

DOCUMENTO DEL BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO
FONDO MULTILATERAL DE INVERSIONES

URUGUAY

**ESTABLECIMIENTO DEL PRIMER LABORATORIO DE AGRICULTURA ABIERTA
PARA UN SECTOR FORESTAL CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTE
EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE**

(UR-T1218)

MEMORANDO DE DONANTES

Este documento fue preparado por el equipo de proyecto integrado por: Ana Castillo Leska (DIS/CUR) y Fausto Castillo (DIS/CHO) colíderes de equipo; Alejandro Pardo (LAB/STI), Rafael Anta (IFD/CTI), Pablo Angelelli (CTI/CUR); Héctor Valdes Conroy (CSD/RND); Hernando Hintze (RND/CUR); Nicolas Rezzano (WSA/CUR); Santiago Cat (INO/SMC); Elena Píriz (DIS/CUR); Virginia Queijo (CSC/CUR); Federica Gómez Decker (INT/CUR); Lucas Figal Garone (DSP/DVF), y Juan Pedeflous (GCL/GCL)

El presente documento contiene información confidencial comprendida en una o más de las diez excepciones de la Política de Acceso a Información e inicialmente se considerará confidencial y estará disponible solo para personas dentro del banco. Se divulgará y pondrá a disposición del público una vez aprobado.

ÍNDICE

INFORMACIÓN DEL PROYECTO

I.	EL PROBLEMA.....	3
A.	Descripción del Problema.....	3
II.	LA PROPUESTA DE INNOVACIÓN	6
A.	Descripción del Proyecto	6
B.	Resultados, Medición, Monitoreo y Evaluación del Proyecto.	12
III.	ALINEACIÓN CON EL GRUPO BID, ESCALABILIDAD, Y RIESGOS DEL PROYECTO	13
A.	Alineación con el Grupo BID	13
B.	Escalabilidad.....	15
C.	Riesgos del Proyecto e Institucionales	15
IV.	INSTRUMENTO Y PROPUESTA DE PRESUPUESTO	16
V.	AGENCIA EJECUTORA (AE) Y ESTRUCTURA DE IMPLEMENTACIÓN.....	16
A.	Descripción de la Agencia Ejecutora.....	16
B.	Estructura y Mecanismo de Implementación	17
VI.	CUMPLIMIENTO CON HITOS Y ARREGLOS FIDUCIARIOS ESPECIALES	18
VII.	PROPIEDAD INTELECTUAL.....	18

Resumen de Proyecto

ESTABLECIMIENTO DEL PRIMER LABORATORIO DE AGRICULTURA ABIERTA PARA UN SECTOR FORESTAL CLIMATICAMENTE INTELIGENTE EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE (UR-T1218)

Resumen del Proyecto

El sector forestal es estratégico para Uruguay, tanto como parte de su modelo de crecimiento económico agroexportador, como para el cumplimiento de sus compromisos asumidos de reducción de emisiones de gases de efectos invernadero (GEI) en el marco del Acuerdo de París y su Programa Nacional de Cambio Climático Uruguay es uno de los países más competitivos de la región para el desarrollo forestal. En los últimos 30 años el país alcanzó el millón de hectáreas de bosque implantado, y un desarrollo industrial dirigido al mercado externo. El sector representaba en 2018, el 3,8% del PIB, un 17,5% del total de exportación de bienes y 25,000 empleos directos e indirectos. Esta expansión de la superficie forestal ha posicionado al país como referencia en respuesta al cambio climático, habiendo adquirido en el marco de la COP21 un compromiso de expansión de 300,000 hectáreas para los próximos 15 años.

A pesar de dicha importancia estratégica, el desarrollo de tecnología y conocimiento en algunas disciplinas, como el de la fisiología forestal y su interacción con el clima para la optimización de los efectos de almacenamiento y fijación de CO₂ y la productividad es aún incipiente, lo que trae consecuencias negativas a la hora de seleccionar materiales genéticos para las nuevas plantaciones. Viveristas, productores y asesores técnicos carecen de información sobre las características genéticas de los diversos materiales en términos de su capacidad de captura de carbono, la resiliencia a la variabilidad climática, la eficiencia en el uso de insumos o su vigor.

La propia dinámica que impone la velocidad en que la producción debe responder a factores relacionados con el cambio climático, hace más que necesario la generación de mecanismos ágiles que permitan una evaluación permanente y costo/efectiva de los materiales genéticos, lo que es una preocupación del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), la academia y el sector privado.

Hoy existen nuevas soluciones que, combinando conocimiento en tecnologías digitales y ciencias de la vida, pueden maximizar el balance de CO₂ fijado por hectárea, reducir y/o levantar los problemas de adaptación al cambio climático, productividad y de generación de conocimiento científico que enfrenta la producción forestal en Uruguay.

En nuestro proceso de “descubrimiento” encontramos que la iniciativa Agricultura Abierta (Open Ag Initiative en inglés) del MIT Media Lab, un laboratorio del que el Grupo BID es miembro, ha desarrollado una tecnología de cultivo de ambiente controlado, que permite simular condiciones climáticas, automatizar la administración de diferentes insumos, y observar y medir la respuesta de las plantas a diferentes estímulos, a partir de los datos generados por diferentes tipos de sensores y analizados con algoritmos de *machine learning*.

Los recursos del BID Lab serán empleados en financiar la transferencia de conocimiento desde el MIT Media Lab al INIA y sus aliados en esta operación, para no sólo instalar la tecnología sino para generar las capacidades locales para operarla, codesarrollar soluciones con el sector privado para resolver problemas asociados al cambio climático y productividad y poder, luego, escalarla.

Si bien las tecnologías de cultivo de ambiente controlado no son nuevas, las que desarrolla el MIT Media Lab, conocidas como Food Computer, Food Server y Tree Computer, tienen como factor diferencial que son las únicas que se desarrollan bajo un enfoque de código abierto y una vocación de escalamiento, en beneficio de iniciativas distribuidas y que pueden colaborar en red, en un ámbito en el que el resto de las soluciones que existen son “propietarias” y cerradas.

El enfoque de código abierto presenta un enorme potencial para la adopción y aprovechamiento de esa tecnología de cultivo de ambiente controlado, y lo convierte en una tecnología de *plataforma* porque su *hardware* y *software* pueden ser adaptados para atender nuevas necesidades y

desafíos, en diferentes contextos climáticos y de especies. El INIA permite a su vez transferir estos conocimientos a las prácticas de producción de las empresas forestales del país y extender sus beneficios a través de la red de institutos de investigación agropecuaria de América Latina y el Caribe.

El objetivo del proyecto es transferir a Uruguay la tecnología desarrollada por el Open Ag, estableciendo el primer laboratorio espejo (al existente en Boston, Massachusetts) en América Latina y el Caribe. Este laboratorio, que se focalizará inicialmente en el sector forestal, permitirá realizar una selección de materiales genéticos que sean altamente efectivos en términos de mitigación y adaptación al cambio climático y realicen un uso más eficiente de los recursos naturales.

Se espera que esta tecnología logre un incremento de la productividad del 15% en bosques forestales y un aumento del 10% en la eficiencia de producción de viveros a través de la selección de materiales más resilientes al cambio climático y una fijación acumulada de 4.3 Millones de toneladas de CO₂.

ANEXOS

ANEXO I	Matriz de Resultados
ANEXO II	Presupuesto Resumido
ANEXO III	i Delta

APÉNDICES

Proyecto de Resolución

INFORMACIÓN DISPONIBLE EN LA SECCIÓN DE DOCUMENTOS TÉCNICOS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN DE PROYECTOS BID LAB

ANEXO IV	Presupuesto Detallado
ANEXO V	Informes de Avance (PSR) y Cumplimiento con Hitos y Acuerdos Fiduciarios

SIGLAS Y ABREVIATURAS

ALC	América Latina y el Caribe
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BID Lab	Fondo Multilateral de Inversiones, laboratorio de innovación del Grupo BID
DNA	Diagnóstico de las Necesidades de la Agencia Ejecutora
INIA	Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
I+D	Investigación y Desarrollo
IoT	Internet de las Cosas
LATU	Laboratorio Tecnológico del Uruguay
Machine Learning	Aprendizaje automático
MIT	Massachussets Institute of Technology
Open Ag	Iniciativa Open Agriculture del MIT Media Lab
PAD	Plan de Acción Digital
PSR	Project Status Report
SPF	Sociedad de Productores Forestales
TICs	Tecnologías de la Información y Comunicación
UDELAR	Universidad de la República

RESUMEN EJECUTIVO

ESTABLECIMIENTO DEL PRIMER LABORATORIO DE AGRICULTURA ABIERTA PARA UN SECTOR FORESTAL CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTE EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE UR-T1218

País y ubicación geográfica:	Tacuarembó, Uruguay.		
Agencia Ejecutora:	Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA).		
Área de Enfoque:	Agricultura Climáticamente Inteligente al utilizar tecnologías innovadoras para mejorar la productividad y fortalecer la resiliencia de los productores forestales al cambio climático y a la optimización de modelos de aprovechamiento del capital natural.		
Coordinación con otros donantes/ Operaciones del Banco:	Este proyecto ha sido coordinado con las Divisiones de Competitividad, Tecnología e Innovación (CTI), Ambiente, Desarrollo Rural y Administración de Riesgos por Desastres (RND), Agua y Saneamiento (WSA), Integración y Comercio (INT) y BID Invest; también se ha contado con los esfuerzos del Plan de Acción Digital (PAD) de Uruguay.		
Beneficiarios del Proyecto:	<p>El programa contribuye al cumplimiento de los objetivos de los compromisos de reducción de emisiones de gases de efectos invernadero (NDC) de Uruguay con una potencial de fijación de carbono que se estima en 4.3 millones de toneladas.</p> <p>El proyecto beneficiará directamente a 300 productores forestales y viveristas que serán menos vulnerables a la variabilidad y cambio climático y podrán tener mayor potencial de productividad.</p> <p>Asimismo, el proyecto contribuirá en la generación de nuevas capacidades en al menos 200 estudiantes y profesionales de las diferentes ingenierías (electrónica, sistemas, agronomía, ambiental, entre otras).</p> <p>También se beneficiará al INIA y a las Facultades de Agronomía e Ingeniería y el Centro Universitario Tecnológico de Tacuarembó de la Universidad de la República y el Consorcio Forestal integrado por INIA-SPF y LATU como consecuencia del intercambio de conocimiento y transferencia tecnológica con un centro científico de excelencia como el MIT Media Lab.</p>		
Financiamiento:	Cooperación Técnica:	US\$ 1.300.000	
	TOTAL, CONTRIBUCION BID Lab:	US\$ 1.300.000	49%
	Contraparte:	US\$ 618.712*	23%
	Cofinanciamiento (empresas)	US\$ 729.100	28%
	PRESUPUESTO TOTAL	US\$ 2.647.812	100%
	* Monto referente a la contraparte del INIA. El proyecto también cuenta con fondos del MIT Media Lab, correspondiente a gastos en I+D, tiempo de parte del personal, y utilización de facilidades del MIT, que no se están cobrando en el contexto del proyecto.		
Periodo de Ejecución y Desembolso:	36 meses para ejecución y desembolsos.		

Condiciones contractuales especiales:	<p><u>Condiciones para el primer desembolso:</u> (i) conformación del Comité Directivo, según se detalla más adelante, y (ii) la suscripción por el BID Lab, el INIA y el MIT Media Lab de un acuerdo (memorándum de entendimiento o documento similar) estableciendo las prestaciones que cada uno deberá cumplir a los efectos del Proyecto. Todos los pagos serán efectuados por el BID Lab directamente al MIT Media Lab; como cooperación técnica. El Ejecutor no recibirá sumas de dinero de parte de BID Lab, sino las prestaciones que serán proporcionadas por MIT Media Lab.</p> <p><u>Condiciones para los demás desembolsos:</u> que la Agencia Ejecutora haya prestado su conformidad con las prestaciones recibidas de parte del MIT Media Lab.</p>
Revisión de Impacto Medio Ambiental y Social:	<p>Esta operación ha clasificada de acuerdo con los requerimientos de la Política de Medio Ambiente y Cumplimiento de Salvaguardias del BID (OP-703), con fecha 17 de junio de 2019 obteniendo una clasificación de C, riesgo bajo.</p>
Unidad Responsable de los Desembolsos	<p>COF/CUR</p>

I. El Problema

A. Descripción del Problema

- 1.1. **Uruguay país forestal.** El sector forestal es estratégico para Uruguay, tanto como parte de su modelo de crecimiento económico agroexportador, como para el cumplimiento de sus compromisos asumidos de reducción de emisiones de gases de efectos invernadero (GEI) en el marco del Acuerdo de París y su Programa Nacional de Cambio Climático. Uruguay es uno de los países más competitivos en la región para el desarrollo forestal, por la calidad de sus suelos, su clima moderado y recursos hídricos abundantes. Los recursos naturales, sumados a los incentivos tributarios de la Ley Forestal¹ lograron que, en 30 años, el país alcanzará el millón de hectáreas de bosques implantadas (un 6% aproximadamente de la superficie total). Las plantaciones se localizan en áreas de bajo índice de productividad agropecuaria, con cierta concentración en las zonas centro norte, litoral oeste y sureste del país. Esta expansión de la superficie forestal ha posicionado al país como referencia en respuesta al cambio climático, habiendo adquirido en el marco de la COP21 un compromiso de expansión de 300,000 hectáreas para los próximos 15 años².
- 1.2. La cadena forestal está integrada por 1750 empresas, 93% de ellas: micro y pequeñas, generando entre empleos directos e indirectos más de 25.000 puestos de trabajo³). De este conjunto de empresas, aproximadamente 300 se dedican a la actividad primaria y a la producción en viveros, y sus intereses están representados a través de la Sociedad de Productores Forestales del Uruguay (SPF).
- 1.3. El sector se caracteriza por su uso intensivo en tecnología aplicada a la producción forestal y productos de madera, y al igual que el resto de la agricultura es muy dependiente del clima, especialmente sequías, inundaciones, vientos fuertes, olas de calor, heladas tardías, y por lo tanto vulnerable al cambio climático
- 1.4. En paralelo al crecimiento que ha tenido la producción primaria forestal, se ha desarrollado una infraestructura industrial, a través de la instalación de dos plantas de celulosa de capitales extranjeros, y una tercera planta en proceso de instalación. En el 2018, el sector representaba el 3.8% del PIB y sus exportaciones representaron el 17,5% del total de exportaciones de bienes del país (CPA Ferrere, 2018)⁴.
- 1.5. El sector forestal ha presentado un alto dinamismo en la última década, exhibiendo una tasa anual de crecimiento del 7,8% entre 2002-2016 (Uruguay XXI, 2018). Las exportaciones del sector han acompañado ese proceso, que estuvo asociado a la instalación de las plantas de celulosa, lo que permitió un importante agregado de valor, y un salto en las exportaciones del sector a partir del 2008, con la instalación de la primera planta y en el 2013, con la instalación de la segunda planta. En 2018, se exportaron más

¹ [Ley Forestal No. 15939 – Fondo Forestal](#)

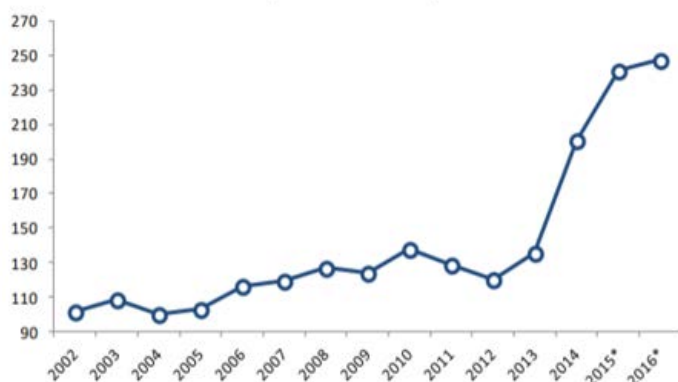
² Segundo Informe Bienal de Actualización a la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático - Uruguay 2017

³ “Contribución de la cadena forestal a la economía uruguaya”, 2018. CPA Ferrere

⁴ “Contribución de la cadena forestal a la economía uruguaya”, 2018. CPA Ferrere.

de US\$ 2 mil millones, cifra levemente superior al que históricamente fuera el principal rubro de exportación: la ganadería.

Gráfico 1 - PIB SILVICULTURA (Índice 2004=100)



Fuente: Uruguay XXI, 2008, en base a datos del Banco Central del Uruguay.

- 1.6. El ciclo de vida de una planta de Eucalyptus con destino a celulosa es de 10 años. Las empresas más avanzadas en tecnología y en mejora genética optan por una vez que talan, replantar el bosque luego de los 10 años. Los productores pequeños suelen preferir en sus técnicas de manejo, luego de talado, dejar que la planta rebrote.
- 1.7. Lo anterior determina que anualmente se plantan y se replantan unas 60.000 a 80,000 hectáreas de bosques. Esta área se incrementará a unas 100,000 hectáreas con la instalación de la tercera planta de celulosa. Esto determinaría una demanda anual potencial de 150 millones de plantines al año, por un valor de US\$ 35 millones de dólares.
- 1.8. Los actores principales en la generación y validación de conocimiento en el sector forestal son el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), a través de su Programa de Investigación Forestal, la Universidad de la República, a través de su Facultad de Agronomía y la Sede Universitaria de Tacuarembó, el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) en la fase industrial, y la I+D desarrollada por las empresas más grandes.
- 1.9. **Sector forestal y el cambio climático.** Desde el punto de vista de mitigación, el sector forestal es un sector clave en el marco de los compromisos de cambios de usos del suelo especificados en sus compromisos de contribución nacional a la reducción de gases de efecto invernadero (NDC). Desde el punto de vista de adaptación, el sector es a su vez altamente vulnerable al cambio climático con ecosistemas frágiles y propensos a eventos climáticos extremos, tales como sequía, inundaciones y olas de frío y calor, lluvias fuertes y tormentas severas. De acuerdo con los escenarios climáticos de los próximos 50 años, es probable que el país enfrente un aumento de la temperatura, aproximadamente 0,5 grados centígrados en 2020 y hasta 2.25 grados centígrado sen el 2050. Las lluvias continuarán su tendencia creciente, aunque a una tasa menor que la observada Los eventos extremos (lluvias y vientos intensos, tormentas y granizadas de gran intensidad_ continuarán en aumento. De acuerdo con las predicciones realizadas a escala global y

regional, es esperable también un aumento de estos fenómenos tanto en cantidad (frecuencia) como en severidad (intensidad) ⁵.

- 1.10. Según el Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático (2016), que funciona en la órbita del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, Uruguay sufre hoy fuertemente las consecuencias de la variabilidad climática. El país, que se caracterizaba por tener una distribución homogénea de las lluvias a lo largo del año (1200-1400 mm) y un clima templado, ha experimentado cambios importantes en los últimos años en los patrones climáticos. Por ejemplo, en el año 2014 sólo en diez días durante el mes de enero llovieron más de 400 mm (Fuente: Instituto Nacional de Meteorología) y las temperaturas en el 2018 superaron en más de 4 grados las medias históricas, desde noviembre a abril, sumado a importantes déficits hídricos. Estos cambios afectan a la producción agropecuaria y forestal, así como genera vulnerabilidades en la población cuyos ingresos dependen directa o indirectamente de la producción agrícola.
- 1.11. **Falta de información oportuna para la toma de decisiones.** A pesar de la importancia económica que tiene el sector forestal, el desarrollo de conocimiento en algunas disciplinas es aún incipiente comparado con otros sectores como la agricultura extensiva, la ganadería o lechería especialmente en lo que se refiere a fisiología forestal y su interacción con el clima y la productividad, lo que trae consecuencias negativas a la hora de tomar decisiones para la selección de clones para las nuevas plantaciones. Esto se relaciona también al hecho de la fuerte variabilidad climática en Uruguay, donde es muy difícil representar los procesos que ocurren en la realidad.
- 1.12. Esto impacta directamente en la productividad de los bosques. La brecha de productividad está en un 25 a 30% por debajo tanto del potencial productivo como del potencial de captura de carbono. Mientras que el rendimiento potencial de una hectárea de Eucalyptus por año, en los países líderes productores, se sitúa en 42 a 45 m³, en Uruguay las empresas líderes producen 25 a 32 m³/ha/año y el promedio del sector se ubica en 25 a 30 m³/ha/año (Fuente: elaboración propia en base a consultas con los técnicos del sector, 2019). El balance final neto de CO₂ fijado por hectárea se estima en 42,38 t para el Eucalyptus, 24,04 t para el pino y 39,88 t para el álamo.
- 1.13. Viveristas, productores y asesores técnicos carecen de información adecuada sobre las características de los diferentes materiales genéticos en términos de su capacidad de fijación de carbono y su resiliencia a la variabilidad climática (resistencia a heladas, altas temperaturas, excesos o déficits hídricos), eficiencia en el uso de los insumos o vigor.
- 1.14. El costo de generar información validada, dado los ciclos largos de producción y la tecnología disponible, hace que muchas decisiones en el proceso productivo se realicen en base a la intuición de los técnicos (en base a información externa y observaciones). Esto determina que en muchos casos no se logre enviar a campo materiales genéticos con superioridad verificada en términos de adaptación al sitio y potencial productivo, con la consecuente pérdida de productividad que esto puede determinar a largo plazo.
- 1.15. La propia dinámica impuesta por la velocidad que la producción debe responder a los incentivos para el cambio en el uso del suelo y al cambio climático hace más que necesario la generación de mecanismos ágiles que permitan una evaluación permanente y costo/efectiva de los materiales genéticos.

⁵ [Uruguay: el cambio climático aquí y ahora. PNUD, 2007.](#)

1.16. Las dificultades mencionadas se deben entre otras causas a:

- i) La investigación en selección de clones toma al menos 10 años hasta que se dispone de información suficientes para que éstos pasen a la fase comercial. Los tiempos del sector privado productivo no son compatibles con la obtención de resultados provenientes de la investigación.
- ii) Actualmente, la generación de conocimiento en fisiología forestal se hace en condiciones ambientales no del todo controladas y los datos son recolectados y analizados en forma manual y tradicional. Esto determina que los resultados de la investigación tengan bajo grado de replicabilidad y por ende un bajo grado de confianza de parte de viveristas, productores y asesores técnicos. El país carece de inversiones en tecnologías de vanguardia que puedan generar ambientes de clima controlados y recolección automática de datos.
- iii) Los métodos de investigación actual en forestación no están orientados a soluciones específicas y carecen de un enfoque multidisciplinario. Participan mayoritariamente profesionales con formación en agronomía, ingeniería forestal o biología, que carecen de los conocimientos en disciplinas clave como robótica y ciencia de datos, y otras disciplinas vinculadas a la cuarta revolución industrial.

1.17. La nueva realidad productiva, donde la variabilidad climática será una constante, requiere que la toma de decisiones se base cada vez menos en prueba y error, sino en resultados confiables sobre las características de los materiales y sus comportamientos frente al clima

1.18. Es decir, el sector forestal se encuentra en una falla de coordinación entre la demanda de información del sector privado y la oferta de soluciones desde el sistema de investigación, lo que termina impactando en el potencial productivo del sector y en la capacidad de adaptarse a la variabilidad climática, generando una mayor vulnerabilidad en los productores y trabajadores de la producción forestal.

II. La Propuesta de Innovación

A. Descripción del Proyecto

- 2.1. El INIA en su mandato de atender las necesidades de información y conocimiento del sector agropecuario, y específicamente del forestal, ve un fuerte potencial en las soluciones provenientes de la cuarta revolución industrial, que, combinando el conocimiento de tecnologías digitales y ciencias de la vida, pueden ser viables para mejorar la adaptación de la agricultura al cambio climático y reducir los problemas de sostenibilidad y productividad. INIA es una de las instituciones líderes en la región en investigación agropecuaria y forestal, junto con EMBRAPA, INTA, INIA-Chile e INFOR.
- 2.2. En el proceso de “descubrimiento” se encontró que el MIT Media Lab, del cual el grupo BID es miembro⁶, acumula en la *Open Agriculture Initiative* – en español iniciativa de Agricultura Abierta – 5 años de investigación y desarrollo en tecnologías de cultivo con ambientes de clima controlado, bajo un enfoque de *código abierto*, que permiten

⁶ [Listado](#) de compañías miembros, entre las que se encuentra Panasonic Corporation, Hyundai, Samsung Electronics, Toshiba, 21st Century Fox, Ford, IBM, Google, General Electric, NEC Corporation, Novartis, PepsiCo, Twitter, The Lego Group, Twitter, Salesforce, GlaxoSmithKline, Hondar Research Institute, etc.

acelerar la investigación científica para mejorar la adaptación y mitigación del cambio climático y maximizar la producción agrícola sostenible.

- 2.3. El enfoque de código abierto presenta un enorme potencial para la adopción y aprovechamiento de esa tecnología de cultivo, y lo convierte en una tecnología de “plataforma” porque su hardware y software pueden ser adaptados para atender nuevas necesidades y desafíos, en diferentes contextos climáticos y de especies⁷.
- 2.4. El Open Ag ha investigado, desarrollado y testeado soluciones entre las que se encuentran el Food Server y el Food Computer, y el codesarrollo realizado junto al grupo italiano Ferrero Rocher denominado “Tree Computer”.

Ferrero Rocher había tenido pérdidas significativas en su producción de avellanas en los últimos 10 años, debido a heladas tardías y tormentas de granizo que han desbastado su producción en Turquía, donde la empresa tenía gran parte de sus plantaciones. Esto los llevó a codesarrollar un primer prototipo para la selección de cultivares que se adaptaran a las condiciones climáticas de otras regiones, para reducir la vulnerabilidad de la compañía a eventos climáticos. Es así como evaluaron cultivares aptos para Norteamérica, así como la búsqueda de otros territorios óptimos para la producción, basados en las simulaciones de clima realizadas con el “Tree Computer”.

- 2.5. A través de esta plataforma de hardware y software dentro de un contenedor con ambiente controlado monitorea y analiza las respuestas de las plantas a diferentes estímulos. Concretamente se pueden analizar como responden al estrés, la salud y productividad de las plantas a variables como la duración e intensidad de luz, temperatura ambiente y del suelo, humedad, ph, niveles de CO², disponibilidad de agua y nutrientes, entre otras.
- 2.6. En resumen, esta tecnología, mediante condiciones controladas, permite simular condiciones climáticas y administrar diferentes insumos (agua, fertilizantes, hormonas, agroquímicos, etc.) y observar y medir las respuestas de las plantas a diferentes estímulos. Los sensores habilitan la recolección de datos, que luego permiten analizar, simular y construir modelos predictivos basados en algoritmos de *machine learning*. Todo este esfuerzo de investigación y desarrollo aplica criterios de código y datos abiertos, para promover el intercambio de conocimiento y la cocreación de soluciones que respondan a diferentes desafíos⁸

⁷ Las tecnologías de cultivo de ambiente controlado no son nuevas pero las que desarrolla el MIT Media Lab, conocidas como Food Computer, Food Server y Tree Computer, son las únicas que se desarrollan bajo un enfoque de código abierto y una vocación de escalamiento, en beneficio de iniciativas distribuidas y que pueden colaborar en red, en un ámbito en el que el resto de las soluciones que existen son “propietarias” y cerradas. Ejemplo Cannon

⁸ [Ver la Comunidad del MIT Open Agriculture](#): / y el [Open Phenome Project](#)

Figura 1 – Imagen del Food Server, dispositivo de clima controlado para la producción y la recolección de data mediante sensores y visión artificial.



- 2.7. Esta tecnología representa una plataforma adaptable para responder a las necesidades del sector forestal en Uruguay, codesarrollando nuevas soluciones y apalancando el conocimiento de un equipo multidisciplinario en Uruguay, conformado por equipos de las empresas, la academia y el sector de investigación, tanto en el área de tecnologías digitales como en ciencias de la vida.
- 2.8. La solución propuesta tiene por propósito establecer el primer laboratorio espejo de la iniciativa Open Ag en América Latina y el Caribe, que sirva de plataforma para el codesarrollo de soluciones a los problemas de adaptación y mitigación del cambio climático y productividad que enfrenta el sector agropecuario y forestal en la región.
- 2.9. El fin del proyecto es incrementar la productividad y la resiliencia al cambio climático de los cultivares de Eucalyptus en Uruguay. El objetivo es transferir a Uruguay la tecnología y conocimiento desarrollado por el Open Ag, estableciendo un laboratorio espejo (inicialmente focalizado en el sector forestal). que le permita realizar una selección de materiales genéticos que sean resilientes al cambio climático, y realicen un uso más eficiente de los diversos insumos y, por ende, aumenten su productividad.
- 2.10. A los efectos del logro de los objetivos del Proyecto, el equipo del MIT Open Ag realizará una transferencia de conocimiento de la plataforma “Tree Computer” en favor de INIA y sus aliados locales, que permitan la creación de capacidades locales, para poder construir, adaptar y operar este tipo de infraestructura, así como trabajar con nuevas metodologías y habilidades para el codesarrollo de soluciones que atiendan a los problemas del sector privado agropecuario y forestal,
- 2.11. Inicialmente se realizará una “prueba de concepto” que tiene por objetivo validar que la tecnología que se ha utilizado para avellanas es viable para el uso en variedades de Eucalyptus. Luego vendría la fase de transferencia de conocimiento, para dotar a

- Uruguay de un laboratorio y la capacidad técnica en INIA y sus aliados en la academia, de construir, adaptar, operar y escalar la tecnología, que le permita analizar la respuesta de las diferentes variedades a los distintos climas. Se identificarán, junto al sector privado, problemas relacionado a la productividad, capacidad de fijación de carbono, sustentabilidad y resiliencia al cambio climático, y se utilizará la plataforma “Tree Computer” y/o sus adaptaciones para solucionar dichos problemas en forma conjunta.
- 2.12. Los recursos de este proyecto financiarán el coste de la transferencia tecnológica del “Tree Computer” desde la Iniciativa de Agricultura Abierta al INIA, formalizado en un acuerdo entre BID Lab, MIT Media Lab y el INIA, donde se establecerán los compromisos y obligaciones de cada una de las partes. Los fondos del BID Lab cubrirán en su mayoría los costos del MIT Media Lab asociados con esta transferencia. MIT Lab también contribuirá al proyecto con montos en especie, referentes a gastos de I+D, utilización de sus laboratorios, así como el tiempo de parte de su personal, que no se estarán cobrando al BID Lab/INIA.
 - 2.13. **Mitigación y adaptación al cambio climático.** El proyecto promoverá la adopción de variedades biogenéticas forestales de alta productividad y capacidad para la fijación de carbono, fortaleciendo las capacidades del país para cumplir con sus compromisos de reducción de emisiones. A su vez, el proyecto promoverá la incorporación de innovaciones digitales y de ciencia de datos de última generación para resolver los problemas de adaptación al cambio climático y productividad sostenible. La actividad agrícola, incluida la forestal, es altamente dependiente de las condiciones climáticas, esta intervención pretende generar acciones adaptativas que respondan a los cambios y se adapten a sus efectos, reduciendo así la vulnerabilidad de la población cuyos ingresos dependen directa e indirectamente de la actividad forestal y que en Uruguay superan las 25.000 personas.
 - 2.14. **Innovación.** El diferencial innovador de esta propuesta radica en la incorporación y validación de tecnologías disruptivas para solucionar problemas productivos, y de esta forma avanzar en la generación de conocimiento agrícola en Uruguay.
 - 2.15. La convergencia de tecnologías digitales como la ciencia de datos (*machine learning*) y ciencias de la vida aún es muy incipiente de nuestra región, y no se conocen antecedentes de uso en el proceso de investigación aplicada en agricultura. El uso de estas tecnologías abre muchas posibilidades de análisis de datos de forma no convencional y de realizar predicciones sobre el comportamiento futuro o selección de mejores áreas para desarrollar plantaciones.
 - 2.16. Por otro lado, esta experiencia permitirá la incorporación de nuevas técnicas y metodologías para la resolución de problemas con el sector productivo privado, fortaleciendo de esta forma los lazos dentro del ecosistema de innovación, a través de la vinculación de centros de I+D con el sector productivo.
 - 2.17. Se trata, a su vez, de una tecnología de plataforma que es super relevante para explicar el gran potencial de esta intervención. Si bien inicialmente su aplicación será en Uruguay y en el cultivo de Eucalyptus, luego se podrá aplicar para resolver problemas en otros sectores, cultivos y la posibilidad de aprender a construir, operar y modificar esta “plataforma” para simular condiciones climáticas y de uso de insumos, es sin duda alguna de gran potencial para la región.
 - 2.18. A diferencia de otras tecnologías, el espíritu del Open Ag se basa en compartir información, ya que todo lo que se hace es “código abierto”, y esto es atractivo a

muchas personas de diferentes partes del mundo, lo que permitirá “expandir el conocimiento” generado en Uruguay.

- 2.19. **Adicionalidad del BID Lab.** El financiamiento proveniente del BID Lab viabilizará la transferencia de una solución innovadora, con características de bien público y orientada a la obtención de externalidades ambientales positivas, que está dirigida a un problema real que enfrentan los productores y viveristas forestales, así como la creación de capacidades locales en el sistema de investigación, academia y sector privado. A su vez, el BID Lab habrá utilizado su red de conexiones globales para cocrear soluciones de vanguardia para resolver problemas de la región. Su impacto puede ser desproporcional en término de nuevas formas de adaptación y mitigación al cambio climático. La participación del BID Lab y otros actores del Grupo BID, y sus vínculos tanto con el sector público como privado en América Latina y el Caribe, garantizan un fuerte potencial de poder regionalizarlo e incrementar la escala de esta operación.

Componente I: Prueba de concepto (BID Lab: US\$ 216.667; Contrapartida Local: US\$ 51.600)

- 2.20. El objetivo de este componente es realizar una nueva iteración, a partir del “Tree computer” desarrollado por el Open Ag para evaluar la adaptación a diferentes climas cultivares de avellanas, para que pueda ser utilizado en procesos de plantación de Eucalyptus.
- 2.21. Para esto, será necesario el desarrollo de un prototipo funcional para Eucalyptus, que permita medir aquellas variables relacionadas a los efectos de adaptación y mitigación del cambio climático. Esto requiere, ser complementado, con el diseño, implementación y evaluación de una serie de experimentos sencillos – ejemplo respuesta a condiciones de sequías/heladas/temperaturas extremas – tanto en el laboratorio como en el campo para determinar si existen las mismas respuestas (correlación) en ambos ambientes.
- 2.22. Esto se hará combinando el “expertise” del equipo del Open Ag y de las contrapartes en Uruguay, que se formarán in situ (en los laboratorios en Boston), para poder liderar las etapas siguientes tanto en aspectos vinculados a la construcción, tecnologías digitales, hardware como de estudios biológicos. Estos técnicos deberán ser especialistas en *front-end* y *back-end software*, ciencias de datos, ingenieros eléctricos, fisiólogos forestales, expertos en agrometeorología y construcción. Participarán de esta formación, además, técnicos del Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU), dado el interés que ha demostrado dicha institución en el escalamiento posterior de la solución.
- 2.23. Al cabo de 6 meses, como resultados de este componente se esperan: i) la tecnología ha sido validada; y ii) al menos 8 técnicos uruguayos se han entrenado en el Open Ag (Boston) para asegurar que sean capaces de liderar las siguientes fases.

Componente II: Despliegue de la solución (BID Lab: US\$ 433.333; Contrapartida Local US\$ 341.200).

- 2.24. Este componente tiene por objetivo construir y operar la tecnología del Open Ag, prototipada en Boston, en Uruguay para la evaluación de cultivares de Eucalyptus de acuerdo con la adaptación y mitigación del cambio climático, productividad y uso sostenible de recursos. Para alcanzar este objetivo, se dispondrá del apoyo técnico del MIT Open Ag en terreno y de forma remota.

- 2.25. La construcción se realizará en el Campus de Tacuarembó. En este Campus se ubica el Programa de Investigación Forestal de INIA y una de las sedes de la Universidad de la República (UDELAR) en el interior del país, donde se dictan entre otras formaciones la de Ingeniería Forestal, Licenciatura en Biología Humana y Tecnicatura en Desarrollo Sustentable. Tacuarembó está localizado a 400 kms de la capital y geográficamente cerca del sector productivo y parte de la industria.
- 2.26. Para hacer el despliegue de la solución será necesario:
- i) Construcción de la instalación. Aquí se realizarán los ajustes desde el punto de vista tecnológico y se capacitará a técnicos locales para la configuración y puesta en funcionamiento del “Tree Computer”. En esta fase el equipo de expertos del área de construcción, de las diversas ramas de la ingeniería e informática serán los principalmente involucrados, para realizar la construcción, e instalar el equipamiento necesario (lámparas LED, sensores, controladores, actuadores y resto de equipamiento electrónico) según el prototipo diseñado en Boston. Será necesario asegurar previamente, que la locación disponga de servicios de agua, energía y conectividad.
 - ii) Pruebas de operación. En esta fase se llevará a cabo una serie de ensayos para poner a punto la tecnología, involucrando tanto los equipos del área digital, ingenieril como los expertos en las diferentes disciplinas de ciencias de la vida.
- 2.27. Por otra parte, durante este proceso la interacción con los técnicos del Open Ag, permitirá generar suficientes capacidades para aprender la adaptación de la “plataforma” para su uso en diferentes cultivos.
- 2.28. Los productos esperados para este componente son: i) sitio seleccionado; ii) al menos 3 ensayos realizados para testear la tecnología; iii) un artículo publicado sobre la aplicación tecnologías digitales para la adaptación y mitigación del cambio climático en agricultura, y iv) 4 actividades de disseminación con estudiantes y profesionales del sector.

Componente III: Codesarrollo de soluciones con el sector privado (BID Lab: US\$ 650.000; Contrapartida Local US\$ 619.300).

- 2.29. Con este componente se busca integrar activamente al sector privado en el codesarrollo de soluciones para algunos desafíos clave que enfrenta la industria forestal en términos de adaptación y mitigación del cambio climático, productividad y sostenibilidad, que podrían evaluarse utilizando la tecnología disponible en los laboratorios espejo.
- 2.30. La plataforma abierta del Open Ag, pondrá a disposición de las empresas productoras de Eucalyptus, mucha información para que, con el apoyo de *machine learning*, los investigadores pueden encontrar los entornos de crecimiento ideales para las plantas, así como simular diferentes entornos para ver cómo reaccionan las plantas a esos.
- 2.31. Por medio de este componente, este tipo de soluciones se pondrían a disposición de las empresas, las cuales podrán evaluar el comportamiento de las plantaciones de Eucalyptus, incluso en otras regiones de Uruguay.
- 2.32. Para ello, se identificarán desafíos del sector productivo y a través de metodologías innovadoras, se diseñarán y conducirán una serie de ensayos en Tacuarembó. El equipo del MIT Open Ag supervisará este proceso y al mismo tiempo llevará a cabo una capacitación para contrapartes del sector privado.

- 2.33. El sector privado identificó preliminarmente una lista de temas que pueden eventualmente ser potenciales investigaciones para la selección de materiales superiores en términos de resiliencia, productividad y capacidad de captura de carbono, que puedan realizarse en el “Tree Computer”, donde se simulen condiciones climáticas extremas, como ser sequías, temperaturas extremas (altas y bajas), lluvias abundantes, vientos, concentración de CO₂, entre otros.
- 2.34. Por otra parte, se realizarán actividades de intercambio y servicios compartidos para conectar y generar cooperaciones entre este laboratorio con otros centros de investigación en América Latina y el Caribe.
- 2.35. Los resultados esperados son: i) al menos 10 empresas involucradas en el diseño de los experimentos, ii) 100 problemas identificados y 10 casos codesarrollados, iii) 15 expertos y 40 estudiantes formados, iv) al menos un algoritmo matemático desarrollado para predecir el comportamiento de cultivos de eucalipto al cambio climático, v) al menos 2 actividades de conexión y cooperación con otros centros de investigación y vi) documento con resultados y soluciones de procesos de innovación con sector privado.

B. Resultados, Medición, Monitoreo y Evaluación del Proyecto.

- 2.36. **Resultados esperados.** Se espera que el proyecto al finalizar los 36 meses de ejecución, logre los siguientes resultados: i) 400 cultivos han sido evaluados por su adaptación al cambio climático, capacidad de captura de carbono y potencial productivo, ii) 85% de las empresas del sector forestal han sido incluidas en los procesos de codesarrollo de soluciones para problemas de productividad, sostenibilidad y adaptación al cambio climático, iii) 200 estudiantes universitarios han tenido acceso al nuevo conocimiento, iv) al menos 6 instituciones de investigación involucradas y trabajando colaborativamente sobre la plataforma del “Tree computer”, y v) se ha reducido al menos 5 veces los tiempos de evaluación de nuevos cultivos de eucalipto.
- 2.37. Entre los impactos esperados se podría esperar un aumento de al menos un 10% en la productividad en la fase de vivero y un aumento en el 15⁹% en la producción de las plantaciones forestales originadas por estos plantines, que fueron seleccionados por mayor resiliencia ante eventos extremos. El proyecto estima resultados en términos de mitigación del cambio climático equivalentes a una fijación neta acumulada de 4.3 Millones de toneladas de CO₂.
- 2.38. Teniendo en cuenta la lógica de intervención del proyecto y el impacto previsto, 100% del financiamiento de BID Lab para este proyecto se invertirá en actividades de adaptación al cambio climático y mitigación de sus efectos, según el enfoque conjunto de los bancos multilaterales de desarrollo²⁵ para el seguimiento del financiamiento climático.
- 2.39. **Monitoreo y evaluación.** El Programa Forestal de INIA será el responsable de realizar las actividades de monitoreo y seguimiento del proyecto, tomando como referencia los indicadores acordados en la matriz de resultados. Los avances en indicadores serán comunicados a BID Lab por medio del sistema PSR (Informe Semestral de Progreso) por sus siglas en inglés.

⁹ El proyecto impacta doblemente sobre el aumento de la productividad. Por un lado, por mayor eficiencia productiva, al llevar mejores materiales a campo, y por otro por reducir los ciclos en que se producen estas mejoras, en al menos 5 veces.

- 2.40. Está previsto la publicación de un artículo sobre el uso de tecnologías de la cuarta revolución industrial para el uso en adaptación y mitigación del cambio climático. Asimismo, al final del proyecto se realizará un análisis de lecciones aprendidas y mejores prácticas durante el proceso de implementación de la solución lo cual es relevante a los efectos de la replicabilidad y escalabilidad de la operación y que será construido por todos los “stakeholders” del proyecto.
- 2.41. Durante el Taller de Cierre, el cual será documentado se contestarán las siguientes preguntas de evaluación: *¿El proceso de transferencia de conocimiento desde el MIT Media Lab ha resultado efectivo y puede resultar una alternativa para otros desafíos de la región y cuáles han sido los principales aprendizajes de este proceso? ¿Usar nuevas tecnologías que combinan lo digital y las ciencias de la vida ha sido funcional para la selección de cultivos por su potencial productivo y capacidad de adaptación y mitigación del cambio climático? ¿Se ha logrado reducir los tiempos de evaluación de nuevos cultivos y se ha incrementado la credibilidad sobre la información generada entre los usuarios de la misma y a qué se ha debido esta reducción en tiempos y mayor credibilidad? ¿Qué factores han sido los “drivers” del éxito en la vinculación entre I+D-academia y sector productivo? ¿Cuáles han sido los principales obstáculos? ¿El sector privado forestal ha participado activamente en la identificación de problemas y soluciones y cuáles han sido los aprendizajes de este proceso que se pueden tomar para otros procesos? ¿Se ha generado una forma de monetización para la transferencia tecnológica posterior y cuales han sido los aspectos relevantes de la misma? ¿De dónde han surgido el interés en escalar estas soluciones y por qué? ¿El BID Lab ha sido efectivo en su un rol de conector y que aprendizajes se han extraído de este proceso*
- 2.42. Asimismo, este proyecto generará conocimiento relevante en relación al vínculo entre la investigación y el desarrollo de soluciones, al contribuir con un caso relevante de como tecnología puede ser convertida en soluciones que beneficien al sector productivo y al medio ambiente, que es una de las preguntas identificadas en el Documento Temático de Agricultura Climáticamente Inteligente (MIF/GN-237) del BID Lab.

III. Alineación con el Grupo BID, Escalabilidad, y Riesgos del Proyecto

A. Alineación con el Grupo BID

- 3.1. Este proyecto forma parte del área de Agricultura Climáticamente Inteligente, ya que responde a dos de las verticales identificadas en el Documento Temático DE Agricultura Climáticamente Inteligente: i) Mejorar el nivel de vida de los productores, al utilizar tecnologías innovadoras para mejorar la productividad y fortalecer la resiliencia de los productores forestales al cambio climático: y ii) Capital natural para la regeneración y sostenibilidad, al optimizar de modelos de aprovechamiento del capital natural
- 3.2. El proyecto está alineado con la Estrategia Institucional del Grupo BID, que identifica como uno de los retos de la región los bajos niveles de productividad e innovación y la necesidad de desarrollar capital humano de calidad y ofrecer ecosistemas adecuados de conocimiento e innovación. Por otra parte, se encuadra dentro del objetivo transversal de promover soluciones al Cambio Climático.

- 3.3. En cuanto a la Estrategia del Banco en el País para el período 2016-2020, ésta define como uno de sus ejes la mejora de la productividad y competitividad, mediante el fomento de la innovación. Asimismo, forma parte del Plan de Acción Digital para el 2018-2020 para Uruguay, ya que ataca un desafío concreto que es el uso de tecnologías para la mejora de la productividad.
- 3.4. Esto se alinea a su vez, con la visión de la Representación del BID en Uruguay, de apoyar los procesos de transferencia de conocimiento como una forma de mantener al país en la vanguardia tecnológica de la región.
- 3.5. El proyecto también está alineado con los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**. En particular, con los objetivos: (9) industria, innovación e infraestructura; (12) producción y consumo responsable; (13) acción por el cambio climático y (17) alianzas para el logro de los objetivos.
- 3.6. Se destaca la coordinación con las Divisiones de Competitividad, Tecnología e Innovación (CTI), Desarrollo Rural, Recursos Naturales y Desastres Climáticos (RND), Comercio e Inversiones (INT), Agua y Saneamiento (WSA), BID Invest y con la Gerencia de Conocimiento, Innovación y Comunicación (KIC).
- 3.7. Con respecto a RND, esta operación complementa los esfuerzos realizados a través la operación UR-L1147 (4644/OC-UR), orientada a la adopción de tecnologías climáticamente inteligentes y al fortalecimiento de capacidades en la generación y transferencia de tecnologías, asistencia técnica y extensión rural. Dicha operación se enfoca en productores familiares y medianos, entre los cuales predominan los productores ganaderos, quienes utilizan el componente forestal en sus predios como parte de su estrategia productiva y como complemento de sus ingresos.
- 3.8. La coordinación con CTI se da, a nivel local, con las operaciones de préstamo (UR-L1142 y UR-L1158) con la Agencia Nacional de Innovación e Investigación (ANII) que apuntan a la formación de capital humano, investigación e innovación en el sector privado, y a nivel regional, a través de la priorización en la transferencia tecnológica como mecanismo de reducir la brecha de la región con los países más desarrollados.
- 3.9. En el caso específico de INT, a través del Préstamo UR-L1150 (4658-OC/UR) “Uruguay Global: programa de internacionalización de capacidades digitales” se está generando capacidades en materia de ciencia de datos e inteligencia artificial, junto a MIT y Harvard, que podrán, en un futuro ser fuente de talento para desarrollar nuevas iteraciones y soluciones para los diferentes sectores productivos.
- 3.10. En el caso de WSA esta operación complementa los esfuerzos realizados en materia de gestión de cuencas (con énfasis en la mejora de la calidad de agua) y de comprensión de los procesos que ocurren en las cuencas vinculadas a la actividad forestal (modificación de escurrimientos, fertilización, etc.). El nuevo préstamo con la Dirección Nacional de Medio Ambiente, diseñado junto a RND (UR-L1157) complementa esta operación.
- 3.11. Desde la perspectiva de KIC, a través de su vínculo con el MIT Media Lab que le permite estar a la vanguardia del conocimiento global y codesarrollar soluciones a los problemas que enfrenta la región.
- 3.12. En el caso de BID Invest esta operación complementa diversas operaciones en Uruguay dirigidas al financiamiento de una de las plantas de celulosas, de infraestructura y servicios logísticos y recientemente de la red ferroviaria, asociada a la instalación de la tercera planta de celulosa.

- 3.13. En todos los casos, se han manifestado el interés en el aprendizaje y la extracción de lecciones, así como las innovaciones que puedan surgir para poder tener en cuenta en futuras operaciones.

B. Escalabilidad

- 3.14. Como fase inicial, el proyecto se propone alcanzar al sector forestal. La participación, compromiso y cofinanciamiento¹⁰ de la Sociedad de Productores Forestales del Uruguay (SPF), representando al sector privado, garantiza la continuidad del proyecto.
- 3.15. Esta es una oportunidad única de acceder a tecnología de vanguardia o “*state of the art technology*” que permitirá la aceleración en el testeo de cultivares, por lo cual tiene un altísimo potencial de escalamiento.
- 3.16. Esta solución tiene un fuerte potencial de escalamiento, a ya que se trata de una tecnología de plataforma y de código abierto por lo que es adaptable a otros cultivos (así como se ha hará en el marco del proyecto de avellanas a Eucalyptus), como por ejemplo oleaginosas, cítricos, forrajes para alimentación del ganado y otros sectores estratégicos de la agricultura, se ha previsto la realización de un estudio que permita desarrollar diferentes modelos de negocios para la transferencia científico tecnológica, en el marco de la escalabilidad.
- 3.17. A nivel local, LATU ha manifestado su interés de participar desde el inicio del Proyecto para poder liderar los primeros escalamientos de la solución en Uruguay, en el marco de sus programas de articulación entre el sector investigador y el sector productivo.
- 3.18. Otra vía de escalamiento es la interacción y el intercambio, ya existente tanto en el ámbito de la investigación pública, las asociaciones empresariales, como entre los departamentos de I+D de las compañías para que otros países que también tienen un sector forestal relevante – Chile, Brasil, Argentina, Paraguay, entre otros – puedan utilizar el conocimiento generado e incluso desarrollar sus propias soluciones, para lo cual se han previsto actividades específicas.
- 3.19. La participación de la academia, y la formación de jóvenes profesionales en las diferentes ingenierías, ciencias de datos y ciencias de la vida, es de alguna manera una forma de poder introducir cambios importantes en la forma de resolver problemas reales.
- 3.20. RND ha manifestado su interés en apoyar una etapa posterior de escalamiento, promoviendo el intercambio entre instituciones de investigación desde etapas tempranas del proyecto.
- 3.21. La participación de diversas divisiones del Banco y BID Invest, son claves para establecer canales de comunicación entre la investigación forestal, las empresas forestales e intraemprendedores.

C. Riesgos del Proyecto e Institucionales

- 3.22. **Los principales riesgos** que se han identificado han sido: (i) que la tecnología que ha desarrollado el Open Ag no se adapte a la producción forestal, y para el cultivo de

¹⁰ La Sociedad de Productores Forestales ha comprometido un aporte entre efectivo y horas hombre estimado en US\$ 240,000

Eucalyptus, y (ii) la gobernanza del Programa, ya que son múltiples las instituciones participantes en el mismo y deberán coordinar decisiones estratégicas, y acciones de coordinación y trabajo conjunto. **Mitigantes:** (i) se realizará una prueba de concepto y prototipado en Boston, donde se definirá si el proyecto continúa o no adelante. Para ello, se trabajará partiendo del conocimiento ya acumulado por el equipo del Open Ag y con múltiples iteraciones con las contrapartes locales para poder avanzar en el proceso de codesarrollo de la solución para Eucalyptus, y (ii) se ha acordado un mecanismo de gobernanza del Proyecto, donde claramente el INIA tendrá el liderazgo local, pero trabajará en estrecha coordinación con las altas autoridades demás instituciones participantes en la toma de decisiones a través de la creación de un Comité de Dirección del Proyecto.

IV. Instrumento y Propuesta de Presupuesto

- 4.1 El proyecto tiene un costo total de US\$ 2.600.000 de los cuales US\$ 1.300.000 (49%) serán aportados por el BID Lab como cooperación técnica no reembolsable, y estarán destinados a la transferencia metodológica desde el Open Ag al INIA, y el resto será aportado por INIA, cofinanciamiento de las empresas, del sector académico y otras fuentes de financiamiento públicos destinados a la innovación en el sector privado.

Categorías del Proyecto	BID Lab	Contraparte	Cofinanciamiento	Total
Componente 1: Prueba de concepto	216.667	4.000	47.600	268.267
Componente 2: Despliegue de la solución	433.333	246.500	94.700	774.533
Componente 3: Codesarrollo de soluciones con el sector privado	650.000	32.500	586.800	1.269.300
Coordinación, seguimiento y evaluación	0	332.712	0	332.712
Auditoría	0	3.000	0	3.000
Total	1.300.000	618.712	729.100	2.647.812
% de Financiamiento	49%	23%	28%	100^%

V. Agencia Ejecutora (AE) y Estructura de Implementación

A. Descripción de la Agencia Ejecutora

- 5.1 El Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) será la Agencia Ejecutora de este proyecto y firmará el convenio con el Banco. INIA tiene como misión generar y adaptar conocimientos y tecnologías para contribuir al desarrollo sostenible del sector agropecuario y del país, teniendo en cuenta las políticas del Estado, inclusión social y la demanda de los mercados y consumidores. Creado en 1989, como institución pública de derecho privado y cuenta con cofinanciamiento de los privados. Tiene presencia en cinco zonas productivas dentro del país, con 11 programas nacionales de investigación en diversos tipos de producciones. El Programa de Investigación Forestal, específicamente, tiene como finalidad contribuir al desarrollo integral del

sector forestal procurando mejorar la competitividad de la cadena de la madera asegurando la sustentabilidad y considerando el trabajo en red y la articulación con el Sistema Nacional de Innovación. INIA es un socio fuerte, con reconocimiento tanto en el sector productivo como en el de la academia.

- 5.2 Su presupuesto anual asciende a US\$ 45 millones de dólares anuales. INIA es un socio fuerte, con alto reconocimiento del sector productivo y el ecosistema de innovación agrícola. Su cartera de proyectos incluye un alto número de cooperaciones con otras instituciones locales e internacionales, como la que se propone en este proyecto.
- 5.3 Son aliados de este proyecto: el Consorcio Forestal, integrado por la Sociedad de Productores Forestales (SPF) y el Laboratorio Tecnológico del Uruguay, la Universidad de la República, a través de sus Facultades de Agronomía e Ingeniería y la Sede de Tacuarembó, el Ministerio de Industrias, Energía y Minería y Transforma Uruguay.

B. Estructura y Mecanismo de Implementación

- 5.4 **Unidad Ejecutora.** INIA establecerá una Unidad Ejecutora (UE) y la estructura necesaria para ejecutar las actividades del proyecto y gestionar los recursos del proyecto con eficacia y eficiencia. Dada la complejidad de la operación, la Dirección del Proyecto estará a cargo del Programa de Investigación Forestal, así como la administración del proyecto y seguimiento y evaluación estará a cargo del personal de la Agencia.
- 5.5 Se contratará un coordinador del Proyecto, que reportará al director del Programa de Investigación Forestal, y será responsable por la puesta en funcionamiento del Programa, el logro de las actividades previstas en los diferentes componentes, recoger lecciones aprendidas y mejores prácticas, proponer acciones de mitigación a los riesgos y realizar los reportes requeridos por el BID (planificación y reportes de avance PSR por sus siglas en inglés), indicados en el Anexo V de este documento.
- 5.6 **Acuerdo entre INIA, BID y MIT Media Lab.** Antes de iniciar la transferencia de conocimiento que es el objetivo de este proyecto, se firmará un acuerdo entre INIA, el BID y el MIT Media Lab, donde se establecerán los derechos y obligaciones de cada una de las partes, incluyendo las actividades, responsables, resultados esperados y condiciones de pago. En este acuerdo se establecerá el diseño y desarrollo de una prueba de concepto, basada en el Tree Computer, para instalar un laboratorio espejo en Uruguay, y a apoyar al sector I+D, academia y sector privado en el desarrollo de soluciones para los problemas de productividad y resiliencia al cambio climático. El objetivo de esta cooperación será la adopción de tecnologías de ambiente de clima controlado y métodos avanzados de ciencia de datos (*machine learning*) para la selección de cultivares, validación de tecnología, transferencia de conocimiento, incluida la formación de capacidades locales, y la documentación del conocimiento generado. La totalidad de los recursos del BID Lab de esta operación serán destinados al acuerdo de cooperación con el MIT Media Lab. La iniciativa Open Ag es el único proveedor de esta tecnología bajo un enfoque de código abierto. Dentro de la transferencia se incluye el prototipado en Boston, así como la dedicación de un equipo científico de alto nivel para generar las capacidades técnicas en Uruguay.
- 5.7 **Comité Directivo.** El Proyecto tendrá un Comité Directivo, integrado por el Director Nacional del INIA, un representante del LATU y un representante de la SPF. Este

Comité, del cual BID Lab participará como oyente, tomará decisiones vinculadas: a) planificación estratégica, b) aprobación de los planes operativos anuales, c) aportes de actores claves del proyecto y d) la escalabilidad de éste. El Comité podrá tomar decisiones sobre los cambios a realizarse en el Proyecto, previa comunicación al BID.

- 5.8 **Comité Asesor Externo.** Se constituirá de forma *ad hoc* un Comité Asesor Externo, conformado por los principales referentes de la industria, representantes de la Universidad de la República, específicamente de la Facultad de Agronomía, Ingeniería y el Centro Universitario de Tacuarembó, el Ministerio de Industrias, Energía y Minería y Transforma Uruguay.

VI. Cumplimiento con Hitos y Arreglos Fiduciarios Especiales

- 6.1. **Arreglos Fiduciarios.** El Ejecutor se comprometerá a los arreglos estándar del BID Lab referentes a la gestión financiera. Con una frecuencia semestral, rendirá cuentas sobre el aporte de contrapartida y cofinanciamiento, tanto en especie como en efectivo.
- 6.2. El primer desembolso estará condicionado a la conformación de un equipo multidisciplinario, liderado por el INIA. La continuación del proyecto estará condicionada a la verificación del cumplimiento de hitos, de acuerdo con los medios de verificación acordados entre la UE y el BID Lab. El cumplimiento de los hitos no exime a la AE de la responsabilidad de cumplir los indicadores de la matriz de resultados y los objetivos del proyecto.
- 6.3. Estados Financieros Auditados. Anualmente, el INIA presentará a BID Lab un estado financiero auditado de la Institución, la información del proyecto estará contenida en una nota de los auditores.
- 6.4. **Adquisiciones y Contrataciones.** Para la adquisición de bienes y contratación de servicios de consultoría, INIA se registrará de acuerdo con sus propias políticas.

VII. Propiedad Intelectual.

- 7.1 **Propiedad Intelectual.** El Banco otorgará a INIA los derechos de uso de los productos y estudios desarrollados en el marco del proyecto, en forma no exclusiva y gratuita. De esta forma se asegurará la máxima diseminación y transferencia del proyecto en Uruguay y de la región donde INIA es un actor relevante entre las agencias de innovación.
- 7.2 INIA y sus socios se reservarán el derecho de poder escalar, bajo otras condiciones de financiamiento, aquellas innovaciones que resulten de interés.