



Sistema de Alerta Temprana en el Cultivo de Café

En base a los resultados obtenidos, el SENASA convoca a los nuevos Gobiernos Regionales y Locales del sector cafetalero para que se integren al piloto de un Sistema de Alerta Temprana contra la roya amarilla del cafeto y el ojo de gallo.

Glen Quintanilla Montoya¹, Marisela Yabar Larios¹, José Galarza Bazán¹, Roberto Atoche Acosta²

¹Servicio Nacional de Sanidad Agraria

²A2 Technic S.A.C.



Resumen

El Servicio Nacional de Sanidad Agraria - SENASA, con la empresa A2 TECHNIC SAC ejecutó el Proyecto: "Desarrollo de un sistema de alerta temprana de plagas priorizadas en el cultivo del café en la provincia de Chanchamayo", a través del Convenio N°546-FIDECOM-INNOVATEPERU-PIMEN-2015, mediante el Fondo de Investigación y Desarrollo para la Competitividad - FIDECOM del Ministerio de la Producción.

El Proyecto tuvo como objetivo desarrollar un sistema de alerta temprana (SAT) que permita controlar y dismi-

nuir las pérdidas ocasionadas por las plagas en el cultivo del café. Para tal efecto, se realizó la adaptación del modelo genérico de infección para patógenos fúngicos foliares, a las condiciones del área de estudio, y la instalación de una estación meteorológica automatizada ADCON, que cuenta con un potente Software de procesamiento de datos denominado AddVANTAGE Pro 6.5.

El modelo que se tropicalizó para el sistema de alerta temprana fue desarrollado por la Universidad de Carolina del Norte y adecuado a las condiciones

específicas de dos plagas de importancia económica para el cultivo del café, como son la Roya amarilla (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome) y el Ojo de gallo *Mycena citricolor* (Berk. & Curtis) Sacc.

Este modelo permitió utilizar, como disparador de las alertas, las horas de humedad de hoja acumulada; para ello, de acuerdo a las características del patógeno y la fenología del cultivo, se consideraron tres niveles críticos de humedad de hoja acumulada con periodos de 8, 10 y 12 horas.

La mayor relación entre los niveles



de infestación de las plagas estudiadas con las alertas emitidas se observaron en el nivel II de horas de humedad de hoja acumulada para la Roya amarilla y del nivel III para el caso del Ojo de gallo; por lo que éstos parámetros podrían ser utilizados para la implementación del modelo a nivel de producción.

Introducción

Durante los últimos años, la problemática fitosanitaria del café, se ha visto afectada por la roya amarilla del café, que es causada por el hongo *Hemileia vastatrix*. Esta enfermedad es originaria del noreste de África; sin embargo, ya en el año 1970 su presencia fue registrada en Brasil, propagándose hacia Centroamérica, donde fue reportada en el año 1976 en Nicaragua y luego se expandió a diferentes países de Centroamérica, México, el Caribe y América del Sur.

Hacia el año 2012, la roya amarilla del café se manifestó como una epifitía que afectó a una serie de países productores de café, ocasionando daños considerables a la producción que van del 30 al 100%, afectando de esta manera, la exportación de café en grano y la economía de estos países.

En el Perú, esta situación se manifestó en el incremento de la severidad de esta enfermedad, en los principales departamentos productores de café, lo que motivó la declaratoria del estado de "Emergencia fitosanitaria" en el año 2013. Esto significó una alta inversión del estado en apoyo al sector cafetalero, para aplacar los estragos de esta plaga, con la adopción de una serie de medidas tanto de control, como de fortalecimiento de capacidades de los productores; así como de financiamiento orientado a la renovación de cafetales a través de créditos financieros.

Materiales y Métodos

El presente estudio, tuvo como objetivo evaluar la adaptación del Modelo genérico de infección para patógenos fúngicos foliares "Generic Infection Model for Foliar Fungal Plant Pathogens" a dos plagas priorizadas del café; como son la Roya amarilla (*He-*



mileia vastatrix Berkeley & Broome) y el Ojo de gallo *Mycena citricolor* (Berk. & Curtis) Sacc.

El modelo se basa en la estimación de la infección producida por un patógeno, teniendo en cuenta las temperaturas cardinales de un organismo y la duración de la humedad superficial de la hoja requerida para su desarrollo, o sea está en función de la temperatura de respuesta escalada a la duración de la humedad en la superficie de la hoja. Los autores de este modelo sometieron las predicciones obtenidas a través de este método a una comparación estadística con las observaciones sobre la enfermedad en 53 estudios de infección en condiciones ambientales controladas con resultados satisfactorios. Asimismo, denotaron que las interrupciones de humedad también son importantes para estimar la infección a través de los datos meteorológicos por hora; por lo tanto, a través de un análisis por separado se examinaron la influencia de la duración y el momento de tales interrupciones.

La parcela de estudio, está ubicada en el distrito de San Luis de Shuaro, en la Provincia de Chanchamayo, Departamento de Junín. La fenología descrita y utilizada por el modelo, se determinó sobre la base de la escala estandarizada de códigos denominada BBCH¹.

Los datos correspondientes a los indicadores climáticos a considerar, fueron colectados a través de una estación meteorológica automatizada de la mar-

ca ADCON. Los cálculos estadísticos relacionados a las distintas variables medidas y a la configuración e implementación del modelo de alerta, fueron procesados con ayuda del software ADVANTAGE PRO 6.5.

El modelo genérico está basado en la interacción de la planta, el medio y el patógeno. Fig. 1.

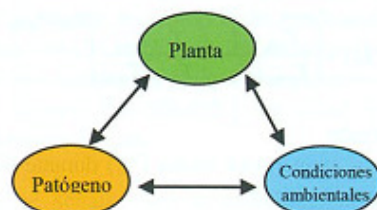


Fig.1 Relación planta - patógeno - ambiente

El modelo utilizado en nuestro estudio considera la interrelación de las variables de temperatura y humedad de hoja, asociada a la fase fenológica del cultivo.

El desarrollo de un patógeno está determinado por la siguiente ecuación:

$$\lambda(Y/(1-Y)) = b_0 + b_1W + b_2WT + b_3WT^2$$

Esta ecuación muestra la incidencia de la enfermedad (índice de riesgo) cuando se cumplen algunas condiciones.

El periodo requerido de humedad (W (T))



para un umbral crítico de la enfermedad a una temperatura dada, responde a una relación entre valor mínimo de la duración de la humedad (W_{min}) requerida y la función $f(T)$:

$$W(T) = W_{min} / f(T) \leq W_{max}$$

Donde:

$W(T)$ = duración de la humedad (en horas) para el umbral crítico de la enfermedad a temperatura T .

W_{min} = valor mínimo de la duración de la humedad requerida para el umbral crítico de la enfermedad a cualquier temperatura.

$f(T)$ = función de respuesta a la temperatura.

El modelo utiliza la función de respuesta de la temperatura de Yin, X., Kropff, M. J., McLaren, G., and Visperas, R. M. 1995, que es un método simplificado y una versión mejorada del modelo del “reloj del arroz”.

La función utiliza las temperaturas cardinales de un patógeno para estimar el parámetro de forma y la respuesta de la temperatura:

$$f(T) = \left(\frac{T_{max} - T}{T_{max} - T_{opt}} \right) \left(\frac{T - T_{min}}{T_{opt} - T_{min}} \right)^{(T_{opt} - T_{min})}$$

Donde:

T = temperatura media (°C) durante el período húmedo.

T_{min} = temperatura mínima para la infección.

T_{max} = temperatura máxima para la infección.

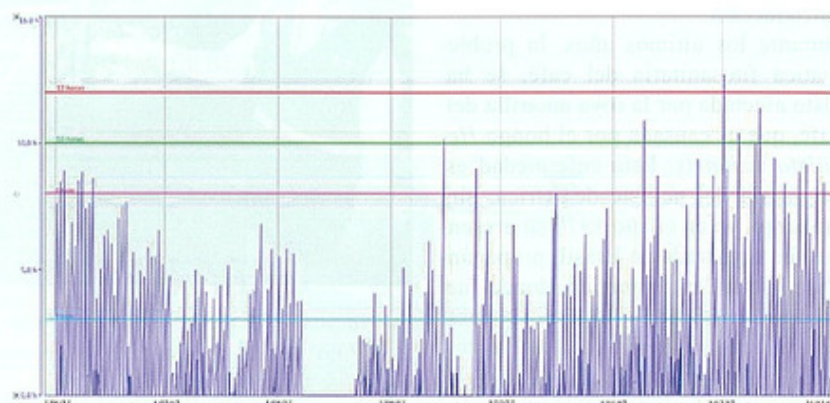
T_{opt} = temperatura óptima para la infección.

En función a lo antes mencionado, el modelo busca establecer el grado de riesgo en base a la intensidad del desarrollo de la plaga, que sirva como disparador de la Alerta para la adopción de medidas preventivas y de control.

La data de la evaluación de plagas en campo, ha sido sistematizada a través del Software Sistema Integrado de Información de la Subdirección de Moscas de la Fruta y Proyectos Fitosanitarios del SENASA (SIIMFPF); mientras

que los datos de las estaciones meteorológicas han sido sistematizadas a través del software AddVANTAGE Pro 6.5. Asimismo, se configuró un sistema de alertas, que son enviadas vía correo electrónico, a cada uno de los especialistas del equipo de trabajo.

Resultados y discusión



Sistema de Alerta Temprana contra la Roya Amarilla en el cultivo del café

La configuración de los parámetros de entrada del modelo propuesto, se realizó a través del aplicativo AddVANTAGE Pro 6.5, desarrollado por la empresa ADCON Telemetry en un ambiente WEB. Se establecieron tres niveles de “horas de humedad de hoja acumulada”, bajo los cuales se podría iniciar una infestación, y de esta manera determinar el umbral crítico de la enfermedad a una temperatura (T °C) dada.

Tanto para el caso de la Roya amarilla del café (*Hemileia vastatrix*), como para el caso del Ojo de gallo (*Mycena citricolor* (Berk. & Curtis) Sacc), los niveles establecidos, de “horas de humedad de hoja acumulada” para una infestación, fueron de 8, 10 y 12 horas respectivamente.

La implementación del modelo se realizó a partir del 30 de mayo del 2017 y de acuerdo a las observaciones y cálculos realizados, se ha generado una serie de alertas cada vez que la humedad de hoja acumulada, ha alcanzado el nivel crítico para la infestación tanto para Roya amarilla, como para el Ojo de gallo.

En el caso de la Roya amarilla del café, durante el periodo comprendido entre el 1ro. de junio y 31 de diciembre del año

2017, el sistema generó un total de 15 alertas, mientras que en el caso del Ojo de gallo las alertas emitidas en total fueron 16.

Cabe mencionar que para los niveles de duración óptima de humectación de la hoja de 8, 10 y 12 horas, en el caso de la Roya amarilla, el número de alertas emitidas fueron de 15, 5 y 1 respectivamente;

mientras que para el caso del Ojo de gallo el número de alertas emitidas fueron de 16, 14 y 7.

Conclusiones

1. El nivel de riesgo para el Sistema de Alerta Temprana (SAT) está determinado por el tiempo de humedad de hoja acumulada, el cual es óptimo para el inicio de la enfermedad en función de las condiciones de temperatura.
2. Se estudiaron tres umbrales de horas de humedad acumulada de hoja (8, 10 y 12 horas) para determinar el nivel que mejor se adapta al modelo predictivo en concordancia con las observaciones de campo.
3. Para la Roya amarilla del café, el número de alertas emitidas, para los niveles de humectación de hoja de 8, 10 y 12 horas, fueron de 15, 5 y 1 respectivamente; mientras que para el caso del Ojo de gallo el número de alertas emitidas fueron de 16, 14 y 7 respectivamente.
4. Se requiere establecer una alianza con los Gobiernos Regionales y Locales que tenga vocación cafetalera para que el equipo integrado por organizaciones de productores, SENAMHI y SENASA validen y apliquen, a nivel de pilotos, este sistema de alerta temprana en sectores prioritizados.