



5º CONGRESO FORESTAL
ESPAÑOL

5º Congreso Forestal Español

Montes y sociedad: Saber qué hacer.

REF.: 5CFE01-527

Editores: S.E.C.F. - Junta de Castilla y León
Ávila, 21 a 25 de septiembre de 2009
ISBN: 978-84-936854-6-1
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Desarrollo de una metodología para la creación de los mapas nacionales de riesgo en sanidad forestal

MANZANO SERRANO, MARIA JOSE¹; SÁNCHEZ PEÑA, GERARDO²; SAN PEDRO SANTIAGO, DANIEL¹;

¹Estudios Medioambientales S.L. (ESMA SL)

²Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Dirección General del Medio Natural y Política Forestal.

Resumen

Los Mapas de Riesgo de Sanidad Forestal (MARSAF) representan la susceptibilidad futura de las masas forestales frente a determinados agentes nocivos. Se trata de la integración de diferentes modelos individuales, elaborados con un marco de criterios múltiples, fiables y basados en GIS (Sistemas de Información Geográfica), que adaptan las variaciones regionales a las condiciones de salud forestal actuales y futuras, el conocimiento y la disponibilidad de los datos.

Se trata de una herramienta capaz de ayudar a la gestión cada vez más compleja de los recursos naturales. Quienes gestionan y crean políticas destinadas a dichos recursos, necesitan información que vaya más allá de los resúmenes tabulados para determinar dónde y cómo se produce el impacto forestal. Por ello, cada vez son más necesarios los sistemas basados en datos espaciales como herramienta para la toma de decisiones, capaces de resumir rápidamente una gran cantidad de datos alfa-numéricos y geográficos, que proporcionen a los gestores de tales recursos información clara, selecciones fundamentadas y por extensión, la distribución de recursos (humanos y económicos) de modo más eficiente.

Los objetivos de este proyecto son crear una metodología que permita la generación de los MARSAF año tras año y la creación de los propios MARSAF como salida gráfica y resultado de los análisis y procesos realizados.

La realización de los MARSAF se ha creado en base a un flujo de trabajo continuo. Este flujo de trabajo se ha concretado en varias fases: Petición de datos, recepción y validación, generación de información GIS, análisis e integración de variables, geoprocursos análisis multicriterio, generación de modelos y generación de los MARSAF. Todas las fases son dinámicas, pudiéndose incluir nuevos datos que ayuden a consolidar los resultados anuales.

Palabras clave

Agente nocivo, sistemas de información geográfica (GIS), mapa de riesgos, evaluación multicriterio (EMC), sanidad forestal, matriz de susceptibilidad, conjuntos difusos.

1. Introducción

Dado el gran resultado que en otros países han tenido este tipo de metodologías, y este modelo de mapas de riesgo potencial, se trata de importar y adoptar estas prácticas al ámbito de nuestro territorio y a la idiosincrasia española.

El presente proyecto se desarrolla como un primer ensayo o proyecto piloto de los Mapas de Riesgo de Sanidad Forestal para España.

Su ámbito de actuación es nacional; no obstante la metodología podrá ser aplicable a escala de uso regional, siempre y cuando se incorporen al modelo los datos necesarios.

Los agentes de estudio, son:

- Procesionaria del Pino (*Thaumetopoea pityocampa*)
- Lagarta peluda (*Lymantria dispar*)
- *Ips sexdentatus*
- *Ips acuminatus*
- Nematodo el Pino (*Bursaphelenchus xylophilus*)
- Chancro resinoso (*Fusarium circinatum*)

2. Objetivos

En la realización de este proyecto, se presentan dos claros objetivos diferenciados, pero a la vez interrelacionados entre ellos.

Primero, el desarrollo de una metodología estándar para la generación de los MARSAF año tras año, que sea aplicable a nivel nacional, autonómico y local. Esta metodología se presenta en fases con el fin de que el modelo metodológico sea válido para cualquier agente de estudio. Con esta metodología se pretende que a partir del máximo número de datos disponibles, estos puedan ser transformados en información válida para poder evaluar el riesgo de susceptibilidad de una determinada zona geográfica frente a un agente nocivo.

Como segundo objetivo se generará un primer ensayo con resultados en el que se aplicará la metodología desarrollada, obteniéndose los primeros Mapas de Riesgo de Sanidad Forestal (MARSAF). Estos MARSAF estarán orientados a la identificación del riesgo de susceptibilidad en la Comunidad de Madrid, frente a los agentes de estudio ya citados, (*Thaumetopoea pityocampa*, *Lymantria dispar*, *Ips sexdentatus*, *Ips acuminatus*, *Bursaphelenchus xylophilus*, *Fusarium circinatum*).

3. Metodología

La metodología aplicada en la realización de los MARSAF ha consistido en el desarrollo de una serie de fases donde cada una de ellas constituye una etapa clave en la realización total del proyecto, influyendo en el producto final, cada uno de los resultados parciales de estas fases. Las fases son:

3.1 Petición de datos

Como información de partida se necesitan datos de múltiples fuentes: Comunidades Autónomas, Ministerio de Medio Ambiente y Medido Rural y Marino (MARM), Agencia Estatal de Meteorología (AEMet), además de la distinta información que se pueda obtener a través de Internet, bibliografía especializada, estudios específicos, etc.; todo ello sobre el comportamiento y biología de los diferentes agentes de estudio.

Toda esta información, debe ser canalizada a través de las coordinaciones y comunicaciones institucionales para lograr en un futuro la automatización de los procesos de contacto, y conseguir un flujo de información correcto que permita pedir y reenviar la información concreta solicitada, con celeridad y exactitud en modo, forma y contenido.

3.2 Recepción y validación de datos

Con la información solicitada se genera un gran volumen de datos, con los que hay que realizar una serie de comprobaciones de manera sistemática.

Sobre todo se estudia la utilidad específica de los datos recepcionados para el desarrollo de los futuros mapas. La información recibida, puede ser muy válida para las distintas administraciones que la han elaborado y enviado, pero quizás no pueda ser utilizada para la ejecución de los mapas.

Una vez comprobada esta utilidad, se realizan otra serie de análisis entre ellos:

- Precisión de los datos
- Sistema de referencia
- Formato
- Conversiones
- ...

Así, se efectúan una serie de procesos para al final determinar mediante esta rutina de tareas, la calidad y utilidad de los datos.

En definitiva, también, se trata de aplicar un control de calidad sobre los datos recibidos, para una vez que se empiece a generar la información GIS y los distintos análisis, se tenga la seguridad y garantía de la información de origen.

3.3 Generación de información GIS

En esta fase se genera, una vez analizados los datos, la información GIS válida para trabajar con ella en los Sistemas de Información Geográfica, examinando, cruzando, estudiando y analizando la información. El resultado es escalable, es decir, esta diseñada para ser funcional a cualquier escala. Tanto a nivel nacional como a nivel regional o local.

Para que toda esta información cumpla los propósitos, de escalabilidad y territorialidad, se ha desarrollado un modelo de datos, en el que todas las capas geográficas deberán estar incluidas. Esto quiere decir, que no importa la procedencia de los datos, ya que al terminar su proceso estarán incluidos en el llamado modelo final, siempre y cuando hayan cumplido los requisitos propios de la validación antes comentada.

Por lo tanto, al final del proceso de generación de información GIS, obtendremos una geodatabase a nivel nacional, en la que todas las capas estén incluidas en el modelo de datos detallado; además, compartan como información GIS de calidad, el mismo sistema de referencia, extensión, GRID,....

La representación geográfica y geométrica, para las distintas capas, será:

- Una geometría de puntos para los muestreos de los distintos agentes. Esta representación vendrá dada por las coordenadas de la localización de las trampas con cebos feromonales y sus capturas o por la situación puntual de los daños observados en campo.

- Una geometría de polígonos que representa: los rodales o áreas de seguimiento (con presencia de los distintos agentes) superficies afectadas, o tratamientos fitosanitarios realizados; los datos serán representados en forma de polígono.

A continuación, se presenta un ejemplo, de cómo es el modelo de datos para cada capa:

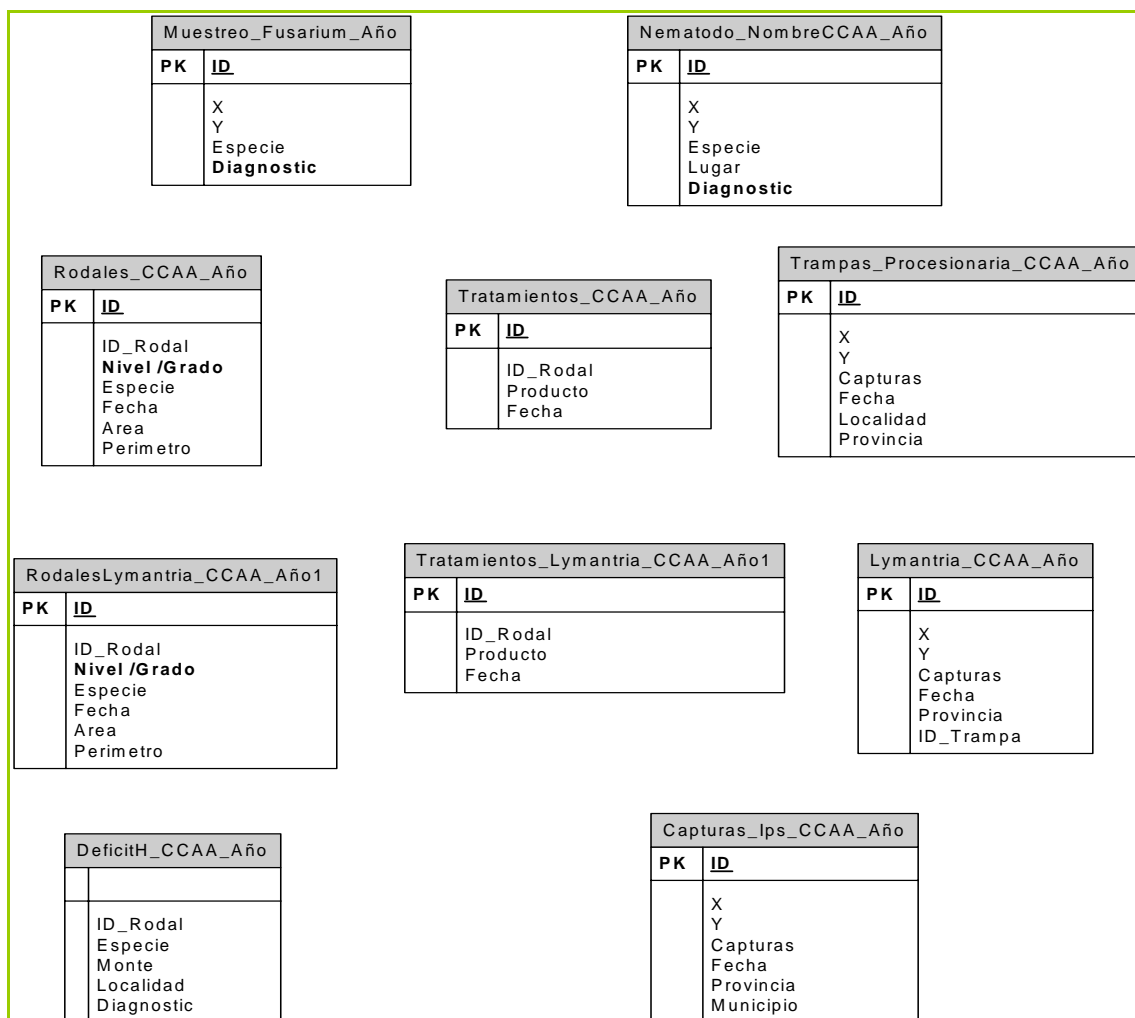


Figura 1. Modelo de datos de las distintas capas espaciales. MARSAP 2008.

Estas capas deberán tener una serie de campos obligatorios mínimos, para poder ser utilizadas como información válida y útil que son los que se exponen en la Figura 1. A parte de estos campos, se podrán incorporar otros, siempre validados, que incorporarán más calidad a los resultados finales.

Los datos obtenidos y las capas geográficas de distintas geometrías, conformarán una geodatabase, que alimentará el Sistema de Información Geográfica, con el que se elaborarán los distintos MARSAP.

3.4 Análisis e integración de variables

En esta fase y en base a los datos obtenidos y generados se comenzará la primera aproximación al estudio y análisis de los diferentes agentes objetivos del trabajo. Para realizar los distintos estudios, no solo se utilizará la información generada, si no que esta se cruzará con información de otras fuentes, ello servirá para obtener las primeras conclusiones y generar, si es posible, patrones de los distintos agentes de estudio.

Al realizar los cruces de la información obtenida en la primera fase con distintas variables bioecológicas, se obtendrán resultados; generando además, en esta primera fase de análisis los primeros mapas evolutivos de los diferentes agentes en un periodo de tiempo determinado.

Procesos o Geoprocesos, Generación de modelos de Agentes, Análisis multicriterio

En esta etapa, que se pone en funcionamiento una vez finalizadas todas las anteriores con resultados positivos, se incluyen los desarrollos de los modelos de agente, las distintas herramientas utilizadas y los análisis multicriterio realizados para todos los agentes de estudio.

Los modelos, propios para cada agente, son la integración del conocimiento de la biología del agente en cuestión junto con la experiencia adquirida en su estudio, además de los datos en campo recogidos sobre ese agente, todo ello unido a la información bioclimática y territorial.

En conclusión, cada agente de estudio, tendrá su propio modelo, generado a partir de sus condiciones biológicas, climáticas, ecológicas, territoriales e incorporando el concepto de susceptibilidad según la disponibilidad biológica de los huéspedes.

La precisión del modelo depende:

- del conocimiento del comportamiento de los agentes nocivos.
- de hasta que punto los integradores del modelo hacen un juicio objetivo y justificado de los datos.
- de la exactitud y precisión espacial de los datos que dirigen los modelos.

3.5.1 Matriz de susceptibilidad

Cada agente, por lo tanto, cada modelo, tendrá su propia matriz de susceptibilidad. Esta matriz, recogerá los distintos criterios y variables, así como sus grados de importancia y la función difusa de pertenencia en la que se integre cada criterio (curva de potencialidad) que intervengan en el modelo.

Estos criterios, pesos y curvas difusas de pertenencias, son recogidos de bibliografía especializada, reuniones de expertos en la materia y experiencias anteriores que mejor se ajusten a las realidades.

Estas matrices de susceptibilidad están abiertas a la inclusión de más criterios y también al cambio de rangos y pesos de los criterios utilizados. No es una matriz cerrada e inalterable, esta abierta a modificaciones. Su estructura permite una gran versatilidad a la hora de modificar y aumentar nuestro modelo.

A su vez, el modelo no está cerrado, sino que está vivo, pudiendo enriquecerse con la recopilación de más y mejores datos. La continuidad de las series evolutivas de los distintos datos de cada agente que se recogen a lo largo del año, dará cada vez más precisión y exactitud al modelo de agente y por lo tanto a los MARSAF.

En la siguiente tabla, se presenta un ejemplo de matriz de susceptibilidad. En este ejemplo, se ha utilizado el agente *Ips sexdentatus*. Se pueden ver los criterios utilizados, la curva difusa de pertenencia (que se explicará en el siguiente apartado) y los rangos y pesos de cada criterio.

Los grados o rangos de importancia, son asignados a cada criterio (normalmente estos criterios tendrán forma de capa espacial y geométrica en los geoprocursos) y una vez asignado el grado de importancia se puede hallar su peso específico, dentro del modelo, respecto a los demás criterios.

Tabla 1. Ejemplo de matriz de susceptibilidad. Agente nocivo *Ips sexdentatus*.

Agente de Riesgo		<i>Ips sexdentatus</i>					
Extensión del Modelo		España					
	Criterios	Comienzo de Riesgo	Picos de Riesgo	Disminuye	Fin del Riesgo	Curva	Peso
Criterio 1	Distancia a infestación conocida. Km	0	0		20	Potencial	14,00 %
Criterio 2	Comienzo del vuelo a 16 ° C	3			12	S	30,00 %
Criterio 3	Orientaciones laderas	Sur			Norte	Lineal	10,00 %
Criterio 4	Especies Arboreas (<i>P. nigra</i> , <i>P. pinaster</i> , <i>P. sylvestris</i>)					Restringe	18,00 %
Criterio 5	Superficies incendiadas					aumenta	14,00 %
Criterio 6	Mapa de susceptibilidad a <i>Ips acuminatus</i>					aumenta	14,00 %

3.5.2 Conjuntos difusos de pertenencia

Los conjuntos difusos de pertenencia permiten transformar la realidad en información matemática válida para nuestro modelo.

Según la relación entre los datos y el riesgo potencial son:

- Funciones senoidales

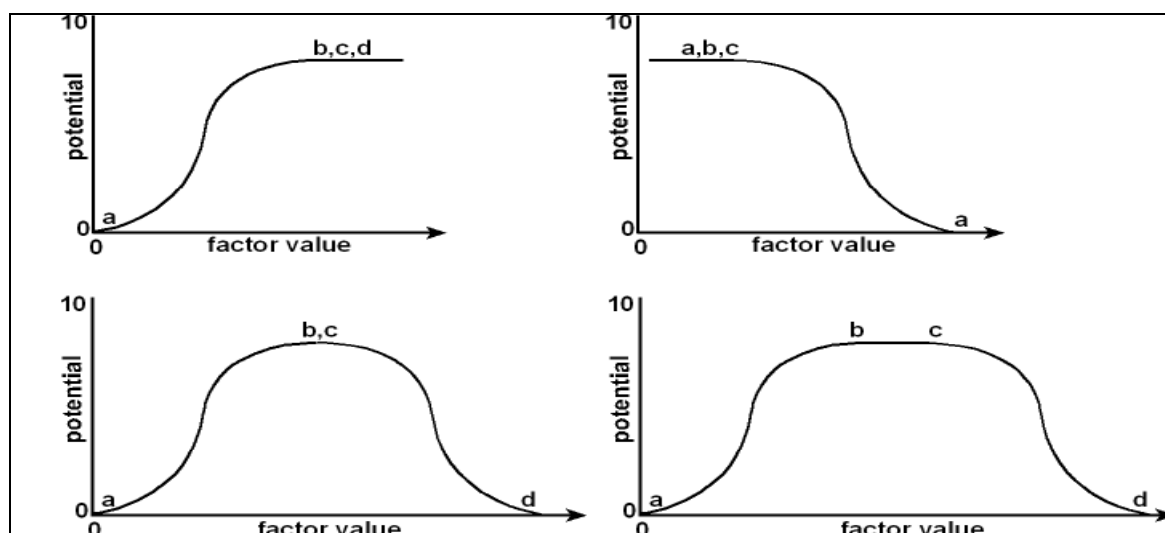


Figura 2. Funciones senoidales.

- Funciones en forma de "J"

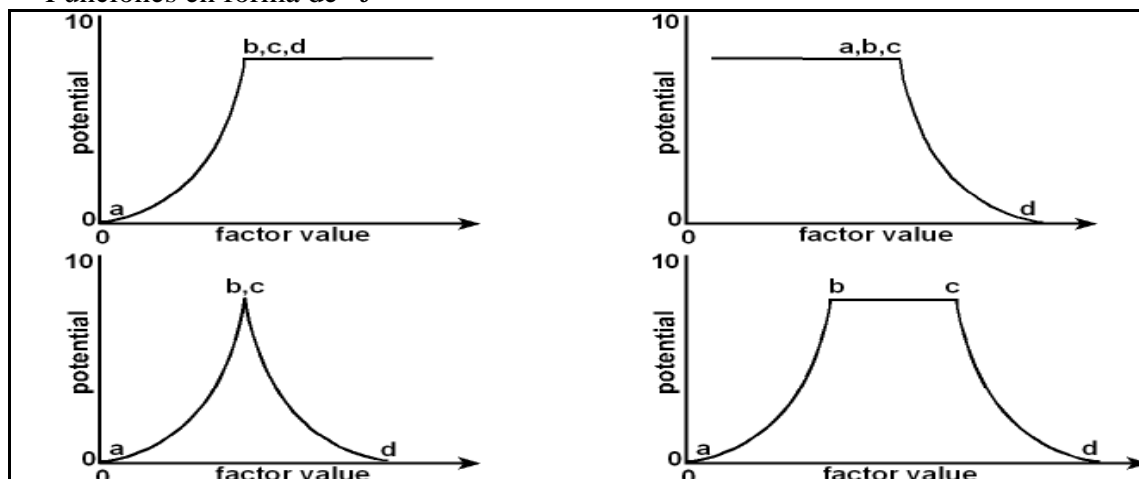


Figura 3. Funciones en forma de "J".

- Funciones lineales

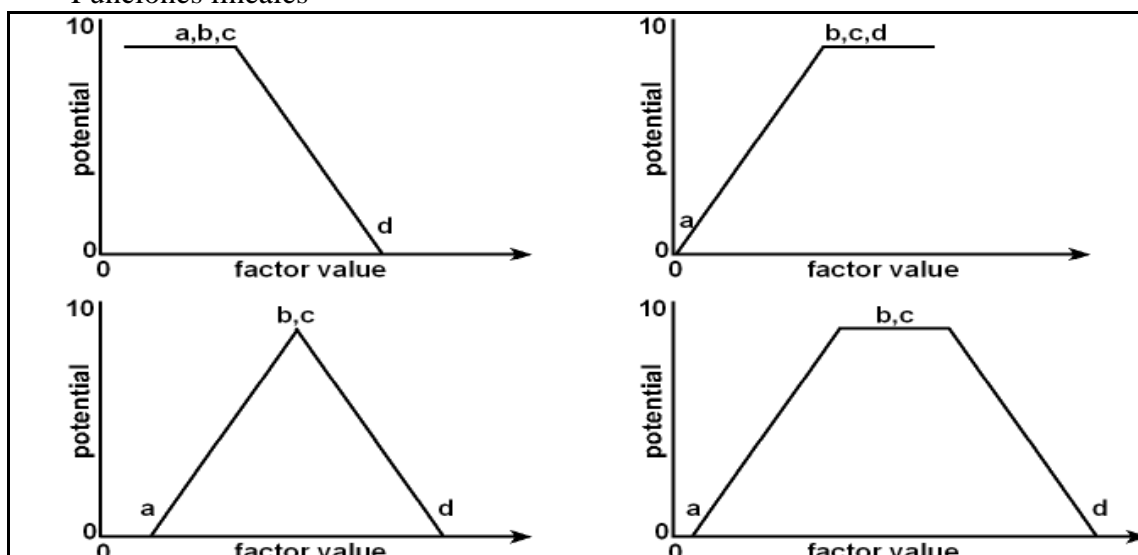


Figura 4. Funciones lineales.

Gracias a los conjuntos difusos de pertenencia, los valores se pueden registrar de diversas formas (funciones) para establecer la relación entre el comportamiento de insectos y enfermedades con los diferentes factores a evaluar (temperatura, altitud, orientación,...).

Según el criterio a evaluar se ajustará a una función u otra, en base a la experiencia y referencias que de él se tenga. También pueden desarrollarse funciones personalizadas según sea la relación entre los datos y el riesgo potencial.

Dentro de estas funciones, las letras de los gráficos, que también se representan en la matriz de susceptibilidad (Tabla 1), indican puntos de inflexión donde el riesgo potencial: a) comienza; b) tiene un repunte o alcanza su máximo; c) comienza a reducirse (puede ocurrir o no), y d) acaba o no cambia.

3.5.3 Procesos o Geoprocesos

Los geoprocesos consisten en una serie de operaciones espaciales, entre los diferentes datos utilizados para la obtención, mediante análisis multicriterio, de los Mapas de Riesgo de Sanidad Forestal.

Estos geoprocesos se realizan con diferentes herramientas de Sistemas de Información Geográfica. Son estas operaciones las que constituyen el último paso para obtener los MARSAF, una vez ya se han fundamentado y realizado teórica y físicamente todos los modelos y fases de esta metodología.

A continuación, en la figura 5, se puede observar el esquema conceptual del desarrollo de estos procesos de forma general para todos los agentes de estudio.

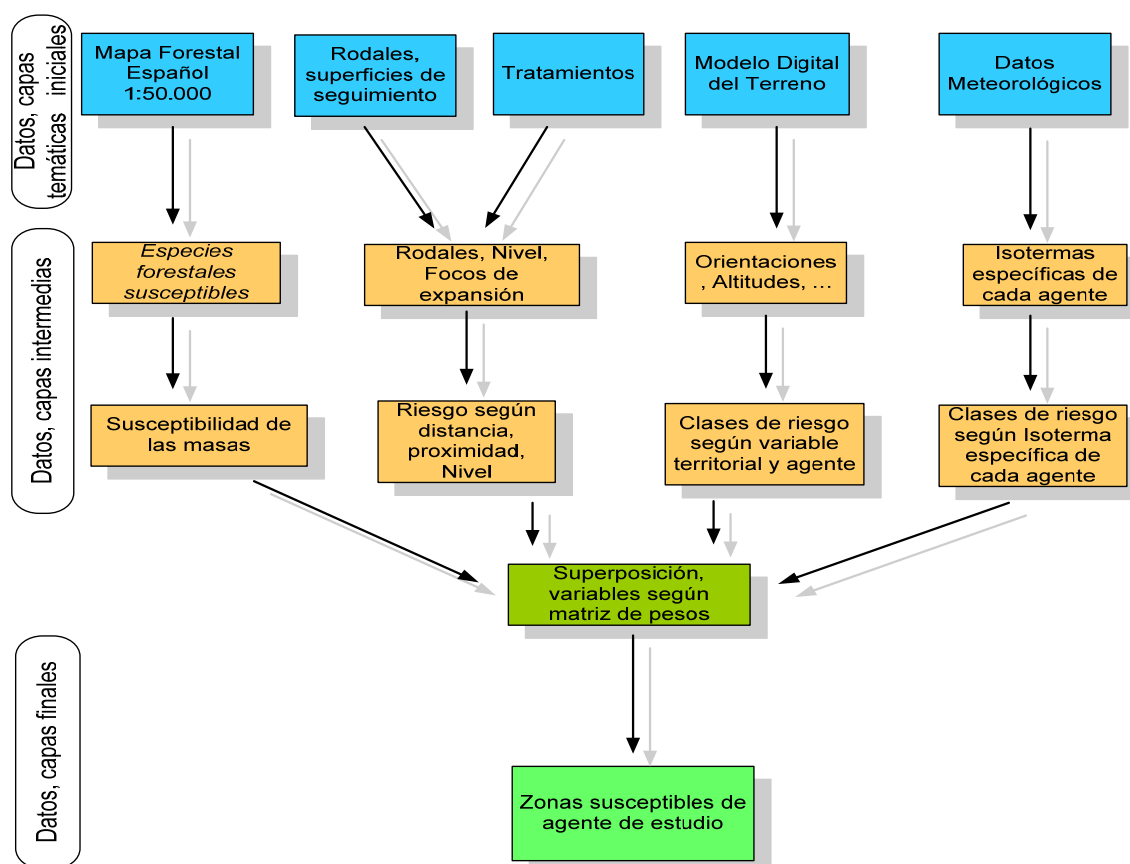


Figura 5. Esquema conceptual y capas temáticas originadas en el Sistema de Información Geográfica para la obtención de los mapas de riesgo.

La aplicación de los geoprocesos dará como resultado serie de capas espaciales para cada agente de estudio, donde se indicarán las zonas susceptibles de riesgo.

3.6 Generación de los MARSAF

Como resultado final se generarán los mapas de puntos calientes o zonas susceptibles, donde en función de las poblaciones previamente existentes, vegetación, tratamientos, etc, es de esperar una mayor incidencia de los agentes nocivos.

Estos mapas de riesgo representarán los niveles de susceptibilidad o el potencial de infestación o infección producida por el agente, indicando la importancia de ese riesgo en cada zona.

Se puede considerar a los mapas de riesgo como la salida gráfica, de la integración de los datos y el conocimiento. Son el resultado de toda la información disponible y toda la experiencia sobre los agentes nocivos de estudio.

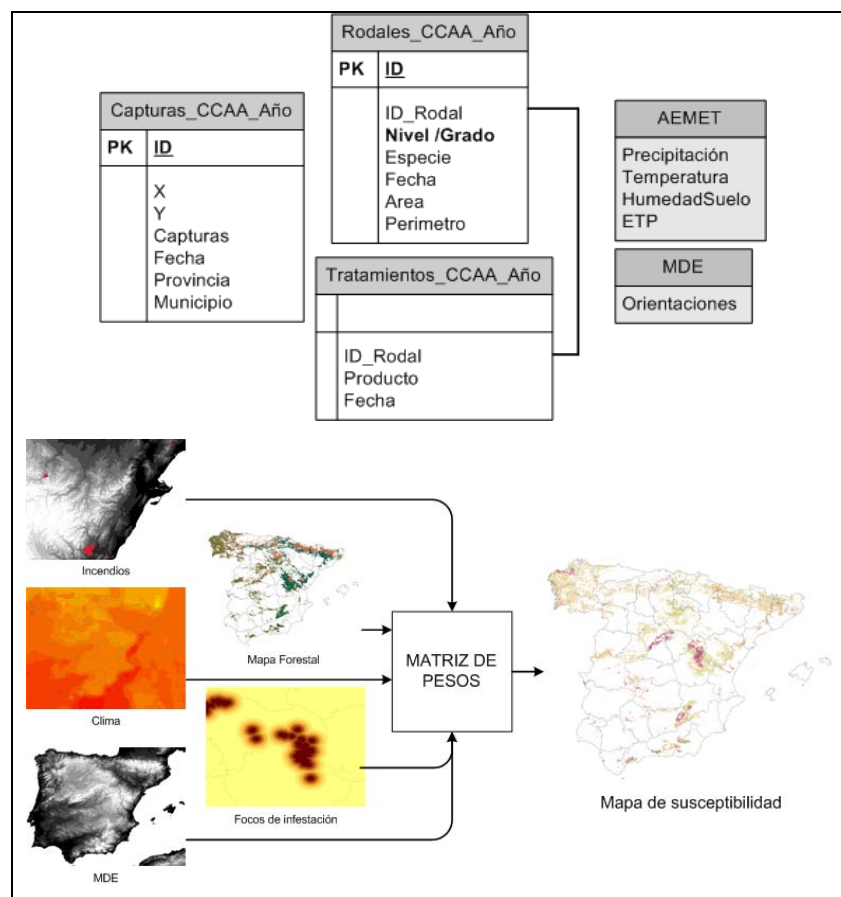


Figura 6. Esquema gráfico de integración de los datos en el modelo y su análisis.

4. Resultados

Como resultados, aparte de la propia metodología para el desarrollo de los modelos, ya explicada, se adjuntan las imágenes de los MARSAP generados. Estos son el resultado de la aplicación de todas las fases anteriormente descritas.

A pesar de ser un proyecto a nivel nacional y desarrollado en este sentido, los mapas de ejemplo de resultados que se exponen son exclusivamente de la Comunidad de Madrid.

Obviamente, cada uno de los agentes estudiados genera unos resultados, cada modelo es único para cada agente; pero la metodología si es aplicable a otros agentes que se determinen estudiar en el futuro.

Los MARSAP representan el riesgo o susceptibilidad de que un determinado agente nocivo se establezca en una zona. La susceptibilidad esta indicada en los MARSAP mediante

las clases de riesgo, que divide el territorio susceptible en niveles, normalmente bajo, medio, alto y muy alto.

La resolución y precisión con la que se han ejecutado los trabajos nos permite extraer más resultados complementarios a los mapas. Por ejemplo, el tamaño de píxel de los resultados finales representa una hectárea, por lo que es muy factible conocer que superficie esta afectada por cada uno de los distintos riesgos. Esto permitirá tener una primera idea de las hectáreas totales y por lo tanto de los costes de los diferentes tratamientos o actuaciones que se decidan acometer en estas zonas.

En los resultados finales, se han incluido aparte de los MARSAF, los mapas de distribución potencial de cada agente. Estos mapas de distribución potencial, solo están desarrollados con criterios bioecológicos. El mapa de distribución potencial se basa en el potencial natural del agente para establecerse en una determinada masa. Mientras el MARSAF recoge aparte del potencial natural, las influencias antrópicas (tratamientos, seguimientos,...) y el estado actual de la plaga.

La inclusión de estos dos mapas en los resultados finales, aporta más información a los técnicos para la toma de decisiones precisas y ágiles, ya que pueden comparar. Por supuesto, tanto los MARSAF como los mapas de distribución potencial, son válidos para el año para el que se realizan, las circunstancias y cambios climáticos de un año a otro pueden provocar variaciones de distribución y población que en materia de sanidad forestal han de ser tenidas muy en cuenta.

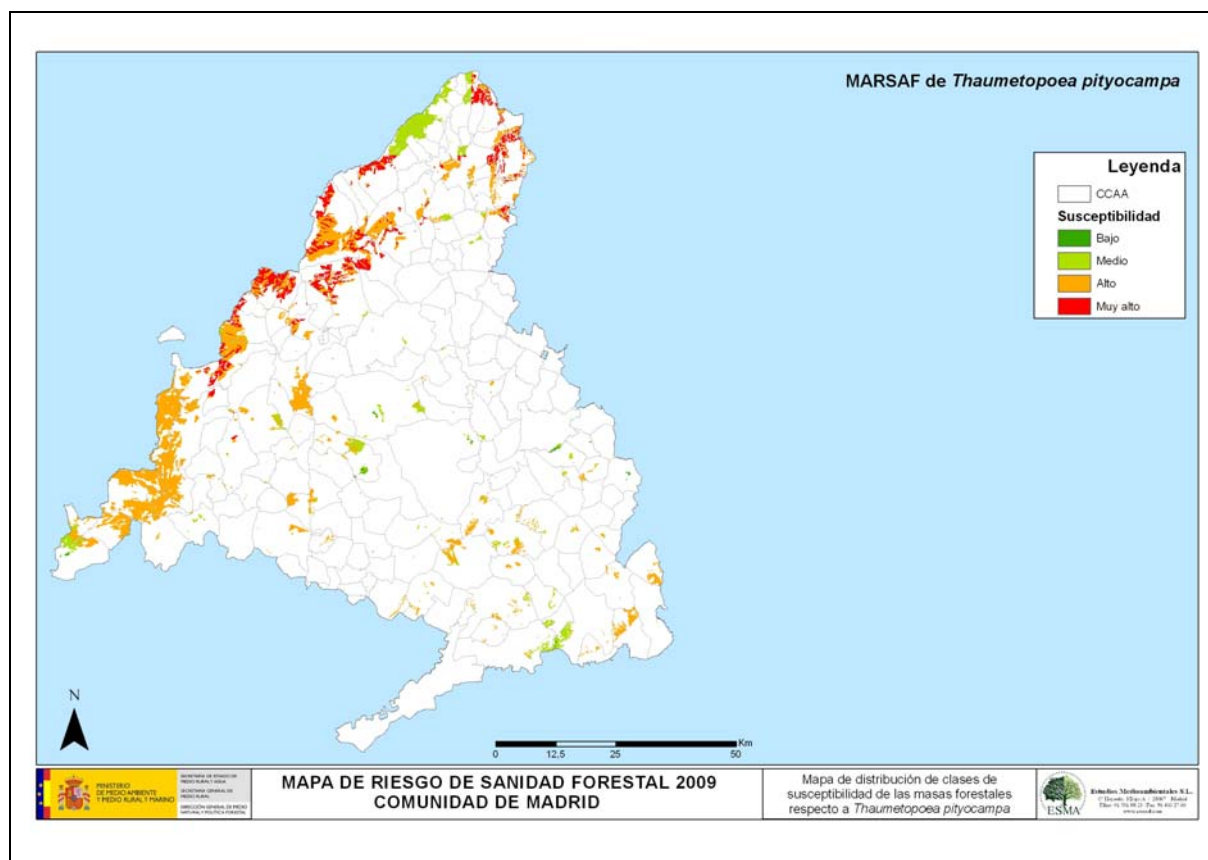


Figura 7: MARSAF *Thaumetopoea pityocampa*, 2009. Comunidad de Madrid

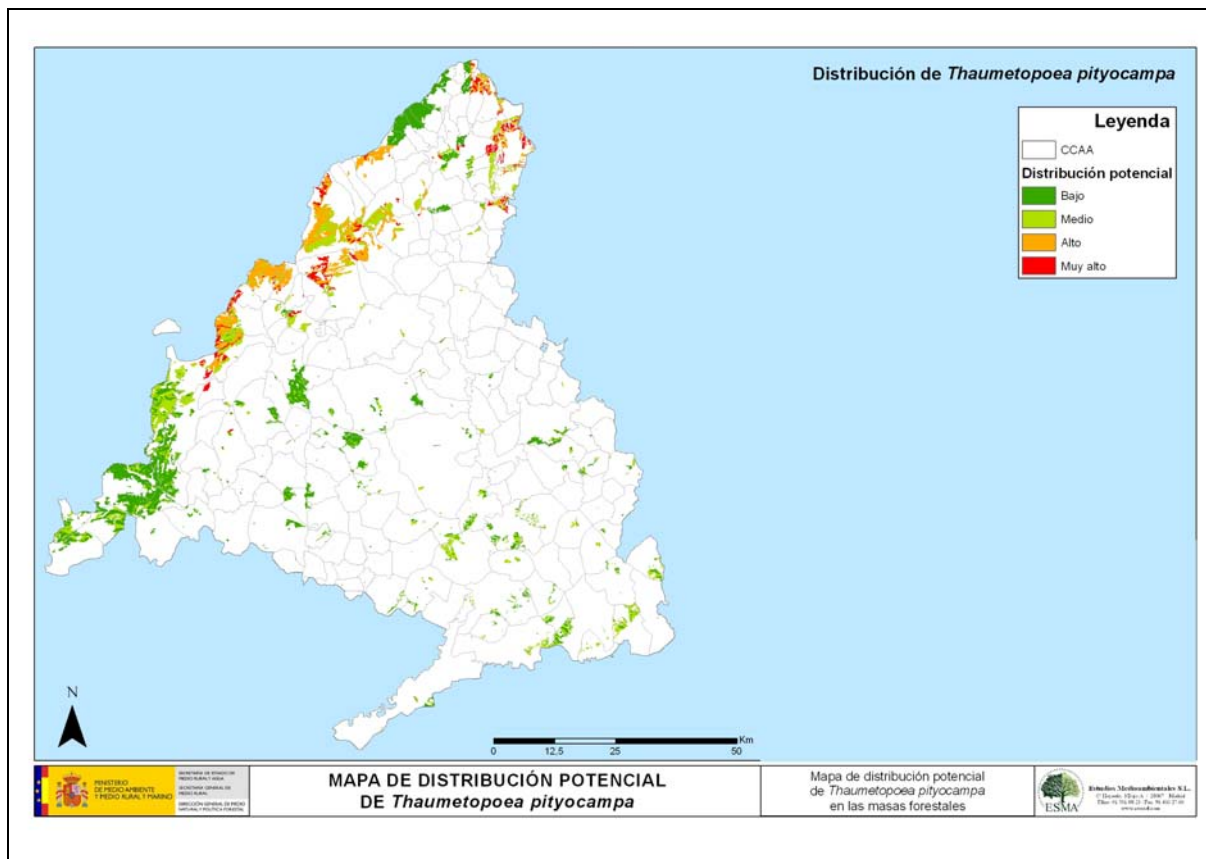


Figura 8: Mapa de distribución potencial, *Thaumetopoea pityocampa*, 2009. Comunidad de Madrid.

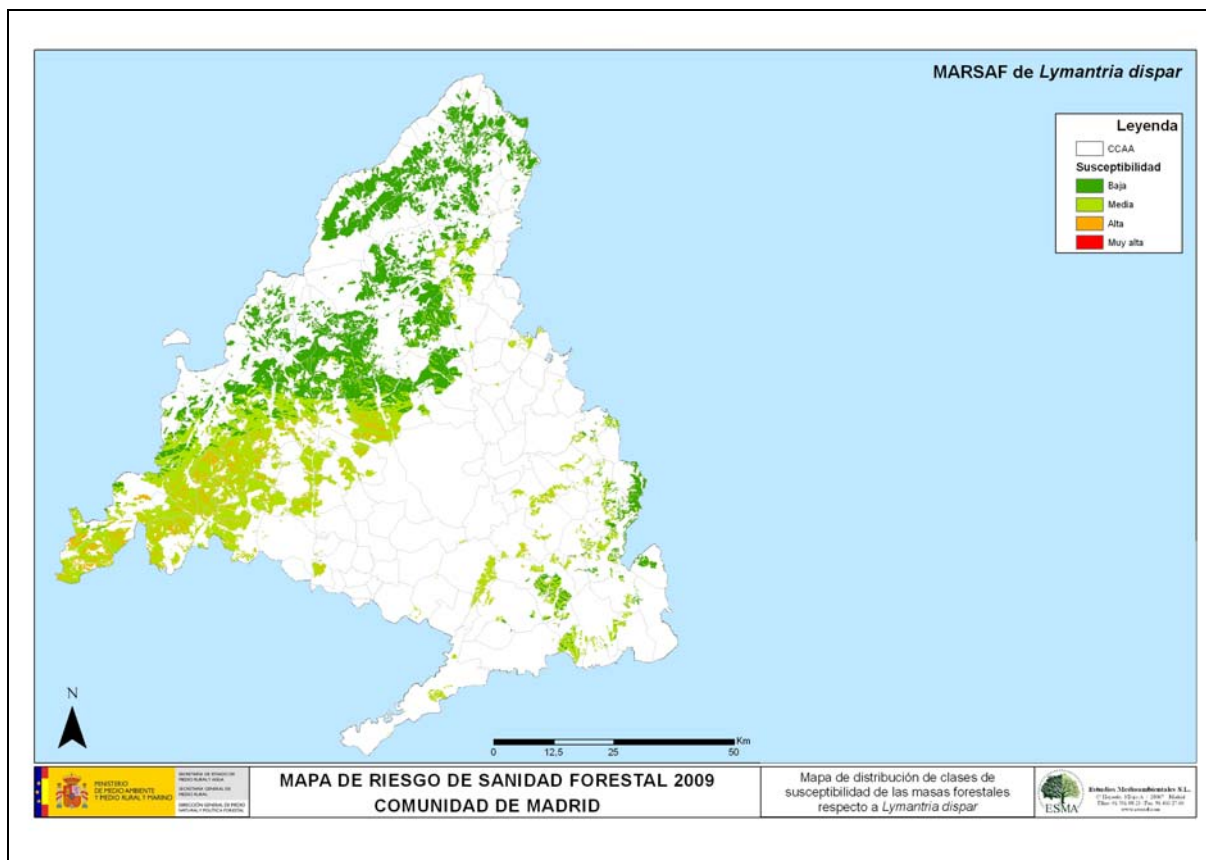


Figura 9: MARSAF, *Lymantria dispar*, 2009. Comunidad de Madrid

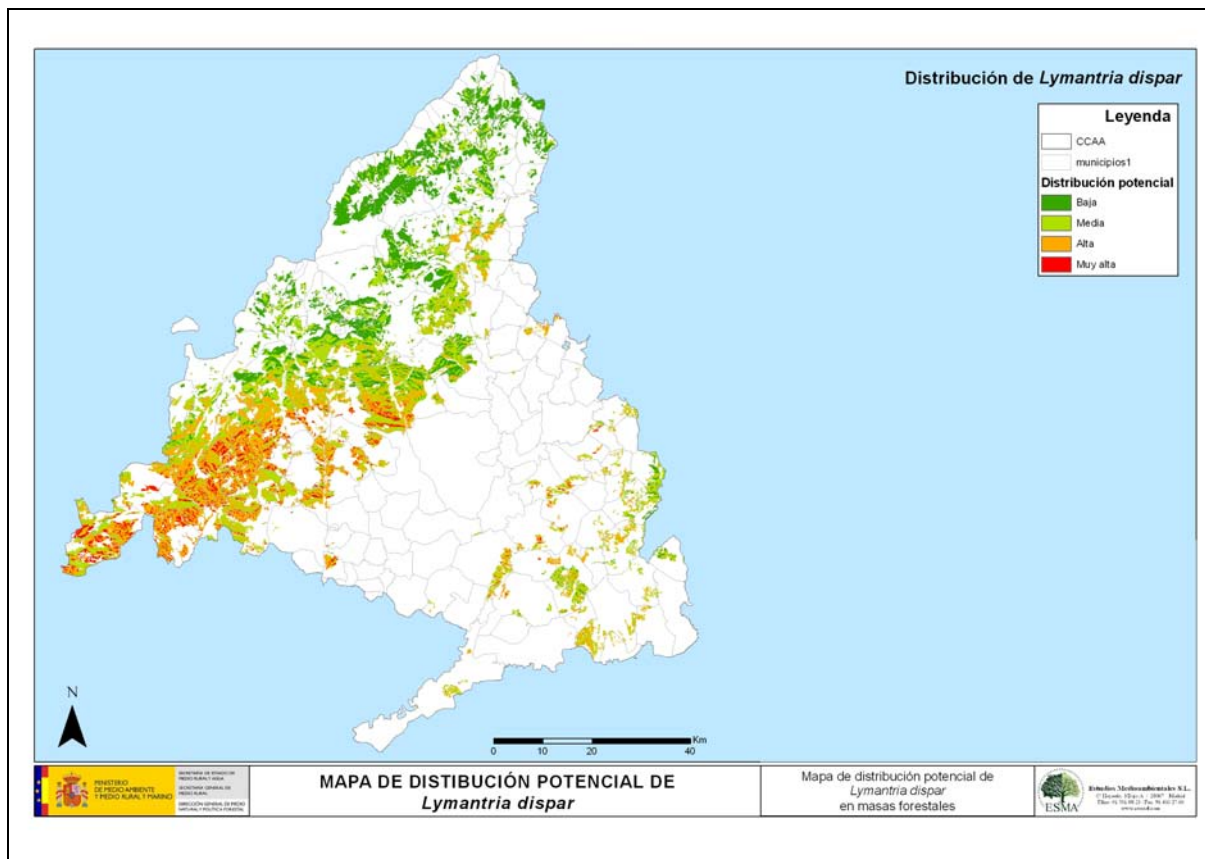


Figura 10: Mapa de distribución potencial, *Lymantria dispar*, 2009. Comunidad de Madrid.

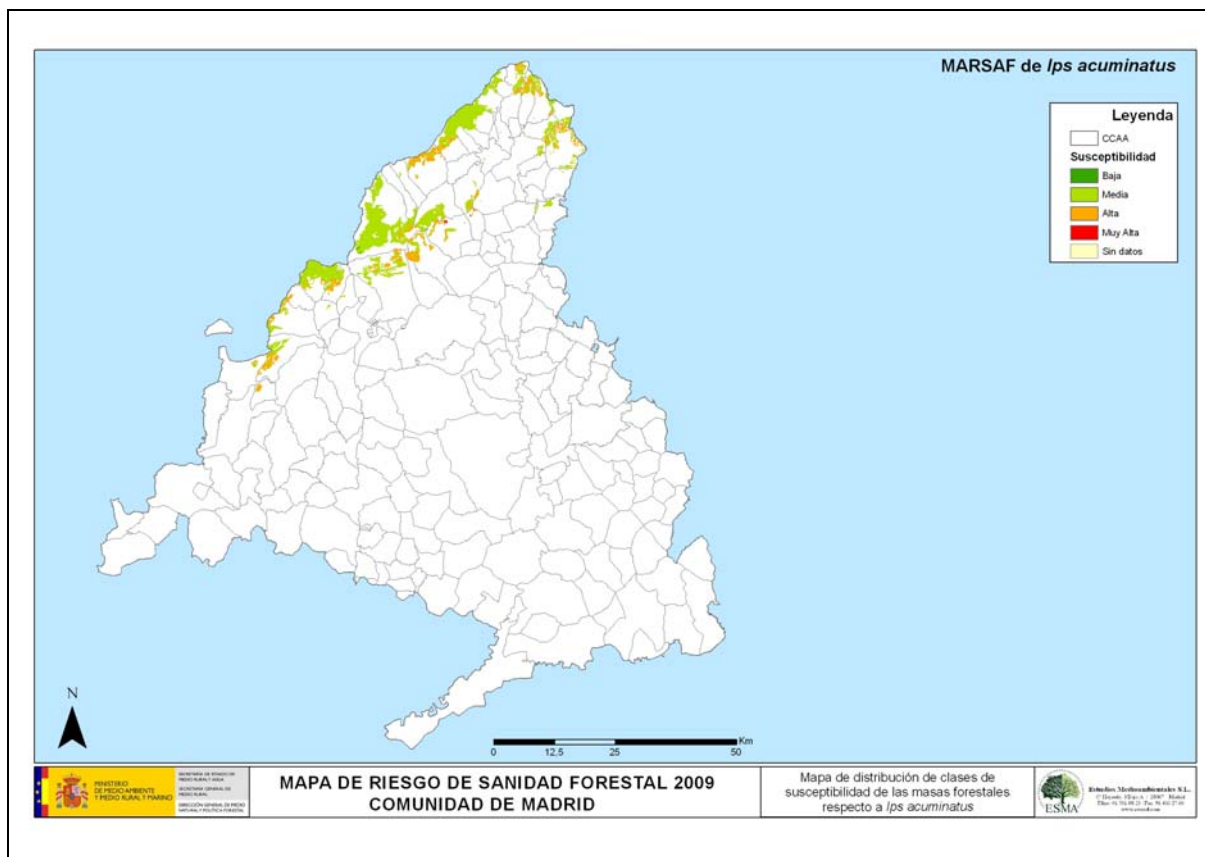


Figura 11: MARSAF *Ips acuminatus*, 2009. Comunidad de Madrid

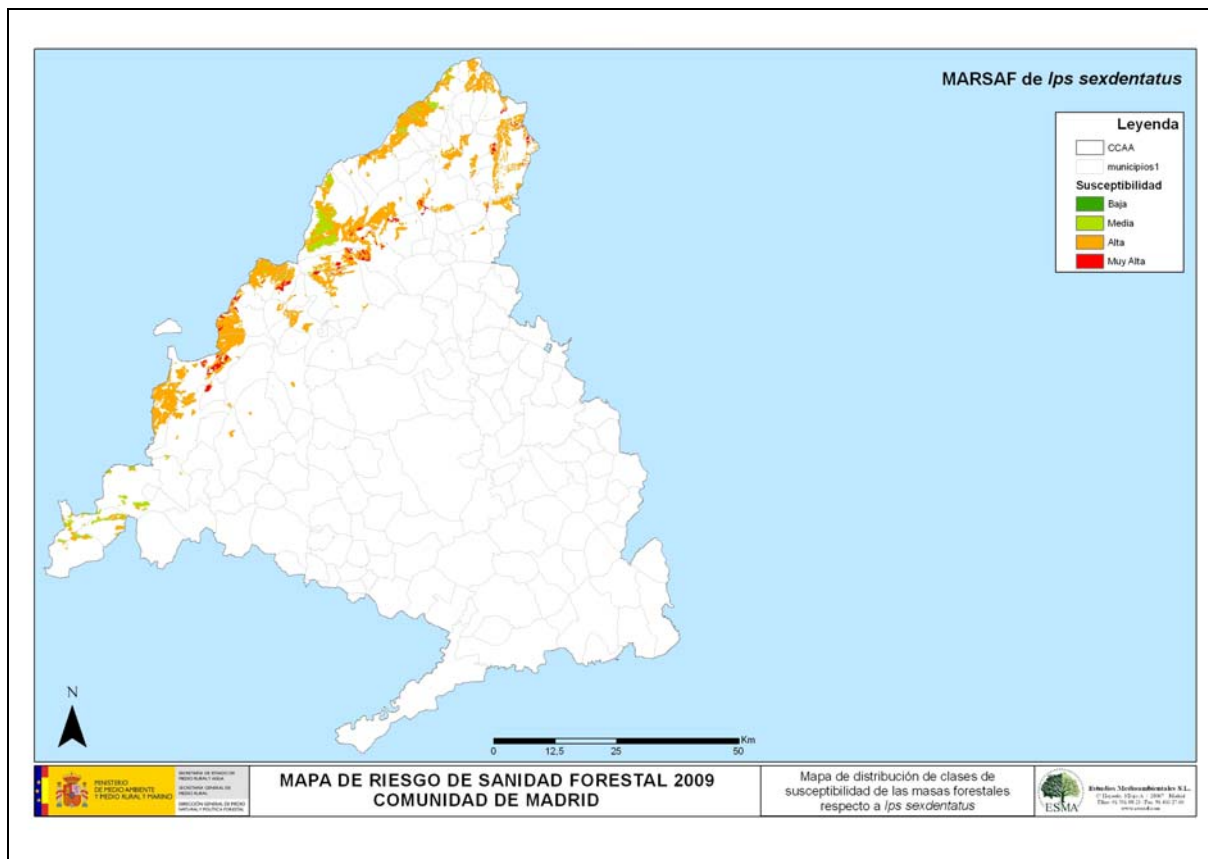


Figura 12: MARSAF *Ips sexdentatus*, 2009. Comunidad de Madrid.

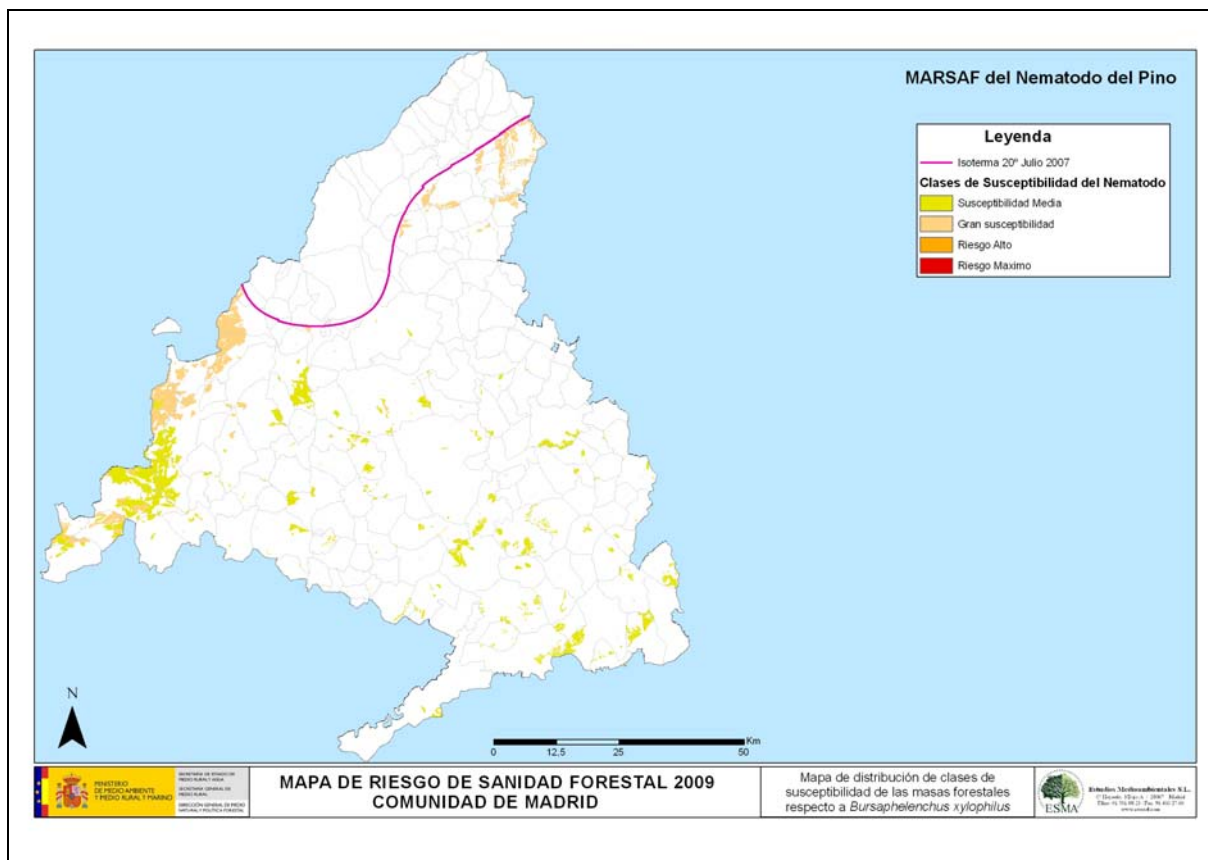


Figura 13: MARSAF Nematodo del Pino, 2009. Comunidad de Madrid.

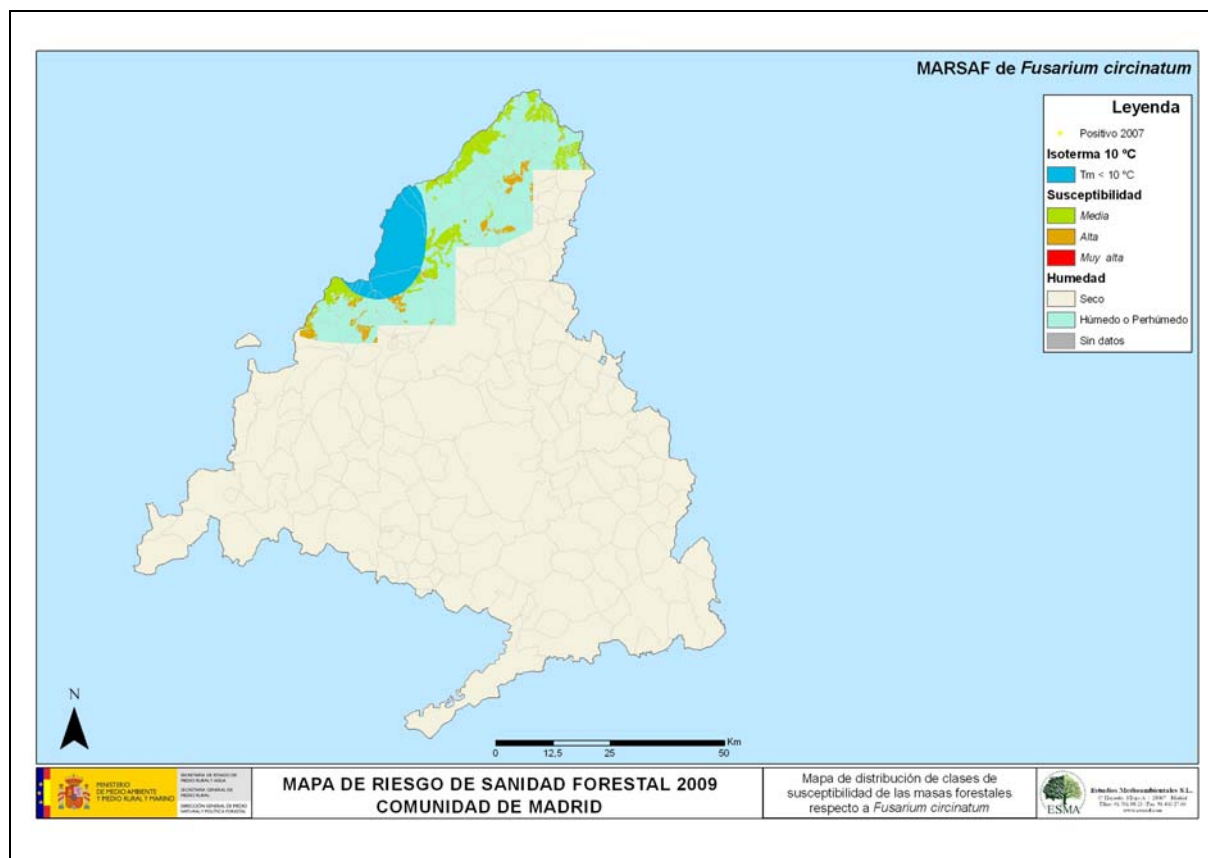


Figura 14: MARSAF *Fusarium circinatum*, 2009. Comunidad de Madrid.

5. Discusión y conclusiones

Con este trabajo se ha creado la primera base para el estudio de la distribución potencial y la distribución del riesgo para distintos agentes nocivos, a nivel nacional. Esta distribución, con la incorporación de nuevos datos, criterios y la inclusión todos los años de la información climatológica correspondiente dará una evolución temporal de la distribución del riesgo para los diferentes agentes nocivos actualizada, coadyuvando en las acciones de prevención ante situaciones futuras.

También ejercerá como fuente de información frente a la evolución de las distintas plagas en relación al clima y pudiéndose evaluar, una vez más, las situaciones futuras con relación al cambio climático.

Para aprovechar toda la capacidad de análisis que nos pueden dar este tipo de estudios y obtener una automatización en la producción anual de los MARSAF es necesario establecer una rutina y una metodología en la aportación de los datos de partida, con ello se podrá ampliar a nuevos agentes y de los agentes ya elaborados obtener cada vez mejores resultados.

Para ello, existe la necesidad de enriquecer los modelos en temas como el conocimiento de la biología de los agentes; por ejemplo, lo referente a factores de dispersión y a la propagación; así como concretando límites o umbrales de supervivencia más exactos para las distintas especies, dando así lugar a la restricción o ampliación de diferentes zonas geográficas.

También, la mejora de la información aportada por los distintos organismos y administraciones que gestionan la sanidad forestal, realizando una metodología común con unos criterios mínimos referentes a la recogida y elaboración de esta información, daría una mayor viabilidad al proyecto a escala nacional. El utilizar información espacial, referenciando las trampas de feromonas y sus capturas, así como, los rodales o áreas afectadas con su nivel de daño o infestación, derivaría en una normalización de la información a un mismo modelo común, utilizando los mismos criterios y escalas de decisión. Todo ello daría una mayor verosimilitud al modelo en las distintas zonas geográficas del Estado.

La creación de redes de control de agentes patógenos, la rodalización de los montes como unidades de gestión y la inclusión de dicha información referenciada como Información Geográfica permite la integración de los sistemas de evaluación multicriterio y sistemas de información geográfica para la evaluación y toma de decisiones como es el resultado obtenido al generar los MARSAP.

6. Agradecimientos

Los autores agradecen al Servicio de Protección Contra Agentes Nocivos (SPCAN) de la Dirección General del Medio Natural y Política Forestal del Ministerio de Medio Ambiente Rural y Marino, la puesta en marcha del proyecto; al Banco de Datos de la Biodiversidad del mismo ministerio, por la aportación de su información. A todos los servicios de Sanidad Forestal, de las Comunidades Autónomas que cedieron sus datos y a la Agencia Española de Meteorología por su colaboración y predisposición al proyecto.

También, se agradece de manera especial, a la Sección de Defensa Fitosanitaria de la Dirección General del Medio Ambiente Vivienda y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid, la cesión de los resultados del proyecto en su comunidad, que se presentan a modo de ejemplo práctico para su exposición en el 5º Congreso Forestal Español.

7. Bibliografía

The National Insect and Disease Risk Map. United States Department of Agriculture (USDA) Forest Service. Forest Health Technology Enterprise Team. <http://www.fs.fed.us/foresthealth/technology/nidrm.shtml>

FERNÁNDEZ J. M.^a, SOLLA A. 2006. Mapas de riesgo de aparición y desarrollo de la enfermedad del marchitamiento de los pinos (*Bursaphelenchus xylophilus*) en Extremadura. Investigaciones Agrarias: Sistemas Recursos Forestales, 15(2), 141-151.

GOMEZ, M., BARREDO, J. L. (2005). Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio. Madrid. RA-Ma.

DEMOLIN, G., 1969, Bioecología de la Procecionaria del Pino. Incidencias de los factores climáticos. Boletín del Servicio de Plagas Forestales / Ministerio de Agricultura, Dirección General de Montes Caza y Pesca Fluvial, Subdirección General de Defensa de la Riqueza Forestal. 23, 9-22.

ÁLVAREZ TABOADA, M.F., RODRÍGUEZ, J.R., LORENZO, H., PICOS, J., VALERO, E. 2004. Detección de áreas forestales afectadas por el ataque de insectos empleando teledetección y sistemas de información geográfica. Aplicación a las masas de eucalipto

afectadas por *Gonipterus scutellatus* en Galicia. Actas de las Jornadas de Inventario y Teledetección Forestal. SECF. ISSN 1575-2410.

ARIAS, M. BELLO, A. ESCUER, M., 2004. Nematodos asociados a madera y árboles de coníferas en pinares españoles. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas, 30: 581-593.

BOSQUE, J. 1992. Sistemas de Información Geográfica. Ediciones Rialp, S.A. Madrid – España, pp.451.

GOBIERNO DE ARAGÓN (DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE). Barrenador del Pino silvestre. *Ips acuminatus* Gyll. Disponible en: http://portal.aragon.es/portal/page/portal/MEDIOAMBIENTE/MEDIONATURAL/SANIDAD_FORESTAL/BOLETINES/HOJA+1998_4.PDF

GOBIERNO DE ARAGÓN (DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE). Oruga defoliadora de frondosas. *Lymantaria dispar*. Disponible en : http://portal.aragon.es/portal/page/portal/MEDIOAMBIENTE/MEDIONATURAL/SANIDAD_FORESTAL/BOLETINES/HOJA+2001_3.PDF

SÁNCHEZ PEÑA, G., DIESTE OTAL, J., REVENGA FERNÁNDEZ, G., VELA LAÍNA, Á., CHAVARRÍA SAMPER, A., GARCÍA ORTEGA C. y GONZÁLEZ ROSA, E. 2008. Modelización mediante GIS y uso de feromonas en explosiones poblacionales de escolítidos perforadores de coníferas. Aplicación al postincendio de Guadalajara. Actas de la I reunión sobre sanidad forestal. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales. 26: 11-18.

ROMANYK, N., MONTYA, R. 1992. Plagas de insectos en las masas forestales españolas. Colección Técnica. Madrid.

