

## Aplicación de un Sistema de Información Geográfica (SIG), en el manejo de *Sirex noctilio* F. «La avispa barrenadora de los pinos», en el valle de Calamuchita - Córdoba - Argentina

A. López \*, M. Demaestri, E. Zupan, O. Barotto, S. Viale, A. Degioanni

Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta Nac. n.º 36, km. 601, Estafeta postal n.º 9.  
(5800) Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

alopez@ayv.unrc.edu.ar

### RESUMEN

En el Valle de Calamuchita (Córdoba-Argentina), área forestada con 36.202 ha. de *Pinus* spp., se trabaja desde 1996 en un SIG (Sistema de Información Geográfica) como herramienta complementaria para el estudio de la plaga *Sirex noctilio* Fabricius (Hymenoptera-Siricidae). El objetivo es almacenar, organizar, contrastar y analizar los datos obtenidos del estudio de *Sirex noctilio* F., con el fin de generar nueva información, que servirá como base en la definición de una estrategia de manejo de la plaga. En siete áreas operativas se establecieron estaciones de muestreo, donde se instalaron transectas permanentes atravesando distintos ambientes, registrándose grado de ataque de la plaga, manejo, densidad, edad del rodal y su posición geográfica con GPS. Con los datos aportados por el monitoreo se realizó el SIG integrado por una base de datos espacial y una base de datos con información temática. La entrada de datos consistió en la elaboración de mapas analógicos por medio del análisis visual de fotogramas escala 1:50.000, procesamiento digital de imágenes satelitales LandSat TM 5 y elaboración de mapas temáticos. En el pasaje de la información analógica a digital se utilizó el sistema vectorial ARC/INFO, para la creación de la base de datos los criterios fueron del modelo entidad-relación y el *software* utilizado el Visual dBASE, 1995. Esta información fue modelada cartográficamente con el *software* ARCVIEW.

Como resultado de estas actividades se cuenta con una base de datos obtenida durante el monitoreo de los últimos cinco años, que permiten conocer no sólo la situación de los macizos forestales en cuanto a niveles de ataque y su variación en el tiempo, sino también otros aspectos como composición, manejo, densidad y edad estimada de las plantaciones.

**Palabras clave:** *Sirex noctilio* F., SIG, *Pinus* spp., manejo

---

\* Autor para correspondencia

Recibido: 19-9-01

Aceptado para su publicación: 16-7-02

## INTRODUCCIÓN

La aplicación del Sistema de Información Geográfica (SIG) es utilizada como una importante herramienta para el estudio de *Sirex noctilio* «la avispa barrenadora de los pinos» (Hymenoptera-Siricidae) en el Valle de Calamuchita, Córdoba, Argentina, desde el año 1996.

Este sistema de avanzada en distintos campos de la investigación, tiene la ventaja de almacenar numerosos datos, en forma ordenada, para transformarlos en información gráfica, con forma de mapas interactivos, georreferenciados, que permiten su modificación, ampliación, combinación y manipulación a un bajo costo y de forma rápida.

A nivel mundial es utilizado para la toma de datos cartográficos, construcción de mapas geológicos, estudios de la distribución de la polución, en el manejo integrado de la «mosca de las frutas» en Clark University, Worcester MA. y otras numerosas aplicaciones. En Silvicultura se emplea como una herramienta potente en la compilación de datos, como por ejemplo, importantes trabajos que proveen información medioambiental acerca de la evaluación de daños en áreas forestadas (Casanova *et al.*, 1992), detección de cambios y monitoreo (Landrum, 1992), modificaciones potenciales en la distribución de la composición de especies forestales que permiten investigar procesos y efectos de los cambios globales y regionales (Holzman y Spears, 1992), en el reconocimiento de daño en las forestaciones (Köhl y Gertner, 1997), en plagas defoliadoras (Hall *et al.*, 1998), entre otros. En nuestro país, el uso de esta herramienta en el área de plagas forestales no tiene antecedentes hasta la fecha.

En el Valle de Calamuchita las plantaciones de pino se inician entre 1958 y 1959, con la especie *Pinus radiata* (*P. insignis*). En 1960-1962, al observarse ataques severos de *Rhyacionia buoliana* (polilla europea del brote del pino), se comienza a plantar *Pinus elliottii* y *Pinus taeda*, por ser estas especies menos susceptibles a la plaga, y presentar mejor aptitud para la zona y mayor valor forestal (Izurieta *et al.*, 1993).

De las 35.000 ha de pino (36.202 ha SAPGyA, 1998), 3.738 corresponden a *P. radiata* y 31.125 a *P. elliottii* y *P. taeda* (Censo Forestal 1982 Registros de la D.R.N.R, Gobierno de la Provincia de Córdoba). Esta superficie representa el 10 % de las plantaciones de coníferas del país, siendo potencialmente aptas para forestar unas 250.000 a 300.000 ha, según Mapa de Aptitud Forestal (Izurieta *et al.*, 1993). Las mayores superficies implantadas se lograron entre 1968 y 1980, es decir, que nos encontramos en la actualidad con plantaciones de 21 a 33 años (Weaver *et al.*, 1994).

Desde hace algunos años, se observaron árboles muertos con orificios en los troncos, identificándose al insecto causal en 1994, como *Sirex noctilio* F. La importancia de este insecto radica en que ocasiona la muerte de los pinos y la destrucción de la madera, disminuyendo el rendimiento de los procesos de industrialización. Por otra parte, por tratarse de una plaga cuarentenaria para los países que importan productos de nuestros bosques, su presencia restringirá la comercialización forestal con gran impacto en la economía local y regional.

La alimentación de una base de datos con porcentajes de daño de la plaga en distintas zonas, su evolución, la relación con el manejo, edad de las forestaciones e inclusive, en un futuro, con la calidad del sitio, nos permitirá conocer datos históricos de las forestaciones, poder combinarlos y estimar en forma anticipada cuáles son las áreas más sensibles al ataque de esta plaga. Esto servirá como base para establecer una estrategia de manejo de la plantación integrando además a la plaga.

El objetivo es implementar un Sistema de Información Geográfico con el fin de almacenar, organizar, contrastar y analizar los datos obtenidos del estudio de *Sirex noctilio* F., con el propósito de generar nueva información, que servirá como base en la definición de una estrategia de manejo de la plaga.

## MATERIAL Y MÉTODOS

En la región se determinaron siete áreas operativas, establecidas según la ubicación geográfica y superficie planimetrada sobre el mapa de relevamiento de plantaciones de pino de Córdoba (Izurieta *et al.*, 1993): 1-Potrero de Garay (5.048 ha); 2-Villa Gral. Belgrano (5.067 ha); 3-Rodeo de las Mulas (7.312 ha); 4-Yacanto de Calamuchita (4.398 ha); 5-Río El Durazno (3.856 ha); 6-Río de los Sauces (2.360 ha); 7-Alpa Corral (3.396 ha) (López *et al.*, 1997a) (Fig. 1).

El monitoreo se realizó anualmente, contándose con datos desde 1997 al 2001 en la zona sur (áreas 4 a 7) y del 2000 al 2001 en la zona norte (áreas 1 a 3). En cada área operativa se estableció una estación de muestreo cada 450 ha aproximadamente, en rodales de más de 10 años de edad, donde se registraron datos de manejo, densidad, edad estimada, y su posición geográfica con GPS.

El muestreo se realizó mediante la instalación de transectas permanentes (Haugen *et al.*, 1990; López *et al.*, 1997b), compuestas de dos filas generalmente contiguas, de 100 árboles cada una, atravesando distintos ambientes o situaciones (bajo, media-loma y loma). El tamaño de la muestra se determinó sobre la base del análisis de datos obtenidos en estudios previos donde se observa estabilización del nivel daño muestreado a partir de los 150 árboles (Fig. 2).

La época de muestreo en el campo se extiende desde abril, momento en que ya han finalizado las emergencias de los adultos y se comienzan a observar los síntomas en las copas de los árboles atacados, hasta fines de septiembre, antes del comienzo del nuevo ciclo, dado que para nuestra región las primeras emergencias se producen en octubre-noviembre (López *et al.*, 1999).

Los árboles de cada transecta fueron identificados en una planilla de campo registrándose, su posición relativa dentro del dosel de copas (dominante, codominante, intermedio y suprimido); su estado (vivo o muerto) y observaciones sobre los síntomas de ataque de la plaga (oviposturas y/o emergencias).

Los datos obtenidos de las transectas (Tabla 1) son procesados e ingresados en una tabla resumen de la cual se obtienen como datos finales, % de árboles muertos, % de árbo-

**Tabla 1**  
**Número de transecta y árboles muestreados por año**

Año	1997	1998	1999	2000	2001 (1)
N.º de transectas	38	43	42	76	30
N.º de árboles	6.132	7.988	7.888	14.609	5.681

(1) datos correspondientes hasta julio de 2001.

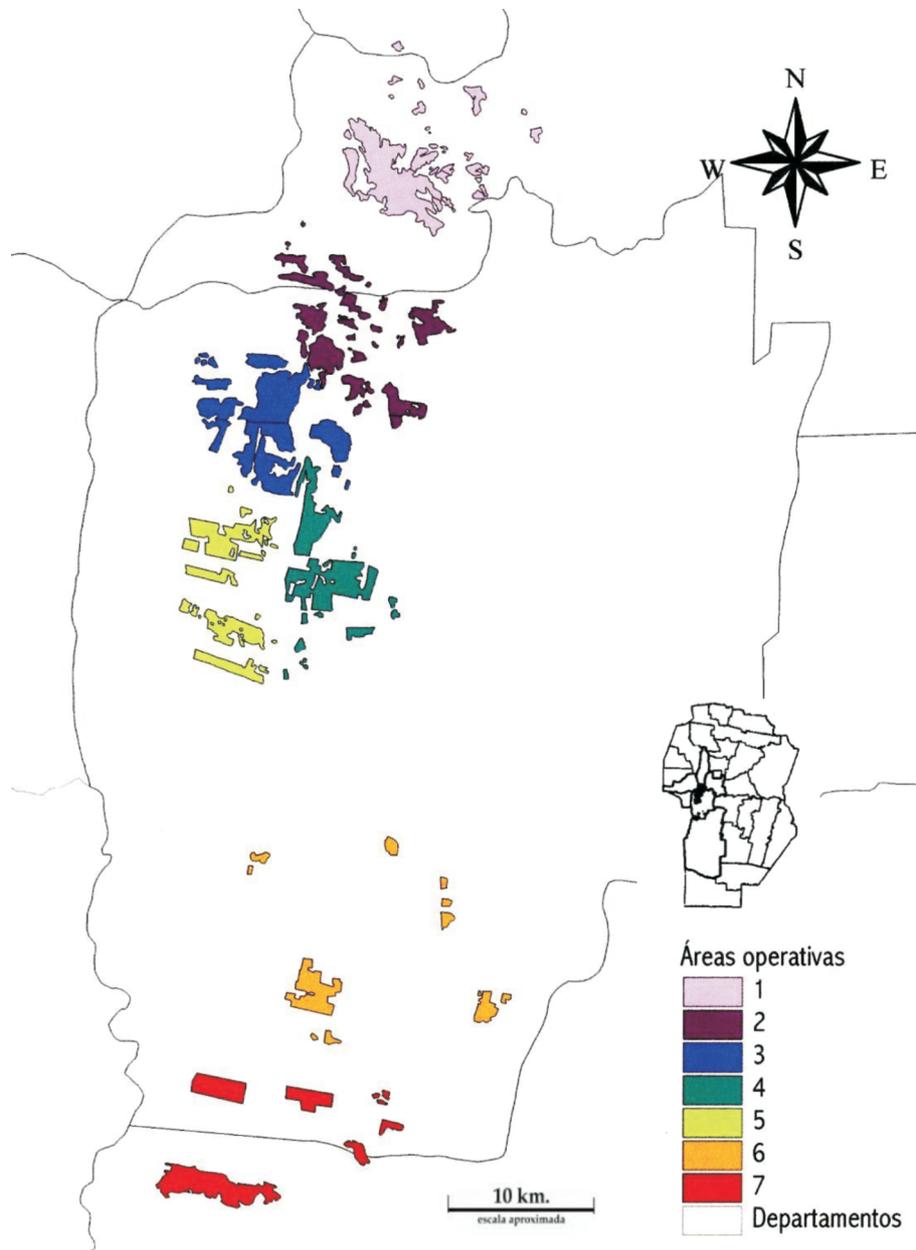


Fig. 1.—Localización de la zona de estudio y áreas operativas

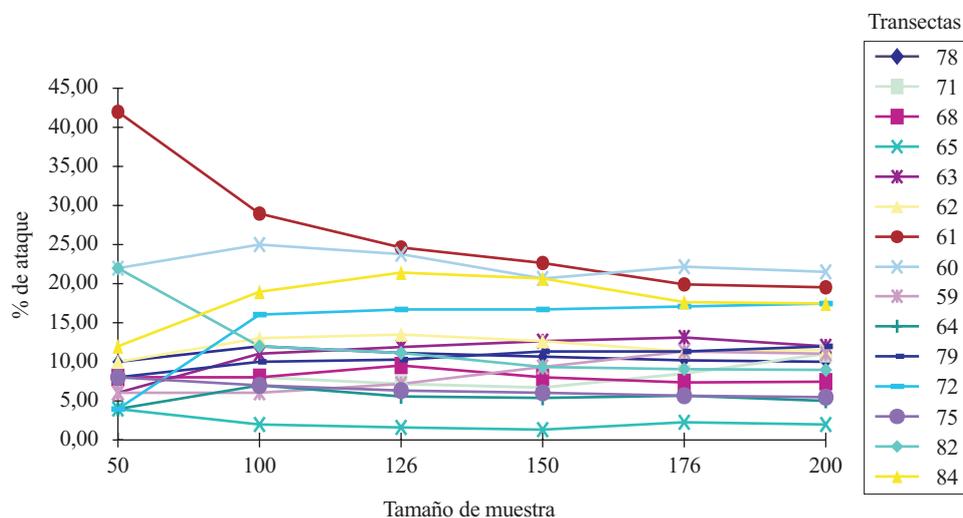


Fig. 2.—Variación del grado de ataque según tamaño de la muestra

les con emergencias y con oviposturas. El grado de ataque se cuantificó en términos de porcentaje o frecuencia de árboles atacados (con emergencia y ovipostura) en relación al total muestreado (Silveira Neto *et al.*, 1976). Con la información obtenida se conformó el SIG, integrado por una base de datos espacial y una base de datos con información temática (Bosque *et al.*, 1994).

La entrada de datos consistió en la elaboración de mapas analógicos por medio del análisis visual de fotogramas escala 1:50.000, procesamiento digital de imágenes satelitales Landsat TM 5 y elaboración de mapas temáticos (Chuvienco, 1996). Para el pasaje de la información analógica a digital se utilizó el *software* ARC/INFO (Esri, 1994). Para la creación de las bases de datos se utilizó los criterios del modelo entidad-relación (Date, 1993), el *soft* utilizado fue el DBASE (Visual dBASE, 1995). Esta información fue modelada cartográficamente con el *software* ARCVIEW (Esri, 1994) y se utilizó información digital provista por el Atlas de Suelos (Aeroterra, S.A., 1995), como límites departamentales, caminos provinciales y localidades.

## RESULTADOS

En los cinco años de monitoreo se relevaron distintos parámetros que caracterizan la situación de gran parte de los macizos forestales de coníferas (*Pinus* sp.) de la provincia de Córdoba tales como ubicación geográfica (latitud, longitud y altitud) de los puntos de muestreo, edad estimada, composición específica, densidad teórica, ubicación relativa de los árboles en el dosel de copas, manejo de las forestaciones, presencia o ausencia y grado de impacto (expresado como porcentaje de daño) de la plaga.

La base de datos que se confeccionó en estructura SIG vectorial consta de la siguiente información:

- Mapa de la región con límites departamentales y red vial, longitud y tipo.
- Macizos forestales (Izurieta, *et al.*, 1993) y áreas operativas (López *et al.*, 1997a) (Fig. 1).
- Densidades teóricas de plantación estimada.

La mayoría de los macizos presentan un rango de densidad teórica de plantación que varía entre los 726 a 2.500 árboles/ha, con un promedio de 1.720 árboles/ha. Altas densidades iniciales sin los escamondos y raleos oportunos hace que las plantaciones sean más susceptibles al ataque de *Sirex*.

### **Manejo de los macizos**

En la región se han aplicado escasas medidas de manejo silvícola y aprovechamiento. Del análisis de las capas del SIG surge que no han recibido manejo el 45,5 % de los macizos; con escamondo el 6,0 %; con raleo el 36,4 % y el 3,0 % recibió algún tratamiento sanitario (inoculación del nematodo y/o raleo sanitario); sólo el 9,1 % fue aprovechado con resinación. Plantaciones con tratamientos silviculturales y de manejo de la plaga en el Campo Experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto, han demostrado una relación directa entre las medidas aplicadas y el grado de ataque, observándose disminuciones sensiblemente inferiores en años sucesivos (Demaestri *et al.*, 1999).

### **Porcentajes de daño (Fig. 3)**

A partir de la información incorporada se generaron mapas con niveles de daño para los años 1997 al 2001. Durante estos cinco años los porcentajes observados oscilaron entre el 0 % y el 26,8 %, con una media del 11 %

### **Mapa de variación del daño (Fig. 4)**

Mediante la interpretación de los mapas se pueden apreciar variaciones en los niveles de daño con incrementos anuales promedio de 3,78 %; 1,68 %; 1,01 % y 0,47 %, desde el año 1997 al 2001, respectivamente; observándose áreas con avance y otras con estabilización.

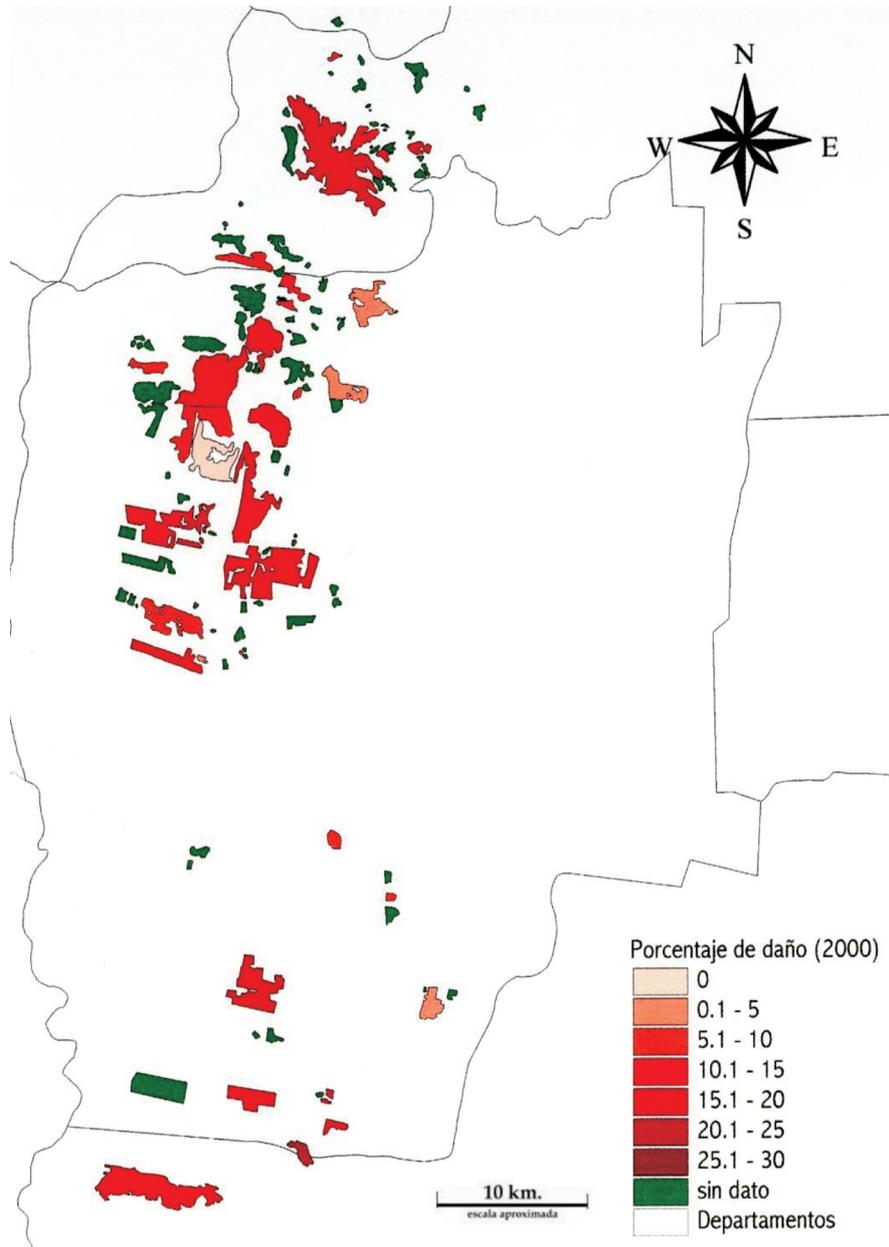


Fig. 3.-Distribución del porcentaje de daño de *Sirex noctilio* F. en el año 2000

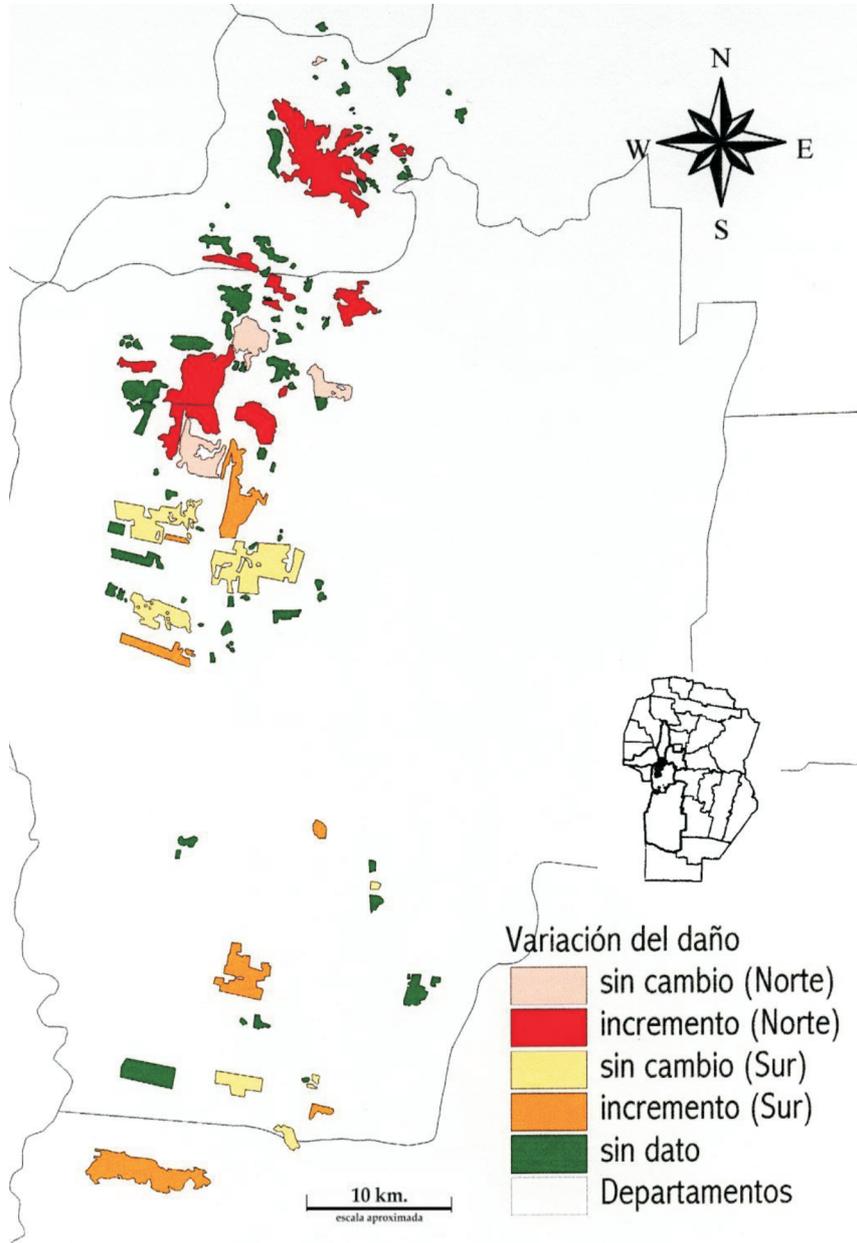


Fig. 4.—Variación del daño de *Sirex noctilio* F. en los macizos forestales en el año 2001

## DISCUSIÓN

En la determinación del daño se utilizó la metodología de transectas propuesta por Haugen *et al.* (1990), fijas o permanentes (López *et al.*, 1997b), desestimando la utilización de imágenes TM/Lansat para la teledetección del daño, debido al comportamiento de *Sirex* sp., quien ataca generalmente, en la etapa inicial, en forma aislada a las plantas más débiles, comúnmente dominadas o suprimidas, impidiendo observar variaciones tanto en la interpretación visual de las imágenes como en los índices de vegetación, tema tratado extensamente por Ponzoni (1996).

La información aportada por el SIG nos permitió visualizar el impacto de la plaga en los macizos forestales y generar propuestas de manejo para cada situación. En áreas donde se detecta la plaga, coincidiendo con Haugen (1990) se propone la implementación de monitoreos anuales con transectas permanentes e introducción de controladores biológicos no presentes en la región como, el nematodo *Deladenus siricidicola* B., quien según diversos autores puede controlar a *Sirex* del 70 % (Bedding y Akhurst, 1974) hasta el 90 % (Zondag, 1969) y parasitoides como *Rhyssa* sp. y *Megarhyssa* sp. actualmente en estudio en Argentina (Iede *et al.*, 2000). Estos últimos en conjunto con *Ibalia leucospoides* H. presente en la región (Lopez, *et al.*, 1999), pueden alcanzar un parasitismo del 12 % al 35 % según Nuttall (1980) y no más de un 40 % (Haugen *et al.*, 1990).

En zonas de baja densidad de la plaga o donde no está presente en forma generalizada, se recomienda la implementación de árboles trampa (Neumann y Minko, 1981; Valle, *et al.*, 1997; Demaestri *et al.*, 1999). Esta técnica además es muy útil para el monitoreo y como futuros puntos de inoculación del nematodo (Lanfranco y Aguilar, 1990).

Estas medidas deberán ser complementadas con un buen manejo silvicultural y raleos sanitarios de árboles atacados y de aquellos que manifiesten síntomas de estrés (dominados, bifurcados, dañados por granizo o incendios, etc.), factores que los tornan altamente susceptibles al ataque de *Sirex*.

En nuestra área de trabajo, que presenta potencialmente 300.000 ha aptas para la producción forestal (Weaver *et al.*, 1994.), la información disponible en el SIG como el porcentaje de daño actualizado, la estabilización o el incremento de la plaga en distintos puntos de la zona (Fig. 3), entre otros, permitirá la toma de decisiones en el manejo integrado de la plaga (López *et al.*, 1999).

Por lo tanto, el SIG como herramienta en investigaciones en el área forestal, ya ha sido utilizada por diversos autores (Casanova *et al.*, 1992; Köhl y Gertner, 1997; Hall *et al.*, 1998), lo que nos confirma la importancia de esta metodología.

## CONCLUSIONES

El SIG es una herramienta de ayuda en la toma de decisiones, en el manejo de esta plaga forestal, la que nos permite:

- organizar la información espacial sistemática en una base de datos digital de manera coherente, de fácil acceso y actualización;
- representar espacialmente el daño anual y el impacto de la plaga en la región;

- determinar las áreas de mayor riesgo ante el avance de la plaga e implementar estrategias de manejo integrado ante cada situación;
- facilitar la actualización permanente de la información disponible para el empresario y/o productor, estableciendo en evaluaciones *ex-antes* las actividades para el manejo de la plaga, conocimiento necesario para determinar el resultado económico en forestaciones ya establecidas o a implantar;
- complementar este SIG con otros, en otras ramas de la investigación o aun de la gestión en distintos estamentos, mejorando así los fundamentos para la toma de decisiones a nivel regional.

Estudios a futuro sobre el efecto de la calidad de sitio en relación al grado de ataque de *Sirex noctilio* F., permitirán en plantaciones logradas, mejorar la predicción de la estimación de riesgos y en futuras plantaciones poder predecir los niveles de daño esperados.

### AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Río Cuarto y al Proyecto Forestal de Desarrollo de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (SAGPyA-BIRF) por el apoyo financiero que hizo posible el desarrollo de este trabajo.

Al Lic. Jorge González, a los Ingenieros Agrónomos Luis Mugas, Gustavo Moretti, Gustavo Balbi, Miguel Di Renzo y al Sr. Jorge Becerra.

### SUMMARY

#### **Application of a Geographical Information System (GIS) to the Study of *Sirex noctilio* F. (Hymenoptera-Siricidae) in Calamuchita Valley, Córdoba, Argentina**

In the Valley of Calamuchita (Córdoba-Argentina), a forested area with 36,202 ha. of *Pinus* spp., it has been developed from 1996 a Geographical Information System (GIS) as a complementary tool for the study of the pest *Sirex noctilio* Fabricius. The objective is to store, to organize, to contrast and to analyze the obtained data of the study of *Sirex noctilio* F., with the purpose of generating new information that will serve as a basis in the definition of a strategy of pest management.

In seven operative areas, were established points of sampling in permanent transects across different sites. In each one it was registered, degree attacks of the pest, management, density and age of the stand and its geographical position with GPS. The GIS was carried out with the data originated from the monitoring. The GIS was integrated by a space database and a database with thematic information. The result consisted on the elaboration of analogical maps by means of the visual analysis of pictures at 1:50.000 scale, digital processing of LandSat TM 5 satellite images and elaboration of thematic maps. In the conversion of analogical to digital information, it was used the vectorial system ARC/INFO. The pattern entity-relationship were the approach utilized for the generation of databases. The *software* used was the Visual dBASE, 1995. This information was modeled cartographically with the *software* ARCVIEW.

As resulted of these activities is possible to have a data base from the last five sampling. It allows to understand not only the attack levels and their temporal variation, but also other aspects of the plantations like composition, management, density and estimated age.

**Key words:** *Sirex noctilio*, GIS, *Pinus* spp., management.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEROTERRA S.A., 1995. Atlas de Suelos de la República Argentina. Ed. SAGyP-INTA. Volumen I, 731 p.
- BEDDING R., AKHURST R., 1974. Use of the nematode *Deladenus siricidicola* in the biological control of *Sirex noctilio* in Australia. Journal Australian Entomological Society, 13: 129-135.
- BOSQUE J., MARTÍNEZ F., HERNÁNDEZ E., GARCÍA, M., 1994. Sistemas de Informacion Geográfica: Prácticas con PC ARC/INFO e IDRISI. Ed. Rama. España: 68-70.
- CASANOVA M., MAGGI P., LUCARELLA D., BUFFONI., 1992. A GIS for the monitoring of forest damage. ASPRS/ACM/RT 92- Technical Papers- Volumen 3 GIS and Carthography. Washhington, D.C. 161-162.
- CHUVIECO E., 1996. Fundamentos de Teledetección Espacial. Tercera edición revisada. Ed. Rialp, S.A. Madrid.
- DATE C., 1993. Introducción de los Sistemas de Bases de Datos. Vol. I. Addison-Wesley Iberoamericana. España: 53-59.
- DEMAESTRI M., ZUPAN E., LÓPEZ A., 1999. Experiencias de manejo de *Sirex noctilio* F. en el Sur del Departamento Calamuchita. Córdoba - Actas X Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Jujuy. Vol. I p. 281
- ESRI., 1994. Introducción to Arc View, California. 365 p.
- HALL R.J., VOLNEY W., WANG Y., 1998. Using a geographic information system (GIS) to associate forest stand characteristics with top kill due to defoliation by the jack pine budworm. Canadian Journal of Forest Research-Journal Canadien de la Recherche Forestiere. 28 (9): 1317-1327.
- HAUGEN D., BEDDING R., UNDERDOWN M., NEUMANN F., 1990 «National strategy for control of *Sirex noctilio* in Austrlia». Australian Forest Grower 13 (2), 7 p.
- HAUGEN D.A., 1990. Control procedures for *Sirex noctilio* in the Green Triangle: Review from detection to severe outbreak (1977-1987). Australian Forestry, 53 (1): 24-32
- HOLZMAN S., SPEARS B., 1992. The forest Health Atlas: A GIS database to supprt forest health monitoring in the Southeastern United Stated. Ed. Holzman and Spears, p. 55.
- IEDE E., KLASMER P., PENTEADO S., 2000. *Sirex noctilio* in South America: distribution, monitoring and control. XXI International Congress of Entomology. Brasil. Book 1, p. 474.
- IZURIETA G., ABUD D., IZAURRALDE J., 1993. Plantaciones de Pinos de la Provincia de Córdoba. Actas Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. A.Fo.A. Paraná. Vol. I p. 103
- KÖHL M., GERTNER G., 1997. Geostatistics in evaluating forest damage surveys: considerations on methods for describing spatial distributions. Forest Ecology and Management 95:131-140.
- LANDRUM V., 1992. The Implementation of Change Detection Techniques for Monitoring and Updating GIS Data. ASPRS/ACM/RT 92- Technical Papers- Volúmen 3 GIS and Carthography. Washhington, D.C.
- LANFRANCO D., AGUILAR A., 1990. Opciones de control para *Sirex noctilio*: una revisión (Hymenoptera-Siricidae). Bosque, 11(2): 9-16.
- LÓPEZ A., DEMAESTRI M., ZUPAN E., BALBI G., GONZÁLEZ J., 1997a. Presencia, Distribución y grado de Daño del *Sirex noctilio* (F) en el Valle de Calamuchita-Córdoba. Univ. Nac. de Río Cuarto- Informe presentado a Secretaría de Agricultura, Ganadería y Recursos Renovables. Córdoba. Argentina. 13 p.
- LÓPEZ A., DEMAESTRI M., ZUPAN E., MUGAS L., 1997b. Distribución y grado de daño producido por *Sirex noctilio* (Hymenoptera- Siricidae) en las forestaciones del sur del Valle de Calamuchita, Córdoba. II Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano «Forestar y Crecer» Tomo: Comisión Bosques Cultivados. A.Fo.A. Posadas Misiones. Argentina.
- LÓPEZ A., DEMAESTRI M., ZUPAN E., BAROTTO O., TRUMPER E., BALBOA R., 1999. *Sirex noctilio* en el Valle de Calamuchita-Córdoba. Actas X Jornadas Fitosanitarias Argentinas, Jujuy, Argentina. Vol. I p. 280.
- NEUMANN F., MINKO G., 1981. The *Sirex* woodwasp in Australian radiata pine plantations. Australian Forestry, Melbourne. 44 (1): 46-63.
- NUTTALL M.J., 1980. Insect parasites of *Sirex* (Hymenoptera: Ichneumonidae, Ibalidae and Orussidae). Forest and Timber Insect in New Zealand (47), 11 p.
- PONZONI F.J., 1996. Dados TM/LANSAT na identificação do ataque da avessa-da-madeira em plantios de *Pinus* sp. Actas VIII Simposio Brasileiro de Sensoramiento Remoto. Salvador, BA. 11p.
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (SAGPyA), 1998. Argentina Sector Forestal. Subsecretaría de Agricultura, Ganadería y Forestación Dirección de Forestación de la Nación: 21-23.
- SILVEIRA NETO S., NAKANO O., BARBIN D., VILLA NOVA N., 1976. Manual de Ecología de Insectos. Escola Superior de Agricultura «Luis de Queiroz» Editora Agronomica Ceres Ltda. Brasil. 419 p.
- VALLE G., BENNESCH M., ESKIVISKI E., 1997. Monitoreo y control biológico de la avispa de la madera. I.N.T.A Misiones. Montecarlo. 14 p.

- WEAVER P., CHEDZOY B., INGARAMO P., DEMAESTRI M., 1994. Situación de la Actividad Foresto-Industrial en el Valle de Calamuchita. Informe Técnico. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto. Argentina. 12p.
- ZONDAG R., 1969. A nematode infection of *Sirex noctilio* F., in New Zealand. *New Zealand Journal of Forest Science*, Wellington. 12 (4): 732-747.