



MANUAL PARA  
ELABORACIÓN DE  
PROTOCOLOS PARA  
ENSAYOS DE EFICACIA  
CON PQUA



## Presentación



Teniendo en cuenta la reglamentación vigente según la Norma Andina y la regulación nacional para el registro de plaguicidas químicos de uso agrícola (en adelante, PQUA), las pruebas de eficacia agronómica constituyen un elemento esencial en el proceso de evaluación y son requisito para optar por un nuevo registro, una ampliación de uso y pruebas de reevaluación.

Con miras a determinar la eficacia de los productos, se deben implementar metodologías validadas, las cuales se adaptan dependiendo de las condiciones de cultivo y la dinámica de plagas, malezas y enfermedades. Para implementarlas, a través de diferentes manuales metodológicos y artículos de carácter científico, se cuenta con una serie de soportes técnicos que están orientados a la evaluación adecuada de los PQUA.



La referencia metodológica es un elemento de apoyo para el evaluador y permite enfocar la labor de cuantificación y determinación del efecto de un producto en campo. Existen varios criterios de evaluación, cuya esencia es demostrar la eficacia de control de un producto sobre un organismo-plaga. Sin embargo, la variabilidad de conceptos metodológicos dificulta en muchas ocasiones la evaluación.

Es así como en el proceso de implementación y de evaluación de eficacia de PQUA, un manual técnico facilita la labor tanto de la autoridad nacional competente, como del personal de las compañías titulares y los departamentos de servicios.



Por todo lo anterior, el presente manual se desarrolló con el objetivo de unificar los criterios de evaluación de las pruebas de eficacia con fines de registro para productos químicos de uso agrícola (PQUA). Contiene una guía aplicable para la evaluación de productos para la protección de cultivos (herbicidas, fungicidas e insecticidas en general), junto con un marco teórico y metodologías aplicables en campo, dirigidas a cultivos relevantes en el ámbito agrícola y a blancos biológicos de interés.

El manual tiene un carácter de consulta y será complementado con la incorporación de nuevos blancos biológicos y cultivos. Las indicaciones metodológicas están basadas en el desarrollo y la experiencia de los miembros de la Cámara Procultivos ANDI y tomando como referencia materiales científicos desarrollados por instituciones de reconocida trayectoria en el medio, como centros de investigación agrícola (IRRI, CIAT, CIP, Cenicafé, entre otros) y facultades universitarias de agronomía.



Está dirigido a personal relacionado con el registro de PQUA, tanto del ICA como de empresas titulares de registros en Colombia, empresas prestadoras de servicios sobre ensayos de eficacia agronómica y otras entidades gubernamentales involucradas en el proceso de registro de PQUA, para que sea utilizado como guía.

Vale aclarar que este manual *per se* es una guía técnica y no descarta la aplicación de un criterio de experiencia profesional para cumplir con el objetivo central de una prueba de eficacia.

I. Marco teórico: estructura .....	6
II. Métodos para evaluación de ensayos de eficacia con fungicidas .....	7
III. Métodos para evaluación de ensayos de eficacia con insecticidas acaricidas .....	8
IV. Métodos para evaluación de ensayos de eficacia con nematocidas .....	8
V. Métodos para evaluación de ensayos de eficacia con herbicidas .....	8
VI. Análisis estadístico y cálculo de eficacia .....	9
VII. Fichas de protocolos de ensayos de eficacia .....	22
<b>1. Control en cultivos de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) .....</b>	<b>25</b>
1.1. Gota ( <i>Phytophthora infestans</i> ) .....	26
1.2. Rhizoctoniasis o costra negra ( <i>Thanatephorus cucumeris</i> ) .....	28
1.3. Alternariosis o tizón temprano ( <i>Alternaria solani</i> ) .....	29
1.4. Gusano blanco de la papa ( <i>Premnotrypes vorax</i> ) .....	30
1.5. Polilla guatemalteca ( <i>Tecia solanivora</i> ) .....	31
1.6. Pulguilla ( <i>Epitrix cucumeris</i> ) .....	32
1.7. Minadores ( <i>Liriomyza quadrata</i> o <i>Liriomyza huidobrensis</i> ) .....	33
<b>2. Control en cultivos de arroz (<i>Oryza sativa</i>) .....</b>	<b>35</b>
2.1. Piricularia ( <i>Magnaporthe oryzae</i> ) .....	36
2.2. Añublo de la vaina ( <i>Thanatephorus cucumeris</i> ) .....	37
2.3. Complejo del manchado de grano ( <i>Helminthosporium sp</i> , <i>Sphaerulina oryzina</i> , <i>Curvularia sp</i> , <i>Sarocladium oryzae</i> , <i>Rynchosporium oryzae</i> , <i>Cercospora oryzae</i> ) .....	38
2.4. Chinche ( <i>Oebalus poecilus</i> ) .....	40
2.5. Sogata ( <i>Tagosodes oryzicolus</i> ) .....	41
2.6. Cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> ) .....	42
2.7. Cucarro ( <i>Euethela bidentata</i> ) .....	43
2.8. Malezas .....	44
<b>3. Control en cultivos de ornamentales .....</b>	<b>45</b>
3.1. Moho gris ( <i>Botryotinia fuckeliana</i> ) .....	46
3.2. Mildew velloso ( <i>Peronospora sparsa</i> ) .....	47
3.3. Mildew polvoso ( <i>Podosphaera pannosa</i> ) .....	48
3.4. Mancha anillada ( <i>Davidiella dianthi</i> ) .....	49
3.5. Fusariosis ( <i>Fusarium oxysporum</i> ) .....	50
3.6. Trips ( <i>Frankliniella occidentalis</i> ) .....	51
3.7. Ácaro rojo ( <i>Tetranychus urticae</i> o <i>Tetranychus cinnabarinus</i> ) .....	52
3.8. Áfidos ( <i>Myzus persicae</i> ) .....	53
3.9. Minador ( <i>Liriomyza trifolii</i> ) .....	54
<b>4. Control en cultivos de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) .....</b>	<b>55</b>
4.1. Gota ( <i>Phytophthora infestans</i> ) .....	56

4.2. Alternariosis o tizón temprano ( <i>Alternaria solani</i> ) .....	58
4.3. Mosca blanca ( <i>Trialeurodes vaporariorum</i> o <i>Bemisia tabaci</i> ) .....	60
4.4. Cogollero ( <i>Tuta absoluta</i> ) .....	61
4.5. Caracha ( <i>Prodiplosis longifolia</i> ) .....	62
<b>5. Control en cultivos de cebolla (<i>Allium cepa</i>) .....</b>	<b>63</b>
5.1. Alternaria o complejo amarillera ( <i>Alternaria porri</i> ) .....	64
5.2. Trips ( <i>Thrips tabaci</i> ) .....	65
5.3. Mildeo ( <i>Peronospora destructor</i> ) .....	66
<b>6. Control en cultivos de café (<i>Coffea arabica</i>) .....</b>	<b>67</b>
6.1. Roya ( <i>Hemileia vastatrix</i> ) .....	68
6.2. Mancha de hierro ( <i>Cercospora coffeicola</i> ) .....	69
6.3. Mal rosado ( <i>Erythricium salmonicolor</i> ) .....	70
6.4. Broca ( <i>Hipothenemus hampei</i> ) .....	71
6.5. Cochinilla ( <i>Puto barbieri</i> ) .....	72
6.6. Minador ( <i>Perileucoptera coffeella</i> ) .....	73
<b>7. Control en cultivos de aguacate (<i>Persea americana</i>) .....</b>	<b>75</b>
7.1. Antracnosis ( <i>Glomerella cingulata</i> ) .....	76
7.2. Ácaros ( <i>Oligonychus yothersi</i> ) .....	77
7.3. Trips ( <i>Heliothrips haemorrhoidalis</i> , <i>Selenothrips rubrocinctus</i> ) .....	78
7.4. Perforador del aguacate ( <i>Heilipus lauri</i> ) .....	79
<b>8. Control en cultivos de cítricos (<i>Citrus sp</i>) .....</b>	<b>81</b>
8.1. Ácaros ( <i>Phyllocoptruta oleivora</i> o <i>Polyphagotarsonemus latus</i> ) .....	82
8.2. Diaphorina ( <i>Diaphorina citri</i> ) .....	83
<b>9. Control en cultivos de banano (<i>Musa paradisiaca</i>) .....</b>	<b>85</b>
9.1. Sigatoka ( <i>Mycosphaerella fijiensis</i> ) .....	86
9.2. Nematodos ( <i>Radopholus similis</i> ) .....	88
9.3. Malezas .....	89
<b>10. Control en cultivos de pastos .....</b>	<b>91</b>
10.1. Chinche de los pastos ( <i>Collaria scenica</i> ) .....	92
10.2. Malezas .....	93
<b>VIII. Anexos estadísticos .....</b>	<b>94</b>
<b>IX. Anexos agronómicos .....</b>	<b>105</b>
<b>X. Bibliografía .....</b>	<b>105</b>

# I. Marco teórico: estructura

Este capítulo contiene la descripción de los conceptos técnicos fundamentales relacionados con los ensayos de eficacia, para dar un contexto claro que conduzca a su adecuada implementación.

## A. Planteamiento del ensayo

### i. Generalidades

Se describirá la información sobre la aplicabilidad del PQUA, concerniente a las condiciones de cultivo y a la relevancia del blanco biológico.

Se hará referencia a las características del PQUA y al enfoque de uso y aplicabilidad en la actividad de protección de cultivos.

### ii. Objetivos de la prueba

- Cuantificación de la eficacia biológica.
- Fitocompatibilidad con el cultivo al registrar.
- Aplicabilidad en el contexto de prácticas de manejo fitosanitario.

## B. Diseño del ensayo

### i. Diseños experimentales

La información generada debe ser analizada de tal manera que permita definir el efecto de control sobre los blancos biológicos propuestos.

La escogencia del diseño experimental debe estar acorde a las condiciones de cultivo, plaga o blanco biológico. Los más usuales son: diseño de bloques completos al azar, diseño completamente aleatorizado y diseño de parcelas divididas. Regularmente se tienen un mínimo de cinco tratamientos y cuatro replicaciones.

El análisis estadístico es la herramienta para determinar si realmente existen diferencias estadísticas entre tratamientos. Se involucra generalmente un análisis de varianza (ANAVA), el coeficiente de variación (CV) y pruebas de comparación de medias para establecer las diferencias entre tratamientos.

En el sexto capítulo se desarrollan las pautas para el uso de la estadística aplicada a la agricultura y a la determinación de la eficacia.

## C. Ejecución

### i. Elección del sitio

La escogencia de los sitios de la prueba deberá estar asociada a zonas de cultivo reconocidas en el país y a la presencia con impacto económico de la plaga o blanco biológico.

Como mínimo deberán ser dos sitios representativos bajo condiciones agroecológicas diferentes.

### ii. Marcación y distribución de las parcelas

La marcación y distribución de las parcelas deberá estar alineada al diseño experimental escogido; así, las parcelas serán debidamente identificadas y delimitadas dentro del área de cultivo. Incluir los requisitos mínimos de rigor para hacer la delimitación: señalización, marcas, mapa de parcela y gráfica ilustrativa, en aras de eliminar subjetividad. Incluir un esquema del diseño del protocolo, haciendo nota de advertencia que si hay cambio, debe ser informado al ICA para no afectar la validez.

### iii. Tamaños de parcelas

El tamaño de las parcelas dependerá del tipo de cultivo, la dispersión de la plaga o blanco biológico a evaluar y, algunas veces, de la disponibilidad de área de cultivo y del tipo de equipo de aplicación a utilizar, entre otros.

El tamaño de parcela debe tener un mínimo y en cada ficha de ensayo se especifica. Hay que tener en cuenta el número de tratamientos y el número de replicaciones.

### iv. Aplicación de los tratamientos

Dependiendo del tipo de PQUA, de las características del mismo, de la ubicación de la plaga o blanco biológico y de la época o momento de aplicación, se determinan la forma de aplicación, el equipo y las condiciones de uso. El adecuado equipo de aplicación y su calibración son esenciales para desarrollar una buena prueba de eficacia.



El número de aplicaciones para cuantificar la eficacia dependerán de: plaga, fitopatógeno, arvense, condiciones ambientales, condiciones del cultivo y tipo de producto.

El desarrollo de las pruebas de eficacia ante el ICA tiene un propósito netamente de evaluación agronómica y las recomendaciones de uso estarán consignadas en el informe final.

Se dejará un testigo absoluto sin tratar para determinar la presencia del objeto de control y en caso de situaciones específicas, se indicará si es necesario continuar con el testigo absoluto y/o cómo sería su manejo durante el tiempo de evaluación.

## D. Fitocompatibilidad con el cultivo a registrar

El ingrediente activo y su formulación deberán demostrar la compatibilidad con el cultivo a registrar. Para tal efecto, se contempla la implementación de una parcela adicional, donde se evalúa el comportamiento del PQUA al ser aplicado con el doble de la dosis más alta de los tratamientos propuestos. En términos prácticos, es posible que un operario aplique dos veces la misma zona de cultivo.

Para la evaluación de posibles efectos fitotóxicos sobre el cultivo, se empleará la tabla de fitocompatibilidad del anexo agronómico.

En algunos casos, por la dimensión del problema fitosanitario, es posible aceptar ciertos niveles de fitotoxicidad como el efecto de un herbicida sobre el cultivo a registrar.

## II. Métodos para evaluación de ensayos de eficacia con fungicidas

Según el tipo de fungicida y sus características, se plantea la metodología más apropiada, con los objetivos definidos claramente.

Esencialmente se deben establecer los parámetros de evaluación que permitan una cuantificación para su posterior comparación. Usualmente hay dos parámetros: la incidencia y la severidad.

La **incidencia** se puede expresar en porcentaje, mediante el conteo de plantas o estructuras afectadas por un agente fitopatógeno. El tamaño de muestra

depende de la naturaleza y las características del patógeno, de la dispersión y la disponibilidad de estructuras de muestreo. Usualmente el tamaño de muestra está entre 10 a 30 estructuras por parcela.

Para la determinación de la **severidad** se puede utilizar la estimación de porcentaje de daño sobre las estructuras a evaluar (hojas, tallos, raíces, frutos, flores y la planta en general).

Adicionalmente, se han desarrollado escalas categóricas que permiten aglutinar las estructuras de evaluación por grados de daño, para las cuales, mediante un cálculo matemático, se determina su valor en porcentaje.

Los valores expresados en porcentaje se pueden tabular para realizar el respectivo análisis estadístico.

Existen variaciones y ajustes de metodologías que han sido adaptadas a ciertos cultivos para medir el efecto de fitopatógenos específicos.

Los datos de rendimiento y/o calidad de la cosecha aplican en casos donde se necesita un soporte adicional a las variables que se evalúan.

### III. Métodos para evaluación de ensayos de eficacia con insecticidas acaricidas

Dependiendo del tipo de insecticida y sus características, se plantea la metodología más apropiada.

En el caso de plagas, el conteo directo de organismos es una de las metodologías más utilizadas. Según tamaño, etiología y dispersión, el conteo de individuos al inicio de la prueba y conteos posteriores permiten valorar el efecto de control en el tiempo. El contraste con un testigo absoluto sin tratar es de gran utilidad para establecer la real reducción de la población de la plaga.

El conteo se puede realizar sobre adultos, inmaduros, posturas, dependiendo del tipo de insecticida acaricida o del estadio más relevante. Se puede practicar un muestreo sobre estructuras de la planta y realizar el conteo respectivo. El análisis estadístico

estará basado en el número de individuos encontrados y la variación de la población en el tiempo.

Otra metodología válida es la estimación del daño causado por la plaga. En estos casos, la determinación del porcentaje de daño directo o la utilización de escalas categóricas son válidos. Mediante un cálculo matemático se expresa el porcentaje de daño y se realiza al análisis estadístico.

Al igual que la metodología anterior, la determinación de grado de ataque se puede realizar sobre hojas, tallos, raíces, tubérculos, frutos. Los datos de rendimiento aplican en casos donde el efecto es demostrable por acción de una plaga.

Para casos específicos donde se requiera la identificación del género y especie de la plaga o indicación a controlar, se realizará el respectivo reconocimiento taxonómico. Para el caso de complejos de plagas y/o enfermedades, estos se deben referenciar en la sección de identificación del blanco biológico y del cultivo.

### IV. Métodos para evaluación de ensayos de eficacia con nematocidas

Dependiendo de las características del nematodo y el tipo de daño que ocasiona se pueden utilizar metodologías de conteo por técnicas de laboratorio de muestras de suelo y/o de tejidos vegetales, o las escalas de daño.

### V. Métodos para evaluación de ensayos de eficacia con herbicidas

Según el tipo de herbicida y sus características se plantea la metodología más apropiada, para demostrar su eficacia en campo.

Existen varios métodos validados para evaluar la eficacia de herbicidas. Dentro de los más usuales están:



**Determinación visual de cobertura de las malezas objetivo y del cultivo.** Teniendo un testigo absoluto sin tratar se puede determinar el grado de control total y por especie presente.

**Conteo de malezas totales y por especie por unidad de superficie.** Se utilizan recuadros de 25 x 25 cm o de 50 x 50 cm según cultivo. Una variante es pesar la masa foliar o de toda la maleza y realizar la comparación con un testigo absoluto.

Para ciertos herbicidas posemergentes, se puede determinar su grado de control con base en una escala de fitotoxicidad sobre las arvenses objetivo y la evolución de síntomas de control en el tiempo.

## VI. Análisis estadístico y cálculo de eficacia

Dentro del proceso productivo agrícola, el conocimiento es clave en la generación de nuevas ideas para la innovación y el logro de nuevos productos y procesos, en busca del bienestar de los usuarios de todo tipo. Estos procesos demandan el uso de tecnologías bioestadísticas que permitan el manejo de la incertidumbre al realizar experimentos o ensayos; específicamente en el área de sanidad vegetal, es muy importante poder recomendar productos que ayuden a los agricultores a realizar un manejo sostenible de sus cultivos.

Ensayos comparativos implican el conocimiento de diseños de experimentos así como de las pruebas que permitan decidir objetivamente qué productos son los más eficientes y eficaces para controlar un determinado problema sanitario vegetal. En el contexto de este manual, la parte bioestadística busca presentar de manera resumida, pero clara y precisa, las técnicas estadísticas que logran mayor eficiencia en el proceso científico en busca del conocimiento, para mejorar la calidad de vida de los productores agrícolas colombianos.

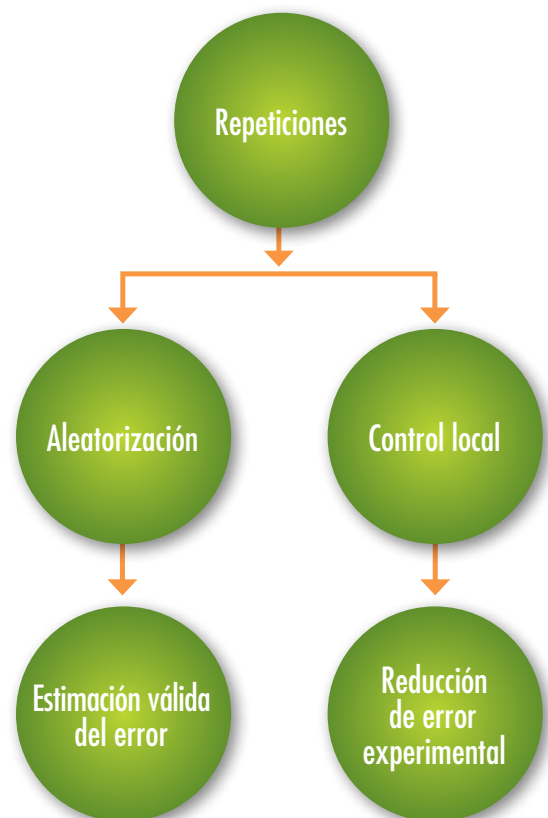
Un experimento es una prueba o serie de pruebas en el que se hacen cambios en las variables de entrada (tratamientos o variables X) de un proceso o sistema (proceso de producción agrícola, en este caso), de tal manera que se puedan observar las razones para el cambio en una o más variables de respuesta.

## A. Principios básicos de los diseños de experimentos

Un diseño estadístico de experimento tiene que ver con la planeación de un experimento tal que se puedan recolectar datos válidos, analizarlos mediante métodos estadísticos y extraer conclusiones objetivas. Los datos apropiados son aquellos que más se acercan a la verdadera situación de la parcela; claro, los criterios de respuesta deben definirse en los objetivos, lo cual determina la obtención de los datos. Hay que medir lo que debe medirse y en el momento oportuno. Variables de respuesta, como grado de infestación, nivel de daño y producción de cosecha, son criterios típicos de evaluación en protección de cultivos.

### i. Criterios

Los criterios básicos de los diseños de experimentos son: **repeticiones, aleatorización y control local** (Fisher, 1966). En la Figura 1 se puede apreciar la relación entre ellos.



**Figura 1. Relación entre los principios básicos del diseño experimental**

## ii. Repeticiones

Son la replicación del experimento básico. Permiten estimar el error experimental, que corresponde a la unidad básica de medición de la variabilidad de un experimento, con el cual se puede determinar si las diferencias presentadas entre las medias de los tratamientos son estadísticamente diferentes.

Las repeticiones aumentan la precisión de la estimación del efecto de un factor. El número de ellas está influenciado por la variabilidad natural del material experimental y el tamaño de las diferencias que se quieren detectar entre las medias de los tratamientos. Entre más pequeña sea la diferencia que se quiera encontrar entre las medias de los tratamientos, mayor deberá ser el número de repeticiones para lograr detectarla. También influye el grado de confiabilidad que se quiera: a mayor confiabilidad deseada, mayor deberá ser el número de repeticiones ( $r$ ).



## iii. Aleatorización

Corresponde a la determinación no sistemática tanto de la ubicación del material experimental como del orden en que se desarrollan los ensayos. Esto es: los tratamientos se deben asignar a las unidades experimentales (las parcelas) de manera tal que cada unidad tenga igual oportunidad de recibir cualquier tratamiento, si no hay restricciones en la aleatorización; si hay restricción, como ocurre en el caso del diseño de bloques completos aleatorizados, entonces la aleatorización se hace dentro de cada bloque. Como el análisis de varianza requiere que los errores sean variables aleatorias independientes y que sigan una distribución normal, una aleatorización adecuada usualmente permite que se cumpla este supuesto y que se estime válidamente el error experimental con el cual se llevan a cabo las pruebas de hipótesis entre tratamientos.

## iv. Control local

Es una técnica estadística usada para reducir el error experimental y mejorar la precisión del experimento. El control local busca una mayor eficiencia del diseño experimental y hace más sensibles las pruebas. Tiene que ver con bloqueo y balanceo.

Un bloqueo efectivo permite minimizar la variación entre las unidades experimentales dentro de cada bloque y maximizar las diferencias entre los mismos. El propósito del bloqueo es aumentar la habilidad para detectar diferencias entre los tratamientos y no solo para facilitar la experimentación. Con los bloques se pretende controlar los factores alineados que afectan la respuesta de interés sin que sean factores que se están evaluando; por ejemplo, los gradientes de fertilidad o gradientes de humedad de un suelo, al bloquear por estas gradientes se le quita al error una fuente de variación que no es la propia. El efecto de los operarios o de los evaluadores podría ser sujeto de bloqueo. De otra manera, un mismo operario o evaluador debería manejar un mismo bloque.

Ahora, como en la mayoría de los casos un solo ensayo no proporciona un panorama completo de la actividad de un tratamiento, entonces para controlar factores como tipo de suelo, clima, estado de desarrollo de un cultivo y de la plaga problema y nivel de infestación, entre otros, con frecuencia es necesario

llevar a cabo una serie de ensayos. Esto genera una visión más completa del control local, aunque cada ensayo debe procurar por sí mismo una precisión adecuada. Naturalmente, el número de ensayos depende de los objetivos del proyecto de interés.

Sin embargo, puede ocurrir en un buen número de situaciones que el control local ejercido por el bloqueo de las parcelas no sea suficiente, pues no siempre los factores presentan gradientes sistemáticas (como la pendiente o la fertilidad de un suelo) sino que puede encontrarse una fuente de variabilidad aleatoria, como la variabilidad por parches de salinidad de un suelo, tamaños diferentes de un determinado cultivo, ataque imprevisto de una plaga o de una enfermedad, entre otros. En estos casos de variación aleatoria, es necesario controlarla mediante el uso de una o más covariables, lo cual lleva al uso de un análisis de covarianza. Con este análisis se pretende controlar el error experimental de una forma más eficiente y realizar comparaciones entre medias de tratamientos más precisas (Martínez *et al.*, 2011).

## B. Estructuras de un diseño experimental

Un diseño experimental está formado por dos estructuras: **la de tratamientos** y **la de diseño experimental** propiamente dicho. La estructura de tratamientos se construye a partir de los factores que se han de comparar, mediante la medición de sus efectos sobre una o más variables de respuestas predeterminadas (tales como fitotoxicidad, residuos, reducción de la infestación, rendimiento o producción del cultivo, entre otras). Esa estructura puede comprender solo un factor (diferentes productos químicos más un testigo absoluto o relativo). También puede estar compuesta por dos o más factores, cada uno con sus niveles correspondientes, donde la combinación de los niveles de esos factores da lugar a los tratamientos. Las combinaciones simultáneas forman una estructura factorial. En este caso, un factor puede ser una sustancia química (producto, formulación o dosis de aplicación), otro puede ser un procedimiento (método de aplicación, momento de aplicación o frecuencia de aplicación).

Es conveniente aclarar que los testigos o controles pueden ser: **testigos absolutos**, donde no se

aplica la sustancia activa, y **testigos estándar** (de efecto conocido), que constituyen puntos de referencia de comparación con los tratamientos de interés cuyos efectos son desconocidos. Los testigos estándares pueden ser locales o de ensayo (usados para definir una base común e independiente de los locales). Un manejo cultural (desyerbe manual, por ejemplo) es un testigo semiabsoluto.

La **estructura de diseño** es la agrupación de las parcelas experimentales en **bloques** o grupos homogéneos, de tal manera que las condiciones bajo las cuales se observan los tratamientos sean lo más uniformes posible. Cuando todas las parcelas son muy homogéneas, lo cual genera un solo bloque de observaciones, y los tratamientos se pueden asignar a las parcelas completamente al azar, entonces se tiene un diseño **completamente aleatorizado**. Si la gradiente o las gradientes llevan a la formación de diferentes grupos con homogeneidad, esto llevaría a una estructura de algún tipo de bloques al azar (bloques completos aleatorizados, cuadrado latino, entre otros). Esto, por supuesto, implica una restricción en la aleatorización, tal como se verá posteriormente en los diseños correspondientes.

La selección de la estructura de un diseño determinado depende del conocimiento disponible de las parcelas, así como de las condiciones experimentales imperantes, lo cual debe ser independiente de la estructura de tratamiento que se desee evaluar.

## C. Unidades experimentales y muestrales

Las unidades experimentales (UE) son una parte del material experimental donde se aplica un tratamiento. En experimentación sobre protección de cultivos, la parcela constituye la UE. La variación natural del material experimental (el error experimental) tiene que ver con las UE. Esto es: el error experimental corresponde a la variación entre UE tratadas de igual forma bajo condiciones similares. En cambio, la **unidad de muestreo** (UM) es aquella sobre la cual se toman las observaciones (también conocida como unidad observacional). El error de muestreo tiene que ver con la variabilidad entre las UM.

El **tamaño de un experimento** depende del número de tratamientos, de la cantidad de repeticiones

y del tamaño de las parcelas; obviamente, al realizar varios ensayos, el tamaño del proyecto crece. En protección de cultivos, el experimentador solo puede variar el número de tratamientos y de las repeticiones. Si se está frente a varios factores alineados (suelo, clima, entre otros), lo prudente es comenzar con un número pequeño de tratamientos y con un eficiente control local (buena ubicación de los bloques). El número máximo de tratamientos y de repeticiones dependerá del tipo de ensayo (selección inicial en campo, ensayos de desarrollo, ensayos para registro, entre otros). Así, se puede ir desde 2 a 5 tratamientos y 4 a 6 repeticiones, hasta 4 a 6 tratamientos y 2 o 3 repeticiones.

## D. Tipos de diseños experimentales usados en protección de cultivos

Uno de los objetivos centrales al diseñar un experimento consiste en estimar las comparaciones entre los efectos de los tratamientos en la forma más precisa posible. Como ya se dijo, esto se puede lograr de varias formas, mediante un número apropiado de repeticiones, un bloqueo eficiente o el refinamiento de las técnicas experimentales. También se puede lograr con el uso apropiado de una o más covariables.

Si se presenta homogeneidad, tanto en las parcelas como de las condiciones experimentales, el mejor diseño posible es el completamente aleatorizado. Es común que se use este diseño cuando las gradientes son desconocidas, con los problemas de sobreestimación del error experimental y efectos adversos sobre las pruebas de F y sobre las conclusiones.

En protección de cultivos es típico el uso de los bloques completos aleatorizados. Sin embargo, la escogencia del diseño depende de las condiciones experimentales (gradientes naturales) y del grado y la orientación de la infestación.

### i. Diseño de bloques completos aleatorizados

Cuando se reconoce o se sospecha la existencia de factores que producen cambios indeseables en la respuesta que se está evaluando, es posible controlarlos mediante el uso de un bloqueo apropiado. En los diseños de bloques completos aleatorizados, se usa una aleatorización diferente de los tratamientos en las



parcelas dentro de cada uno de los bloques. El uso de este control local produce una mayor sensibilidad del experimento comparado con el diseño completamente aleatorizado. Además de las características físicas (como suelo y gradientes de infestación, entre otros), otros criterios de bloqueo son las características relacionadas con la forma de tomar la información en las parcelas, tales como operarios, evaluadores, tipo de material e instrumento de medida.

A pesar de la popularidad del diseño de bloques aleatorizados, no siempre constituye la única forma de realizar los experimentos en protección de cultivos y en algunas ocasiones puede no ser la más eficiente. Como la precisión de un ensayo puede disminuir al aumentar el tamaño del bloque, su tamaño debe mantenerse tan bajo como sea posible. Además, en experimentos de campo donde no se tenga claro un criterio de bloqueo definido, los bloques de forma cuadrada dan mejores resultados. Por otro lado, si las gradientes están bien definidas, los bloques rectangulares, perpendiculares a la gradiente, dan los mejores resultados (Martínez *et al.*, 2011). Es conveniente aplicar los tratamientos al mismo tiempo dentro de cada bloque. También el manejo dentro de cada

bloque debe ser tan similar como sea posible. Así, la misma persona debe tomar la información dentro de un bloque dado; si lo hacen personas con diferente experiencia y habilidad, se puede producir un aumento en el error experimental y un problema en el análisis de varianza y en las conclusiones.

Para llevar a cabo el análisis de varianza, es necesario que se cumplan los supuestos de normalidad y homogeneidad de las varianzas de los errores, así como la aditividad de los efectos de los tratamientos y los bloques (no debe haber interacción del factor de bloqueo con el factor de los tratamientos). Para los detalles puntuales del análisis de varianza, se recomiendan los textos específicos en el área (Martínez *et al.*, 2011; Montgomery, 2001; Kuehl, 2001; Daniel, 2004; Steel & Torrie, 1980; Cochran *et al.*, 1967).

### Ejemplo 1

Se desea probar el efecto de tres insecticidas y un control sobre el rendimiento de un cultivo de arroz. Los tratamientos son: tres insecticidas (1, 2 y 3) y un control (4). Los datos recolectados bajo un **diseño de bloques aleatorizados (BCA)** se presentan a continuación, donde el archivo está construido para ser leído por sistemas como STATISTIX, SPSS, SAS o R (Tabla 1).

Bloque	Insecticida	Rendimiento
1	1	2.537
2	1	2.069
3	1	2.104
4	1	1.797
1	2	2.827
2	2	2.536
3	2	2.459
4	2	2.385
1	3	1.997
2	3	1.859
3	3	1.649
4	3	1.679
1	4	1.516
2	4	1.401
3	4	1.270
4	4	1.077

**Tabla 1. Datos bajo un modelo BCA**

### Análisis de varianza (Anova)

Al realizar el Anova en SPSS (Tabla 2) se verifica que se cumplen los supuestos de normalidad ( $p=0,7474$ ), homogeneidad de varianzas (de acuerdo con el gráfico de residuos) así como la aditividad ( $p=0,5384$ ).

Fuente de variación (FV)	Grados de libertad (GL)	Sumas de cuadrados (S)	Cuadrado medio (CM)	P>F
Bloque	3	501.990	167.330	
Tratamiento	3	3.275.972	1.091.991	0,00
Error	9	77.471	8.608	
Total	15	3.855.433		

**Tabla 2. Anova del Ejemplo 1, salida de SPSS**

Los tratamientos resultan altamente significativos ( $p=0,000$ ) y la eficiencia relativa que producen los bloques es muy alta (4,51), esto es, los bloques controlaron de manera muy efectiva la gradiente que podía producir cambios importantes en el rendimiento. Con el Anova no es posible hacer recomendaciones específicas de los tratamientos; por lo tanto, se debe recurrir a pruebas de las medias de tratamientos, que se verán a continuación.

## E. Comparación entre las medias de los tratamientos

Globalmente se pueden realizar dos grandes tipos de comparaciones entre las medias de tratamientos: **comparaciones planeadas** y **comparaciones no planeadas**.

Las **comparaciones planeadas** (*a priori*) se pueden plantear cuando quiera que haya información sobre los tratamientos (en su composición, origen, estructura, entre otros). Si eso no ocurre, entonces es necesario usar **comparaciones no planeadas** (*a posteriori* o *post hoc*). Los dos tipos de pruebas solo se pueden usar si se cumplen los supuestos clásicos del análisis de varianza

### i. Comparaciones planeadas

La prueba más representativa de este grupo es la de **contrastes ortogonales**. Mediante esta prueba

siempre se pueden realizar  $t-1$  (siendo  $t$  el número de tratamientos) contrastes ortogonales, los cuales producen información no redundante o independiente, hecho que permite sacar conclusiones muy claras respecto a los tratamientos bajo prueba. Para el Ejemplo 1, si se supone que los tratamientos 1 y 2 son insecticidas "nuevos", el 3 es un testigo estándar de ensayo y el 4 es un estándar local, entonces se pueden plantear los siguientes **contrastes o comparaciones**:

- Z1: promedio del testigo local vs. promedio de los otros tratamientos
- Z2: promedio del testigo estándar de prueba vs. promedio de los de los nuevos
- Z3: promedio tratamiento 1 vs. promedio tratamiento 2

Los coeficientes para los contrastes Z1 a Z3 se presentan en la Tabla 3.

Contraste	T1	T2	T3	T4	Qi	P
Z1	1	1	1	-3	2.526,5	0
Z2	1	1	-2	0	1.086,5	0
Z3	1	-1	0	0	-425,0	0

**Tabla 3. Coeficientes de los contrastes ortogonales del Ejemplo 1**

En la Tabla 3: T1, T2, T3, T4 y T5 corresponde a los coeficientes que multiplican la media (o los totales) de los tratamientos; Qi es el efecto del contraste y P es el valor que indica la significancia del contraste, usando el *software* STATISTIX. De acuerdo con estos resultados, las tres comparaciones resultan significativas (los tratamientos nuevos y el control del ensayo son diferentes y mejores que el testigo local); los tratamientos nuevos en promedio son diferentes y mejores que el testigo del ensayo y el tratamiento 2 es diferente y mejor en promedio que el tratamiento 1. Se debe recalcar que la variable de respuesta es el rendimiento del cultivo de arroz, que cuando  $p < 0,01$  se rechaza la hipótesis nula correspondiente (con el 99% de confiabilidad) y que en los tres casos es de igualdad de los tratamientos de la comparación así:

- Para Z1,  $H_0$ : en promedio el control local es igual a la media de los otros tres tratamientos.

- Para Z2,  $H_0$ : la media de los tratamientos nuevos es igual a la media del testigo de prueba.
- Para Z3,  $H_0$ : el promedio de los tratamientos nuevos es igual.

Cuando se plantean contrastes ortogonales y con la prueba de F se acepta la hipótesis nula general respecto a los tratamientos (de igualdad entre todos ellos), es necesario usar la prueba de **t-multivariada** si los valores de F no están muy alejados de la significancia. Si las comparaciones son planeadas pero no ortogonales y ocurre la situación que se acaba de mencionar respecto a F, entonces es posible usar la prueba de Bonferroni. Para estos dos últimos casos se recomiendan los textos especializados (específicamente, Martínez *et al.*, 2011).

## ii. Comparaciones no planeadas (*post-hoc*)

En protección de cultivos la pruebas de comparación de medias no planeadas más comúnmente usadas son: Dunnet, Tukey y Scheffe.

### Prueba de Dunnett

Se usa para comparar la media de un control con cada una de las medias de los otros tratamientos. En el caso del Ejemplo 1, se compara la media del tratamiento 4 con cada una de las medias de los otros tratamientos. Al usar STATISTIX los resultados son los comprendidos en la Tabla 4.

Tratamiento	Media	Diferencia*
1	2.116,8	810,8
2	2.551,8	1.235,7
3	1.796,0	480,0
4	1.316,0	

**Tabla 4. Prueba de Dunnet**

\* Indica que hay diferencias significativas al 5% entre el control y cada uno de los otros tratamientos. Esto es, los tratamientos 1, 2 y 3 son superiores al tratamiento 4 para la variable rendimiento de arroz.

### Prueba de Tukey

Es la más eficiente para hacer comparaciones por pares de medias de tratamientos. Vale la pena aplicarla solo si la prueba de F resulta significativa ( $p \leq 0,05$ ). Para el Ejemplo 1, si no se tuviese información de los tratamientos y se deseara hacer todas las comparaciones por pares de tratamientos, podría usarse el *software* STATISTIX cuyos resultados se presentan en la Tabla 5.

Tratamiento	Media	Grupos homogéneos
2	2.551,8	A
1	2.126,8	B
3	1.796,0	C
4	1.316,0	D

**Prueba de Tukey**

Hay diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los cuatro tratamientos al nivel de 5%. Específicamente el mejor tratamiento es el 2, le siguen el 1 y el 3; el 4 es el de menor respuesta.

### Prueba de Scheffe

Es la más robusta de las pruebas no planeadas; es decir, la menos afectada por el incumplimiento de los supuestos del Anova. Permite hacer comparaciones entre grupos de medias de tratamientos, así como comparaciones por pares. Los sistemas (*software*) estadísticos solo presentan comparaciones por pares, sin embargo, cuando se hacen comparaciones ortogonales, STATISTIX, además de presentar los resultados de las pruebas de t para los diferentes contrastes, también saca los resultados de Scheffe para las comparaciones ortogonales. La Tabla 6 muestra los resultados para comparaciones por pares.

Tratamiento	Media	Grupos homogéneos
2	2.551,8	A
1	2.126,8	B
3	1.796,0	C
4	1.316,0	D

**Tabla 6. Prueba de Scheffe**

Como se puede observar, los resultados son iguales a los obtenidos mediante la prueba de Tukey, sin embargo, no siempre ocurre así. Si se usa el *software* SPSS, los resultados son los mismos a los obtenidos mediante STATISTIX, solo que la presentación es un poco diferente. El problema se presenta cuando hay parcelas perdidas o cuando hay algún tipo de desbalance, caso en el cual STATISTIX presenta dificultades, en cambio SPSS o SAS no presentan problemas en ningún caso.

## F. Transformaciones

Cuando no se cumplen los supuestos del Anova, es necesario realizar transformaciones. Mediante los *software* STATISTIX o SPSS, es posible verificar el cumplimiento de los supuestos. Cuando se analizan los datos mediante el diseño de bloques completos aleatorizados, el supuesto de homogeneidad de varianzas se debe verificar mediante un gráfico de residuales por los dos sistemas mencionados; la normalidad y la aditividad se pueden verificar al realizar el Anova con STATISTIX; con SPSS se debe chequear la normalidad con la parte exploratoria de los estadísticos descriptivos y la aditividad no se puede verificar directamente.

Los tipos de transformaciones más usados son:

- **Raíz cuadrada:** con esta transformación se busca corregir el problema de la correlación entre las varianzas de los tratamientos y sus correspondientes medias. Cuando se trabaja con variables de respuesta como los conteos, con valores bajos, no mayores a 50, esta transformación puede ayudar a que los errores se acerquen a los supuestos tradicionales. Si no hay valores cero en los datos, se aconseja a usar raíz cuadrada de  $Y$  ( $Y$ )<sup>1/2</sup>, pero si hay ceros, se debe usar ( $Y+0,5$ )<sup>1/2</sup>. Esta transformación también puede usarse cuando la variable de respuesta se expresa en porcentaje, especialmente si la mayoría de los valores están por encima del 70% o por debajo del 30%.
- **Logaritmo (Y) en base 10 o en base neperiana:** se usa en caso que las desviaciones estándar son proporcionales a las medias de los tratamientos. Esto puede ocurrir cuando la variable expresada en conteos presenta un rango amplio de valores, es decir, valores grandes mucho mayores que 50 y valores pequeños, menores que 50. Si se presentan algunos pocos datos con valores cero, es necesario usar el logaritmo de la variable +1, así:  $\ln(Y+1)$  o  $\log_{10}(Y+1)$ .
- **Arcoseno (Y/100)<sup>1/2</sup>:** se usa cuando la variable se expresa en porcentaje. No se deben tomar los valores de la raíz cuadrada de  $Y$  expresados en porcentaje, siempre se deben expresar en proporciones, por eso se presenta como arcoseno (porcentaje/100)<sup>1/2</sup>.
- **Inverso de la variable (1/Y):** se usa cuando la desviación estándar es proporcional a la media al cuadrado de los respectivos tratamientos.

Los diferentes sistemas estadísticos permiten realizar las transformaciones. Puede ocurrir que estas no resuelvan el problema del incumplimiento de los supuestos, caso en el cual se puede recurrir a realizar el Anova con la variable sin transformar, pero se debe usar alguna de las pruebas específicas para cuando no se cumple el supuesto de homogeneidad

de varianzas (que es el supuesto más crítico y limitante). Estas pruebas son: Games-Howell, T2 de Tamhane, T3 de Dunnett, las cuales se encuentran en SPSS y en SAS. También es posible usar la prueba de Scheffe, dada su robustez.

Si con la transformación no se cumplen los supuestos, se tiene la posibilidad de usar **estadística no paramétrica**. Para el caso del análisis mediante el diseño de bloques completos aleatorizados, la prueba correspondiente es la de **Friedman**. STATISTIX facilita mucho la realización de la misma, así como la comparación de medias, a través de la alternativa del Anova con rangos. Se recomienda ver textos específicos sobre estadística no paramétrica (tales como Conover, 1980).

### Ejemplo 2

En la Tabla 7 se presentan los datos de un experimento realizado bajo un BCA con los cálculos de la eficacia.

Tratamiento	Bloque	Eficacia	Arcoseno (eficacia)
1	1	100	15.707.963
1	2	94	12.226.303
1	3	95	12.532.359
1	4	95	12.532.359
2	1	94	12.226.303
2	2	100	15.707.963
2	3	95	12.532.359
2	4	100	15.707.963
3	1	100	15.707.963
3	2	100	15.707.963
3	3	95	12.532.359
3	4	100	15.707.963
4	1	100	15.707.963
4	2	89	10.973.452
4	3	95	12.532.359
4	4	100	15.707.963
5	1	0	0
5	2	0	0
5	3	0	0
5	4	0	0

Tabla 7. Datos del Ejemplo 2



Al llevar a cabo el Anova con las respectivas gráficas de residuales y de normalidad, mediante el software STATISTIX, se encuentra que hay normalidad ( $p=0,4654$ ), pero no hay homogeneidad de varianzas. De acuerdo con estos resultados, es necesario efectuar una transformación arcoseno ( $\text{eficacia}+1$ )<sup>1/2</sup>, la cual **no corrige** el problema heterogeneidad de varianzas. En estas circunstancias **se requiere usar estadística no paramétrica**.

Para el caso presente se usa la prueba de Friedman, cuyo valor es de  $p=0,0074$ , lo cual quiere decir que hay diferencias altamente significativas entre los tratamientos. Para hacer recomendaciones específicas respecto a los tratamientos, se recomienda consultar referencias especializadas (Conover, 1980).

## G. Cálculo de la eficacia según las fórmulas Abbott, Henderson-Tilton, Schneider-Orelli, Sun-Shepard y Townsend-Heuberger

Para expresar el efecto de los tratamientos, con frecuencia se calcula la **eficacia**, expresada en porcentaje.

Se dispone de diferentes ecuaciones, cuyo uso depende de las condiciones específicas del ensayo. Por esto es necesario usar la fórmula apropiada, de manera que se cumplan los supuestos respectivos, tal como se describe en la Tabla 8 (Abbott, 1925; Henderson y Tilton, 1955; Püntener, 1981).

Variables medidas	Condiciones del ensayo	Fórmula usada
Número de individuos vivos (infestación)	Infestación heterogénea	Henderson-Tilton (o una covariable)
	Infestación homogénea	Abbott
Número de individuos muertos (mortalidad)	Población heterogénea	Sun-Shepard
	Población homogénea	Schneider-Orelli

Tabla 8. Pruebas de eficacia

### i. Henderson-Tilton

Si la infestación es heterogénea antes de la aplicación, se usa la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje de eficacia} = \left[ 1 - \left( \frac{Ca}{Ta} \right) * \left( \frac{Td}{Cd} \right) \right] * 100$$

Donde:

- Ta = Infestación en parcela tratada **antes** de aplicar el tratamiento
- Ca = Infestación en parcela testigo **antes** de aplicar el tratamiento
- Td = Infestación en parcela tratada **después** de aplicar el tratamiento
- Cd = Infestación en parcela testigo **después** de aplicar el tratamiento

## ii. Abbott

Cuando la infestación es homogénea, no se justifica usar la anterior ecuación, sino la de Abbot que es una simplificación de la de Henderson y Tilton cuando  $T_a=C_a$ , esto es:

$$\text{Porcentaje de eficacia} = \left[ 1 - \left( \frac{T_d}{C_d} \right) \right] * 100 = \left( \frac{C_d - T_d}{C_d} \right) * 100$$

## iii. Sun-Shepard

Si la variable de respuesta es mortalidad y es heterogénea, la ecuación apropiada es:

$$\text{Porcentaje de eficacia} = \frac{P_t \pm P_{ck}}{100 \pm P_{ck}} * 100$$

$$P_t = \left[ \left( \frac{T_a - T_d}{T_a} \right) \right] * 100$$

$$P_{ck} = \left[ \left( \frac{C_d - C_a}{C_a} \right) \right] * 100$$

Donde:

- $P_t$  = Porcentaje de mortalidad en la parcela tratada
- $P_{ck}$  = Porcentaje de cambio poblacional en parcela testigo

Acá hay un ajuste de la ecuación de Henderson-Tilton, solo que para mortalidad.

## iv. Schneider-Orelli

Cuando la mortalidad es uniforme, se usa la ecuación siguiente:

$$\text{Porcentaje de eficacia} = \left( \frac{b-k}{100-k} \right) * 100$$

Donde:

- $b$  = Porcentaje de individuos muertos en parcela tratada
- $k$  = Porcentaje de individuos muertos en parcela testigo

Esta ecuación resulta de un ajuste de la ecuación de Abbot, solo que para mortalidad.

## v. Townsend-Heuberger

Cuando se evalúa el efecto por escalas o categorías, antes de evaluar la eficacia, se aplica la ecuación de Townsend-Heuberger (1943) para establecer el porcentaje de infestación, y luego se aplica la fórmula de Henderson-Tilton.

$$\text{Porcentaje de infestación} = \sum \left( \frac{n \cdot v}{N \cdot V} \right) * 100$$

Donde:

- $n$  = Número de unidades de muestreo en cada categoría
- $N$  = Número total de unidades de muestreo
- $v$  = Valor de cada categoría
- $V$  = Valor de cada categoría más alta

Otra forma de expresión de la ecuación de Townsend-Heuberger es:

$$\text{Intensidad de ataque} = I = \sum \left( \frac{a \cdot b}{x \cdot N} \right) * 100$$

Donde:

- a = Número de hojas (o de frutos) afectadas en cada grado
- b = Valor de la escala
- X = Valor mayor de la escala
- N = Número total de hojas (o frutos) evaluadas

### Ejemplo 3

Variable medida	Tratamiento ensayo	Tratamiento testigo
Infestación antes de tratamiento	Ta = 300	Ca = 500
Infestación después de tratamiento	Td = 30	Cd = 600
% mortalidad parcela tratada 300-30 = 270 270/300 = 90%	Pt = 90%	
% cambio poblacional en testigo 600-500 = 100 100/500 = 20%		Pck = +20%

**Tabla 9. Datos del Ejemplo 3**

**Fuente: Ciba-Geigy S.A., 1978.**

De acuerdo con Henderson-Tilton:

$$\text{Porcentaje de eficacia} = \left[ 1 - \left( \frac{Ca}{Ta} \right) * \left( \frac{Td}{Cd} \right) \right] * 100 = \left[ 1 - \left( \frac{500}{300} \right) * \left( \frac{30}{600} \right) \right] * 100 = 91,67\%$$

Según Sun-Shepard:

$$\text{Porcentaje de eficacia} = \frac{Pt + Pck}{100 + Pck} * 100 = \frac{90 + 20}{100 + 20} * 100 = 91,67\%$$

### Ejemplo 4

Variable medida	Tratamiento ensayo	Tratamiento testigo
Infestación antes de tratamiento	100	100
Infestación después de tratamiento	Td = 7	Cd = 88
% individuos muertos	b = 93	k = 12

**Tabla 10. Datos del Ejemplo 4**

De acuerdo con Abbot:

$$\text{Porcentaje de eficacia} = \left[ 1 - \left( \frac{Td}{Cd} \right) \right] * 100 = \left( \frac{Cd - Td}{Cd} \right) * 100 = \left( \frac{88 - 7}{88} \right) * 100 = 92\%$$

De acuerdo con Schneider-Orelli:

$$\text{Porcentaje de eficacia} = \left( \frac{b - k}{100 - k} \right) * 100 = \left( \frac{93 - 12}{100 - 12} \right) * 100 = 92\%$$

### Ejemplo 5

Escala (v)	Infestación (%)	n
0	0	2
1	0,1-3	1
2	4-9	1
3	10-22	1
4	23-48	1
5	49-100	24
	<b>N</b>	<b>30</b>

**Tabla 11. Datos del Ejemplo 5**

De acuerdo con la fórmula de Townsend-Heuberger:

$$\text{Porcentaje de infestación} = \sum \left( \frac{n \cdot v}{N \cdot v} \right) * 100 = \left( \frac{2 \cdot 0 + 1 \cdot 1 + 2 \cdot 1 + 3 \cdot 1 + 4 \cdot 1 + 5 \cdot 24}{5 \cdot 30} \right) * 100 = \left( \frac{130}{150} \right) * 100 = 86,7\%$$

Luego de obtener estos resultados de infestación, se aplica la fórmula Henderson-Tilton con la cual se obtienen los porcentajes de eficacia, que son los datos que se usan para realizar los análisis de varianza y las pruebas de comparación de medias de tratamientos, para sacar las conclusiones correspondientes.

## H. Analisis de covarianza

Es una potente metodología para separar la verdadera respuesta de la variabilidad generada por factores no controlados por el bloqueo. Se usa para controlar el error experimental, ajustar las medias de los tratamientos y como ayuda en la interpretación de los resultados. Una covariable es una variable no controlada que afecta la respuesta de interés, pero que no debe estar afectada por los tratamientos.

### i. ¿Cuándo medir una covariable?

- Antes de la aplicación de los tratamientos. Por ejemplo: preconteo de insectos en un

ensayo de insecticidas; nivel de ataque previo de una enfermedad en un ensayo de fungicidas; parches de salinidad en un ensayo de fertilizantes.

- Durante el ensayo. Por ejemplo: porcentaje de ataque de una plaga en un experimento donde se están probando unos fungicidas o unos herbicidas (daño por insectos en las malezas de un experimento con herbicidas; la covariable es el porcentaje de daño de los insectos).
- Durante la evaluación del ensayo. Por ejemplo: número de plantas por parcela (cultivo o malezas). La covariable es el número de plantas.

Una covariable debe medirse en todas las parcelas experimentales y su medición puede ser o no parte del diseño experimental original. Así, la covariable diseñada pudo ser el preconteo de insectos y la no diseñada puede ser el porcentaje de encharcamiento de una parcela.

## I. Análisis de covarianza bajo un diseño de bloques completos aleatorizados

Los supuestos, así como el análisis de varianza, son básicamente los mismos del Anova tradicional, solo que ahora se tiene en cuenta la covariable. Para los detalles específicos del análisis, se recomienda consultar referencias especializadas.

### Ejemplo 6

En un experimento se probaron las dosis de un herbicida A (35 y 70) y un testigo. Los datos (ver Tabla 12) corresponden a los conteos de una determinada maleza (Y), así como los preconteos de la misma (X), obtenidos bajo un diseño de bloques completos aleatorizados con cuatro bloques (Martínez *et al.*, 2011).

Bloque	Testigo		35		70	
	X	Y	X	Y	X	Y
1	72	27	94	35	49	17
2	74	38	87	36	53	14
3	77	32	102	45	62	22
4	68	24	92	37	51	16

Tabla 12. Datos del Ejemplo 6

Al realizar el análisis de covarianza (Anacova), mediante el *software* SPSS, se puede verificar que se cumplen los supuestos, no se presentan diferencias significativas para bloques ( $p=0,761$ ), ni para los tratamientos ( $p=0,0507$ ), ni para la covariable ( $p=0,251$ ). Esto quiere decir que la covariable (conteo inicial) no tiene un impacto significativo sobre el conteo final, que la gradiente que se pensaba que podría influir no lo hace, y además que los niveles del herbicida (35 y 70) no se diferencian entre sí ni con el control.

### Ejemplo 7

En un experimento realizado por Martínez y Castillo (2004) en el Centro de Investigación en Palma de

Aceite, se deseaba conocer el efecto de la aplicación de unos tratamientos de fertilización sobre la incidencia (Incid=Y) de la mancha anular de la palma en la zona occidental de Colombia. Se sospechaba que algunas variables edáficas, como la materia orgánica (MO) y la saturación de magnesio (SatMg) de las parcelas experimentales, podrían usarse como covariables. Luego de un examen preliminar, se vio que solo la MO(X) podría afectar. Fueron probados cuatro tratamientos bajo un diseño de bloques completos aleatorizados, donde el tratamiento 4 fue el testigo estándar. Se recolectaron los resultados de la Tabla 13.

Bloques	Tratamientos							
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	3,96	100	1,52	40	1,17	70	1,17	70
2	2,74	60	1,69	80	1,29	70	1,67	77,80
3	3,03	10	5,88	80	2,93	80	3,50	90
4	1,36	0	1,55	20	1,17	20	1,45	20
5	3,51	10	1,62	0	1,81	10	3,27	10

Tabla 13. Datos del Ejemplo 7

Al llevar a cabo el Anacova, mediante el *software* STATISTIX, se encuentra que no se cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas, por lo cual se transforma mediante raíz cuadrada (Incid+0,5), transformación que corrige el problema. Al realizar el Anova sin la covariable, se encuentra que los tratamientos no presentan diferencias significativas

( $p=0,3594$ ), pero al aplicar el Anacova con la MO como covariable, sí se encuentran diferencias significativas para los tratamientos ( $p=0,0084$ ), así que la covariable tiene un efecto muy importante sobre la respuesta. De acuerdo con la prueba de Tukey, el mejor tratamiento es el 1, le sigue el 2 y los peores son el 4 y el 3.

## VII. Fichas de protocolos de ensayos de eficacia

A continuación se presentan las fichas coleccionables de protocolos de ensayos de eficacia para los diferentes cultivos y blancos biológicos. Se incorporarán nuevas indicaciones y se realizarán los procesos de actualización de nombres científicos, umbrales de acción y metodologías de evaluación.

El listado está organizado por cultivo o grupo de cultivos. Cada ficha corresponde a un blanco biológico que ha sido numerado y contiene los ítems relacionados en el *Manual Técnico Andino* para la elaboración del protocolo de ensayo de eficacia.

Las metodologías contempladas en las fichas cuentan con el debido soporte científico, han sido reconocidas

por instituciones nacionales o internacionales destacadas en investigación, y difundidas a través de publicaciones indexadas. Si el titular de registro propone metodologías de evaluación diferentes a las presentadas acá, deberá referenciar la fuente de obtención. La autoridad nacional competente (ANC) analizará y decidirá su aplicabilidad con base en los criterios mencionados anteriormente, según el objeto de estudio.

En el Anexo agronómico 1, se adjunta la tabla de evaluación de fitotoxicidad que aplica para esta determinación. En el Anexo agronómico 2, se adjuntan los capítulos que se deben presentar en el informe final de eficacia.

### Listado de fichas

#### 1. Control en cultivos de papa (*Solanum tuberosum*)

Blanco biológico	Tipo de PQUA	Número de ficha
Gota ( <i>Phytophthora infestans</i> )	Fungicida	1.1
Rhizoctoniosis o costra negra ( <i>Thanatephorus cucumeris</i> )	Fungicida	1.2
Alternariosis o tizón temprano ( <i>Alternaria solani</i> )	Fungicida	1.3
Gusano blanco de la papa ( <i>Premnotrypes vorax</i> )	Insecticida	1.4
Polilla guatemalteca ( <i>Tecia solanivora</i> )	Insecticida	1.5
Pulguilla ( <i>Epitrix cucumeris</i> )	Insecticida	1.6
Minadores ( <i>Liriomyza quadrata</i> o <i>Liriomyza huidobrensis</i> )	Insecticida	1.7

#### 2. Control en cultivos de arroz (*Oryza sativa*)

Blanco biológico	Tipo de PQUA	Número de ficha
Piricularia ( <i>Magnaporthe oryzae</i> )	Fungicida	2.1
Añublo de la vaina ( <i>Thanatephorus cucumeris</i> )	Fungicida	2.2
Complejo del manchado de grano ( <i>Helminthosporium sp</i> , <i>Sphaerulina oryzina</i> , <i>Curvularia sp</i> , <i>Sarocladium oryzae</i> , <i>Rynchosporium oryzae</i> , <i>Cercospora oryzae</i> )	Fungicida	2.3
Chinche ( <i>Oebalus poecilus</i> )	Insecticida	2.4
Sogata ( <i>Tagosodes oryzicolus</i> )	Insecticida	2.5
Cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> )	Insecticida	2.6
Cucarro ( <i>Euethiola bidentata</i> )	Insecticida	2.7
Malezas ( <i>erradicantes, preemergentes, posemergentes</i> )	Herbicida	2.8

### 3. Control en cultivos de ornamentales

Blanco biológico	Tipo de PQUA	Número de ficha
Moho gris ( <i>Botryotinia fuckeliana</i> )	Fungicida	3.1
Mildeo veloso ( <i>Peronospora sparsa</i> )	Fungicida	3.2
Mildeo polvoso ( <i>Podosphaera pannosa</i> )	Fungicida	3.3
Mancha anillada ( <i>Davidiella dianthi</i> )	Fungicida	3.4
Fusariosis ( <i>Fusarium oxysporum</i> )	Fungicida-desinfectante	3.5
Trips ( <i>Frankliniella occidentalis</i> )	Insecticida	3.6
Ácaro rojo ( <i>Tetranychus urticae</i> o <i>Tetranychus cinnabarinus</i> )	Acaricida	3.7
Áfidos ( <i>Myzus persicae</i> )	Insecticida	3.8
Minador ( <i>Liriomyza trifolii</i> )	Insecticida	3.9

### 4. Control en cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum*)

Blanco biológico	Tipo de PQUA	Número de ficha
Gota ( <i>Phytophthora infestans</i> )	Fungicida	4.1
Alternariosis o tizón temprano ( <i>Alternaria solani</i> )	Fungicida	4.2
Mosca blanca ( <i>Trialeurodes vaporariorum</i> o <i>Bemisia tabaci</i> )	Insecticida	4.3
Cogollero ( <i>Tuta absoluta</i> )	Insecticida	4.4
Caracha ( <i>Prodioplosis longifolia</i> )	Insecticida	4.5

### 5. Control en cultivos de cebolla (*Allium cepa*)

Blanco biológico	Tipo de PQUA	Número de ficha
Alternaria o complejo amarillera ( <i>Alternaria porri</i> )	Fungicida	5.1
Trips ( <i>Thrips tabaci</i> )	Insecticida	5.2
Mildeo ( <i>Peronospora destructor</i> )	Fungicida	5.3

### 6. Control en cultivos de café (*Coffea arabica*)

Blanco biológico	Tipo de PQUA	Número de ficha
Roya ( <i>Hemileia vastatrix</i> )	Fungicida	6.1
Mancha de hierro ( <i>Cercospora coffeicola</i> )	Fungicida	6.2
Mal rosado ( <i>Erythricium salmonicolor</i> )	Fungicida	6.3
Broca ( <i>Hypothenemus hampei</i> )	Insecticida	6.4
Cochinilla ( <i>Puto barbieri</i> )	Insecticida	6.5
Minador ( <i>Perileucoptera coffeella</i> )	Insecticida	6.6

## 7. Control en cultivos de aguacate (*Persea americana*)

Blanco biológico	Tipo de PQUA	Número de ficha
Antracnosis ( <i>Glomerella cingulata</i> )	Fungicida	7.1
Acaro, araña roja ( <i>Oligonychus yothersi</i> )	Acaricida	7.2
Trips ( <i>Heliothrips haemorrhoidalis</i> , <i>Selenothrips rubrocinctus</i> )	Insecticida	7.3
Perforador del aguacate ( <i>Heilipus lauri</i> )	Insecticida	7.4

## 8. Control en cultivos de cítricos (*Citrus sp*)

Blanco biológico	Tipo de PQUA	Número de ficha
Ácaros ( <i>Phyllocoptruta oleivora</i> , <i>Polyphagotarsonemus latus</i> )	Acaricida	8.1
Diaphorina ( <i>Diaphorina citri</i> )	Insecticida	8.2

## 9. Control en cultivos de banano (*Musa paradisiaca*)

Blanco biológico	Tipo de PQUA	Número de ficha
Sigatoka ( <i>Mycosphaerella fijiensis</i> )	Fungicida	9.1
Nematodo ( <i>Radopholus similis</i> )	Insecticida	9.2
Malezas	Herbicida	9.3

## 10. Control en cultivos de pastos

Blanco biológico	Tipo de PQUA	Número de ficha
Chinche de los pastos ( <i>Collaria scenica</i> )	Insecticida	10.1
Malezas	Herbicida	10.2





## 1. Control en cultivos de papa (*Solanum tuberosum*)

# 1.1. Gota (*Phytophthora infestans*)



Foto: Arysta LifeScience

Sintoma de gota (*Phytophthora infestans*) en hoja.

## Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 15 m<sup>2</sup> con cuatro surcos para evaluar sobre los dos surcos centrales.

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen de mezcla:** desde 200-800 l/ha, dependiendo del estado de desarrollo del cultivo.

## Aplicación: momento y frecuencia

Dependiendo del tipo de fungicida, se realizarán aplicaciones en forma preventiva sin síntomas, preventiva-curativa o curativa con primeros síntomas (5-10% de infección). El número y la frecuencia de aplicaciones dependerán del tipo de producto.

## Evaluación: método, momento y frecuencia

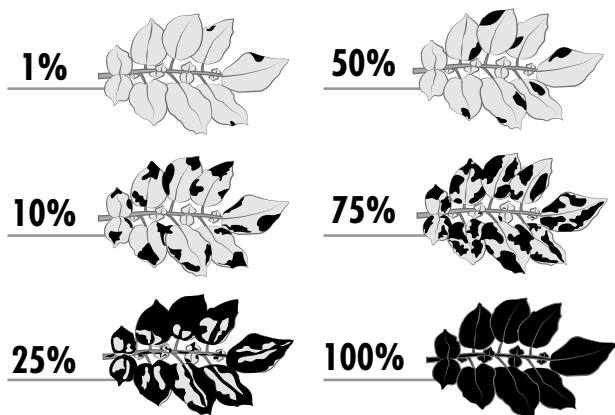
**Incidencia:** realizar un muestreo de 15 a 20 plantas por parcela, evaluando plantas u hojas, según el estado fenológico del cultivo, y cuantificar el porcentaje de incidencia.

$$I (\%) = \frac{\text{Nro. plantas u hojas afectadas}}{\text{Nro. total plantas u hojas (enfermas + sanas)}} \times 100$$

**Severidad:** aplicar la escala de daño desarrollada por James (1971), citado por *Global Initiative on Late Blight* (2014), para la evaluación en hojas. Para la evaluación en plantas aplicar la escala elaborada por Pérez (2008). Otra metodología es evaluar visualmente el total de las plantas de los surcos centrales de cada parcela y calcular el porcentaje de área foliar afectada total.

Si el titular del registro está interesado en una evaluación más detallada, dejar marcadas las plantas para determinar el progreso de la enfermedad.

La metodología escogida dependerá del tipo de producto a evaluar, del tamaño de la parcela, del estado fenológico o de las características de la variedad.



Escala desarrollada por James (1971), expresada en porcentaje.

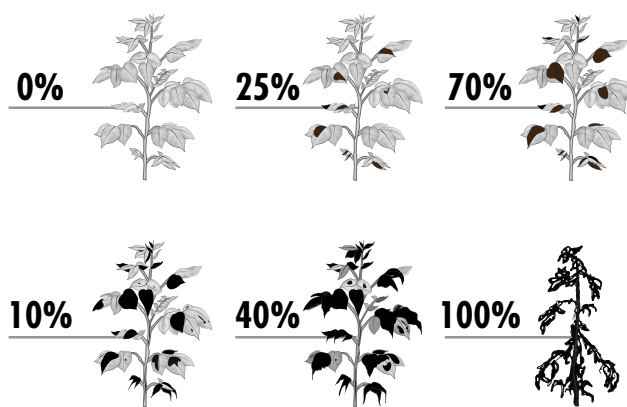


Diagrama patrón para evaluación de severidad (Pérez, 2008).

## Evaluación: método, momento y frecuencia

La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de fungicida.

- Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 3 y 10 días.
- Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre 3 y 10 días después de la segunda aplicación.
- Para tres 3 aplicaciones: 4 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, la tercera evaluación antes de la tercera aplicación y la última evaluación entre 3 y 10 días después de la tercera aplicación.

## Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido. Teniendo en cuenta la incidencia y severidad se calculará la eficacia mediante la fórmula comparativa de Abbott (%). Si se utiliza una escala de daño, se calcula el grado de daño con base en la fórmula de Townsend-Heuberger (%) y la aplicación de la fórmula de Abbott (%) para la cuantificación de la eficacia.

## Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 10 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.

# 1.2. Rhizoctoniasis o costra negra (*Thanatephorus cucumeris*)

Papa (*Solanum tuberosum*)

## Condiciones generales



Costra negra (*Thanatephorus cucumeris*): a) sobre tubérculo; b) estrangulamiento del cuello de la planta (chancro); c) formación de tubérculos aéreos.

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 20 m<sup>2</sup>

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen de mezcla:** 400-800 l/ha, dependiendo del equipo de aplicación.

## Aplicación: momento y frecuencia

Dependiendo del tipo de fungicida, realizar aplicaciones al momento de la siembra y/o aplicaciones dirigidas a las plantas. El número de aplicaciones dependerá del tipo de producto y de la propuesta de manejo de la enfermedad por parte del registrante.

## Evaluación: método, momento y frecuencia

Las evaluaciones se llevan a cabo sobre plantas en caso de expresión de síntomas de la enfermedad y/o sobre los tubérculos al final en la cosecha.

**Incidencia:** se realiza un muestreo de mínimo 15 plantas de los surcos centrales por parcela y se cuantifica el porcentaje de incidencia.

$$I (\%) = \frac{\text{Nro. plantas afectadas}}{\text{Nro. total plantas (enfermas + sanas)}} \times 100$$

**Severidad en plantas:** se estima mediante una escala de grados de afección, sobre mínimo 15 plantas muestreadas.

Grado	Observaciones
0	0%: sin lesiones visibles.
1	1-5%: lesiones desde formación de mancha café a chancros en tallos.
2	6-15%: lesiones profundas, cánceros frecuentes en los tallos.
3	>16%: lesiones de tallo severas, incluyendo estrangulamiento de las plantas.

Escala de daño adaptada (Calleros, 2010).

**Incidencia en tubérculos:** realizar un muestreo de mínimo 10 plantas por parcela, todas en los surcos centrales, y cuantificar el porcentaje de incidencia. Muestrear los tubérculos en una longitud de 1,5 m, tomados en forma continua.

$$I (\%) = \frac{\text{Nro. tubérculos afectados}}{\text{Nro. total tubérculos (enfermos + sanos)}} \times 100$$

**Severidad en tubérculos:** la severidad se estima mediante una escala de grados de afección. Sobre mínimo 10 plantas muestreadas se aplica la siguiente escala.

Grado	Observaciones
0	0%: tubérculo sano sin costras
1	1-10%: de la superficie cubierta por esclerocios (costras)
2	11-20%: de la superficie cubierta por esclerocios (costras)
3	21-40%: de la superficie cubierta por esclerocios (costras)
4	41-60%: de la superficie cubierta por esclerocios (costras)
5	>60%: de la superficie cubierta por esclerocios (costras)

## Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido.

Teniendo en cuenta la incidencia y severidad, se calcula la eficacia mediante la fórmula comparativa de Abbott (%).

Al aplicar la escala, se calcula el grado de daño con base en la fórmula de Townsend-Heuberger (%) y se aplica la fórmula de Abbott (%) para la cuantificación de la eficacia.

## Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 10 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.

# 1.3. Alternariosis o tizón temprano (*Alternaria solani*)

Papa (*Solanum tuberosum*)



Anillos concéntricos sintomáticos de alternariosis (*Alternaria solani*) en papa.

## Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), o bloques al azar, o parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 20 m<sup>2</sup>

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen de mezcla:** 200-800 l/ha, según el estado de desarrollo del cultivo.

## Aplicación: momento y frecuencia

Dependiendo del tipo de fungicida, se realizarán aplicaciones en forma preventiva en plantas sin síntomas, preventiva-curativa o curativa en plantas con primeros síntomas (5-10% de infección). El número y la frecuencia de aplicaciones dependerán del tipo de producto.

## Evaluación: método, momento y frecuencia

**Incidencia:** realizar un muestreo de mínimo 15 plantas por parcela, evaluando plantas u hojas, según el estado fenológico del cultivo, y cuantificar el porcentaje de incidencia.

$$I (\%) = \frac{\text{Nro. plantas u hojas afectadas}}{\text{Nro. total plantas u hojas (enfermas + sanas)}} \times 100$$

**Severidad:** aplicar la escala de daño referenciada por Peretto y Silva (2002), sobre mínimo 15 plantas u hojas por parcela. La metodología dependerá del tipo de producto a evaluar, del tamaño de la parcela o disponibilidad de material vegetal.

Grado	Observaciones
0	0%: todas las hojas sanas
1	10%: manchas en hojas inferiores
2	20%: manchas en la mayoría de las hojas inferiores y algunas del centro
3	30%: manchas en todas las hojas inferiores y algunas del centro
4	40%: atizonamiento en hojas inferiores
5	50%: tizón en hojas inferiores y atizonamiento en la mayoría de las del centro
6	60%: tizón en hojas inferiores y la mayoría de las del centro
7	70%: tizón en hojas inferiores y en todas las del centro
8	80%: tizón en hojas inferiores, todas las del centro y atizonamiento superior
9	100%: tizón en todas las hojas

Escala Peretto y Silva (2002).

La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de fungicida.

- o Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: 1 previa y 2 entre 3 y 10 días
- o Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 5 y 10 días después de la segunda aplicación.
- o Para 3 aplicaciones: 4 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, la tercera evaluación antes de la tercera aplicación y la última evaluación entre los 5 y 15 días después de la tercera aplicación.

## Eficacia de control

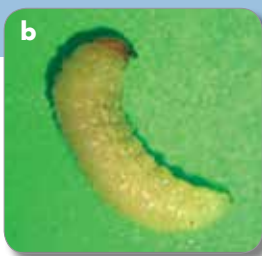
Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido. Teniendo en cuenta la incidencia y severidad, se calculará la eficacia mediante la fórmula comparativa de Abbott (%). Si se utiliza una escala de daño, se calcula el grado de daño con base en la fórmula de Townsend-Heuberger (%) y se aplica la fórmula de Abbott (%) para cuantificar la eficacia.

## Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 10 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.

# 1.4. Gusano blanco de la papa (*Premnotrypes vorax*)

Papa (*Solanum tuberosum*)



Gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) de la papa: a) huevos; b) larva; c) adulto.

## Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), o bloques al azar, o parcelas divididas. Es importante tener en cuenta el histórico de infestación del lote y la dispersión de la plaga en campo, para implementar el mejor diseño. En el caso de gusano blanco, generalmente las parcelas se ubican en los bordes de los lotes donde se concentran las poblaciones iniciales de adultos de la plaga, así, el diseño de bloques completos al azar permitiría una gradiente de infestación para ubicar las parcelas en el lote escogido.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 20 m<sup>2</sup>

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen de mezcla:** desde 200 l/ha hasta 800 l/ha, dependiendo del estado de desarrollo del cultivo.

## Aplicación: momento y frecuencia

Dependiendo del producto a registrar, 2 a 3 aplicaciones, bajo condiciones de alta infestación.

Hay que tener en cuenta que en las parcelas sin tratar debe haber un ataque de al menos 30% de daño para que la cuantificación de efecto de control sea validada. La épocas más comunes de aplicación corresponden a los siguientes estados del cultivo:

- o Primera aplicación: a la emergencia del cultivo
- o Segunda aplicación: a la deshierba
- o Tercera aplicación: al aporque o inicio de formación de tubérculos

## Evaluación: método, momento y frecuencia

El efecto de daño por plagas de suelo como *P. vorax* afecta esencialmente la calidad del tubérculo y la evaluación de control se debe hacer al momento de la cosecha de la prueba.

**A la cosecha:** daño ocasionado por la plaga a nivel de tubérculo. Hacer un muestreo de 100 tubérculos producidos en los dos surcos centrales de cada parcela.

Para la evaluación de control hay que hacer el previo lavado de los tubérculos, ya que esto permite diferenciar el tipo de daño. Se clasifican los tubérculos en sanos y dañados por efecto de la plaga en evaluación.

Si el titular de registro lo desea, puede aplicar también una escala de daño para determinar el grado de ataque, como la propuesta por Calvache (1991).

Grado	Observaciones
0	Sin daño.
1	Daño inicial: pequeñas entradas muy superficiales.
2	Daño medio: 1 o 2 orificios de hasta 1,5 cm de profundidad o más de 2 superficiales.
3	Daño grave: más de 2 orificios profundos, tubérculo comercialmente no aceptable.
4	Daño muy grave: totalmente atacado por el insecto, sin ningún valor comercial.

Escala propuesta por Calvache (1991).

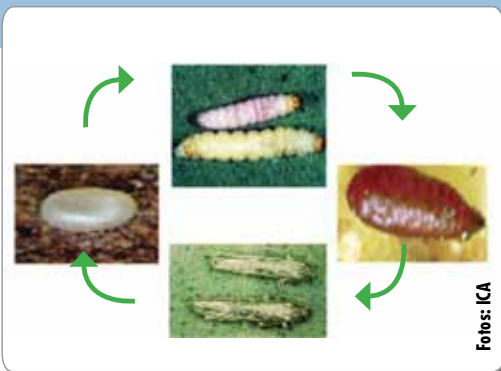
## Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido. La determinación de daño se cuantifica en porcentaje y la eficacia se calcula con base en la fórmula de Abbott (%). Si se utiliza una escala de daño, se calcula el grado de ataque con base en la fórmula de Townsend-Heuberger (%) y se emplea la fórmula de Abbott (%) para cuantificar la eficacia.

## Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 10 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.

Ciclo de la polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*).



Daño en producto cosechado.



## Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), o bloques al azar, o parcelas divididas. Hay que tener en cuenta el histórico de infestación del lote y la dispersión de la plaga en campo, para implementar el mejor diseño. Para polilla guatemalteca, el uso de trampas es una herramienta útil para determinar la dinámica de población.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 20 m<sup>2</sup>

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo usado:** bomba de espalda

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen final de mezcla:** desde 200 a 800 l/ha, dependiendo del estado de desarrollo del cultivo.

## Aplicación: momento y frecuencia

De 2 a 3 aplicaciones, dependiendo de los niveles de infestación con base en las capturas de trampas y tipo de producto.

- o 1° con base en niveles de infestación. Umbral de 50 adultos/trampa/semana al inicio de tuberización.
- o 2° con base en niveles de infestación.
- o 3° con base en niveles de infestación.

## Evaluación: método, momento y frecuencia

Por el efecto de daño por *Tecia solanivora*, la evaluación de control se debe hacer al momento de la cosecha de la prueba.

Se debe tener en cuenta que en las parcelas sin tratar debe haber un ataque de al menos el 30% de daño en tubérculos al final en la cosecha, para que la cuantificación de efecto de control sea validada.

**A la cosecha:** daño ocasionado por la plaga a nivel de tubérculo. Hacer un muestreo de 100 tubérculos producidos en los dos surcos centrales de cada parcela.

Para la evaluación de control, hay que hacer el previo lavado de los tubérculos para diferenciar el tipo de daño. Se clasifican los tubérculos en sanos y dañados por efecto de la plaga en evaluación.

## Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido.

La determinación de daño se cuantificará en porcentaje y la eficacia se calculará con base en la fórmula de Abbott (%).

## Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 10 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.

## 1.6. Pulguilla (*Epitrix cucumeris*)

## Papa (*Solanum tuberosum*)



*Epitrix* sp: a) ejemplar adulto; b) daño en hojas y dos ejemplares adultos.

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), o bloques al azar, o parcelas divididas. Ver capítulo específico.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 20 m<sup>2</sup>

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo usado:** bomba de espalda.

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen final de mezcla:** desde 200 a 600 l/ha, dependiendo del estado de desarrollo del cultivo.

### Aplicación: momento y frecuencia

El inicio de aplicaciones se debe realizar con base en el umbral establecido por el ICA, de 10 adultos por 10 pases dobles de jama (Fedepapa, 2014; Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, Sociedad Colombiana de Entomología, SOCOLEN, 1987).

La frecuencia dependerá de la dinámica de la población, tomando como referencia las parcelas sin tratar, y del tipo de producto a evaluar. Se realizará un máximo de dos aplicaciones.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

La evaluación se hace con base en el conteo de adultos capturados mediante el uso de la jama. Realizar un mínimo de dos pases dobles de jama por parcela.

Otra metodología es estimar el daño sobre las plantas. En mínimo 15 folíolos muestreados por parcela se aplica la siguiente escala de daño.

Grado	Observaciones
0	Sin daño
1	Muy poco daño
2	Poco daño
3	Daño común (corresponde al nivel de advertencia)
4	Daño fuerte (corresponde al nivel de daño económico)

Fuente: Fedepapa, 2014.

La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de insecticida.

- o Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 3 y 10 días.
- o Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 3 y 10 días después de la segunda aplicación.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido.

Teniendo en cuenta el número de adultos por tratamiento se calculará la eficacia mediante la fórmula de Abbott (%), o con la fórmula de Henderson-Tilton (%) si la población inicial no es homogénea.

Si se utiliza una escala de daño: se calcula el grado de ataque con base en la fórmula de Townsend-Heuberger (%), y la eficacia se cuantifica aplicando la fórmula de Abbott (%).

### Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 10 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.



## 1.7. Minadores (*Liriomyza quadrata* o *Liriomyza huidobrensis*)

Papa (*Solanum tuberosum*)



Foto: Pedro David Porras Rodríguez

Daño en hoja de papa por presencia de minadores.

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), o bloques al azar, o parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 20 m<sup>2</sup>

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo usado:** bomba de espalda.

- **Presión:** 30-40 PSI
- **Boquilla:** cono hueco o lleno
- **Volumen final de mezcla:** desde 200 a 600 l/ha, dependiendo del estado de desarrollo del cultivo.

### Aplicación: momento y frecuencia

El nivel para decidir la aplicación de un método de control es: 15 adultos en 10 pases dobles de jama, antes de la floración; y 20 adultos en 10 pases dobles, después de floración (Fedepapa, 2014).

La frecuencia y el número de aplicaciones dependerán del tipo de producto a evaluar y de la dinámica de la población, tomando como referencia las parcelas sin tratar.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

Realizar la evaluación por medio del conteo directo de adultos en 10 a 15 hojas por parcela; o mediante la recolección de hojas y conteo posterior de minas y/o galerías activas. Si el titular de registro lo desea, puede presentar el conteo de pupas emergidas.

La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de insecticida, así:

- Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 3 y 10 días.

- Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 3 y 10 días después de la segunda aplicación.
- Para 3 aplicaciones: 4 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, la tercera evaluación antes de la tercera aplicación y la última evaluación entre los 3 y 10 días después de la tercera aplicación.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido.

Teniendo en cuenta el número de adultos, pupas o número de minas activas por tratamiento, calcular la eficacia mediante la fórmula de Abbott (%). En caso de tener poblaciones poco homogéneas al inicio de la prueba, aplicar la fórmula de Henderson-Tilton (%).

### Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 10 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.





Foto: Hernando Gamboa

## 2. Control en cultivos de arroz (*Oryza sativa*)



Piricularia (*Magnaporthe oryzae*) en arroz: a) en cuello de panícula; b) en cuello de panícula; c) en hoja.

## Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 20 m<sup>2</sup>

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen de mezcla:** 150-300 l/ha, dependiendo del equipo de aplicación.

## Aplicación: momento y frecuencia

Dependiendo del tipo de fungicida y la variedad de arroz, realizar aplicaciones en los estados de macollamiento o en inicio de espigamiento. Según las características del producto a evaluar, aplicar en forma preventiva o preventiva-curativa sobre la enfermedad. El número y la frecuencia de aplicaciones dependerán del tipo de producto.

## Evaluación: método, momento y frecuencia

**Incidencia:** realizar un muestreo de mínimo 20 plantas u hojas diferentes de la parte central de cada parcela experimental y cuantificar el porcentaje de incidencia.

$$I (\%) = \frac{\text{Nro. plantas u hojas afectadas}}{\text{Nro. total plantas u hojas (enfermas + sanas)}} \times 100$$

**Severidad:** el ataque más común de esta enfermedad es sobre las panículas y en este caso se aplica la escala de daño desarrollada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT (2001).

Grado	Observaciones
0	Sin infección: 0%
1	Menos del 1%: pocas ramificaciones secundarias afectadas.
3	1-5%: varias ramificaciones secundarias afectadas o ramificación principal afectada.
5	6-25%: eje o base de panícula parcialmente afectada.
7	26-50%: eje o base de panícula afectada totalmente con más del 30% de grano lleno.
9	51-100%: base de panícula o entrenudo superior afectados totalmente con menos del 30% de grano lleno.

Escala CIAT (2001).

La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de fungicida.

- o Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 5 y 15 días después de la aplicación.
- o Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 5 y 21 días después de la segunda aplicación.

## Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido. Teniendo en cuenta la incidencia y severidad, se calculará la eficacia mediante la fórmula comparativa de Abbott (%). Si se utiliza una escala de daño, se calcula el grado de daño con base en la fórmula de Townsend-Heuberger (%) y se emplea la fórmula de Abbott (%) para cuantificar la eficacia.

## Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 10 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.

## 2.2. Añublo de la vaina (*Thanatephorus cucumeris*)

Arroz (*Oryza sativa*)



Sintomas de añublo de la vaina (*Thanatephorus cucumeris*) en hoja de arroz.

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 20 m<sup>2</sup>

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen de mezcla:** 150-300 l/ha, según el equipo de aplicación.

### Aplicación: momento y frecuencia

Dependiendo del tipo de fungicida, realizar aplicaciones desde el estado de inicio de macollamiento. Según las características del producto a evaluar, aplicar en forma preventiva o preventiva-curativa sobre la enfermedad. Para el caso de fungicidas curativos, hacer una aplicación y, dependiendo de la última evaluación, proceder a realizar una segunda aplicación; regularmente este tipo de fungicidas se aplica en estado de embuchamiento-espigamiento.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

**Incidencia:** realizar un muestreo de mínimo 20 plantas diferentes de la parte central de cada parcela experimental y cuantificar el porcentaje de incidencia.

**Severidad:** para estimar esta variable, se aplica la escala de daño de CIAT (2001).

Grado	Porcentaje de daño en la planta
0	Ningún daño
1	1-5%
2	6-15%
3	16-25%
4	25-50%
5	> 50%

Escala CIAT (2001).

La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de fungicida.

- o Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 5 y 15 días después de la aplicación.
- o Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 5 y 21 días después de la segunda aplicación.

$$I (\%) = \frac{\text{Nro. plantas afectadas}}{\text{Nro. total plantas (enfermas + sanas)}} \times 100$$

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido. Teniendo en cuenta la incidencia y severidad se calculará la eficacia mediante la fórmula comparativa de Abbott (%). Si se utiliza una escala de daño, se calcula el grado de daño con base en la fórmula de Townsend-Heuberger (%) y se emplea la fórmula de Abbott (%) para cuantificar la eficacia.

### Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 10 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.

## 2.3. Complejo del manchado de grano (*Helminthosporium sp*, *Sphaerulina oryzina*, *Curvularia sp*, *Sarocladium oryzae*, *Rynchosporium oryzae*, *Cercospora oryzae*)

**Nota:** con el fin de constatar los organismos presentes en el complejo del manchado, realizar los respectivos aislamientos para referenciarlos en el proyecto de rotulado.



Síntomas de manchado del grano en planta de arroz.

Foto: F. del Arroz

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo 20 m<sup>2</sup>

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen de mezcla:** 150-300 l/ha, dependiendo del equipo de aplicación.

### Aplicación: momento y frecuencia

Comenzar las aplicaciones desde el estado de inicio de espigamiento. Regularmente se inicia en el estado del 1 al 5% de espigamiento, en zonas de alta presión del complejo.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

**Incidencia:** realizar un muestreo de mínimo 20 panículas de diferentes plantas de la parte central de cada parcela experimental y cuantificar el porcentaje de incidencia.

$$I(\%) = \frac{\text{Nro. panículas afectadas}}{\text{Nro. total panículas (enfermas + sanas)}} \times 100$$

**Severidad:** para estimar esta variable, aplicar la escala desarrollada por el CIAT-IRRI (1983), con la siguiente clasificación.

Categorías	Descripción
0	Ninguna incidencia
1	Menos del 1% de incidencia
3	1-5% de incidencia
5	6-25% de incidencia
7	26-50% de incidencia
9	51-100% de incidencia

Escala de evaluación estándar para arroz, CIAT-IRRI (1983).

## Evaluación: método, momento y frecuencia

Si el titular de registro está interesado en medir los componentes de rendimiento, la metodología a seguir es:

1. En cada parcela, determinar el número de espigas por  $m^2$ : en dos sitios por cada parcela, contar las espigas en áreas de  $0,25 \times 0,25$  m.
2. Calcular el número de espigas por  $m^2$  = multiplicar el número de espigas de cada área de  $0,25 \times 0,25$  m por 16.
3. De cada parcela tomar 20 espigas (10 de cada sitio) y contar los granos llenos.
4. Determinar el promedio de granos por espiga = número total de granos/20.
5. Determinar el número de granos por  $m^2$  = número de espigas por  $m^2$  x número de granos por espiga.
6. Determinar el peso de 1.000 granos (tomar 5 muestras de 100 granos por parcela y pesarlas, luego sacar el promedio de peso por 100 granos y multiplicar por 10). El peso de 1.000 granos de la mayoría de los materiales que se siembran en Colombia es de 27 gramos, con excepción de Llanos 5 y línea 30, cuyo peso es 30 gramos.
7. Calcular el peso por espiga = número de granos por espiga x peso de 1.000 granos x 0,001.
8. Calcular la producción kg/ha = número de espigas por  $m^2$  x 10.000 x peso de 1 espiga en gramos x 0,001.

La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de fungicida.

- Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 5 y 15 días.
- Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 5 y 21 días después de la segunda aplicación.

## Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido. Teniendo en cuenta la incidencia y severidad, se calculará la eficacia mediante la fórmula comparativa de Abbott (%). Si se utiliza una escala de daño, se calcula el grado de daño con base en la fórmula de Townsend-Heuberger (%) y se emplea la fórmula de Abbott (%) para cuantificar la eficacia.

## Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo  $10 m^2$ , aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.



Foto: Fedearroz

Chinchas (*Oebalus poecilus*) adultos.

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 50 m<sup>2</sup>

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- **Presión:** 30-40 PSI
- **Boquilla:** cono hueco o lleno
- **Volumen de mezcla:** 150-300 l/ha, dependiendo del equipo de aplicación.

### Aplicación: momento y frecuencia

Realizar aplicaciones desde el inicio de cultivo, según la especie de chinche y las condiciones del cultivo. El número y la frecuencia de aplicaciones dependen del tipo de insecticida.

En estado de floración-espigamiento: aplicar al presentarse el umbral de acción de la plaga. El umbral económico es 2,20 chinches/pase de jamo en la floración; de 0,67 chinches/pase de jamo en el estado lechoso del grano y para el grano ceroso de 4,34 chinches/pase de jamo (CIAT, 2001).

### Evaluación: método, momento y frecuencia

La distribución de *Oebalus insularis* en el campo es agregada, el muestreo se realiza en los bordes frontal y del fondo de las parcelas. Por lo tanto, realizar el muestreo en campo en sentido diagonal, ya que se sobreestimaría la población si el muestro se hiciera a lo largo de los bordes. Cada muestra constará de 5 a 10 pases sencillos con jama. La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de insecticida.

- Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 5 y 15 días después de la aplicación.
- Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 5 y 15 días después de la segunda aplicación.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido. Con base en los datos de los conteos de individuos vivos, la eficacia se calculará con la fórmula de Abbott (%) o con la fórmula de Henderson-Tilton (%) si la población inicial no es homogénea.

### Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 10 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.





Adulto hembra de sogata (*Tagosodes oryzae*).

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 50 m<sup>2</sup>

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- **Presión:** 30-40 PSI
- **Boquilla:** cono hueco o lleno
- **Volumen de mezcla:** 150-300 l/ha, dependiendo del equipo de aplicación.

### Aplicación: momento y frecuencia

Aplicar los tratamientos cuando al inspeccionar el arroz se contabilicen de 9 sogatas/pase doble de jama en la etapa de germinación a macollamiento activo, y de 28 sogatas/pase doble de jama para la etapa de macollamiento activo a cambio de primordio. Estos valores para sogatas no virulentas (CIAT, 2001).

El número y la frecuencia de aplicaciones dependerán del tipo de producto.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

Realizar como mínimo 5 pases dobles de malla entomológica por parcela. La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de insecticida:

- Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 5 y 15 días después de la aplicación.
- Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 5 y 15 días después de la segunda aplicación.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido.

Con base en los datos de los conteos de individuos vivos, calcular la eficacia con base en la fórmula de Abbott (%), o con la fórmula de Henderson-Tilton (%) si la población inicial no es homogénea.

### Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 10 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.



Larva de cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 15 m<sup>2</sup>

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- **Presión:** 30-40 PSI
- **Boquilla:** cono hueco o lleno
- **Volumen de mezcla:** 150-300 l/ha, dependiendo del equipo de aplicación.

### Aplicación: momento y frecuencia

El umbral económico de las diferentes variedades de arroz fluctúa entre 1,03 y 13,84 larvas/m<sup>2</sup> (CIAT, 2001). Realizar el muestreo a partir de los 5 días después de la emergencia de las plantas de arroz. El número y la frecuencia de aplicaciones dependerán del tipo de producto.

Para el muestreo de *S. frugiperda* en el cultivo del arroz, se ha desarrollado el método de pases del jamo entomológico y el conteo de insectos por metro cuadrado.

Realizar el muestreo del campo en dos puntos seleccionados, efectuando el conteo de los insectos en cada uno mediante un marco de 0,5 X 0,5 m, por parcela.

Con la otra metodología, para la toma de la muestra se seleccionarán de forma similar los dos puntos y se realizarán 2 pases de jamo en cada uno de ellos, por parcela.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

Se debe evaluar la población del insecto y/o daño. La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de insecticida.

- Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 3 y 10 días después de la aplicación.
- Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 3 y 10 días después de la segunda aplicación.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido.

Con base en los datos de los conteos de larvas vivas, calcular la eficacia con base en la fórmula de Abbott (%), o con la fórmula de Henderson-Tilton (%) si la población inicial no es homogénea.

Si se utiliza una escala de daño, calcular el grado de ataque con base en la fórmula de Townsend-Heuberger (%) y aplicar la fórmula de Abbott (%) para la cuantificación de la eficacia.

### Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 10 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.

Volver al listado



Foto: Fedearroz

Cucarro (*Evetheola bidentata*).

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 30 m<sup>2</sup>

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- **Presión:** 30-40 PSI
- **Boquilla:** cono hueco o lleno
- **Volumen de mezcla:** 150-300 l/ha, dependiendo del equipo y forma de aplicación.

### Aplicación: momento y frecuencia

Realizar el muestreo a partir de la emergencia de las plantas de arroz, en lotes con histórico de presencia de la plaga y condiciones de suelos livianos. El umbral establecido para plántulas de arroz entre 3 y 5 hojas es del 10% de tallos cortados (Aristizábal *et al.*, 1994).

El número y la frecuencia de aplicaciones dependerán del tipo de producto.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

Contar el número de plantas vivas en tres puntos fijos, cada uno de 0,25m X 0,25m, por parcela. La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de insecticida.

- Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 3 y 10 días después de la aplicación.
- Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 3 y 10 días después de la segunda aplicación.

Otra metodología es mediante el confinamiento de adultos y se evalúa el número de plantas vivas de arroz. Esta es una de las más usadas para el tratamiento de semilla con insecticidas.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido.

Con base en los datos de los conteos de plantas vivas, calcular la eficacia de protección.

### Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 10 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 20 m<sup>2</sup>

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** abanico o cortina
- o **Volumen de mezcla:** 100-400 l/ha, dependiendo del equipo y tipo de aplicación.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

Evaluación visual del porcentaje de cobertura de malezas y del cultivo, en la totalidad de la parcela experimental.

Cobertura o conteo de malezas por especie y estado de desarrollo por una unidad de superficie previamente determinada (recuadros de 25 x 25 cm o de 50 x 50 cm, según disponibilidad de área de evaluación).

Existen variantes metodológicas como la determinación del peso de masa foliar de las malezas, colectadas en una superficie de la parcela determinada.

Se hará un mínimo de dos evaluaciones del control del herbicida, dependiendo de sus características: al inicio (si aplica) y a los 7, 14 y 21 días después de la aplicación. El tiempo máximo de evaluación dependerá del tipo de herbicida.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido. Con base en los datos de porcentaje de cobertura o conteo de malezas, la eficacia se calculará con la fórmula de Abbott (%) y/o se empleará la escala de eficacia de herbicidas de ALAM. Solo serán consideradas como válidas en el informe final las malezas a las cuales se les haga análisis estadístico como género y especie.

### Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 10 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS. Dependiendo del tipo de herbicida, aplica la escala de fitocompatibilidad; no aplica para el caso de herbicidas erradicantes.



### 3. Control en cultivos de ornamentales



Moho gris (*Botryotinia fuckeliana*): síntomas en rosas.

## Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 10 m<sup>2</sup>. Hacer una distribución adecuada de las parcelas dentro de las camas para evitar el efecto de deriva en las áreas de muestreo.

**Tipo de aplicación:** terrestre

- **Equipo de aplicación:** bomba de espalda
- **Presión:** 30-40 PSI
- **Boquilla:** cono hueco o lleno
- **Volumen de mezcla:** 1.000-2.000 l/ha, dependiendo del equipo y tipo de aplicación

## Aplicación: momento y frecuencia

En el caso de flores de exportación los niveles tolerables de infección tienden a cero.

Dependiendo del tipo de fungicida, realizar aplicaciones desde la formación de botón floral. Según las características del producto a evaluar, aplicar en forma preventiva o preventiva-curativa sobre la enfermedad. La frecuencia de aplicación estará en un rango de 4 a 10 días. En todo caso, el registrante del producto especificará la frecuencia de aplicación de acuerdo al producto a registrar.

## Evaluación: método, momento y frecuencia

**Incidencia:** al momento de corte y/o tratamiento en poscosecha, seleccionar 10 a 15 tallos o flores por cada unidad experimental. Estas se marcarán y se llevarán inicialmente a cuarto frío (2 a 3 horas) alternando con condiciones de almacén para simular el viaje, luego serán colocadas en florero.

$$I (\%) = \frac{\text{Nro. tallos afectados}}{\text{Nro. total tallos (enfermos + sanos)}} \times 100$$

**Severidad:** en este caso aplicar una escala de daño.

Grado 0	0% flor sin síntoma de afección por Botrytis sp.
Grado 1	1-5% de la flor con síntomas de afección por Botrytis sp. Corresponde a los primeros síntomas.
Grado 2	6-25% de la flor con síntomas de afección por Botrytis sp.
Grado 3	26-50% de la flor con síntomas de afección por Botrytis sp.
Grado 4	>50% de la flor con síntomas de afección por Botrytis sp.

La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de fungicida. Realizar al menos tres evaluaciones de incidencia y severidad entre los 3 y 14 días después de colocar en el florero. Dependiendo del tipo de producto, se podrá ampliar este tiempo.

## Eficacia de control

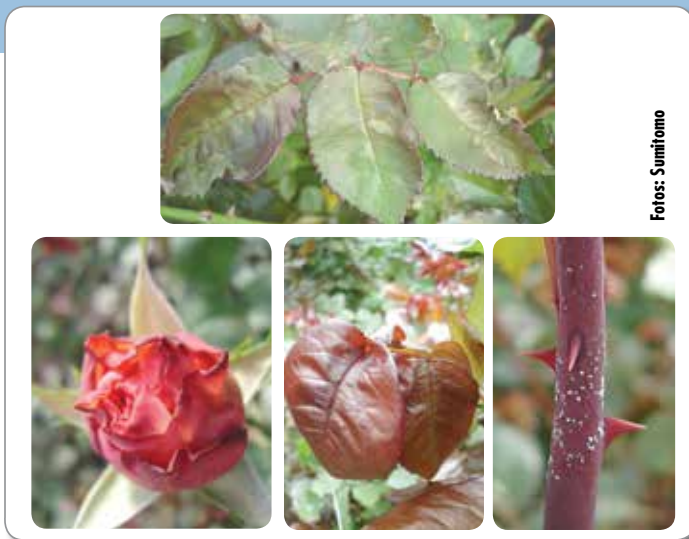
Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido.

Teniendo en cuenta la incidencia y severidad, calcular la eficacia mediante la fórmula comparativa de Abbott (%).

Al utilizar la escala de daño, calcular el grado de daño con base en la fórmula de Townsend-Heuberger (%) y con la fórmula de Abbott (%) cuantificar la eficacia.

## Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 2 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.



Fotos: Sumitomo

Mildew velloso (*Peronospora sparsa*): síntomas en rosa.

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 10 m<sup>2</sup>

**Tipo de aplicación:** terrestre, se recomienda una distribución adecuada de las parcelas dentro de las camas para evitar el efecto de deriva en las áreas de muestreo.

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen de mezcla:** 1.000-2.000 l/ha, dependiendo del equipo y tipo de aplicación.

### Aplicación: momento y frecuencia

En el caso de flores de exportación los niveles de infección tolerables de infección tienden a cero.

Dependiendo del tipo de fungicida, realizar aplicaciones en forma preventiva o preventiva-curativa sobre la enfermedad. Para el caso de productos preventivos-curativos, iniciar las aplicaciones con los primeros síntomas (1 al 5%). En todo el caso, el registrante del producto especificará la frecuencia y el tipo de aplicación de acuerdo al producto a registrar.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

**Incidencia:** muestrear un mínimo de 10 tallos u hojas de diferentes plantas por cada unidad experimental, tomándolas al azar dentro de cada parcela o marcándolas para su seguimiento durante el tiempo de experimentación.

$$I (\%) = \frac{\text{Nro. tallos-hojas afectados}}{\text{Nro. total de tallos-hojas (enfermos + sanos)}} \times 100$$

**Severidad:** aplicar una evaluación del porcentaje de área foliar afectada o la escala de daño adjunta referenciada por Quiroga (2004).

La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de fungicida. Realizar evaluaciones de incidencia y severidad.

- o Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 3 y 10 días después de la aplicación.
- o Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 3 y 10 días después de la segunda aplicación.

Grado 0	0%
Grado 1	1 - 25 %
Grado 2	26 - 50 %
Grado 3	51 - 75 %
Grado 4	76 - 100 %

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido.

Teniendo en cuenta la incidencia y severidad, calcular la eficacia mediante la fórmula comparativa de Abbott (%). Si aplica la escala de daño, calcular el grado de daño con base en la fórmula de Townsend-Heuberger (%) y con la fórmula de Abbott (%) cuantificar la eficacia.

### Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 2 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.



Mildew polvoso (*Podosphaera pannosa*): síntomas en rosa.

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4 o más

**Tamaño de parcela:** mínimo de 10 m<sup>2</sup>. Se recomienda una distribución adecuada de las parcelas dentro de las camas para evitar el efecto de deriva en las áreas de muestreo.

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen de mezcla:** 1.000-2.000 l/ha, dependiendo del equipo de aplicación.

### Aplicación: momento y frecuencia

Dependiendo del tipo de fungicida, realizar aplicaciones en forma preventiva o preventiva-curativa sobre la enfermedad. Para el caso de productos preventivos-curativos, iniciar las aplicaciones con los primeros síntomas (1 al 5%). En todo caso, el registrante del producto especificará la frecuencia y el tipo de aplicación de acuerdo al producto a registrar.

En el caso de flores de exportación, los niveles tolerables de infección tienden a cero.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

**Incidencia:** muestrear mínimo 10 tallos u hojas, o 15 folíolos de diferentes plantas por cada parcela, tomándolos al azar dentro de cada parcela o marcándolos para su seguimiento durante el tiempo de experimentación.

$$I (\%) = \frac{\text{Nro. tallos-hojas-folíolos afectados}}{\text{Nro. total tallos-hojas-folíolos (enfermos + sanos)}} \times 100$$

**Severidad:** aplicar una evaluación del porcentaje de área foliar afectada o aplicar la escala modificada de Sanabria (2005), referenciada por Perilla y Sanabria (2007). Se debe tener en cuenta que la dispersión de esta enfermedad es muy alta.

Grado	Área foliar afectada
0	0%
0-1	1-20%
1-2	21-40%
3-4	41-60%
4-5	61-100%

La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de fungicida. Realizar evaluaciones de incidencia y severidad.

- o Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 5 y 10 días.
- o Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 5 y 10 días después de la segunda aplicación.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido.

Teniendo en cuenta la incidencia y severidad, calcular la eficacia mediante la fórmula comparativa de Abbott (%). Si aplica la escala de daño, calcular el grado de daño con base en la fórmula de Townsend-Heuberger (%) y con la fórmula de Abbott (%) cuantificar la eficacia.

### Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 2 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.





Sintomas de mancha anillada (*Davidiella dianthi*) en davel.

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 10 m<sup>2</sup>; hacer una distribución adecuada de las parcelas dentro de las camas para evitar el efecto de deriva en las áreas de muestreo.

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:**

bomba de espalda

- **Presión:** 30-40 PSI
- **Boquilla:** cono hueco o lleno
- **Volumen de mezcla:** 1.000-2.000 l/ha, dependiendo del equipo de aplicación.

### Aplicación: momento y frecuencia

Según el tipo de fungicida, realizar aplicaciones en forma preventiva o preventiva-curativa sobre la enfermedad. Para el caso de productos preventivos-curativos, iniciar las aplicaciones con los primeros síntomas (1 al 5%). En todo el caso, el registrante del producto especificará la frecuencia y el tipo de aplicación de acuerdo al producto a registrar.

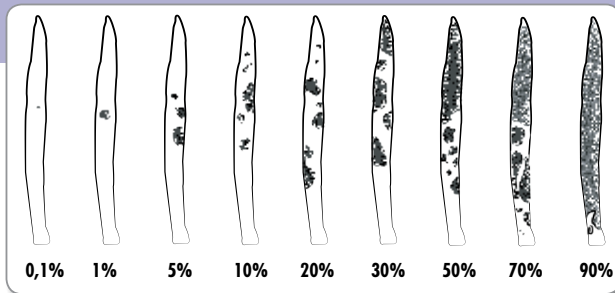
En el caso de flores de exportación, los niveles tolerables de infección tienden a cero.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

**Incidencia:** muestrear un mínimo de 15 folíolos de diferentes plantas por cada unidad experimental, las cuales se toman al azar dentro de cada parcela o se marcan para su seguimiento durante el tiempo de experimentación.

$$I (\%) = \frac{\text{Nro. hojas afectadas}}{\text{Nro. total hojas (enfermas + sanas)}} \times 100$$

**Severidad:** hacer una evaluación del porcentaje de área foliar afectada o aplicar la escala de daño referenciada por Barbosa (1993). Se debe tener en cuenta que la dispersión de esta enfermedad es muy alta, bajo ciertas condiciones de cultivo y sobre variedades altamente susceptibles.



Porcentaje de área foliar afectada, escala de daño de Barbosa (1993).

La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de fungicida. Realizar evaluaciones de incidencia y severidad.

- Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 5 y 10 días.
- Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 5 y 10 días después de la segunda aplicación.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido. Teniendo en cuenta la incidencia y severidad, se calculará la eficacia mediante la fórmula comparativa de Abbott (%). Si aplica la escala de daño, se calcula el grado de daño con base en la fórmula de Townsend-Heuberger (%) y se emplea la fórmula de Abbott (%) para cuantificar la eficacia.

### Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 2 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.



Fusariosis (*Fusarium oxysporum*): síntomas en cultivo de clavel.

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** puede variar desde mínimo 20 m<sup>2</sup>, depende del equipo o las condiciones de aplicación del producto.

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** especificar el equipo y tipo de aplicación.

- o **Presión:** 40-60 PSI (dependiendo del equipo y tipo de aplicación)
- o **Boquilla:** según equipo de aplicación al suelo.

### Aplicación: momento y frecuencia

Dependiendo del tipo de producto, realizar aplicaciones en forma preventiva sobre la enfermedad, antes de la siembra de esquejes. La empresa registrante reportará los equipos diseñados específicamente para este fin.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

Tomar cuatro muestras de suelo en cada parcela experimental, homogenizar y tomar 250 g, para determinar en el laboratorio el número de unidades formadoras de colonia (UFC) de *Fusarium*.

Se deben realizar mínimo dos evaluaciones, una antes de la aplicación y otra antes de la siembra; dependiendo del tipo de producto se podrán ajustar los tiempos y la frecuencia de evaluación.

Para estas evaluaciones la opción de tener un testigo sin tratar no aplicaría por el riesgo de dispersión.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido.

Con base en el conteo de UFC, calcular la eficacia mediante la reducción de población y aplicar la fórmula comparativa de Abbott (%).

### Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 2 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.



Trips (*Frankliniella occidentalis*) en rosa.

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo 12 m<sup>2</sup>. Hacer una distribución adecuada de las parcelas dentro de las camas para evitar el efecto de deriva en las áreas de muestreo.

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda, bomba estacionaria

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen de mezcla:** 1.000-2.000 l/ha, dependiendo del equipo de aplicación.

### Aplicación: momento y frecuencia

Realizar aplicaciones desde la aparición de las primeras poblaciones de trips. En el caso de flores de exportación, los niveles tolerables de infestación tienden a cero.

Por las características de esta plaga, iniciar los controles con niveles bajos de 0,5 individuos por planta y/o flor.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

Evaluar mediante el conteo de formas móviles en los terminales y/o botones florales al sacudirlos sobre una superficie blanca. Se deben tomar como mínimo 15 tallos por evaluación. La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de insecticida.

- o Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 3 y 10 días.
- o Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 3 y 10 días después de la segunda aplicación.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido.

Con base en los datos de los conteos de individuos vivos, calcular la eficacia con base en la fórmula de Abbott (%), o con la fórmula de Henderson-Tilton (%) si la población inicial no es homogénea.

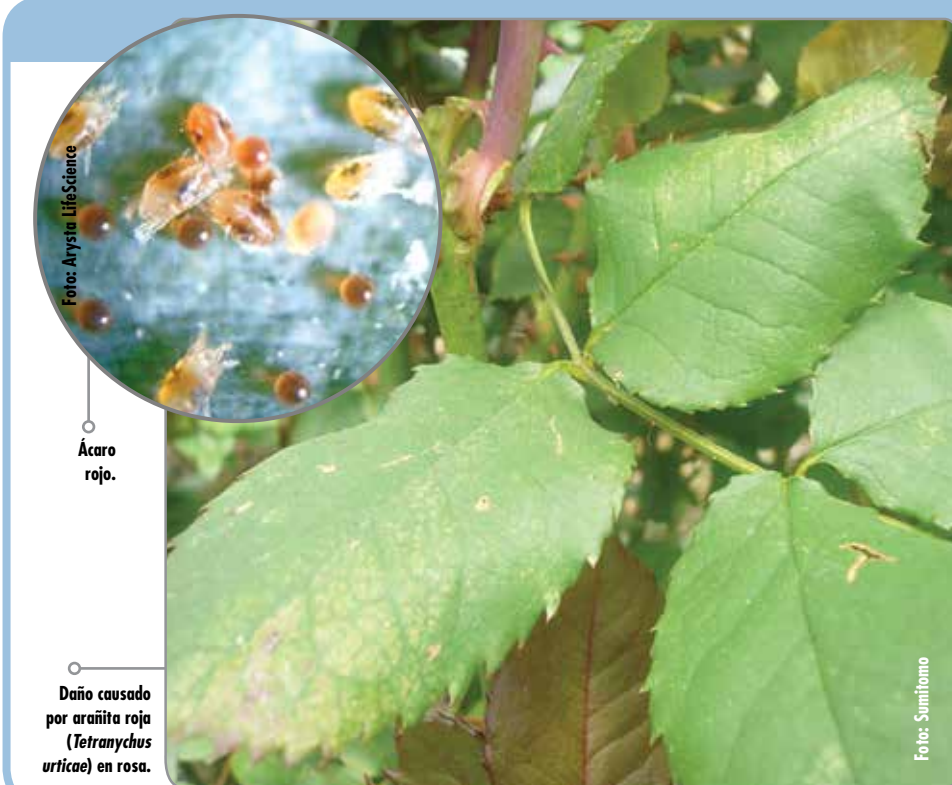
### Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 2 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.

## 3.7. Ácaro rojo (*Tetranychus urticae* o *Tetranychus cinnabarinus*)

Ornamentales

**Nota:** se debe especificar el cultivo y la especie de ácaro por parte del titular del registro.



### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 10 m<sup>2</sup>; hacer una distribución adecuada de las parcelas dentro de las camas para evitar el efecto de deriva en las áreas de muestreo.

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen de mezcla:** 1.000-2.000 l/ha, dependiendo del equipo de aplicación.

### Aplicación: momento y frecuencia

Realizar aplicaciones desde la aparición de las primeras poblaciones de ácaros. Por su distribución en focos, determinar cuidadosamente su ubicación en las camas de ensayo. Se toma como referencia mínimo una forma móvil por foliolo para la evaluación inicial. El número y la frecuencia de aplicaciones dependerán del tipo de producto.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

La evaluación se debe realizar mediante el conteo de individuos vivos y/o huevos en un mínimo de 10 foliolos por parcela. Hacer las lecturas con la ayuda de un estereoscopio y realizar el conteo sobre el foliolo o campo de lupa en la base de foliolo, según los niveles de infestación. También es útil el uso de una máquina cepilladora diseñada para tal fin. Determinar también el efecto sobre huevos, si es el caso, por tipo de acaricida. La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de producto.

- o Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 3 y 10 días.
- o Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 3 y 10 días después de la segunda aplicación.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido. Con base en los datos de los conteos de individuos vivos y/o huevos, la eficacia se calculará con las fórmulas de Abbott (%), o de Henderson-Tilton (%), o de Sun-Shepard (%) si la población inicial no es homogénea.

### Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 2 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.

## 3.8. Áfidos (*Myzus persicae*)

Ornamentales

**Nota:** se debe especificar el cultivo y la especie de áfido por parte del titular del registro.



Foto: archivo CAC

Áfidos (*Myzus persicae*) en crisantemo.

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4 o más

**Tamaño de parcela:** mínimo de 10 m<sup>2</sup>. Hacer una distribución adecuada de las parcelas dentro de las camas para evitar el efecto de deriva en las áreas de muestreo.

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen de mezcla:** 1.000-2.000 l/ha, dependiendo del equipo de aplicación.

### Aplicación: momento y frecuencia

Se realizarían aplicaciones desde la aparición de las primeras poblaciones de áfidos. Por su distribución en focos hay que determinar adecuadamente su ubicación en las camas de ensayo. El número y la frecuencia de aplicaciones depende del tipo de insecticida.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

Realizar la evaluación mediante el conteo de individuos vivos en un mínimo de 10 terminales por parcela al azar o en terminales previamente marcadas. La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de insecticida.

- o Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 3 y 10 días.
- o Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 3 y 10 días después de la segunda aplicación.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido.

Con base en los datos de los conteos de individuos vivos, calcular la eficacia con base en la fórmula de Abbott (%), o con la fórmula de Henderson-Tilton (%) si la población inicial no es homogénea.

### Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 2 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.

**Nota:** se debe especificar el cultivo y la especie de minador por parte del titular del registro.

### Condiciones generales



Minador (*Liriomyza trifolii*): sintoma en crisantemo. Foto: archivo CAC.



Daño causado por minador (*Liriomyza sp*) en crisantemo. Foto: Sumitomo

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), o bloques al azar, o parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 10 m<sup>2</sup>. Hacer una distribución adecuada de las parcelas dentro de las camas para evitar el efecto de deriva en las áreas de muestreo.

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo usado:** bomba de espalda

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Presión:** cono hueco o lleno
- o **Volumen final de mezcla:** 1.000-2.000 l/ha, dependiendo del equipo de aplicación.

### Aplicación: momento y frecuencia

Por la distribución de la plaga y las restricciones de exportación, realizar las aplicaciones con las primeras poblaciones de adultos. El número y la frecuencia de aplicaciones dependen del tipo de producto.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

Realizar la evaluación por medio del conteo directo de adultos en un mínimo de 10 plantas por parcela, conteo de minas activas, o mediante la recolección de hojas y conteo de punturas y/o pupas emergidas. La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de insecticida.

- o Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 3 y 10 días.
- o Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 3 y 10 días después de la segunda aplicación.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido.

Teniendo en cuenta el número de adultos o pupas por tratamiento, calcular la eficacia mediante la fórmula de Abbott (%). En caso de tener poblaciones poco homogéneas al inicio de la prueba, emplear la fórmula de Henderson-Tilton (%).

Si se utiliza una escala de daño, calcular el grado de ataque con base en la fórmula de Townsend-Heuberger (%) y con la fórmula de Abbott (%) cuantificar la eficacia.

### Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 2 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.



## 4. Control en cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum*)

### Condiciones generales



Gota (*Phytophthora infestans*): síntomas en cultivo de tomate.

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 15 m<sup>2</sup> con cuatro surcos para evaluar sobre los dos surcos centrales.

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen de mezcla:** 200-800 l/ha, dependiendo del estado de desarrollo del cultivo.

### Aplicación: momento y frecuencia

Dependiendo del tipo de fungicida, realizar aplicaciones en forma preventiva sin síntomas, preventiva-curativa o curativa con primeros síntomas (5-10% de incidencia). El número y la frecuencia de aplicaciones dependerán del tipo de producto.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

**Incidencia:** realizar un muestreo de mínimo 15 plantas diferentes, evaluando plantas u hojas, según el estado fenológico del cultivo, y cuantificar el porcentaje de incidencia.

$$I (\%) = \frac{\text{Nro. plantas u hojas afectadas}}{\text{Nro. total plantas u hojas (enfermas + sanas)}} \times 100$$

**Severidad:** aplicar la escala de daño desarrollada por James (1971), citado por *Global Initiative on Late Blight* (2014), o la de Batista *et al.* (1999), citada en Peretto y Silva (2002) para evaluación en hojas. Para la evaluación de plantas se puede tomar como referencia la escala para papa.

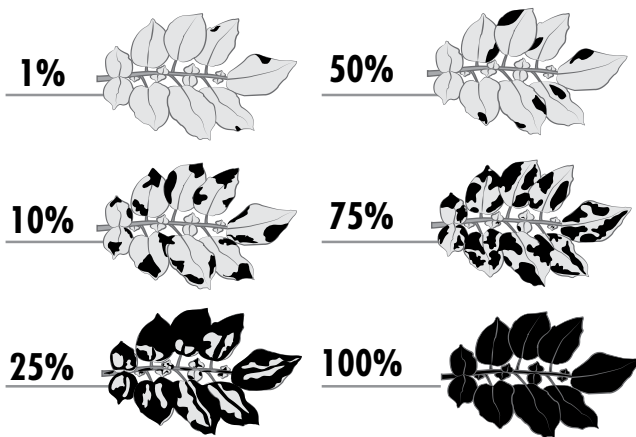


## Evaluación: método, momento y frecuencia

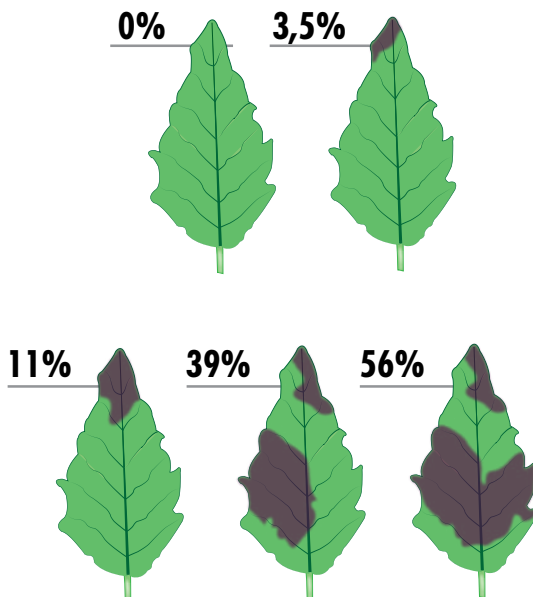
Otra metodología es evaluar visualmente el total de las plantas de los surcos centrales de cada parcela y calcular el porcentaje de área foliar afectada total.

Si el titular del registro está interesado en una evaluación más detallada, dejar plantas u hojas marcadas para determinar el progreso de la enfermedad.

La metodología escogida dependerá del tipo de producto a evaluar, del tamaño de la parcela, del estado fenológico o de las características de la variedad.



Escala modificada por James (1971), expresada en porcentaje.



Escala Batista *et al.* (1999), citada por Peretto y Silva (2002).

La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de fungicida. Realizar evaluaciones de incidencia y severidad, de la siguiente manera:

- Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 5 y 10 días.
- Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 5 y 10 días después de la segunda aplicación.
- Para 3 aplicaciones: 4 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, la tercera evaluación antes de la tercera aplicación y la última evaluación entre los 5 y 10 días después de la tercera aplicación.

## Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido. Calcular la eficacia mediante la fórmula comparativa de Abbott (%).

Para el caso de la severidad, calcular el grado de daño con base en la fórmula de Townsend-Heuberger (%) y posteriormente utilizar la fórmula de Abbott (%) para la cuantificación de la eficacia.

## Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 5 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.

## 4.2. Alternariosis o tizón temprano (*Alternaria solani*)



Síntomas de alternariosis (*Alternaria solani*) en planta de tomate.

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 15 m<sup>2</sup>, con cuatro surcos para evaluar sobre los dos surcos centrales.

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen de mezcla:** 200-800 l/ha, dependiendo del estado de desarrollo del cultivo.

### Aplicación: momento y frecuencia

Dependiendo del tipo de fungicida, realizar aplicaciones en forma preventiva en plantas sin síntomas, preventiva-curativa o curativa en plantas con primeros síntomas (5-10% de incidencia). El número de aplicaciones dependerá del tipo de producto.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

**Incidencia:** realizar un muestreo de mínimo 15 plantas diferentes, evaluando plantas u hojas, según el estado fenológico del cultivo, y cuantificar el porcentaje de incidencia.

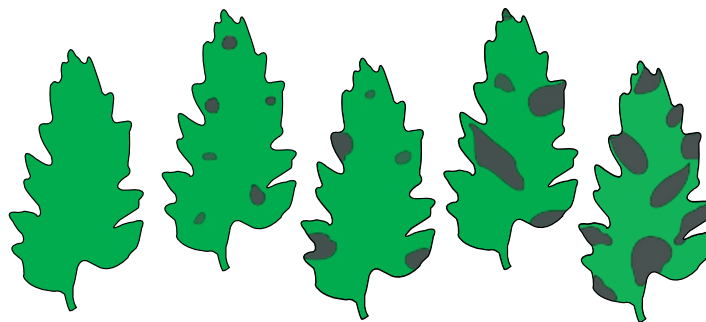
$$I (\%) = \frac{\text{Nro. plantas u hojas afectadas}}{\text{Nro. total plantas u hojas (enfermas + sanas)}} \times 100$$

**Severidad:** aplicar una escala de daño como la desarrollada por Mayea (1990) para plantas, o la escala modificada de Boff (1988), citadas por Peretto y Silva (2002) para evaluación en hojas.

Grado	Observaciones
0	0%: hojas sanas.
1	10%: manchas en hojas inferiores.
2	20%: manchas en la mayoría de las hojas inferiores y algunas del centro.
3	30%: manchas en todas las hojas inferiores y algunas del centro.
4	40%: atizonamiento en hojas inferiores.
5	50%: tizón en hojas inferiores y atizonamiento en la mayoría de las del centro.
6	60%: tizón en hojas inferiores y la mayoría de las del centro.
7	70%: tizón en hojas inferiores y en todas las del centro.
8	80%: tizón en hojas inferiores, todas las del centro y atizonamiento superior.
9	100%: tizón en todas las hojas.

Escala de daño Mayea (1990) citada por Peretto y Silva (2002).

## Evaluación: método, momento y frecuencia



Escala modificada de Boff (1988) citada por Peretto y Silva (2002).

La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de fungicida. Realizar evaluaciones de incidencia y severidad, de la siguiente manera:

- Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 5 y 10 días.
- Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 5 y 10 días después de la segunda aplicación.
- Para 3 aplicaciones: 4 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, la tercera evaluación antes de la tercera aplicación y la última evaluación entre los 5 y 10 días después de la tercera aplicación.

## Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido. Se calculará la eficacia mediante la fórmula comparativa de Abbott (%). Para el caso de la severidad, se calcula el grado de daño con base en la fórmula de Townsend-Heuberger (%) y posteriormente se utiliza la fórmula de Abbott (%) para cuantificar la eficacia.

## Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 5 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.

## 4.3. Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* o *Bemisia tabaci*)

Tomate (*Solanum lycopersicum*)

**Nota:** el titular del registro indicará la especie hallada en la prueba, para efecto del trámite de registro.



Mosca blanca en cultivo de tomate.

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), o bloques al azar, o parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4 o más.

**Tamaño de parcela:** mínimo de 20 m<sup>2</sup>

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen de mezcla:** desde 200 a 600 l/ha, dependiendo del estado de desarrollo del cultivo.

### Aplicación: momento y frecuencia

Iniciar las aplicaciones foliares de control químico cuando aparezcan las primeras ninfas o estados inmaduros de mosca blanca en el envés de las hojas del tercio inferior de la planta, nivel 3 de ataque (Cardona *et al.*, 1991).

La frecuencia y el número de aplicaciones dependerán del tipo de producto a evaluar y de la dinámica de la población, tomando como referencia las parcelas sin tratar.

Se debe hacer una buena cobertura de aplicación para asegurar el contacto del producto, teniendo en cuenta el modo de acción del insecticida a evaluar.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

La evaluación se realiza por medio del conteo directo de inmaduros vivos en el envés; un mínimo de 10 hojas de diferentes plantas por parcela. Si la población es muy alta, tomar un área definida por hoja (por ejemplo, 1 pulgada cuadrada) y realizar el conteo de individuos vivos. Hacer las lecturas con la ayuda de un estereoscopio o lupa (10X o 20X).

La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de insecticida. Realizar evaluaciones de población, de la siguiente manera:

- o Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 3 y 10 días.
- o Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 3 y 10 días después de la segunda aplicación.
- o Para 3 aplicaciones: 4 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, la tercera evaluación antes de la tercera aplicación y la última evaluación entre los 3 y 10 días después de la tercera aplicación.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido. Teniendo en cuenta el número de individuos vivos por tratamiento, se calculará la eficacia mediante la fórmula de Abbott (%). En caso de tener poblaciones poco homogéneas al inicio de la prueba, se empleará la fórmula de Henderson-Tilton (%).

### Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 5 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.



Gusano cogollero (*Tuta absoluta*) y daño en hoja de tomate.

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), o bloques al azar, o parcelas divididas. Ver capítulo específico.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 20 m<sup>2</sup>

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo usado:** bomba de espalda

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen final de mezcla:** desde 200 a 600 l/ha, dependiendo del estado de desarrollo del cultivo.

### Aplicación: momento y frecuencia

El umbral de acción es del 10% de brotes infestados con huevos y/o larvas vivas (López, 2013).

La frecuencia y el número de aplicaciones dependerán de la dinámica de la población, tomando como referencia las parcelas sin tratar, y del tipo de producto a evaluar, realizando máximo dos aplicaciones.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

La evaluación se realiza con base en el conteo de larvas vivas por terminal o cogollo, tomando mínimo 10 terminales de diferentes plantas por parcela, en forma aleatoria.

Otra metodología es mediante el cálculo del porcentaje de folíolos dañados por planta y/o el número frutos dañados.

De acuerdo a Caffarini *et al.* (1999), el área foliar dañada y el porcentaje de frutos afectados se calcula con estas fórmulas:

AFDPH: área foliar dañada en mm<sup>2</sup>/número de hojas por planta

FDP [%]: número de frutos dañados/número de frutos totales

AFDPH: área foliar dañada promedio por hoja [mm<sup>2</sup>]

FDP: frutos dañados por planta [%]

La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de insecticida. Realizar evaluaciones de población, de la siguiente manera:

- o Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 3 y 10 días.
- o Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 3 y 10 días después de la segunda aplicación.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido.

Teniendo en cuenta el número de larvas vivas o porcentajes de daño por tratamiento, calcular la eficacia mediante la fórmula de Abbott (%), o con la fórmula de Henderson-Tilton (%) si la población inicial de larvas vivas no es homogénea.

### Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 5 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.

## 4.5. Caracha (*Prodidiplosis longifilia*)

## Tomate (*Solanum lycopersicum*)



Caracha (*Prodidiplosis longifilia*) en hoja de tomate.

Síntomas de caracha (*Prodidiplosis longifilia*) en planta de tomate.

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), o bloques al azar, o parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 20 m<sup>2</sup>

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo usado:** bomba de espalda

- **Presión:** 30-40 PSI
- **Boquilla:** cono hueco o lleno
- **Volumen final de mezcla:** desde 200 a 600 l/ha, dependiendo del estado de desarrollo del cultivo.

### Aplicación: momento y frecuencia

Iniciar las aplicaciones cuando se alcance el umbral establecido: en estado vegetativo, con 10 a 20% de brotes infestados con larvas vivas (Valarezo *et al.*, 2003, citado por Mena *et al.*, 2014); en estado reproductivo, cuando se observe una postura del insecto en sépalos o su inserción con los frutos.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

La variable a evaluar es el número de larvas vivas encontradas en brotes, tomando un mínimo de 10 brotes de diferentes plantas por parcela; realizar esta observación realizar con una lupa (18 X).

Si se evalúa el control en etapa de cosecha, determinar el número de frutos sanos y afectados por *Prodidiplosis*. Hacer un muestreo de 20 a 30 frutos de diferentes plantas por parcela.

La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de insecticida. Realizar evaluaciones de población, de la siguiente manera:

- Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 3 y 10 días.
- Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 3 y 10 días después de la segunda aplicación.
- Para 3 aplicaciones: 4 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, la tercera evaluación antes de la tercera aplicación y la última evaluación entre los 3 y 10 días después de la tercera aplicación.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido.

Teniendo en cuenta el número de larvas vivas por tratamiento, calcular la eficacia mediante la fórmula de Abbott (%), o con la fórmula de Henderson-Tilton (%) si la población inicial no es homogénea.

La otra variable es el porcentaje de daño sobre frutos cosechados y el cálculo de eficacia se hace mediante la fórmula de Abbott (%).

### Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 5 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.



Foto: archivo CAC

## 5. Control en cultivos de cebolla (*Allium cepa*)

# 5.1. Alteranaria o complejo amarillera (*Alternaria porri*)

Cebolla (*Allium cepa*)

## Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 15 m<sup>2</sup>

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen de mezcla:** 200-400 l/ha, dependiendo del estado de desarrollo del cultivo.

## Aplicación: momento y frecuencia

Dependiendo del tipo de fungicida realizar aplicaciones en forma preventiva sin síntomas, preventiva-curativa o curativa con primeros síntomas (5-10% de infección). El número y la frecuencia de aplicaciones dependen del tipo de producto.

## Evaluación: método, momento y frecuencia

**Incidencia:** realizar un muestreo de mínimo 10 plantas u hojas de diferentes plantas, de los surcos centrales por parcela y cuantificar el porcentaje de incidencia.

$$I (\%) = \frac{\text{Nro. de plantas-hojas afectadas}}{\text{Nro. total plantas-hojas (enfermas + sanas)}} \times 100$$

**Severidad:** evaluar visualmente el total de las plantas de los surcos centrales de cada parcela y calcular el porcentaje de área foliar afectada total. Aplicar la escala de daño como la modificada por el CIAT (1983), citada por Castro y Ríos (2008), sobre un muestreo de mínimo 10 plantas por parcela. La metodología dependerá del tipo de producto a evaluar, del tamaño de la parcela o disponibilidad de material vegetal.

Grado	Incidencia de daño
1	0%
2	0-6%
3	6-12%
4	12-25%
5	25-50%
6	50-75%
7	75-87%
8	87-94%
9	94-99%
10	100%

Escala modificada del CIAT (1983).

La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de fungicida. Realizar evaluaciones previas de incidencia y severidad.

- o Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 5 y 10 días.
- o Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 5 y 10 días después de la segunda aplicación.

## Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido.

Teniendo en cuenta la incidencia y severidad, calcular la eficacia mediante la fórmula comparativa de Abbott (%). Si se utiliza una escala de daño, calcular el grado de daño con base en la fórmula de Townsend-Heuberger (%) y con la fórmula de Abbott (%) cuantificar la eficacia.

## Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 5 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.



**Nota:** se debe especificar la especie del insecto por parte del titular del registro.

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 15 m<sup>2</sup>

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen de mezcla:** 200-400 l/ha, dependiendo del equipo de aplicación.

### Aplicación: momento y frecuencia

Realizar aplicaciones desde la aparición de las primeras poblaciones de trips. Tomar como umbral de acción referencia de 0,75 trips/planta. El número y la frecuencia de aplicaciones dependen del tipo de producto.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

Evaluar mediante el conteo de formas móviles (inmaduros y adultos) en mínimo 10 plantas/parcela. La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de insecticida.

- o Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 3 y 10 días.
- o Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 3 y 10 días después de la segunda aplicación.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido.

Con base en los datos de los conteos de individuos vivos, calcular la eficacia con base en la fórmula de Abbott (%), o con la fórmula de Henderson-Tilton (%) si la población inicial no es homogénea.

### Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 5 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.



Sintoma de mildío vellosa (*Peronospora destructor*) en cebolla junca.

Foto: ICA

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 10 m<sup>2</sup>

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen de mezcla:** 200-400 l/ha, dependiendo del equipo de aplicación y el estado de desarrollo del cultivo.

### Aplicación: momento y frecuencia

Dependiendo del tipo de fungicida, realizar aplicaciones en forma preventiva o preventiva-curativa sobre la enfermedad. Para el caso de productos preventivos-curativos, iniciar las aplicaciones con los primeros síntomas (1 al 5%).

El número y la frecuencia de aplicaciones dependen del tipo de fungicida.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

**Incidencia:** muestrear un mínimo de 15 hojas por cada unidad experimental, tomándolas al azar dentro de cada parcela o marcándolas para su seguimiento durante el tiempo de experimentación.

$$I (\%) = \frac{\text{Nro. hojas afectadas}}{\text{Nro. total hojas (enfermas + sanas)}} \times 100$$

**Severidad:** aplicar una evaluación del porcentaje de área foliar afectada o una escala de daño modificada con base en la propuesta por Horsfall y Barrat (1945), citada por Castaño (2002).

Clasificación	% Infección	Rango
1	0	0
2	0-3	3
3	3-6	3
4	6-12	6
5	12-25	13
6	25-50	25
7	50-75	25
8	75-87	12
9	87-94	7
10	94-97	3
11	97-100	3
12	100	0

Escala de Horsfall y Barrat.

- o Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 3 y 10 días
- o Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 3 y 10 días después de la segunda aplicación.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido.

Teniendo en cuenta la incidencia y severidad, se calcula la eficacia mediante la fórmula comparativa de Abbott (%).

Si aplica la escala de daño, se calcula el grado de daño con base en la fórmula de Townsend-Heuberger (%) y se cuantifica la eficacia aplicando la fórmula de Abbott (%).

### Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 5 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS).



## 6. Control en cultivos de café (*Coffea arabica*)

## Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo 30 m<sup>2</sup> (6 m x 5 m) y 6 árboles.

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen de mezcla:** 200-400 l/ha, según el estado de desarrollo del cultivo. Aplicar la dosificación por árbol determinada por Cenicafé, dependiendo de la edad del cultivo y la densidad de siembra.

## Aplicación: momento y frecuencia

Según el tipo de fungicida, realizar aplicaciones en forma preventiva en plantas sin síntomas, preventiva-curativa o curativa en plantas con primeros síntomas (5-10% de infección). El número y la frecuencia de aplicaciones dependerán del tipo de producto (Rivillas *et al.*, 2011).

## Evaluación: método, momento y frecuencia

**Incidencia:** en la zona central de la parcela, marcar y evaluar 10 ramas que presenten más de 10 hojas, tomadas en mínimo dos árboles. En cada rama se cuenta el número de hojas y cuántas de ellas presentan roya.

$$X1 = \text{Infección en el árbol } 1(\%) = \frac{\text{Total de hojas con roya en 10 ramas}}{\text{Total de hojas en las 10 ramas}} \times 100$$

**Severidad:** en las mismas 10 ramas por parcela, evaluar al azar un mínimo de 20 hojas (2 de cada rama). Cada hoja muestreada se calificará de acuerdo con la siguiente escala de daño:

Grado	Descripción
0	Sano o sin síntomas visibles
1	1-5% de AFA* (área foliar afectada)
2	6-20% de AFA
3	21-50% de AFA
4	>50% de AFA



Escala de severidad de roya (*Hemileia vastatrix*) en hojas de café: 0: sano; 1: 1-5%; 2: 6-20%; 3: 21-50%; 4: >50%.

La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de fungicida. Realizar evaluaciones de incidencia y severidad, de la siguiente manera:

- o Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 10 y 45 días.
- o Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 10 y 45 días después de la segunda aplicación.
- o Para 3 aplicaciones: 4 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, la tercera evaluación antes de la tercera aplicación, y la última evaluación entre los 10 y 45 días después de la tercera aplicación.

## Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido. Se calcula la eficacia para incidencia mediante la fórmula comparativa de Abbott (%). Para la severidad, se calcula inicialmente el grado de daño con base en la fórmula de Townsend-Heuberger (%) y posteriormente la eficacia mediante la fórmula de Abbott (%).

## Fitotoxicidad

Aplicar en mínimo 2 árboles el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.

## Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4 o más

**Tamaño de parcela:** mínimo 30 m<sup>2</sup> (6 m x 5 m) y 6 árboles

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen de mezcla:** 200-400 l/ha, dependiendo del estado de desarrollo del cultivo. Se puede aplicar la dosificación por árbol determinada por Cenicafé, dependiendo de la edad del cultivo y la densidad de siembra. Para evaluaciones en almácigo, se ajusta el volumen de mezcla por planta.

## Aplicación: momento y frecuencia

Dependiendo del tipo de fungicida, realizar aplicaciones en forma preventiva sin síntomas, preventiva-curativa o curativa con primeros síntomas (5-10% de incidencia). El número y la frecuencia de aplicaciones dependen del tipo de producto. Evaluar sobre una variedad susceptible a la enfermedad.

## Evaluación: método, momento y frecuencia

**Incidencia:** en estado vegetativo, en la zona central de la parcela marcar y evaluar 10 ramas que presenten más de 10 hojas, tomadas en mínimo dos árboles. En cada rama se cuenta el número de hojas presentes y cuantas presentan mancha de hierro. En estado reproductivo: tomar entre 20 a 30 granos de 10 ramas centrales por parcela.

*Nro. hojas o granos afectados*

$$I (\%) = \frac{\text{Nro. hojas o granos afectados}}{\text{Nro. total hojas o granos (enfermos + sanos)}} \times 100$$

*Nro. total hojas o granos (enfermos + sanos)*

**Severidad:** en las mismas 10 ramas por parcela, evaluar al azar un mínimo de 20 hojas (dos de cada rama). Calificar cada hoja muestreada de acuerdo con la siguiente escala de daño (Guzmán *et al.*, 2003).

Grado	Descripción
0	Sano o sin síntomas visibles
1	1-5% de AFA (área foliar afectada)
2	6 -20% de AFA
3	21-50 % de AFA
4	>50% de AFA

La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de fungicida. Realizar evaluaciones de incidencia y severidad, de la siguiente manera:

- o Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 10 y 45 días.
- o Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 10 y 45 días después de la segunda aplicación.
- o Para 3 aplicaciones: 4 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, la tercera evaluación antes de la tercera aplicación y la última evaluación entre los 10 y 45 días después de la tercera aplicación.

## Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido.

Calcular la eficacia para incidencia mediante la fórmula comparativa de Abbott (%). Para la severidad, calcular inicialmente el grado de daño con base en la fórmula de Townsend-Heuberger (%) y posterior cálculo de eficacia mediante la fórmula de Abbott (%).

## Fitotoxicidad

Aplicar en mínimo 2 árboles el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.



Foto: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia / Carlos Alberto Rivillas

Mal rosado (*Erythricium salmonicolor*): daños en café.

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4 o más.

**Tamaño de parcela:** mínimo 30 m<sup>2</sup> (6 m x 5 m) y 6 árboles.

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- **Presión:** 30-40 PSI
- **Boquilla:** cono hueco o lleno
- **Volumen de mezcla:** 200-400 l/ha, dependiendo del estado de desarrollo del cultivo. Se puede aplicar la dosificación por árbol determinada por Cenicafé, dependiendo de la edad del cultivo y la densidad de siembra.

### Aplicación: momento y frecuencia

El momento de aplicación corresponde al estado de fructificación en sus primeros estados de desarrollo (Galvis, 2002).

Dependiendo del tipo de fungicida, realizar aplicaciones en forma preventiva sin síntomas, preventiva-curativa o curativa con primeros síntomas (5-10%). El número y la frecuencia de aplicaciones dependen del tipo de producto.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

**Incidencia:** en la zona central de la parcela, marcar y evaluar 10 ramas, tomadas en mínimo dos árboles, y determinar la incidencia con la siguiente ecuación:

$$I (\%) = \frac{\text{N}^\circ \text{ de ramas afectadas}}{\text{Nro. total ramas (enfermas + sanas)}} \times 100$$

**Severidad:** en las mismas 10 ramas previamente marcadas por parcela, determinar el porcentaje de daño por efecto de la enfermedad.

La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de fungicida. Realizar evaluaciones de incidencia y severidad, de la siguiente manera:

- Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 10 y 30 días.
- Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 10 y 30 días después de la segunda aplicación.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido. Calcular la eficacia para incidencia mediante la fórmula comparativa de Abbott (%).

### Fitotoxicidad

Aplicar en mínimo 2 árboles el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.



Foto: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia / Juan Carlos Ortiz

*Hypothenemus hampei* en grano de café.

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4 o más.

**Tamaño de parcela:** mínimo 30 m<sup>2</sup> (6m x 5 m) y 6 árboles.

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen de mezcla:** 200-600 l/ha, según el estado de desarrollo del cultivo. Aplicar la dosificación por árbol determinada por Cenicafe, dependiendo de la edad del cultivo y la densidad de siembra.

### Aplicación y evaluación: momento y frecuencia

Con base en la metodología desarrollada por Cenicafe (Tabares *et al.*, 2008; Arcila *et al.*, 2013):

Se realiza una infestación artificial seleccionando 4 árboles de cada parcela, evitando el efecto de borde. De cada árbol se toma una rama productiva, a la cual se le deben dejar 50 frutos que tengan entre 90 a 120 días de madurez. A cada una de estas ramas se les coloca una manga entomológica (estructura cilíndrica de alambre calibre 10, con una malla de 40 cm de largo y 20 cm de diámetro, cubierta con tela de muselina blanca). Cada rama se infesta con 100 brocas recién emergidas. Posteriormente se cierra la manga con una fibra de polipropileno y se sujeta de la rama de arriba para que se sostenga de forma horizontal. Luego de 24 a 36 horas, se retiran las mangas de los árboles, se recogen las brocas que no penetraron y se evalúa el porcentaje de infestación para cada parcela (número de frutos infestados/número total de frutos).

Luego se aplica el producto según los tratamientos que se hayan establecido y se realizan lecturas de mortalidad de broca a los 8 días después de la aplicación. Para esto se toman 10 frutos perforados de cada una de las ramas infestadas, hasta completar 40 frutos por cada parcela. Los frutos se colocan en bolsas de papel debidamente marcadas. Después, mediante el uso de un bisturí, se realiza un corte en los frutos de café, paralelo al ombligo del fruto, a una distancia que garantice que no se afecten las brocas contenidas al interior del fruto. Se registra el número total de brocas por fruto y el número de brocas muertas por fruto.



a) selección de ramas; b) infestación de las ramas con adultos de broca; c) manga entomológica.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido. Como variable de respuesta, se estima el porcentaje de mortalidad y la posición de la broca dentro del grano. Se aplica la fórmula de Abbott (%) para el cálculo de eficacia.

### Fitotoxicidad

Aplicar en mínimo 2 árboles el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.



Foto: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia / Juan Carlos Ortiz

Cochinilla (*Puto barbieri*) en raíces de café.

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4 o más

**Tamaño de parcela:** mínimo 30 m<sup>2</sup> (6 m x 5 m) y 6 árboles

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda o equipo adaptado.

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen de mezcla:** 100-150 cc/planta, dependiendo del equipo de aplicación.

### Aplicación: momento y frecuencia

No existen umbrales de acción establecidos por el ICA. Tener en cuenta las siguientes consideraciones: aplicar sobre cafetos sembrados en su sitio definitivo, con poblaciones cuantificables de cochinillas, y aplicar a la base de las plantas en la zona radicular.

La frecuencia y el número de aplicaciones dependerán del tipo de producto a evaluar y de la dinámica de la población, tomando como referencia las parcelas sin tratar.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

Hacer el conteo de individuos vivos en un mínimo de 4 árboles por parcela en la zona de raíces. Realizar evaluaciones previas de población y entre los 7 a 15 días después de cada aplicación, dependiendo del tipo de producto, se podrá ampliar este tiempo. Realizar al menos dos evaluaciones en cada aplicación, dependiendo de las características del producto y las condiciones de infestación.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido. Teniendo en cuenta el número de individuos vivos, calcular la eficacia mediante la fórmula comparativa de Abbott (%). En caso de tener poblaciones poco homogéneas al inicio de la prueba, aplicar la fórmula de Henderson-Tilton (%).

### Fitotoxicidad

Aplicar en mínimo 2 árboles el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.





Foto: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia/ Juan Carlos Ortiz

Minador (*Perileucoptera coffeella*) en hoja de café.

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo 30 m<sup>2</sup> (6 m x 5 m) y 6 árboles

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda o equipo adaptado.

- **Presión:** 30-40 PSI
- **Boquilla:** cono hueco o lleno
- **Volumen de mezcla:** 200-300 l/ha, dependiendo del estado de desarrollo del cultivo para aplicación foliar. Se puede aplicar la dosificación por árbol determinado por Cenicafe, dependiendo de la edad de cultivo y densidad de siembra.

Para aplicaciones al suelo, se debe especificar el volumen por árbol.

### Aplicación: momento y frecuencia

Aplicar con base en el umbral de daño económico establecido por Cenicafé, cuando el porcentaje de hojas minadas es mayor al 20% en estado de floración, o en formación de frutos para un cafeto de primera cosecha.

La frecuencia y el número de aplicaciones dependerán de la dinámica de la población, tomando como referencia las parcelas sin tratar y del tipo de producto a evaluar.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

Aplicación foliar o al suelo dependiendo del tipo de producto y manejo a registrar. Realizar la evaluación inicial seleccionando al menos dos árboles centrales; de cada árbol se seleccionan tres ramas opuestas de la parte media, haciendo las siguientes observaciones: número total de hojas por cada rama y número de hojas con minas, para determinar el porcentaje de infestación (Constantino *et al.*, 2011).

La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de insecticida. Realizar evaluaciones de daño, de la siguiente manera:

- Para 1 aplicación foliar: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 5 y 20 días.
- Para 2 aplicaciones foliares: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 5 y 20 días después de la segunda aplicación.
- Para la aplicación al suelo: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 10 y 40 días. En caso de que el titular de registro, debido a las características del producto, considere extender el tiempo de evaluación, lo puede hacer con la correspondiente justificación.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido. Teniendo en cuenta el porcentaje de daño, calcular la eficacia mediante la fórmula comparativa de Abbott (%), o Henderson-Tilton dependiendo de la homogeneidad del daño previo a las aplicaciones.

### Fitotoxicidad

Aplicar en mínimo 2 árboles el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS



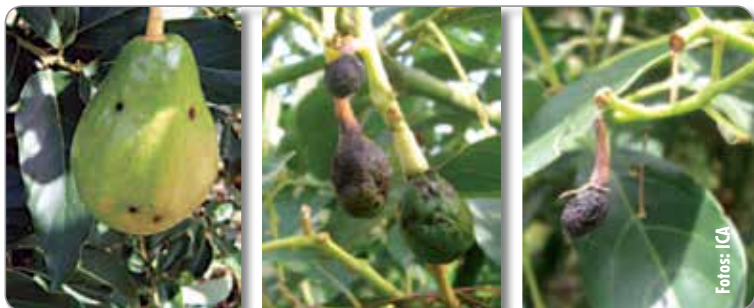


Foto: Hernando Gamboa

## 7. Control en cultivos de aguacate (*Persea americana*)

## 7.1. Antracnosis (*Glomerella cingulata*)

Aguacate  
(*Persea americana*)



Signos de daño por *G. cingulata* en frutos y hojas.

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** 3 árboles como mínimo

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda, estacionaria

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen de mezcla:** 200-800 l/ha, dependiendo del estado de desarrollo del cultivo y del equipo de aplicación.

### Aplicación: momento y frecuencia

Aplicar en forma preventiva cuando la floración esté definida y se inicie la formación de frutos. El número y la frecuencia de aplicaciones dependen del tipo de fungicida.

Mediante un aislamiento, confirmar que corresponde a este patógeno.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

**Incidencia:** calcularla mediante evaluación de daño en flores/frutos. Para el caso de flores, realizar un muestreo sobre 4 ramas marcadas con racimo floral por árbol y cuantificar el porcentaje de incidencia sobre un mínimo de dos árboles por parcela. Para el caso de frutos, hacer el muestreo sobre mínimo 15 frutos por parcela para definir la incidencia.

$$I (\%) = \frac{\text{Nro. flores-frutos afectados}}{\text{Nro. total flores-frutos (enfermos + sanos)}} \times 100$$

**Severidad:** aplicar una escala de daño sobre hojas o frutos como la modificada por Morales, *et al.* (2009).

Grado	Daño (%)
0	0
1	1-5
2	6-10
3	11-15
4	16-20
5	21-100

Para ciertas variedades, el efecto de la enfermedad causa la caída prematura de flores y/o frutos en formación. En ese caso, cuantificar el número de flores

y/o frutos retenidos por efecto de cada tratamiento, en cuatro ramas por árbol previamente marcadas.

La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de fungicida. Realizar evaluaciones previas de incidencia y/o severidad.

- o Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 5 y 10 días.
- o Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 5 y 20 días después de la segunda aplicación.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido.

Para la incidencia, calcular la eficacia mediante la fórmula comparativa de Abbott (%).

Con la escala de daño, calcular el grado de daño con base en la fórmula de Townsend-Heuberger (%) y cuantificar la eficacia aplicando la fórmula de Abbott (%).

### Fitotoxicidad

Aplicar en mínimo 2 árboles el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.

## 7.2. Ácaros (*Oligonychus yothersi*)

Aguacate  
(*Persea americana*)

**Nota:** se debe especificar la especie de ácaro por parte del titular del registro.

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo 3 árboles

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda, estacionaria

- **Presión:** 30-40 PSI
- **Boquilla:** cono hueco o lleno
- **Volumen de mezcla:** 150-800 l/ha, dependiendo del estado de desarrollo del cultivo y del equipo de aplicación.

### Aplicación: momento y frecuencia

Cuando el 40% de las hojas muestreadas tienen presencia del ácaro, iniciar acción de control; en caso de que el interesado tenga otro criterio de umbral, este deberá justificarse. El número y la frecuencia de aplicaciones dependerán del tipo de producto a evaluar.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

Evaluar mediante el conteo de individuos vivos en las hojas. Hacer un muestreo de 15 a 20 hojas por parcela. Hacer las lecturas con la ayuda de un estereoscopio o lupa (10X o 20X) y hacer el conteo de las hojas muestreadas en el envés de las mismas, o un área determinada según los niveles de infestación. Dependiendo del tipo de producto, ajustar la evaluación sobre huevos y/o formas móviles. La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de acaricida.

- Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 5 y 10 días.
- Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 5 y 20 días después de la segunda aplicación.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido.

Con base en los datos de los conteos de individuos vivos y/o huevos, la eficacia se calcula con base en la fórmula de Abbott (%), o con las fórmulas de Henderson-Tilton (%) o Sun-Shepard (%) si la población inicial no es homogénea.

### Fitotoxicidad

Aplicar en mínimo 2 árboles el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.

## 7.3. Trips (*Heliethrips haemorrhoidalis*, *Selenothrips rubrocinctus*)

Aguacate  
(*Persea americana*)

**Nota:** se debe especificar la especie de trips por parte del titular del registro.



Daño causado por trips en frutos.

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 3 árboles

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda, estacionaria

- **Presión:** 30-40 PSI
- **Boquilla:** cono hueco o lleno
- **Volumen de mezcla:** 150-800 l/ha, dependiendo del estado de desarrollo del cultivo y del equipo de aplicación. El cálculo de volumen se puede hacer por árbol.

### Aplicación: momento y frecuencia

El periodo de mayor actividad de los trips corresponde a la época de floración y el periodo de cosecha del fruto. El número y la frecuencia de aplicaciones dependerán del tipo de producto a evaluar.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

La evaluación se realiza mediante el conteo de individuos vivos en ramas o terminales. Hacer un muestreo de 2 a 3 ramas por árbol.

La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de insecticida.

- Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 5 y 10 días.
- Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 5 y 20 días después de la segunda aplicación.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido.

Con base en los datos de los conteos de individuos vivos, calcular la eficacia con base en la fórmula de Abbott (%) o con la fórmula de Henderson-Tilton (%) si la población inicial no es homogénea.

### Fitotoxicidad

Aplicar en mínimo 2 árboles el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.

## 7.4. Perforador del aguacate (*Heilipus lauri*)

Aguacate  
(*Persea americana*)

### Condiciones generales



Sintomatología externa del daño en el fruto de aguacate Hass causado por el estado adulto de *H. lauri*: A) fruto sin daño; B) perforación de la epidermis; C) presencia de resina; D) presencia de costra.

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 3 árboles

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda, estacionaria.

o **Presión:** 30-40 PSI

o **Boquilla:** cono hueco o lleno

o **Volumen de mezcla:** 150-800 l/ha, dependiendo del estado de desarrollo del cultivo y del equipo de aplicación. El cálculo de volumen se puede hacer por árbol.

### Aplicación: momento y frecuencia

El control de esta plaga debe hacerse cuando el fruto este recién cuajado. El número y la frecuencia de aplicaciones dependerán del tipo de producto a evaluar.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

La evaluación se realiza mediante el conteo de frutos perforados. Hacer un muestreo de 10 frutos por árbol. Se puede cuantificar también el número de frutos retenidos en dos ramas por árbol. La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de insecticida.

o Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 5 y 10 días.

o Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 5 y 20 días después de la segunda aplicación.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido. Con base en el número de frutos sanos y/o número de frutos retenidos, se calcula la eficacia de control.

### Fitotoxicidad

Aplicar en mínimo 2 árboles el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.







## 8. Control en cultivos de cítricos (*Citrus* sp)

# 8.1. Ácaros (*Phyllocoptruta oleivora* o *Polyphagotarsonemus latus*)

Cítricos (*Citrus sp*)

**Nota:** el titular del registro debe especificar el cultivo y la especie del ácaro. Para la ampliación al resto del grupo de cultivos, seguir la Resolución 4754 de 2011 sobre cultivos menores.



Daño causado por el ácaro (*Polyphagotarsonemus latus*) en frutos.

## Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 3 árboles

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda, estacionaria.

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen de mezcla:** 150-800 l/ha, dependiendo del estado de desarrollo del cultivo y del equipo de aplicación. El cálculo de volumen se hace por árbol.

## Aplicación: momento y frecuencia

Cuando el 15% de las hojas o frutos tienen presencia del ácaro, iniciar acción de control; en caso de que el interesado tenga otro criterio de umbral, deberá justificarlo. Confirmar que el control de la especie corresponde al blanco biológico objetivo. El número y la frecuencia de aplicaciones dependerán del tipo de producto a evaluar.

## Evaluación: método, momento y frecuencia

Realizar la evaluación mediante el conteo de individuos vivos en las hojas o frutos en campo. Hacer un muestreo de mínimo 10 hojas y/o frutos por parcela, tomados de los árboles centrales.

Adelantar las lecturas con la ayuda de un estereoscopio o lupa (10X o 20X) y hacer el conteo de las hojas muestreadas en el envés de las mismas, o un área determinada según los niveles de infestación.

Dependiendo del tipo de producto, ajustar la evaluación sobre huevos y/o formas móviles. Para el caso de frutos, hacer el conteo por fruto o por un área determinada del mismo.

La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de acaricida.

- o Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 5 y 10 días.
- o Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 5 y 20 días después de la segunda aplicación.

## Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido.

Con base en los datos de los conteos de individuos vivos, calcular la eficacia con base en la fórmula de Abbott (%), o con las fórmulas de Henderson-Tilton (%) o Sun-Shepard (%) si la población inicial no es homogénea.

## Fitotoxicidad

Aplicar en mínimo 2 árboles el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.

## 8.2. Diaphorina (*Diaphorina citri*)

Cítricos (*Citrus sp*)

**Nota:** se debe especificar el cultivo por parte del titular del registro. Para la ampliación al resto del grupo de cultivos, seguir la Resolución 4754 de 2011 sobre cultivos menores.



*Diaphorina citri*: a) huevos; b) ninfa; c) adulto.

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 3 árboles

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda o estacionaria

- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen de mezcla:** 150-800 l/ha, dependiendo del estado de desarrollo del cultivo y del equipo de aplicación. El cálculo de volumen se puede hacer por árbol.

### Aplicación: momento y frecuencia

No existen umbrales establecidos por parte del ICA. Está clasificada como plaga de control oficial y aplica el procedimiento para este tipo de organismos.

No se debe considerar la inclusión de un testigo absoluto y las pruebas deben desarrollarse en áreas reportadas con la plaga (Risaralda, Valle, Quindío y Tolima).

Tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- o Para el monitoreo en cada árbol, seleccionar al azar 2 brotes vegetativos tiernos que tengan entre 2 y 4 cm de longitud. A cada brote se le determina presencia o ausencia de huevecillos o ninfas de *D. citri*. Si el 20% de los árboles muestreados tiene al menos un brote infestado con ninfas o huevecillos de *D. citri*, deben aplicarse medidas de control.
- o Según Díaz *et al.* (2011), se deben realizar aplicaciones a los 15-21 después de brotación, luego a los 60 días y la tercera a los 85 días, que es cuando aparece el segundo ciclo de brotación.
- o Con altos niveles de infestación, realizar tres aplicaciones cada 15 días, dirigidas a las hojas de las plantas de cítricos, especialmente a los brotes.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

La evaluación se realiza mediante el conteo de individuos vivos en 2 a 4 terminales por árbol. La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de insecticida.

- o Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 5 y 10 días
- o Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 5 y 20 días después de la segunda aplicación.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido.

Con base en los datos de los conteos de individuos vivos, la eficacia se calculará con la fórmula de Abbott (%) o con la fórmula de Henderson-Tilton (%) si la población inicial no es homogénea.

### Fitotoxicidad

Aplicar en mínimo 2 árboles el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.





Foto: Hernando Gamba

## 9. Control en cultivos de banano (*Musa paradisiaca*)

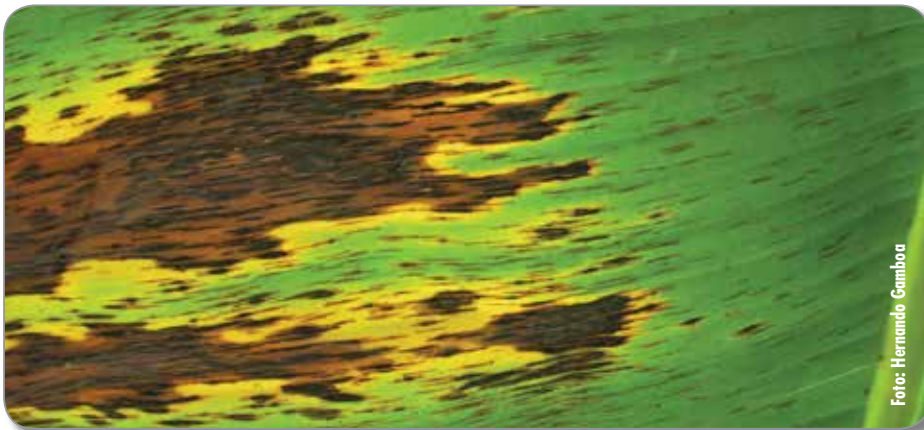
# 9.1. Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*)



*Mycosphaerella fijiensis* síntomas iniciales.



*Mycosphaerella fijiensis* síntomas moderados.



*Mycosphaerella fijiensis* síntomas avanzados.

## Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4 o más

**Tamaño de parcela:** mínimo de 40 m<sup>2</sup>, mínimo de 4 plantas

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda, estacionaria

- **Presión:** 30-40 PSI
- **Boquilla:** cono hueco o lleno
- **Volumen de mezcla:** 50-150 l/ha, dependiendo del estado de desarrollo del cultivo y del equipo de aplicación.

## Aplicación: momento y frecuencia

Dependiendo del tipo de fungicida, realizar aplicaciones en forma preventiva sin síntomas, preventiva-curativa o curativa con primeros síntomas (5-10% de incidencia). Realizar entre dos y tres ciclos de aplicación.

El titular de registro debe reportar si las pruebas se desarrollan en plantaciones comerciales o áreas experimentales.

## Evaluación: método, momento y frecuencia

Determinación de hoja más joven infectada (YLS).

**Severidad:** estimada con base en la escala diagramática establecida por Stover y Dickson (1970), la cual va de 0 a 4:

- Grado 0: menos de 10 manchas en la hoja
- Grado 1: menos de 5% de tejido necrosado
- Grado 2: de 5 a 15% de tejido necrosado
- Grado 3: de 16 a 33% de tejido necrosado
- Grado 4: más de 33% de tejido necrosado

Para calcular la severidad por planta, se aplica la ecuación propuesta por los investigadores Chuang y Jeger (1987), así:

$$\text{Severidad} = \frac{(0,05X + 0,15Y + 0,33Z + 0,50 W)}{N}$$

En esta fórmula, los coeficientes de X, Y, Z y W corresponden a los límites superiores de los grados 1, 2, 3 y 4 de la escala (Stover y Dickson, 1970) respectivamente. X, Y, Z y W representan el número de hojas con el grado correspondiente de enfermedad y N el número total de hojas (Orozco *et al.*, 2013).

Promedio ponderado de infección: este valor es el resultado de multiplicar el porcentaje de hojas de cada grado por el correspondiente valor del grado en la escala de Stover (1970), cada resultado se suma y el total se divide entre 100.

Volver al listado

### Evaluación: método, momento y frecuencia

$$P.P.I. = \frac{\text{Suma de (\% hojas en cada grado x grado respectivo)}}{100}$$

La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de fungicida. Realizar evaluaciones de incidencia y severidad, de la siguiente manera:

- Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la

tercera evaluación entre los 5 y 10 días después de la segunda aplicación.

- Para 3 aplicaciones: 4 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, la tercera evaluación antes de la tercera aplicación y la última evaluación entre los 5 y 10 días después de la tercera aplicación.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido.

Para la severidad se calcula inicialmente el grado de daño con base en la fórmula de Townsend-Heuberger (%) y posterior cálculo de eficacia mediante la fórmula de Abbott (%).

### Fitotoxicidad

Aplicar en mínimo 2 plantas el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.

## 9.2. Nematodos (*Radopholus similis*)

Banano  
(*Musa paradisiaca*)



Nematodos lesionadores (*Radopholus similis*) del sistema radical.

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo 10 plantas por tratamiento

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** equipo diseñado para tal fin. Aplicación de producto granulado o líquido al suelo.

### Aplicación: momento y frecuencia

La decisión de aplicar nematicida se da cuando las densidades poblacionales de *Radopholus similis* superan los 10.000 individuos por 100 g de raíces (Tarté, 1980; Tarté y Pinochet, 1981, citados por Chávez *et al.*, 2009).

Se tomarán en cuenta las especificaciones de cada producto y sus características de uso.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

Antes de cada aplicación, realizar el conteo de nematodos fitoparásitos en suelo y raíces. Para la extracción de estos, en el laboratorio utilizar 100 g de suelo y 100 g de raíces, en los cuales se aplica la técnica de centrifugación y flotación en azúcar (Guzmán y Castaño, 2004).

Realizar una evaluación previa y dos evaluaciones entre los 10 y 30 días después de la aplicación, dependiendo de las características del producto.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido.

Con base en los datos de los conteos de individuos vivos, la eficacia se calculará con la fórmula de Abbott (%) o con la fórmula de Henderson-Tilton (%) si la población inicial no es homogénea.

### Fitotoxicidad

Aplicar en mínimo 2 plantas el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.



### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, completamente aleatorizado.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 20 m<sup>2</sup>

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** abanico o cortina
- o **Volumen de mezcla:** 100-400 l/ha, dependiendo del equipo y tipo de aplicación.

### Aplicación: momento y frecuencia

**Preemergente:** realizar una o más aplicaciones en preemergencia al cultivo y/o a las malezas, dependiendo del tipo de herbicida.

**Posemergente:** realizar la aplicación en posemergencia al cultivo y/o a las malezas en el estado en que el registrante solicite su uso.

Dependiendo del tipo de producto, hacer la prueba de eficacia de acuerdo con las condiciones de suelo, riego o humedad y condición del cultivo.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

Evaluación visual del porcentaje de cobertura de malezas y del cultivo, en la totalidad de la parcela experimental.

Cobertura o conteo de malezas por especie y estado de desarrollo por una unidad de superficie previamente determinada (recuadros de 25 x 25 cm o 50 x 50 cm, según disponibilidad de área de evaluación).

Existen variantes metodológicas como la determinación del peso de masa foliar de las malezas, colectadas en una superficie de la parcela determinada, y el uso de un testigo lateral para evaluar en forma más detallada la dispersión dentro del área experimental.

Hacer un mínimo de dos evaluaciones del control del herbicida, dependiendo de sus características: al inicio (si aplica) y a los 7 y 21 días después de la aplicación. El tiempo máximo de evaluación dependerá del tipo de herbicida.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido. Con base en los datos de porcentaje de cobertura o conteo de malezas, la eficacia se calculará con la fórmula de Abbott (%) y/o se podrá emplear la escala de eficacia de herbicidas de ALAM. Solo serán consideradas como válidas en el informe final, las malezas a las cuales se les haga análisis estadístico como género y especie.

### Fitotoxicidad

Aplicar en mínimo dos plantas el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS. Dependiendo del tipo de herbicida, aplica la escala de fitocompatibilidad.





## 10. Control en cultivos de pastos



Chinche de los pastos (*Collaria scenica*).

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, parcelas divididas.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 50 m<sup>2</sup>

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- o **Presión:** 30-40 PSI
- o **Boquilla:** cono hueco o lleno
- o **Volumen de mezcla:** 200-400 l/ha, dependiendo del equipo de aplicación.

### Aplicación: momento y frecuencia

Aplicar los tratamientos después de dos o tres semanas del pastoreo. Se toma como referencia iniciar la prueba cuando se encuentren en promedio más de 10 formas móviles al realizar 10 pases de jama (Martínez y Barreto, 1998). Una segunda aplicación se hará cuando la población supere el umbral.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

Realizar la evaluación mediante el conteo de individuos vivos colectados con 5 pases dobles de jama por parcela. La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de insecticida.

- o Para 1 aplicación: 3 evaluaciones, así: una previa y dos entre 5 y 10 días.
- o Para 2 aplicaciones: 3 evaluaciones, así: una previa, la segunda evaluación antes de la segunda aplicación, y la tercera evaluación entre los 5 y 10 días después de la segunda aplicación.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido. Con base en los datos de los conteos de individuos vivos, la eficacia se calculará con la fórmula de Abbott (%) o con la fórmula de Henderson-Tilton (%) si la población inicial no es homogénea.

### Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 10 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS.

### Condiciones generales

**Diseño experimental:** bloques completos al azar (BCA), bloques al azar, completamente aleatorizado.

**Número de repeticiones:** 4

**Tamaño de parcela:** mínimo de 50 m<sup>2</sup>

**Tipo de aplicación:** terrestre

**Equipo de aplicación:** bomba de espalda

- **Presión:** 30-40 PSI
- **Boquilla:** abanico o cortina
- **Volumen de mezcla:** 100-400 l/ha, dependiendo del equipo y tipo de aplicación. Se puede hacer el cálculo de volumen por bomba de espalda.

### Aplicación: momento y frecuencia

**Preemergente:** realizar una o más aplicaciones en preemergencia al cultivo y/o a las malezas, dependiendo del tipo de herbicida.

**Postemergente:** realizar la aplicación en posemergencia al cultivo y/o a las malezas en el estado en que el registrante solicite su uso.

Dependiendo del tipo de producto, hacer la prueba de eficacia de acuerdo con las condiciones de suelo, riego o humedad y condición del potrero.

### Evaluación: método, momento y frecuencia

Evaluación visual del porcentaje de cobertura de malezas y del cultivo, en la totalidad de la parcela experimental.

Cobertura o conteo de malezas por especie y estado de desarrollo por una unidad de superficie previamente determinada (recuadros de 25 x 25 cm o 50 x 50 cm, según disponibilidad de área de evaluación).

Evaluación de efecto de control sobre cada maleza aplicada.

Hacer un mínimo de tres evaluaciones del control del herbicida, dependiendo de sus características. La frecuencia de las evaluaciones dependerá del tipo de herbicida. Al inicio (si aplica) y tres evaluaciones entre los 7 y 60 días después de la aplicación; el tiempo máximo de evaluación dependerá del tipo de herbicida y arvense a controlar.

### Eficacia de control

Se harán los respectivos análisis estadísticos que apliquen de acuerdo al modelo experimental escogido. Con base en los datos de control, porcentaje de cobertura o conteo de malezas, calcular la eficacia con la fórmula de Abbott (%) y/o emplear la escala de eficacia de herbicidas de ALAM. Solo serán consideradas como válidas en el informe final, las malezas a las cuales se les haga análisis estadístico como género y especie.

### Fitotoxicidad

Adicional al área del ensayo establecer un área de mínimo 10 m<sup>2</sup>, aplicar el doble (2X) de la dosis más alta aprobada en el protocolo, evaluar según escala EWRS. Dependiendo del tipo de herbicida, aplica la escala de fitocompatibilidad.

## VIII. Anexos estadísticos

### Anexo 1. Diseño completamente aleatorizado

Como ya se comentó, este diseño se usa cuando las unidades experimentales y las condiciones experimentales son razonablemente homogéneas. No existe ninguna restricción en la aleatorización de los tratamientos en las unidades experimentales, es decir que cada unidad experimental tiene la misma probabilidad de recibir cualquier tratamiento.

Lo anterior lleva a que este diseño tenga el mayor número de grados de libertad para el error experimental comparado con los diseños que sí tienen restricción en la aleatorización de los tratamientos,

como ocurre con el diseño de bloques completos aleatorizados y el cuadrado latino.

Sin embargo, si se presentan gradientes o las unidades experimentales no son uniformes, el error experimental puede resultar muy grande, lo cual puede llevar a conclusiones irreales respecto a los tratamientos. En campo abierto, es bastante difícil que se den las condiciones para el uso de este diseño.

**Ejemplo.** A continuación se presentan unos resultados sobre el porcentaje de control de una determinada maleza luego del uso de seis herbicidas, con cuatro repeticiones por tratamiento. Se supone que se dan las condiciones experimentales y que se cumplen los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas.

Herbicida	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6
PControl	30	50	30	90	75	80	60	90	80	60	60	90	80	90	80	90	80	80	70	90	90	90	90	95

Donde:

- Herbicida = Diferentes herbicidas evaluados
- PControl = Porcentaje de control

### Análisis de varianza mediante STATISTIX v9

#### Completely Randomized AOV for PCONTROL

Source	DF	SS	MS	F	P
TRAT	5	4070.83	814.167	3.79	0.0160
Error	18	3862.50	214.583		
Total	23	7933.33			
Grand Mean	75.833	CV	19.32		

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	2.35	0.0830
O'Brien's Test	1.50	0.2381
Brown and Forsythe Test	2.07	0.1163

**Welch's Test for Mean Differences**

Source	DF	F	P
TRAT	5.0	3.92	0.0455
Error	7.7		
Component of variance for between groups		149.896	
Effective cell size 4,0			

TRAT	Mean
1	50.000
2	76.250
3	72.500
4	85.000
5	80.000
6	91.250

Observations per Mean            4  
 Standard Error of a Mean        7.3243  
 Std Error (Diff of 2 Means)    10.358

**Scheffe All-Pairwise Comparisons Test of PCONTROL by TRAT**

TRAT	Mean	Homogeneous Groups
6	91.250	A
4	85.000	AB
5	80.000	AB
2	76.250	AB
3	72.500	AB
1	50.000	B

Alpha                            0.05            Standard Error for Comparison    10.358

Critical F Value 2,773        Critical Value for Comparison    38.568

There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

**Al utilizar SPSS para la prueba de Duncan, se encuentra porcentaje de control:**

Medias	N	Subconjunto para alfa = .05	
		2	1
1,00	4	50,0000	
3,00	4		72,5000
2,00	4		76,2500
5,00	4		80,0000
4,00	4		85,0000
6,00	4		91,2500
Sig.		1,0000	0,1190

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos; a usa el tamaño muestral de la media armónica = 4,000.

De acuerdo con los resultados anteriores, se puede decir que la prueba normalidad presenta un valor de  $p=0.054$  y la de Levene para homogeneidad de varianzas presenta un  $p=0.08$  de acuerdo con STATISTIX y un  $p=0.049$  de acuerdo con SPSS, lo cual indica que apenas se cumple con los supuestos básicos para el Anova.

El Anova, con un  $p=0.016$ , indica que hay diferencias significativas (ya que  $p<0.05$ ) entre los herbicidas. Para saber cuál o cuáles son los mejores y si no se tiene información específica de los herbicidas, se debe usar una prueba de comparación no planeada de medias.

Como se está al borde de incumplimiento de los supuestos, se debería usar la prueba de Scheffe, pero también se va a usar la prueba de Duncan (que exige más rigurosamente el cumplimiento de los supuestos) y se miran las diferencias. De acuerdo con la prueba de Scheffe, el mejor herbicida es el 6, el peor es 1 y los otros son iguales. Según la prueba de Duncan, el peor es el herbicida 1 (50% de control de la maleza) y los otros son iguales.

Si no se cumplieren los supuestos, la prueba de Duncan no sería válida; en cambio, como la prueba de Scheffe es más robusta, sí se podría usar a no ser que el incumplimiento fuese muy grande, caso en el cual habría que usar alguna de las transformaciones, y si estas no corrigiesen el problema de los supuestos, sería necesario usar la prueba de Kruskal-Wallis. A manera de ejemplo, se aplica esta prueba con STATISTIX.

**Kruskal-Wallis One-Way Nonparametric AOV for PControl by Herbicida**

Herbicida	Mean Rank	Sample Size
1	6.3	4
2	10.9	4
3	10.1	4
4	15.3	4
5	12.3	4
6	20.3	4
Total	12.5	24

Kruskal-Wallis Statistic, corrected for ties 10.63  
 P-Value, Using Beta Approximation 0.0377  
 P-Value, Using Chi-Squared Approximation 0.0592



### Parametric AOV Applied to Ranks

Source	DF	SS	MS	F	P
Between	5	460.13	92.0250	2.72	0.0534
Within	18	609.88	33.8819		
Total	23	1070.00			
Total number of values that were tied			20		
Max. diff. allowed between ties			0.00001		
Cases Included	24		Missing Cases	0	

### Dunn's All-Pairwise Comparisons Test of PControl by Herbicida

Herbicida	Mean Rank	Homogeneous Groups
6	20.250	A
4	15.250	A
5	12.250	A
2	10.875	A
3	10.125	A
1	6.2500	A

Alpha 0.05  
Critical Z Value 2.935      Critical Value for Comparison 14.156

There are no significant pairwise differences among the means.

De acuerdo con Kruskal-Wallis, al 5% alcanzan a presentarse diferencias entre los herbicidas ( $p=0.0377$  por la aproximación de beta), pero por el Anova de rangos no hay diferencias significativas ( $p=0.0534$ ); al aplicar la prueba de Dunn para medias de rangos, todos los herbicidas resultan iguales. Para más detalles de estas pruebas se recomienda literatura especializada (Conover, 1980).

## Anexo 2. Diseño de parcelas divididas

Las parcelas divididas permiten el uso de algunos tratamientos que, por su naturaleza, necesitan tamaños de parcelas más grandes que otros factores. Tal es el caso de factores como riego, enclamiento o algunas variedades. En cambio, otros factores como pesticidas o fertilización, requieren de tamaños más pequeños. En este diseño, con una estructura básica de bloques completos al azar, los niveles de, por ejemplo, enclamiento (o variedad)

se distribuyen en las parcelas grandes (parcelas principales). Estas unidades se subdividen en subparcelas donde se distribuyen los niveles del segundo factor, por ejemplo, pesticidas (Martínez *et al.*, 2011).

**Ejemplo.** Se desea probar el efecto sobre la producción de arroz (en libras/parcela) de cuatro variedades de tres pesticidas (un control estándar = 1 y dos productos nuevos = 2 y 3). El terreno se dividió en cuatro bloques, cada uno con cuatro parcelas completas.

El factor variedades se distribuyó aleatoriamente en las parcelas completas dentro de cada bloque. Las parcelas completas se subdividieron en tres subparcelas, donde se distribuyeron aleatoriamente los pesticidas.

De esta manera, se tiene un diseño de parcelas divididas con un diseño básico de bloques completos al azar, con unos tratamientos bajo una estructura factorial. A continuación, se presentan los resultados.

Bloque	Variedad	Pesticidas		
		1	2	3
1	1	40,7	39,4	68,7
1	2	24,2	31,3	26,2
1	3	16,1	17,9	20,5
1	4	11,2	14,8	18,9
2	1	37,8	47,8	56,2
2	2	44,4	34,5	48,1
2	3	17,6	30,5	28,2
2	4	12,7	17,3	26,2
3	1	32,9	44,4	44,8
3	2	27,8	25,6	41,1
3	3	19,9	22,5	30
3	4	14,5	17,7	19,2
4	1	43,1	49	59,3
4	2	34,1	50,4	46
4	3	20,1	25,2	24,7
4	4	15,4	18,7	22

Al usar STATISTIX v10 se obtienen los siguientes resultados:

### Tabla de Anova

Fuente	gl	SC	CM	F	P
BLOQUE (A)	3	408.99	136.33		
VARIEDAD (B)	3	6429.39	2143.13	41.34	0.0000
Error A*B	9	466.54	51.84		
PESTICIDA (C)	2	881.41	440.70	17.76	0.0000
B*C	6	207.51	34.58	1.39	0.2577
Error A*B*C	24	595.70	24.82		
Total	47	8989.53			

### Prueba de Tukey para variedades

VARIEDAD	Medias	Grupos homogéneos
1	47.008	A
2	36.142	B
3	22.767	C
4	17.383	C

## Prueba de Tukey para pesticidas

PESTICIDA	Medias	Grupos homogéneos
3	36.256	A
2	30.437	B
1	25.781	C

Alpha 0.05

De acuerdo con estos resultados, se puede afirmar que existen diferencias altamente significativas entre las variedades y entre los pesticidas ( $p=0.000$ ); la mejor variedad es la 1, le sigue la 2 y luego la 3 y la 4 que tienen una respuesta igual. Entre los pesticidas el mejor es el 3, le sigue el 2 y por último se ubica el 1; no se presenta interacción entre pesticidas y variedades, lo cual significa que el comportamiento de los insecticidas no depende de las variedades.

### Anexo 3. Diseño de campo

1. Se debe definir claramente el problema.
2. Hay que establecer la pregunta y la hipótesis clave. Se debe tener claro qué se espera de los tratamientos (productos) una vez concluya el ensayo.
3. Deben definirse las condiciones controlables, tales como momento y método de aplicación de los tratamientos, dosis, blanco, cultivo, condiciones ambientales (agronómicas, suelo, fertilización, frecuencia de riego, profundidad de siembra, entre otras).
4. Se debe tener en cuenta que cada ensayo es válido solo para las condiciones en que se realiza y que buenas conclusiones no resultan de ensayos realizados en una sola localidad y en un solo año.
5. Hay que preguntarse: ¿qué variables de respuesta se van a evaluar? Estas dependen de la definición clara de los objetivos.
6. Debe plantearse el diseño experimental, el cual depende de la existencia de factores

alineados; esto es, factores que afectan la respuesta y que no se están evaluando, tal como se especifica en el capítulo correspondiente.

7. Hay que definir el tipo de análisis estadístico: ¿solo se incluirá análisis de varianza o se emplearán más análisis, como regresión y correlación, entre otros?
8. ¿La variable de respuesta se va a evaluar en toda la unidad experimental (UE) o se va a realizar muestreo? No siempre se puede o se debe evaluar toda la UE, entonces es necesario tomar muestras para obtener la mejor estimación de la UE.
9. La selección del campo de ensayo depende de los objetivos. De antemano es conveniente, por ejemplo, verificar que los niveles de infestación se ajustan a los objetivos. El campo debe ser lo suficientemente grande como para que se pueda usar un número razonable de repeticiones que lleven a una buena precisión del ensayo y este debe permitir una buena homogeneidad en aspectos tales como: número de plantas, crecimiento y desarrollo del cultivo, infestación de la plaga, tipo y estructura del suelo, manejo del cultivo (riego, fertilización, entre otros). Si no sucede así, habrá que corregirlo con el uso de un diseño adecuado o con una o más covariables.

### Registro correcto de los datos

Antes que nada, los criterios de respuesta dependen de los objetivos. Si, por ejemplo, lo que importa evaluar es el porcentaje de infestación, esa es la variable que debe recibir la mayor atención.

Si es necesario tomar datos a partir muestras dentro de la UE, su tamaño depende de la variabilidad de la variable de interés, del grado de confiabilidad, de la plaga, del cultivo y del método de evaluación aplicado. En el muestreo se busca que la muestra sea lo más representativa posible para lograr un buen nivel de precisión y exactitud, para lo cual se debe ser tan objetivo como sea posible. Esto se logra con métodos donde la aleatoriedad sea un factor importante. Por lo general, el tamaño de la muestra puede disminuirse cuando la densidad y la homogeneidad de la población son altas.

Los tipos de muestreo más usados son:

- 1. Muestreo aleatorio simple (MAS):** cada unidad de muestreo tiene igual probabilidad de ser incluida en la muestra. Puede usarse a pesar de que la población no sea muy homogénea.
- 2. Muestreo por focos aleatorizados:** facilita el trabajo cuando el acceso y la numeración son complicados. Como las unidades de muestreo (UM) se ubican cerca de un foco elegido al azar, puede haber problemas de representatividad, sobre todo cuando el material no es homogéneo.
- 3. Muestreo aleatorio estratificado:** cuando las poblaciones no son homogéneas, es necesario usar estratos. Dentro de cada estrato las muestras se toman como en el caso

del MAS. Por ejemplo, en cultivos perennes, los diferentes estados de desarrollo se constituyen en estratos, lo cual demanda un conocimiento previo. El error estándar suele ser inferior al que se obtiene con el uso del MAS.

- 4. Muestreo sistemático:** es una buena opción cuando la distribución de la infestación es irregular, pero el tamaño de la muestra puede resultar grande. En este sistema de muestreo, la estimación del error de muestreo puede no ser confiable. Acá la distribución de las UM es homogénea a lo largo del campo experimental, con las restricciones de la aleatorización del diseño correspondiente.

Un muestreo en las unidades experimentales específica:

- La unidad de muestreo, es decir, aquella donde se hacen las mediciones, por ejemplo, una planta (un golpe o sitio).
- El método de selección de las unidades de muestreo, que puede ser MAS, estratificado, etcétera.
- El tamaño de la muestra, que como ya se dijo, depende de la variabilidad de la variable que se esté midiendo, de la confiabilidad que se quiera y del tamaño del error de muestreo.

Aunque es conveniente tener un solo tipo de muestreo para las diferentes variables, puede ocurrir que un sistema de muestreo sea apropiado para una respuesta pero no para otra.

## Anexo 4. Ejemplos

### Ejemplo 1. Evaluación en control de chinches en arroz-meseta

Prechequeo					
Bloques	Dosis de mercurio				
	0	0,5	0,6	0,7	0,8
B1	6	4	8	6	9
B2	3	9	6	5	6
B3	7	11	11	8	8
B4	7	7	4	7	4
Promedio	5,75	7,75	7,25	6,5	6,75
Totales	23	31	29	26	27

3 DDA								
Bloques	Dosis de mercurio					Tratamiento	Chinches	% Abbott*
	0	0,5	0,6	0,7	0,8			
B1	8	4	1	1	1	Testigo	27,0	0,00
B2	5	2	2	1	1	Mercurio 0,5	13,0	51,85
B3	10	3	1	1	2	Mercurio 0,6	5,0	81,48
B4	4	4	1	1	1	Mercurio 0,7	4,0	85,19
Promedio	6,75	3,25	1,25	1	1,25	Mercurio 0,8	5,0	81,48
Totales	27	13	5	4	5			

$$*Porcentaje\ de\ eficacia = \left( \frac{Cd-Td}{Cd} \right) * 100$$

7 DDA								
Bloques	Dosis de mercurio					Tratamiento	Chinches	% Abbott*
	0	0,5	0,6	0,7	0,8			
B1	9	3	0	0	1	Testigo	31,0	0,00
B2	8	2	1	0	1	Mercurio 0,5	8,0	74,19
B3	7	2	2	2	1	Mercurio 0,6	4,0	87,10
B4	7	1	1	0	0	Mercurio 0,7	2,0	93,55
Promedio	7,75	2	1	0,5	0,75	Mercurio 0,8	3,0	90,32
Totales	31	8	4	2	3			

$$*Porcentaje\ de\ eficacia = \left( \frac{Cd-Td}{Cd} \right) * 100$$

## Ejemplo 2. Evaluación en control de alternaria en tomate-localidad 1

Tratamiento	Producto	400 l/ha - 2l		
		Dosis P.C. 200 l	Dosis l/ha	Dosis cc/TTO
1	Sin tratamiento	-	-	-
2	Perseo	200	0,3	1,5
3	Perseo	250	0,4	2
4	Perseo	300	0,5	2,5
5	Comercial	400	0,6	3
Total		1.150	1,8	9
2X	Perseo	600	1,2	1,5

Prechequeo

Parcela	Tratamiento	Grado-escala					Tallos			Porcentaje incidencia	Bloques	Tratamiento				
		0	1	2	3	Sanos	Afectados	Total	1			2	3	4	5	
		0%	1-10%	11-20%	≥ 20%				B1			B2	B3	B4	Promedios	Totales
2	1	13	2	0	0	13	2	15	13,33	B1	0,00	6,67	13,33	6,67	6,67	
8	1	12	3	0	0	12	3	15	20,00	B3	20,00	13,33	13,33	13,33	13,33	
15	1	14	1	0	0	14	1	15	6,67	B4	6,67	6,67	6,67	0,00	13,33	
19	1	14	1	0	0	14	1	15	6,67	Promedios	10,00	10,00	8,33	8,33	10,00	
4	2	13	1	1	0	13	2	15	13,33	Totales	40,00	40,00	33,33	33,33	40,00	
6	2	13	1	1	0	13	2	15	13,33							
12	2	14	1	0	0	14	1	15	6,67							
18	2	13	2	0	0	13	2	15	13,33							
1	3	15	0	0	0	15	0	15	0,00							
10	3	13	1	1	0	13	2	15	13,33							
14	3	14	1	0	0	14	1	15	6,67							
17	3	14	1	0	0	14	1	15	6,67							
5	4	13	2	0	0	13	2	15	13,33							
9	4	13	2	0	0	13	2	15	13,33							
13	4	15	0	0	0	15	0	15	0,00							
16	4	14	1	0	0	14	1	15	6,67							
3	5	14	1	0	0	14	1	15	6,67							
7	5	13	1		1	13	2	15	13,33							
11	5	13	0	1	1	13	2	15	13,33							
20	5	15	0	0	0	15	0	15	0,00							

10DD1A

Parcela	Tratamiento	Grado-escala				Tallos			Porcentaje incidencia	Bloques	Tratamiento				
		0	1	2	3	Sanos	Afectados	Total			1	2	3	4	5
2	1	11	1	1	1	11	3	14	21,4	B1	21,4	26,7	13,3	6,7	13,3
8	1	10	2	2	1	10	5	15	33,3	B2	33,3	20	13,3	13,3	13,3
15	1	10	2	3	0	10	5	15	33,3	B3	33,3	20	26,7	13,3	13,3
19	1	11	2	1	1	11	4	15	26,7	B4	26,7	13,3	0	6,7	6,7
4	2	11	2	1	1	11	4	15	26,7	Promedios	28,7	20	15	10	11,7
6	2	12	2	1	0	12	3	15	20	% Abbott*	0	30,3	47,7	65,1	59,3
12	2	12	1	2	0	12	3	15	20						
18	2	13	1	1	0	13	2	15	13,3						
1	3	13	1	1	0	13	2	15	13,3						
10	3	12	2	1	0	12	3	15	20						
14	3	11	2	2	0	11	4	15	26,7						
17	3	15	0	0	0	15	0	15	0						
5	4	14	1	0	0	14	1	15	6,7						
9	4	13	2	0	0	13	2	15	13,3						
13	4	13	1	1	0	13	2	15	13,3						
16	4	14	1	0	0	14	1	15	6,7						
3	5	13	1	1	0	13	2	15	13,3						
7	5	13	1	1	0	13	2	15	13,3						
11	5	13	1	1	0	13	2	15	13,3						
20	5	14	1	0	0	14	1	15	6,7						

$$* \text{Porcentaje de eficacia} = \left( \frac{Cd-Td}{Cd} \right) * 100$$

10DD2A

Parcela	Tratamiento	Grado-escala				Tallos			Porcentaje incidencia	Bloques	Tratamiento				
		0	1	2	3	Sanos	Afectados	Total			1	2	3	4	5
		0%	1-5%	6-15%	≥ 16%						40,0	20,0	13,3	6,7	6,7
2	1	9	2	2	2	9	6	15	B1	40,0	20,0	13,3	6,7	6,7	
8	1	10	2	2	1	10	5	15	B2	33,3	20,0	13,3	0,0	6,7	
15	1	9	3	2	1	9	6	15	B3	40,0	13,3	20,0	6,7	13,3	
19	1	6	3	3	3	6	9	15	B4	60,0	13,3	0,0	6,7	13,3	
4	2	12	1	1	1	12	3	15	Promedios	43,3	16,7	11,7	5,0	10,0	
6	2	12	2	1	0	12	3	15	% Abbott*	0,0	61,5	73,1	88,5	76,9	
12	2	13	0	2	0	13	2	15							
18	2	13	1	1	0	13	2	15							
1	3	13	1	1	0	13	2	15							
10	3	13	2	0	0	13	2	15							
14	3	12	2	1	0	12	3	15							
17	3	15	0	0	0	15	0	15							
5	4	14	1	0	0	14	1	15							
9	4	15	0	0	0	15	0	15							
13	4	14	1	0	0	14	1	15							
16	4	14	1	0	0	14	1	15							
3	5	14	1	0	0	14	1	15							
7	5	14	1	0	0	14	1	15							
11	5	13	2	0	0	13	2	15							
20	5	13	1	1	0	13	2	15							

$$*Porcentaje\ de\ eficacia = \left( \frac{Cd-Td}{Cd} \right) * 100$$



## IX. Anexos agronómicos

### Anexo 1. Escala EWRS (*European Weed Research Society*)

Grado	Descripción
1	Ausencia de síntomas.
2	Síntomas muy leves, amarillamiento.
3	Síntomas leves, pero claramente apreciables.
4	Síntomas más fuertes (clorosis) que no repercuten necesariamente en forma negativa sobre la cosecha.
5	Fuerte clorosis y/o atrofia; es de esperar que se vea afectada la cosecha.
6 a 9	Daños crecientes hasta la muerte de las plantas.

### Anexo 2. Presentación de informes de eficacia

1. Portada: título, empresa titular, departamento que realizó el trabajo, fecha de presentación.
2. Objetivos.
3. Localidades donde se desarrollaron los ensayos.
4. Presentación de resultados: gráficas, salidas estadísticas, tablas, análisis, etcétera.
5. Conclusiones y recomendaciones.

Anexos digitales: fotográficos, estadísticos.

## X. Bibliografía

Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.*; 18: 265-267.

Arcila, A., Duarte, A., Villalba, D. y Benavides, P. (2013). Nuevo producto en el manejo integrado de la broca del café en Colombia. *Avance técnico Cenicafe*, 437.

Aristizábal, D., Baquero, J. y Leal, D. (1994). Manejo eficiente de variedades mejoradas de arroz en los Llanos Orientales. *Boletín técnico ICA-CORPOICA*, 235.

Barbosa, E. (1993). *Efecto de la aplicación de fungicidas dirigidos al follaje y al suelo para el*

*control de Cladosporium echinulatum Berkeley de Vries en el cultivo de clavel (Dianthus caryophyllus L).* Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Colombia.

Caffarini, P., Folcia, A., Panzardi, S. y Pérez, A. (1999). *Incidencia de bajos niveles de daño foliar de Tuta absoluta (Meyrick) en tomate.* Buenos Aires: Departamento de Sanidad Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Recuperado el 14 de octubre de 2014 desde: [http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_plagas%2FBS-VP-25-01-075-078.pdf](http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_plagas%2FBS-VP-25-01-075-078.pdf).

- Calleros, G. (2010). *Estudio de efectividad biológica de Tizca 500 para el control de cáncer de tallo y costra negra (Rhizoctonia solani)*. Guadalajara: División de Ciencias Agronómicas, Universidad de Guadalajara.
- Calvache, H. (1991). Efectos de barreras vegetales y químicas en el control del gusano blanco de la papa. *Revista Latinoamericana de la Papa*. Recuperado el 8 de noviembre de 2014 desde: <http://www.papaslatinas.org/v4n1p22.pdf>.
- Cardona, C., Prada, P., Rodríguez, A. y Quiros, C. (1991). *Bases para establecer un programa de manejo integrado de plagas de habichuela en la provincia de Sumapaz (Colombia)*. Bogotá: Informe de Progreso sobre las Investigaciones Realizadas entre 1988 y 1990 por la Unidad de Investigación del CRECED-Sumapaz (ICA), la Sección de Entomología de Fríjol del CIAT y el Proyecto IPRA del CIAT.
- Castaño, J. (2002). *Principios básicos de fitoepidemiología*. Manizales: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas.
- Castro, I. y Ríos, N. (2008). *Evaluación agronómica de nueve híbridos de cebolla (Allium cepa L) (Cif) en el valle de Sébaco, Matagalpa*. Trabajo de Diplomado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Recuperado el 3 de noviembre de 2014 desde: <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tmf30c355a.pdf>.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego, FLAR, e Instituto de Investigaciones del Arroz, IIA. (2001). *Guía para el trabajo de campo en el manejo integrado de plagas del arroz*.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. (1983). *Sistema de evaluación estándar para arroz*. Cali y Palmira: Internacional Rice Research Institute, IRRI, y Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT.
- Chávez, C., Solórzano, F. y Araya, M. (2009). Relación entre nematodos y la productividad del banano (*Musa AAA*) en Ecuador. *Agronomía mesoamericana*, 20(2): 351-360. Recuperado el 4 de noviembre de 2014 desde: [http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v20n2\\_351.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v20n2_351.pdf).
- Ciba-Geigy. (1978). *Manual ensayos de campo*. Basilea: Ciba-Geigy.
- Cochran, W.G. y Cox, G.M. (1967). *Experimental designs*. Nueva York: John Wiley & Sons.
- Conover, W.J. (1980). *Practical nonparametric statistics*. Nueva York: John Wiley & Sons.
- Constantino, L., Flores, J., Benavides, P. y Bacca, T. (2011). Minador de las hojas del cafeto. Una plaga potencial por efectos del cambio climático. *Avance técnico Cenicafé*, 409.
- Díaz, U., Cabrera, H., Villanueva, J., Murillo, F. y López, J. (2011). *Selección de insecticidas y épocas de aplicación para el control de Psílido asiático del limón persa en Veracruz. Ponencias del 2° Simposio Nacional sobre Investigación para el Manejo del Psílido Asiático de los Cítricos y el Huanglongbing en México, Senasica*. Recuperado el 10 de noviembre de 2014 desde: <http://www.senasica.gob.mx/?doc=22601>.
- Fedepapa. (2014). *Plagas y enfermedades de la papa*. Recuperado el 11 de noviembre de 2014 desde: [http://www.fedepapa.com/?page\\_id=1900](http://www.fedepapa.com/?page_id=1900).
- Fisher, R. (1966). *The design of experiments*. Nueva York: Hafner Publishing Company.
- Galvis, C. (2002). *El mal rosado del cafeto. Avances técnicos Cenicafé*, 299. Recuperado el 25 de noviembre de 2014 desde: [http://www.federaciondecafeteros.org/static/pergamino-fnc/uploads/Mal\\_Rosado.pdf](http://www.federaciondecafeteros.org/static/pergamino-fnc/uploads/Mal_Rosado.pdf).
- Global Initiative on Late Blight, GILB. (2003). *Consideraciones prácticas para estimar la severidad de tizón tardío en follaje de papa bajo condiciones de campo*. Recuperado el 15 de enero de 2014 desde: <https://research.cip.cgiar.org/confluence/pages/viewpage.action?pageId=37192065>.
- Guzmán, P., Gómez, E., Rivillas, C. y Oliveros, C. (2003). *Utilización del procesamiento de imágenes para determinar la severidad de la mancha de hierro en hojas de café*. *Cenicafé*, 54 (3): 258-265. Recuperado el 10 de octubre de 2014 desde: <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/244/1/arc054%2803%29258-265.pdf>.

- Guzmán, O. y Castaño, J. (2004). Reconocimiento de nemátodos fitopatógenos en **plátano** dominico harton (*Musa AAB Simmonds*) Africa, *Fhia-20* y *Fhia-21* en la granja Montelindo, municipio de Palestina, Caldas, Colombia. *Revista Academia Colombiana de Ciencias*, 28 (107). Recuperado el 6 de diciembre de 2014 desde: [http://www.accefyn.org.co/revista/Vol\\_28/107/295-301.pdf](http://www.accefyn.org.co/revista/Vol_28/107/295-301.pdf).
- Henderson, C. F. y Tilton, E. W. (1955). Tests with acaricides against the brow wheat mite. *J. Econ. Entomol.*, 48: 157-161.
- Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, y Sociedad Colombiana de Entomología, Socolen. (1987). *Guía para el control de plagas. Manual de asistencia técnica 1*. Bogotá: ICA y Socolen.
- Kuehl, R. (2001). *Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación*. México D.F.: Thompson Editores.
- López, E. (2013). *Manejo integrado de plagas en hortalizas del valle de Quillota: fortalezas y debilidades para su implementación*. Recuperado el 8 de septiembre de 2014 desde: <http://www.minagri.gob.cl/wp-content/uploads/2013/08/Manejo-Integrado-de-Plagas-en-Hortalizas-del-Valle-de-Quillota.pdf>.
- Martínez, M. y Moreno, Z. (2008). *Estandarización de una metodología para la evaluación de eficacia de productos para la protección de cultivos para el control de Botrytis sp, en condiciones semicontroladas*. Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana.
- Martínez, R. y Martínez, N. (1997). *Diseño de experimentos. Análisis de datos estándar y no estándar*. Bogotá: Fondo Nacional Universitario.
- Martínez, R., Martínez, N. y Martínez, M.V. (2011). *Diseño de experimentos. Aplicaciones en R, SA, SPSS v19 y STATISTIX v9*. Bogotá: Fondo Nacional Universitario.
- Martínez, G. y Barreto, N. (1998). *La chinche de los pastos Collaria scenica Stal., en la sabana de Bogotá*. Bogotá: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica.
- Mena, Y. y Mesa, N. (2014). *Evaluación de la resistencia a Prodiplosis longifila Gagné (Diptera: Cecidomyiidae) en genotipos de tomate cultivados y silvestres*. Palmira: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 24 de septiembre de 2014 desde: <http://www.bdigital.unal.edu.co/31107/1/30210-201851-1-PB.pdf>.
- Morales, J., Rodríguez, M., Azpiroz, H. y Pedraza, M. (2009). Modelo para la estimación del área del fruto en la evaluación de la antracnosis en aguacate (*Persea americana* Mill) cv. *Hass*. *Revista Científica UDO Agrícola*, 9 (2): 421-424. Recuperado el 4 de noviembre de 2014 desde: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3308571>.
- Orozco, M., García, K., Manzo, G., Guzmán, S., Martínez, L., Beltrán, M., Garrido, E., Torres, J. y Canto, B. (2013). *La sigatoka negra y su manejo integrado en banano*. Tecomán, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas, Centro de Investigación Regional Pacífico, Centro Campo Experimental Tecomán. Recuperado el 12 de diciembre de 2014 desde: [http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&ved=0CEQQFjAF&url=http%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fprofile%2FLuciano\\_Martinez\\_Bolanos%2Fpublication%2F256297564\\_La\\_Sigatoka\\_negra\\_y\\_su\\_manejo\\_Integrado\\_en\\_banano%2Flinks%2F00b7d524844723c153000000.pdf&ei=DxYBVaTTOMWNNpSghKgB&usq=A-FQjCNHj20xjKjBVv3aQ2VtxomUviZFi9g&bv=87920726,d.eXY](http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&ved=0CEQQFjAF&url=http%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fprofile%2FLuciano_Martinez_Bolanos%2Fpublication%2F256297564_La_Sigatoka_negra_y_su_manejo_Integrado_en_banano%2Flinks%2F00b7d524844723c153000000.pdf&ei=DxYBVaTTOMWNNpSghKgB&usq=A-FQjCNHj20xjKjBVv3aQ2VtxomUviZFi9g&bv=87920726,d.eXY).
- Peretto, A. y Silva, C. (2002). *Guia de Avaliacao de Ensaio. Fitopatologia. Escalas Diagramaticas e Chaves Descritivas*. Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento. Hokko do Brasil.
- Perez, W. (2008). Monitoreo del tizón tardío de la papa. *Manual de capacitación módulo 5*. Recuperado el 14 de enero de 2015 desde: [https://research.cip.cgiar.org/typo3/web/file-admin/icmtoolbox/ICM\\_Toolbox/Files/05-monitoreo.pdf](https://research.cip.cgiar.org/typo3/web/file-admin/icmtoolbox/ICM_Toolbox/Files/05-monitoreo.pdf).
- Perilla, L. y Sanabria, A. (2007). *Condiciones que favorecen el desarrollo de mildew polvoso*

*(Sphaerotheca pannosa)* en los cultivos de rosa de la sabana de Bogotá. Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana.

Püntener, W. (1981). *Manual for field trials in plant protection*. Agricultural Division, Ciba, Geigy Limited.

Quiroga, N. (2004). *Evaluación de la eficiencia de cuatro fungicidas aplicados al suelo y follaje para el control de mildew veloso, ocasionado por Peronospora sparsa, en un cultivo comercial de rosa, variedad charlotte*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Colombia.

Rivillas, C., Serna, C., Cristancho, M. y Gaitán, A. (2011). *La roya del cafeto en Colombia. Impacto,*

*manejo y costos del control*. Chinchiná: Cenicafé. Recuperado el 18 de noviembre de 2014 desde: [http://www.federaciondecafeteros.org/static/files/roya/boletin\\_roya/BoletinRoya1Definitivo.pdf](http://www.federaciondecafeteros.org/static/files/roya/boletin_roya/BoletinRoya1Definitivo.pdf).

Steel, R. G. D. y Torrie, J. H. (1980). *Principles and procedures of Statistics a biometrical approach*. Nueva York: McGraw-Hill Book co.

Tabares, J., Villalba, D., Bustillo, A. y Vallejo, L. (2008). *Eficacia de insecticidas para el control de la broca del café usando diferentes equipos de aspersión*. Cenicafé, 59 (3): 227-237.

Townsend G. R. y Heuberger J. W. (1943): Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Dis. Rep.*, 24: 340-343.



