

# APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL MANEJO DE LAS ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS, BASADO EN DATOS METEOROLÓGICOS

Beatriz Ibet Lozada G<sup>1</sup>, Paulo César Sentelhas<sup>2</sup>

**ABSTRACT**– The Geography Information Systems have a great potential of use in agrometeorology studies. One of these studies is related to agrometeorology and plant disease which can determine through epidemiology analysis how is the geographical distribution of plant diseases and how the climatic conditions influence them. The results of these studies show disease and escape areas.

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de información geográfica (SIG) fueron creados para adquisición, almacenaje, análisis y difusión de datos georreferenciados. Integran operaciones comunes a las bases de datos y análisis estadísticos en una única visualización, con los beneficios del análisis geográfico ofrecido por los mapas (Maracchi, 2000).

Igualmente permiten comprender procesos complejos a diferentes escalas espaciales: local, regional y global, así como combinar información proveniente de diferentes áreas del conocimiento.

Los SIG pueden producir además de mapas, imágenes, animaciones y productos interactivos, los cuales permitirían realizar análisis de una manera diferente, como predicciones del comportamiento natural de algún elemento del clima o cultivo, en el estudio de eventos (cambios climáticos) y serían de mucha ayuda en la planificación estratégica (Maracchi, 2000).

Bernardi (2001) señala que los SIG integran información espacial y otros atributos (características) de una localización geográfica, que permite que ellos puedan ser usados para responder a:

1. Que es esto..? (condición): Muestran las características o atributos de un punto geográfico, ejemplo: estación meteorológica.
2. Donde está...? (localización): Siendo que está georreferenciado, puede dar la localización de ese punto, mediante diferentes sistemas de coordenadas.
3. Que mudó desde ...? (tendencia): Comparación de mapas de diferentes fechas permiten realizar estudios de los cambios en la distribución espacial de los elementos del clima, el avance de una enfermedad, etc.
4. Que patrón espacial existe..? (patrón): Este punto puede ser considerado uno de los principales usos de los SIG, puede ser usado con cualquier variable que presente una distribución espacial ejemplo: precipitación, temperatura, o la distribución de la enfermedad.
5. Que sucede si ...? (Modelo/escenarios): Permiten el uso de modelos de simulación, generación de mapas de riesgo, simulación de escenarios hipotéticos (cambios climáticos), modelos de previsión de enfermedades.

Como las actividades agrícolas en su mayoría están relacionadas situaciones locales existe la necesidad de difundir información agrometeorológica

más precisa y exacta en tiempo y espacio para los usuarios. Es aquí donde los SIG encuentran un espacio para interactuar con la agrometeorología, ofreciendo la vía para disponibilizar resultados de las herramientas agrometeorológicas como son: modelos de previsión de enfermedades y rendimientos a diferentes escalas, modelos climáticos, medidas de satélites y radares, entre otros (Maracchi, 2000).

Algunas de las aplicaciones de los SIG en la agricultura son: el monitoreo de las actividades agrícolas y planificación de las operaciones de campo, consideradas propias de la planificación táctica y directamente relacionadas con la agricultura de precisión de creciente uso en el mundo. Desde el punto de vista de la planificación estratégica y de toma de decisiones son usados en la estimación del área cultivada, previsión de rendimiento, zonificación agrícola, entre otros. Unas de las más recientes aplicaciones de los SIG son los estudios de modelos espaciales de las plagas y enfermedades de plantas (Jaime, 2001). En relación a las plagas esta herramienta permite fácilmente visualizar su distribución espacial, estudios de dinámica poblacional y previsión de dispersión (Nelson, 1994). Muchos de estos en estrecha relación con datos meteorológicos.

En el caso de las enfermedades, ya en el año 1967, el fitopatólogo Weltzien introduce el término geofitopatología, con el interés de mostrar la distribución espacial de las enfermedades de las plantas, siendo ésta determinada por su ocurrencia. Muestra como las enfermedades se distribuyen en un espacio geográfico, estableciendo relaciones con factores climáticos o vegetación y condiciones de suelo que favorezcan su ocurrencia, que permitan la comprensión de la causa de esos patrones de distribución.

Ofrece una descripción detallada del uso de los mapas para ilustrar la expansión de las enfermedades de las plantas en una escala regional o a escalas continentales. Clasifica los tipos de mapas que pueden ser usados para ese propósito en: Mapas de Localización/intensidad, mapas de áreas de ocurrencia, mapas de fechas de ocurrencia, mapas de la distribución de las áreas de riesgo de ocurrencia o de las áreas de escape (Weltzien, 1967), los cuales están vinculados al uso de modelos agrometeorológicos de previsión o zonificación de la enfermedad.

No en tanto el uso de estos mapas fue por mucho tiempo limitado, debido a todo el trabajo de cartografía, que no era de fácil acceso, así producto de lo trabajoso del método, de las imprecisiones del mismo y del tiempo necesario para preparar los mapas, la utilización de esta herramienta fue poca o inexistente. Es con el surgimiento de los SIG y otras herramientas como Geoestadística y los GPS que estos estudios se han incrementado y fortalecido, así como la combinación de los SIG, sensores remotos y datos o herramientas agrometeorológicas, están comenzando a

<sup>1</sup> Depto. de Ciências Exatas (DCE), E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Brasil / Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), CIAE Táchira, Bramón, Venezuela ([bilgarci@esalq.usp.br](mailto:bilgarci@esalq.usp.br), [blozada@inia.gov.ve](mailto:blozada@inia.gov.ve))

<sup>2</sup> Depto. de Ciências Exatas (DCE), E.S.A. "Luiz de Queiroz", Univ. de São Paulo, CP 09, 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil. ([pcsentel@esalq.usp.br](mailto:pcsentel@esalq.usp.br))

ser usados en el área de modelos espaciales de la ocurrencia de plagas y enfermedades de los cultivos.

La Geoestadística es particularmente útil en la identificación de padrones de enfermedades de plantas que ocurren periódicamente (Nelson et al, 1999) normalmente asociadas a condiciones climáticas favorables para la enfermedad. La disponibilidad de un software capaz de producir mapas atrayentes provee una oportunidad única para comunicar visualmente la situación de las enfermedades de las plantas y su relación con las condiciones del clima.

Nelson et al (1999) consideran que el manejo de la información podría ser la clave para mejorar las prácticas agrícolas en el futuro, por tanto debe iniciarse la organización de la información de las fincas o regiones agrícolas en bases de datos espaciales, en función de que los sistemas agrícolas son eminentemente espaciales y poseen una alta heterogeneidad espacial. En ese sentido las prácticas de manejo de las enfermedades de plantas pueden ser mejoradas colocando la información epidemiológica y meteorológica en el mismo formato que otras informaciones agrícolas, mediante el uso de los SIG.

La capacidad de análisis de los SIG permite la incorporación de modelos de predicción de las enfermedades, ya que estando disponibles los datos del pronóstico del tiempo en alta resolución, el desenvolvimiento de la enfermedad puede ser previsto basado en su dependencia de algunos valores críticos del tiempo y la distribución del inoculo.

Algunas de las ventajas y limitaciones de los SIG en los estudios de las enfermedades son:

#### Ventajas:

1. Manejar gran cantidad de datos meteorológicos y epidemiológicos, esto hace de los SIG parte integral de las actividades de monitoreo.
2. Incorporar modelos agrometeorológicos de predicción de las enfermedades o plagas.
3. Crear mapas de superficie a partir de métodos de interpolación, basados en datos puntuales de las condiciones meteorológicas favorables, intensidad o fechas de ocurrencia de la enfermedad.
4. Revelar o mostrar inter-relaciones no evidentes entre el clima y los patógenos, mediante la capacidad de los SIG de sobreponer un aspecto con otro.
6. Facilita la comunicación con los Agricultores de las prácticas de manejo que promueven o inhiben la ocurrencia de la enfermedad, mediante el uso de mapas.
7. Mostrar la situación regional y la asociación de los altos factores de riesgo con las altas incidencias de la enfermedad a los agricultores, generando la modificación en el manejo y arreglo espacio/temporal de las siembras.

#### Limitaciones:

1. Los requerimientos de costos y aprendizaje para el establecimiento de un SIG pueden ser altos.
2. El grado de detalle reportado por el sistema puede exceder el grado de precisión de la fuente de datos meteorológicos y de salida de los modelos de predicción resultando en datos falsos.
3. Si las mudanzas en los padrones de distribución espacial son mayores que el tiempo para que el dato sea adquirido, los datos podrían estar distorsionados o perdidos.

Algunos ejemplos de las aplicaciones de los SIG los estudios de las enfermedades de las plantas:

- Spatial analysis of *Phytophthora infestans* genotypes and Late Blight severity on tomato and potato in the Del Fuerte Valley, using geostatistic and geographic information systems (Jaime-G et al, 2001).
- Estimating the global severity of potato late blight, with GIS-linked disease forecast models (Hijmmas, et al, 1999).
- Linkages between FAO agroclimatic data resources and the development of GIS models for control of vector-borne diseases (Bernardi, 2001).
- Climatic mapping to identify high-risk areas for *Cylindrocladium quinquesseptatum* leaf blight on eucalypts in mainland South East Asia and around the world (Boot et al. 2000).
- Estimating the global severity of potato Late Blight with a GIS-Linked Disease forecaster. (Hijmans et al, 2000).

#### CONCLUSIÓN

Los SIG poseen un gran potencial en el análisis espacial y epidemiológico de las enfermedades de las plantas basado en datos meteorológicos, los mapas con la interpolación de la enfermedad ilustran su alcance espacio/temporal, y la distribución de las áreas de riesgo de ocurrencia o de las áreas de escape.

#### REFERENCIAS

- Bernardi, M. Linkages between FAO agroclimatic data resources and the development of GIS models for control of vector-borne diseases. *Acta Tropica*, v. 79, p. 21-34. 2001.
- Boot, T.H., Jovanovic, T., Old, K.M., Dudzinski, M.J. Climatic mapping to identify high-risk areas for *Cylindrocladium quinquesseptatum* leaf blight on eucalypts in mainland South East Asia and around the world. *Environmental Pollution*. v. 108, p. 365-372. 2000.
- Hijmans, R. J., G. A. Forbes and T. S. Walker. Estimating the global severity of potato Late Blight with a GIS-Linked Disease forecaster. *Plant Pathology*. v. 49, p. 697-705. 2000.
- Jaime-G, R., T. V. Orum, R. F. Gastelum, R. Trinidad-C, H. D. VanEtten e M.R. Nelson. Spatial analysis of phytophthora infestans genotypes and Late Blight severity on tomato and potato in the Del Fuerte Valley using Geostatistics and Geographic Information systems. *Phytopathology*. v. 91, n. 12, p. 1156-1165, 2001.
- Maracchi, G. Pérarnaud, V., Kleschenko, A.D. Applications of geographical information systems and remote sensing in agrometeorology. *Agricultural and Forest Meteorology*. v. 103, p. 119-136. 2000.
- Nelson, M R., T. V. Orum, R. Jaime – G., and Nadeem, A. Applications of Geographic Information Systems and Geostatistics in plant disease Epidemiology and Management. *Plant disease*. v. 83, n. 4, p. 308-319, 1999.
- Orum, T.V. , D. M. Bigelow , M. R. Nelson, D. R. Howell e P. J. Cotty. Spatial and temporal patterns of *Aspergillus flavus* strain composition and propagule density in Yuma County, Arizona, Soils. *Plant Disease*. v. 81, n. 8, 911-916, 1997.
- Weltzien, H.C. Geophytopathology. *Annual Reviews of Phytopathology*, v. 10, p. 227-298, 1972.