



# 7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

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

26 - 30 junio 2017 | Plasencia  
Cáceres, Extremadura

---

---

7CFE01-087

---

---

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

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

## SIMANFOR: Avances y nuevas funcionalidades

BRAVO OVIEDO, F.<sup>1,2</sup>, ORDÓÑEZ ALONSO, A.C.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible (iuFOR) Universidad de Valladolid - INIA

<sup>2</sup> Dpto. de Producción Vegetal y Recursos Forestales, ETS de Ingenierías Agrarias de Palencia, Universidad de Valladolid

### Resumen

La plataforma de simulación forestal SIMANFOR cumple ya ocho años desde su lanzamiento. Durante este periodo ha sufrido diversas transformaciones que hacen que sus funcionalidades hoy sean más potentes que en su lanzamiento. La nueva versión es multilingüe e incluye una serie de nuevos modelos tanto para masas templadas como para plantaciones tropicales programados a partir de los modelos relevantes que han sido publicados en los últimos años. Además se ha desarrollado un nuevo formato de carga de datos más amigable, se permite la posibilidad de simular un mismo escenario en múltiples parcelas de forma simultánea, visualizar el estado intermedio de las simulaciones y la posibilidad de seleccionar hojas y gráficos a recibir por el usuario de forma que se agiliza el proceso de simulación. Por otro lado es posible cargar nuevos formatos de salida de los datos y están disponibles nuevos documentos de ayuda para los diferentes tipos de usuarios.

### Palabras clave

Simulación, modelos, masa, árbol, tamaño, escenarios, selvicultura

### 1. Introducción

SIMANFOR (Bravo et al, 2009 y 2012) es un Sistema de Apoyo para la Simulación del Alternativas de Manejo Forestal Sostenible vía web que permite mediante *cloud computing* simular alternativas selvícolas mediante modelos previamente programados y datos de inventario obtenidos en los procesos de gestión y planificación forestal. En España están disponibles numerosos modelos de crecimiento y producción forestal (Bravo, Álvarez-González et al, 2012) que pueden ser implementados en SIMANFOR ya que esta plataforma admite modelos a diversas escalas (árbol individual, clases de tamaño o rodal completo). Por otro lado SIMANFOR permite la definición de tablas de producción de selvicultura de referencia (Bravo y Montero, 2017), lo que abre la puerta al uso de los modelos a escala operativa en condiciones de intensidad de gestión baja (por bajos presupuestos, escasez de medios personales,..).

### 2. Objetivos

El objetivo del presente trabajo es mostrar los avances que se han realizado en la plataforma SIMANFOR desde su lanzamiento en el año 2009. Las nuevas funcionalidades y los modelos implementados hacen que SIMANFOR tenga un interés renovado los gestores forestales interesados en simular diferentes alternativas de manejo forestal sostenible.

### 3. Metodología

SIMANFOR fue desarrollado originalmente hace ocho años (Bravo et al, 2009) y programado por la empresa MEDIANET. Tras un primera mejora 3 años después (Bravo et al, 2012) ha sido rediseñado, mantenido y mejorado por la Universidad de Valladolid (Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible - iuFOR). Todas las mejoras han sido programadas por singular (<http://singular.team/es>) bajo la dirección de los autores del presente trabajo. Además se

han implementado diversos idiomas de trabajo y se han incluido diversos modelos tanto de árbol individual como de masa para diferentes especies.

#### 4. Resultados

SIMANFOR mantiene los aspectos básicos originales desarrollados por Bravo et al (2009 y 2012) relativos a la gestión dinámica de inventarios, definición de consultas y administración de la plataforma (usuarios, inventarios y modelos) y sus módulos funcionales (login y control de acceso, administración de usuarios, administración de inventarios forestales, administración de modelos y cálculo y simulación). Las mejoras implementadas en SIMANFOR se centran en los siguientes aspectos: gestión de nuevos formatos de inventarios y carga masiva de los mismos, posibilidad de utilizar modelos de rodal completo, mejora en la interfaz de usuario (incluyendo una pantalla de inicio más centrada en el usuario, desarrollo de escenarios más sencilla y clara y funcionamiento en varios idiomas) y la programación de nuevos modelos de crecimiento y producción.

##### *Gestión de inventarios*

La gestión de inventarios permite subirlos en formato Excel 2007 y posteriores (\*.xlsx) y las modificaciones en el módulo de escenarios permite el empleo de inventarios multi-parcela en escenarios selvícolas.

Figura 1. Subida de inventarios a la plataforma según el modelo de datos SDM (SIMANFOR Data Model)

Para facilitar la carga de datos en SIMANFOR se ha desarrollado un aplicación Android gratuita denominada TreeCollect (BRAVO et al, 2017) de forma que se puedan registrar datos en campo de forma sencilla y exportable (los datos se guardan en formato \*.csv).

##### *Implementación de modelos a diferentes niveles de resolución*

Tras la inclusión de modelos de masa en esta nueva versión, SIMANFOR puede desarrollar simulaciones a partir de modelos de árbol individual, dependientes e independientes de la distancia, modelos de clases de tamaño y modelos de rodal completo.

Esta modificación incluye el requerimiento de que los inventarios tengan al menos valores de diámetro y altura para todos los árboles, y en caso contrario se produce un error del sistema. El resto de comprobaciones sobre existencia de variables necesarias para la ejecución del modelo queda en

manos del modelizador, que tiene que programar el cálculo de las variables no aportadas por el inventario.

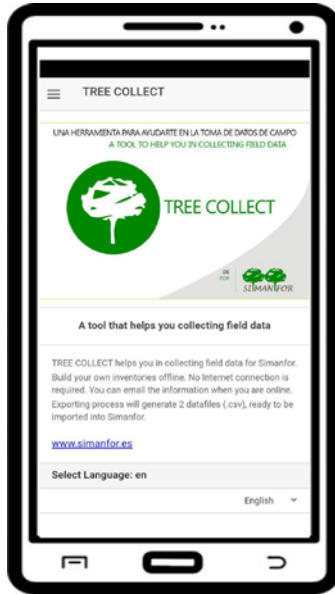


Figura 2. App para Android de recogida de datos para Simanfor

### Interfaz de usuario

Con el desarrollo de una nueva pantalla de inicio más limpia (Figura 3) se ha conseguido que el usuario tenga una mejor experiencia y no ese encuentre perdido en su primer acceso a SIMANFOR. Además el desarrollo de escenarios es ahora más claro y permite que el usuario mantenga un mejor control de las acciones selvícolas (intervenciones o proyecciones) que está planteado.

Finalmente al disponer de la interfaz en 5 idiomas diferentes (español, inglés, francés, portugués y vietnamita), aunque la información completa solo está en español e inglés, se facilita que SIMANFOR sea accesible para más usuarios (modelizadores y gestores) y pueda incrementar su impacto en la gestión forestal.

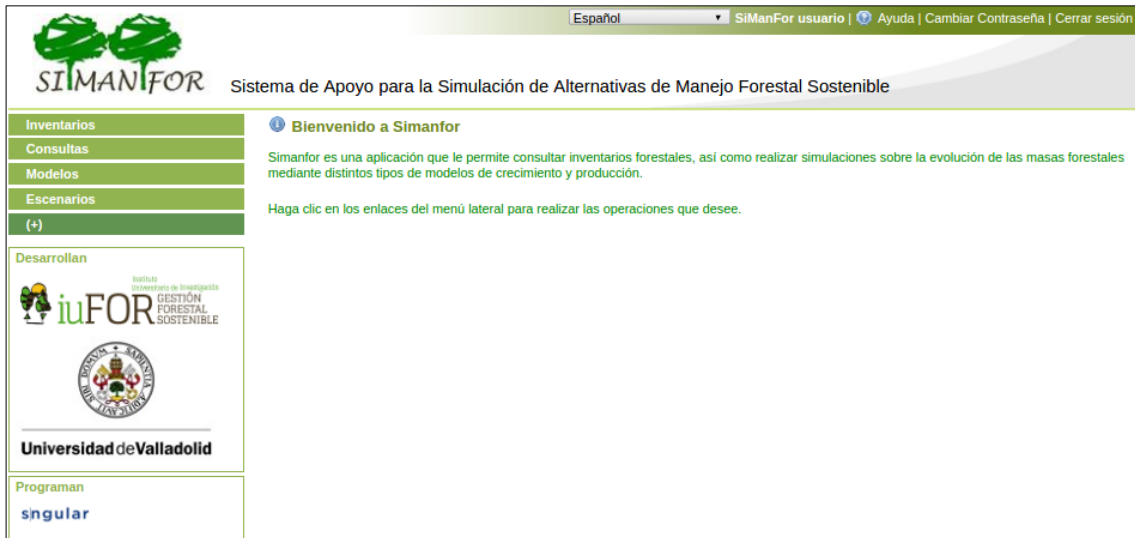


Figura 3. Pantalla de bienvenida de Simanfor

### Modelos implementados en SIMANFOR

SIMANFOR puede contener modelos de árbol individual, de clases de tamaños o de rodal completo. En la fecha de celebración de la séptima edición del Congreso Forestal Español (junio de 2017) están implementados los siguientes modelos.

IBERO (Bravo, 2005) es un modelo de árbol individual independiente de la distancia que permite la simulación de rodales forestales puros y mixtos tanto coetáneos, como regulares o irregulares. Los componentes básicos de IBERO son ecuaciones estáticas (espesor de corteza, de copa, relación altura diámetro y de perfil de fuste) y dinámicas (ecuaciones de crecimiento en altura y diámetro, ecuación de mortalidad o supervivencia y ecuación de masa incorporada). La productividad está incluida mediante curvas de calidad tradicionales pero pueden ser sustituidas por ecuaciones de productividad que incluyan variables ambientales. Desde el primer momento SIMANFOR incluyó IBERO parametrizado para masas naturales de *Pinus sylvestris* L. en Castilla y León IBERO<sup>PS</sup> (LIZARRALDE et al, 2010), para masas naturales de *Pinus pinaster* Ait. en el Sistema Ibérico Meridional IBERO<sup>PT</sup> (LIZARRALDE et al, 2010). Posteriormente, se han incluido dos variantes de IBERO<sup>PT</sup> que sustituyen la ecuación de crecimiento en diámetro por un modelo logístico multinomial de salto de clase diamétrica (Escalante et al, 2011a) generando dos nuevas parametrizaciones IBERO<sup>PT-MNL1</sup> (ESCALANTE et al, 2011b) que precisa de la distancia del diámetro del árbol al límite de clase diamétrica e IBERO<sup>PT-MNL2</sup> (ESCALANTE et al, 2011c) para la que no es necesario conocer la distancia del diámetro del árbol al límite de la clase diamétrica. En el caso de IBERO<sup>PT</sup> se ha desarrollado una nueva parametrización para estimar la producción de setas a partir de ecuaciones desarrolladas por MARTINEZ PEÑA et al. (2012) y HERRERO et al. (2017), denominada IBERO<sup>PT-SETAS</sup> (Herrero et al, 2017). A partir de IBERO<sup>PS</sup> se ha desarrollado una parametrización para estimar la biomasa por fracciones utilizando los modelos de RUIZ-PEINADO et al (2011) denominada IBERO<sup>PS-BIOMASA</sup> (HERRERO et al, 2014). Mediante la combinación de las ecuaciones de IBERO<sup>PT</sup> e IBERO<sup>PS</sup> se ha generado una nueva parametrización denominada IBERO<sup>MIXTAS-PT/PS</sup> (VALERIO et al, 2014) para pinares mixtos de *Pinus sylvestris* y *Pinus pinaster* en el macizo de Urbión en Burgos y Soria.

SILVES y SILVES v.02 (RIO y MONTERO 2001 y RIO et al 2005) son modelos de crecimiento basados en distribuciones diamétricas para *Pinus sylvestris*, el primero en masas naturales del Sistema Central y el segundo en repoblaciones de la Comunidad de Madrid. Estos modelos han sido programados con las denominaciones SILVES<sup>SistemaCentral</sup> y SILVES<sup>RepMadrid</sup> respectivamente.

Se ha programado un modelo de rodal completo, MASA<sup>NIGRA</sup>, para *P. nigra* a partir de ecuaciones las ecuaciones de calidad de estación desarrolladas por RÍO et al., (2006), las ecuaciones de área basimétrica, mortalidad, diámetro y volumen desarrolladas por MORA et al., (2012) y las ecuaciones de biomasa desarrolladas por RUIZ-PEINADO et al., (2011).

PINEA<sup>Pib</sup> y PINEA<sup>Cat</sup> son modelos de árbol individual independientes de la distancia, que han sido programados a partir de las ecuaciones desarrolladas por CALAMA Y MONTERO (2004) y CALAMA et al (2003). El primero tiene como ámbito geográfico el Sistema Central, Meseta Central y Andalucía y el segundo Cataluña. La biomasa para ambos modelos se han programado a partir de las ecuaciones de RUIZ-PEINADO et al (2011).

TECA<sup>SE\_Mx</sup> es un modelo de rodal completo para plantaciones de Teca en Campeche (Mexico) que ha sido programado a partir de las ecuaciones de TAMARIT URIAS (2013).

## 5. Discusión

Existen otras plataformas de simulación forestal (p.ej., SILVA, CAPSIS, ORGANON, FVS,...) pero SIMANFOR tiene algunas características que la hace especialmente interesante como los bajos

requerimientos de computación por parte del usuario, la simplicidad del interfaz y la flexibilidad para el modelizador.

Además es posible flexibilizar los resultados de salida de forma que puedan adaptarse a los requerimientos del usuario. Aunque esas adaptaciones requieren de programación en VBA, que es un entorno de programación poco intuitivo, se han desarrollado ejemplos para varios modelos y el manual detalla los pasos que hay que seguir para elaborarlo.

Por otro lado la capacidad de aplicar un escenario a inventarios multiparcela facilita la simulación de alternativas selvícolas para zonas extensas con características dasométricas diferenciadas.

Además, gracias a estas dos últimas características, se abre la posibilidad a programar la optimización de alternativas basada en programación lineal, ya que es posible obtener de forma sencilla los datos de entrada necesarios para calcularlo.

## 6. Conclusiones

SIMANFOR sigue siendo una plataforma de simulación de alternativas de gestión forestal sostenible abierta a la comunidad forestal internacional y puede ser usada tanto para la formación de profesionales, la gestión y la investigación forestal. La posibilidad de trabajar en varios idiomas abre posibilidades de colaboración con otros grupos interesados en la modelización forestal y en la gestión adaptativa. Como en anteriores versiones el desarrollo de SIMANFOR sigue abierto a la colaboración con la comunidad interesada en la gestión y la modelización de los sistemas forestales.

## 7. Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación del proyecto SIMWOOD, "Sustainable Innovative Mobilisation of Wood", financiado por el Séptimo Programa Marco de la Unión Europea (Grant agreement no: 613762).

## 8. Bibliografía

BRAVO, F. 2005. Dinámica de rodales de pino negral (*Pinus pinaster* Ait.) en el Sistema Ibérico Meridional: Estructura genética, regeneración y dinámica forestal. Informe final del proyecto AGL-2001-1780

BRAVO, F.; ÁLVAREZ-GONZÁLEZ, J.G.; RÍO, M. DEL; BARRIO ANTA, M.; BONET, J.A.; BRAVO-OVIEDO, A.; CALAMA, R.; CASTEDO-DORADO, F.; CRECENTE-CAMPO, F.; CONDÉS, S.; DIÉGUEZ ARANDA, U.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, S.C.; LIZARRALDE, I.; NANOS, N.; MADRIGAL, A.; MARTÍNEZ-MILLÁN, F.J.; MONTERO, G.; ORDÓÑEZ, C.; PALAHÍ, M.; PIQUÉ, M.; RODRÍGUEZ, F.; RODRÍGUEZ-SOALLEIRO, R.; ROJO, A.; RUIZ-PEINADO, R.; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, M.; TRASOBARES, A.; VÁZQUEZ-PIQUÉ, J.; 2012. Growth and yield models in Spain: historical overview, contemporary examples and perspectives. Ed Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal sostenible (Universidad de Valladolid-INIA) y Unidad de Gestión Forestal sostenible (Universidad de Santiago de Compostela). 72 pág. Disponible en [http://sostenible.palencia.uva.es/document/gfs/publicaciones/libros/2011\\_Growthyield\\_spain.pdf](http://sostenible.palencia.uva.es/document/gfs/publicaciones/libros/2011_Growthyield_spain.pdf)

BRAVO OVIEDO, F.; GÓMEZ CONEJO, R.; ORDÓÑEZ ALONSO, A.C.; SEVILLANO RUIZ, J.L.; 2017. TreeCollect. Aplicación android para la toma de datos forestales integrables en SIMANFOR 7º Congreso Forestal Español, Plasencia

BRAVO OVIEDO, F.; MONTERO GONZÁLEZ, G.; 2017. Tablas de producción de selvicultura de referencia para pino negral (*Pinus pinaster* Ait) en el Sistema Ibérico Meridional 7º Congreso Forestal Español, Plasencia

BRAVO, F.; RODRIGUEZ, F.; ORDOÑEZ, A.C.; 2012. A web-based application to simulate alternatives for sustainable forest management: SIMANFOR. *Forest Systems* 21(1): 4-8. doi: <http://dx.doi.org/10.5424/fs/2112211-01953> Disponible en [www.simanfor.es](http://www.simanfor.es) (último acceso el 9 de enero de 2017)

BRAVO, F.; RODRÍGUEZ, F.; ORDÓÑEZ, A.C.; BROTO, M.; LIZARRALDE, I.; DEL RÍO, M.; CALAMA, R.; VÁZQUEZ, J.; 2009 SIMANFOR: Herramienta libre para la simulación de sistemas selvícolas 5º Congreso Forestal Español, Ávila Com 5CFE01-133 Disponible en <http://www.congresoforestal.es/fichero.php?t=41725&i=133&m=2185> (último acceso el 9 de enero de 2017)

CALAMA, R.; CAÑADAS, N.; MONTERO, G.; 2003. Interregional variability in Site Index models for even-aged stands of stone pine (*Pinus pinea* L.) in Spain. *Annals of Forest Science* 60(3): 259-269

CALAMA, R.; MONTERO, G.; 2004. Interregional non-linear height-diameter model with random coefficients for stone pine in Spain. *Canadian Journal of Forest Research* 34(1): 150-163

ESCALANTE, E.; PANDO, V.; ORDOÑEZ, C.; BRAVO, F.; 2011a. Multinomial logit estimation of a diameter growth matrix model of two Mediterranean pine species in Spain. *Annals of Forest Science* 68(4):715-726 (<http://dx.doi.org/10.1007/s13595-011-0088-9>)

ESCALANTE, E.; ORDÓÑEZ, C.; BRAVO, F.; 2011b. IBERO<sup>PT-MNL1</sup>: Modelo de dinámica de rodales de *Pinus pinaster* Ait. en el sistema ibérico meridional basado en modelos de salto de clase diamétrica conociendo la distancia al salto de clase diamétrica. Disponible en [www.simanfor.es](http://www.simanfor.es)

ESCALANTE, E.; ORDÓÑEZ, C.; BRAVO, F.; 2011c. IBERO<sup>PT-MNL2</sup>: Modelo de dinámica de rodales de *Pinus pinaster* Ait. en el sistema ibérico meridional basado en modelos de salto de clase diamétrica sin conocer la distancia al salto de clase diamétrica. Disponible en [www.simanfor.es](http://www.simanfor.es)

HERRERO, C.; ORDÓÑEZ, C.; BRAVO, F.; 2017. IBERO<sup>PT-SETAS</sup>: Modelo de dinámica de rodales de *Pinus pinaster* Ait. en el sistema ibérico meridional para simular producción de setas. Disponible en [www.simanfor.es](http://www.simanfor.es)

LIZARRALDE, I.; ORDÓÑEZ, C.; BRAVO-OVIEDO, A.; BRAVO, F.; 2010a. IBERO<sup>PS</sup>: Modelo de dinámica de rodales de *Pinus sylvestris* L. en Castilla y León. Disponible en [www.simanfor.es](http://www.simanfor.es)

LIZARRALDE, I.; ORDÓÑEZ, C.; BRAVO-OVIEDO, A.; BRAVO, F.; 2010b. IBERO<sup>PT</sup>: Modelo de dinámica de rodales de *Pinus pinaster* Ait. en el sistema ibérico meridional. Disponible en [www.simanfor.es](http://www.simanfor.es)

MARTÍNEZ-PEÑA, F.; ÁGREDA, T.; ÁGUEDA, B.; ORTEGA-MARTÍNEZ, P.; FERNÁNDEZ-TOIRÁN, L. M.; 2012. Edible sporocarp production by age class in a Scots pine stand in Northern Spain. *Mycorrhiza*, 22(3). <http://doi.org/10.1007/s00572-011-0389-8>

MORA, J.V.; RIO, M. del; BRAVO-OVIEDO, A.; 2012. Dynamic growth and yield model for Black pine stands in Spain. *Forest Systems*, v. 21, n. 3, p. 439-445.

RÍO, M.; MONTERO, G.; 2001. Modelo de simulación de claras en masas de *Pinus sylvestris* L. Monografías INIA. Serie Forestal 3, 114 pp.

RÍO, M.; ROIG, S.; CAÑELLAS, I.; MONTERO, G.; 2005. Programación de claras en repoblaciones de *Pinus sylvestris* L. Seguimiento de sitios de ensayo en la Comunidad de Madrid. Monografías del INIA: Serie forestal 12, 46 pp.

RUIZ-PEINADO, R.; DEL RIO, M.; MONTERO, G.; 2011. New models for estimating the carbon sink capacity of Spanish softwood species | Nuevos modelos para estimar la capacidad de fijación de carbono de las coníferas Españolas. *Forest Systems*, 20(1):176-188

TAMARIT URIAS, J.C.; 2013. Cubicación, crecimiento y rendimiento maderable e inventario operativo para *Tectona grandis* en el Sureste de México. Tesis doctoral. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de Mexico. Disponible online en: [http://www.biblio.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/10521/2011/1/Tamarit\\_Urias\\_%20JC\\_%20DC\\_Forestal\\_2013.pdf](http://www.biblio.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/10521/2011/1/Tamarit_Urias_%20JC_%20DC_Forestal_2013.pdf)

VALERIO, P.; ORDÓÑEZ, C.; BRAVO, F.; 2014. IBEROMIXTAS-PT/PS: Modelo de dinámica de pinares mixtos de *Pinus sylvestris* y *Pinus pinaster* en el macizo de Urbión en Burgos y Soria. Disponible en [www.simanfor.es](http://www.simanfor.es)