

INFORME
ESPECIALDía de campo en Rocha
Foto: INIA

LA INVESTIGACIÓN FORESTAL: pilar para garantizar el desarrollo de bosques productivos, sanos y amigables con el medio

Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal

Con el objetivo de aportar conocimiento técnico desde la investigación científica, y en un vínculo privilegiado con los responsables públicos y privados de la producción forestal uruguaya, el equipo de INIA trabaja con mucha dedicación y convencimiento apuntalando el rol institucional al que se comprometió.

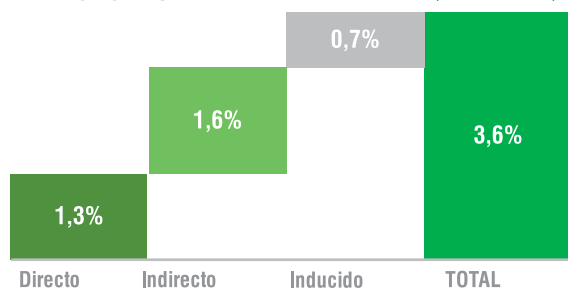
¿CUÁL ES NUESTRO OBJETO DE ESTUDIO?

Si bien hoy en día la actividad forestal es parte casi invisible del paisaje productivo uruguayo, es oportuno describir a nuestro objeto de estudio —el bosque— en su más amplio sentido, como aquella área cubierta con una relativa alta densidad de árboles. Y con más amplitud aún, cualquier gradiente en el tamaño del área o en la densidad de árboles en la misma, nos lleva al árbol; un individuo vegetal que tiene mucho valor por sí solo. Intentando una comparación de plazos entre aquellos que se manejan en sistemas forestales y el tiempo que lleva el desarrollo del

sector en Uruguay, rápidamente se concluye que el país está dando sus primeros pasos camino a una cultura forestal propia; y la investigación forestal nacional comparte esa breve, pero rica experiencia.

Hoy en día Uruguay cuenta con unas 850 mil hectáreas de monte nativo y poco más de un millón de hectáreas efectivas de plantaciones forestales con especies de rápido crecimiento. Esto representa en total un 10% de la superficie del territorio nacional de donde se extraen anualmente 15 millones de metros cúbicos de madera, equivalente a tres Estadios Centenario llenos a tope.

Valor Agregado por la Cadena Forestal 2016 (en % del PIB)



Exportaciones de la Cadena Forestal (millones de USD)



Empleo generado por la Cadena Forestal 2016 (cantidad de puestos de trabajo)

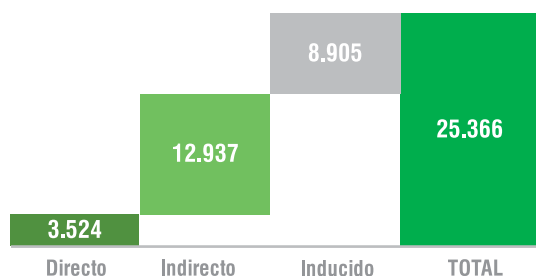


Gráfico 1 - Datos sectoriales.

Fuente: SPF y CPA Ferrere.

Esta última cifra aumentará en los próximos años con el desafío de poder agregarle más valor aún en su procesamiento industrial.

Si observamos los números sectoriales que se presentan en el gráfico 1, nos damos cuenta fácilmente de la importancia que ha adquirido este rubro en el país, no solo en valores económicos puros, sino también en todo el derrame que se genera en aspectos técnicos, sociales y territoriales. Cuando decimos derrame, debemos pensar que hay aspectos que benefician o dinamizan una región, por ejemplo, así como otros que generan incógnitas que deben ser atendidas.

Entre estas últimas se encuentran muchas preguntas al sector académico que en principio pueden responderse solo con las metodologías que la investigación científica emplea.



Figura 1 - Día de campo en Rivera.

¿CÓMO INICIA Y CÓMO SE ORGANIZA LA INVESTIGACIÓN FORESTAL EN INIA?

Las investigaciones y experimentaciones forestales en Uruguay se remontan a principios del siglo pasado, comenzando con la formación de técnicos y la producción de literatura específica a mediados de dicho siglo. Pero es recién con los fuertes impulsos de políticas públicas hacia fines de ese siglo, que la generación de conocimiento científico adopta una posición estratégica. La Dirección General Forestal, la Facultad de Agronomía de UdelaR y la UTU con su Escuela de Silvicultura son las principales instituciones a cargo. Con la creación de INIA y su designación como contraparte del Programa de Cooperación Técnica liderado por JICA, se genera

Figura 2 - Productividad forestal: Pino 10 años.

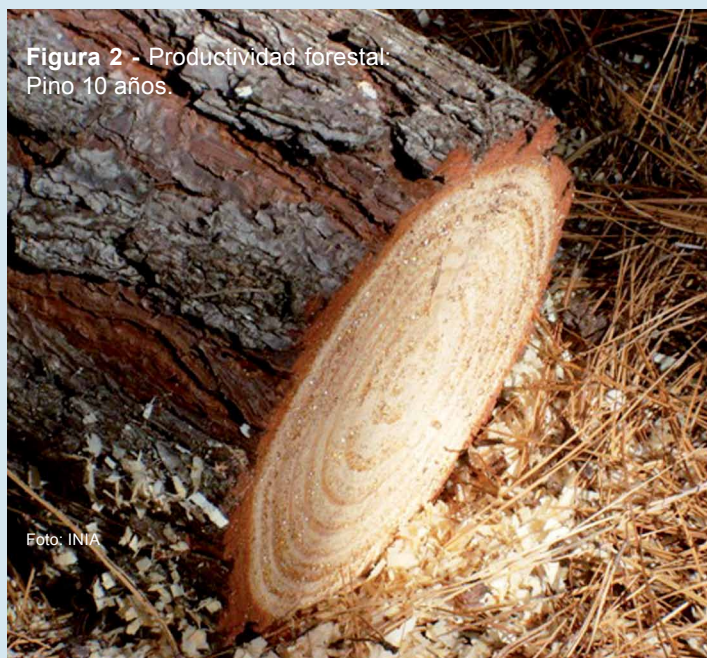




Foto: INIA

Figura 3 - Día de campo en Lavalleja.

A estas cifras se le podrían agregar las numerosas actividades de difusión en todo el país, un sinnúmero de charlas sobre nuestra actividad en ámbitos no específicamente sectoriales, la presentación de resultados en congresos internacionales, la participación en ámbitos de coordinación interinstitucional, entre otras.

Si imagináramos estas actividades graficadas en el eje del tiempo, veríamos fácilmente la correlación positiva que ha existido de éstas con el desarrollo del sector forestal en su conjunto, lo que expone por parte de INIA una alta pertinencia de su quehacer institucional.

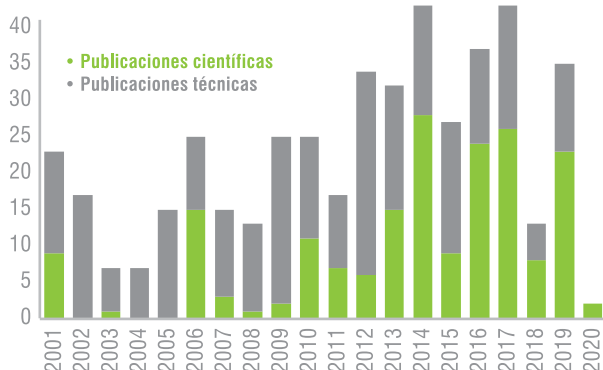
¿CUÁLES SON NUESTRO TRES PILARES DE TRABAJO?

en 1992 un espacio de trabajo específico para la investigación en producción forestal dando lugar a lo que hoy es el Programa Nacional Forestal de INIA. La acertada estrategia de regionalización que implementaron las autoridades de la institución desde su inicio, entendió necesario radicar la investigación forestal en el norte del país, en su Estación Experimental del Norte en Tacuarembó. Esta región ya traía una substancial actividad silvícola.

El equipo de trabajo inicial contaba con cinco personas y hoy en día la cifra se cuadruplicó. Se llevan instalados más de 130 ensayos de campo, se ejecutaron 30 proyectos en los últimos tres quinquenios, se redactaron 179 publicaciones (ver Gráfico 2) y se formaron 12 posgrados.

Las ciencias forestales tienen un amplio espectro de disciplinas que van, obviamente, más allá de lo que una institución de investigación puede abarcar cabalmente. Basta con ver una currícula de formación en ingeniería forestal para entender lo complejo que puede ser el abordaje científico de nuestro objeto de estudio: el bosque.

INIA, por su historia y por cómo fue vislumbrando su rol, organiza su investigación forestal en tres grandes áreas: Mejoramiento Genético, Protección Forestal y Manejo Forestal (Figura 4). Cada una de ellas cuenta con sus especialistas que, por un lado, mantienen actualizado su *know-how* en el área y, por el otro, canalizan su experiencia en la atención de las demandas sectoriales.



Fuente: Bibliotecas INIA.

Gráfico 2 - Producción bibliográfica del Programa Forestal (2001 a la fecha).

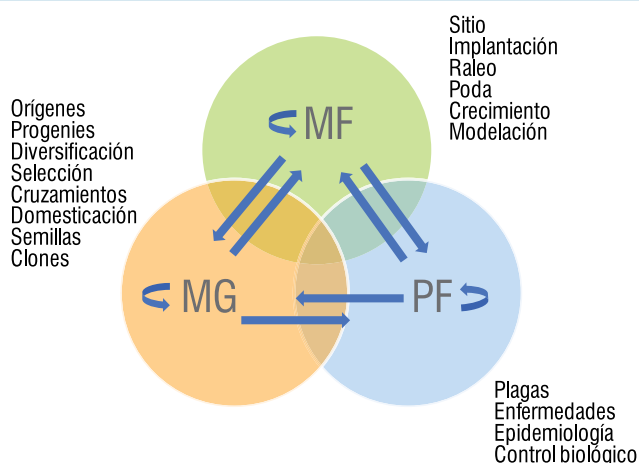
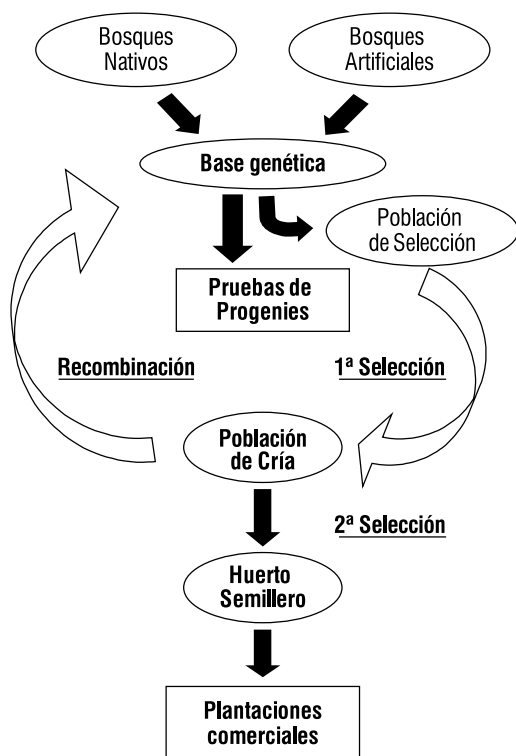


Figura 4 - Áreas de la investigación forestal en INIA.



Semilla mejorada generada por INIA

Semilla de *E. grandis*, HS 1ª gen. y HS 2ª gen.
 Semilla de *E. globulus*, HS 1ª gen. y HS 2ª gen.
 Semilla de *E. maidenii*, HS 1ª gen.
 Semilla de *E. tereticornis*, HS 1ª gen.

1991 Introducción de especies y procedencias

1993 – *Eucalyptus grandis*
 1994 – *Eucalyptus globulus*
 1996 – *Eucalyptus maidenii*
 1997 – *Eucalyptus saligna*
 1999 – *Eucalyptus dunnii*
 2001 – *Pinus taeda*
 2007 – *Eucalyptus tereticornis*

Figura 5 - Programa de mejoramiento genético forestal.

El mejoramiento genético ha sido la base de trabajo del área forestal en INIA, impulsado por la natural necesidad de evaluar y generar materiales promisorios para las futuras plantaciones. En distintas etapas se comenzaron a evaluar las posibles especies de rápido crecimiento que geográfica y climáticamente se adecuan a nuestro territorio. Así fue como se instalaron los ensayos respectivos para pinos y eucaliptos que generan — procesos de mejora y selección mediante— los huertos semilleros comerciales.

En otras palabras, se plantó una alta diversidad genética para luego quedarse con los mejores individuos que son los que generan semilla comercial (Figura 5). En la actualidad se cosechan principalmente dos variedades de semilla (eucalipto colorado y grandis), pero hay posibilidades de producir otras cinco variedades más.

Así como avanza un sector, avanzan las tecnologías en cada una de las disciplinas. En el caso de la genética no podemos obviar el impacto de la biotecnología como apoyo al trabajo descrito anteriormente.

Hoy INIA cuenta con las capacidades necesarias para el trabajo de genotipado o interpretación del ADN, selección asistida que permite usar esta técnica para elegir características mejoradoras que buscamos en los materiales genéticos, poliploidía para aumentar el ADN en la búsqueda de ampliar la expresión de ciertas características específicas, entre otras.



Foto: INIA

Figura 6 - Conservación de recursos genéticos nativos.

INIA organiza su investigación forestal en tres grandes áreas: Mejoramiento Genético, Protección Forestal y Manejo Forestal.



Foto: INIA

Figura 7 - Trabajos en laboratorio.



Figura 8 - Día de puertas abiertas en el marco de la semana de la Ciencia y Tecnología.

La incidencia de la chinche del eucalipto en el año 2008 fue el motor de un ciclo en colaboración interinstitucional, que se apoyó en el CECOPE (Comité Ejecutivo de Coordinación en Plagas y Enfermedades Forestales) y del cual INIA junto con el MGAP y la SPF es parte. Allí corresponde a INIA aportar a la solución de problemas sanitarios desde el conocimiento científico y la articulación con toda la academia.

En este último aspecto y ante la inminente aparición de nuevos temas a investigar, se crea el Grupo de Investigación en Plagas Forestales (GIPF), grupo *ad-hoc* que nuclea a la mayoría de los investigadores de Uruguay, que busca la mejor sinergia puesta en el esfuerzo por aportar científicamente a la solución de problemas sanitarios.

Hoy en día, la articulación entre todas las partes involucradas en torno a la temática sanitaria forestal es un ejemplo de trabajo conjunto. Para ello, basta con ver un par de sus productos. Uno de ellos es el sistema de monitoreo con trampas amarillas que ya lleva 10 años de ejercicio. La implementación del control biológico de la chinche del eucalipto suma incluso a países vecinos de la región en la cooperación (Gráfico 3). El desarrollo de la aplicación P-FOR INIA para identificación y registro de eventos sanitarios en plantaciones forestales va a cumplir cinco años y es otro claro producto de un buen trabajo de cooperación.

Cuando un país impulsa el desarrollo de un sistema productivo en el sector primario, como fue la forestación en Uruguay, y esta alcanza rápidamente superficies importantes, es lógico que nuevas plagas o enfermedades apremien dichas actividades al igual que a cualquier otra. Desde su investigación, y basado en la prospección de demanda, INIA destina especialmente desde 2006 recursos adicionales en capacidades humanas y proyectos. Fue así como se genera el área de protección forestal.

La articulación entre todas las partes involucradas en torno a la temática sanitaria forestal es un ejemplo de trabajo conjunto.

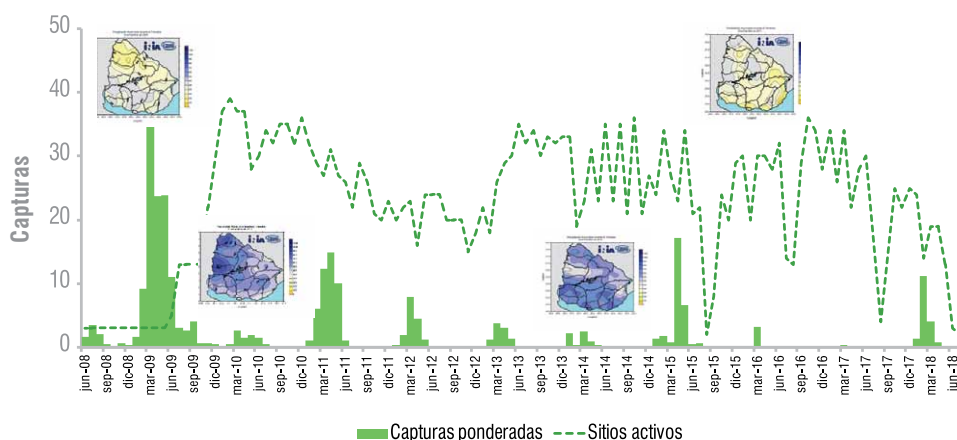


Gráfico 3 - Monitoreo de chinche del eucalipto.

A la importancia de disponer de material genético adecuado a la región y objetivo productivo (asegurando un óptimo desarrollo sanitario), se le suma el manejo forestal de cara a maximizar los rendimientos de los productos buscados. En esta vasta área de trabajo, INIA se focalizó en ensayar distintos arreglos de plantación, raleo y poda, por un lado, y se especializó en la modelación del crecimiento forestal por el otro.

La producción de madera es un negocio a largo plazo y requiere de buenas predicciones en el rendimiento futuro de las masas boscosas.

Para ello se requiere información de inventarios forestales, de ensayos forestales y las respectivas metodologías estadísticas para generar lo que se llama un sistema de apoyo a la gestión (SAG) o de apoyo a la toma de decisiones. Es decir, un sistema que permite simular distintas situaciones o planes de manejo forestal a lo largo del tiempo. Este tipo de trabajo llevó también al Programa Forestal de INIA, a colaborar estrechamente con el sector privado para poder disponer de los datos de inventario y sobre ellos, desarrollar o ajustar los modelos de crecimiento que vuelven a la producción para el diseño de sus planes forestales, del mismo modo que a la investigación y sector público para el trazado de escenarios productivos a escala regional.

De la mano del desarrollo de nuevas metodologías y de la disponibilidad de más información del medio en el que crecen los árboles, como así también la inquietud del equipo técnico por seguir su proceso de capacitación, se generaron recientemente modelos más complejos. Estos incluyen el uso de variables como agua potencialmente disponible del suelo, elevación, exposición y pendiente en un sistema de modelación que contempla

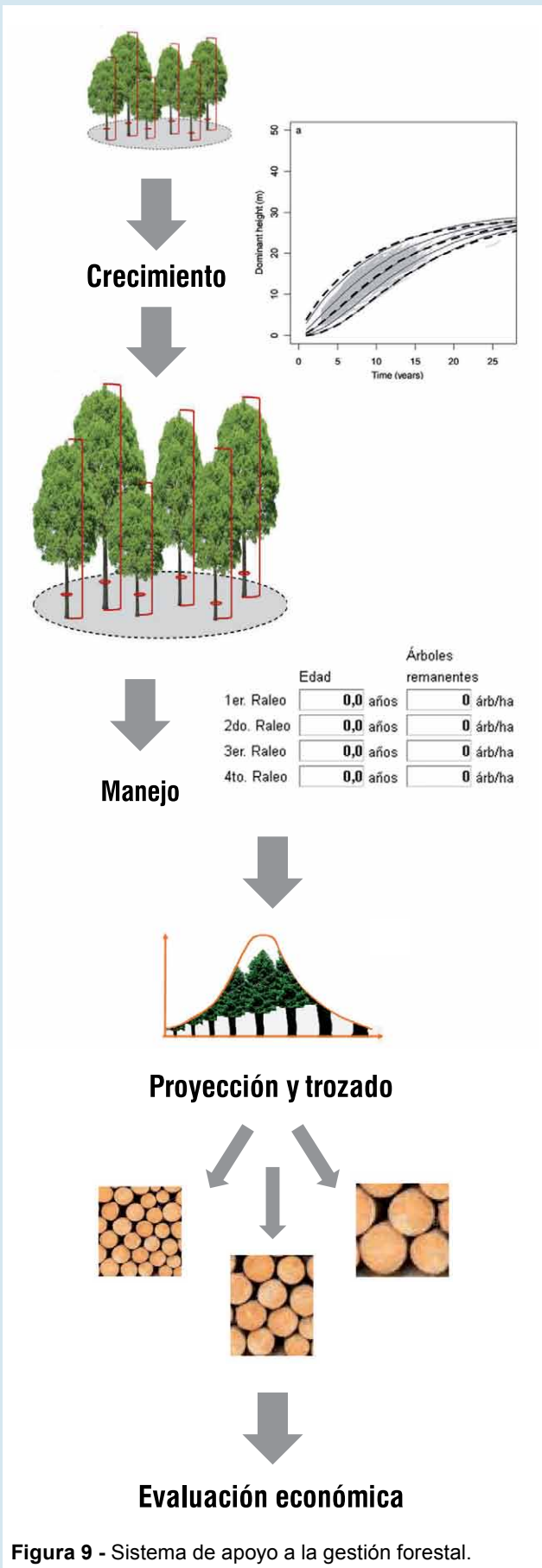


Figura 9 - Sistema de apoyo a la gestión forestal.



Figura 11 - Investigación en bioenergía forestal en los últimos 10 años.

características forestales como diámetro y altura. El producto, un SAG cuyas predicciones mejoraron significativamente para todas las variables forestales además de agregar información útil para las decisiones de manejo.

¿QUÉ OTRAS ACCIONES SE DESTACAN?

En el espacio que le corresponde a INIA definir líneas de trabajo más alejadas de la predominante silvicultura con especies de rápido crecimiento, se deben mencionar la investigación en diversificación de especies forestales, la valoración del monte nativo a través de biomateriales, la evaluación de producción de biomasa

En colaboración con investigadores de la Udelar se ha logrado extraer de una especie forestal nativa un producto químico orgánico que tiene utilidad en la formulación de vacunas.

para fines energéticos y la caracterización de sistemas silvopastoriles. Cada una de ellas tiene características propias, pero se llevan adelante básicamente con la instalación y evaluación de ensayos que cubren distintas alternativas posibles para ser aplicadas en Uruguay. Con una mayor intensidad y fuertemente incentivado por una política pública específica, todos los estudios de biomasa para energía han generado una producción de conocimiento considerable (Figura 11).

Esto nos permite saber cuánta biomasa tiene un árbol en todas sus partes, cuánta biomasa residual queda luego de una cosecha, qué productividad se logra con un adensamiento significativo en el número de árboles por hectárea, qué valor calórico se logra con esas biomasa y recientemente el potencial de estas a la hora de producir biocombustibles y derivados.

Los biomateriales forestales son una gran oportunidad para explorar, bajo la lógica de elaborar productos de alto valor que generalmente se obtienen en menores cantidades si lo comparamos con productos del tipo *commodity*. En colaboración con investigadores de la Udelar se ha logrado extraer de una especie forestal nativa un producto químico orgánico que tiene utilidad en la formulación de vacunas. Parte del desafío es masificar la producción biológica de la planta para lograr un escalado comercialmente atractivo. Este ejemplo ha permitido sensibilizar sobre el enorme potencial que tiene la biología forestal más allá de la producción de madera.



Figura 12 - Biomasa forestal para energía.

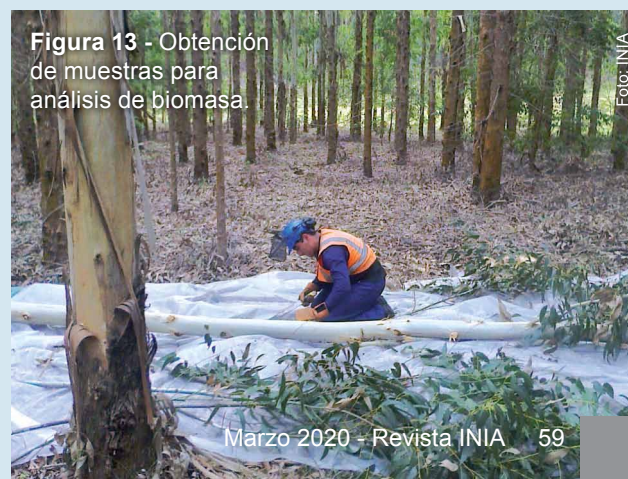


Figura 13 - Obtención de muestras para análisis de biomasa.

Cuadro 1 - Proyectos FPTA en temas forestales.

N° de Proyecto	Título del proyecto FPTA	Institución ejecutora
216	Optimización del crecimiento de una leguminosa nativa con alto potencial forestal (<i>Parapiptadenia rigida</i>) mediante el empleo de microorganismos promotores de su crecimiento.	IIBCE
221	Caracterización de las poblaciones de <i>Botryosphaeria</i> y <i>Mycosphaerella</i> presentes en plantaciones de <i>Eucalyptus</i> en Uruguay, tendiente a minimizar el impacto económico de dichos patógenos sobre la producción forestal.	UdelaR/Facultad de Agronomía
232	Evaluación del impacto de la siembra de <i>Desmanthus</i> spp. en plantaciones comerciales de <i>Eucalyptus</i> spp. sobre la calidad del suelo y su uso potencial en sistemas silvopastoriles en Uruguay.	UdelaR/Facultad de Ciencias
210	Efectos de la actividad forestal sobre los recursos suelos y aguas, en microcuencas similares sometidas a distinto manejo.	UdelaR/Facultad de Ingeniería
293	Determinación de los flujos de energía y vapor de agua en ecosistemas forestales.	UdelaR/ Facultad de Agronomía
300	Producción Ganadera y Forestal: Modelos de Integración Económico Ambiental.	UdelaR/ Facultad de Agronomía
306	PUENMD Diseño de puentes realizados con madera de procedencia local para el paso de vehículos pesados en el sector agrícola y forestal.	UdelaR/Facultad de Ingeniería
311	Evaluación de la sustentabilidad de los sistemas productivos silvo-pastoriles y sistemas forestales existentes en el país y su relación con la producción de bovinos de carne.	UdelaR/ Facultad de Veterinaria
332	Evaluación del impacto económico de <i>Teratosphaeria nubilosa</i> en las plantaciones de <i>Eucalyptus globulus</i> en Uruguay	Comisión Coordinadora del Interior CCI

Por último, se han hecho esfuerzos con capacidades propias en caracterizar los sistemas silvopastoriles existentes y evaluar variantes y desarrollos en función de factores como comercialización forestal y sistema ganadero predominante. Para esta misma edición de la revista se redactó un artículo específico sobre el alcance de los trabajos realizados en el tema (Sistemas de producción silvopastoriles: cuando 1 + 1 es igual a 3; pág. 61).

¿CÓMO ENRIQUECEMOS LA CARTERA DE PROYECTOS FORESTALES?

El Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria (FPTA) es un instrumento establecido en la Ley INIA por el cual busca financiar proyectos especiales de investigación tecnológica relativos al sector agropecuario, no previstos en los planes del Instituto. La temática forestal no es ajena al instrumento de financiación, por el contrario, este ha abordado una diversidad de temas que van desde investigaciones en ciencias biológicas hasta el desarrollo de tecnologías para la ingeniería en madera. El cuadro 1 muestra lo estudiado por distintos equipos científicos que, en definitiva, complementan y enriquecen la cartera de proyectos forestales.

¿CUÁLES SON LAS PERSPECTIVAS EN EL FUTURO INMEDIATO?

Los ejemplos en sanidad forestal y en el desarrollo de modelos de crecimiento han demostrado la enorme fortaleza que genera el trabajo conjunto del sector privado, el sector público y la academia. Esta metodología o alcance también denominado de “triple hélice” ha consolidado un nuevo nivel de cooperación al que hoy llamamos Consorcio para la Investigación y la Innovación

Forestal. Desde hace un año la SPF, el LATU e INIA evalúan, priorizan y ejecutan conjuntamente, líneas de trabajo estratégicas y de mutua incumbencia. Entre ellas, se destacan la sanidad forestal y la sostenibilidad ambiental dada la transversalidad de los temas y la sensibilidad que actualmente adquieren todos los aspectos entorno a un sistema de producción.

A escala más regional, cabe identificar el trabajo que se busca promover en el Campus Interinstitucional de Tacuarembó, sede en la cual INIA tiene radicado todo su equipo de trabajo y donde la UdelaR cuenta tanto con capacidades docentes como oferta curricular específica a través de la carrera de Ingeniería Forestal. Aquí se potencia la estrecha interacción en toda la cadena de formación de recursos humanos, desde las bases curriculares hasta la participación y ejecución de proyectos de I+D tanto a nivel nacional e internacional.

La visibilidad internacional del Programa Forestal no solo se ha consolidado por sus publicaciones científicas. También se ha destacado por la membresía y activa participación en IUFRO (Unión Internacional de Institutos de Investigación Forestal): un escenario estratégico en la vinculación con pares y expertos en ciencias forestales.

Todo apunta a que el sector forestal se consolide, que los aspectos a investigar o abordar se complejicen incluyendo temas de otras disciplinas y que este proceso concluya en el enriquecimiento de una cultura forestal propia de Uruguay. En este escenario, el Programa de Investigación Forestal de INIA pretende jugar un rol protagónico con todos aquellos que quieran sumarse.