

Un Bosque de Números II: Informe (provisional) de Seguimiento de las actividades del curso 2013/14.

Felipe Bravo Oviedo^{*,+}, Irene Ruano Benito⁺, Carlos del Peso Taranco^{*,+}, Angel Cristóbal Ordóñez Alonso⁺, Celia Herrero de Aza⁺, José A. Reque Kilchenmann^{*,+}, Pablo Martín Pinto^{*,+}, Encarnación Rodríguez García⁺, María del Mar García Herguido⁺, Andrés Bravo Oviedo^{*,#}, Miren del Río Gaztelurrutia^{+,#}, Ricardo Ruiz Peinado^{+,#}, Sven Mutke Regneri^{+,#}, Stella M. Bogino[&], Luis Fernando Osorio Vélez^Ω

* Departamento de Producción Vegetal y Recursos Forestales, Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid, Avda de Madrid 44, 34004 PALENCIA-ESPAÑA

+ Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible, Universidad de Valladolid-INIA

INIA-CIFOR, Ctra A Coruña, km 7,5 28040 MADRID-ESPAÑA

& Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico Sociales, Universidad Nacional de San Luis, VILLA MERCEDES-ARGENTINA

Ω Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia, MEDELLÍN-COLOMBIA

fbravo@pvs.uva.es

RESUMEN: Este proyecto se encarga en un programa de innovación docente que anualmente genera y mejora objetos de aprendizaje para asignaturas clave en los títulos de grado y máster del ámbito forestal. El nombre del programa *Un Bosque de Números* refleja la aproximación que se realiza a los aspectos cuantitativos de la gestión de los bosques y la forma en que se pueden integrar en la práctica docente. En este proyecto se han desarrollado aulas forestales, incluido nuevos modelos en la plataforma SIMANFOR, elaborado un manual para usar R en el desarrollo de proyectos de clase y se han desarrollado diversos proyectos de clase (simulación de alternativas selvícolas, evaluación de modelos, ajuste de ecuaciones de biomasa y otras herramientas selvícolas)

PALABRAS CLAVE: proyecto, innovación, docente, forestal, prácticas, objetos de aprendizaje, simulación, laboratorio, aula, simanfor

INTRODUCCIÓN

A través de los conceptos que se aúnan en la Selvicultura Cuantitativa se potencian los conocimientos procedentes de la selvicultura clásica, la dendrometría, el inventario forestal, la ordenación de montes, la estadística, la ecología y la modelización forestal. Por tanto, sirve como punto focal donde fortalecer las competencias y habilidades adquiridas y desarrolladas por los alumnos de los diferentes estudios forestales a diferentes niveles (grado, máster y doctorado) Este proyecto se ha centrado en el desarrollo de materiales y actividades docentes útiles para alumnos de grado y máster.

Durante los últimos años nuestro grupo, dentro de su actividad científico-tecnológica, ha desarrollado durante los últimos años la plataforma de simulación SIMANFOR (www.simanfor.es) y ha instalado sitios experimentales que más allá de su función científica han servido para potenciar la formación de nuestros estudiantes. Además un proyecto de innovación docente anterior (*Un bosque de números*) permitió potenciar la herramienta virtual SIMANFOR y generar actividades docentes para el desarrollo de competencias tecnológicas

Con este proyecto se ha pretendido mejorar plataforma SIMANFOR para facilitar su uso docente, desarrollar un aula forestal que sirva de objeto de aprendizaje y redactar un manual de simulación y modelización forestal, utilizando el programa estadístico R.

Los materiales desarrollados se han utilizado en asignaturas de Grado (Ingeniería Forestal y del Medio Natural) y Máster (Ingeniero de Montes e Investigación en Conservación y Uso Sostenible de Sistemas Forestales) y Máster ErasmusMundus MEDFOR-Mediterranean Forestry

and Natural Resources) en la Universidad de Valladolid y en grados y posgrados de la Universidad de San Luis, Argentina y de la Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín (Maestría). Con las dos universidades citadas se mantienen convenios de cooperación con un flujo constante de estudiantes y se ha colaborado con anterioridad en proyectos de innovación docente.

GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS PROPUESTOS

En el presente proyecto de innovación docente los objetivos previstos eran los siguientes:

- Objetivo 1: Desarrollo de un aula forestal como objeto del conocimiento
- Objetivo 2: Desarrollo de contenidos en inglés dentro de la plataforma SIMANFOR
- Objetivo 3: Elaboración de un manual de simulación y modelización forestal.
- Objetivo 4: Desarrollo de proyectos en el aula con los estudiantes

A continuación se presenta el estado de desarrollo de estos objetivos y los problemas encontrados en alguno de ellos.

DESARROLLO DE UN AULA FORESTAL COMO OBJETO DEL CONOCIMIENTO

Se han seleccionado **tres sistemas forestales característicos de la cuenca del Duero** para la instalación de un **aula forestal**. Los montes (fig. 1) en que se están instalando las aulas de señalamiento, con la autorización tanto de los propietarios como de la Junta de Castilla y León como

responsable de la gestión forestal de los mismos, son los siguientes:

1. Encinar del Monte El Viejo de Palencia, M.U.P número 418, propiedad del Ayuntamiento Palencia y situado en el mismo municipio
2. Pinar de pino silvestre en el monte Valdepoza, M.U.P. 296 propiedad del Ayuntamiento de Saldaña y situado en Pino del Río (Palencia)
3. Pinar mixto de pino negral y pino piñonero en el monte 'Llano de San Marugán', M.U.P. 50 propiedad del Ayuntamiento de Portillo (Valladolid) y situado en el mismo término municipal.



Figura 1. Aulas de señalamiento. De arriba a abajo: Montel 'El Viejo', Monte de 'Valdepoza' y Monte 'Llano de San Marugán'

Las aulas de señalamiento estarán disponibles para su uso en el curso 2014/15 y serán utilizadas en diferentes asignaturas del Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural (*Selvicultura, Aprovechamientos y Productos Forestales y Ordenación de Montes*), Máster en Ingeniería de Montes (*Ordenación de los Recursos Forestales y Manejo de Adaptativo*), Máster en Investigación en Conservación y Uso Sostenible de Sistemas Forestales (*Evaluación y Modelización Forestal*) y Máster ErasmusMundus MEDFOR-Mediterranean Forestry and Natural Resources (*Model Forest Concept, Silviculture under multifunctional objectives y Learning by doing in forestry: New tools for new challenges*)

DESARROLLO DE CONTENIDOS EN INGLÉS EN LA PLATAFORMA SIMANFOR

Este objetivo no pudo realizarse por falta de presupuesto. Sin embargo, teniendo en cuenta las capacidades del grupo que desarrolla el proyecto de innovación docente y las restricciones económicas se han integrado **nuevos modelos en la plataforma SIMANFOR** (Bravo et al 2010) que permiten hacer estimaciones de **biomasa forestal y carbono** a partir de los modelos disponibles en la misma (fig. 2).



Figura 2. Ejemplo de itinerario selvícola en la plataforma SIMANFOR (www.simanfor.es)

ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE SIMULACIÓN Y MODELIZACIÓN FORESTAL

Se ha elaborado un **manual de clase** titulado **“Selvicultura cuantitativa con R: Una aproximación a los métodos cuantitativos en la selvicultura”** En este texto se presentan diversos casos prácticos de interés entre los que destacan: aspectos básicos de R y fundamentos de programación, ajuste y dibujo de curvas de calidad (modelos de Hossfeld I y de Bertalanffy-Richards), síntesis de información edáfica mediante análisis de componentes principales, clasificación de parcelas por índice de sitio a partir de datos edáficos mediante análisis discriminante y ajuste de ecuaciones de biomasa. Se ha distribuido entre los alumnos de diversas asignaturas (ver más adelante), para su uso en trabajos de clase, a través del campus virtual de la Universidad de Valladolid.

En el curso 2014/15 se pretende pulir este documento y proceder a su publicación en formato *open-access* dentro del repositorio documental de la Universidad de Valladolid.

DESARROLLO DE PROYECTOS EN EL AULA CON LOS ESTUDIANTES

En el marco de este proyecto se han desarrollado cuatro tipos de proyectos en el aula con estudiantes de grado y máster en la Universidad de Valladolid.

Desarrollo de herramientas cuantitativas

Con el apoyo del manual de clase de ‘Selvicultura cuantitativa con R’ los estudiantes de diversas asignaturas de máster (*Ingeniería de Montes e Investigación en Conservación y Uso Sostenible de Sistemas Forestales*) y grado (*Ingeniería Forestal y del Medio Natural*) han desarrollado las herramientas precisas para cuantificar diferentes situaciones selvícolas (curvas de calidad, clasificación de estación mediante datos edáficos y ecuaciones de biomasa) a partir de conjunto de datos reales proporcionados por los profesores. Con este proyecto los

alumnos han adquirido habilidades para generar instrumentos para el análisis de los sistemas forestales y así poder fundamentar decisiones selvícolas.

Ajuste de ecuaciones de biomasa a partir de un ensayo Nelder en invernadero

Con dos grupos de alumnos, unos una asignatura del máster en Investigación en Conservación y Uso Sostenible de Sistemas Forestales (Evaluación y Modelización Forestal) y otros del Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural (Selvicultura y Cambio Climático), se realizó el proyecto de estudio del efecto de la densidad sobre la distribución de la biomasa en una especie vegetal tomada como modelo y el ajuste de ecuaciones de biomasa con los datos obtenidos en invernadero. Como especie modelo se utilizó el maíz (*Zea mays*) ya que las especies forestales precisan un tiempo más largo que el disponible para las asignaturas. Para la distribución de las plantas se utilizaron dos diseños diferentes, uno en marco rectangular y otro en anillos concéntricos siguiendo la propuesta de Nelder (1962).

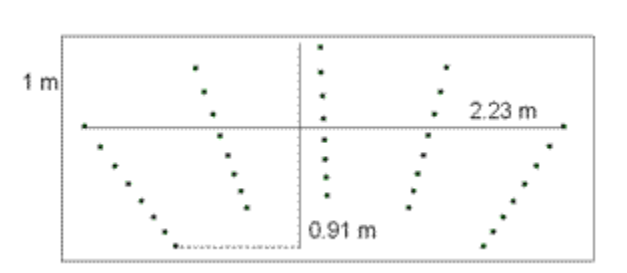


Figura 3. Distribución de las plantas en anillos Nelder (1962) en el ensayo de clase

El trabajo en el invernadero se desarrolló durante dos meses (fig. 4) y posteriormente los alumnos de grado ajustaron (con la ayuda del script de R para biomasa que se incluye manual de clase antes descrito) un sistema de ecuaciones para la biomasa tanto por fracciones (raíces, hojas y fuste) como total. En este proyecto los estudiantes han trabajado en grupo y han desarrollado habilidades de trabajo tanto en invernadero como en laboratorio y gabinete tomando decisiones autónomas para la toma de datos y ajuste de modelos de biomasa.

Simulación de alternativas selvícolas

Los alumnos de la asignatura Ordenación de los Recursos Forestales (máster en Ingeniería de Montes) han desarrollado varios regímenes selvícolas para cumplir diferentes objetivos. Se ha tomado como especie de trabajo el pino negro (*Pinus pinaster* Ait.) y los datos se han obtenido a partir del Inventario Forestal Nacional (<http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-forestal-nacional/>), para extraer las parcelas que cumplen los criterios previamente definidos se utilizó el programa BASIFOR (www.basifor.es) desarrollado por nuestro grupo (Bravo et al, 2005), los datos fueron integrados en la plataforma SIMANFOR (Bravo et al, 2010) y finalmente se utilizó el modelo IBERO-Pt (Lizarralde et al, 2010) para simular las alternativas selvícolas propuesta por los alumnos. Con este proyecto de clase, los alumnos comprendieron los fundamentos del desarrollo de regímenes selvícolas.

Evaluación de modelos forestales

Este proyecto fue realizado por los estudiantes de la asignatura de Evaluación y Modelización Forestal (Máster en Investigación en Conservación y Uso Sostenible de Sistemas Forestales). A partir de datos de parcelas

permanentes de *Pinus pinaster* (debidamente modificados para simplificarlos e introducir un 'ruido' aleatorio) se ha evaluado el modelo IBERO-Pt (Lizarralde et al, 2010) utilizando la plataforma SIMANFOR (Bravo et al, 2010) y los procedimientos de evaluación propuestos por Vanclay y Skovsgaard (1997). Este proyecto ha servido para que los alumnos adquieran y desarrollen las competencias y habilidades asociadas a la evaluación crítica de modelos forestales.



Figura 4. Trabajo en invernadero y laboratorio para obtener los datos de biomasa. De arriba abajo: siembra, cosecha, clasificación y secado para posterior pesado de las plantas.

DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Para difundir este proyecto se han utilizado diversos canales como bitácoras electrónicas, la participación en jornadas docentes y el uso de los instrumentos desarrollados en este proyecto en cursos internacionales de extensión universitaria. La difusión se ha realizado mediante dos bitácoras una centrada en la plataforma SIMANFOR (<http://simanfor.blogspot.com.es/>) y otra que se ocupa de de forma genérica en la selvicultura cuantitativa (<http://numerosybosques.blogspot.com.es/>). Además se presentó una comunicación en la 'V Jornada de Innovación Docente de la Universidad de Valladolid' (<http://www.uva.es/export/sites/uva/7.comunidaduniversitaria/7.01.pdi/7.01.04.innovacioneducativa/7.01.04.04.iornadas/index.html>) Finalmente los recursos desarrollados en este proyecto se han utilizado en dos cursos internacionales de postgrado (fig. 5) uno organizado por el INIAP de Ecuador en Riobamba (noviembre de 2013) y otro por la Universidad Nacional de La Plata en Argentina (abril de 2014).



Figura 5. Cursos internacionales en los que se ha utilizado los materiales desarrollados en el presente proyecto. Curso de Selvicultura Cuantitativa (Universidad Nacional de La Plata, Argentina)

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados del proyecto ha permitido consolidar el uso de la plataforma SIMANFOR en la docencia. Por otro lado, el desarrollo de nuevos materiales y la instalación de aulas forestales permitirá que en cursos posteriores se potencien los aspectos cuantitativos en la enseñanza de la selvicultura y la ordenación de montes.

CONCLUSIONES Y POSIBILIDADES DE LA EXPERIENCIA

El proyecto ha permitido generar un grupo de trabajo que profundice en el futuro en la creación de nuevos materiales docentes y en la ejecución de proyectos de clase con alumnos de diferentes niveles (grado y máster). Uno de los retos pendientes es la adaptación de estos materiales a los proyectos que deben realizar los alumnos del Bachillerato de Investigación/Excelencia en que colabora la ETS de Ingenierías Agrarias de la Universidad de Valladolid y que se iniciará en el curso 2014/15.

REFERENCIAS

1. Bravo, F., Ordóñez, A.C., Río, M. del 2005. *BASIFOR 2.0: Aplicación informática para el manejo de bases de datos del Segundo y del Tercer Inventario Forestal*

Nacional. Disponible en www.basifor.es (último acceso el 23 del mayo de 2014)

2. Bravo, F., Rodríguez F., Ordóñez A.C., 2010. *SimanFor: Sistema de apoyo para la simulación de alternativas de manejo forestal sostenible*. Disponible en www.simanfor.es (último acceso el 23 de mayo de 2014)
3. Lizarralde, I, Ordóñez, AC, Bravo-Oviedo, A, Bravo F 2010. *IBERO-PT: Modelo de dinámica de rodales de Pinus pinaster Ait en el sistema ibérico meridional Integrado* en www.simanfor.es (último acceso el 23 de mayo de 2014)
4. Nelder JA 1962 New kinds of systematic designs for spacing experiments. *Biometrics* 18(3):283-307
5. Vanclay J.K., Skovsgaard J.P. 1997 Evaluating forest growth models. *Ecological Modelling*, 98: 1-12

AGRADECIMIENTOS

Los participantes en el proyecto agradecen a los alumnos de títulos oficiales y de cursos de perfeccionamiento el haber servido de involuntarios 'conejiillos de indias' para el desarrollo de estos materiales. Sin sus comentarios y aportaciones, formales y no formales, no habría sido posible realizar este proyecto.