



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-105

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017
ISBN 978-84-941695-2-6

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

ForestMTIS: Proyecto compilado ASP.Net para generar aplicativos web de simulación de crecimiento y producción de especies forestales.

PÉREZ-RODRÍGUEZ, F.¹, NUNES, L.¹, GÓMEZ-GARCÍA, E², y AZEVEDO, J.¹

¹ Centro de Investigação de Montanha (CIMO). Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança. Campus de Santa Apolónia, Apartado 1172, 5300-253 Bragança (Portugal).

² Centro de Investigación Forestal de Lourizán, Xunta de Galicia. Pontevedra, Spain.

Resumen

Los modelos de crecimiento y producción que frecuentemente se desarrollan en investigación son necesarios para la toma de decisiones por parte de los gestores forestales. Para llevar a cabo esta transferencia de conocimiento, las aplicaciones informáticas son una buena opción, ya que facilitan el uso de complejas ecuaciones. El objetivo de este trabajo es desarrollar un aplicativo web genérico, flexible y personalizable para la transferencia de modelos forestales. El resultado es Forest_MTIS, un conjunto de archivos compilados en ASP.NET que al ser ejecutado en el gestor IIS de Windows generan una página web con formularios para utilizar los modelos forestales de manera sencilla. Estos archivos se dividen en 5 categorías: lógica y arquitectura, librería de modelos, textos, imágenes y estilos. Todos ellos pueden ser editados salvo la lógica y la arquitectura que se mantiene estática para salvaguardar la funcionalidad del programa. En la librería de modelos se disponen todas las ecuaciones necesarias, así como sus características, y puede ser editada usando cualquier IDE de lenguaje C#. Además, con la edición de las imágenes, estilos y textos, se puede modificar completamente la apariencia de la herramienta. Por último, un ejemplo de utilización de Forest_MTIS es la aplicación FlorNExT 1.0 (<http://flornext.esa.ipb.pt/>).

Palabras clave

ASP.Net, Transferencia, modelos de crecimiento y producción, Aplicaciones informáticas.

1. Introducción

Los modelos de crecimiento y producción forestal poseen un gran número de ecuaciones relacionadas que a veces dificultan su aplicación por parte de los gestores forestales. Para facilitar su uso en términos prácticos, los modelos pueden ser integrados en software o aplicativos informáticos para generar simuladores de crecimiento y producción que poseen formularios fáciles de usar, en los que se automatiza todo el proceso de cálculo y donde se muestran los resultados de manera sencilla (LOREK & SONNENSCHNEIN, 1999). En estos simuladores, los modelos son fijos y el usuario simplemente introduce los inputs para poder obtener los outputs. Según LAROCQUE et al (2015), esta forma de transferencia de la más adecuada para el uso de los modelos por parte de los gestores.

El desarrollo de estos simuladores ha crecido en las últimas décadas. Por ejemplo, en el FORSYS Wiki (PACKALEN et al, 2013), en la página web ForestDSS (FORESTDSS, 2016), en la plataforma Capsis (CAPSIS, 2016) se incluyen varios ejemplos de programas informáticos desarrollados. Muchos de ellos son herramientas de escritorio, pero con la aparición de la tecnología de hipertexto como ASP o PHP a finales del siglo anterior se abrió la posibilidad de desarrollar este tipo de aplicativos en la nube. Brevemente, esta tecnología permite incrustar scripts de texto que pueden ejecutarse en el ordenador del usuario, permitiendo la interacción con el servidor (MISHRA, 2014; ADEBUKOLA & KAZEEM, 2014). El desarrollo en la nube tiene muchas ventajas sobre los desarrollos de escritorio, tales como la adaptabilidad a diferentes plataformas o la independencia del

sistema operativo, además de facilitar los procesos de actualización a nuevas versiones (DILLON et al, 2010). Sin embargo existen ciertas desventajas como la necesidad de un mantenimiento periódico y la sensibilidad a las limitaciones en el procesamiento de cálculo que depende de la capacidad del servidor (NWOBODO, 2016). Ejemplos de simuladores forestales en la nube son el EucaTool® (ROJO-ALBORECA et al, 2015) o WEB-Globulus (PALMA, 2016), ambos para *Eucalyptus globulus* Labill en la Península Ibérica.

El desarrollo de estas aplicaciones está muy ligado a la existencia de los modelos. Sin embargo en muchos casos existen los modelos pero no son desarrollados los aplicativos debido a que: i) los modeladores usualmente no son programadores, ii) el coste de desarrollar software o iii) los problemas de licencias. Según LAROCQUE et al (2015) los modeladores y usuarios finales deben dedicar más tiempo al desarrollo de modelos o al análisis de resultados de simulación que a la programación. Sin embargo, existe una brecha entre los modeladores forestales y los usuarios finales (FOLKE et al, 2005), y en este caso, los modeladores forestales deben hacer todos los esfuerzos para una transferencia efectiva de sus resultados, especialmente cuando el objetivo es la gestión sostenible de los recursos naturales (VACCHIANO et al, 2012).

2. Objetivos

En este trabajo se presenta ForestMTIS, un proyecto compilado y editable para generar simuladores de crecimiento y producción para diferentes especies, con los siguientes objetivos: (i) ayudar a los modeladores forestales en la transferencia de modelos empíricos a los usuarios finales, (ii) proporcionar a los usuarios finales una herramienta User-Friendly con el fin de una mejor gestión de los recursos naturales.

3. Metodología

ForestMTIS fue creado como un proyecto genérico que sintetiza procedimientos simples y generales para la utilización de los modelos forestales crecimiento y producción y ser vehículo de transferencia entre modeladores y gestores forestales. Brevemente, esta síntesis se jerarquiza en: (i) formularios de entrada, (ii) procedimientos de transformación y (iii) formularios de salida. En el caso particular del desarrollo web, los formularios de entrada y salida se muestran en el denominado Front-End (LARA et al, 2013). El Front-End es la parte del desarrollo que interactúa directamente con el usuario, donde los inputs se introducen en controles como cuadros de texto y las salidas se muestran en forma de gráficos o tablas. Por otra parte, los procedimientos de transformación se ejecutan en el denominado Back-End, o, en muchos casos, un servidor. En este Back-End, los controles o procedimientos llaman a los modelos introduciendo las entradas para obtener las salidas. Esta interacción entre el Front-End y el Back-End se basa en llamadas y respuestas por HTTP (Hypertext Transfer Protocol). Hay varios lenguajes de programación para desarrollar en ambos extremos. Comúnmente se utiliza HTML y JavaScript para Front-End y Java, C # o Python para Back-End. El código implementado en el Front-End se ejecuta en el usuario final o cliente y el otro se ejecuta en servidor (CONTI et al, 2005). El diagrama de flujo de este sistema se muestra en la Figura .

Este tipo de aplicativos tiene la misma tipología que las herramientas de escritorio, ya que igualmente es un conjunto de archivos que se ejecuta de manera ordenada y sincronizada, pero el desarrollo web difiere de las aplicaciones de escritorio en que la aplicación se está ejecutando en un servidor utilizando un intérprete como Apache (Servidor Linux) o IIS (Servidor Windows). Estos intérpretes realizan la implementación y ejecutan la aplicación, abriendo la interacción con el cliente mediante llamadas remotas a través de una dirección IP pública o URL (TALWAR et al, 2005). Esta filosofía de desarrollo de software se conoce como Software como Servicio (SaaS) (MA, 2007), porque el propietario de la aplicación ofrece sólo el servicio sin la posibilidad de modificar la arquitectura del desarrollo, manteniendo la seguridad e integridad de los procedimientos. Además este tipo de

aplicación en la nube no requiere instalación específica y se puede acceder libremente desde cualquier dispositivo conectado a Internet (escritorio, portátil, teléfono móvil, Smartphone, tableta, etc.).

Para que un modelo tenga éxito en la aplicación a los usuarios finales, los modeladores deben considerar tres criterios en el desarrollo del modelo (VAN VOORN et al, 2016): i) credibilidad (cuando el modelo se considera una aproximación aceptable del sistema modelado), ii) el modelo debe responder las preguntas que se plantean y iii) la legitimidad (cuando el modelo se refiere a una representación justa de las opiniones, valores y preocupaciones de los interesados). Además, deben tenerse en cuenta cuatro puntos (VAN VOORN et al, 2016): i) los tres criterios no pueden ser considerados iguales, sino equilibrados, ii) los criterios pueden ser contrarios, iii) la percepción de credibilidad es diferente entre los modelistas y los usuarios finales y iv) la percepción de los tres criterios podría ser dinámica e independiente. Por lo tanto, los modelos desarrollados sin retroalimentación de los usuarios finales podrían causar modelos que dan respuesta a las necesidades, pero no creíbles y legítimos.

4. Resultados

El proyecto ForestMTIS fue desarrollado en ASP.Net usando la tecnología MVC 4.5 y en un futuro se proporciona de dos formas: (i) proyecto editable y (ii) proyecto pre-compilado. El proyecto editable requiere conocimientos en lenguajes de programación ya que en él está todo el código de los procedimientos de la aplicación. Para abrir el proyecto se necesita un entorno de desarrollo integrado (IDE) de C# como puede ser el Visual Studio. El objetivo de proveer el código es abrir la posibilidad de modificar toda la arquitectura o incluso reutilizar el código o interpretarlo y traducir en otro lenguaje de desarrollo. Por otro lado, el proyecto pre-compilado, requiere menos conocimiento técnico. La compilación de archivos se divide en dos tipos: (i) el resultado de archivos fijos del proyecto C# compilado que no se pueden ser modificados con el objetivo de mantener la estabilidad de los procedimientos y (ii) archivos editables. Estos últimos se incluyen en las siguientes secciones que son el acrónimo MTIS: i) Modelos, que contiene los modelos de crecimiento y producción, ii) Textos, o conjunto de archivos que contiene todos los textos de la aplicación, iii) Imágenes, y iv) Estilos (CSS) que contiene las características del formato de cada elemento de la herramienta (es decir, el color y el tipo de fuente, el ancho y la altura de los paneles, etc.). Editando cada uno de ellos, se consigue una herramienta totalmente diferente, pudiendo ser adaptada a las necesidades de los gestores que la utilizarán.

FlorNEXt® (PÉREZ-RODRÍGUEZ et al, 2016) es la primera aplicación práctica de ForestMTIS. El proceso de desarrollo se basó en una retroalimentación abierta y colaborativa entre modelistas, programadores y usuarios finales para mejorar FlorNEXt® y con él el ForestMTIS. Brevemente, FlorNEXt® incorpora los modelos para predecir el crecimiento y la producción de los rodales de *Pinus pinaster* Ait. y *Quercus pyrenaica* Willd. En el noreste de Portugal. ForestMTIS proporciona la capacidad de generar aplicativos en tres idiomas, en el caso del FlorNEXt®, inglés, portugués y español. Esto se consigue editando los archivos de texto directamente en el proyecto editable y pre-compilado; El acceso a FlorNEXt® es <http://flornext.esa.ipb.pt/>, alojada en un servidor propiedad del Instituto Politécnico de Bragança, Portugal. En la Figura 2 se muestra la pantalla de introducción de datos en la sección de simulación de crecimiento.

5. Discusión

La solución ForestMTIS descrita en este trabajo es el resultado de la generalización de los procesos más habituales del uso de los modelos de crecimiento y producción, lo que permite el cálculo de volumen, biomasa y carbono en el tiempo para una parcela dada. En el caso de que sea necesario agregar otros modelos o procedimientos, el proyecto debe ser modificado, lo que conlleva a

la necesidad de conocimientos en programación. ForestMTIS se desarrolló para modelos específicos de crecimiento y producción (modelos empíricos, no espaciales, determinísticos, desagregados, de una sola especie), debido a su simplicidad y usabilidad pueden ser más ampliamente utilizados.

FlorNEXT® es un ejemplo de la aplicación de ForesMTIS, y representa una recopilación de modelos para ser vínculo directo con los usuarios finales, lo que contribuye a una transferencia directa de los resultados de la investigación. El marco colaborativo creado ha sido necesario para dar más credibilidad y legitimidad al FlorNEXT®, además de publicitar y fomentar su uso. Por último, se está llevando a cabo un estudio para analizar el alcance, impacto y el uso efectivo de esta herramienta por parte de los usuarios finales y la participación en una mejor gestión de los recursos forestales para dar respuesta a la pregunta de ¿Es posible que el uso de herramientas como el FlorNEXT® pueda tener un impacto significativo en una mejor gestión de los recursos naturales?.

6. Conclusiones

ForestMTIS es un proyecto de código abierto (compilado y editable) para crear simulaciones de herramientas de modelado forestal en forma de páginas web, abriendo la transferencia de los modelos de crecimiento forestal a los usuarios finales (investigadores, tomadores de decisiones y estudiantes) mediante la generación de una interfaz de User-Friendly y la automatización de todos los procesos de cálculo.

ForestMTIS genera aplicaciones que pueden predecir la evolución de las variables de un rodal: altura dominante, superficie basal del puesto y número de árboles, y estimar el volumen, la biomasa y las reservas de carbono. El sistema desagregado permite estimar las variables del árbol individual como el número de árboles en cada clase de diámetro (cada uno define con un diámetro medio), la altura media y el volumen del árbol individual.

Los modeladores deben transferir los modelos desarrollados a usuarios finales como una prioridad en su investigador, aunque esta demanda no sea requerida por la institución de financiamiento. Por lo tanto, la publicación de resultados en publicaciones científicas debe combinarse con la generación de aplicativos informáticos bajo unos objetivos generales de: i) facilidad de acceso y ii) entorno User-Friendly.

7. Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por el Proyecto SimWood (Sustainable Innovative Mobilisation of Wood), EU FP7 Collaborative Project 2013-2017 Grant Agreement No. 613762

8. Bibliografía

ADEBUKOLA O.M.; KAZEEM O.B.; 2014. Performance Comparison of dynamic Web scripting Language: A case Study of PHP and ASP.NET. Int. J. Sci. Eng. Res. 5(7), 78-89.

CAPSIS; 2016. Capsis: Computer-Aided Projection for Strategies In Silviculture. Capsis projects. <http://capsis.cirad.fr/capsis/models> (accessed 23.11.2016).

CONTI M.; GREGORI E.; LAPENNA W.; 2005. Content delivery policies in replicated web services: client-side vs. server-side. Cluster Comput. 8(1), 47-60.

DILLON T.; WU C.; CHANG E.; 2010. Cloud computing: issues and challenges, in: 2010 24th IEEE international conference on advanced information networking and applications, 27-33.

FOLKE C.; HAHN T.; OLSSON P.; NORBERG J.; 2005. Adaptive governance of social-ecological systems. *Ann. Rev. Environ. Resour.*, 30, 441-474.

FORESTDSS; 2016. ForestDSS wiki. <http://www.forestdss.org/> (accessed 24.10.2016).

LARA J.A.; LIZCANO D.; MARTÍNEZ M.A.; PAZOS J.; 2013. Developing front-end Web 2.0 technologies to access services, content and things in the future Internet. *Future Gener. Comp. Sy.* 29(5), 1184-1195.

LAROCQUE G.R.; BHATTI J.; ARSENAULT A.; 2015. Integrated modelling software platform development for effective use of ecosystem models. *Ecol. Modell.* 306, 318-325.

LOREK H.; SONNENSCHNEIN M.; 1999. Modelling and simulation software to support individual-based ecological modelling. *Ecol. Modell.* 115, 199-216.

MA D.; 2007. The Business Model of "Software-As-A-Service", in: IEEE International Conference on Services Computing (SCC 2007). Salt Lake City, USA.

MISHRA A.; 2014. Critical Comparison of PHP and ASP.NET for web development. *Int. J. Sci. Technol. Res.* 3(7), 331-333.

NWOBODO I.; 2016. Cloud Computing: Models, Services, Utility, Advantages, Security Issues, and Prototype, in: Zeng, Q.A. (Eds.), *Wireless Communications, Networking and Applications*. Springer, India, pp. 1207-1222.

PALMA J.H.N.; 2016. Web Globulus 3.0. <http://home.isa.utl.pt/~joaopalma/modelos/webglobulus/> (accessed 22.10.2016).

PÉREZ-RODRÍGUEZ F.; NUNES L.; SIL A.; AZEVEDO J.C.; 2016. FlorNExT®, a cloud computing application to estimate growth and yield of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) stands in Northeastern Portugal. *Forest Sys.* 25(2), eRC08, 6 pages.

ROJO-ALBORECA A.; GARCÍA-VILLABRILLE J.D.; PÉREZ-RODRÍGUEZ F.; 2015. EucaTool®, a cloud computing application for estimating the growth and production of *Eucalyptus globulus* Labill. plantations in Galicia (NW Spain). *Forest Sys.* 24(3), eRC06, 4 pages.

TALWAR V.; MILOJICIC D.; WU Q.; PU C.; YAN W.; JUNG G.; 2005. Approaches for service deployment. *IEEE Internet Comput.* 9(2), 70-80.

VACCHIANO G.; MAGNANI F.; COLLALTI A.; 2012. Modeling Italian forests: State of the art and future challenges. *iForest* 5(3), 113-120.

VAN VOORN G.A.K.; VERBURG R.W.; KUNSELER E.M.; VADER J.; JANSSEN P.H.M.; 2016. A checklist for model credibility, salience, and legitimacy to improve information transfer in environmental policy assessments. *Environ. Modell. Softw.* 83, 224-236.

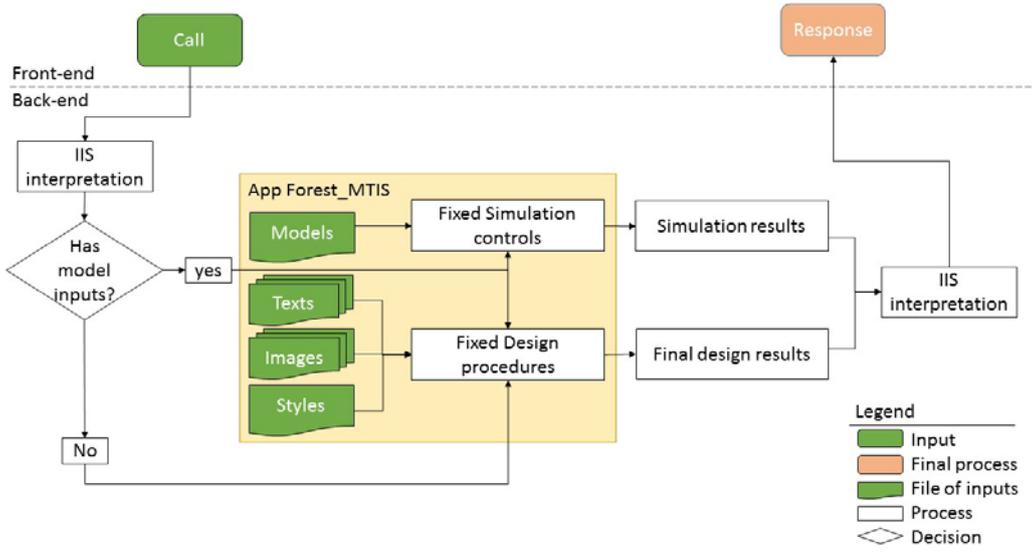


Figura 1: Diagrama de flujo general de ForestMTIS.



Figura 2. Pantalla de introducción de datos en la sección de simulación de crecimiento del aplicativo FlorNext® 1.0