógeno *M. anisopliae*, y una suspensión oleosa del hongo *B. bassiana* para control de adultos y aplicación en trampas de luz.

#### *Producción semicomercial de Metabiol y Basianide*

La producción semicomercial de Metabiol para los agricultores se hizo masivamente en bolsas de polietileno con 500 g de medio

arroz estéril incubado durante 13 días a una temperatura de 28°C; posteriormente la biomasa fúngica se secó en estufa de corriente continua durante 48 horas hasta obtener una humedad del 5%; luego fue molida hasta obtener un granulado de 2 mm de diámetro. Durante el proceso productivo se realizaron controles de calidad (% de viabilidad y de germinación, concentración) después de las operaciones de secado y molido para garantizar la estabilidad del biocontrolador.

*Metabiol polvo humectable* se produjo en el mismo medio de cultivo; al cumplir el tiempo de incubación el arroz fué lavado con una solución de Twin 80 al 0.1% y sometido a una centrifuga de flujo continuo Carl Padberg a una velocidad de 220 rpm por un período de tiempo de 2 minutos, para separar las esporas del arroz.

La biomasa obtenida se secó en un secador de lecho fluidizado Niro Aeromtatic a una temperatura de 50 °C y un tiempo de 2 horas. Para evaluar la pérdida de viabilidad durante el proceso de secado se efectuó una cinética durante el proceso, tomando muestras de la biomasa a diferentes tiempos y determinando los porcentajes de viabilidad y de humedad. Este producto fue empacado en recipientes plásticos de 500 g.

Basianide, suspensión oleosa para aplicación en trampas, fue producido en medio semisólido de avena e incubado en condiciones de luz constante; la separación del hongo se efectuó por medio de barrido de la superficie del medio y el secado de la biomasa con secadora de lecho fluidizado partiendo de conidios con una humedad de 45% y llevándolos después de 7 horas a una humedad de 7.6%. Los conidios de *B. bassiana* se suspendieron en aceite de girasol y se agregó un agente emulsificante para mejorar la suspendibilidad. Los agregados obtenidos de conidiósporas se granularon hasta un tamaño de partícula de 45 micras. El producto fue empacado en frascos de vidrio de 100 ml.

#### Validación en fincas de productores

En sus condiciones y con los productores se evaluó la eficiencia del control microbológico por medio de 10 ensayos de validación, aplicando *M. anisopliae* al suelo en los cultivos de arracacha, en los alternos y de rotación del sistema de producción (arveja, zanahoria, remolacha, papa criolla.)

Con base en la selección de áreas, produc-

tores, fincas y lotes se establecieron los ensayos en lotes de 5.000 m<sup>2</sup> para arracacha y de 2.000m<sup>2</sup> para los otros cultivos, divididos en dos parcelas: tratamiento y testigo; en el testigo se aplicó la tecnología local o del productor y en el tratamiento el control microbiológico de las chisas y la tecnología del productor en los demás aspectos del manejo.

Se realizó un muestreo inicial al suelo para establecer los niveles de población de chisas en los lotes tomando 5 muestras al azar por lote; en cada muestra se removió el suelo en un área de 50X50 y 60 cm de profundidad para determinar el género, estado y número de las formas del insecto (huevo, larvas, pupas y adultos), calculándose la población por hectárea y determinándose en porcentaje el predominio de los géneros presentes.

La aplicación del bioplaguicida al suelo en arracacha se realizó en tres etapas: a la siembra, a los 90 días y a los 210 días; en los otros cultivos se aplicó a la siembra y 30 días después, utilizando inicialmente el bioproducto con base en *M. anisopliae*, producido artesanalmente en sustrato arroz y empacado en bolsas de polietileno de alta densidad de 500 g y aplicado en dosis de 4 gramos por sitio, con una concentración de 10<sup>8</sup> conidios por gramo. Posteriormente se utilizaron los productos *Metabiol granulado* y *Metabiol polvo humectable* en dosis de 10 kilos/ha y 500 g/ha, respectivamente.

Las evaluaciones se realizaron con los productores, registrándose las larvas con síntomas o puntos de entrada, supuesta acción del hongo aplicado; en el Centro de investigación se comprobó su muerte y esporulación por efecto del hongo. Los datos sobre seguimiento al cultivo, costos, fluctuación poblacional y efecto del biocontrolador se analizaron por medio de estadística no paramétrica, histogramas de frecuencia y áreas bajo la curva de progreso.

#### Transferencia de Tecnología

Se cumplió desde dos elementos constitutivos complementarios: primero, dentro del proceso de identificación de las características de la clientela en términos de localización, tipología de demandas, expectativas productivas y tecnológicas, experiencias en el uso de tecnologías, modalidades de negociación y reacciones frente a los productos desarrollados en la investigación y se-

gundo, dentro de la capacitación metodológica y tecnológica por medio del diseño de estrategias para la socialización de los resultados.

La capacitación, basada en conceptos de educación en grupo y desarrollando una metodología eminentemente participativa, se programó en dos ciclos operativos: capacitación en el ciclo biológico de la chisa con la diferenciación de sus cuatro estados (huevo, larva, pupa y adulto) estableciendo sus interrelaciones en cuanto a forma, duración, hábitos etc. con el propósito de enfatizar sobre la relación chisa - cucarrón (larva - adulto) y determinar los estados más favorables para ejercer acciones de control especialmente biológicas y capacitación en organismos benéficos naturales como agentes de control, (predadores, parasitoides y microorganismos) particularmente en lo relacionado con los hongos entomopatógenos *M. anisopliae* y *B. bassiana*, su forma de actuar y su aplicación en campo.

Se involucraron los actores de la cadena productiva del sistema con eje en arracacha: agricultores y su entorno familiar, jornaleros, partijeros, asistentes técnicos, docentes y escolares, éstos últimos como los futuros agricultores cuya formación escolar debe contener los conceptos tecnológicos básicos con los cuales, ya adultos, puedan tomar las decisiones correctas.

En los talleres se utilizó el video clip, con mensajes tratados bajo la forma de copla campesina por medio de dibujo animado, como herramienta de aprehensión de los mensajes tecnológicos, reforzados con la entrega de una cartilla - almanaque que recogió la explicación completa del ciclo biológico de la chisa «Pa'toditos chisa soy» Este proceso de capacitación fue desarrollado conjuntamente con el grupo de profesores veredales a quienes previamente se capacitó.

Este proceso tuvo una característica especial en los escolares al incluir aspectos lúdicos en los grupos escolares como refuerzo de los temas técnicos tratados (dramatizaciones, pinturas, uso de plastilinas, colecciones vivas en campo, concursos de coplas).

Para el segundo ciclo se utilizó la metodología de capacitación en cascada, confor-

mándose un grupo de profesores veredales y uno de agricultores líderes de las 13 veredas, con quienes se cumplió un proceso de motivación, información y adiestramiento en el reconocimiento de los hongos en campo y su identificación detallada en laboratorio así como su proceso de aislamiento y multiplicación artesanal, por medio de talleres en campo y en los laboratorios del C.I.

#### *Capacitación a asistentes técnicos*

Se recorrió otro camino metodológico basado en la actitud personal del capacitando hacia el proceso de construcción del conocimiento por medio de la interrelación de productores, equipo técnico y grupo capacitando; Esta experiencia concentró a los técnicos de los municipios productores de arracacha del departamento, al equipo técnico de Corpoica y a un grupo de productores en varios sitios de observación durante dos jornadas de trabajo desarrolladas totalmente en fincas y complementadas con conversatorios de análisis y evaluación final.

#### *Evaluación de actitudes frente al control biológico*

Se identificaron las actitudes frente al control biológico por parte de productores, propietarios, partijeros, jornaleros y sus familias, por medio de entrevistas semiestructuradas o diálogos sobre las circunstancias del productor haciendo énfasis en el análisis comparativo (ventajas y desventajas) entre los insecticidas químicos y los biocontroladores.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Logro del objetivo general

- **Validar y transferir la metodología de manejo microbiológico para reducir las pérdidas ocasionadas por ataque de chisas en el sistema de producción arracacha en Cajamarca.**

Se logró una significativa contribución de Corpoica y Pronatta al sector agrícola del municipio al comprobar en las condiciones de los agricultores la eficiencia del control microbiológico de las chisas por medio del uso de los hongos entomopatógenos *M. anisopliae* y *B. bassiana*.

Caracterización biofísica y socioeconómica del sistema de producción con eje en arracacha

### Selección de áreas

Se obtuvo el establecimiento, clasificación, cuantificación, categorización y especialización de las áreas productoras de arracacha del municipio, información aplicada en las etapas subsiguientes de la investigación y que es una propuesta metodológica de posible uso para definir áreas de trabajo con objetivos similares.

La clasificación de los productores según la UAF, la ponderación de las veredas por productores y técnicos y la clasificación veredal según estadísticas de la Umata, fueron especializados y contribuyeron a la categorización del área productora de arracacha.

### Planificación de muestreo

Ante la imposibilidad de incluir todas las veredas y para optimizar talento humano, recursos financieros, tiempo, asegurando el rigor estadístico y la equidad, por medio de muestreo se seleccionaron trece veredas.

### Tipificación de productores

El análisis de componentes principales demostró que seis factores explican el 69% de la variación total dentro del sistema de producción. El componente 1 está compuesto por las variables: área total de la finca, en pastos, en bosques y rastrojos, N° de bovinos y de equinos; el segundo por: área sembrada en arracacha y en leguminosas; el tercero por el número de aves; el cuarto por el área sembrada en frutales y el quinto componente por el área sembrada en café y plátano. Tabla 1.

Tabla 1. Porcentaje de la varianza explicada por cada factor

Factor	Valor Propio	Varianza %	Acumulado %
1	3.61	25.8	25.8
2	1.70	12.1	37.8
3	1.25	8.9	46.8
4	1.1	7.8	54.6
5	1.0	7.3	61.9
6	0.97	7.0	68.8

El análisis de conglomerados según el método de Ward clasificó a los productores en ocho grupos. Tabla 2.

La caracterización social veredal ubicó la población productiva concentrada en las veredas categorizadas como altamente productoras de arracacha.

El análisis del componente social dió como resultado un dendograma que agrupa las veredas en tres conglomerados.

**Conglomerado 1:** Agrupa 10 veredas con limitantes notorios en cuanto a los niveles de vida, vivienda, salud y educación, que las ubican en aparente desventaja respecto a las demás. Por producción de arracacha, ocho son de baja producción y dos, de mediana. Se podría afirmar que existe una relación inversa entre los niveles de pobreza y la producción de arracacha.

**Conglomerado 2:** Corresponde a 14 veredas, que muestran puntos más favorables que las

del conglomerado 1. Por producción de arracacha, nueve veredas son de mediana producción, cuatro altamente productoras y una, de baja producción. Igualmente se estima que existe una relación inversa entre los niveles de pobreza y la producción de arracacha.

**Conglomerado 3:** Concentra 13 veredas que muestran una aparente ventaja respecto a las anteriores. Por producción de arracacha, ocho veredas son tenidas como altamente productivas en arracacha, tres medianamente productoras y dos de baja producción.

Considerando las diferencias sociales de los conglomerados, se presume que la concentración de la población en las veredas del conglomerado tres se debe a la generación de empleo y a las oportunidades de concertar alguna modalidad de negociación para cultivar con los propietarios clasificados en un estudio previo como de medianos a grandes productores.

Tabla 2. Valores mínimos y máximos de las variables que caracterizan los grupos de productores en el sistema de producción de arracacha.

Grupo	Variable	Máximo	Mínimo	Promedio	Nº productores
1	Arracacha	8.0	0	1.6	388
	Aves	25.0	0	5.8	
	Otras	1.0	0	0.06	
2	Arracacha	30.0	0	13.5	30
	Frutas	6.0	0	2.13	
	Hortalizas	5.0	0	1.2	
	Legumin	17.0	0	3.5	
	Otras Sp	20.0	0	2.33	
	Pastos	240.0	0	36.7	
	Bovinos	170.0	0	22.6	
3	Frutales	15.5	0	4.4	124
4	Café-Plat	20.0	1.0	3.6	173
	Hortalizas	2.0	0	0.06	
	Porcinos	40.0	0	2.43	
5	Bovinos	300.0	0	112.0	92
	Pastos	680.0	20	185.4	
	Legumin	20.0	0	2.01	
	Area	740.0	40	252.0	
6	Arracacha	15.0	0	2.53	476
	Hortalizas	4.0	0	0.24	
	Frutales	5.0	0	0.4	
	Porcinos	25.0	0	4.14	
7	Aves	400.0	6.0	203.0	2
	Porcinos	100.0	5.0	52.5	
	Frutales	5.0	5.0	5.0	
8	Bovinos	420.0	0	164.0	13
	Pastos	1100.0	0	623.1	
	Bosques	1400.0	100.0	430.7	
	Equinos	25.0	0	5.4	
	Area	2000.0	706.0	1054.15	

El nivel de escolaridad de la población es bajo. Con excepción de la luz eléctrica de la cual dispone el 83.2% de la población, a los demás servicios (acueducto, alcantarillado, unidades sanitarias) no tiene acceso el 75% de la población.

La tenencia de la vivienda es particularmente interesante, pues sólo el 50% de la población es propietaria y casi en igual proporción existen otras modalidades que reflejan una población emigrante entre las veredas, de acuerdo a las fuentes de empleo y a las oportunidades de negociación para la producción de cultivos.

El cultivo de arracacha marca la dinámica poblacional, pues en el cruce de información social con la información sobre el uso

del suelo, muestra que en las veredas consideradas como productoras y altamente productoras de arracacha, la concentración de recursos y de población, es notablemente mayor que en aquellas veredas consideradas de producción moderada o baja.

El alto porcentaje de población infantil, puede ser un indicador de la migración permanente de personas adultas; sin tener datos al respecto, se puede pensar que en el momento de planificar proyectos de investigación, asistencia técnica, divulgación y transferencia de tecnología para esta región, se debe considerar la necesidad de generar tecnologías apropiadas para niños y jóvenes, circunstancia tenida en cuenta en este proyecto al ser los niños y jóvenes sujetos de la divulgación tecnológica.

### Caracterización de modalidades de negociación

Por existir diversas formas de aparcería se caracterizaron las diferentes modalidades de negociación, distribución de inversiones, beneficios y toma de decisiones presentes entre los actores vinculados a la producción y comercialización. Las modalidades de negociación identificadas en Cajamarca son:

*En compañía derecha:* Es una relación directa, basada principalmente en el trato y conocimiento personal, entre un propietario de finca (patrón) y un trabajador de la zona apodado partijero o agregado quien actúa como socios contratistas, cuyos compromisos en relación con la producción - comercialización y reparto de utilidades del cultivo de arracacha se basan en un contrato verbal o de palabra. Esta modalidad es la predominante en la zona arracachera del municipio.

*En ayuda:* Es una relación directa entre un propietario de finca (patrón) y un trabajador de la zona (partijero), basada en el conocimiento y trato mutuos, quienes actúan como socios por medio de contrato escrito autenticado ante notario, con compromisos definidos para producir, administrar, comercializar y repartir las utilidades obtenidas en el cultivo de arracacha. El propietario aporta la tierra, dinero en efectivo e insumos. El partijero asume la mano de obra y la alimentación y asume un mayor grado de responsabilidad en la administración del cultivo y, sin dejar de consultar y de llegar a un consenso con el propietario, en algunos casos corre con el mayor peso en la toma de decisiones sobre la fertilización y los insecticidas, asumiendo total responsabilidad en el control de malezas.

*A la cuarta:* Es una relación directa entre el propietario de la finca (patrón) y un agricultor de la zona (partijero), en la cual el propietario se limita a aportar la tierra y el partijero asume la totalidad de la mano de obra, alimentación, insumos y herramientas, dentro de la producción de arracacha, mediante contrato registrado ante notario. La toma de decisiones en cuanto al manejo del cultivo y la comercialización del producto son responsabilidad exclusiva del partijero, quien esporádicamente es asesorado por el propietario para la venta del producto.

*Codillo o "en codillo":* Antes que una modalidad propiamente dicha, "codillo" es un tér-

mino aplicado cuando en cualquiera de las modalidades descritas anteriormente se incluye una tercera persona, "el codillero" a quien el partijero traspasa la responsabilidad total o media de la mano de obra y el manejo del control de malezas, siendo de esta manera, una relación directa entre partijero y codillero sin intervención del propietario.

*A la quinta:* Tiene las mismas características de la modalidad "a la cuarta"; solamente cambia el porcentaje de participación del partijero que en este caso es por quintas partes.

*En arriendo:* Es una forma de negociación entre un propietario y un interesado o "arrendatario" quien, una vez perfeccionado el contrato respectivo, asume totalmente el rol de propietario durante el periodo estipulado, pudiendo aplicar cualquiera de las modalidades descritas. En promedio, el valor del arriendo en la zona es de \$250.000/ha/año.

### Logro de los objetivos específicos

#### **Objetivo 1: Demostrar la eficiencia del control microbiológico en el manejo de plagas del suelo con participación de los productores.**

En laboratorio por medio de bioensayos o pruebas de patogenicidad se comprobó la efectividad de las cepas de los hongos entomopatógenos utilizados como biocontroladores mediante la determinación de los tiempos y dosis letales medias. En campo, se constató su efectividad en parcelas comerciales de arracacha y cultivos alternos y/o de rotación del sistema de producción en fincas de agricultores con su directa participación y control.

Los principales resultados relacionados con el logro de este objetivo fueron:

#### *Selección de cepas*

Se seleccionaron tres cepas nativas de *M. anisopliae* aisladas de larvas de los géneros *Serica*, *Cyclocephala* y *Macroductylus* por presentar los menores tiempos letales medios (TL-50) y mayor porcentaje de mortalidad y esporulación, demostrando actividad biológica sobre los principales géneros de chisas. Estas cepas fueron la base de los estudios de preformulación para el desarrollo semicomercial del biocontrolador de la chisa. Posteriormente se adicionaron las cepas aisladas de larvas de los géneros

*Plectris*, *Anomala*, y *Ancognata* y una aislada de adultos de *Cetoninos*.

Las cepas evaluadas presentaron tendencia hacia la especificidad siendo más virulentas sobre el género de donde fueron aisladas. Las *Serica* sp. fueron más susceptibles al efecto del hongo, mientras que las *Phyllophaga* mostraron mayor resistencia. *Phyllophaga* fue el género más abundante, estando presente en todos los muestreos y el más voraz, presentando la mortalidad más baja en los bioensayos y la TL-50 más alta en todas las cepas.

#### ▪ Dosis de campo

Fue calculada con base en un promedio de las dosis letales medias obtenidas y en la concentración de conidias por gramo presentada por el producto semicomercial. Se tuvieron en cuenta las dosis letales medias obtenidas en el Laboratorio sobre *Phyllophaga*, *Cyclocephala* y *Serica* y la concentración de los productos preformulados Metabiol granulado y Metabiol polvo humectable.

La DL-50 promedio obtenida fue de  $6.8 \times 10^9$  conidias/ml, concentración con la cual se

logra teóricamente suprimir el 50% de la población de larvas expuestas. La concentración de los productos Metabiol polvo humectable fue de  $1 \times 10^{10}$  conidias/g, y la de Metabiol granulado de  $1 \times 10^9$  conidias/g, es decir, que un kilogramo de producto polvo humectable contiene  $1 \times 10^{13}$  conidias y un kilogramo de Metabiol granulado  $1 \times 10^{12}$  conidias. Bajo estas condiciones con 10 kg/ha de Metabiol granulado y/o 0.5 kg de Metabiol polvo humectable se puede reducir la población de chisas en más de un 70%

#### Ensayos de validación

Constituyeron pruebas conjuntas de comprobación entre productores e investigadores para evaluar la acción del control microbiológico bajo sus condiciones. Durante 12 meses de ciclo del cultivo de arracacha, se realizaron tres (3) aplicaciones en el suelo del biocontrolador con base en *M anisopliae*: al momento de la siembra, a los 90 días y a los 210 días de edad del cultivo. Las parcelas testigo se manejaron con la tecnología del agricultor. Se demostró el efecto positivo del biocontrolador al reducir la población de chisas en el suelo, disminuyendo las pérdidas por su daño de alimentación sobre las raíces. Tabla 3.

Tabla 3. Producción de arracacha en ensayos de Validación del control microbiológico de la chisa. 1997-98.

	Tratamientos			Testigos		
	L1	L2	L3	L1	L2	L3
Producción kg/ha	13.500	22.800	32.00	2.800	19.900	23.650
Raíces Comerciales/planta	5.0	4.0	5.9	1.0	2.9	3.9
Raíces desecho/planta	2.3	1.6	1.2	5.7	2.3	2.0

La mortalidad por *M anisopliae* comprobada en laboratorio por medio de la recuperación de larvas en muestreos de suelo posteriores a las aplicaciones del biocontrolador, varió entre 75% a los 44 días después de la aplicación y 9% a los 89 días después, observándose un efecto continuado sobre la población de chisas a través del tiempo con una tendencia periódica de incremento del hongo por efecto de la presencia de larvas esporuladas en el suelo capaces de producir reinfección.

Higuera en 1996 reportó permanencia de *M anisopliae* en suelos del oriente Antioqueño 24 meses después de tratados, encontran-

do 23 (UFC) unidades formadoras de colonia mientras que en el testigo encontró sólo tres UFC, siendo el número de colonias 20 veces mayor en el suelo tratado, confirmando la persistencia de la aplicación del hongo en el suelo. Estas características demuestran la viabilidad del uso de biocontroladores con base en *M anisopliae* para el control eficiente de plagas del suelo.

Las poblaciones iniciales de chisa en los lotes donde se desarrollaron los ensayos de arracacha estuvieron comprendidas entre 576.000 y 16.000 larvas por hectárea y el efecto de control observado en campo fue de 60%.

Los niveles de control obtenidos en estos ensayos se consideran aceptables pues la mortalidad observada bajo condiciones de campo y en aplicaciones comerciales, comúnmente tiende a disminuir respecto a los niveles alcanzados en pruebas de patogenicidad bajo condiciones de laboratorio; esto es explicable debido a las interrelaciones que se establecen entre el patógeno aplicado y las condiciones bióticas y abióticas del ambiente.

Similares resultados se han reportado en trabajos de investigación en Antioquia con 2 sistemas de aplicación al suelo de *M. anisopliae* superficial e incorporado, en cultivos de papa, donde observaron mortalidades sobre chisa entre 15.42% y 19.59%. (4).

En investigaciones realizadas por Cenicafé se obtuvieron mortalidades en campo de *M. anisopliae* sobre poblaciones de la broca del café entre 31% y 43%, utilizando cepas que en laboratorio mostraron mortalidades superiores al 84%, diferencia explicable por el efecto adverso de condiciones abióticas en los cafetales. (1)

La población de larvas en las parcelas testigo fue superior a los tratamientos demostrándose el efecto del biocontrolador en la supresión de la población. La menor presión de población de la plaga en las parcelas tratadas con el biocontrolador permitió la formación de un mayor número de raíces comerciales y por ende una mayor producción. No se observó daño de chisa en las raíces al cosecharse, en ninguna localidad.

Para complementar estos resultados se establecieron ensayos de validación en especies alternas y de rotación del sistema de producción con ciclos cortos como arveja, papa amarilla, remolacha y zanahoria, obteniéndose producciones superiores en las parcelas tratadas, aún en aquellas localidades donde se presentaron fuertes ataques de gota (*Phytophthora infestans*) en los cultivos de papa amarilla que redujeron drásticamente el rendimiento en algunos casos.

Se presentó un daño por chisa 50% menor en las parcelas tratadas., demostrándose que aún en cultivos de ciclo corto el efecto del biocontrolador es positivo al brindar protección al producto comercial del daño de la chisa; si bien esta protección no es total, permite incrementar la producción entre el 50% y 87%, que es económicamente muy significativo.

Las poblaciones iniciales de chisa determinadas mediante muestreos de suelo antes de la siembra, en los lotes donde se establecieron estos ensayos estuvieron comprendidas en un rango entre 8.000 y 400.000 larvas/ha.

En todas las localidades se evidenció el efecto supresor del biocontrolador sobre la población y/o el daño de alimentación en las parcelas tratadas pues tuvieron menores niveles de población, permitiendo mayor rendimiento en relación con las parcelas testigo.

Krassiltschik citado por Rosas en 1994 aplicó en campo el hongo *M. anisopliae* para el control del picudo de la remolacha (*Cleonus punctiventris*) logrando mortalidades de larvas entre 55% y 80%.

Los agricultores evidenciaron el efecto del biocontrolador al comprobar en sus lotes la no presentación de daños mayores por ataque de las chisas, al obtener mejores producciones de las acostumbradas en esos mismos lotes y al observar los signos y síntomas de enfermedad en las larvas encontradas en los muestreos de suelo posteriores a la aplicación del producto biológico y que ellos aprendieron a reconocer en las capacitaciones realizadas. Manifestaron dificultad para preparar y aplicar el hongo producido artesanalmente en sustrato arroz, al requerir lavado y colado previos a la aplicación en bomba de espalda para evitar el taponamiento de las boquillas, dificultad resuelta con la aplicación de Metabiol polvo humectable por su tamaño de partícula.

Algunos agricultores prefirieron la presentación del Metabiol como granulado por su facilidad de aplicación; otros la del Metabiol polvo humectable para aplicación con bomba de espalda, a pesar de su exigencia de adicionar un dispersante para su completa disolución.

#### Trampas de luz

Se instalaron en las fincas con ensayos de validación, con el fin de que los agricultores comprobaran la conveniencia de ejercer este tipo de control durante las épocas de emergencia y así complementar el manejo dado a las larvas en el suelo y para demostrar el uso del *Basianide* en las trampas al infectar los adultos y convertirse en fuentes de inóculo del biocontrolador en campo, por su poder de migración para aparearse y por su natural fototropismo.

Al recuperar adultos después de pasar por la trampa se estableció que adquieren cantidades de inóculo desde  $5 \times 10^5$  hasta  $1.3 \times 10^7$  concentraciones suficientes para provocar su infección. Las conidias del hongo se adhieren a los tarsos o a las pilosidades del abdomen.

**Objetivo 2 : Disminuir costos de manejo de chisas mejorando la rentabilidad del cultivo.**

La producción de biocontroladores tuvo una fase artesanal y una de preformulación para lograr una producción masiva y un escalamiento semicomercial.

*Producción artesanal:* el producto se elaboró con una concentración de  $1.5 \times 10^8$  conidias/g a  $4.3 \times 10^8$  conidias/g y un costo de producción de \$5.500/kg.

*Producción semicomercial:* Se produjo Metabiol en sus dos presentaciones para aplicar en los ensayos de validación y distribuir gratuitamente a los agricultores, con un costo comercial de \$10.000/kg. y de \$35.000 por frasco de 500 g. El Basianide, como suspensión oleosa para aplicación en trampas en el control de adultos, tuvo un costo comercial de \$8.000 el frasco de 100 ml.

Los costos tradicionales del manejo de chisas con insecticidas químicos en el cultivo de arracacha, se encuentran entre \$ 165.500 y \$ 339.000/ha que corresponden al 15 % de los costos totales de producción; con los biocontroladores de aplicación al suelo ascienden a \$210.000/ha que representan el 9.7 % de los costos totales, con una reducción de 5.3 puntos porcentuales en el total de costos y de 38% sobre los costos máximos tradicionales de manejo de las chisas en la zona.

La rentabilidad de las parcelas tratadas varió entre +199.4% y +609.8% mientras que la de los testigos entre -41.38% hasta +395.1%. En las parcelas tratadas se aumentó la rentabilidad con respecto a los testigos en 89.2%, 214.7% y 240.7%.

**Objetivo 3: Contribuir al mejoramiento ambiental con la reducción de aplicaciones de insecticidas químicos.**

El mejoramiento ambiental del proyecto está dado por la reducción del volumen de ingrediente activo de insecticidas vertido al ambiente por año, disminución de la presión de la población de la plaga, del riesgo de intoxi-

cación, por la sostenibilidad económica y social e incremento del control natural.

El carbofurán, utilizado para control de chisa, totaliza 1032 kg/año de ingrediente activo vertido al ambiente, que llevado al total del área productora de arracacha (5000 ha), equivale a 51.6 t de principio activo que se dejarían de verter al ambiente con el uso de la alternativa microbiológica.

El uso de microorganismos entomopatógenos ofrece nuevas perspectivas si se consideran los problemas surgidos en la agricultura por el uso irracional de insecticidas, como el desequilibrio biológico por la resistencia de los insectos a los productos químicos, la desaparición de la fauna benéfica, el surgimiento de nuevas especies plagas, la presencia de residuos tóxicos en los productos alimenticios y sus consecuencias en la salud humana y animal y en la desmejora de la calidad de vida por el detrimento ambiental permanente. (6).

El control microbial de los insectos plaga promete jugar un papel importante en los nuevos sistemas de manejo, especialmente para el pequeño y mediano agricultor, quienes no están suficientemente capacitados en el uso seguro de los plaguicidas; los productos microbiológicos reducen los riesgos al usuario y la posibilidad de la contaminación ambiental. (8).

Los hongos entomopatógenos son inocuos a los seres humanos; Ferrón (1975), Muller-Kogler (1965), Nesterenko y Rudichenko (1968), Westael y Rehnborg de la sociedad de productos Nutrilite (1973) aseguran que la acción de estos organismos provoca reacciones alérgicas, cuando se manipula gran cantidad de material activo, pero se pueden evitar con las mismas precauciones a tenerse en cuenta para el uso de insecticidas.

El patógeno aplicado queda casi siempre establecido en el medio, es decir, se crean epizootias permanentes, que resurgen en las siguientes generaciones de insectos plaga dispersándose dentro del medio ecológico de una zona a otras.(6).

**Objetivo 4: Evaluar la actitud de la familia frente a la recomendación manejo de chisas con control microbiológico.**

El logro de este objetivo se obtuvo con la identificación de las categorías deductivas

(percepción inicial del investigador) y el análisis de las categorías inductivas (percepción del productor rural).

#### Categorías deductivas (Supuestos)

- *Aceptación del control biológico* por parte de los productores del control biológico, dadas sus bondades.
- *Confianza* de los agricultores en los productos de investigación generados durante el proceso, gracias a las relaciones de cordialidad, franqueza y lealtad creadas durante el desarrollo del proyecto
- *Capacitación*, insumo muy importante del proyecto, como contribución al convencimiento y a la aprobación de sus productos, por parte de los agricultores.

#### Categorías de análisis

- Nivel cognitivo: control químico
- Nivel cognitivo: control biológico
- Biocontrolador ideal
- Trabajo agrícola
- Capacitación

#### Análisis descriptivo de las categorías.

- *Nivel cognitivo: control químico.*

Los agricultores conocen bien el control químico, enumerando sus efectos nocivos para el hombre, animales y medio ambiente, su alto costo y riesgo de falsificación.

- *Nivel cognitivo: control biológico*

Por sus testimonios, los productores rurales tienen una actitud positiva hacia el "hongo" y el control biológico, asociándolos con lo "bueno", lo positivo y el futuro.

- *Biocontrolador ideal*

Para los agricultores el hongo es el biocontrolador ideal, aspirando que el producto biológico, además de eficiente en los cultivos y sano ambientalmente, sea económico, de fácil consecución y en lo posible, distribuido por Corpoica.

- *Trabajo Agrícola*

Los campesinos tienen una concepción integral de sus sistemas productivos; el traba-

jo agrícola para ellos es una forma particular de hacer las cosas, que requiere de experiencia, de saber y conocer; como campesinos se sienten abandonados de los programas y servicios estatales. Para ellos, la arracacha es su prioridad laboral.

- *Capacitación*

Los mensajes y recomendaciones transmitidos por medio del plan de capacitación estuvieron presentes en la mayoría de los testimonios. Para los investigadores es gratificante tener un concepto de los productores sobre este plan, pues permite afirmar que los logros propuestos se alcanzaron en buena parte. Fueron importantes los videos y las cartillas como transmisores efectivos de los mensajes tecnológicos. El concepto sobre la capacitación es positivo, apreciable por la asistencia a los eventos, el interés demostrado, la demanda por su incremento y las expectativas sobre la continuidad del proyecto.

#### **Objetivo 5: Divulgar entre productores y asistentes técnicos la tecnología recomendada por medio de la aplicación de técnicas de transferencia.**

Partiendo del concepto mismo del término "divulgar = poner al alcance del público una cosa", se planearon actividades para lograr dos propósitos claramente definidos: primero, adecuar la terminología técnica al vocabulario de los productores de la zona y segundo, por medio de estrategias metodológicas participativas, basadas en las aplicaciones lúdicas de las escuelas actuales de educación, lograr la aprehensión del concepto de "ciclo biológico", partiendo de la comprensión de cada uno de los estados que lo componen.

Con base en la observación de las características culturales de la población de productores, predominantemente influenciadas por su ancestro cundiboyacense, según las cuales la copla campesina enlaza la sabiduría y picaresca populares con sus expresiones musicales, se diseñó un guión en el cual los conceptos técnicos sobre el ciclo de vida de la chisa se vuelcan hacia una historieta elaborada en forma de coplas de corte popular, contadas por la misma chisa, cuya imagen animada en un videoclip y reforzada por una cartilla ilustrada, conformó la propuesta metodológica para facilitar el proceso de construcción del conocimiento individual y

colectivo sobre el ciclo de vida del insecto con analogías del cotidiano del productor.

En el segundo caso, se trabajó con la población infantil-juvenil de las veredas seleccionadas, partiendo de una evaluación ex ante sobre niveles de conocimiento del ciclo biológico de la chisa, aplicando una encuesta gráfica elaborada con elementos del entorno natural de la zona para estimar la percepción que los 874 escolares y los 422 productores poseían acerca de las fases del ciclo de vida del insecto. Esta información permitió confirmar la hipótesis de que el control de la chisa, excesivo en el uso de químicos, guarda relación directa con el grado de

conocimiento de los productores sobre el ciclo biológico de la plaga; a la vez fue la base en cada taller para conducir la capacitación con mayor énfasis hacia aquellos estados donde se detectó mayor desconocimiento o duda.

Para la segunda fase de capacitación, cuya área temática se centró en los biocontroladores, se utilizó la metodología "de cascada", escogiéndose el grupo de profesores de las escuelas seleccionadas y a los líderes de los productores, con quienes se cumplió un entrenamiento especial, proceso complementado con talleres de capacitación a productores, escolares y docentes. Tabla 4.

Tabla 4. Eventos de capacitación y beneficiarios. Proyecto manejo de chisa en arracacha, Cajamarca, 1998-1999

Etapa capacitación	Población	Reuniones	Hombres	Mujeres	Total
Ciclo de vida de la chisa	Escolares	18	453	423	876
	Productores	13	138	50	188
	Docentes	2	21	38	59
Subtotal		33	612	511	1123
Control microbiológico	Productores	8	175	60	235
	Docentes	1	8	18	26
	Ing. Agrónomos	1	9	1	10
	M. Veterinarios		1		1
	Ad. Empresas		4		4
	Tecnólogos		19	2	21
Subtotal		10	216	81	297
<b>TOTAL</b>		<b>43</b>	<b>828</b>	<b>592</b>	<b>1420</b>

**Objetivo 6 : Lograr que los productores y asistentes técnicos adopten el sistema de manejo microbiológico de la chisa.**

El proceso de divulgación y capacitación descrito anteriormente constituyó el primer y necesario insumo para lograr la aceptación y el uso continuado de las tecnologías obtenidas para el manejo de la chisa con el uso de los biocontroladores, por parte de los productores y de los asistentes técnicos de la zona. Cabe destacar que para tener elementos que permitan evaluar adopción tecnológica o apropiación del producto tecnológico entregado por CORPOICA se requiere efectuar en el tiempo un seguimiento de acciones dentro de la población de productores e idear algunos parámetros para sopesar el efecto en el contenido cognitivo de los grupos escolares.

Se cumplió todo un proceso vivencial con los grupos de productores dirigido a facilitar la comprensión del concepto de hongo, su ciclo de vida y sus hábitos de invasión como microorganismos causantes de enfermedad y muerte en las larvas y adultos de las chisas. Este proceso fue analizado con una evaluación expost.

Para reforzar esta experiencia, se elaboraron los siguientes materiales: Un boletín técnico titulado "Conozca los hongos que controlan las chisas" dirigido a técnicos especialmente, un videoclip con dibujo animado, reforzado con una cartilla ilustrada "Somos los hongos que comen chisas", destinado a los productores y a los escolares, con un tratamiento especial de mensaje. En la tabla 5 se compendia la población sujeto del plan de capacitación del proyecto.

Tabla 5. Población sujeto del plan de capacitación del proyecto. Cajamarca, 1998-1999

ETAPAS DE LA CAPACITACION	POBLACION OBJETIVO				
	Escolaser	Productores	Docentes	Asistentes Técnicos	Total
Ciclo biológico: («Pa' toditos chisa soy»)	876	188	59		1123
Biocontroladores: («Somos los hongos que comen chisas»)		235	26	21	288
<b>TOTAL</b>	876	423	85	24	1411

### RECOMENDACIONES

#### Investigaciones futuras y transferencia de resultados

- La producción comercial de biocontroladores y la masificación de la tecnología de manejo micro-biológico deben ser las etapas siguientes al desarrollo de este proyecto.
- Estandarizadas las técnicas de producción masiva con los respectivos controles de calidad y registros legales, se emprende la producción comercial que exige infraestructura de laboratorios y plantas de producción, que no posee Corpoica, por lo que sería necesario establecer un convenio con una entidad externa como Vecol para que realice la producción y comercialización.
- Dentro de la masificación de la tecnología es necesario incluir estos contenidos en el plan educativo Municipal, difundir por medios masivos de comunicación y ampliar la cobertura de capacitación a las 38 veredas del Municipio

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **BERNAL M.G., BUSTILLO A.E. y POSADA F.J. 1994.** Virulencia de aislamientos de *Metarrhizium anisopliae* y su eficacia en campo sobre *Hypothenemus hampei*
2. **CABRERA, D. E. y PELÁEZ, S.L. 1999.** Significado cultural del fuego dentro de las prácticas agrícolas de los productores de la Cuenca del río Las Ceibas. Tesis de grado. Neiva.
3. **HERRÓN, P. 1978.** Biological control to insects pest by entomogenous fungi. Annual Review of Entomology. V.23, p 409-422. USA.
4. **HERNÁNDEZ J.A., RODRÍGUEZ R., POSADA F. Y MADRIGAL A. 1992.** Evaluación del hongo *Metarrhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin en el control de chizas (Coleóptera: Scarabaeidae) EN: Memorias XIX CONGRESO SOCOLÉN. Manizales, Universidad de Caldas. p 84
5. **HIGUERA JP. 1996.** Colonización de un suelo con *Metarrhizium anisopliae* para el control de chizas (Coleóptera:Melolonthidae) en el oriente Antioqueño. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Tesis de grado. P49-60.
6. **RODRÍGUEZ SIERRA D. 1997.** Los entomopatógenos en el manejo integrado de plagas, Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Boletín de Sanidad Vegetal 22, 39p.
7. **ROSA J. 1994.** Hongos entomopatógenos para el control de plagas insectiles En: Memorias V Curso de control biológico, Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca, México. P86.
8. **SHANON, P., SMITH S., HIDALGO E. 1993.** Evaluación en el laboratorio de aislamientos Costarricenses y exóticos de *Metarrhizium* spp. y *Beauveria* spp. contra larvas de *Phyllophaga* spp (Coleóptera: Scarabaeidae) En: Diversidad y manejo de plagas subterráneas, publicación especial de la Sociedad Mexicana de Entomología, Veracruz, México. p 203-215