

Silvicultura Intensiva: innovación forestal para un futuro sostenible

Un grupo de investigación del TEC que impulsa la productividad forestal en Costa Rica

Mario Guevara-Bonilla

Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica
✉ maguevara@itcr.ac.cr

Maribel Jiménez-Montero

Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica
✉ marjimenez@itcr.ac.cr

María Rodríguez-Solís

Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica
✉ maria.rodriguez@itcr.ac.cr

Juan Carlos Valverde-Otárola

Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica
✉ jcvalverde@itcr.ac.cr

Dawa Méndez-Alvarez

Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica
✉ damendez@itcr.ac.cr

Edwin Esquivel-Segura

Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica
✉ eesquivel@itcr.ac.cr

Fecha de recepción: 7 de noviembre del 2025 | Fecha de aprobación: 11 de diciembre del 2025

Resumen

La silvicultura intensiva se visualiza como la estrategia a seguir por el país para maximizar la productividad de nuestras plantaciones forestales y poder así satisfacer la demanda de madera de buena calidad. Con esta visión es que en 2020 se creó en la Escuela de Ingeniería Forestal del TEC el grupo de investigación en silvicultura intensiva, el cual desde un enfoque multidisciplinario tiene como objetivo dotar de herramientas que le permitan a productores, técnicos y tomadores de decisiones del sector forestal, incrementar la productividad de las plantaciones forestales y ofrecer un producto de calidad para el mercado nacional e internacional. A continuación, se presenta una reseña de la creación del grupo de investigación en Silvicultura Intensiva, sus logros y expectativas a futuro.

Palabras clave: productividad forestal, madera de calidad, competitividad

Abstract

Intensive forestry is seen as the country's strategy to maximize the productivity of our forest plantations and consequently meet the demand for high-quality wood. With this vision in mind, the Intensive Forestry Research Group was created in 2020 at the TEC School of Forestry Engineering. Using a multidisciplinary approach, the group aims to provide tools that allow producers, technicians, and decision-makers in the forestry sector to increase the productivity of forest plantations and offer a quality product for the national and international markets. Below is a summary of the creation of the Intensive Forestry Research Group, its achievements, and future expectations.

Keywords: forest productivity, high-quality wood, competitiveness.

Introducción

En Costa Rica, la reforestación con fines comerciales inició en la década de los setenta con el establecimiento de plantaciones de especies de rápido crecimiento, principalmente exóticas como *Melina arborea* (melina) y *Tectona grandis* (teca) [1], alcanzándose la tasa más alta de reforestación a mediados de los años 90. Sin embargo, posterior a 1997, el país experimenta una disminución en la tasa de reforestación que compromete el abastecimiento de madera [2] y que obliga a repensar la manera en que se establecen, manejan y aprovechan los sistemas productivos con árboles.

La silvicultura intensiva se puede describir como el uso de una amplia variedad de técnicas de gestión y manejo de las plantaciones forestales con el fin de maximizar la productividad sin afectar la sostenibilidad del sistema [3]. Enfocados en este concepto, en la Escuela de Ingeniería Forestal se ha conformado el grupo de investigación en Silvicultura Intensiva, el cual busca dar respuesta a uno de los grandes desafíos del sector forestal nacional: cómo aumentar la productividad y la calidad de las plantaciones en el contexto de disminución en la tasa de reforestación y creciente demanda de madera de buena calidad.

Grupo Silvicultura Intensiva

La conformación del grupo se originó a partir de las investigaciones lideradas por los profesores Mario Guevara Bonilla y Edwin Esquivel Segura enfocadas en el área de suelos, en el manejo de arvenses y en el mejoramiento de actividades de manejo en plantaciones forestales. Aunque estos estudios respondían a necesidades del sector forestal, inicialmente no se habían articulado bajo una misma hoja de ruta. En 2020 se reconoció la necesidad de orientar los esfuerzos hacia la silvicultura intensiva, lo que permitió ampliar tanto las temáticas de investigación, así como la integración de nuevos miembros al grupo. Con el tiempo, se incorporaron especialistas en ecofisiología forestal, patología y entomología forestales, biotecnología y sistemas agroforestales, fortaleciendo el carácter interdisciplinario del equipo. Asimismo, la colaboración con expertos internacionales de Alemania y Chile ha contribuido a abordar los retos de la silvicultura desde una perspectiva integral, vinculando la ciencia básica con su aplicación práctica en campo.

El quehacer del grupo se centra en el diseño de estrategias de silvicultura intensiva que permitan maximizar el crecimiento de las plantaciones forestales y la calidad de la madera producida por éstas, sin perder la sostenibilidad del sistema, así como en la incorporación de herramientas innovadoras para el monitoreo y la gestión forestal. Entre estas tecnologías destacan las aeronaves tripuladas a distancia (RPAS por sus siglas en inglés), conocidos popularmente como drones, los sistemas de información geográfica y, más recientemente, tecnologías de teledetección óptica como el LiDAR terrestre, y el uso de modelos de visión por computadora para el reconocimiento de objetos. Este tipo de herramientas abren nuevas posibilidades para caracterizar con precisión la estructura de plantaciones, sistemas agroforestales y bosques.



Figura 1. Medición de diámetro a la altura del pecho (DAP) de árbol de melina (*Gmelina arborea*) de 24 meses de edad. Fuente: Mario Guevara

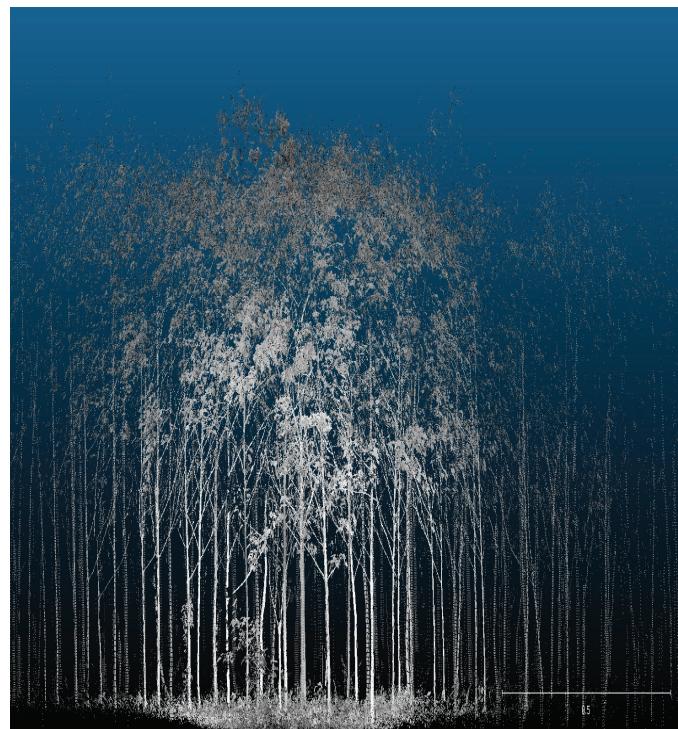


Figura 2. Nube de puntos generada con LiDAR de una plantación forestal. Fuente: Mario Guevara

En pocos años, el grupo ha logrado coordinar proyectos que abarcan desde técnicas de manejo intensivo en plantaciones de teca y melina, hasta el diagnóstico y control de plagas y enfermedades que afectan a especies forestales de alto valor. Sin embargo, el conocimiento generado no es exclusivo del ámbito académico; uno de los pilares del grupo es la transferencia de conocimiento. La premisa es clara: los avances científicos deben llegar a los productores, comunidades y tomadores de decisión, de manera que puedan aplicarse en el día a día del sector. Por ello, la extensión forestal ocupa un lugar central, con actividades que van desde charlas técnicas y acompañamiento en finca, hasta el desarrollo de manuales prácticos sobre el cultivo y manejo de distintas especies forestales.

El grupo ha promovido también, la integración de la investigación y la extensión con la docencia. Es así como los proyectos desarrollados se han convertido en un aula abierta para los estudiantes de la escuela, participando como asistentes o como tesiarios, en prácticas de campo y en el abordaje de las experiencias de investigación como casos de estudio en los cursos que imparten los profesores que integran el grupo.



Figura 3. Acompañamiento a productor en el monitoreo de crecimiento de árboles en sistemas agroforestales. Fuente: Mario Guevara



Figura 4. Capacitación sobre plagas en melina a productores y funcionarios públicos. Fuente Mario Guevara

Los esfuerzos realizados por el grupo en sus años de existencia han derivado en productos académicos como publicaciones científicas en revistas internacionales, manuales, desplegables utilizados en extensión elaborado junto con la Oficina Nacional Forestal y material audiovisual sobre sistemas agroforestales. Los conocimientos y destrezas desarrolladas en el grupo han permitido también ofrecer capacitaciones, por ejemplo, en el uso de RPASen el monitoreo forestal y en manejo de suelos y control de malezas en plantaciones y sistemas agroforestales. También se ha participado como expositores en actividades dirigidas al sector forestal como charlas y días de campo.

Adicionalmente, el grupo ha colaborado desde sus diferentes ámbitos de acción en otros proyectos ejecutados por la Escuela de Ingeniería Forestal aportando a una visión multidisciplinaria de las problemáticas del sector forestal y en la consecución de productos académicos de alta pertinencia para los objetivos del grupo como lo son, los manuales técnicos para el cultivo de melina, laurel (*Cordia alliodora*) y balsa (*Ochroma pyramidalis*) ya publicados y de pilón (*Hieronyma alchorneoides*), en proceso de edición.

El impacto esperado va más allá del ámbito académico. Los beneficiarios directos son las empresas reforestadoras, pequeños productores, instituciones gubernamentales y organizaciones vinculadas al sector. Con la generación de nuevos paquetes tecnológicos, protocolos de manejo y herramientas digitales, el grupo de investigación en Silvicultura Intensiva pretende aportar soluciones concretas para que la reforestación costarricense no solo recupere su dinamismo, sino que también se convierta en un motor de desarrollo sostenible y resiliente frente al cambio climático.

De cara al futuro, el grupo se propone fortalecer la investigación en productividad forestal, así como integrar el uso de tecnología para el análisis de datos sobre crecimiento, sanidad y productividad. Asimismo, busca consolidar alianzas estratégicas con empresas y organizaciones del sector para impulsar la innovación en la reforestación y garantizar que Costa Rica cuente con plantaciones más rentables, competitivas y sostenibles.

Referencias bibliográficas

- [1] V. Meza, K. Alfaro, R. Bedoya, M. Romero, A. Valerio y P. Montenegro, Reforestación comercial en Costa Rica. *Regiones Huetar Atlántica, Huetar Norte y Chorotega*, Heredia: UNA/INISEFOR, 2019.
- [2] S. Uglade Alfaro, «Reactivación del sector forestal ante el inminente desabastecimiento de madera. Tendencias y perspectivas al 2030,» Oficina Nacional Forestal, San José, Costa Rica, 2021.
- [3] A. Himes, M. Betts, C. Messier y R. Seymour, «Perspectives: Thirty years of triad forestry, a critical clarification of theory and recommendations for implementation and testing,» *Forest Ecology and Management*, nº 510, 2022.

Sobre los autores

Mario Guevara-Bonilla

Ingeniero forestal, con una maestría académica en silvicultura. Profesor e investigador de la Escuela de Ingeniería Forestal. Trabaja en las áreas de silvicultura y manejo de plantaciones forestales y en el uso de tecnologías para la gestión y monitoreo de plantaciones forestales. . <https://orcid.org/0000-0003-3305-9132>.

Maribel Jiménez-Montero

Ingeniera Agrónoma de la Universidad Nacional de Costa Rica. Tiene una maestría académica en sistemas agroforestales del CATIE y se ha desempeñado en la ejecución y evaluación de proyectos de investigación y extensión del sector agropecuario y forestal. Profesora, investigadora y extensionista de la escuela de Ingeniería Forestal. Sus áreas de interés son la Extensión Forestal y los Sistemas Agroforestales. <https://orcid.org/0000-0002-4605-6152>.

María Rodríguez-Solís

Ingeniera forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica, con una maestría académica en Ciencias Forestales de la Universidad de Concepción Chile. Profesora e investigadora de la Escuela de Ingeniería Forestal. Sus áreas de especialidad son la entomología y la patología forestal. <https://orcid.org/0000-0002-4605-6152>

Juan Carlos Valverde-Otárola

Doctor en Ciencias Forestales por la Universidad de Concepción (Chile). Su especialización se centra en la ecofisiología forestal y desarrollo instrumentación. Entre sus principales áreas de interés se encuentran los balances de agua -carbono a nivel de ecosistemas, modelos de procesos productivos, respuesta ecofisiológica ante cambio climático y el desarrollo de energías renovables a partir de biomasa. <https://orcid.org/0000-0002-3181-1346>

Dawa Méndez-Alvarez

Ingeniera en Biotecnología e Ingeniera Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Tiene una maestría académica en ciencias forestales del TEC. Investigadora de la escuela de Ingeniería Forestal. Sus áreas de interés son Mejoramiento genético forestal, Biotecnología y Patología forestales. <https://orcid.org/0000-0002-7586-5485>

Edwin Esquivel-Segura

Ingeniero forestal, doctor en ciencias forestales, profesor e investigador de la Escuela de Agronomía. Trabaja en las áreas de sustentabilidad y suelos forestales. <https://orcid.org/0000-0001-9553-060X>.