

AVANCES EN EL ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE ALERTA FITOSANITARIA EN GUANAJUATO.

CONTENIDO

TEMA	PÁGINA
Resumen	
1. Antecedentes	2
2. Características de la estrategia SIAFEG	3
2.1. Actividades de Investigación	3
2.1.1. Productos de la Investigación	4
2.1.1.1. Modelos de Simulación	4
2.1.1.1.1. Modelo de dinámica de población de diabrotica	4
2.1.1.1.2. Modelo de dinámica de población de Gallina Ciega	
2.1.1.1.3. Modelo de dinámica de población de chapulín.	5
2.1.1.1.4. Modelo para estimar incidencia y severidad en roya del frijol	5
2.1.1.2. Caracterización de enemigos biológicos	6
2.1.1.3. Desarrollo de métodos para apoyo a la toma de decisiones	8
2.1.1.3.1. Estudios de riesgo:	8
2.1.1.3.1.1. Diabrotica	
2.1.1.3.1.2. Chapulín	
2.1.1.3.1.3. Roya en Frijol	
2.1.1.3.1.4. Carbón Parcial en trigo	
2.1.1.3.1.5. Paratrypa	
2.1.1.3.1.6. Roya Lineal Amarilla	



2.1.1.3.2. Metodología para el monitoreo de problemas fitosanitarios	10
2.1.1.3.3. Metodología para la cuantificación de daño por problemas fitosanitarios	10
2.1.1.3.3.1. Diabrotica dos años	
2.1.1.3.3.2. Chapulín primer año	
2.2. Actividades de Capacitación	12
2.3. Actividades de Transferencia de Tecnología	15



AVANCES EN EL ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE ALERTA FITOSANITARIA EN GUANAJUATO.

ANTECEDENTES.

El Sistema de Alerta Fitosanitaria de Guanajuato (SIAFEG), se estableció en el 2003 como un instrumento para evaluar el impacto de las principales plagas y enfermedades de los cultivos en el estado, predecir su comportamiento y generar recomendaciones para el manejo de estos organismos, buscando la complementariedad de los esfuerzos de las instituciones participantes.

Las razones principales por las que se decidió emprender este esfuerzo fueron:

- La falta de herramientas metodológicas que permitan dimensionar adecuadamente los principales problemas fitosanitarios del estado desde un punto de vista económico, ecológico y social, y evaluar el impacto de las acciones que actualmente se desarrollan en esta área.
- La necesidad de optimizar los recursos materiales, humanos e informáticos.
- La oportunidad de aplicar conocimientos y tecnologías de vanguardia, como son los modelos de simulación, que permitan utilizar la información agroclimática disponible y predecir el comportamiento de los organismos dañinos para aplicar medidas de prevención y control.

Dada la complejidad y magnitud de esta tarea, las instituciones participantes decidieron asumir de manera co-responsable el compromiso que este proyecto representa. Para ello, se creó una instancia de representación interinstitucional llamada Grupo Técnico del SIAFEG, en el cual participan la SAGARPA, la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SDA), el INIFAP, la Fundación Guanajuato Produce A.C. y el Comité Estatal de Sanidad Vegetal del estado de Guanajuato (CESAVEG). El Grupo Técnico sesiona mensualmente y toma decisiones acerca del sentido y la dirección de las acciones de esta estrategia.

En esencia, el SIAFEG es un sistema de información que está integrado por los siguientes componentes:

- Un Conjunto de Bases de datos, Cartográficas, Climáticas, Edafológicas, de Cultivos y de Enemigos Biológicos.
- Modelos dinámicos de crecimiento vegetal de varios cultivos y del comportamiento de diversos enemigos biológicos.
- Esquemas de monitoreo permanente de los componentes Clima, Enemigo Biológico y Cultivo, mediante la aplicación de modelos de predicción y la toma de datos en campo.



El Objetivo general de la estrategia SIAFEG consiste en la utilización de este Sistema de Información para apoyar el diseño y la evaluación de las acciones de las campañas fitosanitarias en el estado.

A partir de marzo del 2003, se empezaron a incorporar a este sistema las campañas de Plagas rizófagas, Manejo fitosanitario del frijol y Contra Chapulín.

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRATEGIA.

La estrategia SIAFEG se planteó como un gran programa de trabajo con objetivos a corto, mediano y largo plazo, tratando de conciliar por un lado la oportunidad de demostrar, con base en los conocimientos disponibles, que un enfoque como el propuesto puede ofrecer resultados en el diseño y la aplicación de medidas preventivas y de control de problemas fitosanitarios, y por el otro, la necesidad de avanzar en la generación del conocimiento necesario para abordar una mayor gama de problemas, en relación con los cultivos de importancia en el estado. De acuerdo con lo anterior, los objetivos específicos del SIAFEG se pueden ordenar de manera secuencial como sigue:

- En el corto plazo (1 a 3 años), adaptar las bases de datos, los conocimientos y los modelos disponibles de cultivos y de enemigos biológicos, para generar aplicaciones prácticas como son los estudios de riesgo y los esquemas de monitoreo, para apoyar la toma de decisiones sobre el diseño y la operación de las campañas fitosanitarias.
- A mediano plazo (3 a 5 años), generalizar los métodos y los sistemas de información, de manera que se facilite la incorporación de otros problemas fitosanitarios al Sistema de Alerta estatal.
- En el largo plazo (5 a 7 años), la consolidación de una infraestructura humana y material que permita reproducir los sistemas de información en otros temas y en otras regiones.

Para avanzar en el logro de estos objetivos, se consideró necesario que se desarrollarán actividades simultáneamente en 3 áreas, Investigación, Capacitación y Transferencia de Tecnología. En el esquema de la Figura 1, se describen las diferentes actividades de investigación que se llevan a cabo en el SIAFEG.

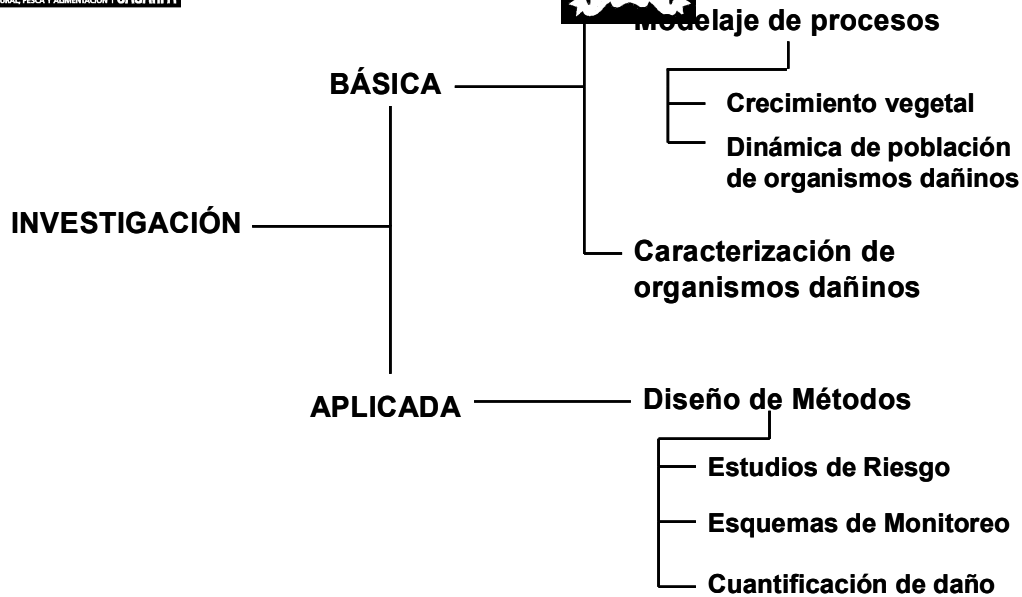


Figura 1. Resumen de las actividades de investigación en el proyecto SIAFEG.

Actividades de Investigación.

Las actividades de investigación se pueden clasificar en dos rubros principales:

- a. Investigación básica, la cual está encaminada a la caracterización de los enemigos biológicos en cuanto a los factores que determinan su adaptación y el desarrollo de modelos predictivos, tanto del comportamiento de los organismos dañinos, como del crecimiento y desarrollo de los cultivos.
- b. Investigación aplicada, que tiene por fin el diseño de aplicaciones para apoyar el dimensionamiento y el monitoreo de los problemas fitosanitarios. Estas aplicaciones se basan en el uso de modelos de simulación y bases de datos climáticas. Por otra parte también se trabaja en el diseño de métodos y procedimientos para la evaluación del daño ocasionado por los organismos considerados.

2.1.1. Productos de la Investigación. De acuerdo con las actividades que se han descrito hasta aquí, los productos obtenidos por este proyecto se pueden agrupar en los relacionados con la investigación básica, como son el Modelaje de procesos y la Caracterización de los enemigos biológicos; y los correspondientes a la investigación aplicada, en todo lo concerniente al desarrollo de Métodos para apoyar la toma de decisiones en el manejo de los problemas fitosanitarios.

2.1.1.1. Modelos de simulación. Una de las aportaciones más importantes de este proyecto al manejo de los problemas fitosanitarios consiste en la generación de modelos que permiten representar los procesos de crecimiento y de desarrollo de los cultivos, así como la dinámica poblacional de los enemigos biológicos. El modelo de simulación es la herramienta que permite utilizar la información disponible para calcular

el resultado de las interacciones entre el Cultivo, el Ambiente físico (representado por el suelo y el clima) y los organismos dañinos para llevar a cabo pronósticos de la producción de los cultivos y del efecto de las plagas y enfermedades sobre la misma.

Los modelos que se han desarrollado o modificado durante los dos primeros años de este proyecto son:

2.1.1.1.1. Modelo de la dinámica de población de Diabrotica. Este modelo se construyó a partir de un modelo desarrollado en el INIFAP, con la colaboración de la becaria Edith González Alvaro, del Instituto Tecnológico Agropecuario No. 33. El modelo simula la dinámica poblacional del gusano de la raíz del maíz (*Diabrotica virgifera zea* K. y S.) a partir de datos diarios de precipitación, evaporación y temperaturas extremas.

Este modelo se ha trabajado tanto en forma independiente como acoplado al modelo de maíz MSPEC Maíz (Quijano y colaboradores, 1998). Cuando el modelo se corre de manera independiente, se utiliza la humedad residual (precipitación – Evapotranspiración) para determinar el momento en que se presentan las condiciones para que eclosionen los huevecillos y se active la dinámica poblacional de este insecto. Cuando el modelo se corre acoplado al MSPEC Maíz, se utiliza el balance de humedad de éste último para determinar la fecha en que ocurren las condiciones para la eclosión de los huevecillos en el perfil de 0 a 10 cm y en el de 10 a 20 cm de profundidad.

El dato inicial de este modelo es la población de huevecillos en el suelo, y a partir de la fecha de inicio del temporal y datos probabilísticos de clima, se estiman las fechas en que aparecerán los distintos estadios del mismo. Esta característica convierte al modelo de diabrotica en una excelente herramienta para apoyar el monitoreo de la dinámica de población de este insecto.

Actualmente se trabaja en la incorporación a este modelo de los elementos necesarios para determinar la distribución espacial del insecto al nivel de parcela.

En el ciclo 2004 se logró validar este modelo al comparar la dinámica de la emergencia de adultos con datos obtenidos a través del trampeo de los mismos en las comunidades de Santa Cruz de Gamboa y San Isidro de Gamboa, en Apaseo el Alto, Gto. En la Figura 2 se puede apreciar que la estimación del pico de emergencia de adultos se ajusta con mucha precisión a los datos obtenidos a través del trampeo. Lo anterior permite utilizar con una buena confiabilidad el modelo para apoyar el monitoreo de este insecto y racionalizar el esfuerzo dedicado al muestreo de campo.

2.1.1.1.1. Modelo de la dinámica de población de Gallina Ciega. Al igual que el modelo de Diabrotica, el de gallina ciega permite simular la aparición sucesiva de los diferentes estadios del insecto como una función de la acumulación de calor a partir de la emergencia del adulto. En este modelo se utiliza también la humedad residual para determinar el momento en que se presentan las condiciones favorables para la emergencia del adulto y el inicio del ciclo de vida de este insecto. El modelo permite estimar, a partir de la fecha de inicio del temporal y datos probabilísticos de clima, las

fechas en que aparecerán los distintos estadios del mismo y, por lo tanto, es una herramienta para apoyar el monitoreo de la dinámica de población de este insecto; mismo que se encuentra en proceso de validación.

2.1.1.1.3. Modelo de la dinámica de población de chapulín. Al igual que el modelo de diabrotica, el de chapulín permite simular la aparición sucesiva de los diferentes estadios del insecto como una función de la acumulación de calor a partir de la eclosión de los huevecillos. En este modelo se utiliza también la humedad residual para determinar el momento en que se presentan las condiciones favorables para la eclosión y el inicio del ciclo de vida de este insecto. Hasta ahora, este modelo se ha calibrado para representar la dinámica de población de las especies *Sphenarium purpurascens* y *Melanoplus differentialis*, y se pretende utilizarlo también en otras especies. Uno de los aspectos más importantes de este modelo es que permite calcular, en función de la temperatura, las tasas de mortalidad de los estadios ninfales, lo cual se ha utilizado para inferir sobre la importancia del control natural de este insecto en diferentes regiones. En la Figura 3, se muestra la comparación entre las fechas estimadas de aparición de los primeros 4 estadios ninfales para *Sphenarium purpurascens* y *Melanoplus differentialis*, así como la observación en campo de estas mismas etapas para la localidad de Arroyo Colorado en el municipio de Acámbaro, Guanajuato en el 2003. Las discrepancias mayores entre los datos simulados y observados corresponden al estadio de la ninfa 4, lo cual se atribuye a las dificultades para identificar en campo estas etapas.

2.1.1.1.4. Modelo para estimar la incidencia y severidad de la roya del frijol. El modelo conceptual de roya está basado en el supuesto de que el único parámetro que regula la aparición de la roya es el clima, ya que se asume que la cantidad de inóculo no es limitante. Esta enfermedad sólo se presenta en siembras de frijol de temporal en el ciclo Primavera-Verano.

Las consideraciones para el diseño del diagrama causal son:

- Para que la infección se desarrolle se requiere que la humedad relativa sea mayor o igual al 70%.
- La severidad es una función de la temperatura, ya que una vez infectada la planta, se requiere solo de la temperatura óptima para que la severidad aumente.

2.1.1.2. Caracterización de enemigos biológicos. En la actualidad existen en la literatura una gran cantidad de modelos disponibles acerca del crecimiento y desarrollo de muy diferentes organismos, en especial modelos para apoyar la toma de decisiones en el manejo de plagas y enfermedades.

Ahora la principal limitante consiste en disponer de la información necesaria para estimar los coeficientes que hacen que el modelo sea “específico” para una determinada especie o tipo de organismo, ya que sin estos datos, el modelo no pasa de ser una aproximación general.

La determinación de estos parámetros en el caso del SIAFEG se ha realizado tanto a partir de investigación documental, como de pruebas de laboratorio, los organismos que han sido caracterizados para poder modelar su comportamiento y los parámetros generados se muestran en el Cuadro 1, en lo correspondiente a plagas y en el Cuadro 2, en lo que se refiere a enfermedades.

Cuadro 1. Parámetros que describen los requerimientos climáticos de los insectos plaga que se estudian en el SIAFEG.

Plaga		
Diabrotica	<i>Virgífera</i>	Incubación para eclosión: UC 262.5, TB 11°C; (García) Estadios larvales TB 9 °C; Larva1 UC 77.7; Larva2 UC 70.6; Larva3 UC 149.2; Pupa UC 125.1; Adulto UC 27.7. (Jackson <i>et al</i> 1998)
	<i>Balteata</i>	Incubación para eclosión: UC 120.91;; Larva1 UC 83.35; Larva2 UC 87.66; Larva3 UC 216.09; Pupa UC 127.44; Adulto UC 154.155. TB 9°C.
Gallina Ciega	<i>Phyllophaga ravida</i>	Incubación para eclosión: UC 165, Larva1 UC 405; Larva2 UC 435; Larva3 UC 1395; Pupa UC 450; Adulto UC15. (Aragón <i>et al</i> 2004).TB 9 °C para todo el desarrollo.
Chapulín	<i>Sphenarium</i>	Ninfa 1: UC 67.6; Tb 16.5; Ninfa 2: UC 65.28, Tb 16.7; Ninfa 3: UC 65.76, Tb 16.7; Ninfa 4: UC 115.42, Tb 11.9; Ninfa 5: UC 109.35, Tb15.9; Adulto: UC 307.06, Tb 17.6 (Guzmán-Franco 1999). Incubación para eclosión: UC 205.6, Tb 10. (SIAFEG)
	<i>Melanoplus</i>	Ninfa 1: UC 67.6; Tb 16.5; Ninfa 2: UC 65.28, Tb 16.7; Ninfa 3: UC 65.76, Tb 16.7; Ninfa 4: UC 115.42, Tb 11.9; Ninfa 5: UC 109.35, Tb15.9; Adulto: UC 307.06, Tb 17.6 Incubación para eclosión: UC 205.6, Tb 10.

Cuadro 2. Parámetros que describen los requerimientos climáticos de las enfermedades que se estudian en el SIAFEG.

Cultivo	Enfermedad	Condición favorable según literatura	Fuente	SIAFEG
Frijol	Roya	Requiere de alta humedad relativa mayor del 80% para que la infección se realice.	Imhoff M. W <i>et al</i> 1981	Se establecieron rangos de temperatura y humedad para alto mediano y bajo riesgo de acuerdo con la literatura utilizando temperatura mínima y HR máxima
		EL 90% de la germinación ocurre dentro de las 6-8 horas de rocío o humedad.	Schwartz H. F, Gálvez G.E. , 1980	Se ha observado que 8 horas continuas con la temperatura optima y humedad relativa mayor al 80% son necesarios para el establecimiento de la enfermedad han sido.
		Las pérdidas en rendimiento son mayores cuando las plantas son infectadas durante los periodos de floración o prefloración (entre 30 y 45 días después de la siembra).	SARCH, 1992	Se ha identificado como etapa de mayor susceptibilidad la floración
Trigo y Cebada	Roya lineal	La roya del trigo es una enfermedad de temperaturas bajas y muy importantes en áreas frías, con rocío. La temperatura mínima, óptimo y máximo para la germinación de las esporas es de 0, 9-12, y de 20-26 °C respectivamente. Es sensible a la contaminación. Las esporas pierden viabilidad rápidamente a 19°C	CIMMYT, 1988. Disponible en http://pnw-ag.wsu.edu/SmallGrain/StripeRust.htm	Se establecieron rangos de temperatura y humedad para alto mediano y bajo riesgo de acuerdo con la literatura utilizando temperatura media.
		La importancia del microclima se acentúa con el desarrollo de la planta ya que el microclima dentro de una comunidad de plantas a finales del estado vegetativo es más favorable que el que se presenta en estados fenológicos anteriores para la infección del cultivo.		No se utilizó HR para el estudio debido al supuesto de que la edad de la planta favorece la presencia de la humedad.

Actualmente se trabaja en la caracterización de estos parámetros en relación con otras especies de chapulín y en el siguiente período del proyecto se contempla iniciar

también la caracterización de algunos organismos entomopatógenos que son de importancia para el control de plagas de los cultivos.

2.1.1.3. Desarrollo de Métodos para apoyo a la toma de decisiones. La parte más importante de este proyecto es sin duda la aplicación de los conocimientos generados y los disponibles como apoyo en la toma de decisiones acerca del diseño y la evaluación de las acciones sobre protección vegetal en el estado.

En este proyecto se ha procurado generar instrumentos que sean útiles para los propósitos mencionados básicamente en ámbitos, representados por los siguientes productos:

2.1.1.3.1. Metodología para la elaboración de estudios de riesgo. Una de las deficiencias más serias que enfrenta el diseño de acciones y campañas para la protección vegetal es la falta de elementos para dimensionar adecuadamente los problemas fitosanitarios, es decir, fundamentar la importancia de estos problemas con base en mediciones o estimaciones cuantitativas que reflejen la frecuencia con que éstos se presentan en las regiones afectadas y la magnitud de su efecto sobre la producción.

En un escenario ideal, la fundamentación de los problemas fitosanitarios debería de basarse en un registro histórico detallado de la presencia de estos problemas y su efecto sobre la producción en los diferentes ambientes y sistemas de producción del estado. Dado que es prácticamente imposible llevar a cabo una verificación física de tal magnitud, en el SIAFEG se ha optado por desarrollar un instrumento que permita ubicar las zonas con mayor probabilidad de presentar daños por efecto de la actividad de los enemigos biológicos y cuantificar en la medida de lo posible las reducciones ocasionadas a la producción.

Uno de los aspectos más importantes a considerar al evaluar la importancia de los problemas fitosanitarios consiste en el reconocimiento de que su efecto varía en intensidad de una región a otra y de un año a otro, en respuesta a la variación en las condiciones de clima y suelo principalmente. Es por ello que en los estudios de riesgo se hace un análisis detallado de las condiciones climáticas a través de una serie histórica de al menos 10 años, para clasificar las regiones agrícolas de acuerdo con la frecuencia con que éstas presentan condiciones que favorecen la actividad del enemigo biológico.

En la elaboración de un estudio de riesgo se pueden identificar los siguientes elementos generales:

- Ubicación de las zonas agrícolas.
- Clasificación de estas zonas con base en criterios de clima y suelo.
- Integración de bases de datos de series históricas de clima y de descripciones de los perfiles representativos de los suelos predominantes.

- Construcción de criterios de decisión que relacionen las características edafoclimáticas de las regiones con los requerimientos de los enemigos biológicos, y permitan establecer una escala para calificar el grado en que la condición ambiental es favorable para la presencia del organismo dañino.
- Evaluación de estos parámetros a lo largo de la serie histórica de datos de clima y dentro de los períodos críticos de susceptibilidad del cultivo.
- Delimitación de las regiones agrícolas con base en la frecuencia con que se presentan condiciones favorables para el enemigo biológico. De acuerdo con la naturaleza del problema, el criterio para la delimitación puede definirse como la probabilidad de que se presenten un cierto número de días con condiciones favorables, o bien, se puede utilizar la variación en el número de días favorables a un mismo nivel de probabilidad. En este caso, la probabilidad se calcula como frecuencia relativa.

2.1.1.3.1. Con base en estos elementos se han realizado los estudios de riesgo correspondientes a los siguientes problemas fitosanitarios:

- Gusano de la raíz del maíz, *Diabrotica virgifera zea* K. y S.
- Chapulín, *Sphenarium purpurascens*
- Roya del frijol *Uromyces phaseoli*
- Carbón Parcial en trigo *Tilletia indica*
- Paratrioza, *Bactericera (=Paratrioza) cockerelli* Sulc
- Roya Lineal Amarilla, *Puccinia striiformis* f. sp *tritici*

Los cuales se han publicado en extenso en la página Web de la Fundación Guanajuato Produce A.C. (www.fundacionguanajuato.com/siafeg/), exceptuando Paratrioza cuyo estudio de riesgo fue publicado en el folleto Informador Fitosanitario, distribuido por CESAVEG en el espacio reservado para el SIAFEG y **Carbón Parcial del Trigo**. Se encuentran en proceso de elaboración los estudios de riesgo relativos a Gallina Ciega, Tizón bacteriano del frijol. En las Figuras 4, 5 y 6, 7, 8 y 9 se presentan la delimitación de las zonas agrícolas del estado con base en los riesgos de que se presenten problemas relacionados con diabrotica, chapulín, roya del frijol, carbón parcial, paratrioza y roya lineal amarilla respectivamente.

En el caso de diabrotica el criterio para la definición del riesgo se relaciona con las siguientes condiciones:

- Presencia de suelos de textura arcillosa
- Monocultivo de maíz
- La probabilidad de que al inicio del temporal se humedezca todo el perfil del suelo, lo cual favorece la eclosión de una mayor cantidad de huevecillos.

Para el chapulín, se consideró el número de días con condiciones de temperatura para la mortalidad de ninfas 1, 2 y 3, de manera que las zonas que presentan menos días

son aquéllas en las que podrían esperarse poblaciones más abundantes de este insecto.

En lo referente a roya del frijol, el riesgo se definió en función de las siguientes consideraciones:

- Superficie de frijol de temporal
- Probabilidad de presentar condiciones climáticas favorables para este patógeno en el mes de Agosto, en el cual se presenta generalmente la etapa susceptible del cultivo.

Para carbón parcial del trigo las condiciones son:

- Humedad relativa >80 %
- Rango de temperatura inferior y superior 14-22 °C
- Temperaturas óptimas 17-18 °C
- Que el cultivo se encuentre en etapa de floración
- Probabilidad de presentar condiciones climáticas favorables para este patógeno en el mes de Abril, en el cual se presenta generalmente la etapa susceptible del cultivo.

En lo que concierne a Paratryza como una fase inicial de diagnóstico de esta plaga:

- Se clasificaron las regiones agrícolas de riego en el Estado de acuerdo al posible número de generaciones que pueden completarse a un nivel de probabilidad acumulada del 80 %
- El insecto desarrolla su actividad a partir de temperaturas superiores a los 7°C
- Requiere de 360 unidades calor para completar su ciclo

En lo referente a roya lineal amarilla

- Su desarrollo requiere de temperaturas bajas, a diferencia de otras royas, esta condición limita su propagación
- Las temperaturas óptimas para su desarrollo fluctúan de 10 a 15°C
- Humedad relativa alta.

Los estudios de riesgo permiten a CESAVEG a la planeación de sus campañas en el monitoreo, cuantificación de daño, en la planeación de sus actividades.

2.1.1.3.2. Metodología para el monitoreo de problemas fitosanitarios. Como se mencionó anteriormente, los problemas fitosanitarios no se presentan con la misma intensidad todos los años, puesto que la variación en las condiciones del clima afecta el comportamiento tanto del cultivo como de la plaga, por lo tanto una más de las funciones del sistema de información, consiste en facilitar la detección de actividades de los organismos dañinos durante el ciclo del cultivo para la aplicación oportuna de medidas preventivas de protección de los cultivos.

Es conveniente aclarar que el concepto de monitoreo no abarca solamente la verificación de la etapa de desarrollo y la densidad de población del enemigo biológico a través de muestreo. En la estrategia SIAFEG, el monitoreo comprende la inspección



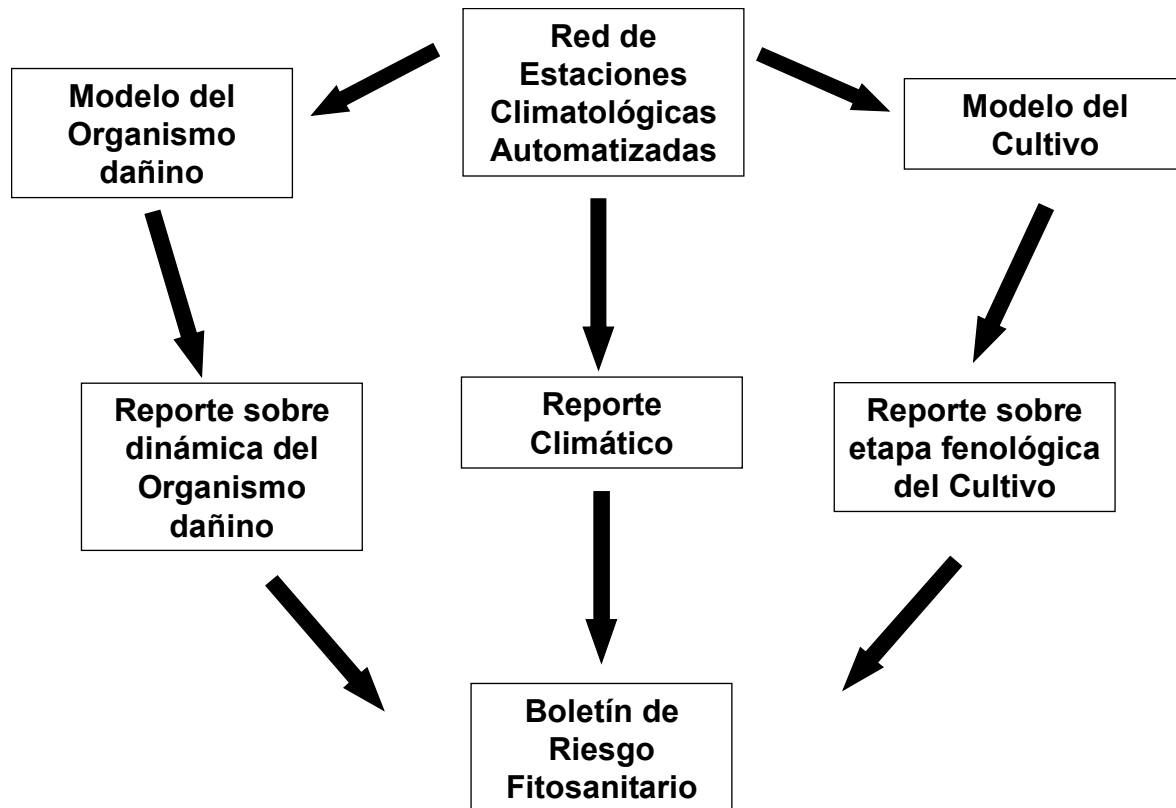
continua de el Clima, el Cultivo y el Organismo dañino, para tratar de determinar con precisión los períodos en que se presentaran condiciones favorables para la aparición de una plaga o enfermedad, incluyendo la utilización de los modelos de simulación para llevar a cabo pronósticos del comportamiento del cultivo y la plaga, aprovechando los reportes diarios de clima de la Red de Estaciones Automatizadas de la Fundación Guanajuato Produce A.C.

De esta manera, el monitoreo proporciona elementos de decisión sumamente importantes para el diseño de los muestreos de campo, circunscribiendo éstos a la verificación de las predicciones realizadas con los modelos y a la medición efectiva y precisa en los períodos en que se presentan condiciones de riesgo para el desarrollo de problemas fitosanitarios. En la Figura 10, se muestra un esquema del funcionamiento del monitoreo fitosanitario dentro de la estrategia SIAFEG. Como puede observarse, el monitoreo combinado de estos factores permite la emisión de un boletín sobre el riesgo fitosanitario, al nivel semanal para el caso de plagas como la diabrótica (Figura 11) o al nivel diario, para el caso de enfermedades como la roya del frijol (Figura 12).

Para el ciclo actual se están realizando los boletines semanales para roya lineal amarilla (Figura 13) y en diabrótica de riego (Figura 14), los cuales permiten a CESAPEG a la planeación de actividades semanales en campo para el monitoreo y cuantificación.

2.1.2.3.3. Metodología para la cuantificación del daño ocasionado por problemas fitosanitarios. Uno de los aspectos más importantes entre los que aborda el SIAFEG se relaciona con la cuantificación del daño ocasionado por los organismos dañinos, ya que esta es la base para justificar los esfuerzos humanos y materiales para estudiar y prevenir un determinado problema fitosanitario.

La metodología del SIAFEG para la cuantificación de los problemas involucra la



estimación del rendimiento de los cultivos bajo dos condiciones teóricas de referencia:

- Las condiciones de producción potencial, la cual depende de la disponibilidad de luz y del régimen de temperatura, para éste cálculo se emplean exclusivamente datos climáticos.
- Las condiciones alcanzables de producción, en las cuales se considera la capacidad de almacenamiento de humedad del suelo, en su cálculo se utilizan datos climáticos, en especial la precipitación y datos sobre las propiedades hidráulicas del suelo.

Estos niveles de referencia del rendimiento, se utilizan para estimar los diferenciales o brechas con respecto a las condiciones reales de producción. Para la caracterización de las condiciones reales de producción se ha seguido la estrategia de establecer parcelas de monitoreo en lotes de productores, en las cuales se evalúan básicamente dos condiciones:

- El manejo normal del productor

- Una condición de manejo libre de daño por plagas y enfermedades

El monitoreo del problema fitosanitario es vital en estas pruebas para verificar que bajo condiciones climatológicas favorables, realmente se presenta el enemigo biológico y que, ante la concurrencia de la etapa infectiva de la plaga o enfermedad y la etapa susceptible del cultivo, el daño a la planta ocurre. Esto permite realmente asignar al

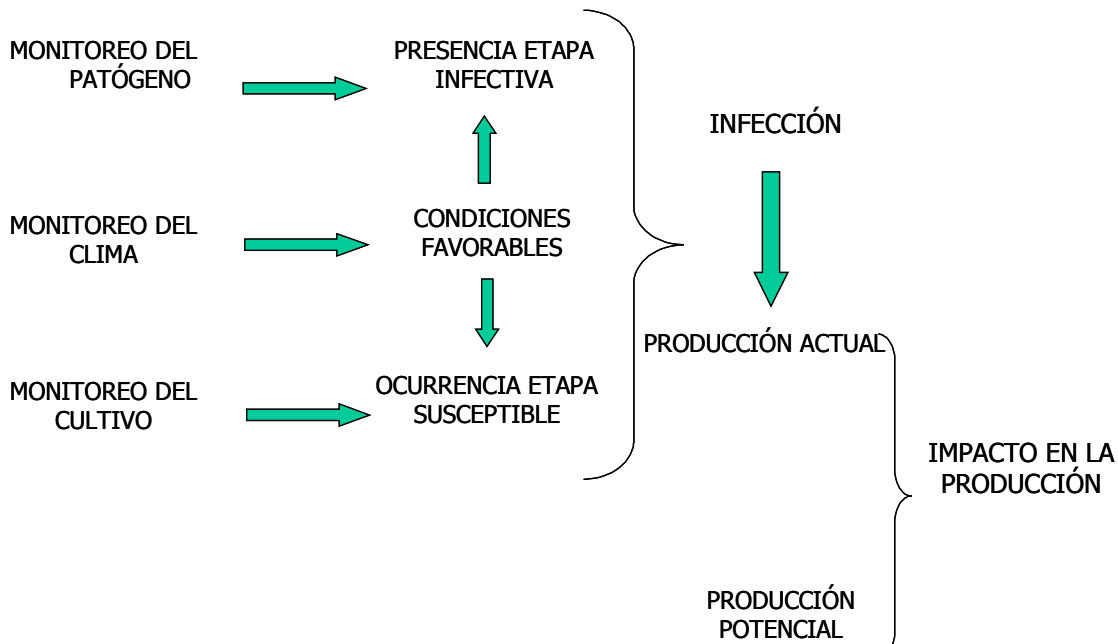


Figura 15. Esquema general para la cuantificación de daño por el efecto de organismos dañinos en los cultivos. SIAFEG 2005.

efecto del enemigo biológico la diferencia entre las dos condiciones de producción descritas. En la Figura 15, se describe en forma esquemática este procedimiento.

En las Figuras 16 y 17, se presentan los resultados de la evaluación del daño por diabrótica en maíz de temporal, en el ciclo PV-2004 y 2005. Resulta evidente que la brecha más amplia ocurre entre la producción potencial y el rendimiento alcanzable, diferencia que se atribuye al factor humedad disponible. Es interesante observar que el rendimiento del mejor agricultor se ubica muy cerca del rendimiento alcanzable a una tonelada de diferencia.

Los datos se recolectaron de un total de 20 parcelas de productores de las comunidades de San Isidro de Gamboa, Santa Cruz de Gamboa y El Terrero de Paredones en Apaseo el Alto, Guanajuato, zona que de acuerdo con el estudio de riesgo, presenta altas probabilidades de que ocurran ataques severos de diabrótica. En estas parcelas, se identificaron manchones que presentaban síntomas de daño en la raíz, los cuales se cosecharon por separado. Como puede observarse, la reducción en el rendimiento de los manchones con respecto a la media es de 0.6 ton.ha⁻¹ y, si se considera que el área que representaban estos manchones en ninguno de los casos alcanzó siquiera el 20% de la superficie total del lote, la proporción en que el



rendimiento se ve reducido por este factor, es francamente despreciable, al menos en lo que corresponde al ciclo PV-2004, al igual que en el ciclo PV-2005.

2.1.2. Acciones de Capacitación, En lo concerniente a la capacitación, el propósito es incorporar a las tareas de investigación a nuevos profesionales con la capacidad para el desarrollo de modelos predictivos y sistemas de información y contar con técnicos capacitados para utilizar la información generada por los sistemas de información en apoyo al diseño y la evaluación de las acciones de protección vegetal.

Para ello se ha diseñado un diplomado en Sistemas de Información para apoyo a la Toma de Decisiones en Protección Vegetal. Este diplomado se impartió por primera vez en el 2003 al inicio de las actividades del SIAFEG como parte de la preparación del personal recién egresado que se incorporó a este proyecto y del personal técnico responsable de las campañas fitosanitarias consideradas en este proyecto.

En noviembre del 2004, se llevó a cabo el módulo I de este diplomado, el cual se enfocó en la metodología para la elaboración de estudios de riesgo. En este evento, el personal contratado por el SIAFEG colaboró en la impartición de los temas a los participantes, entre los cuales asistieron investigadores de otros estados, técnicos de agronegocios, personal técnico del CESAVEG, funcionarios y estudiantes. En el Cuadro 3, se muestra el programa con los temas que se revisaron en este evento.

Cuadro 3. Programa del módulo I “Estudios de Riesgo” del diplomado en Sistemas de Información para apoyo a la Toma de Decisiones en Protección Vegetal

DÍA	HORA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1	8:00	Registro	Grupo de docentes
	9:00	Bienvenida, presentación de invitados e Inauguración del taller	Autoridades locales
	9:15	Objetivos del diplomado en Protección Vegetal	M.C. Juan Ángel Quijano Carranza
	9:30	Presentación de participantes y docentes	Participantes y Docentes
	10:00	Enfoque de sistemas y niveles en el conocer	M.C. Juan Ángel Quijano Carranza
	11:00	RECESO	
	11:30	Detalles administrativos y Verificación de equipo de cómputo.	Grupo de docentes
	12:00	Sistema de apoyo a la toma de decisiones en protección vegetal	M.C. Juan Ángel Quijano Carranza
	13:00	Comida	
	14:00	Introducción a los sistemas de información geográfica	Ing. Juan Carlos Ruiz González
	14:30	Instalación de software SIG	Ing. Juan Carlos Ruiz González
	15:00	Caracterización de zonas agrícolas I. <i>Delimitación de área de influencia de estaciones climatológicas. Ejemplo Guanajuato</i>	Ing. Juan Carlos Ruiz González
	16:00	RECESO	
	16:30	Continúa Caracterización de zonas agrícolas I....	Ing. Juan Carlos Ruiz González

DÍA	HORA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
	18:00	Fin de sesión	
2	9:00	Conclusiones del día anterior	Ing. Juan Carlos Ruiz González
	10:00	Caracterización de zonas agrícolas II. <i>Delimitación de Unidades de suelos predominantes.</i>	Ing. Juan Carlos Ruiz González
	11:00	RECESO	
	11:30	Caracterización de áreas agrícolas III. <i>Unión de las áreas de influencia por clima y suelo.</i>	Ing. Juan Carlos Ruiz González
	13:00	Comida	
	14:00	Introducción al manejo del SIMPEC 3.0	Lic. Mauricio Prieto García
	14:30	Caracterización de zonas agrícolas IV. <i>Delimitación de las Áreas de Respuesta Homogénea por Duración de la estación de crecimiento</i>	Ing. Ricardo Yáñez López
	16:00	RECESO	
	16:30	Continúa Caracterización de zonas agrícolas IV.....	Ing. Ricardo Yáñez López
	17:30	FIN DE SESIÓN	
3	9:00	Conclusiones del día anterior	Ing. Ricardo Yáñez López
	10:00	Características de las <i>enfermedades causadas por hongos y bacterias.</i>	M.C. Jesús Narro Sánchez
	11:00	RECESO	
	11:30	Análisis de los requerimientos del patógeno y determinación de parámetros	Ing. Ricardo Yáñez López
	12:00	<i>Ejercicio: Delimitación de zonas agrícolas con base en el riesgo asociado a la presencia de enfermedades..</i>	M.C. Jesús Narro Sánchez e Ing. Ricardo Yáñez López
	13:00	COMIDA	
	14:00	<i>Continua..Ejercicio: Delimitación de zonas agrícolas con base en el riesgo asociado a la presencia de enfermedades</i>	M.C. Jesús Narro Sánchez e Ing. Ricardo Yáñez López
	18:00	FIN DE SESIÓN	
4	9:00	Conclusión de ejercicios del día anterior	M.C. Jesús Narro Sánchez
	10:00	Características de los problemas fitosanitarios causados por insectos.	Ing. Ramiro Rocha Rodríguez
	11:00	RECESO	
	11:30	Análisis de los requerimientos del insecto y determinación de parámetros	Ing. María Irene Hernández Zul
	12:00	<i>Ejercicio: Ubicación de zonas con mayor probabilidad de presencia de plagas del suelo y del follaje</i>	Ing. María Irene Hernández Zul
	13:00	COMIDA	
	14:00	<i>Continúa Ejercicio: Ubicación de zonas con mayor probabilidad de presencia de plagas del suelo y del follaje</i>	Ing. María Irene Hernández Zul
	18 :00	FIN DE SESIÓN	
5	9:00	Conclusión de ejercicios del día anterior	M.C. Juan Ángel Quijano Carranza
	10:00	Programa y fecha tentativos para el Módulo II del Diplomado en Protección Vegetal	M.C. Juan Ángel Quijano C.
	11:00	RECESO	
	11:30	<i>Presentación del nuevo SIMPEC 3.0 y exploración de sus capacidades.</i>	Lic. Mauricio Prieto García
	13:00	COMIDA	

DÍA	HORA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
	14:00	<i>Ejercicio: Estimación del Rendimiento Potencial de Maíz y cuantificación de factor humedad limitante bajo condiciones de temporal con SIMPEC 3.0</i>	M.C. Juan Ángel Quijano C
	15:00	Conclusiones del Módulo I	M.C. Juan Ángel Quijano C.
	16 :00	<i>Entrega de reconocimientos</i>	Grupo de Docentes
	17 :00	CLAUSURA DEL MÓDULO I	Grupo de Docentes

2.1.3. Acciones de Transferencia. El propósito final de todo el esfuerzo que significa el SIAFEG es el de colaborar en la disminución de los riesgos de producción de cultivos como el maíz y el frijol de temporal en Guanajuato. Por lo tanto una de las cuestiones cruciales en este proyecto tiene que ver con identificar y aprovechar los mecanismos y los instrumentos necesarios para que los productores puedan tomar provecho de la información generada por el SIAFEG.

Para lograr lo anterior en la estrategia SIAFEG se han propuesto las siguientes acciones:

- Simplificar lo más posible la información sobre las características de los problemas fitosanitarios, enfatizando la importancia de considerar la influencia de los factores clima, cultivo y organismo dañino.
- Sistematizar la elaboración de reportes sobre el nivel de riesgo para cada problema fitosanitario a niveles semanal para el caso de plagas y diario para el caso de enfermedades.
- Capacitar, en coordinación con las presidencias municipales, a grupos de productores representativos de las condiciones de mayor riesgo para cada problema fitosanitario en el uso de la información sobre el problema y las acciones preventivas a partir de los boletines de riesgo.
- Asegurar la publicación oportuna de los boletines de riesgo a través de la página Web de Fundación Guanajuato y establecer un mecanismo para difundir esta información al nivel municipal, coordinando acciones con las Direcciones de Desarrollo Rural, los CADER, las organizaciones de productores y los delegados ejidales.

Actualmente se ha iniciado la capacitación de grupos de productores en las siguientes comunidades:

- San Isidro de Gamboa y Santa Cruz de Gamboa en Apaseo el Alto, Guanajuato
- Las comunidades de Puruagua y San Lorenzo en Jerécuaro, Guanajuato
- La comunidad de El Sauz en Acámbaro, Guanajuato.

En estas comunidades se llevan a cabo reuniones periódicas de capacitación y de planeación para el establecimiento de módulos demostrativos de la aplicación de el sistema de información al manejo de los problemas fitosanitarios.