



USO DE LA INFORMACIÓN DE UNA RED DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS AUTOMATIZADAS EN SONORA

USE OF THE INFORMATION OF A NETWORK OF AUTOMATED WEATHER STATIONS IN SONORA

José Grageda Grageda^{1*}, Alejandro Jiménez Lagunes², Julio César Rodríguez³, Agustín Alberto Fu Castillo¹, Bernardo Pérez Chaparro² y Roberto Barrón Tovar²

¹INIFAP. Campo Experimental Costa de Hermosillo. Carretera a Bahía de Kino Km. 12.6. Col. La Manga. C.P. 83000. Hermosillo, Sonora, México. ²Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Sonora. Calzada Pedro Villegas #51 esq. con calle de la Palma Col. del Razo. C.P. 83000. Hermosillo, Sonora, México. ³Departamento de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora. Carretera a Bahía de Kino Km. 21. C.P. 83000. Hermosillo, Sonora, México.

RESUMEN

Uno de los problemas más comunes en la toma de decisiones de los diversos ámbitos de la agricultura mexicana es la escasa información meteorológica de apoyo para tomar una acción, por lo que las medidas son más bien correctivas que preventivas. En el año 2007 inició operaciones el Sistema de Alerta Fitosanitaria del Estado de Sonora (www.siafeson.org.mx), como un instrumento para evaluar el impacto de las principales plagas y enfermedades de los cultivos de Sonora, predecir su comportamiento y generar mapas de riesgo que sirvan de apoyo en el manejo de estos organismos dañinos, además de la implementación de modelos fenológicos de cultivos y plagas, como herramienta de apoyo para la toma de decisiones de los productores agrícolas de Sonora. Se utilizó información de las estaciones meteorológicas automatizadas que conforman la red del estado de Sonora (www.agroson.org.mx). Dentro de los modelos implementados destacan el pronóstico para aplicaciones de control químico para el gusano barrenador de la nuez en la Costa de Hermosillo, así como los mapas de condiciones favorables para aparición de las royas lineal y de la hoja en trigo en el sur de Sonora, que están siendo de gran utilidad para la correcta programación de fungicidas en el control de estas enfermedades.

Palabras clave: Royas, plagas, humedad

ABSTRACT

The lack of meteorological information is a problem for decision making and implementing prediction models in agriculture. Since 2007, the Sonoran Phytosanitary Alert System (www.siafeson.org.mx) was started to assess the impact of major pests and diseases on crops in Sonora, to predict its behavior and generate risk maps that support best management practices of these organisms, as well as implementing phenologic models in crops and pests. Automated weather stations network information of the state of Sonora was used (www.agroson.org.mx). These models include forecasting for the pecan nut casebearer (*Acrobasis nuxvorella* Neunzig) chemical spraying in Costa de Hermosillo area, and risk maps for stripe rust (*Puccinia striiformis* Westend) and leaf rust (*P. triticina*) on wheat in the southern area of Sonora. These models are currently applied by farmers, technicians and government institutions.

Key words: Rusts, pests, humidity.

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más comunes en la toma de decisiones en los diversos ámbitos de la agricultura mexicana es la escasa información climática con que se cuenta para la elaboración de un plan de trabajo, lo cual es de alto costo y negativo para la economía del sector agropecuario, por lo que se han generado proyectos que buscan

generar información agrometeorológica pertinente ya que casi todas las actividades dependen del tiempo atmosférico y del clima (Villalpando y Ruiz, 1993). La necesidad de contar con una base de datos meteorológicos confiable ha propiciado que las entidades federativas implementen sus propias redes agrometeorológicas, de manera que se pueda generar información climatológica pertinente que responda a las necesidades locales, tal es el caso de la Red Agroclimática de Sonora, que cuenta con 52 estaciones meteorológicas automatizadas, ubicadas en las principales zonas agrícolas del estado.

El auge de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) (Peña, 2006), puso de manifiesto que si se querían resolver problemas complejos de planificación y gestión en la agricultura, era necesario tener conjuntos de información adicionales, los cuales deberían estar geográficamente referenciados, de tal modo que la información se desplegara en mapas para facilitar su comprensión (Quijano, 2006), pero se vio también la necesidad de predecir eventos, para lo cual el uso de la modelación numérica es importante, pues ayuda a seleccionar el de mínimos riesgos al analizar diversos escenarios (Jiménez, 2008). En resumen, se requieren de tres puntos fundamentales: 1) información meteorológica y climática de alta certidumbre, 2) un visualizador de datos que permita desplegar esa información, espacialmente referenciada en mapas e 3) inclusión de los resultados de modelos aplicables a cada sector.

El presente estudio es parte del desarrollo de aplicaciones que se han implementado en el Sistema de Alerta Fitosanitaria del Estado de Sonora (SIA-FESON), que busca apoyar la toma de decisiones de los productores y técnicos agrícolas del estado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Información meteorológica y climatológica

La información meteorológica y climática utilizada para generar las aplicaciones del presente estudio, provienen de la red de 52 estaciones agroclimáticas conocida como Agroson (www.agroson.org.mx), del Servicio Meteorológico Na-

cional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), a diferentes frecuencias de medición y escala de tiempo (datos 10 minutos a diarios).

Modelos de plagas y enfermedades

Para el pronóstico de la aplicación de control químico contra larvas del gusano barrenador de la nuez *Acrobasis nuxvorella* Neunzig (GBN), en base a capturas del primer vuelo de machos adultos en trampas con feromona, se determinó en base a una acumulación de 280 ± 32 Unidades Calor (UC), calculadas mediante el método residual (Temperatura media-Temperatura a punto crítico) con un umbral de 3.3 °C. La metodología que se sigue es muy simple, pues sólo se toma la ubicación de la huerta y la distancia a la estación meteorológica más cercana. El primer pronóstico que se hace utiliza el pronóstico climático del SMN, haciendo uso de los años análogos y a partir de abril se hace un pronóstico en base a medias móviles de la última semana. Además, conforme se actualiza la base de datos, los datos modelados se reemplazan con los datos observados y entonces se calculan las UC para estimar las fechas de aplicación de insecticidas. Los polígonos de los huertos son coloreados del color correspondiente a la fecha de aplicación. En el caso de la roya de la hoja *Puccinia triticina* Erikss, se utilizaron temperaturas que oscilaron entre los 5°C y 25°C, con una humedad relativa igual o superior al 80% durante un período mayor a 4 horas, mientras que para la roya lineal o amarilla *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* Westend, temperaturas menores a 6°C y humedad relativa mayor o igual al 80% en un período mayor a 4 horas por día (Roelfs *et al.*, 1992; Jiménez, 2008). El pronóstico meteorológico se hace utilizando la técnica de medias móviles y de fondo, se utiliza la tecnología de años análogos. Asimismo, el pronóstico se puede evaluar en línea haciendo la consulta de las horas con condiciones meteorológicas favorables registradas en las estaciones de la red Agroson. Cabe recordar que el cultivo del trigo es susceptible a estas enfermedades en cualquier etapa fenológica.

Generación de los mapas

Para la visualización de los datos (mapas)

que se generan se utilizó a Matlab® como lenguaje de programación (<http://www.mathworks.com/products/matlab/>), usando como interpolador de datos la técnica de Kriging (<http://www.fao.org/docrep/003/x8763s/x8763s0a.htm>) mediante el modelo esférico (Ramírez *et al.*, 2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Gusano Barrenador de la Nuez

Existen estimaciones de que el GBN puede ocasionar pérdidas de la nuez de entre 317 y 705 kg ha⁻¹ en un ciclo vegetativo (Aguirre y Harris, 1986), por lo que el control químico juega un papel relevante en el control y manejo del insecto. En la Fig. 1 se muestra el mapa de predicción para la primera aplicación del control químico en base a las primeras capturas en la trampa, para los huertos de la región agrícola Costa de Hermosillo. Según las unidades calor acumuladas por las temperaturas prevalecientes en el 2011, las fechas de aplicación oscilaron entre el 13 de abril y 8 de Mayo. Esta información coincide mucho con los monitoreos de campo de la Junta Local de Sanidad Vegetal de Hermosillo (JLSV-Hillo), Sonora, incluso la información de la predicción se utiliza de base por el

Grupo Técnico Fitosanitario de Nogal, que preside la JLSV-Hermosillo, para alertar a los productores sobre el período óptimo de aplicación, lo cual es de gran importancia para incidir en los controles de la plaga en ésta región, es decir impactar a la mayor población del insecto.

Roya lineal

El hongo causante de la roya lineal es un patógeno asociado a bajas temperaturas, por lo que se vuelve un problema importante en zonas de clima fresco y húmedo (Stubbs, 1988). Si bien es cierto que en Sonora no se han presentado daños significativos, existen reportes en el mundo donde se señala que la pérdida en rendimiento por roya lineal oscila entre el 35 y 75% (Torabi y Nazari, 1998). El mapa de condiciones favorables (Fig. 2) se genera semanalmente durante los meses de diciembre a marzo, y como puede observarse las condiciones favorecen el desarrollo de la enfermedad prácticamente en la zona limítrofe de los valles del Yaqui y Mayo, para el caso de ese ejemplo, observando que los colores oscilan del azul (menor) al rojo (mayor) de acuerdo al incremento a condiciones favorables.

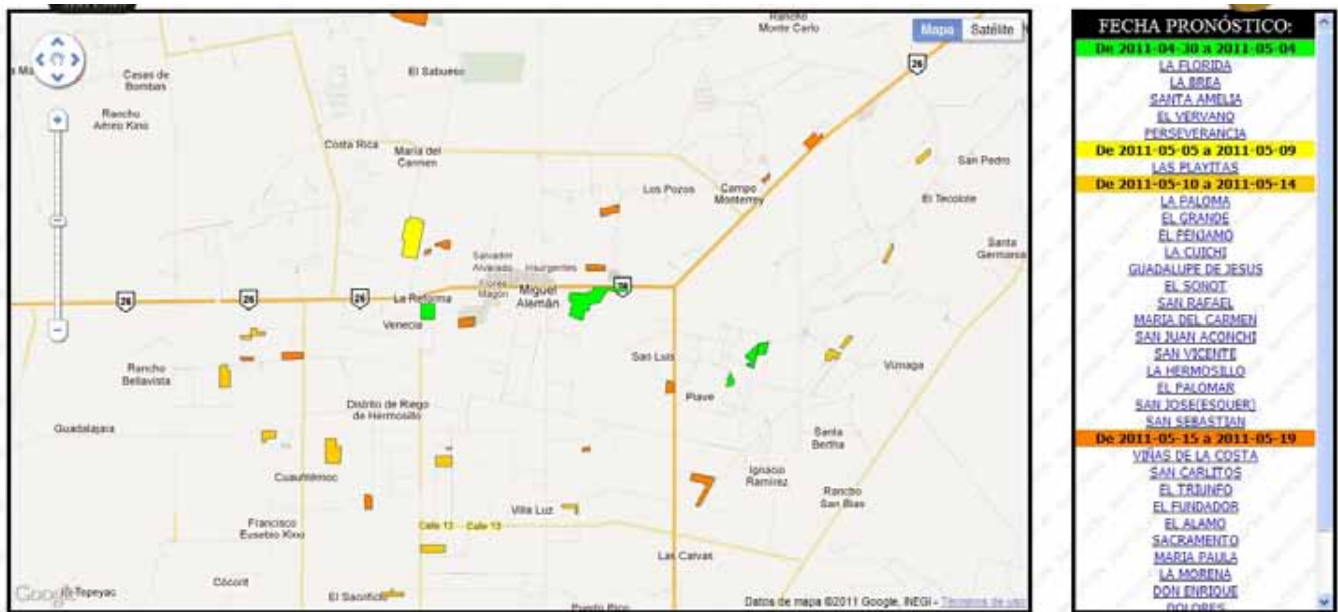


Figura 1. Mapa de predicción para aplicación de control químico contra larvas de GBN en algunas huertas de la Costa de Hermosillo México. Primer vuelo. 2011.

Figure 1. Prediction map for chemical spraying against pecan nut casebearer (PNC) larvae on orchards in Costa de Hermosillo area. First flight. 2011.

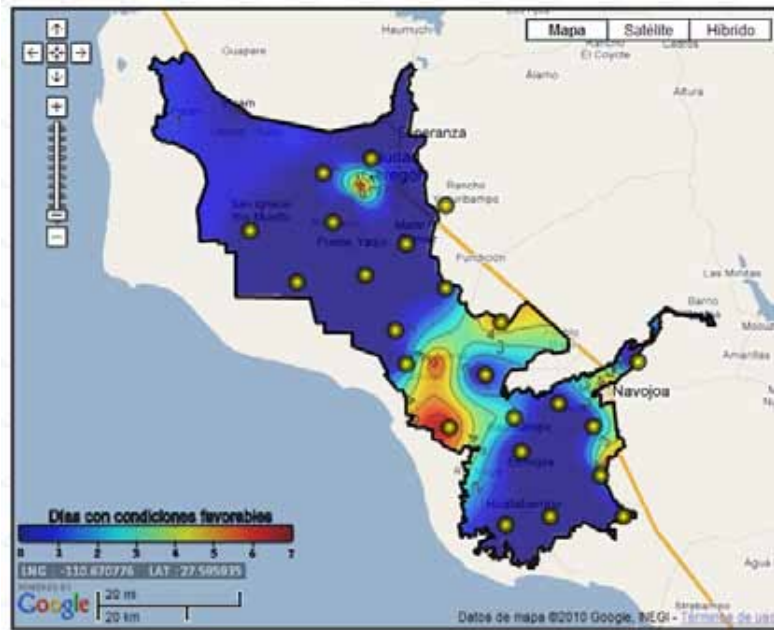


Figura 2. Mapa de condiciones favorables para la roya lineal en los Valles del Yaqui y Mayo. Semana del 3-9 de Enero de 2010.

Figure 2. Map of favourable conditions for wheat stripe rust in the Yaqui and Mayo valleys. January 3-9, 2010.

Roya de la hoja

En la Fig. 3 se muestra el mapa de condiciones favorables para presencia de roya de la hoja durante el período del 3 al 9 de enero de 2010. Se observa

que en ese ejemplo, existen condiciones para que se presente la enfermedad especialmente en el Valle del Mayo, ya que en Valle del Yaqui solo hay condiciones en algunas áreas cercanas a San Iгна-

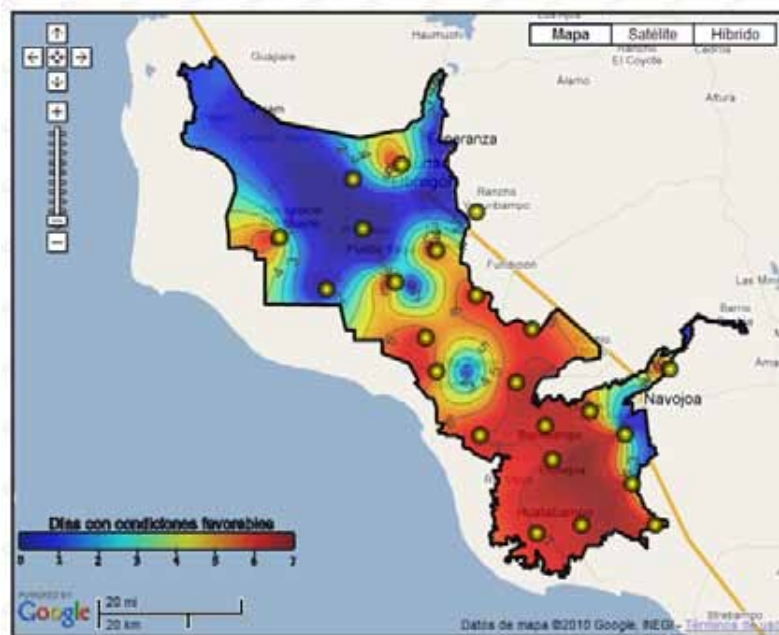


Figura 3. Mapa de condiciones favorables para la roya de la hoja en los Valles del Yaqui y Mayo. Semana del 3-9 de Enero de 2010.

Figure 3. Map of favourable conditions for wheat leaf rust in the Yaqui and Mayo valleys. January 3-9, 2010.

cio Rio Muerto y Cócorit. En caso de que ocurriera la infección como se pronostica en este mapa, se espera que los síntomas en la planta sean visibles entre los siete y diez días posteriores.

CONCLUSIONES

El modelo de predicción de la primera aplicación contra gusano barrenador de la nuez, tiene alta coincidencia con los muestreos de campo de la JLSV-Hermosillo, es un componente de las alertas que emite ésta institución a los productores y con él se logra impactar la mayor parte de la población del insecto. Debido a su buen nivel de certeza, los modelos de royas pueden servir para que los productores realicen una mejor programación de las aplicaciones de fungicidas preventivos, con el fin de reducir costos de control y menor contaminación.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Produce Sonora, A.C., Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Sonora y Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola del Estado de Sonora (PIEAES, A.C.), por el apoyo económico a los proyectos de investigación, que han sido base para la generación de la información.

REFERENCIAS

- Aguirre, L.A. y M.K. Harris. 1986. Predicting biological events of the pecan nut casebearer using a degree-day model in Coahuila, Mexico. *Southwestern Entomologist* 11: 263-268.
- Campos, E. 2006. Variabilidad de la población patógena de *Puccinia triticina*, agente causal de roya anaranjada o de la hoja de trigo. Informe Técnico. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Bordenave, Argentina.
- Jiménez, L.A. 2008. El sistema de alerta fitosanitaria de Sonora. Informe técnico inédito. Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Sonora. Hermosillo, Sonora.
- Peña, L.J. 2006. Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio. Editorial Club Universitario. Universidad de Alicante, España 310 pp.
- Quijano, C.J.A. 2006. Sistema de información para apoyo a las campañas fitosanitarias del Estado de Guanajuato. Informe de la primera etapa Julio del 2003 a Junio del

2006. Documento electrónico. INIFAP. Campo Experimental Bajío. Celaya, Guanajuato.

- Ramírez, C.J., A. Fernández M., J. Núñez L., O. Fernández M., J. Blanco M. y F. Castedo D. 2005. Aplicación de técnicas geoestadísticas en la elaboración de cartografía de existencias a escala comarcal. In: Actas de la I Reunión de Inventario y Teledetección Forestal. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales. 19: 169-173. León, España.
- Roelfs, A.P., R.P. Singh y E.E. Saari. 1992. *Rust Diseases of Wheat: Concepts and methods of disease management*. Mexico, D.F.: CIMMYT. 81 p.
- Stubbs, R.W. 1988. Pathogenecity analysis of yellows (stripe) rust of wheat and its significance in a global context. Pp.23-38 de N.W. Simmonds y S. Rajaram, eds. *Breeding Strategies for Resistance to the Rust of Wheat* CIMMYT: México D.F.
- Torabi, M., y K. Nazari. 1988. Seedling and adult plant resistance to yellow rust in Iranian bread wheat. *Euphytica*, v. 100, p.51-54.
- Villalpando, J. y Ruiz, A. C. 1993. Observaciones agrometeorológicas y su uso en la agricultura. Libro técnico. Editorial Limusa, México, D.F. 133 p.