



ORGANISMO INTERNACIONAL REGIONAL
DE SANIDAD AGROPECUARIA

*Más de seis décadas salvaguardando el patrimonio
agropecuario de nuestra región*



Proyecto para el fortalecimiento de las acciones de manejo integrado de la roya y otras plagas del café

SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA PARA LA ROYA Y OTRAS PLAGAS DEL CAFÉ PARA LA REGION DEL OIRSA

2017



Implementación del modelo piloto del sistema de alerta temprana (SAT) para la roya del café en la región del OIRSA

Proyecto para el fortalecimiento de las acciones de manejo
integrado de la roya y otras plagas del café

El Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), es una institución intergubernamental especializada en las áreas de salud animal, sanidad vegetal, inocuidad de alimentos y servicios cuarentenarios, con el objetivo de desarrollar y coordinar programas de prevención, control y erradicación de enfermedades y plagas en sus países miembros: México, Belice, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, República Dominicana, desde su fundación en 1953.

© Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria

Gamboa, H; y Urías, C. 2014. Implementación de un modelo piloto del sistema de alerta temprana (SAT) para la roya del café en la región del OIRSA. 1ª edición. San Salvador, El Salvador, Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). 70 páginas.

Serie técnica caficultura

Documento técnico No. 03

Publicación realizada en el marco del Programa regional de apoyo al control de la roya del café, aprobado en la II Reunión Extraordinaria del Comité Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (CIRSA), el 30 de noviembre de 2012, en Nicaragua.

Se autorizará la reproducción total o parcial de este documento para uso no comercial, mediante el envío de una solicitud dirigida al Programa regional de apoyo al control de la roya del café, del OIRSA, que evaluará su aprobación. La solicitud debe remitirse al correo electrónico: royacafeoirsa@oirsa.org

Autores

Harold Gamboa Morillo
MsC. Agroforestal tropical

Carlos Ramón Urías Morales
Dirección Regional de Sanidad Vegetal

Créditos

Diseño y diagramación: María Cristina Pérez Niebla
Imágenes: OIRSA.

Contenido

Contenido.	5
Índice de cuadros.	7
Índice de figuras.	8
Prólogo.	9
1. Introducción.	11
2. Definición del Sistema de Alerta Temprana (SAT).	13
2.1. ¿Cuál es el objetivo del SAT para la Roya del Café?	14
3. Componentes del sistema de alerta temprana para la roya del café.	14
4. Niveles de alerta del SAT.	16
5. Matriz de variables del SAT.	18
6. Metodología para la implementación del piloto del SAT para la roya del café.	19
6.1. Requerimientos para la implementación del modelo piloto del SAT.	19
6.1.1. Logística para el desarrollo de las acciones del SAT.	21
6.1.2. Grupo experto del SAT.	21
6.1.3. Personal técnico para la evaluación de la incidencia de la roya del café.	24
6.2. Selección del área piloto.	25
6.3. ¿Cómo realizar la implementación del SAT en un área piloto?	28
6.3.1. Verificación de requerimientos.	28
6.3.2. Conformación del grupo experto.	30
6.3.3. Información meteorológica de la zona piloto.	32
6.3.4. Definición de la estrategia de evaluación de la incidencia de la roya del café en el área piloto.	33

Contenido

6.3.5. Comunicación de SAT.	37
6.3.6. Análisis e integración de la información para la generación de alertas y recomendaciones. ..	42
6.3.7. Comunicación del mensaje del SAT a partir de la elaboración de un boletín técnico.	48
6.3.8. Seguimiento y evaluación de las acciones del SAT.	50
7. Anexos.	53
8. Bibliografía.	66

Índice de cuadros

Cuadro 1. Componentes estructurales del sistema de alerta temprana para la roya del café.	14
Cuadro 2. Matriz de variables del sistema de alerta temprana para la roya del café.	18
Cuadro 3. Variables requeridas en el sistema de información del sector productor del área piloto.....	20

Indice de figuras

Figura 1. Modelo estructural del sistema de alerta temprana para la roya del café.	15
Figura 2. Niveles de alerta del SAT.	16
Figura 3. Estructura del grupo experto del SAT para la roya del café.	22
Figura 4. Departamento de Matagalpa seleccionado como área piloto para el SAT en Nicaragua.	26
Figura 5. Etapas del SAT para la roya del café.	38
Figura 6. / Ȳ Œ Ÿ Ł ¯ Ñõ ¯ Ȳ ÑõȲ del SAT en Honduras a nivel nacional	39
Figura 7. Pronóstico de precipitación entre 5-10 mm en al menos 6 horas para el periodo 1-10 de agosto de 2014.....	43
Figura 8. Comportamiento de la temperatura óptima para el desarrollo de la roya del café en Honduras para el periodo en mención.	44
Figura 9. Mapa de temperaturas máximas en Honduras para el periodo 9-18 de abril de 2014.	44
Figura 10. Mapa de temperaturas mínimas en Honduras para el periodo 9-18 de abril de 2014.	45
Figura 11. Información generada por el SIM-HV correspondiente a la incidencia de la roya del café por variedad cultivada.	46
Figura 12. Gráfica generada por el SIM-HV representando el porcentaje promedio de incidencia de la roya en los diferentes departamentos evaluados..	47
Figura 13. Identificación categórica de la incidencia de la roya del café en diferentes zonas productoras de café en Honduras.	51
Figura 14. Número de días húmedos para el pronóstico extendido entre el 1-10 de septiembre de 2014 en Honduras.	52

Prólogo

Históricamente, la caficultura de los países productores que forman parte de la región del OIRSA, ha estado sometida a un panorama de alta vulnerabilidad y afectación por una plaga destructiva como lo es la roya del café (*Hemileia vastatrix*).

Los efectos de la reciente epidemia comenzaron a manifestarse a partir del segundo semestre del año 2012, dejando en evidencia, las deficiencias regionales de respuesta ante la presencia de un brote epidémico de tal magnitud, ocasionado por una plaga ya presente en nuestra caficultura desde la década de los años 70.

En el 2013, los Ministerios/Secretarías de Agricultura e instituciones especializados en café de la región, reportaron daños en las plantaciones de café estimados en aproximadamente 779.000 ha, cantidad que representa el 47.1% del parque cafetalero regional.

Con el transcurso del tiempo, la afectación epidémica transfronteriza se tradujo además, en la reducción de ingresos para el sector productor, afectando en gran medida la seguridad alimentaria de las familias cafetaleras, la generación de empleos directos e indirectos, la disminución de divisas por efecto de la merma en los volúmenes de exportación del grano, entre otras consecuencias negativas que aún no han sido totalmente cuantificadas.

Ante el desalentador panorama que fracturó en gran medida a uno de los principales rubros agrícolas que soportan la economía familiar rural de muchos países en la región, los Ministros/Secretarios de Agricultura y Ganadería integrantes del CIRSA, durante la LI Reunión Extraordinaria efectuada el 30 de noviembre de 2012, en Nicaragua, dictaminaron que el OIRSA ejecutara un programa regional de apoyo al control de la roya del café.

Dentro de las principales acciones del programa, se planteó la necesidad de generar un sistema de alerta temprana (SAT), con el propósito fundamental de contribuir a mitigar los efectos de la roya del café y otras plagas, a partir de la comunicación preventiva del riesgo fitosanitario y las respectivas acciones de intervención.

En ese contexto, el OIRSA está desarrollando esta iniciativa, generada y construida a partir de la experiencia propia y de otros países para ser implementada en el menor tiempo, en la región.

El presente documento "Implementación del modelo piloto del sistema de alerta temprana (SAT) para la roya del café en la región del OIRSA" ofrece las primeras bases de la metodología desarrollada por el Organismo, para implementar el SAT en una región definida como área piloto. En tal sentido, se espera que este material contribuya a labrar la experiencia y conocimiento sobre los sistemas de alerta temprana de aplicación para diferentes plagas del café y otros cultivos en la región.

M.Sc. Efraín Medina
Director Ejecutivo

1. Introducción

El modelo del sistema de alerta temprana (SAT) para la roya del café desarrollado por el OIRSA, obedece a un mandato ministerial de los países miembros del organismo y ha sido ejecutado bajo el marco del programa regional de apoyo al control de la roya del café que se implementó a partir del año 2013. El modelo SAT resultante, fue socializado en la LIX reunión de comisión técnica del OIRSA celebrada el 18 y 19 de marzo de 2014 en San Salvador.

A partir del producto generado, el OIRSA comenzó a realizar la implementación del modelo SAT en cuatro países de la región (El Salvador, Honduras, Nicaragua y Panamá) mediante la realización de simulacros en zonas piloto, que permitieron identificar las potencialidades, recursos, información, materiales y equipos disponibles para establecer el modelo en cada país.

Los simulacros se desarrollaron en coordinación con los Ministerios/Secretarías de Agricultura e institutos especializados del café en cada país y la colaboración de otros actores nacionales relevantes para el desarrollo del SAT.

Las actividades de diagnóstico y evaluación de las potencialidades de cada país para realizar la implementación del modelo SAT, requieren el desarrollo de jornadas de socialización y trabajo conjunto entre la coordinación del SAT y los actores clave involucrados en el proceso. Es por ello, que el OIRSA en cumplimiento a las acciones regionales encomendadas, ha generado un documento guía para la implementación de un modelo piloto del sistema de alerta temprana para la roya del café, donde se describen las principales acciones y elementos a considerar para dar inicio a este importante proceso, con el ánimo de prevenir y mitigar los impactos que produce la devastadora enfermedad.

El presente documento sintetiza la metodología utilizada para el desarrollo de los simulacros de implementación de los modelos piloto, referenciando los requerimientos de información, logística, así como el recurso humano que conformará el grupo experto, a fin de coordinar las acciones que conllevan la ejecución de los componentes estructurales del SAT para la roya del café.

La generación de este documento guía se basa en las primeras experiencias realizadas en la región por el OIRSA durante el año 2014, para validar el modelo del SAT y someterlo a un proceso de mejora continua de acuerdo a la realidad de la caficultura de cada país, a las potencialidades económicas, logísticas y de recurso humano disponibles.

2. Definición del Sistema de Alerta Temprana SAT

Es un sistema experto conformado por especialistas y autoridades involucradas que cuenta con información de incidencia de la roya, clima, fenología entre otras variables, que permite comunicar niveles de alerta y así recomendar acciones preventivas y de control ante una amenaza o durante el desarrollo de la epidemia.

El sistema debe permitir recolectar datos e información, relacionarla con otras variables y ofrecer pronósticos de su efecto, así como recomendaciones del caso. El SAT busca que miles de familias que dependen del cultivo del café puedan ser informadas de manera oportuna y tomar decisiones acertadas para afrontar de la mejor manera la presencia de la plaga.

La propuesta de SAT nacional para la roya de café responde a la oferta climática cada vez cambiante, la cual ha sido documentada por expertos de la región, así como a la interacción dinámica y evolución continua del patógeno con su hospedero. Estos factores deben ser tomados en consideración, dada su influencia en las curvas epidemiológicas, el momento oportuno para el control químico, los productos y dosis a utilizar de acuerdo con el momento fenológico de la planta.

El SAT permitirá a las autoridades de gobierno, técnicos e instituciones relacionadas con el cultivo, fomentar la cultura de la prevención y disponer de información que disminuya la incertidumbre sobre el comportamiento de la enfermedad, para que se apliquen medidas correspondientes en el corto y en el mediano plazo (Figura 1).

2.1 ¿Cuál es el objetivo del SAT para la roya del café?

Comunicar oportunamente al sector oficial (gobierno), productores de café, institutos especializados y otros actores de la cadena sobre el riesgo potencial de una amenaza fitosanitaria y sus respectivas acciones de intervención.

3. Componentes del sistema de alerta temprana para la roya del café

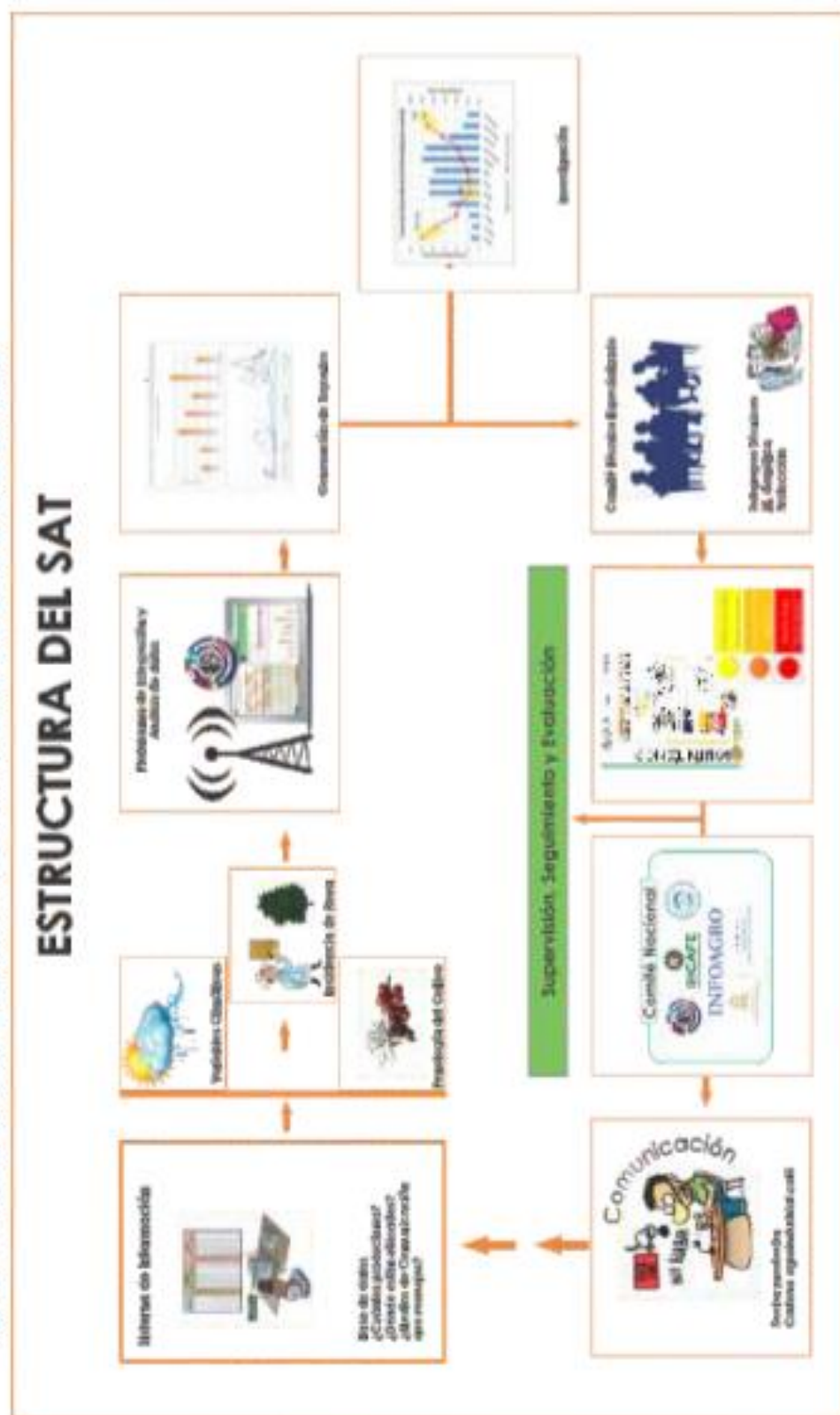
El modelo SAT para la roya del café, se fundamenta en la conjunción dinámica de nueve componentes prioritarios (Cuadro 1), cuyo núcleo fundamental para garantizar la correcta coordinación entre los mismos se denomina grupo experto.

Cuadro 1. Componentes estructurales del sistema de alerta temprana para la roya del café.

Componentes del sistema de alerta temprana	
1.	Base de información del sistema de producción café.
2.	Variables climáticas.
3.	Variables fenológicas.
4.	Método de prospección.
5.	Investigación (biología, epidemiología del hongo, entre otros).
6.	Plataforma de integración y análisis de la información (SIM-HV).
7.	Grupo experto (comité técnico especializado y grupo nacional del sistema de alerta temprana.
8.	Estrategia de gestión y comunicación de las alertas.
9.	Supervisión, seguimiento y evaluación.

El denominado **grupo experto** lo conforman el comité técnico especializado del sistema de alerta temprana y el comité nacional del sistema de alerta temprana. El grupo experto puede estar integrado por un recurso humano interinstitucional, bajo la coordinación de un ente seleccionado bajo consenso, de acuerdo a la experiencia de los mismos y capacidad de convocatoria.

Figura 1. Modelo estructural del sistema de alerta temprana para la roya del café.



4. Niveles de alerta del SAT

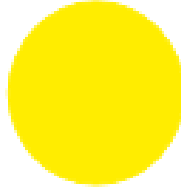
El establecimiento del SAT para la roya del café, implica el análisis de las diferentes variables y la generación de **alertas**, la construcción de una estrategia de comunicación del riesgo, que garantice que la información obtenida por la gestión del sistema, llegue a los actores que deben tomar acciones para reducir el riesgo por la presencia de la roya del café.

Es de gran importancia que todo el trabajo generado por el sistema, que se traduce principalmente en la generación de una alerta, sea comunicado de manera eficaz, eficiente y que su gestión permita mitigar el impacto del riesgo generado. El determinar cuando las condiciones meteorológicas, fenológicas y epidemiológicas constituyen un riesgo favorable para el desarrollo de la roya del café, es una información esencial que permite a las autoridades y al sector productor, establecer los mecanismos y acciones necesarias para proteger los cultivos.

Para una clara identificación y asociación del riesgo, el SAT ha incorporado seis niveles de alerta identificados con un color y nivel para cada uno, tal como se detallan a continuación.

Figura 2. Niveles de alerta del SAT.

	Alerta Café Activación del SAT	El color café, simboliza el punto de partida del SAT, periodo definido como la etapa donde finalizan las labores de cosecha y el comienzo de la fase preventiva para el control de la enfermedad (labores culturales, agronómicas, entre otras).
---	---	--

	Alerta Azul Riesgo mínimo
	Alerta Verde Riesgo bajo
	Alerta Amarilla Riesgo modelado
	Alerta Naranja Riesgo alto
	Alerta Roja Riesgo máxima

La alerta roja, que representa la existencia de un riesgo máximo, que implica peligro inminente de afectación por la plaga.

La simbología utilizada se basa en los sistemas internacionales de alerta implementados a nivel mundial para huracanes, terremotos, volcanes y otros sistemas de conocimiento general.

5. Matriz de variables del SAT

La construcción de una alerta emitida por el SAT, se cimienta en la conjugación analítica de la información proveniente de las variables fenológicas del cultivo, las variables ambientales óptimas para el desarrollo de la roya del café, el comportamiento epidemiológico de la enfermedad en campo y los fundamentos de la investigación de la plaga.

Todas las variables anteriormente enunciadas, para que se conviertan en una alerta o recomendación para el sector productor, son analizadas por el comité técnico especializado del SAT. Para ello, se ha elaborado una matriz de variables del SAT con sus respectivas valoraciones en función de un nivel de riesgo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Matriz de variables del sistema de alerta temprana para la roya del café.

Variables			
R.A.T.	No. Días húmedos	H.R.	D.D.F.
20	1-2	<50	<10
18	3-4	>50 y <60	10 - 19
16	5-6	> 60 y <70	20 - 39
14	7-8	>70 y <85	30 - 40
8 y 12	9-10	>85 - 100	>40

R.A.T.: Rango de amplitud térmica.

H.R.: Humedad relativa.

D.D.F.: Días después de la floración principal del cultivo.

Es necesario que el comité técnico especializado, tenga pleno conocimiento del origen y la manera cómo analizar e interpretar cada una de las variables presentadas en la matriz.

6. Metodología para la implementación del piloto del SAT para la roya del café

La ruta elaborada para la implementación del SAT para la roya del café que se presenta a continuación, se asienta en las experiencias piloto obtenidas durante la puesta en marcha del modelo en tres zonas piloto de El Salvador, Nicaragua y Panamá y a partir de la implementación del modelo a nivel nacional en Honduras durante el año 2014.

6.1 Requerimientos para la implementación del modelo piloto del SAT

A continuación se presenta un listado de información mínima que se recomienda debe estar a disposición del sistema experto para la zona objeto de implementación del SAT:

❖ Base de datos del sector productor:

Se requiere disponer de una base de datos, padrón u otra herramienta confiable que contenga al menos la siguiente información actualizada referente al sistema de producción del cultivo del café en la zona definida para implementar la experiencia piloto:

Cuadro3. Variables requeridas en el sistema de información del sector productor del área piloto.

Información básica			
Nombre y Apellido	Departamento	Municipio	Aldea
Manuel Francisco Bucardo Rocha	Matagalpa	Matagalpa	Buena vista
Carlos Tinoco Aguilar	Matagalpa	Matagalpa	El Año
María López Castellanos	Nueva Segobia	Ocofai	El Nance
Francisco Javier Salgado	Nueva Segobia	Jalapa	Jicaro

Información adicional de importancia				
Latitud	Longitud	Altura msnm	Área física (ha)	Área en café
12°55'0" N	85°55'0" W	1210	5.0	4.5
12°55'0" N	85°55'0" W	1250	3.0	2.8
13°45'25" N	86°11'06" W	1100	6.0	4.4
13°45'25" N	86°11'06" W	1120	4.5	3.6

- ❖ Acceso a información climática.
- ❖ Datos actuales e históricos de precipitación, temperatura (máxima, mínima y promedio mensual) y porcentaje de humedad relativa.
- ❖ Información sobre la biología/epidemiología del hongo (histórica y actual).
- ❖ Fenología del cultivo (registros de floración, épocas de crecimiento).
- ❖ Base de datos actores clave del sector café (cooperativas, asociaciones, exportadoras, entre otros).

6.1.1 Logística para el desarrollo de las acciones del SAT

Se realiza principal énfasis al conjunto de medios necesarios para llevar a cabo las acciones de campo (monitoreos de la enfermedad, variables fenológicas y demás contempladas en el SAT nacional), reuniones y eventos de capacitación que ameritan el desarrollo de las acciones del SAT. Estos medios contemplan disponer de:

- ❖ Espacio físico para el desarrollo de reuniones y mesas de trabajo.
- ❖ Equipo audiovisual y materiales de apoyo.
- ❖ Informar a las autoridades locales sobre la ejecución de las actividades.
- ❖ Disponibilidad de transporte para los equipos técnicos evaluadores a participar en las acciones de campo.
- ❖ Permisos correspondientes para el personal que se desplazará hacia la zona de estudio (personal y vehicular).
- ❖ Combustible e imprevistos.
- ❖ Alimentación.
- ❖ Hospedaje (si es requerido).
- ❖ Anuncio de visita a propietarios de las fincas a evaluar.

6.1.2 Grupo experto del SAT

El logro del objetivo del SAT para la roya del café, se obtiene a partir del análisis de la información proveniente de las diferentes acciones que se desarrollan en cada componente del sistema. La coordinación de estas acciones, debe ser encomendada a un equipo multidisciplinario e interinstitucional denominado "grupo experto".

El grupo experto lo conforman el comité nacional del SAT y el comité técnico especializado del SAT. Por lo tanto, el grupo experto a partir del comité técnico especializado (figura 3), orientará el desarrollo de estrategias tendientes a reducir la condición del riesgo fitosanitario y climático, a partir de la mejora en el conocimiento del riesgo, la consolidación del sistema nacional de alerta temprana, el fortalecimiento de la capacidad de respuesta y recuperación y la socialización de la información.

Figura 3. Estructura del grupo experto del sistema de alerta temprana para la roya del café.



Para lo anteriormente descrito, se requiere identificar previamente los actores clave que conformarán este grupo especializado, verificando su disponibilidad y compromiso para formar parte del equipo de trabajo. Se recomienda realizar una convocatoria para concertar una primera reunión de acercamiento y socialización de las acciones del SAT.

6.1.3 Personal técnico para la evaluación de la incidencia de la roya del café

La implementación del simulacro, requiere la disposición de un grupo técnico conocedor sobre el manejo integrado del cultivo del café, quienes realizarán las evaluaciones de la incidencia de la enfermedad; para ello, los evaluadores, requieren cumplir con un perfil mínimo (ver documento *Método de muestreo de la incidencia de la roya del café para la región del OIRSA: manual del evaluador*) que garantice la fiabilidad de la información que será transmitida al sistema:

- ❖ Conocimiento de la roya del café.
- ❖ Disponibilidad de tiempo para efectuar los muestreos en campo.
- ❖ Facilidad para comunicarse.
- ❖ Haber realizado al menos un ejercicio de conocimiento del método de muestreo actual o métodos anteriores.
- ❖ Habilidad para manejar equipo de telefonía móvil o dispositivo electrónico.
- ❖ Disposición a la retroalimentación y análisis de la información colectada.
- ❖ Capacidad para atender recomendaciones por parte de los encargados de dirigir el muestreo.
- ❖ Comprometido con los programas del control de la roya. Esta y recuperación y la socialización de la información.

6.1.4.1 Materiales, equipos e información esenciales para el evaluador

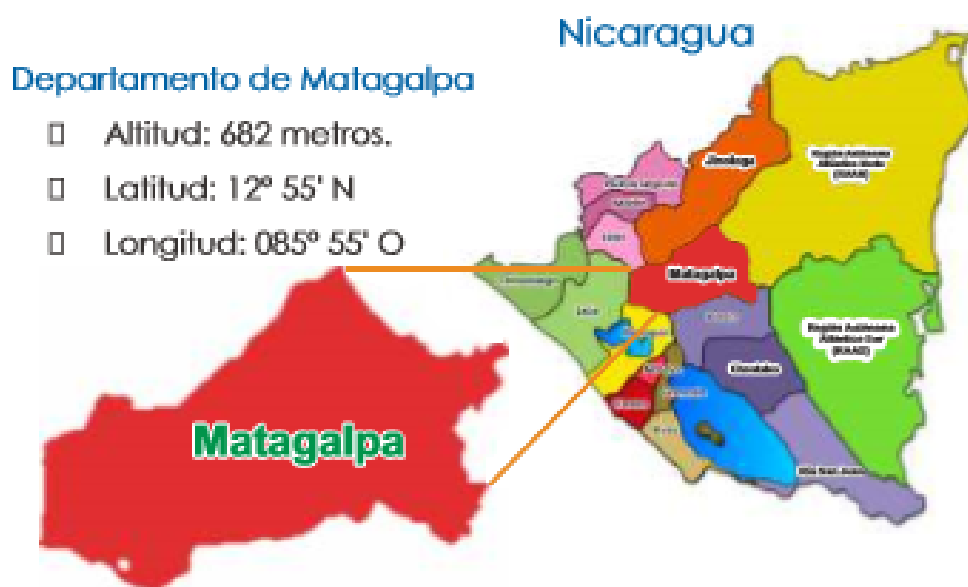
Para facilitar la realización de las acciones de campo y cumplir con los objetivos encomendados, el evaluador deberá disponer de:

- ❖ Documento técnico: *Método de muestreo de la incidencia de la roya del café para la región del OIRSA*: manual del evaluador.
- ❖ Ficha de campo para la identificación de síntomas de la roya del café.
- ❖ Lista de fincas asignadas para el muestreo.
- ❖ Confirmación de la presencia del propietario de la finca o persona designada con conocimiento sobre la misma.
- ❖ Dispositivo móvil (teléfono inteligente o tablet) para la captura de la información de la incidencia de la roya del café y otras variables.
- ❖ Formulario de campo para el registro de datos, si no dispone de un dispositivo móvil para la captura de la información.
- ❖ Equipo para la geoferenciación de las unidades productivas evaluadas (la mayoría de dispositivos móviles incluyen sistema GPS, ver especificaciones de su equipo).

6. 2 Selección del área piloto

La selección se debe realizar de manera conjunta con actores relevantes del sector cafetalero del país. A partir de una base de áreas geográficas, que contenga datos relevantes sobre la ubicación de la caficultura, área productora, número de productores, estratos altitudinales, variedades de café y otras variables basadas en los intereses y necesidades, se definirá el área piloto (Figura 4) como aquella zona geográfica que sea representativa de la caficultura nacional o la zona que vaya a representar un área productora de una región específica.

Figura 4. Departamento de Matagalpa seleccionado como área piloto para el SAT en Nicaragua.



Se debe considerar como factor muy importante, el disponer de información climática histórica y actual (precipitación, temperatura, humedad relativa) de la zona seleccionada; de preferencia, se busca que en esta área geográfica existan estaciones climáticas que provean la información.

El objetivo principal de iniciar las actividades del SAT en un área relativamente pequeña, es permitir una mayor concentración y detalle de las evaluaciones y acciones a realizar, obteniendo elementos importantes para definir acciones de gestión, que podrán ser probadas y ajustadas previo a la implementación del SAT a mayor escala.

La identificación y selección de áreas piloto está determinada por objetivos y parámetros específicos que pueden variar según el caso. En una escala espacial para las áreas piloto, se recomienda en un primer nivel elegir como área geográfica a los municipios.

Dentro de los municipios, las áreas productoras deben representar características diferentes para buscar complementariedad (topografía, tipo de manejo agronómico, edad plantaciones, variedades, entre otras.) y ubicarse en los diferentes estratos de altura o sub-regiones para buscar el criterio de representatividad.

De esta manera, se recomienda considerar como criterios para definir el área piloto los siguientes:

- ❖ Facilidad de acceso al área.
- ❖ Zona representativa de la caficultura:
 1. Producción y productividad.
 2. Nivel tecnológico.
 3. Variedades de café.
 4. Condiciones agroecológicas.
- ❖ Existencia de organizaciones de productores.
- ❖ Interés y capacidad local para implementar las acciones del SAT (sector oficial, productor y privado).
- ❖ Recursos humanos y financieros para implementar el SAT.
- ❖ Acceso a la información requerida (ver requerimientos del SAT).
- ❖ Presencia institucional (gobierno y/o sector privado).

6.3 ¿Cómo realizar la implementación del SAT en un área piloto?

La implementación del SAT, se realiza a partir del desarrollo de un *simulacro* en un área o región seleccionada, con lo cual, se pretende realizar una representación dinámica del funcionamiento total del sistema, enfrentando situaciones y características relevantes reales que permitirán evidenciar las potencialidades y debilidades del SAT para su implementación a una escala de mayor magnitud.

Previo a la ejecución del simulacro, es recomendable realizar una revisión de los requerimientos mínimos de recurso humano, información, materiales y logística requerida para desarrollar las acciones de implementación del modelo SAT en el área piloto (ver anexo 1).

Dentro de la metodología de implementación de los modelos piloto del SAT desarrollada por el OIRSA, se contempla realizar una primera sesión de trabajo (presencial o virtual) con los diferentes actores clave que estarán presentes activamente durante todo el proceso de planificación, implementación, seguimiento y evaluación del modelo SAT para la roya del café.

6.3.1 Verificación de requerimientos

6.3.1.1 Actividad 1: mesa de trabajo

A partir de una reunión de trabajo, con la participación de autoridades de Ministerios/Secretarías de Agricultura y/o institutos especializados en café y otros actores relevantes de la cadena agroindustrial del café, se realizará la socialización participativa de:

- ❖ El concepto y estructura del modelo SAT para la roya del café.
- ❖ Las experiencias de implementación del modelo SAT en otros países (si se dispone de la información).
- ❖ Los beneficios y desventajas de la aplicación del modelo SAT en el contexto local.
- ❖ Presentar los lineamientos para la conformación del grupo experto del SAT en el país (comité técnico especializado del SAT y comité nacional del SAT para la roya del café).
- ❖ Durante la dinámica, se busca obtener los primeros nombres de instituciones y recurso humano que podrían integrar el grupo experto.
- ❖ Revisar la base de información del sistema de producción café del área piloto y generar la primera selección aleatoria de las unidades productivas donde se realizarán los monitoreos fenológicos del cultivo y de incidencia de la enfermedad.
- ❖ A partir del inciso anterior, se realizará la conformación de los grupos técnicos de trabajo y planificación de la logística respectiva para los desplazamientos a campo (monitoreos fenológicos y de incidencia de la plaga).

6. 3.2 Conformación del grupo experto

El grupo experto estará integrado por un comité técnico especializado y un comité nacional del SAT para la roya del café. El comité técnico especializado (CESAT) por su parte, será el encargado en primera instancia, de coordinar todas las acciones correspondientes a la implementación del SAT; además, será el responsable de analizar la información meteorológica, fenológica del cultivo y aquella proveniente de los monitoreos de la incidencia de la roya en las plantaciones de café.

El CESAT, a partir de la integración de la información y su respectivo análisis, estará en la capacidad de generar un nivel de alerta de acuerdo a la matriz de variables que ha incorporado del SAT con sus respectivas recomendaciones de intervención de acuerdo al momento fenológico, el comportamiento meteorológico y el comportamiento de la enfermedad.

Se pretende que el comité técnico especializado, esté conformado en su mínima estructura por:

Fitopatólogo	Experto en manejo agronómico	Agroclimatólogo
Especialista en comunicación	Informático (manejo de software Sistemas Información Geográfica).	

Para tal efecto, el grupo experto, dentro de sus sesiones de trabajo específicas ya estipuladas en el cronograma de actividades del SAT, deberá trabajar en la entrega de los siguientes productos mínimos:

- ❖ Analizar la información proveniente de los monitoreos de incidencia de la enfermedad.

- ❖ Generar mapas de riesgos fitosanitarios del área en estudio, conociendo la amenaza y vulnerabilidad de la zona cafetalera.
- ❖ Elaborar y/o validar el plan de contingencia para los distintos grados de alerta generados.
- ❖ Realizar el seguimiento y evaluación de las alertas y recomendaciones emitidas por el SAT.
- ❖ Comunicar a las autoridades nacionales, institutos especializados, sector productor y demás actores clave sobre los resultados y acciones de intervención generadas.

Ejercicio de análisis de la información de la zona piloto por un equipo técnico multidisciplinario.



6.3.3 Información metereológica de la zona piloto

Las variables climáticas son el principal insumo al momento de generar una alerta temprana; de acuerdo a la ubicación de la zona piloto, se investigará el acceso a la información climática correspondiente. Esta puede ser dispuesta en primera instancia, por el ente oficial especializado encargado de generar la información a nivel nacional (servicios meteorológicos nacionales/recursos naturales, entre otros.), y en segundo lugar, por el sector productor (individual o cooperativo) y/o por el sector privado.

De acuerdo al modelo SAT implementado en Honduras a la cabeza del Instituto Hondureño del Café, el componente climático se trabaja a partir de un pronóstico extendido de 10 días para las variables temperatura, precipitación, número de días húmedos y humedad relativa. De esta manera y basados en la matriz de variables del SAT (Cuadro 2), el personal técnico del Servicio Meteorológico Nacional de Honduras, realiza los análisis estadísticos de la información de acuerdo a la conjugación de variables proporcionadas por el SAT.

Todo lo anterior se traduce principalmente en la elaboración de mapas de pronóstico, que posteriormente son sobrepuestos en mapas de incidencia de la enfermedad para finalmente, construir el mapa de riesgo fitosanitario y emanar las alertas respectivas.

Actualmente, uno de los mayores retos se centra en buscar mecanismos de cooperación para que las instituciones que manejan el sistema meteorológico en cada uno de los países, puedan incorporar en su red, nuevas estaciones ubicadas en las zonas productoras de café y en la disponibilidad del personal profesional, para

6.3.4 Definición de la estrategia de evaluación de la incidencia de la roya del café en el área piloto

El monitoreo de la roya del café, es un componente fundamental para la toma de decisiones respecto al riesgo fitosanitario que se pretende estimar; la vigilancia epidemiológica permitirá ajustar, validar y esclarecer de mejor manera, las alertas fitosanitarias generadas a partir de los pronósticos meteorológicos estimados en función de las variables ambientales.

Para ello, se recomienda definir la estrategia a implementar para evaluar el progreso epidemiológico del hongo. Actualmente, el SAT para la roya del café, trabaja utilizando dos conceptos que se implementan de manera individual o combinada, de acuerdo a las capacidades locales de la zona piloto:

a. Parcelas centinela

Las parcelas centinela son unidades de muestreo que se ubican estratégicamente en zonas representativas donde se desarrolla el cultivo, con el objetivo de monitorear la presencia y evolución de la enfermedad, para generar alertas fitosanitarias y tomar acciones de control.

b. Muestreos aleatorios

Se realiza a partir de la selección de un tamaño de muestra de la zona definida como piloto, a partir de variables como:

- ❖ Número de productores.
- ❖ Área de la caficultura.
- ❖ Zonas de mayor producción/productividad.
- ❖ Zonas agroecológicas representativas.

c. Muestreos aleatorios y parcelas centinelas.

Se trabaja como complementariedad de los dos conceptos. En algunas experiencias, las parcelas centinelas también recaban información epidemiológica más detallada de la plaga en estudio, aunado a la captura de información climática, fenológica y de manejo agronómico del cultivo.

La información generada por estas unidades productivas, sirven como base o puntos control para correlacionar la información que proviene de los monitoreos nacionales que se realizan a mayor escala.

Durante esta sesión, se recomienda realizar una mesa de trabajo, para definir un protocolo para el establecimiento de las parcelas centinela.

6.3.4.1 Actividad 1: mesa de trabajo

La actividad se desarrolla, con la participación activa de personal técnico con habilidades y experiencia en el manejo integrado del cultivo del café y conocimiento sobre la evaluación de la roya. El grupo de trabajo puede tomar como base para el análisis y discusión, el documento técnico “Guía para la implementación de parcelas centinela para el monitoreo de la roya del café” generado por el OIRSA.

El producto final de esta mesa de trabajo, será la consolidación de un documento que será la base de orientación para el establecimiento de las parcelas centinelas y/o la estrategia para ejecutar los monitoreos de la incidencia de la roya del café.

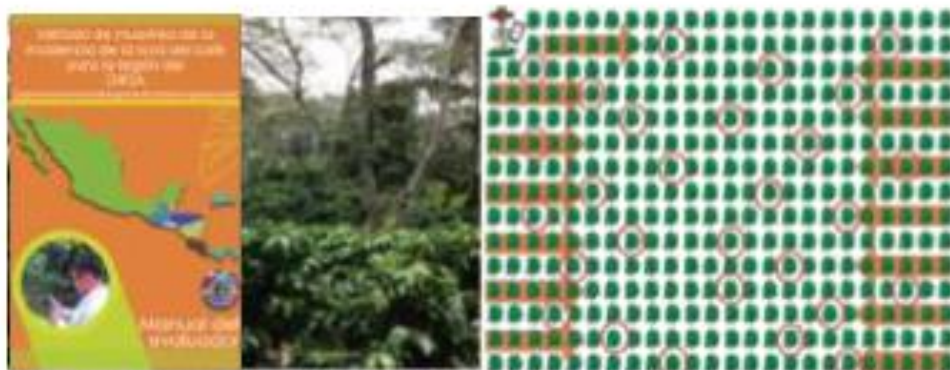
6.3.4.2 Actividad 2: Mesa de trabajo

Con la participación de autoridades y personal técnico interesado, se realiza la socialización, análisis y discusión del documento técnico: "Método de muestreo de la incidencia de la roya del café para la región del OIRSA: manual del evaluador".

Se recomienda que la primera sesión de socialización del manual del evaluador, deba incluir al menos una práctica de campo. Para lo anterior, se requiere disponer de al menos una tablet o dispositivo móvil por cada equipo evaluador que se desplazará a realizar el monitoreo de la incidencia de roya, para realizar la práctica de captura de datos con la aplicación móvil SIM-HV y la versión impresa del documento técnico.

La actividad para monitorear la incidencia de la roya del café, a partir de la metodología socializada previamente, puede ejecutarse en al menos un día de trabajo en campo. Con la conformación de los grupos de evaluadores ya definidos, se procederá a desplazarse hacia las regiones cafetaleras para realizar las evaluaciones en las fincas designadas.

Se sugiere que cada evaluador, realice el monitoreo de la enfermedad en un número mínimo de fincas asignadas para el/los días definidos para realizar la actividad.



Método de muestreo 30 árboles/2bandolas/1ha desarrollado por el OIRSA para evaluar la incidencia de la roya del café.

De acuerdo a las diferentes validaciones del método de muestreo en la región del ORISA, el número de evaluaciones promedio a realizar en cada día por un técnico es de 5 lotes, tomando en consideración la distancia entre fincas y el tiempo de muestreo requerido (aproximadamente 45 minutos/lote/técnico).



Personal técnico realizando el monitoreo de la incidencia de la roya del café.

Al finalizar la jornada, se recomienda realizar una actividad de retroalimentación, donde se analizan los puntos críticos de la implementación del método y los criterios de selección de fincas para realizar ajustes al contexto local si estos son requeridos.



Retroalimentación luego de realizar las evaluaciones de incidencia de la roya del café.

6.3.5 Comunicación del SAT

La comunicación en el marco de este sistema de alerta temprana, debe considerar el intercambio de información, opiniones y el establecimiento de un diálogo efectivo con toda la cadena del café. De esta manera, el objetivo del SAT se traduce en contribuir a que los productores puedan tomar decisiones de manera oportuna y con mayor información para mitigar el impacto de la roya sobre sus plantaciones.

Aunque existe por definición un comunicador responsable dentro del SAT, es importante que el especialista designado coordine sus funciones con comunicadores del sector privado o de otras dependencias diferentes a los Ministerios/Secretarías de Agricultura, buscando la suma de esfuerzos, equipos, logística y un accionar más inmediato para actuar en el menor tiempo posible y con mayor cobertura ante la emisión de boletines, recomendaciones y demás que se consideren importantes para ser comunicados al público en general.

Se busca de preferencia que el comunicador pueda tener representatividad oficial, que le permita enlazar a otras áreas gubernamentales, así como a diferentes estructuras privadas del sector productivo, industrial o de exportación del rubro del café.

6.3.5.1 Las primeras tareas del comunicador

Una de las primeras actividades a realizar durante la implementación del modelo del modelo piloto del SAT, es la elaboración del cronograma de actividades del sistema. La planificación y elaboración del cronograma de comunicación y la dinámica de las estrategias en relación a las alertas e información emitidas por el SAT, será una acción conjunta que se desarrolla bajo la coordinación del grupo experto y el especialista en comunicación del SAT.

En segundo lugar, se recomienda elaborar un documento con la estrategia de comunicación vinculada al SAT, en la cual, a partir de la definición del público meta (número de productores, cooperativas, asociaciones, entre otras,) se definirán las actividades y las herramientas de comunicación a utilizarse dependiendo de los medios disponibles para ejecutar cada acción.

6.3.5.2 ¿Cómo elaborar el cronograma de comunicación?

Los orientadores de la actividad, con la participación del especialista en comunicación y los integrantes del comité técnico especializado del SAT, conformarán una mesa de trabajo para la definición de las actividades prioritarias del sistema y la calendarización de las mismas.

6.3.5.2.1 Actividad 1 de la mesa de trabajo.

El cronograma de actividades, toma como punto de partida el momento de activación del SAT para la roya del café, tiempo que fenológicamente se ha determinado como el periodo donde culminan las labores de cosecha del cultivo (Figura 5). Durante esta etapa, el componente de comunicación del SAT se activa con la emisión de boletines generados por el grupo experto, los cuales generalmente inician con recomendaciones preventivas de manejo integrado del cultivo.



De acuerdo a la experiencia generada por el OIRSA en la implementación de los modelos piloto del SAT, a continuación se presenta un ejemplo de las actividades que se pueden reflejar en el cronograma del sistema (Figura 6):

- ❖ Monitoreos en campo para evaluar la incidencia de la roya del café.
- ❖ Evaluaciones de variables fenológicas del cultivo.
- ❖ Pronósticos de cosecha.
- ❖ Generación de reportes meteorológicos para la zona en estudio.
- ❖ Reuniones del comité técnico especializado del SAT.
- ❖ Reuniones del comité nacional del SAT.
- ❖ Emisión de boletines y/o comunicaciones del SAT.

Figura 6. Cronograma de actividades del SAT a nivel nacional en Honduras.



Finalmente, el cronograma debe ser socializado ante el comité nacional del SAT, quienes realizarán recomendaciones, aprobarán y oficializarán el mismo para su estricto cumplimiento.

6.3.5.3 Acerca de la estrategia de comunicación vinculada al SAT.

La estrategia de comunicación, será el documento guía que orientará la línea de trabajo especializada en la comunicación estratégica del SAT, con la cual se busca difundir a través de las diferentes herramientas atribuidas al ámbito de la difusión y comunicación, las alertas, recomendaciones y avances de manera sistemática, a todos los integrantes de la cadena agroindustrial del café.

Todas las acciones, principios y contenidos, deben estar al servicio de los distintos componentes del SAT, convirtiéndose en un sistema abierto a la participación, para generar la credibilidad y la confianza necesarias que permitan alcanzar el propósito de ser un sistema confiable y de referencia en materia fitosanitaria para el control de la roya y otras plagas del café.

El desarrollo de la estrategia de comunicación contempla al menos las siguientes acciones:

- ❖ Realizar un diagnóstico para determinar cuál es la situación actual de la comunicación a lo interno de los actores que estarán a cargo del componente de comunicación, identificando las necesidades y potencialidades del mismo.
- ❖ Determinar los objetivos y el alcance del componente de comunicación del SAT, lo cual permitirá la planificación de acciones y definición de los mecanismos para desarrollar las herramientas de comunicación y otras actividades requeridas a lo largo de todo el proceso.
- ❖ Evaluar el nivel de compromiso de los actores que van a intervenir en las acciones de comunicación del SAT.

- ❖ La ejecución de la estrategia de comunicación, deberá estar acompañada de un seguimiento continuo, permitiendo realizar ajustes y mejoras con el fin de obtener un mayor logro de los objetivos de comunicación propuestos.

En el desarrollo de la estrategia de comunicación, se recomienda realizar una matriz de trabajo que cuente en su estructura con al menos los siguientes componentes:

- ❖ Descripción del público meta.
- ❖ Objetivos
- ❖ Tipo de herramientas o medios de comunicación a utilizar (carteles, poster, cuñas radiales, videos, hojas técnicas, manuales, mensajes telefónicos: msn, watsap, internet, facebook, Twitter, banderas colores de alerta, etc)
- ❖ Cronograma para la ejecución de actividades de comunicación
- ❖ Materiales y equipos requeridos
- ❖ Presupuesto del componente de comunicación
- ❖ Seguimiento y evaluación

De igual manera, se hace necesario definir un presupuesto operacional que garantice el cumplimiento de las tareas encomendadas al componente de comunicación, como en el caso de la emisión de boletines, traslados y asistencias a reuniones, actualizaciones y capacitaciones en el área, así como las herramientas necesarias (cámaras fotográficas o de video, equipo de cómputo, internet, entre otras.) que faciliten el envío de la información.

A continuación se describen algunos requerimientos importantes a considerar para el accionar del componente de comunicación del SAT:

- ❖ Contar con una base de datos de los diferentes sectores de la cadena café.
- ❖ Participar y/o consolidar una red de comunicadores nacionales.
- ❖ Participar en capacitaciones y/o actualizaciones.
- ❖ Contar con herramientas necesarias como: presupuestos de viáticos, cámaras fotográficas, cámara de video, equipo de cómputo y sus componentes.
- ❖ Contar con la asignación presupuestal para las tareas de comunicación.
- ❖ Elaborar un programa de comunicación para el área piloto y para el país.
- ❖ Diagnóstico de los principales medios a utilizar basado en la caracterización de los sectores de la cadena café.
- ❖ Programa de boletines técnicos en función al número de alertas emitidas por el grupo técnico especializado.
- ❖ Programa de socialización en radio, televisión y otros medios masivos.

6.3.6 Análisis e integración de la información para la generación de alertas y recomendaciones.

Dentro del proceso de implementación del modelo piloto del SAT, esta etapa representa ser la de mayor relevancia para el logro de los objetivos del sistema. Dentro de este contexto, el comité técnico especializado del SAT, es el encargado de liderar el análisis e integración de la información dispuesta por las diferentes fuentes, a fin de generar un nivel de alerta y sus respectivas recomendaciones para contribuir a la prevención, mitigación y/o control de la incidencia de la enfermedad en la caficultura.

Para lo anterior, las actividades de esta etapa se trabajan en al menos tres sesiones principales de análisis y discusión, mismas que se describen a continuación.

6.3.6.1 Sesión 1: Análisis de la información meteorológica de la zona piloto.

Con la participación del personal especializado en el área meteorológica dentro del comité técnico especializado del SAT, autoridades, personal técnico y otros actores clave, se realiza el análisis de las variables climáticas para la zona piloto, de acuerdo a la matriz de variables del SAT (Cuadro 6).

Una de las principales herramientas manejadas para analizar la información climática, es a partir de la utilización de mapas que permiten expresar gráficamente el comportamiento de las variables en estudio.

A partir del conocimiento de las variables climáticas de la zona en estudio, el SAT pretende generar un pronóstico extendido sobre el posible comportamiento de las condiciones ambientales para un determinado tiempo (pronóstico extendido a 10, 15, 20 días) establecido en función de las capacidades de los entes que proveen la información meteorológica.

Se recomienda elaborar un mapa para cada variable, mismos que serán analizados y discutidos por el comité técnico del SAT. A continuación se presentan algunos ejemplos de los análisis generados por el SAT en Honduras, (Figura 7, Figura 8, Figura 9 y Figura 10).

Figura 7. Pronóstico de precipitación entre 5-10 mm en al menos 6 horas para el periodo 1-10 de agosto de 2014.



Figura 8. Comportamiento de la temperatura óptima para el desarrollo de la roya del café en Honduras para el periodo en mención.



Figura 9. Mapa de temperaturas máximas en Honduras para el periodo 9-18 de abril de 2014.

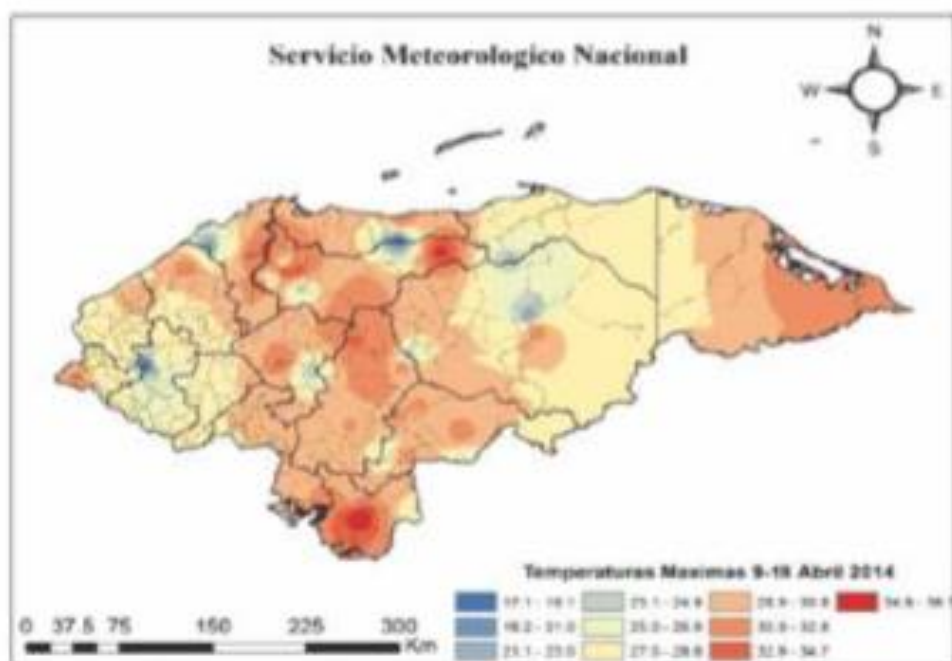
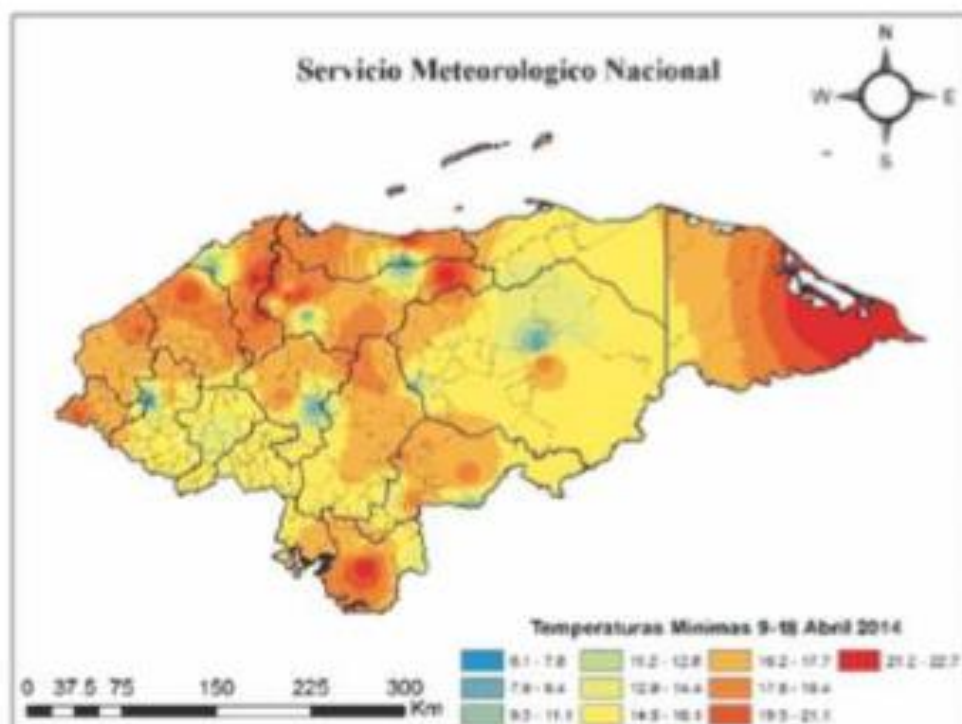


Figura 10. Mapa de temperaturas mínimas en Honduras para el periodo 9-18 de abril de 2014.



6.3.6.2 Sesión 2: Análisis del comportamiento epidemiológico de la roya.

A partir de la información recopilada en campo durante la sesión práctica de evaluación del porcentaje de incidencia de la roya, utilizando la aplicación móvil o el ingreso directo de la información a la plataforma integradora SIM-HV, se realiza el análisis y discusión de los niveles de incidencia de la enfermedad.

Para este fin, el comité técnico especializado del SAT en primera instancia, revisará la calidad de la información resultante de los monitoreos de la enfermedad, utilizando las herramientas para la generación de reportes del SIM-HV; durante esta acción, se pueden emplear los filtros que facilita el sistema para visualizar las diferentes variables.

Posteriormente, el comité técnico especializado del SAT define y prioriza las combinaciones de variables a representar gráficamente; por ejemplo, se puede requerir visualizar el porcentaje de incidencia de la roya en función de:

- ❖ La variedad de café de cultivada en la zona evaluada (Figura 11).
- ❖ La localidad productora (aldea, municipio, departamento) (Figura 12).
- ❖ La altura en metros sobre el nivel del mar.
- ❖ La categoría de manejo agronómico.
- ❖ Entre otras combinaciones.

Figura 11. Información generada por el SIM-HV correspondiente a la incidencia de la roya del café por variedad cultivada.

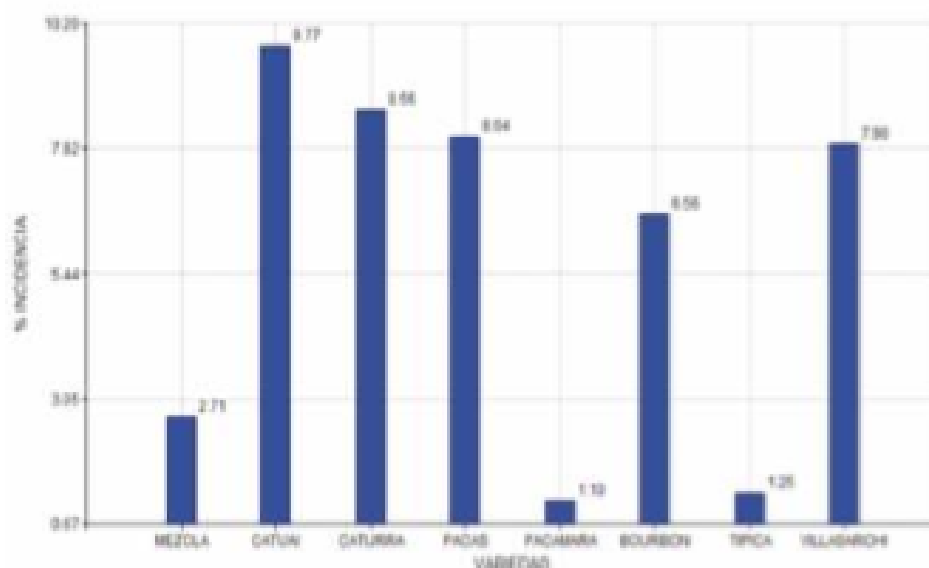


Figura 12. Gráfica generada por el SIM-HV representando el porcentaje promedio de incidencia de la roya en los diferentes departamentos evaluados.



La interpretación de la información anterior, será parte decisiva para determinar el nivel de riesgo de la enfermedad, al asociarlo con el pronóstico extendido de clima para un periodo de tiempo determinado.

6.3.6.3 Definición de los criterios de manejo integrado del cultivo para la generación de recomendaciones.

La definición oficial (gobierno/sector privado) de los paquetes tecnológicos que serán utilizados en el manejo integrado del cultivo, y en este caso con principal énfasis en el manejo de la roya del café, es de vital importancia para la toma de decisiones por parte del sistema de alerta temprana, autoridades y productores del rubro, para así garantizar la correcta aplicación de los recursos y alcanzar el principal objetivo de prevenir/mitigar el impacto de la enfermedad.

Durante esta actividad, se requiere compilar en un documento guía para el SAT, toda la información oficial correspondiente a:

- ❖ Recomendaciones generales de manejo agronómico del cultivo:
 - ✓ Regulación de sombra.
 - ✓ Manejo de tejidos.
 - ✓ Nutrición del cultivo.
 - ✓ Entre otras.
- ❖ Control de plagas a partir de fungicidas:
 - ✓ Lista de productos químicos autorizados con registro sanitario para el control de la roya y otras plagas de café.
 - ✓ Productos químicos validados por el ente oficial del país (Ministerio/Secretaría de Agricultura y/o instituto especializado en café).
 - ✓ Dosis recomendadas.
 - ✓ Frecuencia de aplicación.
 - ✓ Tecnología de aplicación.
- ❖ Control genético de plagas.
- ❖ Controles legales.
- ❖ Entre otros que se consideren importantes.

Finalmente, al momento de emitir una recomendación frente a un nivel de alerta, el comité del SAT recurrirá al documento guía para orientarse sobre los insumos y recomendaciones para recomendar al sector productor.

6.3.7 Comunicación del mensaje del SAT a partir de la elaboración de un boletín técnico.

Con el propósito de cumplir el objetivo del SAT para la roya del café, que contempla la comunicación oportuna sobre el riesgo potencial de una amenaza fitosanitaria y las respectivas recomendaciones de intervención, existen diferentes medios que el CESAT puede emplear a través del componente de comunicación, para notificar a los diferentes actores el mensaje final.

Una manera integral de traducir el mensaje hacia determinado público, es a partir de la generación de un boletín técnico. Durante la experiencia de implementación del SAT en Honduras, en coordinación con el Instituto Hondureño del Café y el Servicio Meteorológico Nacional, hasta el mes de septiembre se han generado 6 boletines técnicos informativos.

El mensaje plasmado en el boletín, será responsabilidad del grupo experto, quienes en primera instancia, trasladarán los resultados a las autoridades oficiales para sus respectivas consideraciones.

De esta manera y basados en la experiencia generada en Honduras, el boletín técnico presenta la siguiente estructura (Anexo 2):

Portada:

- ❖ Logos de las instituciones que conforman el comité nacional del SAT para la roya del café, con el fin de soportar su veracidad y credibilidad.
- ❖ Un título visible.
- ❖ Número de edición del boletín.
- ❖ Fecha de emisión del boletín.
- ❖ Color característico al nivel de alerta generado.
- ❖ Esquema o imagen que represente la estructura u objetivo del SAT.

Contenido:

- ❖ Nivel de alerta emitido por el SAT.
- ❖ Análisis del riesgo climático para el tiempo de pronóstico extendido.
- ❖ Análisis de información fenológica.
- ❖ Comportamiento epidemiológico de la enfermedad.
- ❖ Recomendaciones de manejo integrado del cultivo ante el nivel de alerta generado.

6.3.8 Seguimiento y evaluación de las acciones del SAT.

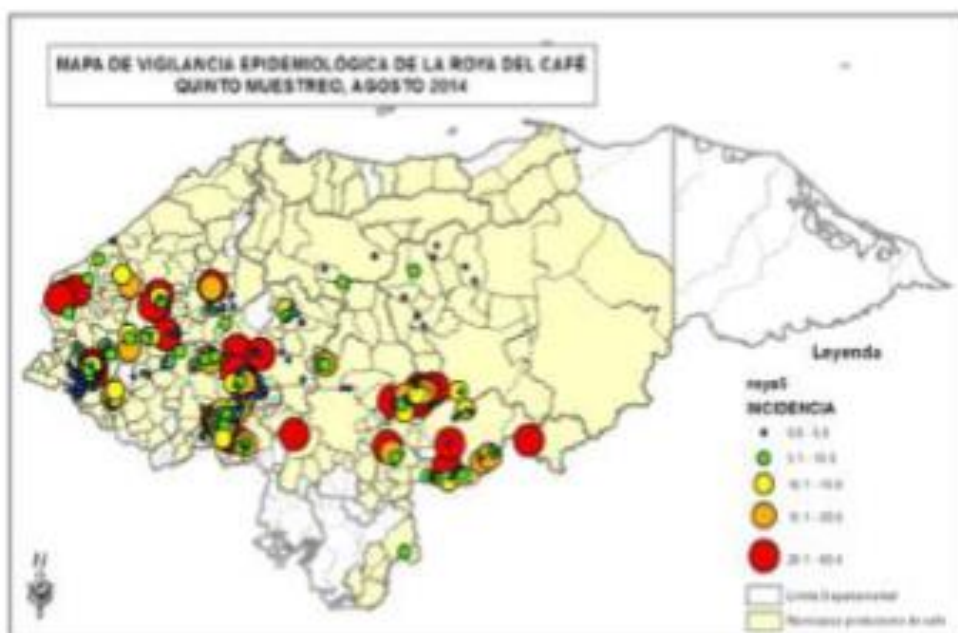
Para asegurar la consecución del objetivo establecido por el SAT para la roya del café, es necesario realizar el seguimiento de las acciones inmersas en los diferentes componentes del sistema y llevar a cabo la evaluación de los resultados alcanzados.

La evaluación de las acciones del SAT, se realizará con base en la información que arroje el seguimiento respecto de las actividades planificadas y descritas en el cronograma del SAT. El grupo experto del SAT, será el responsable de realizar el seguimiento de estas acciones, mientras que la evaluación, deberá realizarla una tercera representada por un ente reconocido en el ámbito académico, de investigación u otro a fin al sector.

Dentro de las acciones de supervisión y seguimiento, pueden contemplarse la verificación de aquellas zonas determinadas como de mayor riesgo fitosanitario, resultantes de los análisis de prospección realizados en campo a través de los monitoreos de incidencia de la enfermedad (Figura 13).

A partir de la verificación de estas zonas, se podrán reorientar los muestreos de vigilancia epidemiológica hacia áreas más próximas con el fin de ratificar el comportamiento de la enfermedad en un área mayor o concentrar un esfuerzo de muestreo de mayor magnitud en lugares con mayor incidencia de roya.

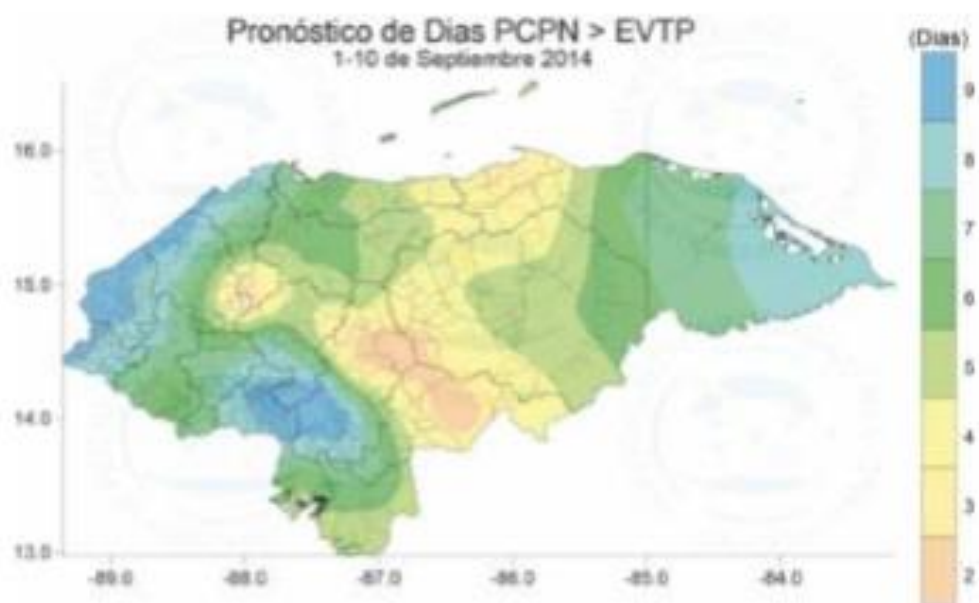
Figura 13. Identificación categórica de la incidencia de la roya del café en diferentes zonas productoras de café en Honduras.



De manera similar, es necesario validar la información generada a partir de los pronósticos extendidos de las variables climáticas óptimas para el desarrollo de la enfermedad. Los pronósticos de cada variable, generarán una zona de riesgo climática potencial para el desarrollo de la plaga (figura 14). Las regiones delimitadas dentro del mayor riesgo, están sujetas a seguimiento y evaluación.

Lo anterior podrá permitir ajustar los análisis meteorológicos realizados para la generación de alertas tempranas en función del riesgo climático.

Figura 14. Número de días húmedos para el pronóstico extendido entre el 1-10 de septiembre de 2014 en Honduras.



7. Anexos.

Anexo 1. Requerimientos para el simulacro de implementación del SAT.



Requerimientos para el Simulacro de Implementación del Sistema de Alerta Temprana (SAT) en la Región CIRSA

ORGANISMO INTERNACIONAL REGIONAL DE DEFENSA AGROPECUARIA
Haití, Brasil, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Panamá, República Dominicana

PROGRAMA REGIONAL DE APOYO AL CONTROL DE LA ROYA DEL CAFÉ (CIRSA)



No.	Actividad	Si	No
1	Definición de zona geográfica para implementar el simulacro	☐	☐
2	Acceso a información climática (estación meteorológica y/o datos de SMN)	☐	☐
3	Base de datos del sector productor	☐	☐
4	Definición del tamaño de la muestra	☐	☐
5	Definición de calendario de muestreo de incidencia anual	☐	☐
6	Definición de calendario de muestreo fenológico anual	☐	☐
7	Lista de fincas seleccionadas	☐	☐
8	Lista de fincas asignadas para el muestreo a cada técnico	☐	☐
9	Lista de personal a participar en el muestreo (en función del tamaño de muestra)	☐	☐
	a. Técnicos	☐	☐
	b. Productores	☐	☐
	c. Otros	☐	☐
10	Logística básica movilización del personal para el monitoreo	☐	☐
	a. Transporte	☐	☐
	b. Combustible	☐	☐
	c. Alimentación	☐	☐
	d. Hospedaje	☐	☐
	e. Permisos	☐	☐
	f. Peajes	☐	☐
11	Manual del evaluador	☐	☐
12	Ficha de campo reconocimiento de síntomas	☐	☐
13	Bitácora para registro de distancias y tiempo para desplazamientos	☐	☐
14	Capacitación de campo sobre metodología de monitoreo	☐	☐
15	Registro de datos	☐	☐
	a. Formulario de campo	☐	☐
	b. Aplicación móvil	☐	☐
	c. Teléfono o dispositivo electrónico móvil	☐	☐
16	Equipo para georeferenciación de fincas	☐	☐

Requerimientos para el simulacro de implementación del SAT.

17	Conformación de grupo experto	☐	☐
18	Convocatoria de grupo experto	☐	☐
19	Lugar convocatoria grupo experto	☐	☐
20	Agenda de trabajo	☐	☐
21	Equipo de cómputo con base de datos del monitoreo de incidencia y clima	☐	☐
22	Análisis de la información de monitoreo, fenología y clima	☐	☐
23	Experto en comunicación	☐	☐
	a. Base de datos del público a informar	☐	☐
	b. Ministerios de agricultura	☐	☐
	c. Institutos del café	☐	☐
	d. Cooperativas/asociaciones de café	☐	☐
	e. Exportadoras	☐	☐
	f. Productores	☐	☐
24	¿Cuenta con una estrategia de comunicación?	☐	☐
25	¿Cuenta con una caracterización de las alertas?	☐	☐
26	Cuenta con historiales de	☐	☐
	a. Clima	☐	☐
	b. Incidencia de roya	☐	☐
	c. Curva epidemiológica de la roya	☐	☐
27	Cuenta con un calendario fenológico del cultivo	☐	☐
28	Conformación del comité nacional SAT	☐	☐
	a. Convocatoria del comité nacional SAT	☐	☐
	b. Lugar convocatoria del comité nacional SAT	☐	☐
	c. Agenda de trabajo comité nacional SAT	☐	☐
29	Conformación del comité regional SAT (región OIRSA)	☐	☐
	a. Convocatoria del comité regional SAT	☐	☐
	b. Lugar convocatoria del comité regional SAT	☐	☐
	c. Agenda de trabajo comité regional SAT	☐	☐
30	¿Además de la roya, se integrarán al sistema de monitoreo otras plagas?	☐	☐
	a. Broca (<i>Hypothenemus hampei</i>)	☐	☐
	b. Ojo-de-gallo (<i>Mycena citricolor</i>)	☐	☐
	c. Antracnosis (<i>Colletotrichum</i> sp.)	☐	☐



El Sistema de Alerta Temprana para la Roya del Café

El comité técnico especializado del sistema de alerta temprana para la roya del café en Honduras (conformado por IHCAFE, OIRSA, SMN e INFOAGRO) de acuerdo al análisis de la información que ingresa a los diferentes componentes del sistema, se permite informar que el nivel de alerta emitido es:



El análisis de la información climática generado para el periodo comprendido entre el 01 al 10 de agosto, basado en el comportamiento de la precipitación, temperatura y humedad relativa del ambiente, **alerta sobre el posible riesgo de incrementarse los niveles de incidencia de la roya en los cafetales** de los siguientes departamentos (figura 1):

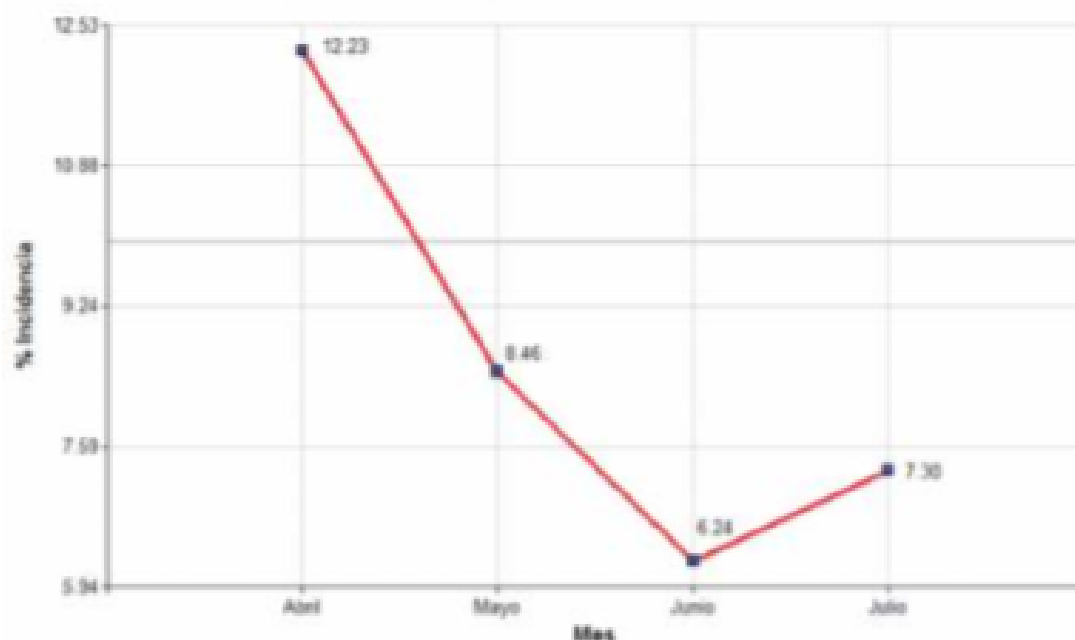


Mapa de posible riesgo fitosanitario de H. vastatrix en departamentos productores de café.

El anterior pronóstico del posible incremento de la incidencia de la roya, se corrobora con el monitoreo del comportamiento de la enfermedad que se lleva a cabo en las parcelas centinela establecidas a nivel nacional. Los datos demuestran un incremento de la enfermedad en un 3.4% con relación al mes anterior, considerando que en la mayoría de estas parcelas se realizan controles preventivos.

Asimismo, los resultados del cuarto muestreo nacional de incidencia de roya, realizado entre el 28 de julio al 02 de agosto (130 días después de la floración principal), ratifican un leve incremento en el porcentaje de incidencia promedio nacional de 1.06% con relación al mes de junio. Actualmente, el promedio nacional de incidencia es de **7.30%** (figura 2) con una severidad promedio igual al **1%** (dato de severidad evaluado en las fincas centinela).

*Porcentaje de incidencia promedio mensual de *H. vastatrix* en Honduras*



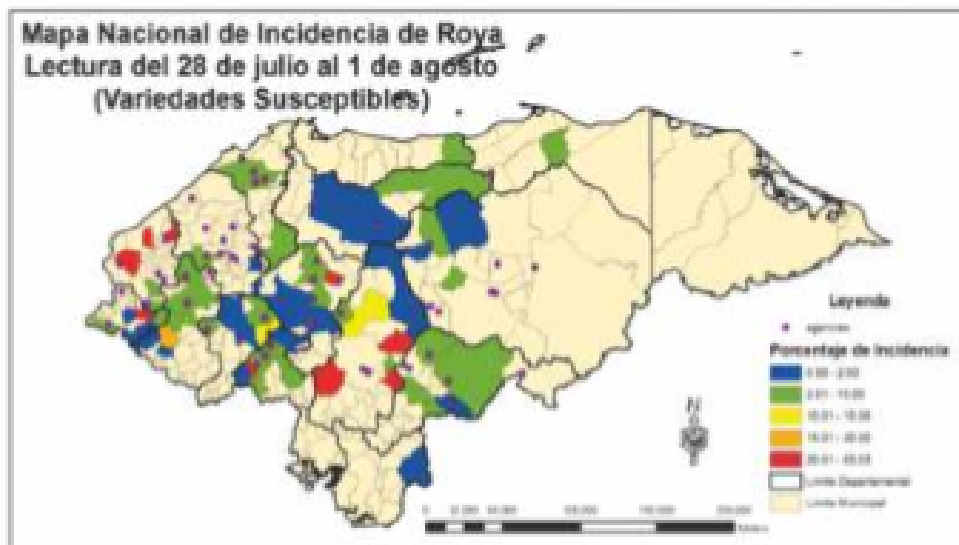
Comportamiento de *H. vastatrix* durante el año 2014.

Actualmente, las condiciones climáticas prevalecientes durante los últimos tres meses, haciendo especial énfasis en la precipitación, no han favorecido las condiciones para que la roya del café se desarrolle con altos niveles de incidencia y severidad. Más sin embargo, la temperatura promedio en las diferentes regiones a nivel nacional, se ha mantenido en rangos favorables para la reproducción del hongo; por lo tanto, la presencia de **precipitación** en cualquier momento de este periodo, puede favorecer el incremento de la enfermedad en los cafetales.

Se espera que la canícula se retire a mediados de agosto (16-20) en los departamentos de La Paz, Intibucá, Lempira, Copan, Ocotepeque y Comayagua. Para los departamentos de Choluteca, Valle, sur de El Paraíso y sur de Francisco Morazán, se espera que finalice en los últimos 10 días de agosto.

En el centro del departamento de El Paraíso, centro y norte de Francisco Morazán, norte de de Comayagua, La Esperanza y Lempira y para el occidente de Santa Barbará, se aguarda que la canícula finalice en los primeros 10 días del mes de septiembre.

A pesar de referenciarse una incidencia promedio nacional baja, se recomienda continuar con las acciones de monitoreo de la enfermedad en los cafetales y realizando las prácticas de manejo integrado del cultivo, con el propósito de evitar que la enfermedad alcance niveles de mayor riesgo (figura 3).



Monitoreo de la incidencia para *H. vastatrix* a nivel nacional.

Niveles de alerta en función del monitoreo de la **INCIDENCIA** de la enfermedad.

El comité técnico especializado del SAT para la roya del café, hace especial énfasis sobre las condiciones actuales del porcentaje de incidencia de la enfermedad que se han reportado para ocho municipios productores pertenecientes a siete departamentos (cuadro 1).

La incidencia evaluada durante el cuarto muestreo nacional para estos municipios, revela la presencia de ciertos focos de infección que deben ser tratados de manera inmediata de acuerdo a las recomendaciones técnicas emitidas por los diferentes boletines del SAT.

Se recomienda realizar evaluaciones continuas con el propósito de dar seguimiento a la evolución de la enfermedad para minimizar riegos y permitir que el cultivo llegue a feliz término con la cantidad de follaje requerido para la formación y llenado del grano de café.

*En el cuadro 1, se presentan dos niveles de alerta en función de la **INCIDENCIA** de la roya del café. Para mayor información consulte al técnico extensionista más cercano a su localidad.*

Nivel de alerta	Departamento	Municipio	% promedio incidencia
 Alerta Roja Riesgo máxima	Copán	Santa Rita	32.4
	Fco. Morazán	Lepalerique	23.1
		San Juan de Flores	22.2
	Ocatepeque	Sensenil	27.2
	Comayagua	San Luis	24.8
	El Paraíso	Teuposeñil	45.3
 Alerta Naranja Riesgo alto	La Paz	Yarula	21.7
	Lempira	San Sebastián	16

Porcentaje promedio de incidencia de la roya en municipios de mayor riesgo.

Recomendaciones del SAT para el manejo integrado del cultivo

En función de los análisis climáticos, fenológicos y de incidencia de la enfermedad, el sistema de alerta temprana recomienda tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. De manera inmediata, realizar aplicaciones para el control de la roya del café en las fincas donde aún no se ha realizado ningún control, utilizando los productos descritos en el cuadro 1.
2. A los productores que ya efectuaron las aplicaciones de fungicidas para el control de la roya, calendarizar la siguiente aplicación 30 días después de la última aplicación.

Ingrediente Activo	Producto	Dosis	Acción
Trifloxistrobina y ciproconazol	Amistar Xtra	250 cc/mz	Sistémico
Azoxistrobina y ciproconazole	Esfera Max	200 cc/mz	Sistémico
Pyraclastrobin y Epoxiconazole	Opera	250 cc/mz	Sistémico

Cuadro 2. Productos químicos para el control de la roya del café.

Información agrometeorológica.



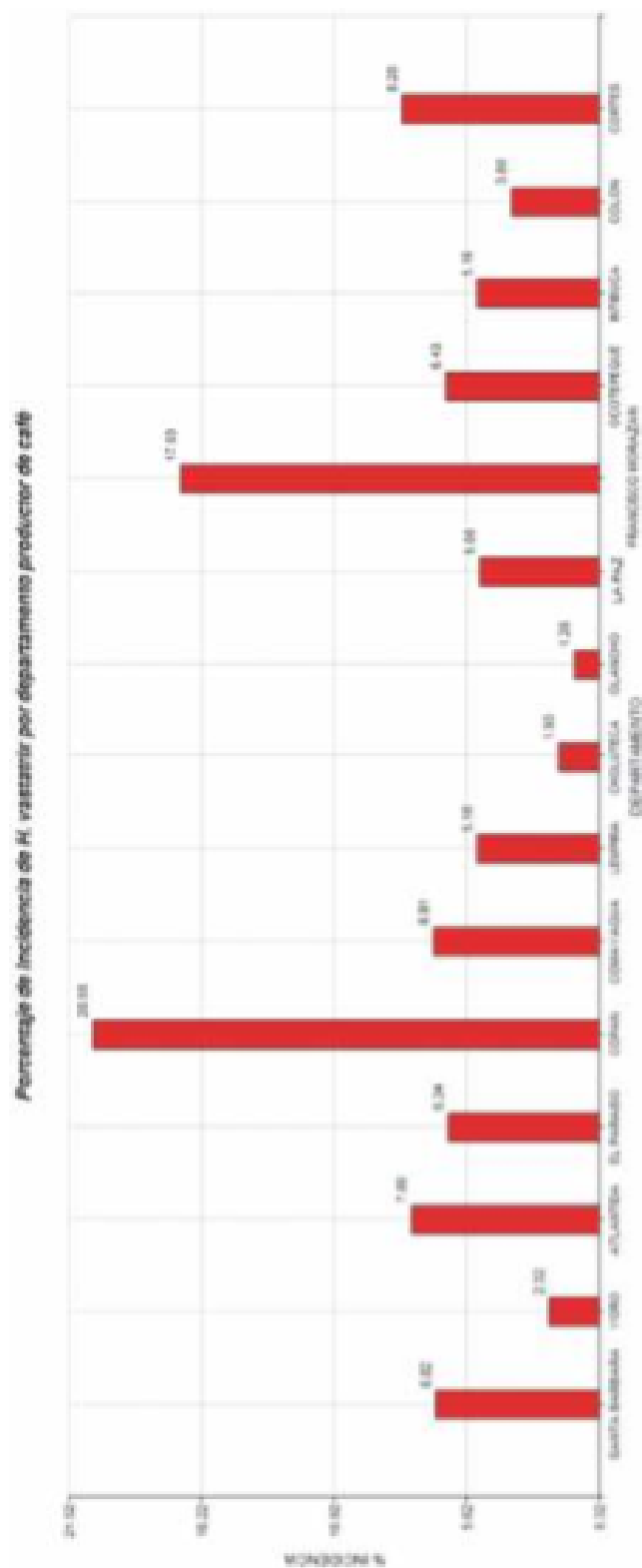
Información agrometeorológica



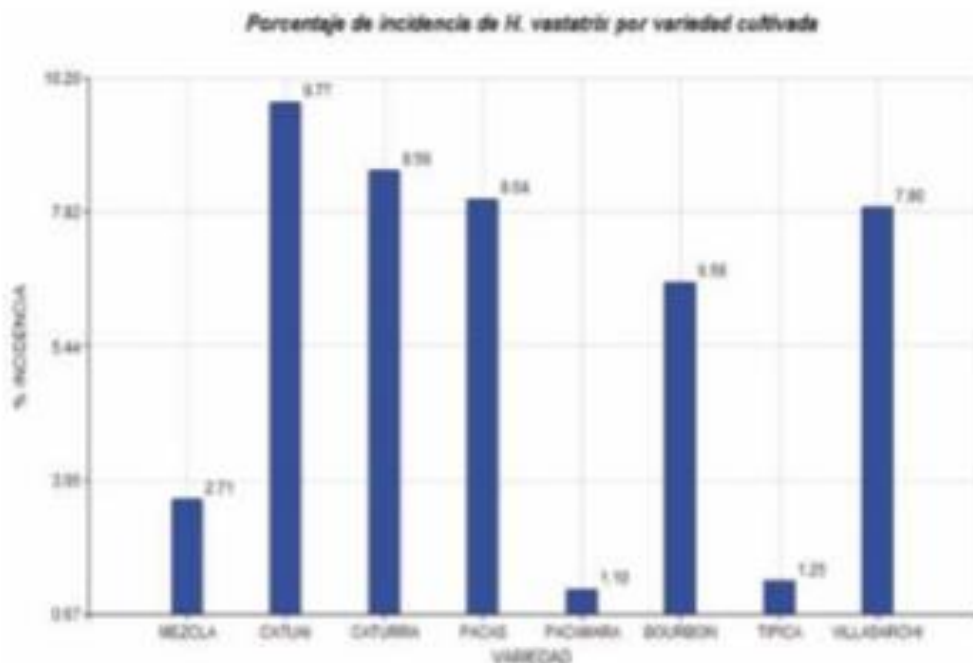
3. Para los productores que programaron efectuar 3 fertilizaciones al suelo y ya realizaron la primera aplicación durante el mes de junio, les correspondería realizar la segunda aplicación en el mes de agosto; pero debido a la ausencia de lluvia suficiente para mantener la humedad del suelo y permitir que el fertilizante se incorpore, se sugieren dos tomar en cuenta tres alternativas:

- a. El periodo prolongado de sequía, ha limitado a las platas en la absorción de nutrientes del suelo, síntoma que se expresa a través del amarillamiento de las hojas. Para compensar este déficit nutricional actual por la alta absorción de nutrientes que demanda el llenado de los frutos, realice de manera inmediata aplicaciones de fertilizantes foliares que contengan macro (NPK) y micro elementos, mismos que pueden aplicarse de manera conjunta con el fungicida.
 - b. Esperar hasta que se restablezca el periodo lluvioso para realizar la segunda aplicación al suelo.
 - c. Si después del día 20 de agosto, aún no se han restablecido normalmente las lluvias, puede diluir en agua el fertilizante tradicional y aplicarlo al “drench” sobre la superficie del suelo donde se encuentran las raíces absorbentes.
4. Continuar con los muestreos de roya en el cafetal para monitorear los niveles de presencia de la enfermedad.

Porcentaje de incidencia promedio de la roya en 15 departamentos productores de café en Honduras.



Porcentaje promedio de incidencia por variedades de café de mayor cultivo en Honduras



Mayores informes:

Dirección Técnica del OIRSA

Dirección Regional de Sanidad Vegetal

Email: svegetal@oirsa.org

Tel. (503) 2209-9200, Ext. 203

Calle Ramón Belloso, final pasaje Isolde
Colonia Escalón, San Salvador, El Salvador

PBX (503) 2209-9200

web: www.oirsa.org

8. Bibliografía

Gamboa, H; y Urías, C. 2014. Método de muestreo de la incidencia de la roya del café para la región del OIRSA: manual del evaluador. 1ª edición. San Salvador, El Salvador. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. 37p.

Husak, G; Funk, C; Michaelsen, J; Magadzire, T; y Goldsberry, K. 2013. Developing seasonal rainfall scenarios for food security early warning. Theoretical and applied climatology. Oct., v. 114, no. 1-2 Springer-Verlag. p.291-302.

Mestre, A; y Manta, M. 2014. A fire weather index as a basis for an early warning system in Spain. International journal of wildland fire, v. 23, no. 4, CSIRO Publishing. P.510-519.

Rodó, X; Pascual, M; Doblas, F; Gershunov, A; Stone, D; Giorgi, F; Hudson, P; Kinter, J; Rodríguez, Miquel; Stenseth, Nils Ch; Alonso, D; García, J; y Dobson, A. 2013. Climate change and infectious diseases: Can we meet the needs for better prediction? Climatic change. June, v. 118, no. 3-4 Springer-Verlag. p. 625-640.

SIRCSAN. 2013. Sistema de Información sobre Riesgo Climático y Seguridad Alimentaria y Nutricional. Obtenido de World Technology LTDA: <http://fc.geotrk.us/sircsan/perspectivalist.php>.

Sistema de alerta temprana para la roya del café Honduras. 2014. Boletín Técnico No.1. Abril 28, Tegucigalpa, M.D.C., Honduras. 4p.

Sistema de alerta temprana para la roya del café Honduras. 2014. Boletín Técnico No.2. Mayo 27, Tegucigalpa, M.D.C., Honduras. 4p.

Sistema de alerta temprana para la roya del café Honduras. 2014. Boletín Técnico No.4. Junio 30. Tegucigalpa, M.D.C., Honduras. 4p.

Sistema de alerta temprana para la roya del café Honduras. 2014. Boletín Técnico No.5. Agosto 07, Tegucigalpa, M.D.C., Honduras. 10p.

Sistema de alerta temprana para la roya del café Honduras. 2014. Boletín Técnico No.6. Septiembre 01, Tegucigalpa, M.D.C., Honduras. 9p.

Registro de experiencias en la Implementación Modelo Piloto del SAT en la Región del OIRSA



Registro de experiencias en la Implementación Modelo Piloto del SAT en la Región del OIRSA



Método de muestreo de la incidencia de la roya del café para la región del OIRSA

Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria



Manual del evaluador

Serie técnica caficultura
Documento técnico No. 02

Método de muestreo de la incidencia de la roya del café para la región del OIRSA

Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria

Proyecto para el fortalecimiento de las acciones de
manejo integrado de la roya y otras plagas del café

El Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria OIRSA, es una institución intergubernamental especializada en las áreas de salud animal, sanidad vegetal, inocuidad de alimentos y servicios cuarentenarios, con el objetivo de desarrollar y coordinar programas de prevención, control y erradicación de enfermedades y plagas en sus países miembros: Belize, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá y República Dominicana, desde su fundación en 1953.

© Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria

Gamboa, H; y Urías, C. 2014. Método de muestreo de incidencia de la roya del café para la región del OIRSA: manual del evaluador. 1ª edición. San Salvador, El Salvador, Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). 34 p.

Serie técnica caficultura

Documento técnico No. 02

Publicación realizada bajo el marco del Programa Regional de Apoyo al Control de la Roya del Café, aprobado en comisión extraordinaria del Comité Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA) el 30 de noviembre de 2012, en Nicaragua.

Se autorizará la reproducción total o parcial de este documento para uso no comercial, mediante el envío de una solicitud escrita dirigida a la dirección ejecutiva del OIRSA quien evaluará su aprobación. La solicitud debe remitirse a la siguiente dirección electrónica:

dejecutiva@oirsa.org - oirsa@oirsa.org

Autores

Harold Gamboa Morillo
MsC. Agroforestal tropical

Carlos Ramón Urias Morales
Dirección Regional de Sanidad Vegetal

Créditos

Diseño y diagramación: María Cristina Pérez Niebla
Imágenes: OIRSA.

Prólogo

La caficultura en la región del OIRSA, representa uno de los rubros de mayor importancia en la economía de los países, por su contribución al producto interno bruto (PIB), a la generación de empleo y divisas, y al bienestar de más de 876.000 productores de café que cultivan alrededor de 1,739.900 hectáreas.

El parque cafetalero regional actualmente se encuentra plantado en su mayoría (80%) con materiales susceptibles a la roya del café (*Hemileia vastatrix*), situación que se traduce en una alta vulnerabilidad de la caficultura a eventos epidémicos adversos de esta plaga, como los ocurridos durante los años 1976 (primera epidemia) y 2012 (epidemia actual).

La roya del café es actualmente la plaga más destructiva y de mayor importancia económica en todos los países productores. Desde el año 2012, la enfermedad se ha manifestado como una epifitia, causando daños severos a la economía, el medio ambiente y la estabilidad social.

A raíz de la preocupación de la reciente epidemia, los ministros y secretarios de agricultura y ganadería de la región, miembros del Comité Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (CIRSA), reunidos en Nicaragua el 30 de noviembre de 2012, durante la LI Reunión Extraordinaria del CIRSA, resolvieron que el OIRSA coordinara un equipo de trabajo para elaborar un programa regional de apoyo al control de la roya del café.

El programa regional, comenzó a ejecutarse a partir del año 2013 y dentro de su plan de acción, se contempla como uno de sus componentes principales, la generación de un sistema de alerta temprana (SAT) para la roya del café, considerando la epidemiología de la plaga, la fenología del cultivo y las variables climáticas relevantes.

Uno de los pilares fundamentales del modelo del SAT para la roya del café, se basa en el monitoreo de la enfermedad en campo, donde actualmente, existe la limitante en la homologación de criterios técnicos, considerando que la roya del café es un problema regional. Por la situación, el OIRSA en su compromiso con la sanidad agropecuaria de la región y en respuesta a las necesidades técnicas presentes, ha desarrollado y validado un método para el monitoreo de la incidencia de la roya del café.

Ponemos a su disposición el presente documento: Método de muestreo de la incidencia de la roya del café para la región del OIRSA (Manual del Evaluador)", esperando que el mismo llene el vacío de un método integrado y homologado que sea de beneficio para los profesionales y productores de la caficultura de nuestra región.

M.Sc. Efraín Medina
Director Ejecutivo

Contenido

Prólogo .	4
Introducción.	7
Antecedentes.	9
Método de muestreo de la incidencia de la roya del café para alimentar el sistema de alerta temprana.	11
Línea base y estandarización del método.	11
Validación del método en campo.	12
Características generales del evaluador.	13
Descripción del método de muestreo de la roya del café (30 árboles/2bandolas por árbol/1 hectárea).	13
Soporte estadístico.	14
Consideraciones importantes al momento de realizar el muestreo de incidencia de la roya en una plantación de café.	18
Lotes seleccionados para el muestreo.	18
Sistema integrado para el monitoreo de <i>Hemileia vastatrix</i> (SIM-HV).	22
Descripción del sistema.	22
a. Evaluador.	23
b. Administrador del sistema a nivel de país.	24
c. Administrador del sistema a nivel de región.	24
Generación de reportes.	24
Requerimientos para la utilización de SIM-HV.	25
Anexos.	26
Guía de campo para la identificación de síntomas de la roya del café.	26
Ciclo de vida de la roya del café (<i>Hemileia vastatrix</i>).	27
Expresión de síntomas en hojas.	27
Expresión de síntomas a nivel de planta.	28
Daños en la calidad de los granos de café.	28
Expresión de síntomas y progreso de <i>Hemileia vastatrix</i> en variedad catuaí.	29
Expresión de síntomas y progreso de <i>Hemileia vastatrix</i> en variedad pacas.	29
Síntomas que pueden confundirse con la roya del café.	30
Modelo piloto del sistema de alerta temprana para la roya del café en Honduras.	31
Bibliografía.	33

Introducción

Las prospecciones de vigilancia en los cultivos permiten revelar la incidencia de plagas asociadas a una especie vegetal. Este procedimiento se realiza durante un periodo de tiempo definido para determinar el comportamiento de una plaga. Es un proceso mediante el cual se recolecta y registra información tomada en campo.

Diversas investigaciones han permitido establecer diferentes metodologías de muestreo de la roya. Varias de ellas han estado enfocadas a desarrollar y validar un método de muestreo comercial para monitorear el comportamiento de la roya y facilitar la toma de decisiones.

En general un método de muestreo debe aumentar la probabilidad de tener errores relativos de estimación más pequeños (mayor precisión), hacer más ágil y menos costosa la labor del diagnóstico de las plagas en campo. El método de muestreo debe también considerar el nivel educativo de los responsables de ejecutarlo, la ventaja de hacer un recorrido representativo y a la vez económicamente viable.

Dentro de la ejecución de las campañas o programas fitosanitarios nacionales enfocadas al control de la roya, es imperativo realizar acciones de monitoreo de la enfermedad en las diferentes condiciones agroecológicas bajo las cuales se desarrolla la caficultura, puesto que, estos resultados contribuirán a tomar decisiones sobre el manejo de la enfermedad y de igual manera, generar alertas sobre el comportamiento de la misma.

Actualmente, bajo el marco de la pandemia regional que afectó a los diferentes países productores de café de la región OIRSA, los diagnósticos realizados por el organismo han evidenciado la debilidad que existe en la comparación de información a nivel región, en el manejo, procesamiento y análisis de información proveniente de prospecciones realizadas en campo, con el fin de monitorear la incidencia de la roya del café (*Hemileia vastatrix*).

Asimismo, en la actualidad, una debilidad en la mayoría de los países de la región que ejecutan actividades de monitoreo, es la disponibilidad y procesamiento de la información en el menor tiempo posible. Los muestreos arrojan gran cantidad de información física que debe ser compilada para ser digitalizada y luego enviada al ente central encargado de procesarla.

Bajo este contexto general, con el objetivo de generar la información necesi-

ria que permita prevenir y/o mitigar el impacto (pérdidas en cantidad y calidad) de la roya del café en casi dos millones de hectáreas cultivadas con materiales susceptibles o vulnerables al hongo, el OIRSA ha desarrollado un modelo para la implementación de un sistema de alerta temprana en la región, donde uno de sus pilares fundamentales es el monitoreo de la incidencia de la plaga en campo.

De esta manera, el presente documento describe un método de muestreo de incidencia de roya del café homologado para la región, acompañado de una herramienta electrónica para la captura y procesamiento de la información proveniente de los monitoreos en campo. La herramienta denominada SIM-HV (Sistema Integrado para el Monitoreo de *Hemileia vastatrix*) permite realizar la toma de datos en campo, para ser direccionados en tiempo real a una base de datos central en cada país para su almacenamiento y posterior generación de informes.

Antecedentes

En la India, Muthappa (1974) describió un método para estimar la incidencia de la roya en el campo. Con la ayuda de un área estándar se encontraron expresiones cuantitativas y cualitativas ventajosas para experimentos de campo y para los técnicos encargados de la transferencia de tecnología.

En Brasil un equipo de investigadores liderado por Kushalappa (1978), adelantó trabajos relacionados con los métodos para evaluar la caída de hojas por ataque de roya y desarrollaron ecuaciones preliminares para las tasas de desarrollo de la roya, teniendo en cuenta, la influencia de varios factores biológicos y meteorológicos. Las evaluaciones se realizaron sobre 15 plantas y 4 ramas por planta. Este equipo también desarrolló escalas diagramáticas con base en el porcentaje de área foliar cubierta con pústulas.

En Honduras Santacreo et al (1983) bajo condiciones de 1340-1759 mm de lluvia y altitudes entre 1100 -1200 m s. n. m. evaluaron un método de muestreo donde la unidad de muestro fue una hectárea de un lote sembrado en típica en recepa de 18 meses; evaluaron 15 plantas por hectárea (cuatro bandolas por planta) para determinar la proporción de hojas con roya (PHR). Como método alterno recolectaron al azar 150 hojas.

Según la bibliografía, Kushalappa y Lagesse (1981) desarrollaron un método utilizado de manera frecuente por investigadores en Centroamérica, para evaluar la infección instantánea y acumulativa de la roya en el tiempo. Este método permite cuantificar entre mediciones el crecimiento de la enfermedad, del hospedante (hojas de café), las pérdidas de hojas enfermas o sanas, ya que cada hoja de las bandolas marcadas queda identificada en los formatos de las mediciones.

Con fines experimentales, Rivillas (1991), publicó los resultados de un trabajo, en el que se menciona el índice de follaje sano, como una variable práctica para definir las épocas y frecuencias de aspersión más adecuadas, dentro de un programa de control de la enfermedad.

Recientemente en Colombia se desarrolló un sistema de medición de la incidencia de la roya por regiones, fundamentado en 60 árboles por hectárea, estandarizado y validado de manera estadística, para generar alertas tempranas y facilitar la toma de decisiones.

Existen otros métodos de evaluación de la incidencia de la roya igualmente

confiables, como el utilizado por el Instituto Hondureño del Café, IHCAFE (Honduras), con ajustes en el número de unidades muestreadas (5 sitios con 5 árboles por sitio y 3 ramas por árbol, para un total de 75 ramas en el lote).

Países como México han implementado la aplicación de la metodología de muestreo de la roya en "T" para evaluar severidad en plantas y hojas, en parcelas centinelas y parcelas móviles. Se seleccionan 20 plantas por parcela centinela y se evalúa el índice de daño en planta (ID-Planta) y el índice de daño en hojas (ID-Hojas); se evalúa en 5 plantas marcadas con "X". Se utilizan escalas diagramáticas diseñadas para este propósito. Las parcelas evaluadas están en función de la presencia de variedades susceptibles y disponibilidad de las plantaciones conforme a la tipología de fincas y productores (orgánico y/o convencional) y estrato altitudinal.

En abril de 2013, el Instituto del Café de Costa Rica publicó recomendaciones para el combate de la roya del café. En relación con el muestreo para estimar la incidencia de la roya, recomienda seleccionar al azar 50 plantas de café por hectárea, procurando la mayor distribución posible de las plantas en el lote o finca. En cada planta se debe escoger una bandola de la parte media y contar la cantidad total de hojas, así como también la cantidad de hojas con enfermedad (cualquier hoja que tenga al menos una lesión de roya).

En relación con la toma de decisiones para controlar la enfermedad, Barquero (2013) en el citado documento del Instituto del Café, menciona las recomendaciones para retrasar el progreso de la roya, en función del clima del momento (principal variable la precipitación), el desarrollo fenológico del cultivo y el nivel resultante de roya en la evaluación.

Bajo este contexto, el OIRSA en ejecución del Programa Regional de Apoyo al Control de la Roya del Café, realizó un diagnóstico regional para establecer la línea base en relación con el método de prospección en campo, para alimentar el sistema de alerta temprana.

El análisis de la información ha permitido confirmar la dificultad para comparar los datos que se generan en los muestreos de campo, así como para alimentar de manera confiable un Sistema de Alerta Temprana – SAT. Un primer resultado de la línea base es el método de muestreo propuesto para que sea utilizado en todos los países del OIRSA.

Método de muestreo de la incidencia de la roya del café para alimentar el sistema de alerta temprana.



Monitoreo de la Roya en las hojas.

En consecuencia a los daños observados en los cafetales, los diferentes países durante la segunda epidemia en la región, se reactivaron y masificaron las acciones de monitoreo de la enfermedad para valorar la incidencia de la plaga y planificar las debidas estrategias de intervención.

Al realizar un análisis de la información generada producto de las evaluaciones en campo, el OIRSA identificó claramente la debilidad existente al momento de realizar comparaciones de los porcentajes de incidencia de la enfermedad entre todos los países, puesto que, los monitoreos de la plaga en campo, se realizaban utilizando diversos métodos y variables.

Línea base y estandarización del método

De esta manera, el OIRSA planteó la necesidad de estandarizar un método de muestreo para determinar la incidencia de la roya en los cafetales a nivel regional, siendo el primer paso de este proceso, la generación de una línea base de información. Para lograr este propósito, se realizó una encuesta dirigida a los ministerios de agricultura e institutos especializados en café de la región, con el fin de obtener la información sobre la forma en como los países miembros del OIRSA realizaban los muestreos de la roya en campo.

Una vez se realizó el análisis y discusión de la información, se procedió a realizar un taller para analizar las ventajas y limitaciones de los diferentes métodos, en función de las realidades sociales, económicas y del sistema de cultivo de cada país. El evento se realizó durante el mes diciembre de 2013, dentro de la programación de la 1era Megaconvención Internacional en el Manejo Fitosanitario del Café: La roya, un reto en la región del OIRSA (el taller contó con la participación de 22 representantes provenientes de los Ministerios de Agricultura e institutos especializados en café de la región).

Durante el taller, se generó consenso alrededor del fundamento estadístico de un método que contempla la evaluación de 30 árboles y dos bandolas/árbol en una hectárea, método que fue sometido a una primera práctica de validación con el grupo técnico participante de la región.

Validación del método en campo

A partir de la base técnica y estadística del método propuesto para evaluar la incidencia de la roya en los cafetales de la región, se procedieron a realizar validaciones in situ en diferentes escenarios de plantaciones de café, con la participación activa del personal técnico de los ministerios de agricultura e institutos especializados en café de El Salvador, Honduras y Panamá. Uno de los principales resultados obtenidos de las validaciones, se representó en la disminución de tiempo de permanencia en campo del evaluador, efecto que se traduce en un menor costo al momento de realizar los monitoreos de la plaga.

Actualmente, el método se ha implementado en los muestreos nacionales de Honduras (más de 2000 fincas evaluadas), El Salvador y Panamá.

El monitoreo de la incidencia de la roya del café, es uno de los componentes principales dentro de la estructura necesaria para el funcionamiento y operatividad de un sistema de alerta temprana. El levantamiento de la información en campo requiere de un alto grado de confiabilidad que permita obtener la mayor certeza sobre la situación de la plaga en el campo, para posteriormente, realizar un pronóstico y emisión de un nivel de alerta y sus respectivas acciones de intervención hacia el sector productor de café y demás integrantes de la cadena agroindustrial.

La propuesta del método de muestreo, toma como puntos de referencia la información y el conocimiento del efecto sobre la producción, de acuerdo con el número de hojas afectadas en la planta. Así mismo considera un error

de estimación por debajo de 10%.

La información que se recolecte a través de este muestreo, permitirá contar además con un indicador fitosanitario, útil para conocer el avance de los programas institucionales y proponer, con base en su comportamiento, Alianzas Público Privadas (APP) para ejecutar proyectos regionales o en base en lo descrito anteriormente, se recomienda un perfil mínimo para el evaluador o evaluadora que realizará la toma de datos en campo.

Características generales del evaluador

- Conocimiento de la roya del café.
- Con disponibilidad de tiempo para efectuar los muestreos en campo.
- Facilidad para comunicarse.
- Haber realizado al menos un ejercicio de conocimiento del método de muestreo actual o métodos anteriores.
- Habilidad para manejar equipo de telefonía móvil o dispositivo electrónico para la transmisión de los datos en tiempo real.
- Dispuesto a la retroalimentación y análisis de la información colectada.
- Capacidad para atender recomendaciones por parte de los encargados de dirigir el muestreo a nivel regional o nacional.
- Comprometido con los programas del control de la roya.

Descripción del Método de muestreo de la roya del café (30 árboles/2 bandolas por árbol/1 hectárea).

El método de muestreo (en un lote igual o menor de 1 hectárea seleccionado de manera aleatoria de una base de datos de fincas y/o lotes sembrados con café en una región o país), para evaluar la incidencia de la roya del café que alimente un Sistema de Alerta Temprana – SAT, se describe a continuación:

1. El responsable de tomar en campo la información (realizar el muestreo de incidencia de roya) debe ubicarse en el primer surco del lote seleccionado y allí escoger un árbol (árbol uno). En este árbol se escogen dos ramas opuestas del tercio medio-superior con mayor follaje y en estas ramas se cuenta el número total de hojas y el número de estas afectadas por la roya.
2. El evaluador debe continuar recorriendo el área del lote entre surcos, y

en cada surco debe seleccionar un árbol hasta completar 30 árboles por lote, recorriendo todos los surcos.

3. En el caso de que el lote tenga menos de 30 surcos, evaluará en algunos de ellos, dos árboles por surco hasta completar los 30 árboles.

4. En el caso de que el lote tenga más de 30 surcos, en algunos casos deberá evaluar un árbol cada dos surcos.

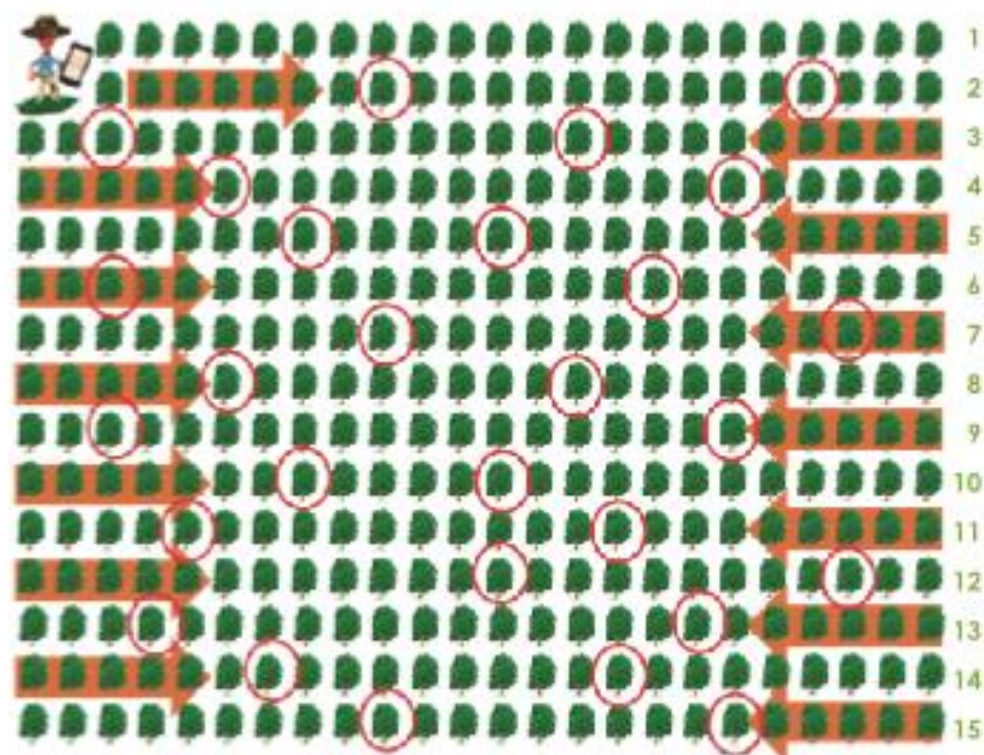


Figura 1 Ilustración de recorrido en campo para selección aleatoria de las plantas a evaluar.
Ej. Cuando el lote solo tiene 15 surcos, la medición se realiza en dos plantas por surco.

5. Al finalizar el recorrido, el evaluador deberá realizar la suma total de hojas en las dos bandolas y el número de hojas afectadas por roya. La siguiente ilustración muestra cómo se obtiene el porcentaje de hojas afectadas por roya en el lote (promedio de infección/incidencia).

Promedio de infección en el lote (%):	Total de hojas con roya en los 30 árboles	X 100
	Total de hojas presentes en los 30 árboles	

El valor promedio del porcentaje por lote, en todos los casos, debe relacionarse con el momento de desarrollo fenológico del cultivo y con el clima (tempe-

ratura, precipitación, brillo solar), y con base en esto, determinar acciones de control de la enfermedad.

Nota: El esquema de aleatorización en la selección de las fincas o lotes es necesario, dado que el muestreo para los propósitos del SAT tiene como finalidad conocer la incidencia de la enfermedad en la caficultura de una zona o país antes que el nivel de roya exclusivamente en los materiales susceptibles.

Adicionalmente en cuanto al rango de edad de los cafetales que deben ser evaluados en una prospección de toda o parte de la región del OIRSA, se considerarán lotes entre 1 y 20 años de siembra o de última recepa.

Para el procesamiento y análisis de la información, el formulario de campo y electrónico además de contener la información de incidencia de roya en el lote, debe presentar la siguiente información básica:

- Nombre del productor.
- Nombre de la región.
- Fecha del muestreo.
- Nombre de la localidad (municipalidad).
- Coordenadas GPS*.
- Nombre del material sembrado (variedad - Susc./Res.).
- Edad del lote en años (desde el establecimiento inicial de la plantación).

Nombre Productor: _____		Apellido: _____		Depto: _____		Municipio: _____	
Aldea: _____		Edad planta (años): _____		Variedad café: _____		Días desp. Floración: _____	
Latitud: _____		Longitud: _____		Altura msnm: _____		Evaluador: _____	

Número planta	Rama/Bandola 1		Rama/Bandola 2	
	No. total de hojas	Número de hojas con roya	No. total de hojas	Número de hojas con roya
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
Total				

Soporte estadístico

El método de muestreo es aleatorio simple, con el estimador de la varianza del estimador de una proporción.

$$\begin{aligned}\hat{V}(\hat{p}) &= \frac{1 - n/N}{n - 1} \hat{p}(1 - \hat{p}) \\ \hat{V}(\hat{p}) &= \frac{1 - 746/49733}{745} 0.22(0.78) \\ \hat{V}(\hat{p}) &= 0.00022688\end{aligned}$$

Al comparar los dos métodos, 30 árboles, dos ramas por árbol y 60 árboles, una rama por árbol, el coeficiente de variación estándar cve arroja valores de 6,84% y 7,80% respectivamente.

MÉTODO 1	MÉTODO 2
30 árboles, 2 ramas/árbol	60 árboles, 1 rama/árbol
cve = 6.84%	cve = 7.80%

Intervalo de confianza $\hat{p} \pm z_{1-\alpha/2} \sqrt{\hat{V}(\hat{p})}$

Coeficiente de variación estándar (error de muestreo) $cve = \frac{\sqrt{\hat{V}(\hat{p})}}{\hat{p}} \times 100\%$

Estimador de una proporción $\hat{p} = \frac{\sum Y_k}{n}$ donde

$$Y_k = \begin{cases} 1 & \text{si } k \text{ posee la característica de interés} \\ 0 & \text{si no la posee} \end{cases}$$

Estimador de la varianza del estimador de una proporción

$$\hat{V}(\hat{p}) = \frac{1 - n/N}{n - 1} \hat{p}(1 - \hat{p})$$

Consideraciones importantes al momento de realizar el muestreo de incidencia de la roya en una plantación de café

Lotes seleccionados para el muestreo

Antes de dirigirse a campo, cada evaluador deberá contar con una lista de productores designados para realizar el muestreo en una zona determinada. El número de productores de cada zona será variable, debido a que el tamaño de la muestra se determinará estadísticamente durante cada muestreo programado.

1. Una vez ubicada la finca del productor, se deberá considerar lo siguiente:
 - a. Georeferenciar la finca en unidades de UTM y registrar la altura en metros sobre el nivel del mar.



Figura 2. Plantación de café en estado productivo

- b. Si la plantación de café tiene una edad mayor de 20 años y presenta afectación por roya, no se deberá realizar el muestreo de incidencia, más sin embargo, se deberá registrar toda la otra información básica descrita en el formulario de campo (nombre del productor, lugar, georreferenciación, entre otros.).



Figura 3. Plantación de café con edad mayor a 20 años y deficiente manejo agronómico.

- c. Si la plantación de café es menor a 20 años y ha sido severamente afectada por la roya y a la vez se imposibilita realizar el muestreo de incidencia (alta defoliación), la plantación no debe considerarse. De igual manera que en el caso anterior (inciso b), deberá registrarse toda la información básica del formulario (nombre del productor, lugar, georreferenciación, entre otros.).



Figura 4. Plantaciones de café con edades menores a 20 años y alta defoliación.

- d. Si el evaluador encuentra cualquiera de los casos descritos en los incisos b y c, deberá ubicar una finca aleatoria donde pueda realizar el muestreo de incidencia de roya, con el propósito de no disminuir el número de fincas asignadas para realizar el muestreo

en el área establecida.

2. Tamaño de la finca. Se considera como lote apto para realizar el muestreo de incidencia de roya, todo aquel que presente un número mayor a 30 plantas de café.

3. Cuando en la finca se encuentren lotes de café de diferentes variedades y/o mezclas, tome en cuenta lo siguiente:

- a. Considere como lote a muestrear, aquel que presente la mayor área productiva.
- b. Si el lote de mayor área está plantado con una variedad susceptible a la roya y tiene las características según los incisos b y c del numeral 2; y el de menor área es una variedad resistente, entonces, deberá considerar la variedad resistente para realizar el muestreo.
- c. Si el productor tiene sus lotes bien definidos entre variedades susceptibles y resistentes, considere el de mayor área o la variedad más representativa para decidir sobre cual lote realizar el muestreo.
- d. Cuando un lote presente mezcla de variedades, realice el muestreo de incidencia de roya indiscriminadamente (las 30 plantas al azar pueden incluir cualquiera de las plantas de las variedades presentes). En el formulario de ingreso, en la lista de selección de variedades, deberá registrarse como MEZCLA.

4. Lote seleccionado para el muestreo. Una vez la persona ingrese al lote que será evaluado, deberá ubicarse en la parte central del mismo para seleccionar de manera aleatoria las 30 plantas donde realizará las lecturas de incidencia. De igual manera, puede identificar previamente cuales son los límites del lote (marco referencial de espacio) para decidir el lugar donde iniciará a seleccionar las plantas a evaluar.

5. ¿Cuándo considerar las hojas con roya?

- a. En variedades susceptibles cualquier hoja que presente una expresión clásica de la enfermedad (pústula clorótica sin esporulación) y que pueda observarse con facilidad (no tras luz), debe considerarse como una hoja con roya (figura 5).



Figura 5. Clorosis generada por *Hemileia vastatrix*

- b. En las variedades resistentes a la roya del café, solo se considerarán como hojas con roya, aquellas en las cuales el hongo presente esporulación. Si se observa la pústula clorótica sin esporulación, esta es considerada una reacción de hipersensibilidad (lesiones sin esporas) comúnmente conocida como “Fleks” (Santacreo, R.)

6. Categorización del productor. Con el propósito de correlacionar las variables agronómicas con las afectaciones de roya en campo, cada lote muestreado será categorizado con la ayuda del propietario o encargado de la finca, de acuerdo a la siguiente tabla:

Categoría	Característica
1	Solo realiza control de malezas en su finca
2	Controla malezas y realiza una fertilización
3	Controla maleza, dos fertilizaciones y realiza podas la finca
4	Controla maleza, dos o tres fertilizaciones, aplica fungicidas y/o foliares

7. En el caso de presentarse indisposición del productor para brindar la información requerida, se deberá seleccionar otra finca aledaña.

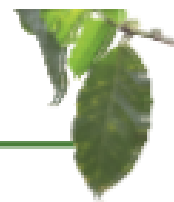
8. En la situación donde el productor o propietario de la finca no se encuentre, por las razones descritas en los siguientes literales (a y b), tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- a. Venta de la propiedad o fallecimiento del propietario. En este caso, se deberá registrar la información del nuevo propietario y realizar el muestreo respectivo del lote.
- b. Ausencia del propietario en el momento de la visita a la finca. En esta situación, sólo se deberá realizar el muestreo cuando esté presente alguien que pueda brindar información fiable y completa del predio; de lo contrario deberá ubicar otra finca aledaña.

9. Sobre las variables del muestreo. Todos los lotes de los productores que han sido asignados a cada técnico para realizar el muestreo, deberán presentar la información de campo de manera completa; es decir no debe quedar ninguna información pendiente.

Sistema integrado para el monitoreo de *Hemileia Vastatrix* (SIM-HV)

SIM-HV



Sistema Integrado para el Monitoreo de *Hemileia Vastatrix*

Ante el panorama de la epidemia regional de roya presente desde el año 2012, que ha reactivado contundentemente las acciones de monitoreo de la plaga en los diferentes países de la región, se vuelve imperativo agilizar los procesos de levantamiento de información en campo, almacenamiento y análisis de los mismos. Para ello, la implementación de sistemas de información móvil es una alternativa viable y útil para centralizar la información en un tiempo reducido, minimizando errores, optimizando recursos y traduciendo en beneficios para la toma de decisiones sobre el control y/o mitigación de la enfermedad.

De esta manera, el **Sistema Integrado para el Monitoreo de *Hemileia vastatrix* (SIM-HV)** es una herramienta desarrollada con el propósito de contribuir a ser más eficientes los procesos de captura de datos de variables agrosanitarias en campo, la transmisión de los mismos en tiempo real o en el menor tiempo posible y el análisis amigable de la información.

Descripción del Sistema

La estructura del SIM-HV actualmente cuenta operativamente con tres niveles de usuarios:

- a. Evaluador
- b. Administrador del sistema a nivel de país
- c. Administrador del sistema a nivel región

a. Evaluador

En este nivel, el evaluador tendrá acceso al formulario electrónico de captura de datos en campo y a la obtención inmediata del cálculo del porcentaje de incidencia promedio de roya del área muestreada.

ORGANISMO INTERNACIONAL REGIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA
 * MÉXICO * GUATEMALA * EL SALVADOR * HONDURAS * NICARAGUA * COSTA RICA * PANAMÁ * REPÚBLICA DOMINICANA *

Muestreo de Incidencia de Roya – Soporte SRAT

Fecha: Nombre productor:

Departamento: Municipio: Aldea/localidad:

Edad planta:

Meses: Variedad de Café: Días después de la floración:

Coordenadas geográficas

Latitud N: Longitud W: Altura munm:

MUESTREO DE ROYA

Planta	Rama1		Rama2	
	Hojas totales	Hojas con roya	Hojas totales	Hojas con roya
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

Planta	Rama1		Rama2	
	Hojas totales	Hojas con roya	Hojas totales	Hojas con roya
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

Calcular sumatorias

Calcular % Incidencia Roya

Figura 6. Formulario electrónico de campo para la captura de información

b. Administrador del sistema a nivel de país

Este nivel ofrece la oportunidad de manejar la información generada a nivel de país para generar los reportes requeridos en función de las necesidades de análisis. También dispone de una herramienta para la generación y administración de usuarios del sistema, que permite obtener un mayor control sobre la generación de información en campo.



Figura 7. Herramienta para la administración de la información de SIMHV.

c. Administrador del sistema a nivel de región

El nivel región, dispone de las mismas características del nivel anterior (país), con la diferencia de obtener un manejo de información consolidada de los diferentes países que reporten información al sistema. Este nivel depende de la operatividad de los sistemas a nivel país.

Generación de reportes

Una vez la información ha sido remitida por el personal evaluador a través del sistema móvil, SIM-HV dispone de herramientas para filtrar la información de acuerdo al reporte deseado. De esta manera, se generan resultados en función del porcentaje de incidencia en relación al lugar de muestreo, la variedad evaluada, fecha de evaluación, edad de la plantación, entre otros.

Los reportes se generan de acuerdo a la combinación de variables que se soliciten combinar. En primera instancia, los resultados estarán disponibles en

una tabla de datos que pueden acompañarse de diferentes opciones gráficas que faciliten la visualización de los resultados (gráficos de barras, líneas, puntos, entre otros).



Figura 8. Herramienta gráfica de SIM-HV para la generación de reportes de porcentajes de incidencia por variedad de café evaluada.

Requerimientos para la utilización de SIM-HV

Actualmente, el sistema opera como un formulario electrónico de captura de información en el nivel evaluador. Para ello, se requiere disponer de un dispositivo móvil [celular, tableta, entre otros] que posean las siguientes características:

- Pantalla del dispositivo de regular tamaño.
- Sistema operativo Android.
- Procesador de 400 MHz.
- Contar con aplicación para georreferenciación o con un chip de Geoposicionamiento autónomo (GPS).
- Conectividad (3G y/o WIFI)

Anexos

Guía de campo para la identificación de síntomas de la roya del café

La Roya del Café (*Hemileia vastatrix*)

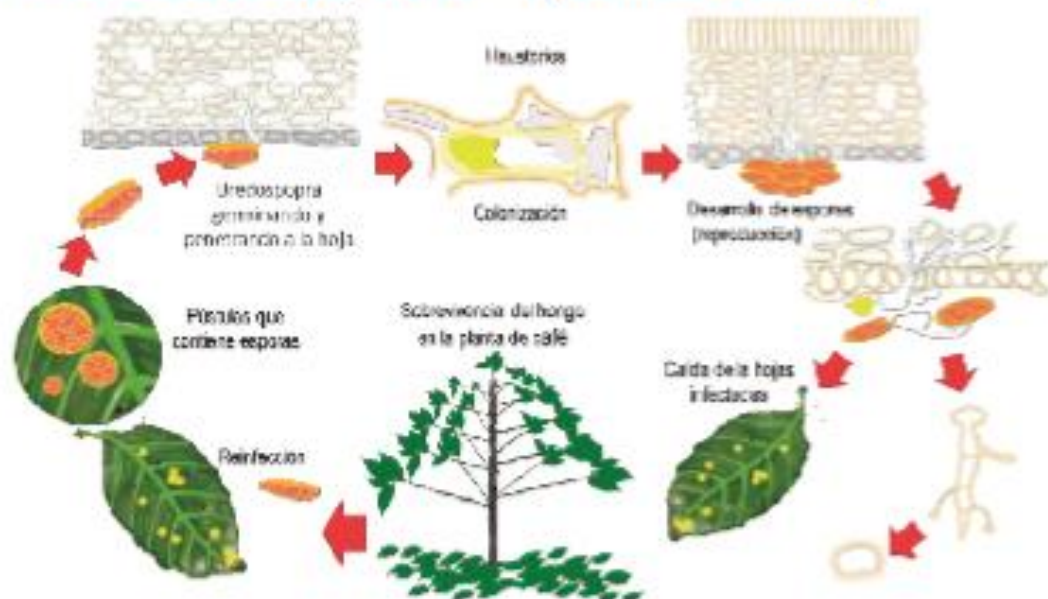
- o Enfermedad que más daños causa en los cafetales plantados con variedades susceptibles.
- o Es un parásito que toma nutrientes de la planta para su reproducción.
- o Depende del tejido vivo para sobrevivir.
- o Ocasiona disminución de la cobertura foliar de la planta.
- o Genera pérdidas en la cantidad y calidad de la cosecha

Condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad:

- o Requiere de la presencia de lluvia para iniciar su proceso de dispersión y germinación.
- o Temperaturas favorables: 16 a 28°C
- o Condiciones de bajo brillo solar:
 - Por efecto de sombra de los árboles.
 - Presencia de cielos nublados.



Ciclo de vida de la roya del café (*Hemileia vastatrix*)



Diagramación: Harold Dandee Morillo

Expresión de síntomas en hojas

Los primeros síntomas se expresan en el envés de las hojas (por donde penetra el hongo).

- 1.- Se presenta como pequeñas lesiones amarillas; por el lado superior de la hoja se visualiza como manchas cloróticas.
- 2.- Las lesiones posteriormente producen esporas anaranjadas.
- 3.- Con el paso del tiempo, las lesiones se necrosan (color café oscuro).



Expresión de síntomas a nivel de planta

-Defoliación de la Planta en:

Tercio Superior



Tercio Medio e Inferior



Superior, Medio e Inferior



Daños en la calidad de los granos de café

La defoliación ocasiona que el fruto no alcance su estado de maduración óptimo y se caiga de la planta.



El secamiento de las ramas comienza desde la punta de la rama hacia la base del tallo, ocasionando la formación de grano negro.

Expresión de síntomas y progreso de *Hemileia vastatrix* en variedad catuai.



Hoja Seca

<5% de daño

5 - 20% de daño

21 - 50% de daño

>50% de daño

Área Foliar Afectada por Roya

Expresión de síntomas y progreso de *Hemileia vastatrix* en variedad pacas.



Primeros síntomas
no visibles
fácilmente

<5% de daño

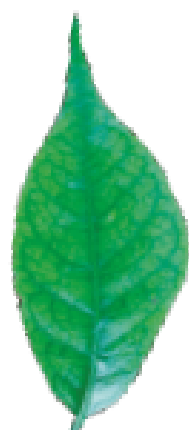
5 - 20% de daño

21 - 50% de daño

>50% de daño

Área Foliar Afectada por Roya

Síntomas que pueden confundirse con la roya del café



Deficiencia de Hierro (Fe)

Descripción

- Decoloración en toda la hoja (verde claro y verde amarillento) .
- Se resaltan las nervaduras centrales y laterales de color verde.

Descripción

- Se expresa mediante una clorosis internerval, de preferencia en hojas adultas.



Deficiencia de Magnesio (Mg)



Afectación por plaga del género *Olygonychus*

Descripción

- Presencia de zonas bronceadas o rojizas, con telarañas muy finas.
- Es un ácaro que se dispersa fácilmente con el viento y/o la actividad humana.
- Afecta cafetales de cualquier edad.
- Con presencia de altas poblaciones, se reduce actividad fotosintética.
- Ocasiona defoliación.

Descripción

- Lesión de color pardo oscuro, con centro blanco grisáceo.
- La lesión está rodeada por un anillo de color amarillo.
- Ataca las hojas y los frutos.
- Ocasiona defoliación.



Cercospora (Mancha de Hierro)

Modelo piloto del sistema de alerta temprana para la roya del café en Honduras



Bibliografía

Agrios, G. (2004). Diseases caused by Basidiomycetes. En G. Agrios, Plant Pathology (pág. 948). La florida: Elsevier Academic Press.

Alvarado, G; Torres, E; Álvarez, L. (2000). Evaluación de la resistencia incompleta de café a *Hemileia vastatrix*, razas II y XXII, en progenies de catura x híbrido de timor del grupo fisiológico "E", en condiciones de almácigo. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C. 65p.

Avelino, J., Muller, R., Eskes, A., Santacrea, R., & Holguín, F. (1999). La Roya Anaranjada del cafeto: Mito y Realidad . En B. Bertrand, & B. Rapidel, Desafios de la caficultura en Centroamérica (pág. 499). San Jose: Agroamer.IICA

Barquero, M. (2013). Recomendaciones para el Combate de la Roya del Cafeto. 3era. Edición. ICAFE, Costa Rica, 63.

Bravo, D. F. (2010). Efecto de la carga fructífera sobre la roya (*Hemileia vastatrix*) del café, bajo condiciones microclimáticas de sol y sombra, en Turrialba, Costa Rica. Tesis de Posgrado, 117.

Garçon, C.L.P.; Zambolim, L.; Mizubuti, E.S.G.; Vale, F.X.R. do; Costa, H.; Chaves, G.M. (2002). Progresso da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*) em diferentes altitudes. Summa Phytopathologica, Brazil. P. 267-270.

Gurdián, A. R. (2010). Efecto de los sistemas agroforestales del café y del contexto del paisaje sobre la roya, (*Hemileia vastatrix*), broca (*Hypothenemus hampei* Ferrari) y los nematodos (*Meloidogyne* spp.), con diferentes certificaciones en la provincia de Cartago Costa Rica. Tesis de Maestría, 102.

Kushalappa, A. C. (1978). Una escala para estimar a intensidade foliar de ferrugem do cafeeiro, Fitopatología Brasileira, 98.

Lopez Bravo, D. F., Virgilio Filho, E. d., & Avelino, J. (2012). Shade is conducive to coffee rust as compared to full sun exposure under standardized fruit load conditions. Crop Protection, 21 -29.

Muthappa, B. N. (1974). A method for estimating the field incidence of coffee leaf rust. Journal of coffee research, India, 40 -45.

Orozco-Estrada, S., & Rivera-Céspedes, M. (2013). Compilado sobre medidas

de control de la roya del café. Costa Rica: CATIE-CIRAD-PROMECAFE.

Ribeiro, I. J. A.; Monaco, L. C.; Tiselli Filho, O.; Sugimori, M. H. (1979). Efecto de la alta temperatura sobre la evolución de *Hemileia vastatrix* en café susceptible. Turrialba (Costa Rica), 213 –218.

Rivillas, C. A. (1991). Índice de follaje sano de la planta: Una nueva metodología de evaluación de la roya del café. Cenicafé, 15.

Rivillas, C. A.; Serna, C.; Cristancho, M.; Gaitán, A. (2011). La roya del café en Colombia. Impacto, manejo y costos de control. Boletín Técnico Cenicafé No. 36, 51.

Santacrea, R.; Reyes, P. E.; Oseguera, S. H. (1983). Estudio del desarrollo de la roya del café *Hemileia vastatrix* Berk. y Br. y su relación con factores biológicos y climáticos en dos zonas cafetaleras de Honduras, C. A.. Simposio sobre cafeicultura latinoamericana, 24-25.

SENASICA. (1 de abril de 2013). SAGARPA Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Obtenido de www.senasica.gob.mx.

Solórzano, L. (2001). Comportamiento epidemiológico de la roya del café en condiciones de almácigo sobre la variedad susceptible catuma. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C. 52p.

Universidade Federal de Lavras. (2006). Plano de amostragem sequencial para a ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. & BR.) considerando a distribuição beta-binomial. Lavras, MG, Brasil. 75p.

Waller, J. M. (1982). Coffee rust epidemiology and control. Crop Protection, 385-404.



ORGANISMO INTERNACIONAL REGIONAL
DE SANIDAD AGROPECUARIA

Más de seis décadas salvaguardando el patrimonio
agropecuario de nuestra región

ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS CENTINELAS PARA LA ROYA DEL CAFÉ *Hemileia vastatrix* PARA LA REGION DEL OIRSA

Autoría: Harold Gamboa Morillo/Carlos Urias Morales



C O N T E N I D O

- 1. Objetivos**
- 2. Ubicación**
- 3. Criterios para la ubicación**
- 4. Información de identificación**
- 5. Variables climáticas**
- 6. Numero de parcelas centinelas**
- 7. Tamaño de la parcela centinela**
- 8. EVALUACION DE LA ENFEMEDAD**
- 9. Determinación del porcentaje de incidencia**
- 10. TIPOS DE MUESTREO**
- 11. Evaluación de la severidad de la enfermedad**
- 12. Método de muestreo LANREF-MEXICO**
- 13. Evaluación de Severidad Utilizando la Fórmula de Townsend y Heuberger.**
- 14. Evaluación de Severidad Utilizando la escala diagramática de Kushalappa.**
- 15. REGISTRO DE LA INFORMACION**
- 16. ACTIVIDADES DE MONITOREO**

ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS CENTINELA PARA EL MONITOREO DE LA ROYA DEL CAFÉ (*Hemileia vastatrix*)

OBJETIVOS

Ejecutar acciones de monitoreo epidemiológico para determinar la progresión y/o severidad de la roya del café (*Hemileia vastatrix*) en las principales regiones cafetaleras de los países miembros de la región OIRSA, para generar alertas y contribuir a tomar decisiones en el manejo preventivo de la enfermedad.

DEFINICIÓN

Las parcelas centinela son unidades de muestreo que se ubican estratégicamente en zonas representativas donde se desarrolla el cultivo, con el objetivo de monitorear la presencia y evolución de la enfermedad, para generar alertas fitosanitarias y tomar acciones de control.

CRITERIOS PARA LA UBICACIÓN

Las parcelas centinela deberán ubicarse realizando una estratificación de las zonas de producción del cultivo en mención en cada país, en función de:

- 1- La altura en metros sobre el nivel del mar; por ejemplo:

Estrato	Rango de Altura (msnm)
Bajo	600 – 800
Medio	>800 – 1200
Alto	>1200

- 2- Número de productores por región: seleccionar municipios o áreas donde se concentran la mayor cantidad de unidades productivas.
- 3- Volumen de producción por región.
- 4- Áreas que presenten mejores condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad.
- 5- Variedades de café: representatividad de las variedades de café en cada estrato altitudinal.

Información de Identificación

Cada parcela deberá tener asignado un registro de identificación con la siguiente información mínima:

- Código de parcela
- Fecha de establecimiento
- Ubicación:
 - Nombre de la región (departamento, municipio, aldea, etc.).
 - Coordenadas geográficas
 - Altura en metros sobre el nivel del mar
- Variedad de café
- Edad de la plantación
- Área del lote
- Porcentaje de sombra
- Técnico supervisor responsable

Variables Climáticas

El monitoreo de la enfermedad, deberá estar acompañado del registro de variables climáticas de interés, que tengan influencia en el desarrollo del hongo. Las variaciones climáticas actuales, demandan la utilización de equipos que proporcionen de una manera rápida y ordenada variables como:

- precipitación
- temperatura máxima y mínima
- humedad relativa
- brillo solar (en lo posible)

Para ello, se recomienda utilizar un "data logger" o registrador de datos; este es un dispositivo electrónico que captura datos en el tiempo por medio de instrumentos y sensores propios (basados en microcontroladores).

Número de Parcelas Centinela

El número de parcelas está condicionado a la representatividad de la información a obtener (a mayor cantidad, mayor veracidad) y también a la disponibilidad de recurso humano y económico destinado al monitoreo y seguimiento. Se recomienda establecer un mínimo de tres parcelas por cada variedad cultivada en cada uno de los estratos de altura.

Variedad	Rango de Altura	Núm. Parcelas Centinela	Total
Catuai	>900 – 1200	03	06
	>1200	03	
Pacas	600 - 900	03	03
Borbón	600 – 900	03	09
	>900 – 1200	03	
	>1200	03	

Tamaño de la parcela centinela

La gran mayoría de las fincas de café ubicadas en los países de la región OIRSA, se encuentran en manos de pequeños productores, por lo cual, tomando en consideración la facilidad en campo para el establecimiento de las parcelas y que los cafetales en su gran mayoría no se encuentran plantados homogéneamente con una sola variedad de café, se recomienda un tamaño mínimo de 0.05 ha o 0.07 mz (500 m²).

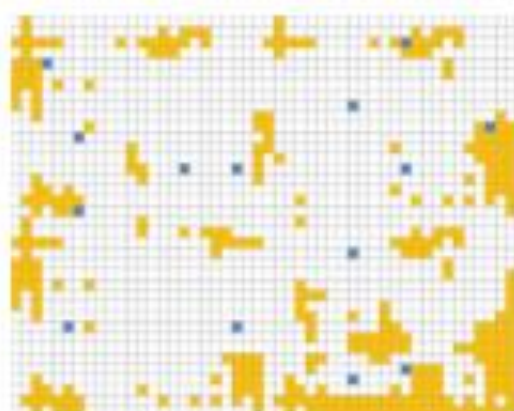
EVALUACIÓN DE LA ENFERMEDAD

A continuación se presentan algunos métodos que pueden ser aplicados para la determinación del porcentaje de incidencia y el grado de severidad de la roya del café.

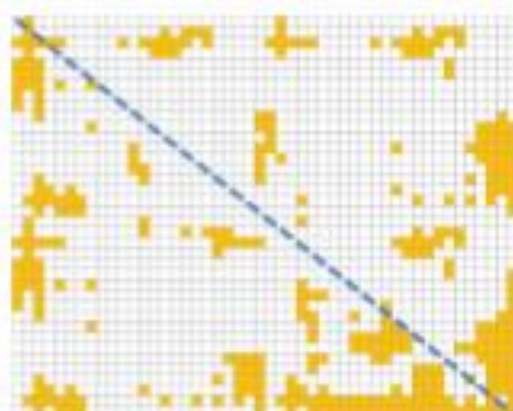
Determinación del Porcentaje de Incidencia

La incidencia se define como la proporción (0 a 1) o porcentaje (0 a 100) de entes enfermos dentro de una unidad de muestreo; en este caso, significaría el número de hojas enfermas en cada planta y/o el número de plantas enfermas en un área determinada. Para realizar los conteos dentro de las parcelas centinela, existen diferentes formas para definir los puntos de medición (Figura 1).

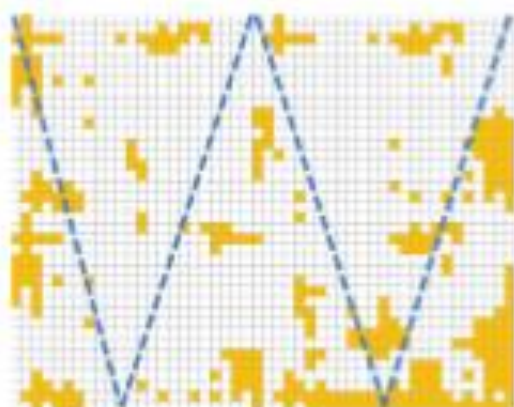
TIPOS DE MUESTREO



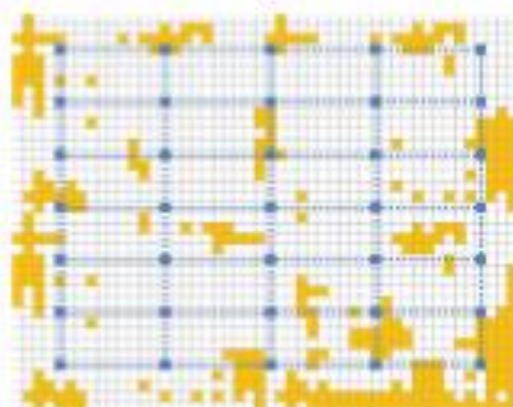
Aleatorio



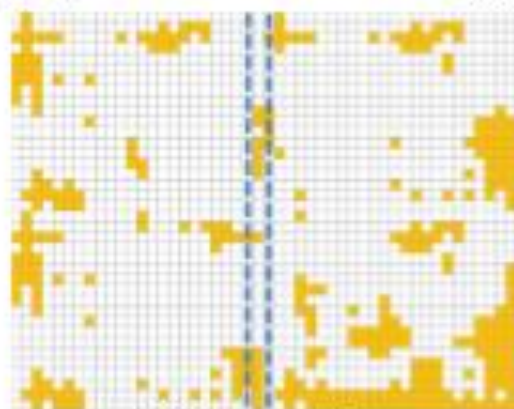
En diagonal



En zig-zag o "w"



Sistemático



Doble surco central

Figura 1. Métodos para definir puntos de muestreo dentro de las parcelas centínela.

El método que puede representar mayor grado de confiabilidad, es el sistemático, puesto que, de acuerdo al criterio utilizado (distribución de puntos) garantiza una cobertura más homogénea y representativa de la unidad a muestrear.

Independientemente del método aplicado, se recomienda evaluar la incidencia de la enfermedad en una población mínima de 60 plantas por cada hectárea de terreno, seleccionando en cada planta, la rama o bandola con mayor cantidad de hojas (Figura 2), ubicada en la parte media o superior de la misma, así:



Figura2. Distribución de ramas o bandolas en la planta para medición de incidencia de roya.

En cada rama seleccionada, se deberá contar el número total de hojas y el número de hojas que tienen presencia de roya para determinar el porcentaje de incidencia con la siguiente fórmula:

$$\%Incidencia = \frac{\text{Número de hojas con roya}}{\text{Número total de hojas}} \times 100$$

Evaluación de la Severidad de la Enfermedad

La severidad se define como el área del tejido vegetal afectado por una enfermedad, que para el caso en mención, será la superficie de una hoja afectada por roya expresada en porcentaje o en una escala de proporción del área total.

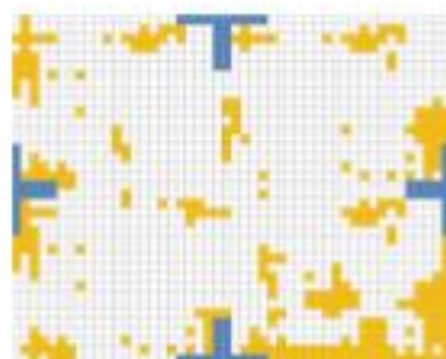
Dentro de cada unidad de muestreo, se pueden seleccionar entre 15 a 20 plantas, a las cuales, se les aplicará uno de los diferentes métodos o escalas definidas por muchos autores para estimar el área foliar afectada de la planta.

Método de muestreo en "T" (LANREF)

Este método ha sido aplicado por la Dirección de Sanidad Vegetal de México en el cultivo del café y también validado en otros cultivos perennes. En este muestreo se considera el efecto de borde y aleatorio de las fincas por exposición a vientos, movilidad de cosechas y personal. En cada parcela son seleccionadas 20 plantas a las cuales se evaluará el índice de daño en la planta y el índice de daño en las hojas (este último en 5 plantas). Para ello, se utilizan dos escalas diagramáticas diseñadas para tal propósito.

Evaluación de severidad en plantas:

Clase	Daño en la planta área foliar con roya
0	Planta sana
1	3%
2	10%
3	30%
4	60%
5	Defoliación



Se debe observar en dirección de los cuatro puntos cardinales todo el dosel de la planta para calificar el porcentaje de daño utilizando la siguiente escala:



0	1	2	3	4	5
Planta sana	3%	10%	30%	60%	Defoliación

Para evaluar la severidad en hojas, referirse a la siguiente tabla y escala diagramática:

Clase	Daño en la Hoja área foliar afectada
0	Sano, sin síntomas visibles
1	1-5 %
2	6-20%
3	21-25%
4	>50%



Figura 4. Escala diagramática para evaluación de severidad en hojas.

Evaluación de Severidad Utilizando la Fórmula de Townsend y Heuberger

Se pueden examinar las plantas para estimar la severidad de la infección del hongo, a partir de la escala (0-4) utilizado por Townsend y Heuberger 1943. Para la estimación, el porcentaje de infección se clasifica en seis categorías:

- 0 = Hoja sana
- 1 = Infección al 1%
- 2 = Infección leve 25%
- 3 = Infección media 50%
- 4 = Infección severa 75%

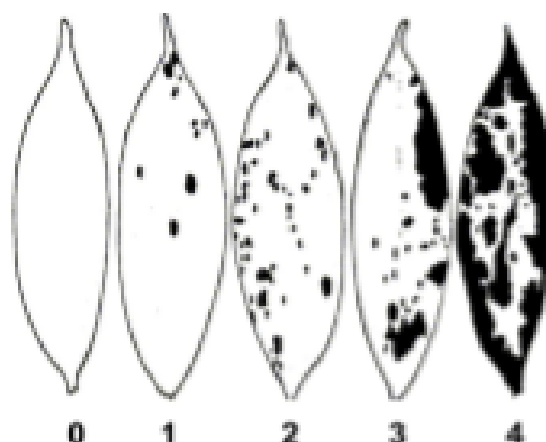


Figura 5. Escala de Townsend y Heuberg modificada.

Posteriormente, los porcentajes de infección de cada tratamiento se calculan utilizando la siguiente fórmula:

$$P = \frac{\sum (nxy)}{SN} \times 100$$

Donde:

P= Severidad de la enfermedad (%)

n= Número de hojas enfermas en cada categoría

v= Valor numérico de cada categoría

N= Número total de hojas de la muestra

Evaluación de Severidad Utilizando la escala diagramática de Kushalappa

La escala de Kushalappa 1978, ha sido una de las más utilizadas en diferentes investigaciones a nivel mundial hasta la actualidad. Aquí se define la severidad como el grado de infección de la hoja referida al porcentaje del área foliar ocupada por las pústulas de la roya, para lo cual se emplean los diagramas de la figura 6, que representan hojas de café con 50cm² de área foliar, ilustrando lesiones de roya de 1, 3, 5, 7 y 10% del área total de la hoja, dando una sumatoria o área acumulativa de 25% (hoja izquierda) y 50% (hoja derecha).

Al estimar lesiones cuya severidad sea menor del 25%, se aconseja hacerlo sumando o acumulando las áreas de cada lesión. Para severidades mayores del 25% es mejor hacer las estimaciones de cualquier otro nivel entre 0 y 100%.

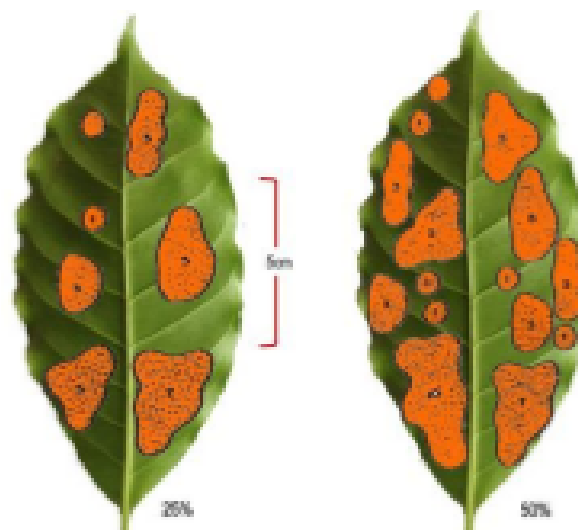


Figura 6. Escala diagramática de Kushalappa 1978 para evaluación de la severidad de la roya en hojas de café.

REGISTRO DE LA INFORMACIÓN

En el anexo número 1, se presenta el formulario de campo que podrá ser utilizado para el registro físico de la información. De igual manera, el OIRSA pone a disposición de la región, una herramienta electrónica diseñada específicamente para capturar la información directamente en campo mediante un dispositivo electrónico "android" o computadora convencional.

La herramienta permite calcular instantáneamente el porcentaje de incidencia de roya en la superficie muestreada y redireccionar la información a una base central en cada país donde los encargados de vigilancia fitosanitaria, podrán procesarla y realizar los análisis respectivos de la misma. Para tener acceso a la herramienta, deberá solicitar la creación de un usuario remitiéndose al personal técnico de sanidad vegetal de cada país o encargado del sistema en las instituciones cafetaleras (Figura 6).



PROGRAMA REGIONAL DE APOYO AL CONTROL DE LA ROYA DEL CAFÉ

Muestreo de Incidencia de Roya – Soporte SAT

Departamento:

Municipio:

Coordenadas geográficas

Latitud N: Longitud W:

Altura sobre el nivel del mar:

Especie:

Mes: Año:

Alcaldía:

Nombre productor:

Varietal de Café:

Fecha última aplicación fungicida:

Nombre fungicida:

Hoja	Estado	Presencia	Grado de ataque
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

Hoja	Estado	Presencia	Grado de ataque
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			

Hoja	Estado	Presencia	Grado de ataque
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			

Calcular incidencia

Total hojas:

Calcular % incidencia

Total hojas roya:

Figura 7. Herramienta electrónica para registro de información y cálculo de incidencia de roya.

ACTIVIDADES DE MONITOREO

El establecimiento de las parcelas centinela, requiere la ejecución de actividades de acompañamiento que permitan verificar, evaluar, supervisar y divulgar las acciones programadas y los resultados obtenidos.

Actividad 1: Parcelas centinela

- 1.2. Establecimiento de las parcelas centinela
- 1.3. Revisiones calendarizadas

Actividad 2: Capacitación

- 2.1 Capacitación a personal técnico involucrado
- 2.2 Transferencia a productores

Actividad 3: Estrategia de comunicación

3.1 Definición de públicos meta

3.2 Elaboración de materiales informativos (trifolios, banner, boletines electrónicos, etc.)

Actividad 4: Evaluación

4.1 Herramienta para evaluar el objetivo, impacto y resultados de las parcelas centinela

Programa Regional de Apoyo al Control de la Roya del Café (*Hemileia vastatrix*)



México



Belice



Guatemala



El Salvador



Honduras



Nicaragua



Costa Rica



Panamá



**República
Dominicana**

Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria



www.oirsa.org



royacafeoirsa@oirsa.org



[/royacafe.oirsa](https://www.facebook.com/royacafe.oirsa)