

**ESTABLECIMIENTO DE UN PROGRAMA DE MANEJO INTEGRADO DE LAS  
PLAGAS MÁS LIMITANTES DEL CULTIVO DE YUCA EN EL VALLE DEL CAUCA  
Y CAUCA**

**Presentado a:  
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL  
MADR**

**Convenio 135**

**A cargo de:  
UNIDAD MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES  
PROYECTO ENTOMOLOGIA DE YUCA**



**Investigador Principal  
ANTHONY C. BELLOTTI**

**Asistente de Investigación  
CLAUDIA MARIA HOLGUIN A**

**Agosto, 2002**

# **ESTABLECIMIENTO DE UN PROGRAMA DE MANEJO INTEGRADO DE LAS PLAGAS MÁS LIMITANTES DEL CULTIVO DE YUCA EN EL VALLE DEL CAUCA Y CAUCA**

## **INTRODUCCION**

El CIAT a lo largo de todos sus años de investigación en yuca ha creado diferentes estrategias para el manejo de plagas de yuca en cuanto a control biológico, resistencia varietal, prácticas culturales y otros métodos alternativos, para dar soluciones a problemas del pequeño agricultor, quienes hasta el momento han sido los cultivadores de yuca. A través de este proyecto se involucrarán todos estos conceptos y se generarán nuevas estrategias para constituir un programa de manejo integrado de plagas en zonas como Valle del Cauca y Cauca en extensiones grandes de yuca para lo cual no se tiene mucha experiencia. Por medio de resultados obtenidos se ha determinado que la plaga más limitante en los yucales de estos departamentos es la mosca blanca.

Implementar un programa de manejo integrado de plagas de yuca le proporcionará al agricultor yuquero diversas alternativas para el manejo de su cultivo, teniendo en cuenta su capacidad económica y favoreciendo el entorno que lo rodea de una manera inmediata y oportuna. De igual forma, realizando este trabajo a nivel del Valle del Cauca y Cauca, teniendo en cuenta que la plaga limitante en estas zonas es la mosca blanca por lo observado hasta el momento, en un futuro se puede extrapolar esta metodología a otros departamentos yuqueros en los cuales las condiciones ambientales favorecen la presencia de otras plagas insectiles; ofreciéndoles de esta forma a los cultivadores de yuca de las diferentes zonas del país alternativas eficaces y oportunas de control.

Con los resultados de este proyecto las medidas requeridas por el agricultor le serán proporcionadas, facilitándoles una forma de producir con menores costos de producción, sostenible y en el momento que el cultivo lo amerite, ya que el agricultor tendrá las suficientes herramientas para realizarlo con la ayuda de personal capacitado.

## **OBJETIVO GENERAL**

Establecer un programa de manejo integrado de las plagas limitantes que afectan el cultivo de la yuca en el Valle del Cauca y Cauca como mosca blanca, que permita ofrecerle a los cultivadores un manejo adecuado, oportuno, económico y sostenible del cultivo de la yuca, reduciendo el uso de pesticidas y aumentando la producción.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- ❑ Determinar las prácticas de manejo utilizadas por los cultivadores de yuca en el Valle del Cauca y Norte del Cauca como el uso de pesticidas.
- ❑ Determinar, dosis y momento de aplicación de diferentes pesticidas selectivos y biopesticidas cuyo efecto sea fuerte en la plaga y leve en los enemigos naturales teniendo en cuenta umbrales de acción de cada plaga
- ❑ Recomendar a los agricultores el uso de enemigos naturales eficientes (entomopatógenos y parasitoides) a través de ensayos en el campo.
- ❑ Capacitar a los agricultores sobre el uso del manejo integrado de plagas de yuca con alternativas diferentes al uso de pesticidas como la utilización de enemigos naturales.

## **METODOLOGIA**

### **1. VISITAS A LOS CULTIVADORES DE YUCA Y REALIZACIÓN DE ENCUESTAS**

Se ejecutaron visitas a 102 cultivadores de yuca de la zona Norte del Valle del Cauca y Cauca. En estas visitas se realizaron encuestas que permitieran conocer la realidad de los cultivadores de yuca en el campo, desde el manejo que le otorgan al cultivo, los problemas fitosanitarios hasta sus necesidades y prioridades. Posterior a la encuesta se hacía un muestreo en el campo al azar de las diferentes plagas y enfermedades que se hospedan en el cultivo de yuca, para lo cual se diseñó una escala general de daño.

### **2. CONTROL QUÍMICO**

La yuca es un cultivo de ciclo anual y presenta una gran variedad de enemigos naturales efectivos para controlar las diferentes plagas que lo atacan, por tal razón, el control químico se ha considerado como última opción. Pero, teniendo en cuenta las altas poblaciones de mosca blanca en el campo, los estragos que está ocasionando y la necesidad de los agricultores de encontrar alternativas rápidas para el control de la plaga, se optó por probar esta alternativa de control, ya que el control biológico, microbiológico y las variedades resistentes devengan varios años de investigación y el control químico es considerado como alternativa a corto plazo. Para tal efecto se realizaron cinco ensayos en el campo, inicialmente se realizó un preliminar y con base en esta metodología se establecieron los demás.

## **Evaluación de diferentes productos químicos y biológicos en el control de la mosca blanca de la yuca *Aleurotrachelus socialis* en Santander de Quilichao (Cauca)**

Se realizó este ensayo preliminar para establecer una metodología en campo que permitiera evaluar diferentes productos para el control de la plaga, utilizando insecticidas convencionales. Se llevó a cabo en la Finca El Bohio ubicada en Santander de Quilichao (Cauca) a una altura de 1000 m.s.n.m.. La variedad de yuca utilizada fue la Brasil 12. Un mes después de la siembra se efectuó la aplicación foliar de 8 productos tales como Biomeel (aceites vegetales refinados), Bioneem (extracto de neem), Bioterpeno (terpenoides naturales), confidor (Imidacloprid), oportune (Buprofezin), tamaron (Metamidofos), sistemin (Dimetoato) y cipermetrina (genérico) en dosis comerciales. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completamente al azar, con 8 tratamientos, un testigo absoluto y 4 repeticiones. Las evaluaciones iniciaron cuando se observaron las primeras poblaciones de mosca blanca con base en la escala de población (Tabla 1), después de la primera evaluación se continuaba realizando quincenalmente.

**Tabla 1. Escala de población de *Aleurotrachelus socialis* Bondar**

<b>Grado</b>	<b>Adulto – Huevos</b>	<b>Ninfas - Pupas</b>
1	Limpio	Limpio
2	1 – 50	1 –200
3	51 – 200	201 –500
4	201 – 500	501 – 2000
5	501 – 1000	2001 – 4000
6	>1000	>4000

## **Evaluación de la eficiencia de productos químicos y biológicos en el control de la mosca blanca de la yuca *Aleurotrachelus socialis* en Santander de Quilichao y Jamundí**

En Santander de Quilichao (Cauca) en la Finca El Bohio a 1000 m.s.n.m a partir de mayo de 2001 se evaluaron productos con nuevos ingredientes activos para el control de mosca blanca. El diseño experimental establecido fue el de bloques completamente al azar con 7 tratamientos, 1 testigo absoluto y 4 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos evaluados fueron confidor (imidacloprid), Oportune (Buprofezin), Eltra (Carbosulfan), Actara (Tiametoxan), Polo (Diafentiuron), Epingle (Piriproxifen) y Extracto de Citronela en dosis comerciales. La variedad de yuca utilizada fue la Parrita (MCOOL 2758). Las evaluaciones y la aplicación de los productos se realizaron de forma similar al ensayo preliminar.

Este ensayo se repitió durante el mes de junio de 2001 en "Agrovelez" Jamundí (Valle del Cauca), sobre la variedad de yuca Reina (CM 6740-7). Se evaluaron productos similares al ensayo anterior, exceptuando el tratamiento con citronela que fue reemplazado por Imidor (Imidacloprid). Las evaluaciones de la población de mosca blanca se realizaron los 6 primeros meses de edad del cultivo.

El ensayo realizado en Jamundí fue llevado hasta cosecha. Se tomó el rendimiento en los surcos centrales de cada tratamiento y se sometieron a análisis de varianza. Se registraron los precios de la yuca para agricultores con pequeñas y grandes extensiones del cultivo por presentar variación en el precio al momento de la cosecha. Se tomaron registros de los costos incurridos en cada tratamiento, incluyendo mano de obra y valor de los insumos utilizados y, se tomaron los costos realizados por un agricultor con grandes extensiones, el cual incluye riego y mayor número de insumos comparado con un agricultor de pequeñas extensiones. Con estos datos se prepararon presupuestos parciales y se hizo un análisis marginal con la metodología del CIMMYT (1988), con el fin de calcular los siguientes parámetros por tratamiento: costo variable, costo total, beneficio total, beneficio neto y relación beneficio/costo.

### **Evaluación de la eficiencia de imidacloprid en el control de la mosca blanca de la yuca *Aleurotrachelus socialis* en Jamundí (Valle del Cauca)**

Con el fin de retrasar la aparición de *Aleurotrachelus socialis* y evaluar la eficiencia en el control de la plaga, se establecieron dos ensayos en "Agrovelez" Jamundí (Valle del Cauca), con la variedad de yuca Reina. Se evaluaron diferentes dosis, presentaciones y formas de aplicación de imidacloprid (**Figura 1**) por ser el ingrediente activo que presentó mejores resultados en el ensayo preliminar. El diseño experimental empleado fue el de bloques completamente al azar con 7 y 6 tratamientos, para el primer y segundo ensayo respectivamente. En ambos ensayos se tenía 1 testigo absoluto, 1 testigo comercial y 4 repeticiones por tratamiento (**Tablas 2 y 3**).

**Tabla 2. Dosis y forma de aplicación de imidacloprid en campo (Primer ensayo)**

<b>Producto</b>	<b>Dosis/ ha</b>	<b>Forma de aplicación</b>
1 Confidor SC 350 (Suspensión concentrada)	0.6 litros	Remojo* a la siembra
2 Confidor SC 350 (Suspensión concentrada)	0.8 litros	Remojo a la siembra
3 Confidor SC 350 (Suspensión concentrada)	0.2 litros	Remojo a la emergencia
4 Gaucho FS 600 (Tratamiento semillas)	0.4 litros	Inmersión de estacas
5 Gaucho FS 600 (Tratamiento semillas)	0.5 litros	Inmersión de estacas
6 Confidor WG 70 (Presentación granular)	0.3 Kg	Remojo a la siembra
7 Confidor WG 70 (Presentación granular)	0.4 Kg	Remojo a la siembra
(Testigo Comercial)	0.2 litros	Remojo a la emergencia
Testigo absoluto		

\* Aplicación a la base de la planta

**Tabla 3. Dosis y forma de aplicación de imidacloprid en campo (Segundo ensayo)**

Producto	Dosis/ ha	Forma de aplicación
1 Confidor SC 350 (Suspensión concentrada)	0.6 litros	Remojo* a la siembra
2 Confidor SC 350 (Suspensión concentrada)	0.2 litros	Remojo a la siembra
3 Confidor WG 70 (Presentación granular)	0.3 Kg	Remojo a la emergencia
4 Confidor WG 70 (Presentación granular)	0.3 Kg	Inmersión de estacas
5 Gaucho FS 600 (Tratamiento semillas)	0.4 litros	Inmersión de estacas
6 Confidor SC 350 (Suspensión concentrada)	0.2 litros	Remojo a la siembra
(Testigo Comercial)	0.2 litros	Remojo a la siembra
Testigo absoluto		Remojo a la emergencia

\* Aplicación a la base de la planta



**Figura 1. Formas de aplicación de insecticidas en la siembra.**

Estos ensayos se llevaron hasta cosecha. Con el rendimiento, costo por tratamiento y precio de la yuca se realizó un análisis similar al descrito en el ensayo: evaluación de la eficiencia de productos químicos y biológicos en el control de la mosca blanca de la yuca *Aleurotrachelus socialis* en Jamundí (ensayo anterior).

### 3. CONTROL MICROBIOLÓGICO

Se evaluaron cepas de hongos existentes en el cepario del CIAT, correspondientes a aislamientos colectados en las principales zonas yuqueras del país a partir de individuos de *Aleurotrachelus socialis* infectados con hongos entomopatógenos (**Tabla 4**).

Estos aislamientos se encontraban almacenados en papel a una temperatura de -20° C en el cepario de CIAT y fueron reactivados sobre adultos de mosca blanca. La reactivación de cada uno de los aislamientos consistió en ubicar 10-20 adultos de *Aleurotrachelus socialis* provenientes de la colonia existente en CIAT en cajas petri cubiertas en el fondo con papel filtro humedecido con agua destilada estéril y sobre estos adultos se inocularon los hongos entomopatógenos. Después de cinco días los adultos con presencia de micelio fueron aislados en cajas petri sobre medio de cultivo PDA, después de tener los hongos puros se les realizó un pase sobre agar PDA suplementado con macerado de adultos de *A. socialis* y otro pase sobre agar suplementado con macerado de huevos y ninfas

Para evaluar las cepas nativas sobre adultos de mosca blanca se utilizaron plantas de yuca de la variedad CMC 40, sembradas en suelo estéril en potes plásticos de 0.5 Kg los cuales se mantenían en casa de malla a una temperatura de  $30 \pm 2^{\circ}\text{C}$  y una humedad relativa de 50-60%.

**Tabla 4. Cepas nativas evaluadas en el control de *Aleurotrachelus socialis* Bondar**

Cepa	Hongo entomopatógeno	Hospedero
CIAT 210	<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>
CIAT 211	<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>
CIAT 212	<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>
CIAT 215	<i>Verticillium lecanii</i>	<i>Aleurotrachelus socialis</i>
CIAT 216	<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	<i>Aleurotrachelus socialis</i>
CIAT 217	<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Aleurotrachelus socialis</i>

Las infestaciones de las plantas se realizaron con 20-30 adultos tomados con una pipeta pasteur de la colonia establecida en CIAT, luego se depositaron en jaulas pinza ubicadas en las hojas de la planta durante 24 horas, después de transcurrido este tiempo se retiraron los adultos. Este procedimiento se realizó cuatro, siete, catorce y veintitrés días después con el fin de tener todos los estados de desarrollo del insecto en el momento de la aplicación.

La aplicación de los hongos sobre las ninfas se realizó con un microaspersor con una presión de salida de 10 PSI. El cubrimiento fue evaluado sobre una tira de papel hidrosensible. El volumen asperjado por tratamiento fue de  $4.0 \pm 0.5$  ml para ninfas. Después de la aplicación las plantas fueron llevadas a un cuarto de cría a una temperatura de 28° C y una humedad relativa del 80%.

La evaluación se realizó sobre el número final de adultos emergidos, ninfas muertas con y sin evidencias de micosis. Las hojas con las ninfas aplicadas fueron cortadas y colocadas en cajas petri con papel filtro húmedo por 4-5 días.

El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorizado, con diez repeticiones por tratamiento, como unidad experimental se consideró cada jaula pinza puesta sobre la planta, los controles consistieron en agua destilada estéril y agua destilada estéril más Tween 80 al 0.1%.

Después de tener el estado de desarrollo más susceptible a los hongos entomopatógenos, se evaluó sobre éste el aislamiento más promisorio en las concentraciones ( $1 \times 10^3$ ,  $1 \times 10^4$ ,  $1 \times 10^5$ ,  $1 \times 10^6$ ,  $5.0 \times 10^6$ ,  $1 \times 10^7$ ,  $5.0 \times 10^7$  con/ml).

Además se evaluaron seis productos de hongos entomopatógenos formulados en la dosis recomendada por cada casa comercial. Inicialmente se les realizó un control de calidad según la metodología establecida por Cenicafé donde se determinó los valores para conteo de esporas, viabilidad a las 24 horas, pureza, pH y Humectabilidad. Posteriormente se evaluaron sobre huevos de *A. socialis* por ser el estado de desarrollo más susceptible.

#### **4. CAPACITACION A LOS AGRICULTORES SOBRE EL USO DEL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS**

Se han capacitado 200 personas incluyendo agricultores y técnicos de zonas yuqueras con problemas de mosca blanca (sur del Valle del Cauca, norte del Cauca y Tolima) a través de charlas y días de campo sobre el comportamiento, daño, enemigos naturales y diferentes tipos de control de *Aleurotrachelus socialis*.

Además, los trabajos de control químico y microbiológico realizados en este proyecto, se presentaron en el congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN). Siendo seleccionados para los premios Hernán Alcaraz Viecco y Luis Hernando Pino Santiago respectivamente.



## RESULTADOS OBTENIDOS

### 1. VISITAS A LOS CULTIVADORES DE YUCA Y REALIZACIÓN DE ENCUESTAS

Las características generales del cultivo de yuca en las zonas muestreadas como variedades utilizadas, fertilización, manejo de malezas, el tipo de asesoría que reciben sobre el manejo del cultivo y las entidades que asisten los cultivos de yuca se observan en la **tabla 5**.

A través de estas encuestas se pudo observar que los cultivadores de yuca no tienen un criterio unificado para manejar el cultivo, lo demuestra el gran número de variedades y fertilizantes que utilizan dentro de una misma zona (**Tabla 5**). Para el caso de los últimos no coinciden entre agricultores las épocas de aplicación y las dosis, en el manejo de malezas en general utilizan round-up, gramoxone, karmex, estelar y el manejo cultural, pero hay variación en la dosis y época aplicación.

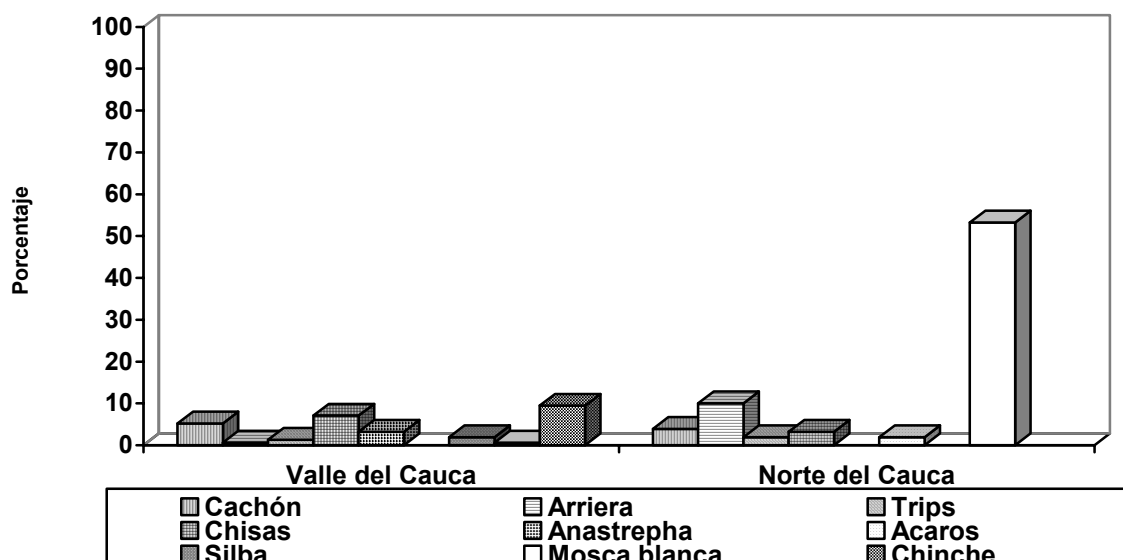
En cuanto a la asesoría del cultivo, el 83.7% de los agricultores encuestados afirman que las decisiones respecto al manejo del cultivo eran tomadas por ellos mismos. Cuando los agricultores presentaban mejores recursos económicos la asistencia técnica era realizada por técnicos y agrónomos particulares (13.2 %) y, en algunos casos las recomendaciones sobre los productos químicos que debían aplicar eran orientadas por los vendedores de los almacenes de agroquímicos.

Se encontraron entidades como Recampo, Cetec y Fidar (**Tabla 5**) haciendo presencia en el 29.1 % de los cultivos visitados en el norte del Cauca prestando asesoría a los agricultores y CIAT facilitando la semilla. Sin embargo, el 64.5 % de los agricultores del norte del Valle del Cauca y algunas veredas del norte del Cauca coinciden con que ninguna entidad asiste sus cultivos.

Respecto a las plagas, se encontró un complejo de 9 especies hospedándose en el cultivo (**Gráfica 1**). *Anastrepha* sp., chinche de la viruela, cachón, chisas, hormiga arriera, trips, *Silba* sp., ácaros y mosca blanca, su incidencia varía dependiendo la zona.

La plaga de interés en este estudio, la mosca blanca, no se encontró afectando los cultivos de yuca del norte del Valle del Cauca, puede ser por las condiciones ambientales de esta zona. Por el contrario en el norte del Cauca es la especie más predominante con una incidencia alta comparada con las demás plagas (**Gráfica 1**).

Se observó que para manejar en general las plagas del cultivo, el 51 % de los agricultores utilizaba control químico, principalmente para mosca blanca. El 25 % prefería no utilizar algún tipo de control y el 18% optaba por el control botánico para reducir costos. Los productos más comúnmente utilizados por los agricultores son lorsban, sistemin, malathion, roxión y cipermetrina seguidos de extractos de plantas, aceite de cocina, jabón, petróleo e hipoclorito, con una eficiencia regular en el control de mosca blanca



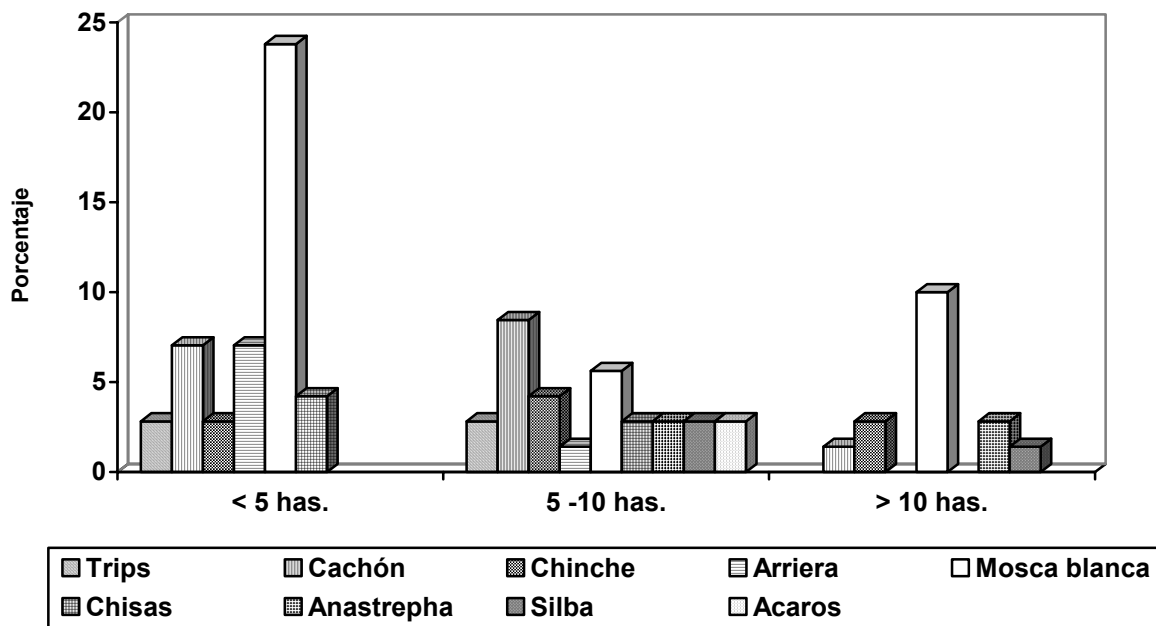
**Gráfica 1.** Frecuencia de plagas encontradas en el Valle del Cauca y Norte del Cauca en yuca *Manihot esculenta* Crantz

**Tabla 5.** Características generales del cultivo de yuca en el norte del Valle del Cauca y Cauca

Departamento	Municipio	Variedad	Fertilización	Manejo Malezas	Asesoría	Entidades		
Valle del Cauca	Alcalá	Chiroza	Cal	Round-up	Agricultor	Ninguna		
	Sevilla	Manzana	10-20-20	Gramoxone	Técnico	Recampo		
	Caicedonia	HCM1	15-15-15	Karmex	Agrónomo	CETEC		
	Jamundí	Gallinaza	Urea		Estelar		Fidar	
		CMC 40	KNO3		Glifosol		CIAT	
Cauca	S. Quilichao	523-7	DAP	Cultural				
		Buenos	Parrita				Cosmocel	
		Aires	Rancho azul				Pdn. yuca	
		Caldono	Verdecita				Kelatex -Zn	
		Suarez	P12				KCl2	
		Quinamayó	Algodona				Gallinaza	
			Verde				10-30-10	
			Barejona					
			Negrita					
			Roja					
			Venenosa					
			Blanquita					
			Chiroza					
			J Jobio					
		Varita						
Batata								
Raya siete								

La presencia de las plagas dependiendo el área de siembra, muestra que cuando las áreas son menores de 10 hectáreas hay mayor diversidad de plagas, predominando mosca blanca en el norte del Cauca, esto se debe a que en estas áreas los agricultores llevan muchos años sembrando yuca, por lo cual las plagas se han establecido (**Gráfica 2**).

Además se observa que cuando las áreas de yuca son mayores de 10 hectáreas la diversidad de plagas disminuye, esto ocurre porque son plantaciones recientes por lo que las plagas y enfermedades aún no se han establecido. Sin embargo resalta la presencia de mosca blanca en cultivos grandes de yuca con una alta severidad (**Gráfica 2**). Lo cual confirma que a medida que se incrementan las áreas en yuca una de las plagas más limitantes es la mosca blanca, se asume que este hecho puede ocurrir por la capacidad de vuelo tan alta.



**Gráfica 2. Plagas según el área (hectáreas) encontradas en el Valle del Cauca y Norte del Cauca en yuca *Manihot esculenta* Crantz**

## 2. CONTROL QUÍMICO

### Evaluación de diferentes productos químicos y biológicos en el control de la mosca blanca de la yuca *Aleurotrachelus socialis* en Santander de Quilichao (Cauca)

El efecto presentado por cada uno de los productos evaluados sobre las ninfas de *A. Socialis* fue similar. Los productos biológicos biomel (aceites vegetales), bioneem (extracto de neem) y bioterpeno (terpenoides naturales) requirieron mayor número de aplicaciones (6) comparados con los demás productos en general (5 aplicaciones) (**Tabla 6**). En el tratamiento

con imidacloprid (confidor) solamente se realizaron 3 aplicaciones por presentar poblaciones bajas a través del tiempo y este tratamiento fue el único que mostró diferencias significativas respecto a los otros tratamientos y comparado con el testigo en cada una de las fechas evaluadas. Los demás tratamientos presentaron un comportamiento similar entre ellos y no tuvieron diferencias con el testigo (**Tabla 6**).

El efecto de estos productos sobre los huevos y adultos de mosca blanca no fue significativo entre tratamientos al igual que con el testigo, presentando un comportamiento similar (**Tabla 7**). Buprofezin fue el único producto en presentar diferencias significativas con el testigo pero no entre tratamientos.

Con estos resultados se puede decir que los productos químicos convencionales y los biológicos utilizados en este ensayo no disminuyen la población de *A. socialis* significativamente, esto puede ser por la capa de cerosidad que presenta la plaga en los estados ninfales y también puede ser porque estos productos han sido utilizados desde hace mucho tiempo en aplicaciones calendario por parte de los agricultores por lo cual la plaga pudo adquirir resistencia.

La metodología establecida en este ensayo permitió conocer el comportamiento de la plaga a través del tiempo, por lo cual se siguió utilizando en los demás ensayos realizados.

**Tabla 6. Efecto de diferentes productos químicos y biológicos sobre ninfas de *Aleurotrachelus socialis* en el cultivo de yuca**

Tratamiento	No. Aplicaciones	Población ninfas de <i>A. socialis</i>			
		15 d.d.s*	45 d.d.s	75 d.d.s	105 d.d.s
Aceites vegetales	6	1.91 ab <sup>1</sup>	3.42 ab	4.17 a	2.71 a
Neem	6	2.75 ab	3.62 ab	3.96 ab	2.62 a
Terpenoides naturales	6	2.87 ab	3.54 ab	3.96 ab	2.48 ab
Imidacloprid	3	1.42 c** <sup>2</sup>	2.58 c**	3.42 b**	2.04 b**
Buprofezin	5	2.25 b	2.96 ac	4.29a	2.48 ab
Metamidofos	5	3.21 a	4.00 a	4.37a	2.65 a
Dimetoato	5	1.92 ab	3.79 ab	4.04 a	2.71 a
Cipermetrina	5	2.33 ab	3.62 ab	4.12 a	2.50 ab
Testigo		3.12 ab	3.58 ab	4.37 a	2.92 a

1 Prueba de Duncan Números seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente al 5% de significancia en pruebas de DMS

2 Prueba de Dunnett Comparación de los tratamientos con el testigo

\* d.d.s. Días después de siembra

\*\* Indica diferencias altamente significativas

**Tabla 7. Efecto de diferentes productos químicos y biológicos sobre huevos y adultos de *Aleurotrachelus socialis* en el cultivo de yuca**

Tratamiento	No. Aplicaciones	Huevos	Adultos
Aceites vegetales	6	3.60 ab <sup>1</sup>	3.28 ab
Neem	6	3.47 ab	3.17 ab
Terpenoides naturales	6	3.55 ab	3.32 ab
Imidacloprid	3	3.38 ab	3.23 ab
Buprofezin	5	3.44 b** <sup>2</sup>	3.10 ab
Metamidofos	5	3.63 ab	3.46 a
Dimetoato	5	3.55 ab	3.23 ab
Cipermetrina	5	3.69 ab	3.28 ab
Testigo		3.83 a	3.48 a

1 Prueba de Duncan Números seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente al 5% de significancia en pruebas de DMS

2 Prueba de Dunnett Comparación de los tratamientos con el testigo

\* d.d.s. Días después de siembra

\*\* Indica diferencias altamente significativas

### **Evaluación de la eficiencia de productos químicos y biológicos en el control de la mosca blanca de la yuca *Aleurotrachelus socialis* en Santander de Quilichao**

El ensayo realizado con productos químicos y biológicos en Santander de Quilichao mostró para los adultos en general, que los tratamientos presentan un comportamiento similar entre ellos, solamente el tratamiento con tiametoxan presentó diferencias altamente significativas con los demás tratamientos y respecto al testigo, siendo el mejor tratamiento para adultos (**Tabla 8**).

Para el caso de huevos (**Tabla 8**) el mejor tratamiento fue imidacloprid presentando diferencias con buprofezin, diafentiuron y citronela por tener la menor población pero no mostró diferencias con el testigo y los demás tratamientos.

Las ninfas muestran una diferencia marcada en cada uno de los tratamientos. La mayor población la presentó el testigo teniendo diferencias significativas con piriproxifen y altamente significativas con tiametoxan e imidacloprid. El mejor tratamiento en este ensayo para ninfas fue imidacloprid, sin embargo se puede observar que los demás tratamientos también disminuyen la población de la plaga (**Tabla 8**).

En cuanto al tratamiento con citronela, el único producto biológico utilizado en este ensayo no incidió en las poblaciones de la plaga, ya que no marcó diferencias respecto a los demás tratamientos y con el testigo tanto para adultos, huevos y ninfas (**Tabla 8**).

**Tabla 8. Efecto de la aplicación foliar de productos químicos y biológicos sobre huevos, ninfas y adultos de *Aleurotrachelus socialis* en Santander de Quilichao (Cauca)**

Tratamiento	Adultos	Huevos	Ninfas
Imidacloprid	1.81 abc <sup>1</sup>	1.96 c**	1.51 d**
Buprofezin	1.89 a	2.08 ab	1.88 ab
Carbosulfan	1.87 ab	2.06 abc	1.78 bc
Tiametoxan	1.78 c ** <sup>2</sup>	1.97 c	1.56 d**
Diafentiuon	1.82 abc	2.07 ab	1.87 ab
Piriproxifen	1.80 bc	2.04 abc	1.70 c*
Citronela	1.87 ab	2.12 a	1.91 a
Testigo	1.86 ab	2.01 ac	1.99 a

1 Prueba de Duncan Números seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente al 5% de significancia en pruebas de DMS

2 Diferencias altamente significativas

\*\* Indica diferencias altamente significativas

Este ensayo y el preliminar no se llevaron hasta cosecha, por presentar problemas en cuanto al manejo del cultivo en el sitio donde se establecieron. Sin embargo, las evaluaciones realizadas permitieron conocer el comportamiento de la plaga a través del tiempo, por lo cual fueron tenidos en cuenta para la elaboración de este informe.

#### **Evaluación de la eficiencia de productos químicos aplicados foliarmente en el control de la mosca blanca de la yuca *Aleurotrachelus socialis* en Jamundí (Valle del Cauca)**

El ensayo de productos químicos realizado en Jamundí (Valle del Cauca), utilizando productos químicos similares al ensayo anterior y reemplazando citronela por otro producto cuyo ingrediente activo también es imidacloprid (2), mostró que los productos tiametoxan, imidacloprid 1 y 2 fueron los más eficientes por presentar los valores de población más bajos, para adultos (2.67), huevos (2.82), ninfas (2.72) en promedio, respecto al testigo 3.65 (adultos), 4.06 (huevos) y 4.33 (ninfas) (**Tabla 9**).

Relacionando los ensayos de Santander de Quilichao y Jamundí con la aplicación foliar de los productos se puede decir que en ambos el mejor producto para adultos y ninfas es actara (tiametoxan), seguido por imidacloprid en las dos presentaciones utilizadas para el caso de ninfas, el cual mostró diferencias significativas con los demás tratamientos y respecto al testigo en ambos ensayos. **(Tabla 8 y 9).**

**Tabla 9. Efecto de la aplicación foliar de productos químicos y biológicos sobre huevos, ninfas y adultos de *Aleurotrachelus socialis* en Jamundí (Valle del Cauca)**

Tratamiento	Adultos <sup>2</sup>	Huevos	Ninfas
Testigo	3.65 a <sup>1</sup>	4.06 a	4.33 a
Carbosulfan	3.20 b	3.65 b	4.01 ab
Buprofezin	3.18 b	3.56 b	3.89 ab
Piriproxifen	3.17 b	3.55 b	3.85 ab
Diafenturon	3.15 b	3.51 b	3.58 b
Imidacloprid 1	2.76 c	2.89 c	2.81 c
Imidacloprid 2	2.64 c	2.78 c	2.72 c
Tiametoxan	2.57 c	2.78 c	2.62 c

1 Prueba de Duncan Números seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente al 5% de significancia.

2 Basado en escala de población, 1= No presencia; 2= 1-200 individuos por hoja; 3= 201-500 por hoja; 4= 501 –2000 por hoja; 5= 2001-4000 por hoja; 6= >4000 por hojas.

En cuanto el rendimiento obtenido en general fue similar para todos los tratamientos incluyendo el testigo (10.3 ton/ha en promedio) **(Tabla 10)**. Es un rendimiento bajo para el cultivo de yuca, sin embargo se encuentra dentro de la producción promedio nacional (9.5 t/ha). Esta disminución en el rendimiento pudo ocurrir por la variedad de yuca utilizada (Reina) y también por la incidencia de cuero de sapo en todos los tratamientos incluyendo al testigo **(tabla 10)**.

Al analizar la relación B/C para agricultores con grandes áreas de siembra con un precio de yuca de \$330, se observó que en todos los tratamientos fue superior o igual a 1, sin embargo, tiametoxan alcanzó el mayor valor con una relación B/C de 2.09, lo cual indica que el agricultor gana un peso con 9 centavos, por cada peso invertido **(Tabla 11)**.

Al momento de la cosecha el precio de venta de yuca para los agricultores con pequeñas extensiones era inferior (\$150), ya que no tienen el mercado asegurado como ocurre para los agricultores grandes. Por lo cual la relación B/C fue inferior a 1 en todos los tratamientos y el testigo, exceptuando el tratamiento con tiametoxan cuya relación beneficio costo fue igual a 1.34 **(Tabla 12)**.

**Tabla 10. Rendimientos obtenidos e incidencia de cuero de sapo en el ensayo de aplicación foliar de productos químicos sobre *Aleurotrachelus socialis* en Jamundí (Valle del Cauca)**

<b>Tratamiento</b>	<b>Rendimiento t/ha</b>	<b>Incidencia Cuero sapo (%)</b>
Imidacloprid 1	8.70	36.47
Buprofezin	10.96	32.26
Carbosulfan	10.30	20.62
Tiametoxan	16.23	17.71
Diafentiuron	7.41	36.02
Piriproxifen	9.35	24.53
Imidacloprid 2	11	36.28
Testigo	8.44	41.01

**Tabla 11. Costos y beneficios obtenidos a un precio de \$330 por un agricultor con grandes extensiones de yuca aplicados a los diferentes tratamientos del ensayo de aplicación foliar en Jamundí (Valle del Cauca). (Valores dados en miles de pesos por hectárea)**

<b>Tratamiento</b>	<b>Costo Total</b>	<b>Beneficio Total</b>	<b>Beneficio Neto</b>	<b>Relación B/C</b>
Imidacloprid 1	2635.5	2871	235.5	1.09
Buprofezin	2602.7	3616.8	1014.1	1.39
Carbosulfan	2549.9	3399	849.1	1.33
Tiametoxan	2564.3	5355.9	2791.6	2.09
Diafentiuron	2601.9	2445.3	-156.6	0.94
Piriproxifen	2564.3	3085.5	521.2	1.20
Imidacloprid 2	2630.3	3630	999.7	1.38
Testigo	2396.3	2785.2	388.9	1.16



**Tabla 12. Costos y beneficios obtenidos a un precio de \$150 por un agricultor con pequeñas extensiones de yuca aplicados a los diferentes tratamientos del ensayo de aplicación foliar en Jamundí (Valle del Cauca). (Valores dados en miles de pesos por hectárea)**

<b>Tratamiento</b>	<b>Costo Total</b>	<b>Beneficio Total</b>	<b>Beneficio Neto</b>	<b>Relación B/C</b>
Imidacloprid 1	1892.2	1305	-587.2	0.69
Buprofezin	1859.4	1644	-215.4	0.88
Carbosulfan	1806.6	1545	-261.6	0.86
Tiametoxan	1821	2434.5	613.5	1.34
Diafentiuron	1858.6	1111.5	-747.1	0.60
Piriproxifen	1821	1402.5	-418.5	0.77
Imidacloprid 2	1887	1650	-237	0.87
Testigo	1653	1266	-387	0.77

**Evaluación de la eficiencia de imidacloprid en el control de la mosca blanca de la yuca *Aleurotrachelus socialis* en Jamundí (Valle del Cauca) (primer ensayo)**

El ensayo con imidacloprid en la siembra muestra que para los tres estados de la plaga todos los tratamientos difieren significativamente con el testigo, el cual siempre tuvo las poblaciones más altas de mosca blanca (**Tabla 13**)

En general, todos los tratamientos retrasaron la aparición de la plaga 60 días, tiempo en el cual se reforzó con una aplicación del insecticida en presentación granular y ésta se repitió un mes después. Estas 2 aplicaciones fueron las únicas requeridas por el cultivo para mantener bajas las poblaciones de huevos, ninfas y adultos de *A. socialis* a través del tiempo (**Gráfica 3**).

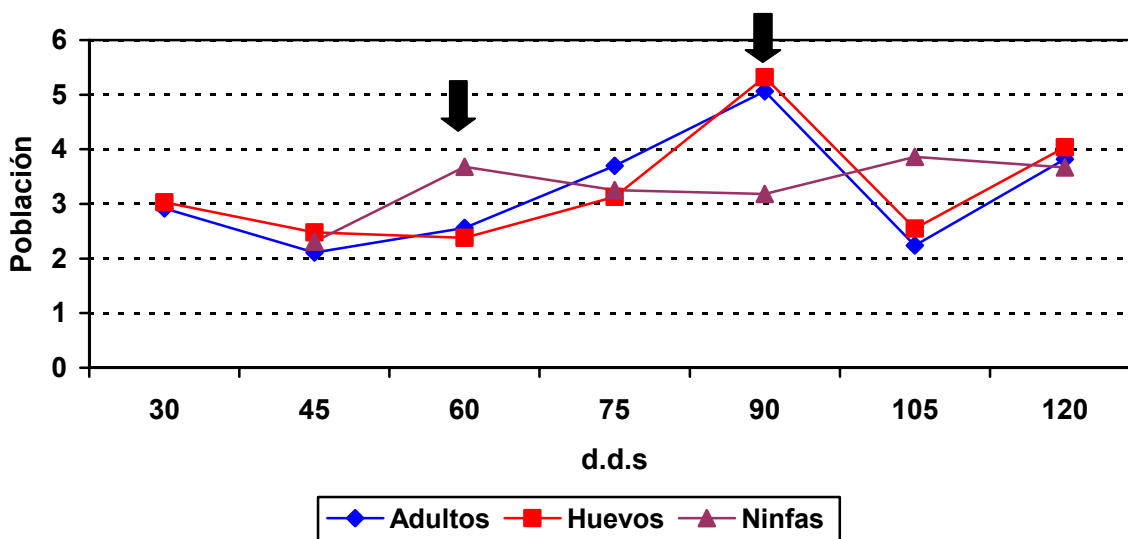
Las ninfas, son el estado de la plaga que indica si hay eficiencia del insecticida, ya que los adultos y huevos varían por la presión de mosca blanca existente alrededor del cultivo (**Gráfica 3**). Es por esto que se comparó la población de las ninfas a través del tiempo en cada uno de los tratamientos realizados y el testigo (**Gráfica 4**).

Aunque todos los tratamientos redujeron la población de ninfas, la menor población se obtuvo cuando se utilizó la suspensión concentrada del producto en remojo a la siembra en las dosis más altas 0.8 y 0.6 lt/ha, considerándose como los tratamientos más eficientes (**Gráfica 4**).

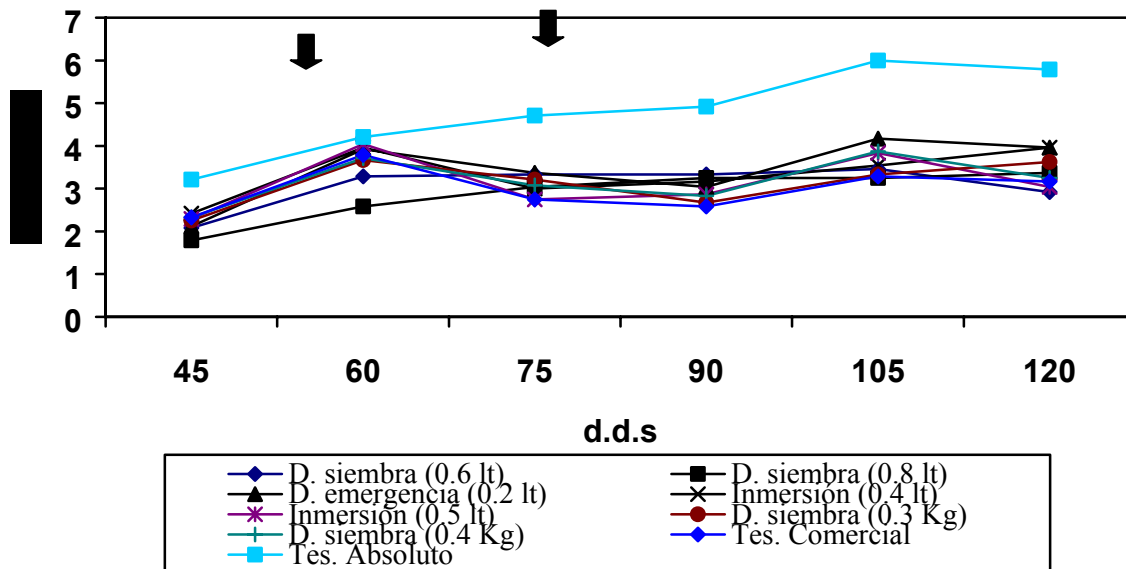
**Tabla 13. Efecto de imidacloprid sobre huevos, ninfas y adultos de *Aleurotrachelus socialis* Bondar en el Valle del Cauca**

Tratamiento	Dosis	Adultos	Huevos	Ninfas
1 SC - Remojo* a la siembra	0.6 litros	3.05 b	3.04 b	3.07 bc
2 SC - Remojo a la siembra	0.8 litros	3.13 b	3.03 b	2.88 c
3 SC - Remojo a la emergencia	0.2 litros	3.17 b	3.10 b	3.43 b
4 TS - Inmersión de estacas	0.4 litros	3.15 b	3.30 b	3.34 bc
5 TS - Inmersión de estacas	0.5 litros	3.19 b	3.23 b	3.14 bc
6 GR - Remojo a la siembra	0.3 Kg	3.05 b	3.01 b	3.12 bc
7 GR - Remojo a la siembra	0.4 Kg	3.02 b	3.11 b	3.18 bc
Testigo comercial	0.2 litros	3.01 b	3.24 b	2.99 bc
Testigo absoluto		4.05 a	4.22 b	4.80 a

- 1 Prueba de Duncan, números seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente al 5% de significancia.
- 2 Basado en escala de población, 1= No presencia; 2= 1-200 individuos por hoja; 3= 201-500 por hoja; 4= 501 –2000 por hoja; 5= 2001-4000 por hoja; 6= >4000 por hoja.



**Gráfica 3. Efecto de imidacloprid a través del tiempo sobre huevos, ninfas y adultos de *Aleurotrachelus socialis* Bondar en el Valle del Cauca**



**Gráfica 4. Efecto de imidacloprid a través del tiempo sobre ninfas de *Aleurotrachelus socialis* Bondar en el Valle del Cauca**

En cuanto el rendimiento obtenido en todos los tratamientos fue similar. En promedio 10.3 ton/ha, el mismo valor del ensayo anterior. El testigo comercial y el testigo absoluto presentaron los valores más bajos comparado con los tratamientos. Esto se debe a que presentaron las poblaciones más altas de mosca blanca. El rendimiento de todos los tratamientos y los testigos se afectaron por la incidencia de cuero de sapo (**Tabla 14**).

La relación beneficio – costo para agricultores con grandes áreas de siembra fue superior a 1 en todos los tratamientos (**Tabla 15**). Lo cual indica que en todos los casos el agricultor grande obtiene ganancias, sin embargo las ganancias son mayores si se utiliza la aplicación foliar únicamente (**Tabla 11**). El testigo comercial y testigo absoluto fueron los únicos en presentar valores inferiores a uno (1) (**Tabla 15**). Mostrando que si no se hace ningún tiempo de control de la plaga las pérdidas son mayores.

La relación beneficio – costo para agricultores con pequeñas extensiones de yuca en este ensayo, fue inferior a uno en todos los tratamientos, sin embargo los valores son menores en el testigo comercial y el testigo absoluto (**Tabla 16**), por lo cual las pérdidas son menores si no se hace control.

**Tabla 14. Rendimientos obtenidos e incidencia de cuero de sapo en el ensayo de eficiencia de imidacloprid en el control de la mosca blanca de la yuca *Aleurotrachelus socialis* en Jamundí (Valle del Cauca) (primer ensayo)**

Tratamiento	Rendimiento t/ha	Incidencia Cuero sapo (%)
1 SC – 0.6 lt – Remojo siembra	10.85	22.36
2 SC – 0.8 lt – Remojo siembra	11.6	25.61
3 SC – 0.2 lt – Remojo emerg.	9.37	17.63
4 TS – 0.4 lt – Inmersión	8.55	38.44
5 TS – 0.5 lt – Inmersión	9.67	22.81
6 Gr – 0.3 Kg – Remojo siembra	10.01	22.46
7 Gr – 0.4 Kg – Remojo siembra	11.84	22.32
Testigo comercial	7.48	28.11
Testigo absoluto	4.75	19.90

**Tabla 15. Costos y beneficios obtenidos a un precio de \$330 por un agricultor con grandes extensiones de yuca aplicados en los diferentes tratamientos con imidacloprid en Jamundí (Valle del Cauca). (Valores dados en miles de pesos por hectárea)**

Tratamiento	Costo Total	Beneficio Total	Beneficio Neto	Relación B/C
1 SC – 0.6 lt – Remojo siembra	2915.9	3580.5	664.6	1.23
2 SC – 0.8 lt – Remojo siembra	3011.1	3831.3	820.2	1.27
3 SC – 0.2 lt – Remojo emerg.	2725.5	3092.1	366.6	1.13
4 TS – 0.4 lt – Inmersión	2773.9	2821.5	47.6	1.02
5 TS – 0.5 lt – Inmersión	8221.8	3191.5	369.3	1.13
6 Gr – 0.3 Kg – Remojo siembra	2643.8	3303.3	659.5	1.25
7 Gr – 0.4 Kg – Remojo siembra	2810.3	3907.2	1096.9	1.39
Testigo comercial	8720.3	2468.4	-251.9	0.91
Testigo absoluto	2396.3	1567.5	-828.8	0.65

**Tabla 16. Costos y beneficios obtenidos a un precio de \$150 por un agricultor con pequeñas extensiones de yuca aplicados en los diferentes tratamientos con imidacloprid en Jamundí (Valle del Cauca). (Valores dados en miles de pesos por hectárea)**

Tratamiento	Costo Total	Beneficio Total	Beneficio Neto	Relación B/C
1 SC – 0.6 lt – Remojo siembra	2172.6	1627.5	-545.1	0.75
2 SC – 0.8 lt – Remojo siembra	2267.8	1741.5	-526.3	0.77
3 SC – 0.2 lt – Remojo emerg.	1982.2	1405.5	-576.7	0.71
4 TS – 0.4 lt – Inmersión	2030.6	1282.5	-748.1	0.63
5 TS – 0.5 lt – Inmersión	2078.5	1450.5	-628	0.70
6 Gr – 0.3 Kg – Remojo siembra	1900.5	1501.5	-399	0.79
7 Gr – 0.4 Kg – Remojo siembra	2067	1776	-291	0.86
Testigo comercial	1977	1122	-855	0.57
Testigo absoluto	1953	712.5	-940.5	0.43

Con estos resultados podría concluirse que para agricultores con pequeñas extensiones de yuca no es rentable utilizar control químico desde la siembra. No obstante, se debe tener en cuenta que la variedad utilizada es de rendimiento bajo. Además todos los tratamientos estuvieron afectados por la presencia de cuero sapo, por lo cual se sugiere hacer una simulación sin la presencia de la enfermedad.

#### **Evaluación de la eficiencia de imidacloprid en el control de la mosca blanca de la yuca *Aleurotrachelus socialis* en Jamundí (Valle del Cauca) (segundo ensayo)**

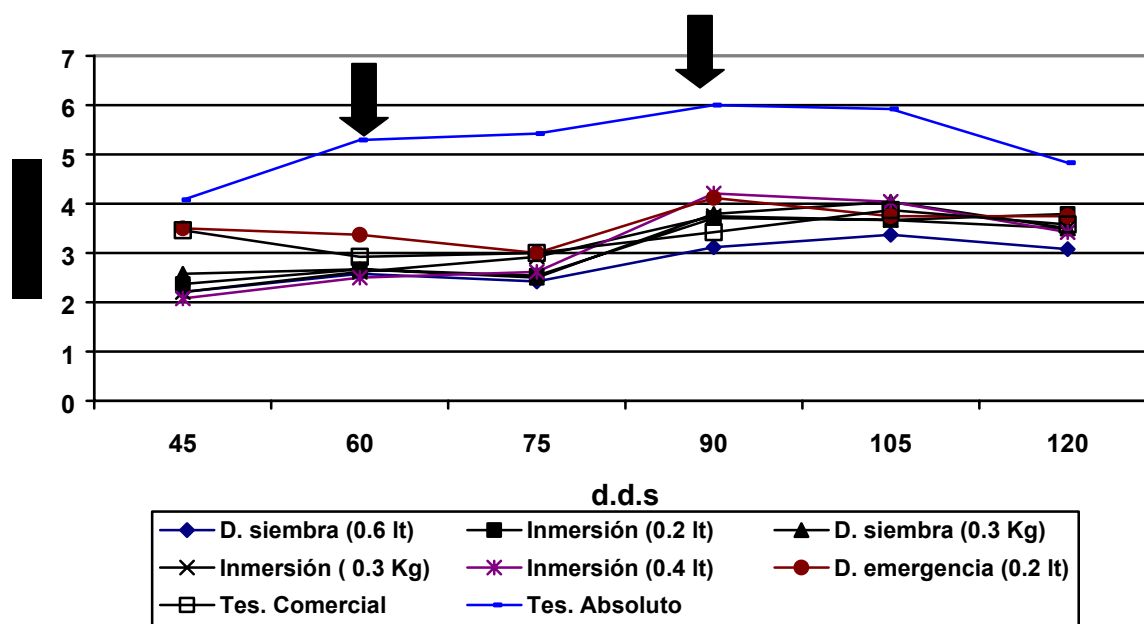
En el último ensayo realizado con imidacloprid en la siembra, la aparición de la plaga se retrasó 45 días en todos los tratamientos. El testigo presentó las poblaciones más altas para adultos, huevos y ninfas y mostró diferencias significativas respecto a los tratamientos (**Tabla 17**). Las poblaciones de este ensayo en general, fueron similares al ensayo anterior (**Tabla 13**).

El comportamiento de las ninfas a través del tiempo fue similar en todos los tratamientos, oscilando entre los grados 2, 3 y 4, lo cual indica que si hubo control de la plaga a través del tiempo (**Gráfica 5**). El testigo mostró un comportamiento similar al primer ensayo ejecutado con imidacloprid en la siembra, aumentando la población de ninfas de mosca blanca a los grados más altos (5 y 6) a través del tiempo (**Gráficas 4 y 5**). Confirmando que sin ningún tipo de control la población de la plaga es mayor.

**Tabla 17. Efecto de imidacloprid sobre huevos, ninfas y adultos de *Aleurotrachelus socialis* Bondar en el Valle del Cauca (ensayo 2)**

Tratamiento	Dosis	Adultos	Huevos	Ninfas
1 SC - Remojo* a la siembra	0.6 litros	3.28 b	3.12 b	2.80 c
2 SC - Inmersión	0.2 litros	3.28 b	3.20 b	3.12 bc
3 Gr - Remojo a la siembra	0.3 Kg	3.38 b	3.42 b	3.18 bc
4 Gr - Inmersión de estacas	0.3 Kg	3.18 b	3.09 b	3.11 bc
5 TS - Inmersión de estacas	0.4 litros	3.29 b	3.16 b	3.14 bc
6 SC - Remojo a la siembra	0.2 lt	3.59 b	3.51 b	3.58 b
Testigo comercial	0.4 Kg	3.27 b	3.36 b	3.37 b
Testigo absoluto	0.2 litros	4.52 a	4.92 a	5.26 a

- 1 Prueba de Duncan Números seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente al 5% de significancia.
- 2 Basado en escala de población, 1= No presencia; 2= 1-200 individuos por hoja; 3= 201-500 por hoja; 4= 501 –2000 por hoja; 5= 2001-4000 por hoja; 6= >4000 por hoja.



**Gráfica 5. Efecto de imidacloprid a través del tiempo sobre ninfas de *Aleurotrachelus socialis* Bondar en yuca (ensayo 2)**

En general, se observa que la población de mosca blanca presentó un comportamiento similar en este ensayo y los dos ensayos anteriores. No obstante, los rendimientos obtenidos en este ensayo en todos los tratamientos y los testigos fueron inferiores a los obtenidos en los ensayos anteriores. En promedio 5.8 ton/ha (**Tabla 18**).

Esta disminución en el rendimiento ocurrió porque la incidencia de cuero de sapo (**Tabla 18**) fue mayor en este ensayo comparado con los anteriores, a pesar de presentar una incidencia de mosca blanca similar.

Por consiguiente, la relación beneficio – costo fue menor, siendo inferior a 1 tanto en los tratamientos como en el testigo, para agricultores con grandes y pequeñas extensiones de yuca (**Tablas 19 y 20**). Esta disminución fue originada por la interacción mosca blanca - cuero de sapo, influyendo más la segunda que la primera. Se sugiere igual que en el ensayo anterior hacer una simulación de los resultados sin la presencia de la enfermedad, para tener un valor más acertado de las ganancias al realizar estos tratamientos sobre *A. socialis*

La variación en la incidencia de cuero de sapo en los tres ensayos realizados en Jamundí (Valle del Cauca) a pesar de que la incidencia de mosca blanca fue similar, indica que no hay una relación directa de *A. socialis* con la enfermedad, sin embargo hay que hacer más observaciones al respecto.

**Tabla 18. Rendimientos obtenidos e incidencia de cuero de sapo en el ensayo de eficiencia de imidacloprid en el control de la mosca blanca de la yuca *Aleurotrachelus socialis* en Jamundí (Valle del Cauca) (segundo ensayo)**

Tratamiento	Rendimiento t/ha	Incidencia Cuero sapo (%)
1 SC - Remojo* a la siembra	8.56	44.74
2 SC - Inmersión	4.73	48.95
3 Gr - Remojo a la siembra	6.05	45.22
4 Gr - Inmersión de estacas	6.61	44.91
5 TS - Inmersión de estacas	6.76	41.04
6 SC - Remojo a la siembra	6.13	64.65
Testigo comercial	3.63	54.85
Testigo absoluto	4.25	53.38

**Tabla 19. Costos y beneficios obtenidos a un precio de \$330 por un agricultor con grandes extensiones de yuca aplicados en los diferentes tratamientos de Jamundí (Valle del Cauca). (Valores dados en miles de pesos por hectárea) (Ensayo 2)**

<b>Tratamiento</b>	<b>Costo Total</b>	<b>Beneficio Total</b>	<b>Beneficio Neto</b>	<b>Relación B/C</b>
1 SC - Remojo* a la siembra	2915.9	2824.8	-91.11	0.97
2 SC - Inmersión	2677.5	1560.9	-1116.61	0.58
3 Gr - Remojo a la siembra	2643.8	1996.5	-647.31	0.76
4 Gr - Inmersión de estacas	2595.8	2181.3	-414.51	0.84
5 TS - Inmersión de estacas	2773.9	2230.8	-543.11	0.80
6 SC - Remojo a la siembra	2725.5	2022.9	-702.61	0.74
Testigo comercial	2720.3	1197.9	-1522.41	0.44
Testigo absoluto	2396.3	1402.5	-993.81	0.59

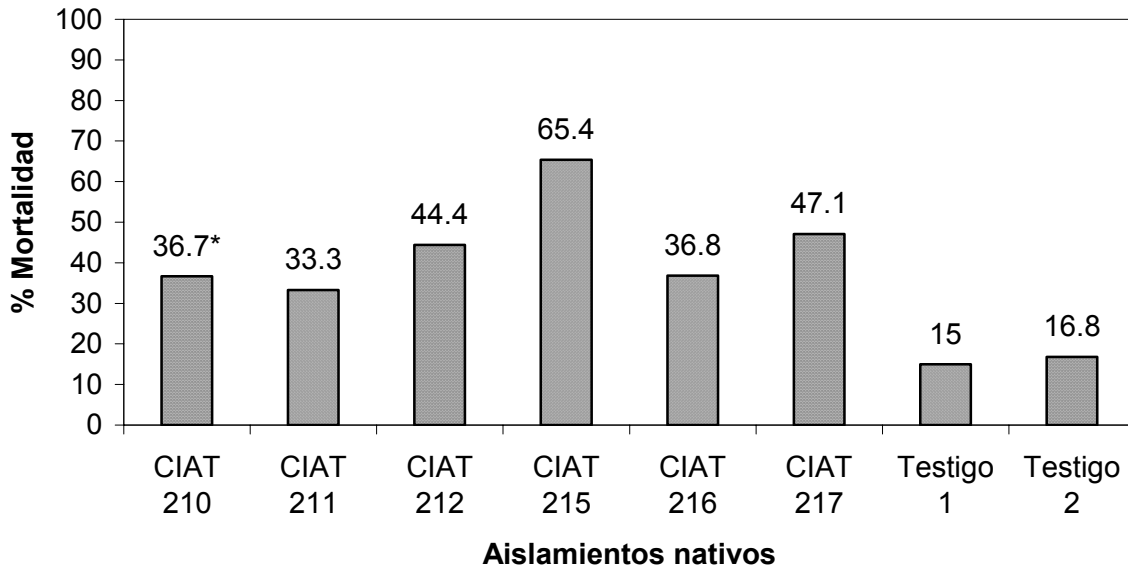
**Tabla 20. Costos y beneficios obtenidos a un precio de \$150 por un agricultor con pequeñas extensiones de yuca aplicados en los diferentes tratamientos de Jamundí (Valle del Cauca). (Valores dados en miles de pesos por hectárea) (Ensayo 2)**

<b>Tratamiento</b>	<b>Costo Total</b>	<b>Beneficio Total</b>	<b>Beneficio Neto</b>	<b>Relación B/C</b>
1 SC - Remojo* a la siembra	2172.6	1284	-888.6	0.59
2 SC - Inmersión	1934.2	709.5	-1224.7	0.37
3 Gr - Remojo a la siembra	1900.5	907.5	-993	0.48
4 Gr - Inmersión de estacas	1852.5	991.5	-861	0.54
5 TS - Inmersión de estacas	2030.6	1014	-1016.6	0.50
6 SC - Remojo a la siembra	1982.2	919.5	-1062.7	0.46
Testigo comercial	1977	544.5	-1432.5	0.28
Testigo absoluto	1653	637.5	-1015.5	0.39



### 3. CONTROL MICROBIOLÓGICO

De los seis aislamientos nativos evaluados sobre diferentes estados de desarrollo de *Aleurotrachelus socialis*, CIAT 210 (*P.fumosoroseus*), CIAT 211 (*P.fumosoroseus*), CIAT 212 (*P.fumosoroseus*), CIAT 215 (*V.lecanii*), CIAT 216 (*P.fumosoroseus*), CIAT 217 (*B.bassiana*), se seleccionó la cepa CIAT 215 (*Verticillium lecanii*) como la más promisoría, debido a que presentó el porcentaje de mortalidad más alto sobre huevos y ninfas de *Aleurotrachelus socialis* con un 65.4%. Seguido de la cepa CIAT 217 *Beauveria bassiana* con un 47.1% de mortalidad. Los testigos presentaron una mortalidad promedio del 16% inferior a todas las cepas evaluadas (**Gráfica 6**). Lo cual demuestra que la metodología empleada es adecuada para evaluar los hongos entomopatógenos sobre los estados de desarrollo de mosca blanca en yuca.



\*Prueba de Tukey al 5% de significancia

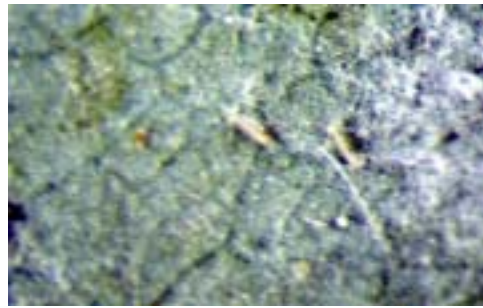
**Gráfica 6. Porcentaje de mortalidad de huevos y ninfas de *Aleurotrachelus socialis* con aislamientos de hongos entomopatógenos nativos**

En la determinación del estado de desarrollo de *A. socialis* más susceptible a los hongos entomopatógenos, se observó que el aislamiento seleccionado (CIAT 215 - *Verticillium lecanii*) (**Figura 2**) presentó sobre los estados de huevo y ninfas de *A. socialis* porcentajes de mortalidad superiores al 50%. El porcentaje más alto fue el de huevos próximos a eclosionar con un 74% seguido por las ninfas de segundo instar con un 72% (**Gráfica 7**). Aunque no se presentaron diferencias significativas entre estos dos estados de desarrollo, se seleccionó el de huevos como el más susceptible. Sobre este estadio se hizo la evaluación del aislamiento IAT 215 en varias concentraciones y también se evaluaron los productos formulados.

Huevos



Ninfas – Primer Instar



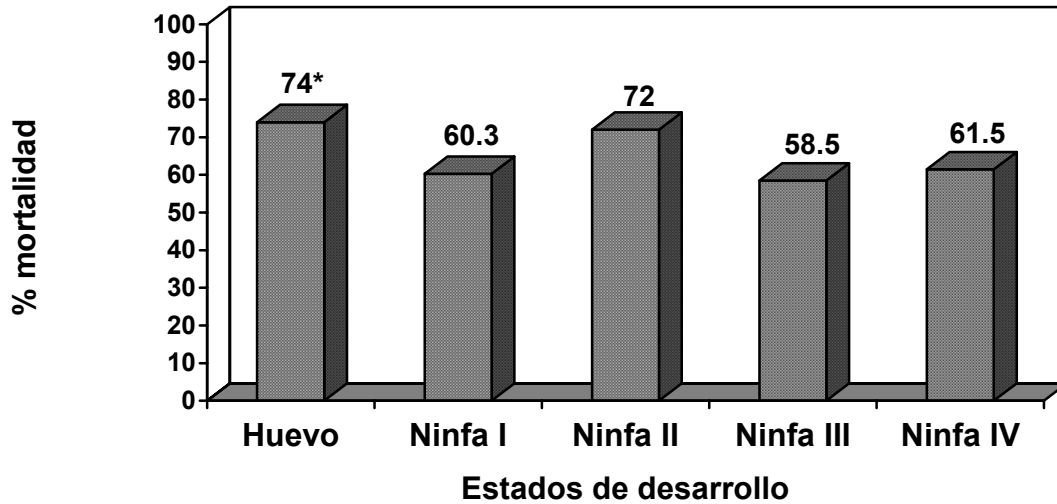
Ninfas –Segundo Instar



Ninfas - Tercer Instar



Figura 2. Crecimiento del hongo *Verticillium lecanii* sobre los diferentes estados de desarrollo de *Aleurotrachelus socialis*.



\*Prueba de Tukey al 5% de significancia

Gráfica 7. Porcentaje de mortalidad del aislamiento CIAT 215 (*V. lecanii*) sobre huevos y ninfas de *Aleurotrachelus socialis*

El aislamiento CIAT 215 (*V. Lecanii*) se evaluó en varias concentraciones sobre 2146 huevos próximos a eclosionar de *A. socialis*. El análisis de los resultados mediante un modelo PROBIT mostró que el aislamiento CIAT 215 alcanza su CL<sub>50</sub> a una concentración de  $1.4 \times 10^7$  conidias/ml con límites de confianza de  $3.6 \times 10^5$ - $1.5 \times 10^9$  conidias/ml y alcanza su CL<sub>90</sub> a una concentración de  $2.3 \times 10^{12}$  conidias/ml con límites de confianza de  $9.3 \times 10^9$ - $4.1 \times 10^{21}$  (Tabla 21).

**Tabla 21. Determinación de la Concentración letal media (CL<sub>50</sub>) del aislamiento CIAT 215 (*Verticillium lecanii*)**

N	CL <sub>50</sub> (LC)*	CL <sub>90</sub> (LC)
2146	$1.4 \times 10^7$ ( $3.6 \times 10^5$ - $1.5 \times 10^9$ )	$2.3 \times 10^{12}$ ( $9.3 \times 10^9$ - $4.1 \times 10^{21}$ )

\*Límites de confianza al 95%

En la prueba de control de calidad de los productos formulados, se obtuvo que estos productos no presentaron la cantidad de esporas que registra la etiqueta sino una concentración menor.

En la prueba de viabilidad se observó que sólo el producto número 1 presentó una viabilidad superior al 85%, porcentaje que debe tener un producto formulado, debido a que al asperjar el hongo en el campo debe tener un rápido efecto sobre la población del insecto que está atacando (Tabla 22).

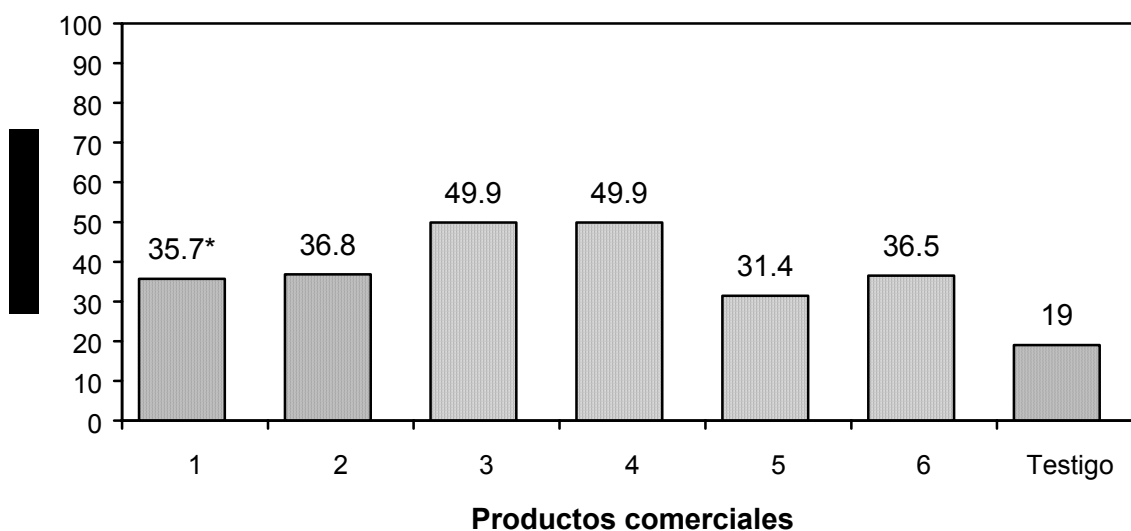
La prueba de pureza tiene como finalidad establecer la proporción del agente biológico en la formulación e identificar los microorganismos contaminantes de los productos evaluados se observó que dos de estos no presentaron el crecimiento del ingrediente activo (Tabla 22).

El valor del pH influye en la germinación del hongo, el intervalo óptimo es entre 5,5 y 7,0. Sólo dos productos se encontraron en este rango. La humectabilidad determina el tiempo que tarda un polvo mojable en humedecerse y así como hay algunos productos que se humedecen rápidamente, hay otros que no presentan humectación, lo cual indica que van a ocasionar taponamiento de las boquillas al momento de aplicar. (Tabla 22)

**Tabla 22. Control de calidad de los hongos entomopatógenos formulados evaluados en el control de la mosca blanca de la yuca *Aleurotrachelus socialis* Bondar**

Producto	Cuento de esporas con/ml	Viabilidad			
		24 h	Pureza	PH	Humectabilidad
1 <i>P. fumosoroseus</i>	$6.6 \times 10^8$	95%	98%	5.35	2 min
2 <i>V. lecanii</i>	$8.1 \times 10^6$	35%	100%	5.54	4 min
3 <i>B. Bassiana</i>	$1.9 \times 10^8$	40%	100%	5.14	50 min
4 <i>V. Lecanii</i>	$1.3 \times 10^8$	22%	-	4.80	1.30 min
5 <i>V. Lecanii</i>	$9.0 \times 10^7$	13%	-	4.87	-
6 <i>V. lecanii</i>	$2.0 \times 10^7$	40%	40%	5.59	Ninguna

Posterior al control de calidad realizado a cada hongo formulado, se evaluaron las diferentes cepas comerciales sobre huevos próximos a eclosionar de *A. socialis*. Se encontró que los productos formulados que se evaluaron presentaron porcentajes de mortalidad inferiores al 50%, sin embargo presentaron diferencias estadísticas significativas con respecto al testigo (Gráfica 8). Lo que indica que no están realizando un buen control del insecto plaga. Es probable que se deba a que dichos productos no están recomendados para *A. socialis* sino para otras especies de mosca blanca, por tal motivo se deben evaluar estos productos formulados sobre todos los estados ninfales de *A. socialis* para determinar sobre cual estado ninfa tienen un mejor control y determinar la dosis adecuada para esta especie de mosca blanca.



\*Prueba de Tukey al 5% de significancia

**Gráfica 8. Mortalidad de huevos próximos a eclosionar de *A. socialis* con productos de hongos entomopatógenos formulados**

## CONCLUSIONES

- Las encuestas y las visitas a los cultivadores de yuca, fueron de gran importancia en la ejecución de este proyecto ya que permitieron conocer las condiciones actuales de los yuqueros, sus necesidades y prioridades y el manejo que le otorgan al cultivo.
- Las plagas encontradas en yuca en las zonas muestreadas Valle del Cauca y Norte del Cauca fueron *Anastrepha* sp., chinche de la viruela, cachón, chisas, arriera, trips, *Silba* sp., ácaros y mosca blanca. Considerándose la mosca blanca como la más importante para los agricultores.
- Áreas menores a 10 hectáreas tienen mayor diversidad de plagas, por el contrario áreas de yuca mayores de 10 hectáreas la diversidad de plagas disminuye. Sin embargo, en cultivos grandes de yuca se encontraron poblaciones altas de mosca blanca con una alta severidad.
- Aplicar insecticidas foliarmente es eficiente en el control de los diferentes estados de la plaga. Además es rentable ya que la relación beneficio costo en todos los tratamientos fue superior a 1 para agricultores con grandes extensiones del cultivo, por vender la yuca a un precio de \$330, para agricultores con áreas pequeñas solo fue rentable con tiametoxan por tener un precio de \$150
- El control químico aplicado al suelo retrasa la aparición de la plaga entre 45 y 60 días y reduce la población de los tres estados de desarrollo a través del tiempo. Sin embargo, aunque la relación beneficio costo fue superior a 1 en uno de los ensayos con esta forma de aplicación, es más rentable utilizar la foliar únicamente para agricultores con grandes áreas de siembra. Para agricultores con pequeñas extensiones no fue rentable utilizar control químico por la incidencia de cuero de sapo y la variación en el precio del producto
- La presencia de cuero de sapo influyó en la disminución del rendimiento, no obstante, su incidencia varió en los diferentes ensayos, indicando que *A.socialis* no está relacionado con la enfermedad, sin embargo hay que hacer más observaciones al respecto
- El aislamiento más promisorio fue *Verticillium lecanii* (CIAT 215) sobre los estados de desarrollo de *Aleurotrachelus socialis* y el estado de desarrollo de la plaga más susceptible es el de huevos próximos a eclosionar.
- Las formulaciones de hongos evaluadas no fueron eficientes sobre los estados de desarrollo de *A.socialis*

## PERSPECTIVAS PARA EL FUTURO

- Realizar ensayos de control químico, variedades susceptibles y resistentes a cuero de sapo y *Aleurotrachelus socialis*, evaluando poblaciones de mosca blanca y otros posibles vectores de la enfermedad, con el fin de descartar vectores de la enfermedad o encontrar el transmisor de la misma.
- Establecer umbrales de acción para *A. socialis* en yuca, para determinar el momento en el que se debe hacer control de la plaga reduciendo costos.
- Determinar el efecto de los insecticidas sobre los enemigos naturales parasitoides, predadores y hongos entomopatógenos.
- Evaluar más formulaciones de hongos entomopatógenos existentes en el mercado, para seleccionar el mejor producto comercial formulado a nivel de invernadero para luego ser aplicado en campo.
- Evaluar la dosis seleccionada de las cepas nativas que presenten el mayor control a nivel de campo sobre el estado de la plaga elegido y, evaluar otras cepas nativas en invernadero para tener diferentes opciones al momento de la aplicación en campo
- Una vez evaluadas las cepas nativas en campo, establecer convenios con casas comerciales para la producción de estas cepas a nivel comercial