

100  
AM

**Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria  
FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA**

**CONVENIO DE VINCULACION TECNOLOGICA  
Entre INIA y la Universidad de la República**

**POR UNA PARTE:** el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, (en adelante INIA), con domicilio a estos efectos en Ruta 50 Km 11, departamento de Colonia, representado en este acto por el Dr. Alvaro Roel en su calidad de Presidente, **y POR OTRA PARTE:** la Universidad de la República, a través de la Facultad de Agronomía (en adelante, el Ejecutor), con domicilio en Av. Garzón 780, Montevideo, representado en este acto por el Dr. Rodrigo Arocena, acuerdan en celebrar el presente Convenio:

**1°. Antecedentes**

I.- El INIA realizó un llamado a interesados en presentar propuestas de investigación, relativas al sector agropecuario, a ser financiado a través del Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria (en adelante, FPTA) de dicho Instituto.

II.- El Ejecutor, en respuesta a dicho Llamado, presentó su Propuesta.

III.- Por resolución de la Junta Directiva de INIA N° 4203/13, de fecha 6 de noviembre de 2013, luego de realizar un análisis exhaustivo de la pertinencia y calidad de las propuestas formuladas para el llamado FPTA 2012, se resolvió aprobar el financiamiento del Proyecto del Ejecutor.

IV.- En su mérito, procede formalizar el presente Convenio de Vinculación Tecnológica.

**2°. Objeto**

El INIA y el Ejecutor se vinculan con el propósito de llevar a cabo el Proyecto conjunto cuyo título es "**Determinación de los flujos de energía y vapor de agua en ecosistemas forestales**", (en adelante "el proyecto") conforme a la Propuesta presentada (Anexo 1) y ajustado a lo expresado en el presente Convenio. Los Términos de Referencia del Técnico Responsable del Proyecto (Anexo 2) y el Acuerdo con Terceros (Anexo 3), se adjuntan y forman parte de este Convenio.

**3°. Monto total del Proyecto**

El INIA aportará la suma de **U\$S 86.250** (*dólares americanos ochenta y seis mil, doscientos cincuenta*), con recursos provenientes del Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria, creado por el artículo 18 de la ley 16.065 de 6 de octubre de 1989 y en la Resolución N° 89/91 de 30 de julio de 1991 de la Junta Directiva del INIA. Un 10 % (diez por ciento) de este monto, se destinará al financiamiento de gastos de análisis, supervisión y seguimiento del Proyecto.

**4. Plazo**

El presente Convenio tendrá una vigencia de **36 meses** a partir del día **1° de Junio de 2014**. En caso de no finalizar el proyecto en el período estipulado, la posibilidad de su prórroga será prerrogativa del INIA. A los efectos, el INIA evaluará la ejecución global técnico- financiera del mismo una vez finalizado el plazo previamente establecido. La prórroga que eventualmente pueda disponerse por parte de INIA no excederá el término de seis meses.

2007

AM

#### **5°. Contraparte técnica del INIA**

El INIA integrará una Contraparte constituida por:

- La Gerencia Programática-Operativa, que nucleará la información y documentación respecto al avance y logros del Proyecto, y coordinará la ejecución técnica con la financiera.
- La Gerencia de Administración y Finanzas, que analizará y evaluará la administración y ejecución financiera del Proyecto.
- Uno o más especialistas en el área de investigación objeto de este Convenio, que supervisarán y evaluarán la marcha e informes técnicos del Proyecto.

#### **6°. Obligaciones del Ejecutor**

El Ejecutor declara conocer y aceptar todas condiciones, requisitos y procedimientos del Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria y, en particular, se obliga a:

- I. Cumplir el objetivo general y los objetivos específicos, desarrollar las actividades programadas y alcanzar sus resultados esperados, de acuerdo al documento del Proyecto y cronograma de ejecución técnico y presupuestal del mismo.
- II. Tomar los recaudos necesarios y ponerlos a disposición de INIA para que éste pueda proceder al registro o protección de los productos y o procesos susceptibles de amparo jurídicos, que eventualmente puedan resultar de la investigación o estudio objeto de este Convenio.
- III. Preparar y entregar a INIA los documentos que a continuación se indican, los que serán analizados para su aprobación por la Contraparte técnica mencionada en la cláusula 5ta:
  - a) Un informe de avance semestral al 30 de Junio y 31 de Diciembre de cada año, donde se detallará el estado de ejecución del proyecto. Deberán incluirse en el mismo los avances obtenidos hasta ese momento, con las observaciones que se consideren pertinentes.
  - b) Un Informe Final del Proyecto, según pautas fijadas por INIA, que recoja toda la información científica generada y los resultados del Proyecto, sin perjuicio de los datos e informes parciales que durante la ejecución del mismo se recaben.
  - c) Preparar y entregar a INIA toda la información requerida para ejercer los derechos de propiedad intelectual y proceder al registro o protección de los productos y o procesos que puedan resultar de la investigación o estudio objeto de este convenio.
  - d) Un documento para publicar, de acuerdo al formato propuesto por INIA. El mismo deberá ser presentado en forma conjunta con el Informe Final. La entrega de este artículo y el Informe Final serán condición previa para el último desembolso del proyecto. El INIA podrá publicar el mencionado documento con cargo al Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria.
- IV. Rendir cuentas por los fondos recibidos de INIA, de conformidad con lo previsto en la cláusula 8ª.

- 30/11  
AM
- V. Recabar el compromiso de los terceros previstos en su propuesta (instituciones, tesis, evaluadores de tesis, consultores u otras figuras vinculados al Proyecto), mediante la firma del Compromiso que se adjunta al presente Convenio como Anexo 3, debiéndolo entregar a INIA a efectos de habilitar los desembolsos.
- VI. En caso de requerir la participación de un tercero no previsto en la propuesta, el Ejecutor deberá recabar la previa aceptación expresa de INIA. Una vez aprobado, el Ejecutor deberá recabarle su compromiso mediante la firma del Anexo 3. El incumplimiento de alguno de estos requisitos habilita a INIA a suspender los desembolsos hasta tanto los mismos sean subsanados.

### **7°.** Seguimiento del Proyecto

El INIA queda expresamente facultado para:

- A. Reunir periódicamente a los responsables de la ejecución de la o las organizaciones intervinientes en el Proyecto, para que presenten y examinen los trabajos en marcha o cuya ejecución se propone.
- B. Efectuar el seguimiento, control y evaluación de las actividades previstas y establecer el grado de avance del Proyecto. Para ello, podrá solicitar información referida a resultados alcanzados y objetivos cumplidos, ejecución financiera y cumplimiento del programa presupuestal, disponibilidad de fondos, así como cualquier otra información que considere pertinente sobre el desarrollo del mismo.

### **8°.** Administración y ejecución financiera

Constituyen el marco financiero del Convenio, los procedimientos que con relación al programa presupuestal, a continuación se mencionan.

- A. Administrador. Previo a efectuarse los desembolsos por parte de INIA, el ejecutor deberá identificar a la persona o entidad responsable de la administración de los fondos que le sean otorgados como consecuencia del presente Convenio.
- B. Desembolsos
- En oportunidad de cada desembolso que efectúe el INIA, las contrapartes librarán el recibo oficial correspondiente.
  - El INIA desembolsará un 85% del monto total aprobado al Proyecto. Constituirá un Fondo Rotatorio para cubrir los gastos relacionados con la ejecución del Proyecto. El mismo no excederá del 15% sobre el monto aprobado. Para obtener el desembolso de los recursos remanentes, el Ejecutor deberá presentar las correspondientes rendiciones finales de la utilización del Fondo Rotatorio. El INIA desembolsará hasta la suma debidamente rendida presentada en tal instancia. La fecha límite correspondiente a este último desembolso será determinada por I.N.I.A..
  - El INIA podrá ampliar o renovar el Fondo Rotatorio si así se le solicita justificadamente, a medida que se utilicen los recursos; asimismo podrá reducirlo o cancelarlo en el caso que determine que los recursos suministrados exceden las necesidades del Proyecto.
  - Tanto la constitución como la renovación del Fondo Rotatorio se considerarán desembolsos para los efectos de este Contrato.
  - En los proyectos en donde se requiera la participación de terceros, INIA se reserva el derecho a no efectuar los desembolsos hasta tanto el Ejecutor no remita el Compromiso firmado por esos terceros (Anexo 3). Del mismo modo, en caso de que el Ejecutor requiera la participación de terceros no previstos en la Propuesta, INIA

podrá suspender los desembolsos hasta tanto no se cuente con la aprobación expresa y con la firma del Compromiso (Anexo 3).

- Se podrá suspender los desembolsos al Ejecutor, hasta tanto no se dé cumplimiento a lo dispuesto con relación a las obligaciones del mismo, establecidas en las cláusulas 6ª y en la presente, de este Convenio, incluyendo la justificación en forma razonable del uso de fondos de este financiamiento. Asimismo, será causal de suspensión de desembolsos, el surgimiento de circunstancias extraordinarias que a juicio de INIA, hagan improbable que el Ejecutor pueda cumplir las obligaciones contraídas en dicho Convenio, o que no permitan satisfacer los propósitos que se tuvieron en cuenta al celebrarlo.
- A menos que se haya acordado con el Ejecutor, expresamente y por escrito prorrogar los plazos para efectuar los desembolsos, la porción del Fondo que no hubiere sido comprometida o desembolsada, según sea el caso, dentro del correspondiente plazo, quedará automáticamente cancelada.
- El INIA podrá efectuar desembolsos a su vez, mediante pagos por cuenta de los Ejecutores y de acuerdo con él, por sumas no inferiores a U\$S 5.000 (dólares americanos cinco mil), o mediante otro método que las partes acuerden por escrito.

#### C. Rendiciones de cuentas

- Las rendiciones de cuentas de los fondos provistos por el Financiamiento y los Ejecutores, que se presenten durante la ejecución del Proyecto, deberán cumplir con las formalidades establecidas.
- Al 30 de Junio y 31 de Diciembre de cada año, el ejecutor deberá presentar un estado financiero, donde se detallará la ejecución presupuestal, conjuntamente con la rendición de cuentas completa a esa fecha. El plazo para la presentación de este informe, que resulta indispensable para el trabajo de evaluación de la auditoría externa, será de 20 días corridos.
- Los eventuales cambios de rubros en el presupuesto originalmente aprobado, deben ser debidamente justificados y obtener aprobación por la Contraparte, previamente a su consideración en la rendición de cuentas respectiva.

#### D. Auditorías

El INIA podrá disponer la realización de auditorías financiero - contables y de gestión de los proyectos, si así lo entendiere conveniente.

#### E. Responsabilidad administrativa en materia financiero - contable.

El Ejecutor declara que para la implementación de las actividades en materia financiero-contable que conlleva el presente Convenio de vinculación tecnológica observará las disposiciones legales y reglamentarias vigentes en la materia, particularmente el Texto Ordenado de Contabilidad y Administración Financiera (TOCAF) y Normas de Conducta en la Función Pública (Decreto 30/003). Cualquier apartamiento a estas disposiciones que pudiera eventualmente producirse será de exclusiva responsabilidad del Ejecutor

#### F. Bienes adquiridos en el marco del Proyecto.

Los bienes que se financien con recursos provenientes de fondo de Promoción de tecnología Agropecuaria, se dedicarán exclusivamente para los fines del Proyecto, y deberán ser adquiridos a nombre de INIA, y serán propiedad de éste. La Junta Directiva del INIA tiene la potestad de transferir los mismos al Ejecutor del Proyecto, a título comodato u otro que convengan, si así lo entendiere conveniente, una vez finalizado y aprobado el informe final y entregado el artículo para publicar referido en la cláusula 6.III.d. y el informe de cierre elaborado por las Contraparte.

### 9°. Responsabilidades laborales

SECRETARÍA DE ANTONIO  
DEPARTAMENTO  
DE ASISTENCIA (S)

SM  
AM

El presente convenio no implicará, de ninguna manera, el reconocimiento de derechos laborales, sociales, previsionales, de la seguridad social ni ningún otro a favor de los recursos humanos por una de las partes con relación a la otra, de manera que en todo momento los recursos humanos involucrados en la ejecución del Proyecto mantendrán su relación contractual solamente con la entidad signataria del presente con la cual establecieron originalmente su vinculación, aún en caso de desarrollar tareas de investigación en lugares físicos pertenecientes a la otra, por lo cual las partes se comprometen a mantenerse recíprocamente indemnes en estos temas. Para el caso que la persona se desempeñare originalmente en ambas entidades, su relación para con cada una de ellas continuará en forma independiente, no implicando este acuerdo modificación alguna al respecto.

En mérito a lo precedentemente expresado, será obligación exclusiva del Ejecutor, atender los requerimientos de los recursos humanos que por su cuenta implique en la ejecución del Proyecto, ya sean personales o del Banco de Previsión Social, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Banco de Seguros del Estado o de cualquier otro organismo público y/o privado.

Los recursos humanos que el Ejecutor requiera para la realización del proyecto, deberá ser debidamente documentada a través de los instrumentos legales que correspondan, registrando en términos expuestos todas las obligaciones contenidas en el presente Convenio, en especial la confidencialidad y protección de los resultados. Esta documentación deberá acreditarse ante INIA en oportunidad de rendir gastos por este concepto.

El INIA se reserva el derecho de exigir al Ejecutor, antes de efectuar la entrega de cualquier suma que le corresponda bajo el presente Convenio, que justifique que sus integrantes se encuentran al día en el pago de sus obligaciones laborales y de seguridad social. En caso que el Ejecutor no justifique lo antedicho dentro del plazo de cinco días corridos contados desde el pedido formulado por INIA, éste tendrá derecho a retener la suma que corresponda hasta la justificación que deberá hacer el Ejecutor a satisfacción de INIA.

#### **10°. Participación de terceros**

Fuera de los casos previstos en la Propuesta, el Ejecutor no podrá subcontratar ni ceder, total ni parcialmente, ninguna de las obligaciones que son puestas a su cargo en virtud del presente contrato, salvo que cuenta con el previo consentimiento expreso de INIA.

En todos los casos en que el Ejecutor requiera la participación de un tercero (ya sea por estar previsto en la propuesta o por ser admitido por INIA posteriormente), será obligación del Ejecutor recabarle la ratificación del presente Convenio, mediante la firma del Compromiso que se adjunta como Anexo 3. La omisión de dicho requisito habilita a INIA a retener los desembolsos al Ejecutor, hasta tanto se cumpla en formalizar dicha ratificación.

#### **11°. Rescisión**

El presente Convenio podrá ser rescindido de común acuerdo entre las partes.

El INIA podrá rescindir, en forma administrativa y sin necesidad de declaración judicial, el convenio de vinculación tecnológica cuando se hubieren constatado incumplimientos o violaciones de cualquiera de las cláusulas establecidas, previa comunicación escrita y luego que la otra parte no hubiere remediado dicho incumplimiento dentro de los treinta días de recibida la comunicación del mismo por medio fehaciente.

En caso de verificarse la rescisión del presente Convenio de Vinculación Tecnológica los árbitros (clausula 18) previstos en el presente Convenio, analizará y laudará respecto a las compensaciones, daños y perjuicios, así como respecto a cualquiera otra situación no prevista en el Convenio que amerite ser laudada a consecuencia de la rescisión.

AM

#### **12°. Propiedad intelectual**

Los resultados, productos y/o procesos que puedan obtenerse en el Proyecto objeto de este Convenio, susceptibles del amparo jurídico como tales, así como la titularidad, distribución y gastos, ha sido acordada entre las partes de la siguiente forma: 50% (cincuenta por ciento) para cada parte.

#### **13°. Difusión de la información**

El INIA tendrá derecho a una licencia sin cargo, no exclusiva e irrevocable en todos los países para traducir, reproducir y distribuir públicamente artículos científicos, informes y libros técnicos que resulten directamente del proyecto al que refiere el presente Acuerdo. Las copias distribuidas públicamente de los trabajos protegidos por derechos de autor y elaborados conforme a la presente disposición incluirán los nombres de los autores de dicho trabajo y demás participantes del proyecto, a menos que éstos expresamente soliciten no ser nombrados.

En el caso que el Ejecutor realice la difusión de la investigación a través de cualquier medio tanto oral como escrito (conferencias, docencia, ponencias en congresos, publicaciones, etc.) deberá mencionar en forma expresa la identificación de las fuentes de financiamiento del proyecto. La información a difundir deberá ser previamente revisada por el INIA, el cual si no estuviere de acuerdo con su contenido, podrá solicitar las modificaciones o aclaraciones necesarias y exigir que se mencionen las fuentes de financiamiento en forma destacada.

#### **14°. Confidencialidad**

Las Partes se obligan a manejar con absoluta reserva toda la información referida al Proyecto y aquella de propiedad de cada Parte que sea entregada en calidad de confidencialidad. A tal efecto, el Ejecutor exigirá las mismas condiciones a terceros participantes como ser instituciones, tesis, evaluadores de tesis, consultores u otras figuras vinculados al Proyecto, mediante la firma del Compromiso adjunto al presente convenio (Anexo 3).

Durante la vigencia de este Convenio de Vinculación Tecnológica y luego de la terminación del mismo, el Ejecutor se compromete a mantener en reserva y no divulgar por cualquier medio (oral u escrito), la existencia de productos, subproductos o procesos que puedan ser apropiados, patentados o comercializados, con valor económico surgidos de la actividad del Proyecto, salvo que INIA expresamente lo autorice.

#### **15°. Exoneración de responsabilidad**

El Ejecutor se obliga a indemnizar y mantener indemne a INIA, así como a sus directores y empleados, de cualquier y toda acción, amenaza de acción, demanda o procedimiento, de cualquier naturaleza, que pueda efectuar cualquier persona física o jurídica, pública o privada, que surja como resultado de su actuación bajo el presente convenio y de la realización del Proyecto, contra cualquier y todo reclamo, gastos, pérdidas o daños

ATÚNEZ  
ENTO

(incluido los honorarios razonables de los abogados) que puedan resultar en virtud de acciones u omisiones del Ejecutor. La presente obligación comprende -principalmente y sin que signifique limitación alguna-, todo reclamo de índole laboral de parte de los que participen en las actividades del Proyecto, como de cualquier otra persona física o jurídica vinculada o no al Proyecto, así como de cualquier reclamo que pudiera resultar a consecuencia de cualquier controversia sobre la titularidad de las innovaciones.

En tal hipótesis el INIA deberá: (i) enviar inmediatamente una notificación por escrito al Ejecutor en la que se indica la existencia del evento objeto de indemnización, (ii) proporcionar toda la información necesaria así como cooperar y asistir en la medida que ello sea razonablemente necesario para la defensa en dicha acción o reclamo, y (iii) autorizar al Ejecutor a defender o contestar dicha acción o reclamo, si lo entiende adecuado.

#### **16°. Alcance**

En cualquier circunstancia o hecho que tenga relación con este Convenio, las partes mantendrán la individualidad y autonomía de sus respectivas estructuras técnicas y administrativas y asumirán particularmente, en consecuencia, las responsabilidades consiguientes.

#### **17°. Sanciones.**

En caso de inobservancia de las obligaciones contraídas por parte de la entidad Ejecutora y/o del Técnico Responsable del Proyecto y/o de cualquier recurso humano del que se valga para la ejecución del proyecto, determinará la suspensión inmediata de los desembolsos (Cláusula 8ª literal B) y la rescisión del convenio prevista en la Cláusula 11ª. Todo ello sin perjuicio de las demás indemnizaciones que procedan de acuerdo con la normativa general y al Reglamento del FPTA

#### **18°. Arbitraje**

Toda cuestión o divergencia, reclamación o duda que surja entre las partes, referida a la interpretación, ejecución, resolución de este contrato, o que en cualquier forma se relacione con él, directa o indirectamente, será solucionada por medio de árbitros, amigables componedores, de acuerdo al procedimiento establecido en el Libro II Título VII del Código General del Proceso.

#### **19°. Fuerza Mayor**

Ninguna de las partes será responsable frente a la otra por retrasos o incumplimientos en cualquiera de las obligaciones impuestas por el presente Convenio, cuando estos incumplimientos se hubieren originados por causa de fuerza mayor fuera del control razonable y sin que medie omisión o negligencia de alguna de ellas.

#### **20°. Comunicaciones**

Todas las comunicaciones entre las partes referentes a este Convenio se efectuarán por escrito, por correo electrónico, telegrama colacionado, o carta certificada con aviso de retorno, tomándose por cumplidas cuando su destinatario las haya recibido en los domicilios denunciados en el exhorto. Las comunicaciones por fax se considerarán cumplidas si son legibles y la máquina receptora ha acusado su recibo.

21°. **Competencia**

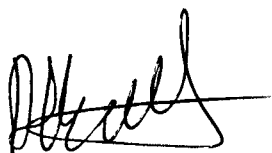
En caso de controversias judiciales, las partes acuerdan quedar sometidas a la competencia de los Tribunales y Jueces del departamento de Montevideo.

22°. **Contenido del Convenio**


En todo lo no previsto en el presente Convenio, primará lo previsto en el Reglamento Operativo para el FPTA 2012 y las Bases del Llamado FPTA 2012 y, en su defecto, lo previsto en las Propuesta del Ejecutor, documentos que las partes admiten conocer. Existiendo contradicciones entre lo dispuesto en dichos instrumentos, primará lo previsto en el presente Contrato, en el Reglamento, en las Bases y en las Propuestas, conforme a dicho orden de prelación

23°. **Otorgamiento**

Para constancia se firman dos ejemplares de igual tenor en Montevideo, a los 12 días del mes de mayo de 2014.-

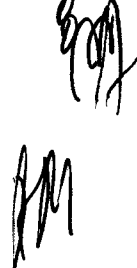


Dr. Alvaro Roel  
Presidente  
I.N.I.A.



Dr. Rodrigo Arocena  
Rector  
UDELAR

ANTÚNEZ  
INSTRUMENTO  
S(S)







Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria  
U R U G U A Y

**FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (FPTA)**

Identificación del Proyecto	
Convocatoria	
Código Técnico	FPTA_293
Título del Proyecto	Determinación de los flujos de energía y vapor de agua en ecosistemas forestales
Resumen Publicable del Proyecto	<p>La evapotranspiración (LE) es una variable relevante en la evaluación de la dinámica del recurso agua en los ecosistemas, tiene alcances tanto en la evaluación de impactos ambientales como en los modelos de productividad de los mismos. El objetivo de este trabajo, dada la dificultad extrema para la estimación de los flujos de energía (H) y LE en cubiertas forestales, es contribuir a alcanzar diferentes formas de estimación de estos flujos que presenten ventajas con respecto a la aplicación del método de eddy covariance o covarianza de torbellinos (CT, método de referencia). Con esto se avanza en la comprensión, precisión y/o reducción de costos en la estimación de H y LE a la vez que permite ampliar la densidad espacial de muestreo.</p> <p>El escaso conocimiento a nivel local respecto a la medida y validación de la estimación de la LE en superficies forestales y la creciente demanda de conocimiento por parte de diferentes sectores (investigación, político, productivo, social) en relación a cómo el sistema (suelo-planta-atmósfera) gestiona el recurso hídrico motivan a profundizar en el estudio de estos aspectos.</p> <p>La estrategia de investigación incluye la determinación de flujos turbulentos y las estimaciones de H y LE mediante instrumental específico y en árboles con diferentes escenarios de heterogeneidad de la canopia, variabilidad de la resistencia estomática y características del sotobosque. También implica la elaboración de un ranking de recomendación de las metodologías de estimación de bajo costo evaluadas y el estudio de la correlación y el error cuadrático medio en diferentes escalas temporales. Incluye la validación de los valores integrados de las estimaciones de H y LE con respecto a las medidas de flujo turbulento y a la aplicación del método de CT.</p> <p>Los resultados de esta investigación contribuirán a la formación de recursos humanos en el monitoreo de estas variables biofísicas (H y LE) en sistemas forestales y a la generación de una base de datos continuas (medidos y estimados) a escala local de uso múltiple.</p>
Líder del Proyecto	María Carolina Munka Moreno
Fecha de Inicio	01/02/2014
Fecha de Fin	01/02/2017
Presupuesto FPTA (US\$)	77.625,00

Institución Ejecutora	
Institución	Facultad de Agronomía
Dirección	Eugenio Garzón 780
Teléfono	23542848
E-mail	munka@fagro.edu.uy
Celular	099860696
Aporte Financiero del Ejecutor (US\$)	4,500.00

Aporte Valorizado del Ejecutor	Valor Estimado (US\$)

INIA Dirección Nacional  
INIA La Estanzuela  
INIA Las Brujas  
INIA Salto Grande  
INIA Tacuarembó  
INIA Treinta y Tres

Andes 1365 P. 12, Montevideo  
Ruta 50 Km. 11, Colonia  
Ruta 48 Km. 10, Canelones  
Camino a l Terrible, Salto  
Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó  
Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres

Tel: 598 2902 0550  
Tel: 598 4574 8000  
Tel: 598 2367 7641  
Tel: 598 4733 5156  
Tel: 598 4632 2407  
Tel: 598 4452 2023

Fax: 598 2902 3633  
Fax: 598 4574 8012  
Fax: 598 2367 7609  
Fax: 598 4732 9624  
Fax: 598 4632 3969  
Fax: 598 4452 5701

[iniadn@dn.inia.org.uy](mailto:iniadn@dn.inia.org.uy)  
[iniate@le.inia.org.uy](mailto:iniate@le.inia.org.uy)  
[inia\\_lb@lb.inia.org.uy](mailto:inia_lb@lb.inia.org.uy)  
[inia\\_sg@sg.inia.org.uy](mailto:inia_sg@sg.inia.org.uy)  
[iniatbo@b.inia.org.uy](mailto:iniatbo@b.inia.org.uy)  
[iniatt@tyt.inia.org.uy](mailto:iniatt@tyt.inia.org.uy)

## FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (FPTA)

Instituciones Asociadas	
<b>Institución</b>	Universidad de LLeida
<b>Tipo</b>	Participante
<b>Aporte Financiero del Asociado (US\$)</b>	0,00
<b>Aporte Valorizado del Asociado</b>	
Asesoramiento técnico, tutoría en la formación de recursos humanos (doctorados)	<b>Valor Estimado (US\$)</b> 30.000,00
<b>Institución</b>	Weyerhaeuser productos S.A.
<b>Tipo</b>	Participante
<b>Aporte Financiero del Asociado (US\$)</b>	15.000,00
<b>Aporte Valorizado del Asociado</b>	
Alojamiento, alimentación, horas técnicas de soporte a campo y logística	<b>Valor Estimado (US\$)</b> 15.710,00

Equipo Técnico		
Investigador	Institución	Especialidad
María Carolina Munka Moreno	Facultad de Agronomía	Meteorología y climatología
Francesc Castellví Sentis	Universidad de LLeida	Meteorología y climatología
Juan Pablo Chiara Recca	Facultad de Agronomía	Meteorología y climatología

INIA Dirección Nacional  
 INIA La Estanzuela  
 INIA Las Brujas  
 INIA Salto Grande  
 INIA Tacuarembó  
 INIA Treinta y Tres

Andes 1365 P. 12, Montevideo  
 Ruta 50 Km. 11, Colonia  
 Ruta 48 Km. 10, Canelones  
 Camino a l Terrible, Salto  
 Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó  
 Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres

Tel: 598 2902 0550  
 Tel: 598 4574 8000  
 Tel: 598 2367 7641  
 Tel: 598 4733 5156  
 Tel: 598 4632 2407  
 Tel: 598 4452 2023

Fax: 598 2902 3633  
 Fax: 598 4574 8012  
 Fax: 598 2367 7609  
 Fax: 598 4732 9624  
 Fax: 598 4632 3969  
 Fax: 598 4452 5701

[iniadn@dn.inia.org.uy](mailto:iniadn@dn.inia.org.uy)  
[iniale@e.inia.org.uy](mailto:iniale@e.inia.org.uy)  
[inia\\_lb@lb.inia.org.uy](mailto:inia_lb@lb.inia.org.uy)  
[inia\\_sg@sg.inia.org.uy](mailto:inia_sg@sg.inia.org.uy)  
[iniatbo@b.inia.org.uy](mailto:iniatbo@b.inia.org.uy)  
[iniati@tyt.inia.org.uy](mailto:iniati@tyt.inia.org.uy)

**FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (FPTA)**

19/08/17

Esc. SANDRA RODRIGUEZ ANTONIETI  
DIRECTORA DE DEPARTAMENTO

**Verificables Generales del Proyecto (Productos 1, 2, 4 Y 5)**

<b>Producto:</b>	Formulación y publicación de tesis doctoral relativa al estudio de la dinámica de los flujos de energía y vapor de agua en sistemas forestales a escala local.
<b>Tipo:</b>	4-Desarrollo del Capital Intelectual
<b>Categoría:</b>	4.4-Tesis / Monografías / Proyectos
<b>Indicador:</b>	4.4.4-De doctorado
<b>Año:</b>	2017
<b>Semestre:</b>	2

AM

<b>Componentes Relacionados:</b>
1. Obtención de metodologías validadas de estimación del balance de energía y flujo de vapor de agua
2. Obtención de técnicas y protocolos de medidas de campo del balance de energía y flujo de vapor d

<b>Producto:</b>	Elaboración y publicación de los resultados del proyecto en serie técnica FPTA-INIA
<b>Tipo:</b>	2-Comunicación y Transferencia de Tecnología
<b>Categoría:</b>	2.4-Publicaciones de Divulgación
<b>Indicador:</b>	2.4.1-Revista INIA
<b>Año:</b>	2017
<b>Semestre:</b>	2

<b>Componentes Relacionados:</b>
1. Obtención de metodologías validadas de estimación del balance de energía y flujo de vapor de agua
2. Obtención de técnicas y protocolos de medidas de campo del balance de energía y flujo de vapor d

<b>Producto:</b>	Actividad en modalidad taller con participación de actores de diferentes instituciones (Universidad de la República, INIA, MGAP, DINAMA, etc) vinculados a las temáticas de gestión del recurso hídrico con énfasis en sistemas forestales. Presentación y discusión de resultados preliminares. Consulta de opinión y relevamiento de los alcances y potenciales utilidades de los resultados de la investigación en diferentes sectores nacionales (investigación, educativo, medio ambiente y productivo).
<b>Tipo:</b>	2-Comunicación y Transferencia de Tecnología
<b>Categoría:</b>	2.1-Actividades Presenciales
<b>Indicador:</b>	2.1.2-Jornada Técnica
<b>Año:</b>	2015
<b>Semestre:</b>	2

<b>Componentes Relacionados:</b>
1. Obtención de metodologías validadas de estimación del balance de energía y flujo de vapor de agua
2. Obtención de técnicas y protocolos de medidas de campo del balance de energía y flujo de vapor d

<b>Producto:</b>	Actividad en modalidad de seminarios con participantes de diferentes instituciones (Universidad de la República, INIA, MGAP, DINAMA, etc.). Presentación de resultados.
<b>Tipo:</b>	2-Comunicación y Transferencia de Tecnología
<b>Categoría:</b>	2.1-Actividades Presenciales
<b>Indicador:</b>	2.1.2-Jornada Técnica
<b>Año:</b>	2017
<b>Semestre:</b>	1

<b>Componentes Relacionados:</b>
1. Obtención de metodologías validadas de estimación del balance de energía y flujo de vapor de agua
2. Obtención de técnicas y protocolos de medidas de campo del balance de energía y flujo de vapor d

<b>Producto:</b>	Publicación de resultados preliminares en Congreso de Agrometeorología.
<b>Tipo:</b>	1-Producción Científico-Técnica
<b>Categoría:</b>	1.7-Participación en Congresos
<b>Indicador:</b>	1.7.1-Conferencista invitado en evento internacional
<b>Año:</b>	2014
<b>Semestre:</b>	2

INIA Dirección Nacional  
INIA La Estanzuela  
INIA Las Brujas  
INIA Salto Grande  
INIA Tacuarembó  
INIA Treinta y Tres

Andes 1365 P. 12, Montevideo  
Ruta 50 Km. 11, Colonia  
Ruta 48 Km. 10, Canelones  
Camino a l Terrible, Salto  
Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó  
Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres

Tel: 598 2902 0550  
Tel: 598 4574 8000  
Tel: 598 2367 7641  
Tel: 598 4733 5156  
Tel: 598 4632 2407  
Tel: 598 4452 2023

Fax: 598 2902 3633  
Fax: 598 4574 8012  
Fax: 598 2367 7609  
Fax: 598 4732 9624  
Fax: 598 4632 3969  
Fax: 598 4452 5701

[iniadn@dn.inia.org.uy](mailto:iniadn@dn.inia.org.uy)  
[iniale@e.inia.org.uy](mailto:iniale@e.inia.org.uy)  
[inia\\_lb@lb.inia.org.uy](mailto:inia_lb@lb.inia.org.uy)  
[inia\\_sg@sg.inia.org.uy](mailto:inia_sg@sg.inia.org.uy)  
[iniatbo@b.inia.org.uy](mailto:iniatbo@b.inia.org.uy)  
[iniatt@tyt.inia.org.uy](mailto:iniatt@tyt.inia.org.uy)

## FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (FPTA)

DE CONVENIOS (3)

Componentes Relacionados:	
1.	Obtención de metodologías validadas de estimación del balance de energía y flujo de vapor de agua
2.	Obtención de técnicas y protocolos de medidas de campo del balance de energía y flujo de vapor d

<b>Producto:</b>	Elaboración y publicación de al menos un artículo científico relativo a la determinación y estimación del balance de energía y el flujo de vapor de agua en cubiertas forestales a escala local.
<b>Tipo:</b>	1-Producción Científico-Técnica
<b>Categoría:</b>	1.1-Artículos en publicaciones seriadas especializadas
<b>Indicador:</b>	1.1.2-Revista científica arbitrada
<b>Año:</b>	2016
<b>Semestre:</b>	2

Componentes Relacionados:	
1.	Obtención de metodologías validadas de estimación del balance de energía y flujo de vapor de agua
2.	Obtención de técnicas y protocolos de medidas de campo del balance de energía y flujo de vapor d

<b>Producto:</b>	Publicación de resultados de la investigación en Congreso afin a la temática de estudio (Agrometeorología, Recursos Hídricos, Forestales).
<b>Tipo:</b>	1-Producción Científico-Técnica
<b>Categoría:</b>	1.7-Participación en Congresos
<b>Indicador:</b>	1.7.4-Presentación oral en evento nacional
<b>Año:</b>	2016
<b>Semestre:</b>	2

Componentes Relacionados:	
1.	Obtención de metodologías validadas de estimación del balance de energía y flujo de vapor de agua
2.	Obtención de técnicas y protocolos de medidas de campo del balance de energía y flujo de vapor d

### Rubros y Códigos Agrícolas

	EU	ZZ7	Total
F62	10,00	0,00	10,00
P10	10,00	5,00	15,00
P40	70,00	5,00	75,00
<b>Total</b>	<b>90,00</b>	<b>10,00</b>	<b>100,00</b>

### Contribución a la Resolución del Problema Identificado

Los resultados de esta investigación contribuirán a la formación de recursos humanos en el monitoreo de las variables biofísicas (H y LE) en sistemas forestales. Promoverá la generación de una base de datos continuos de observación de campo que entre otras aplicaciones permitirá calibrar modelos basados en sensoramiento remoto con alcances en la estima de H y LE a una cobertura espacial mayor. La validación de metodologías de estimación de H y LE de costo reducido permitirá entre otros mejorar los ajustes de modelos ecofisiológicos, de productividad neta y de balance hidrológico del sistema. A su vez proporcionará información científica para agentes de decisión en el sector productivo y de política del medio ambiente y del sector forestal.

### Descripción del Problema Identificado

La evaluación de los cambios en los flujos hídricos de los agroecosistemas recae fundamentalmente en la cuantificación de los procesos biofísicos, balance de energía y evapotranspiración (LE); y tiene alcances tanto en la evaluación de impactos ambientales como en los modelos de productividad de los sistemas. En particular la LE es un término importante tanto en la ecuación del balance de agua como en la de energía en superficie, y su medida y estimación es dificultosa. El abordaje de estas determinaciones en ecosistemas forestales es particularmente costosa y compleja. Para la validación de diferentes estimaciones de LE se requiere medidas de flujo turbulento que permita la aplicación del método de eddy covariance, dato de referencia. A nivel local es escaso el conocimiento que existe en la medida de los flujos turbulentos en superficies forestales y en particular la validación de metodologías de estimación de la LE a diferentes escalas temporales y espaciales.

INIA Dirección Nacional INIA La Estanzuela INIA Las Brujas INIA Salto Grande INIA Tacuarembó INIA Treinta y Tres	Andes 1365 P. 12, Montevideo Ruta 50 Km. 11, Colonia Ruta 48 Km. 10, Canelones Camino a l Terrible, Salto Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres	Tel: 598 2902 0550 Tel: 598 4574 8000 Tel: 598 2367 7641 Tel: 598 4733 5156 Tel: 598 4632 2407 Tel: 598 4452 2023	Fax: 598 2902 3633 Fax: 598 4574 8012 Fax: 598 2367 7609 Fax: 598 4732 9624 Fax: 598 4632 3969 Fax: 598 4452 5701	<a href="mailto:iniadn@dn.inia.org.uy">iniadn@dn.inia.org.uy</a> <a href="mailto:iniate@e.inia.org.uy">iniate@e.inia.org.uy</a> <a href="mailto:inia_lb@lb.inia.org.uy">inia_lb@lb.inia.org.uy</a> <a href="mailto:inia_sq@sq.inia.org.uy">inia_sq@sq.inia.org.uy</a> <a href="mailto:iniatbo@tb.inia.org.uy">iniatbo@tb.inia.org.uy</a> <a href="mailto:iniatt@tyt.inia.org.uy">iniatt@tyt.inia.org.uy</a>
---	--	--	--	--

Antecedentes y Justificación

Debido a la incertidumbre que genera la variabilidad climática la sociedad ha ido tomando consciencia de que el agua es un patrimonio del territorio muy preciado, y las instituciones (tanto gubernamentales como empresariales) dedican una gran atención a la gestión - planificación de los recursos hidrológicos. En cuanto a la comunidad científica (meteorológica, hidrológica y agraria) es de antaño reconocido que dicha tarea no es fácil. La evapotranspiración es un término importante tanto en la ecuación del balance de agua como en la de energía en superficie, y su medida y estimación es difícil. Al respecto, de forma simplificada podría decirse lo siguiente.

Acorde a las conclusiones del IGBP (Internacional Geosphere-Biosphere Programme) workshop (La Thuile, IT, 1995) que marcaron el punto de partida a la planificación y ejecución de proyectos micrometeorológicos con una financiación sin precedentes (Ameriflux, Euroflux, Asiaflux, etc.), uno de los factores clave que dificulta la comprensión de un clima cambiante y sus consecuencias en la dinámica de los ecosistemas e impacto en los recursos hidrológicos es la falta de series largas y de calidad de flujos turbulentos en superficie (calor sensible, H, latente o evapotranspiración, LE, y de dióxido de carbono FCO2). La medida de flujos turbulentos a escala local mediante equipos que directamente miden la turbulencia para aplicar el método de la Covarianza de Torbelinos, CT, tiene un costo (instrumentación y mantenimiento) elevado. Ello explica, entre otros flujos de energía, la carencia de series largas de LE lo cual limita la correcta evaluación de cómo el medio (suelo-vegetación) gestiona el agua.

No obstante, para una correcta interpretación de las series de LE medidas mediante CT, además de otros flujos de energía (especialmente cuando la vegetación es alta siendo el caso más extremo superficies forestales con árboles de gran envergadura), es deseable conocer otros términos energéticos como la radiación neta, Rn, y flujo de calor en el suelo, G, puesto que todos ellos están relacionados por la Ecuación de Balance de Energía en Superficie, EBES (Burba y Anderson, 2007). Típicamente, se observa que la suma de los flujos turbulentos medidos es demasiado pequeña con respecto a la energía neta disponible y almacenada en superficie. Este es un problema histórico aún no resuelto (Wilson y col., 2002; Leuning y col., 2012). Por ejemplo, se desconoce la mejor forma de forzar el cierre de la EBES para así corregir los flujos turbulentos ya sean medidos o estimados (Cava y col., 2008; Mauder y col., 2007; Twine y col., 2000).

A escala no local, puesto que LE no puede medirse directamente, se determinan estimaciones. Ello precisa la aplicación de técnicas basadas en teledetección mediante satélites artificiales, o técnicas basadas en escintilometría. Estas técnicas también son complejas y altamente costosas, no son independientes (para que sean operativas requieren ajustes semi-empíricos validados usando medidas locales), y son indirectas pues fuerzan el cierre de la EBES simplificada mediante la estimación de Rn, G, y H, estimando LE como un residuo (Sánchez y col., 2008 y 2009) de acuerdo a la siguiente expresión  $LE = (Rn - G - H) / \rho \Delta$  (1)

Con respecto a la estimación de flujos turbulentos a escala local, la dificultad (frecuentemente, la imposibilidad) de realizar todas las medidas necesarias dentro de la Capa Inercial, CI, fuerza el uso de relaciones semi-empíricas obtenidas sobre superficies homogéneas para estimar parámetros propios de la rugosidad de la superficie. Típicamente alturas del plano de desplazamiento cero y rugosidad para la transferencia de momento y de escalar se estiman como una porción de la altura de la cubierta. Desde hace décadas, es conocido que ello puede ser una fuente importante de error. Cuando se mide en la Capa Rugosa, CR, no puede recomendarse el uso de métodos tradicionales basados (total o parcialmente) en teoría de Monin - Obukov (i.e., método aerodinámico, métodos basados en la varianza, en la disipación, razón de Bowen determinado mediante gradientes, etc.) (Kaimal y Finnigan, 1995). Estos métodos de estima de flujos no son independientes (requieren calibración) y las bases físicas que invocan no son realistas (Castellví y col., 2012a).

En consecuencia, cualquier pequeño avance en la estimación directa o indirecta de flujos turbulentos a escala local, ya sea en comprensión, precisión y/o en una reducción de costo que permita aumentar la densidad espacial de muestreo, es de suma importancia. Cualquier avance en estas direcciones tiene un impacto inmediato en micrometeorología, y muy especialmente cuando son aplicables sobre vegetación heterogénea y alta, pues este caso fuerza a tomar medidas dentro de la CR debido a los exigentes requisitos de fetch (distancia entre la posición de los sensores y el borde del canopeo en la dirección del viento y sentido hacia los sensores).

En Uruguay es incipiente la investigación en esta área, Berger et al. (INIA, 2012) alcanzaron resultados satisfactorios en la utilización del método de CT para estimación de LE, intercambio de CO2 y balance de energía en sistemas agrícolas de cultivos de secano.

En el contexto de la estima de flujos de energía a escala local, este proyecto se centra en la estima de H y LE sobre Eucalyptus para tres casos diferentes que contemplarán heterogeneidad en el canopeo, variabilidad en la resistencia estomática y desacoplamiento entre la copa y el sotobosque. Puesto que los tres casos presentan unas dificultades extremas para la estima de H y LE, el objetivo de este proyecto es encontrar un método/s y una metodología de estima de flujos que presente ventajas con respecto a la aplicación del método CT. Por ventajas deben entenderse los siguientes aspectos:

- (1) Reducir costos. No solo en lo que se refiere a la adquisición de los instrumentos de medida, también en que los instrumentos sean más robustos, y que personal no especializado (o entrenado) en micrometeorología pueda llevar a cabo tareas de mantenimiento.
- (2) Que la toma de medidas se realice en la CR. Ello reducirá requisitos de fetch que son necesarios para que las medidas realizadas se refieran a la superficie de interés (Castellví, 2012).

Estos dos aspectos son de suma importancia para tomar medidas de forma continua, poder incrementar la densidad de medidas, y crucial para poder calibrar modelos basados en sensores remotos que permitan estimar H y LE a mayor escala.

Estrategia del Proyecto

El proyecto se realizará con investigadores de la Unidad de Sistemas Ambientales de la Facultad de Agronomía (FAgro) del grupo de Agrometeorología, del Departamento de Medio Ambiente y Ciencias del Suelo de la Universidad de Lleida y de la empresa Weyerhaeuser Uruguay. Los investigadores de FAgro y el Dr Castellví (UdL) conformarán el equipo científico responsable del monitoreo de la dinámica y estimación de los flujos de energía y agua a determinadas escalas temporales así como del desarrollo de técnicas y protocolos de medidas a campo. El apoyo logístico, la facilitación de infraestructura y materiales, el sitio experimental y el estudio de las variables productivas se articulará y trabajará con técnicos y profesionales de Weyerhaeuser Uruguay. El trabajo involucrará actividades que figuran en líneas de investigación de programas de doctorado y formación de recursos humanos. Se articulará trabajo en conjunto con investigadores de diferentes instituciones (Facultad de Ciencias, Facultad de Ingeniería, INIA) y diferentes áreas (hidrológicas, edáficas, forestales, etc) que trabajan en este y otros sitios experimentales. Se prevé intercambio con investigadores locales y extranjeros para instancias de capacitación. La determinación de flujos turbulentos y las estimaciones de H y LE se realizará con instrumental específico y en árboles con diferentes escenarios de heterogeneidad de la canopia, variabilidad de la resistencia estomática y características del sotobosque.

INIA Dirección Nacional  
 INIA La Estanzuela  
 INIA Las Brujas  
 INIA Salto Grande  
 INIA Tacuarembó  
 INIA Treinta y Tres

Andes 1365 P. 12, Montevideo  
 Ruta 50 Km. 11, Colonia  
 Ruta 48 Km. 10, Canelones  
 Camino a l Terrible, Salto  
 Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó  
 Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres

Tel: 598 2902 0550  
 Tel: 598 4574 8000  
 Tel: 598 2367 7641  
 Tel: 598 4733 5156  
 Tel: 598 4632 2407  
 Tel: 598 4452 2023

Fax: 598 2902 3633  
 Fax: 598 4574 8012  
 Fax: 598 2367 7609  
 Fax: 598 4732 9624  
 Fax: 598 4632 3969  
 Fax: 598 4452 5701

[iniadn@dn.inia.org.uy](mailto:iniadn@dn.inia.org.uy)  
[iniale@le.inia.org.uy](mailto:iniale@le.inia.org.uy)  
[inia\\_lb@lb.inia.org.uy](mailto:inia_lb@lb.inia.org.uy)  
[inia\\_sg@sg.inia.org.uy](mailto:inia_sg@sg.inia.org.uy)  
[iniatbo@tb.inia.org.uy](mailto:iniatbo@tb.inia.org.uy)  
[iniatt@tyt.inia.org.uy](mailto:iniatt@tyt.inia.org.uy)

## FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (FPTA)

### Materiales y Métodos

La investigación se basa en el estudio de tres casos, Eucalyptus de 0.5 a 1.5 años (con diferente sotobosque generado por la inclusión de ganado) y Eucalyptus de 3 años instalados en la cuenca experimental La Corona (31°38'09" S, 55°41'48" W) Tacuarembó, Uruguay Weyerhaeuser SA). Según la clasificación climática de Köppen la región se caracteriza por un clima templado y húmedo, con veranos calurosos (Cfa). El promedio anual de precipitación es de 1484 mm con distribución regular en el año pero con muy alta variabilidad interanual en cada mes, y la temperatura media oscila, entre 23,2 °C en el mes más cálido (enero) y 10,8 °C en el mes más frío (julio).

La estimación del calor sensible (H) se realizará mediante dos métodos que requieren inputs diferentes.

Método 1. Se basa en Teoría de Renovación de Partículas de aire en Superficie, TRPS. Este requiere la medida de la temperatura a alta frecuencia (típicamente, 10 Hz). TRPS es relativamente reciente (PawU y col., 1995; Castellví, 2009), y durante la última década se han derivado una familia de métodos basados en TRPS que han mostrado potencial para estimar flujos tomando medidas dentro de la CR (Castellví, 2004; Castellví y col., 2005; 2006; 2009; 2010; 2012a). El método TRPS más reciente no requiere como input ningún parámetro que dependa de la superficie (plano de desplazamiento cero, índice de área foliar, resistencia estomática, altura del canopy, etc.). El input requerido se obtiene mediante tres termopares situados a tres alturas. Dos termopares miden la temperatura a baja frecuencia (entre 10 a 30 minutos), y otro a alta frecuencia (10 Hz). El artículo que describe este método está en fase de revisión (Castellví y col. 2012b). En lo que sigue, a este método se hará referencia como Método 1.

Método 2. Se basa en la Ecuación, en una dimensión, de la Difusión Turbulenta de un escalador pasivo, EDT. También es relativamente reciente (Fitzmaurice y col., 2004) y requiere medidas tomadas a baja frecuencia (entre 5 a 30 minutos) de la temperatura del aire y de la velocidad del viento. Este método no ha sido muy estudiado. Quizás sea debido a que, en cuanto a las estimas de flujos cada 30 minutos se refiere, A) no ofrece estimas tan cercanas al método CT como los métodos basados en TRPS, B) sistemas de adquisición de datos (datalogger) relativamente modernos permiten almacenar ininterrumpidamente series a alta frecuencia durante periodos de tiempo del orden de varios meses, C) potencialmente requiere más fetch que TRPS (Castellví, 2012), y D) requiere la estimación de parámetros que dependen de la arquitectura del canopy. En general, todos los estudios de estimas de flujo se han validado con respecto al método CT (o lisímetros de pesada para LE) en base a promedios cada 30 minutos. Sin embargo, tal y como se explica en la metodología de estimación de LE, su estudio es de interés en el presente contexto y no hay antecedentes (acorde al conocimiento de los autores de esta memoria basado en una búsqueda bibliográfica exhaustiva en revistas indexadas, Science Citation Index).

El método 1, dadas las ventajas que presenta, se estudiará cuando los Eucalyptus presenten una heterogeneidad moderada, es decir para el tercer caso en el que la altura del árbol se estima en 8 m.

Las ventajas a destacar del método 1 con respecto a CT, son una importante reducción de costo y mantenimiento. También destacar que para su instalación no se requiere un mástil mayor que la altura del árbol (el peso de un termopar es despreciable, pudiendo éste sujetarse en una barra de poco diámetro acollada al mástil base), y dado que la temperatura es un escalador no es preciso que los termopares estén nivelados ni perfectamente alineados con respecto a la vertical.

Las ventajas a destacar del método 2 con respecto a CT, son las mismas que las descritas en el método 1, a excepción de que un anemómetro debe estar perfectamente nivelado.

Las ventajas que ofrece el método 2 con respecto al método 1, es que no requiere la medida a alta frecuencia. Ello hace que pueda usarse un termómetro robusto (por ejemplo un termistor). Puesto que Uruguay es ventoso y la toma de medidas se realiza a alturas considerables (con respecto al suelo), un anemómetro tradicional de bajo costo puede, en general (siempre hay casos de vientos calmados), ofrecer el input requerido. Así pues, el método 2 puede aplicarse usando instrumentos robustos, y al requerir datos tomados a baja frecuencia estos pueden almacenarse en sistemas de adquisición de datos obsoletos (dataloggers tipo CR10x, CR23X, etc.).

La ventaja que ofrece el método 1 con respecto al método 2, es que potencialmente éste último puede no ser independiente (requiera calibración).

La estimación del calor latente o evapotranspiración (LE) se realizará mediante la Eq. (1), conocido como el método del residuo de la EBES. Ello requiere la medida de  $R_n$  y  $G$ . Mediante el método CT, se estudiara cual es la escala de tiempo adecuada para que se cumpla la Eq. (1), es decir que la integración de la energía neta almacenada en el canopy y la invertida en procesos de fotosíntesis sea nula (véase discusión en Sakai y col., 2008; Leuning y col., 2012). Para esa escala temporal (típicamente, un día, dos días, etc.) puede esperarse que el valor integrado de  $G$ , también sea nulo (Brutsaert, 1988). Este se medirá mediante el método descrito en Fuchs and Tanner (1967). En consecuencia, LE se estimara como,  $LE = R_n - H$ , y dado que la medida de  $R_n$  no es costosa, se tiene un método de bajo costo para estimar el valor integrado de LE el cual no está sujeto a errores de medida aleatorios en base cada 30 minutos.

El método 2 también se aplicara para estimar el valor integrado de LE directamente (en la misma base temporal previamente escogida). Ello requiere medidas de la humedad del aire y de la velocidad horizontal del viento a baja frecuencia. Así pues, se pueden reducir costes de instrumentación con respecto al método del residuo.

Validación de las estimas de H y LE: una vez determinada la base temporal en que la Eq. (1) presente un cierre razonable usando el método CT. Los valores integrados de las estimas de H y LE se validarán con respecto a CT. Paralelamente también se considerará la capacidad de cierre de la EBES que muestran las estimas integradas.

Se mostrará un ranking de recomendación. Este se realizará en base al método que ofrezca estimaciones más cercanas al método CT. Se estudiará el bias, la correlación y el error cuadrático medio en diferentes escalas temporales (igual y mayor a la escala base, por ejemplo una semana). En igualdad de condiciones, primará el método de costo más reducido.

No obstante, se estudiará lo que puede aportar cada método pues no comparten potenciales problemas en lo que se refiere a la toma de medida. Ello hace que aunque se recomiende un método de estimación (en base al ranking), otro método podría recomendarse como alternativo para rellenar series temporales de flujo. Es decir, si dos métodos operan simultáneamente, uno podría usarse durante el tiempo en que el método seleccionado no ha estado operando (por rotura de algún sensor, pérdida de datos durante el mantenimiento, etc).

El instrumental constará de un equipo completo para aplicar el método CT. Dicha unidad requiere un anemómetro sónico tridimensional (simil tipo Gill WindMasterPro), un analizador de concentración de vapor de agua y de dióxido de carbono (simil tipo LI-7500A), y un termopar de 76  $\square$ m. La unidad CT se instalará a una altura que será dos veces la altura del canopy. Para estudiar el método 1 se instalarán 6 termopares (76  $\square$ m) separados entre sí por una distancia que siga una ley logarítmica. El de menor altura se colocara a 1 m sobre el canopy. Para estudiar el método 2 se instalarán dos anemómetros (de cazoleta, simil tipo 05103 RM Young) y dos sensores de humedad (simil tipo HMP45C, Vaisala) a dos alturas intermedias en las que se mida la temperatura mediante termopares. La radiación neta se medirá mediante radiómetro neto (simil tipo Kipp & Zonen CNR 4), y el flujo de calor en el suelo se medirá en tres puntos mediante 3 placas de flujo (tipo self-calibrating) y 6 termopares de suelo.

### Gestión del Conocimiento

La transferencia de conocimiento se realizará mediante la difusión de resultados en jornadas de divulgación y en publicaciones en revistas indexadas. Se articulará trabajo en conjunto con investigadores de diferentes instituciones (UdelaR, NCSU, INIA) y de diferentes áreas (hidrológicas, edáficas, forestales, etc) que trabajan en este y otros sitios experimentales. Se promoverán jornadas de intercambio para la presentación de resultados y la discusión sobre la gestión del agua en el territorio desde el sistema suelo-planta-animal-atmósfera y sus vinculaciones con la sociedad. Para ello se convocarán a actores de diferentes instituciones (Facultad de Agronomía, Facultad de Ciencias, Facultad de Ingeniería, INIA, MGAP, MVOTMA) y diferentes asociaciones de productores (del sistema forestal, agrícola-gandero, ganadero extensivo y lechero).

### Beneficiarios Potenciales

INIA Dirección Nacional	Andes 1365 P. 12, Montevideo	Tel: 598 2902 0550	Fax: 598 2902 3633	<a href="mailto:iniadn@dn.inia.org.uy">iniadn@dn.inia.org.uy</a>
INIA La Estanzuela	Ruta 50 Km. 11, Colonia	Tel: 598 4574 8000	Fax: 598 4574 8012	<a href="mailto:iniale@le.inia.org.uy">iniale@le.inia.org.uy</a>
INIA Las Brujas	Ruta 48 Km. 10, Canelones	Tel: 598 2367 7641	Fax: 598 2367 7609	<a href="mailto:inia_lb@lb.inia.org.uy">inia_lb@lb.inia.org.uy</a>
INIA Salto Grande	Camino a I Terrible, Salto	Tel: 598 4733 5156	Fax: 598 4732 9624	<a href="mailto:inia_sg@sg.inia.org.uy">inia_sg@sg.inia.org.uy</a>
INIA Tacuarembó	Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó	Tel: 598 4632 2407	Fax: 598 4632 3969	<a href="mailto:iniatbo@tb.inia.org.uy">iniatbo@tb.inia.org.uy</a>
INIA Treinta y Tres	Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres	Tel: 598 4452 2023	Fax: 598 4452 5701	<a href="mailto:iniatt@tyt.inia.org.uy">iniatt@tyt.inia.org.uy</a>

**FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (FPTA)**

1200  
AM

LISTA ANEXA

Grupo Institucional			
<b>Tipo:</b>	1.4. Otras Instituciones, Organizaciones, Comisiones	<b>Comentarios:</b>	Desde una perspectiva aplicada y científica, los beneficiarios se corresponden con instituciones públicas-privadas de investigación y enseñanza en donde la mejora de la gestión de los recursos hidrológicos y la planificación de plantaciones forestales forman parte de las agendas de investigación y gestión. El alcance de esta investigación se vincula con abordajes tanto desde el punto de vista del uso, conservación y valorización de los recursos naturales como del crecimiento sostenido de la productividad. En este sentido los resultados obtenidos también tendrán como destinatarios a investigadores de otras áreas y actores del sector que abordan otras temáticas licitadas en este llamado; como ser: Efectos de los sistemas y prácticas silviculturales sobre los recursos suelo y agua y la Evaluación de sistemas productivos existentes o no en el país, que se integren por diferentes rubros incluido el forestal (agro-silvo-pastoriles).

Grupo Productivo			
<b>Tipo:</b>	2.1. Productores empresariales con mayor demanda	<b>Comentarios:</b>	Desde una perspectiva aplicada y científica, los beneficiarios se corresponden con las empresas del sector productivo forestal en donde la mejora de la gestión de los recursos hidrológicos y la planificación de plantaciones forestales forman parte de las agendas de investigación y gestión. El alcance de esta investigación se vincula con abordajes tanto desde el punto de vista del uso, conservación y valorización de los recursos naturales como del crecimiento sostenido de la productividad.

**Impactos Esperados**

Impactos Económicos			
<b>Variable Afectada:</b>	Productividad	<b>Comentarios:</b>	<b>Impacto:</b> 1

Impactos Sociales			
<b>Variable Afectada:</b>	Capacitación Técnica	<b>Comentarios:</b>	<b>Impacto:</b> 2

Impactos Ambientales			
<b>Variable Afectada:</b>	Eficiencia Tecnológica	<b>Comentarios:</b>	<b>Impacto:</b> 1
<b>Variable Afectada:</b>	Conservación Ambiental	<b>Comentarios:</b>	<b>Impacto:</b> 1
<b>Variable Afectada:</b>	Cambio Climático	<b>Comentarios:</b>	<b>Impacto:</b> 2

INIA Dirección Nacional  
INIA La Estanzuela  
INIA Las Brujas  
INIA Salto Grande  
INIA Tacuarembó  
INIA Treinta y Tres

Andes 1365 P. 12, Montevideo  
Ruta 50 Km. 11, Colonia  
Ruta 48 Km. 10, Canelones  
Camino a l Terrible, Salto  
Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó  
Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres

Tel: 598 2902 0550  
Tel: 598 4574 8000  
Tel: 598 2367 7641  
Tel: 598 4733 5156  
Tel: 598 4632 2407  
Tel: 598 4452 2023

Fax: 598 2902 3633  
Fax: 598 4574 8012  
Fax: 598 2367 7609  
Fax: 598 4732 9624  
Fax: 598 4632 3969  
Fax: 598 4452 5701

[iniadn@dn.inia.org.uy](mailto:iniadn@dn.inia.org.uy)  
[iniale@le.inia.org.uy](mailto:iniale@le.inia.org.uy)  
[inia\\_lb@lb.inia.org.uy](mailto:inia_lb@lb.inia.org.uy)  
[inia\\_sg@sg.inia.org.uy](mailto:inia_sg@sg.inia.org.uy)  
[iniatho@th.inia.org.uy](mailto:iniatho@th.inia.org.uy)  
[iniatt@tyt.inia.org.uy](mailto:iniatt@tyt.inia.org.uy)



**FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (FPTA)**

**Matriz de Marco Lógico**

	<b>Narrativa</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medio de Verificación</b>	<b>Supuestos</b>
<b>Fin</b>	El proyecto presenta el desafío de desarrollar técnicas y protocolos de medida que permitan estudiar la dinámica de ecosistemas mediante la monitorización de flujos de energía y agua a determinadas escalas temporales. Contribuirá con información científica a la evaluación de la dinámica del balance de carbono y agua en agroecosistemas forestales en un escenario nacional con escasos antecedentes de investigación en esta temática.	Adopción de los resultados de esta investigación (técnicas de estimación y protocolos de medida del balance de energía y la evapotranspiración) por aquellos equipos nacionales de diferentes sectores (investigación, político, productivo) que estudien el balance de carbono y de agua en ecosistemas forestales.	Publicación científica en medios arbitrados o reportes nacionales donde se de cuenta de la cuantificación del balance de carbono y agua en ecosistemas forestales.	La aparición de un nuevo abordaje en el estudio de la dinámica del balance de carbono y agua en sistemas forestales que se base en técnicas de estima que no requieran series largas y de calidad de flujos turbulentos en superficie (calor sensible, H, latente o evapotranspiración, LE, y de dióxido de carbono FCO2).
<b>Propósito</b>	El propósito de este trabajo, dada la dificultad extrema para la estimación del balance de energía (H) y flujo de agua (LE) en cubiertas forestales, es contribuir a alcanzar diferentes formas de estimación de flujos de H y LE que presenten ventajas con respecto a la aplicación del método de eddy covariance (CT, método de referencia) y que sean de uso múltiple. Se pretende avanzar en la comprensión, precisión y/o reducción de costos en la estimación de H y LE que permitan ampliar la densidad espacial de muestreo y la generación de medidas locales en forma continuas.	Al finalizar el proyecto: 1. Validación de al menos 2 métodos de estimación de flujos de energía y 2 métodos de estimación de flujos de agua, de bajo costo y sin requerimientos de parámetros que dependan de la superficie (índice de área foliar, resistencia estomática, altura del canopy, etc).  2. Generación de un ranking de métodos de estimación de flujos de energía y vapor de agua en cubiertas forestales según el grado de ajuste con el método de referencia (eddy covariance) y según el costo de instrumentación y operativa.	Publicación científica en medios arbitrados.	La aparición de nuevos abordajes y técnicas de estima de flujos de energía y agua en cubiertas forestales que sean independientes, o sea que sean operativas sin el requerimiento de ajustes semi-empíricos validados utilizando medidas locales (observación en terreno).
<b>Componentes</b>	1. Obtención de metodologías validadas de estimación del balance de energía y flujo de vapor de agua en cubiertas forestales y cuya implementación es de costo reducido.	Datos cuantitativos y gráficos de valores del balance de energía y del flujo de vapor de agua validados en relación al método de referencia y para diferentes características de canopy forestal (heterogeneidad del dosel, resistencia estomática, acoplamiento del dosel y sotobosque).	Publicación científica en medios arbitrados que den cuenta de los métodos de estimación analizados y validados.	Aparición de nuevas tecnologías de medición directa de flujos de energía y vapor de agua en cubiertas forestales que sean de bajo costo, de bajo grado de complejidad de medición y de sencilla operativa para personal no especializado.
<b>Componente</b>	2. Obtención de técnicas y protocolos de medidas de campo del balance de energía y flujo de vapor de agua en sistemas forestales.	Manual con directivas para la selección de instrumental para medir las variables objeto del balance de energía y vapor de agua y con rutinas de observación, almacenamiento y procesamiento de la información base.	Publicación de divulgación científica.	Aparición de redes de monitoreo telemétricas validadas y calibradas de las variables biofísicas de cubiertas forestales con independencia de observación en terreno.

**Detalle de las Actividades**

**Componente: 1. Obtención de metodologías validadas de estimación del balance de energía y flujo de vapor de agua**

**Actividad: Balance de energía y flujo de vapor de agua en Eucalyptus de 0,5 a 3 años.**

**Descripción**

Ajuste de la base temporal en la ecuación del balance de energía en superficie usando el método de referencia (eddy covariance). Cálculo de flujos de calor sensible (teoría de renovación de partículas de aire en superficie y ecuación de difusión turbulenta-EDT) y del flujo de vapor de agua (ecuación de residuo del balance de energía en superficie, y EDT). Validación de los valores integrados de las estimas de calor sensible y flujos de agua con respecto al método de referencia. Evaluación de la capacidad de cierre de la ecuación del balance de energía en superficie que presentan las estimas integradas.

**Duración**

**Fecha Inicio:** 30/04/2014

**Fecha Fin:** 30/11/2016

INIA Dirección Nacional  
INIA La Estanzuela  
INIA Las Brujas  
INIA Salto Grande  
INIA Tacuarembó  
INIA Treinta y Tres

Andes 1365 P. 12, Montevideo  
Ruta 50 Km. 11, Colonia  
Ruta 48 Km. 10, Canelones  
Camino a l Terrible, Salto  
Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó  
Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres

Tel: 598 2902 0550  
Tel: 598 4574 8000  
Tel: 598 2367 7641  
Tel: 598 4733 5156  
Tel: 598 4632 2407  
Tel: 598 4452 2023

Fax: 598 2902 3633  
Fax: 598 4574 8012  
Fax: 598 2367 7609  
Fax: 598 4732 9624  
Fax: 598 4632 3969  
Fax: 598 4452 5701

[iniadn@dn.inia.org.uy](mailto:iniadn@dn.inia.org.uy)  
[iniate@e.inia.org.uy](mailto:iniate@e.inia.org.uy)  
[inia\\_lb@lb.inia.org.uy](mailto:inia_lb@lb.inia.org.uy)  
[inia\\_sg@sg.inia.org.uy](mailto:inia_sg@sg.inia.org.uy)  
[iniatbo@b.inia.org.uy](mailto:iniatbo@b.inia.org.uy)  
[iniatt@tyt.inia.org.uy](mailto:iniatt@tyt.inia.org.uy)

[www.inia.org.uy](http://www.inia.org.uy)



**FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (FPTA)**

1202  


Lic. SANDRA RODRIGUEZ ANTONI  
 DEPARTAMENTO

Equipo Técnico Participante	
Rol	Nombre
Participante	María Carolina Munka Moreno
Responsable	Francesc Castellví Sentis
Participante	Juan Pablo Chiara Recca

Instituciones Participantes
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Agronomía
Universidad de LLeida

Resultados Esperados (Producto / Proceso Tecnológico)	
<b>Descripción:</b>	Datos cuantitativos y gráficos de flujos de energía y vapor de agua producto de los métodos de estimación evaluados teniendo en cuenta el ajuste con el método de referencia, el costo de implementación y operativa y los potenciales problemas en lo que se refiere a la toma de medidas.
<b>Tipo:</b>	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
<b>Categoría:</b>	3.14-Generación de conocimiento
<b>Indicador:</b>	3.14.7-Estudios sobre transferencia de conocimiento
<b>Fecha de Planificación:</b>	29/05/2013

Detalle de las Actividades	
<b>Componente:</b> 1. Obtención de metodologías validadas de estimación del balance de energía y flujo de vapor de agua	
<b>Actividad:</b> Monitoreo de los flujos de energía y agua en Eucalyptus de 0,5 a 1,5 años.	
<b>Descripción</b>	
Implementación del experimento: adquisición de instrumental, montaje de los sensores meteorológicos en las torres de observación en campo, registros continuos de las variables biofísicas, rutinas de mantenimiento, descarga y almacenamiento de los datos registrados.	
<b>Duración</b>	
<b>Fecha Inicio:</b> 01/02/2014	<b>Fecha Fin:</b> 30/04/2015

Equipo Técnico Participante	
Rol	Nombre
Responsable	María Carolina Munka Moreno
Participante	María Carolina Munka Moreno
Participante	Francesc Castellví Sentis
Participante	Juan Pablo Chiara Recca

Instituciones Participantes
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Agronomía
Weyerhaeuser productos S.A.
Universidad de LLeida

Resultados Esperados (Producto / Proceso Tecnológico)	
<b>Descripción:</b>	Base de datos con acceso limitado de las variables meteorológicas registradas desde el inicio del monitoreo hasta 1,5 años de edad de los árboles.
<b>Tipo:</b>	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
<b>Categoría:</b>	3.14-Generación de conocimiento
<b>Indicador:</b>	3.14.7-Estudios sobre transferencia de conocimiento
<b>Fecha de Planificación:</b>	29/05/2013

Detalle de las Actividades	
<b>Componente:</b> 1. Obtención de metodologías validadas de estimación del balance de energía y flujo de vapor de agua	
<b>Actividad:</b> Monitoreo de los flujos de energía y agua en Eucalyptus de 3 años.	
<b>Descripción</b>	
Registros continuos de las variables meteorológicas, rutinas de mantenimiento, descarga y almacenamiento de los datos registrados.	
<b>Duración</b>	
<b>Fecha Inicio:</b> 01/04/2014	<b>Fecha Fin:</b> 31/10/2016

INIA Dirección Nacional  
 INIA La Estanzuela  
 INIA Las Brujas  
 INIA Salto Grande  
 INIA Tacuarembó  
 INIA Treinta y Tres

Andes 1365 P. 12, Montevideo  
 Ruta 50 Km. 11, Colonia  
 Ruta 48 Km. 10, Canelones  
 Camino a l Terrible, Salto  
 Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó  
 Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres

Tel: 598 2902 0550  
 Tel: 598 4574 8000  
 Tel: 598 2367 7641  
 Tel: 598 4733 5156  
 Tel: 598 4632 2407  
 Tel: 598 4452 2023

Fax: 598 2902 3633  
 Fax: 598 4574 8012  
 Fax: 598 2367 7609  
 Fax: 598 4732 9624  
 Fax: 598 4632 3969  
 Fax: 598 4452 5701

[iniadn@dn.inia.org.uy](mailto:iniadn@dn.inia.org.uy)  
[iniale@le.inia.org.uy](mailto:iniale@le.inia.org.uy)  
[inia\\_lb@lb.inia.org.uy](mailto:inia_lb@lb.inia.org.uy)  
[inia\\_sq@sq.inia.org.uy](mailto:inia_sq@sq.inia.org.uy)  
[iniatbo@tb.inia.org.uy](mailto:iniatbo@tb.inia.org.uy)  
[iniatt@tyt.inia.org.uy](mailto:iniatt@tyt.inia.org.uy)

## FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (FPTA)

DE CONVENIOS (S)

Equipo Técnico Participante	
Rol	Nombre
Responsable	María Carolina Munka Moreno
Participante	María Carolina Munka Moreno
Participante	Francesc Castellvi Sentis
Participante	Juan Pablo Chiara Recca

Instituciones Participantes	
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Agronomía	
Weyerhaeuser productos S.A.	
Universidad de LLeida	

Resultados Esperados (Producto / Proceso Tecnológico)	
Descripción:	Base de datos con acceso limitado de las variables meteorológicas registradas en Eucalyptus de 3 años.
Tipo:	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
Categoría:	3.14-Generación de conocimiento
Indicador:	3.14.7-Estudios sobre transferencia de conocimiento
Fecha de Planificación:	29/05/2013

Detalle de las Actividades	
<b>Componente: 2. Obtención de técnicas y protocolos de medidas de campo del balance de energía y flujo de vapor d</b>	
<b>Actividad: Protocolo para el monitoreo de variables biofísicas. Instalación y mantenimiento de instrumental.</b>	
Descripción	
Elaboración de un manual referente a la instalación y rutinas de mantenimiento de instrumental meteorológico involucrado en el cálculo del balance de energía y flujo de vapor de agua en cubiertas forestales.	
Elaboración de una guía referente al levantamiento y procesamiento básico de datos meteorológicos involucrados en el cálculo del balance de energía y flujo de vapor de agua.	
Duración	
Fecha Inicio: 01/08/2014	Fecha Fin: 30/09/2014

Equipo Técnico Participante	
Rol	Nombre
Responsable	María Carolina Munka Moreno
Participante	Francesc Castellvi Sentis
Participante	Juan Pablo Chiara Recca

Instituciones Participantes	
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Agronomía	
Universidad de LLeida	

Resultados Esperados (Producto / Proceso Tecnológico)	
Descripción:	Guía con directivas para la instalación y mantenimiento de instrumental meteorológico para medir las variables objeto del balance de energía y el flujo de vapor de agua en cubiertas forestales.
Tipo:	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
Categoría:	3.9-Metodología Científica
Indicador:	3.9.1-Protocolos desarrollados
Fecha de Planificación:	29/05/2013

Detalle de las Actividades	
<b>Componente: 2. Obtención de técnicas y protocolos de medidas de campo del balance de energía y flujo de vapor d</b>	
<b>Actividad: Protocolo para monitoreo de variables biofísicas. Selección de instrumental.</b>	
Descripción	
Elaboración de un manual referente a la selección y adquisición de los instrumentos de medida para el monitoreo de los flujos de energía y vapor de agua en cubiertas forestales. Revisión y recomendación de instrumental robusto, con los cuáles personal no especializado (o entrenado) en micrometeorología pueda llevar a cabo tareas de mantenimiento y levantamiento de datos objeto de esta investigación.	
Duración	
Fecha Inicio: 01/06/2015	Fecha Fin: 31/08/2015

INIA Dirección Nacional  
 INIA La Estanzuela  
 INIA Las Brujas  
 INIA Salto Grande  
 INIA Tacuarembó  
 INIA Treinta y Tres

Andes 1365 P. 12, Montevideo  
 Ruta 50 Km. 11, Colonia  
 Ruta 48 Km. 10, Canelones  
 Camino al Terrible, Salto  
 Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó  
 Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres

Tel: 598 2902 0550  
 Tel: 598 4574 8000  
 Tel: 598 2367 7641  
 Tel: 598 4733 5156  
 Tel: 598 4632 2407  
 Tel: 598 4452 2023

Fax: 598 2902 3633  
 Fax: 598 4574 8012  
 Fax: 598 2367 7609  
 Fax: 598 4732 9624  
 Fax: 598 4632 3969  
 Fax: 598 4452 5701

[iniadn@dn.inia.org.uy](mailto:iniadn@dn.inia.org.uy)  
[iniale@le.inia.org.uy](mailto:iniale@le.inia.org.uy)  
[inia\\_lb@lb.inia.org.uy](mailto:inia_lb@lb.inia.org.uy)  
[inia\\_sg@sg.inia.org.uy](mailto:inia_sg@sg.inia.org.uy)  
[iniatbo@tb.inia.org.uy](mailto:iniatbo@tb.inia.org.uy)  
[iniatt@tyt.inia.org.uy](mailto:iniatt@tyt.inia.org.uy)

**FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (FPTA)**

*Handwritten signature/initials*

Esc. SANDRA RODRIGUEZ ANTUNEZ  
SECRETARIA DE DEPARTAMENTO

Equipo Técnico Participante	
Rol	Nombre
Responsable	María Carolina Munka Moreno
Participante	Francesc Castellví Sentis
Participante	Juan Pablo Chiara Recca
Instituciones Participantes	
Universidad de la República (UdelaR)/ Facultad de Agronomía	
Universidad de LLeida	
Resultados Esperados (Producto / Proceso Tecnológico)	
<b>Descripción:</b>	Guía con directivas para la selección de instrumental meteorológico para medir las variables objeto del balance de energía y el flujo de vapor de agua en cubiertas forestales.
<b>Tipo:</b>	3-Desarrollo de tecnologías, productos y procesos
<b>Categoría:</b>	3.9-Metodología Científica
<b>Indicador:</b>	3.9.1-Protocolos desarrollados
<b>Fecha de Planificación:</b>	29/05/2013

INIA Dirección Nacional  
INIA La Estanzuela  
INIA Las Brujas  
INIA Salto Grande  
INIA Tacuarembó  
INIA Treinta y Tres

Andes 1365 P. 12, Montevideo  
Ruta 50 Km. 11, Colonia  
Ruta 48 Km. 10, Canelones  
Camino a l Terrible, Salto  
Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó  
Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres

Tel: 598 2902 0550  
Tel: 598 4574 8000  
Tel: 598 2367 7641  
Tel: 598 4733 5156  
Tel: 598 4632 2407  
Tel: 598 4452 2023

Fax: 598 2902 3633  
Fax: 598 4574 8012  
Fax: 598 2367 7609  
Fax: 598 4732 9624  
Fax: 598 4632 3969  
Fax: 598 4452 5701

[iniadn@dn.inia.org.uy](mailto:iniadn@dn.inia.org.uy)  
[iniale@le.inia.org.uy](mailto:iniale@le.inia.org.uy)  
[inia\\_lb@lb.inia.org.uy](mailto:inia_lb@lb.inia.org.uy)  
[inia\\_sg@sg.inia.org.uy](mailto:inia_sg@sg.inia.org.uy)  
[iniatbo@b.inia.org.uy](mailto:iniatbo@b.inia.org.uy)  
[iniatt@tyt.inia.org.uy](mailto:iniatt@tyt.inia.org.uy)

**FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (FPTA)**

**Presupuesto**

Fuente de Financiamiento: Facultad de Agronomía

Rubro	Concepto	Cantidad	Unidad	Costo/unidad	Monto Año 1	Monto Año 2	Monto Año 3	Monto Año 4
Gastos por viajes local	Combustible traslados domésticos para la obtención de información tecnológica relevante a los fines del proyecto.	800,00	Lts	1,88	1.500,00	0,00	0,00	0,00
Gastos por viajes local	Combustible traslados domésticos para la obtención de información tecnológica relevante a los fines del proyecto.	500,00	Lts	2,00	0,00	1.000,00	0,00	0,00
Gastos por viajes local	Combustible traslados domésticos para la obtención de información tecnológica relevante a los fines del proyecto.	500,00	Lts	2,00	0,00	0,00	1.000,00	0,00
Gastos por viajes local	Combustible traslados domésticos para la obtención de información tecnológica relevante a los fines del proyecto.	500,00	Lts	2,00	0,00	0,00	0,00	1.000,00

Fuente de Financiamiento: FPTA

Rubro	Concepto	Cantidad	Unidad	Costo/unidad	Monto Año 1	Monto Año 2	Monto Año 3	Monto Año 4
Equipos de Laboratorio	Anemómetro sonico tridimensional	1,00	unidad	12.000,00	12.000,00	0,00	0,00	0,00
Equipos de Laboratorio	Analizador de gases CO2/H2O (tipo LI-7500A)	1,00	unidad	20.000,00	20.000,00	0,00	0,00	0,00
Equipos de Laboratorio	Radiómetro neto	1,00	unidad	9.000,00	9.000,00	0,00	0,00	0,00
Equipos de Laboratorio	Set de sensores de flujo de calor en suelo y termopares de suelo	1,00	unidad	6.000,00	6.000,00	0,00	0,00	0,00
Equipos de Informática	Notebook y accesorios de informática	1,00	unidad	3.700,00	3.700,00	0,00	0,00	0,00
Capacitación de corto	Capacitación en instrumentación y medida de flujos de energía y vapor de agua (eddy covariance)	2,00	unidad	1.000,00	1.000,00	1.000,00	0,00	0,00
Giras y reuniones al exterior	Gira a sitios experimentales y reuniones técnicas con investigadores vinculados al estudio de los flujos de energía y vapor de agua en Instituciones del exterior.	3,00	unidad	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	0,00
Insumos y suministros	Insumos y suministros varios (papelería, cartuchos de impresión, etc).	1,00	unidad	2.800,00	800,00	2.000,00	0,00	0,00
Servicios de laboratorio	Servicios Universidad de Lleida (Dpto Medio Ambiente y Ciencias del Suelo) relacionados al cumplimiento de las actividades de su responsabilidad.	1,00	unidad	6.000,00	2.000,00	3.000,00	1.000,00	0,00
Serie técnica FPTA	Serie Técnica FPTA	1,00	unidad	3.000,00	0,00	0,00	0,00	3.000,00
Otros Egresos	Contingencias	1,00	unidad	3.375,00	1.000,00	1.000,00	1.375,00	0,00
Otros Egresos	Gastos de administración	1,00	unidad	6.750,00	2.000,00	2.000,00	2.750,00	0,00

Fuente de Financiamiento: Weyerhaeuser productos S.A.

Rubro	Concepto	Cantidad	Unidad	Costo/unidad	Monto Año 1	Monto Año 2	Monto Año 3	Monto Año 4
Equipos de Laboratorio	Set de instrumental meteorológico auxiliar al equipo eddy covariance (anemómetros, sensores de humedad y temperatura del aire, radiación, termopares, datalogger, etc)	1,00	unidad	10.000,00	10.000,00	0,00	0,00	0,00
Insumos y suministros	Insumos y suministros varios (papelería, cartuchos de impresión, etc).	1,00	unidad	200,00	200,00	0,00	0,00	0,00
Reparaciones y Mantenimiento	Mantenimiento y/o reparación de equipos instalados en campo o de laboratorio, por parte de sus servicios oficiales.	1,00	unidad	750,00	750,00	0,00	0,00	0,00
Reparaciones y Mantenimiento	Mantenimiento y/o reparación de equipos instalados en campo o de laboratorio, por parte de sus servicios oficiales.	1,00	unidad	750,00	0,00	750,00	0,00	0,00
Servicios de laboratorio	Servicios Universidad de Lleida (Dpto Medio Ambiente y Ciencias del Suelo) relacionados al cumplimiento de las actividades de su responsabilidad.	1,00	unidad	1.000,00	1.000,00	0,00	0,00	0,00

INIA Dirección Nacional  
INIA La Estanzuela  
INIA Las Brujas  
INIA Salto Grande  
INIA Tacuarembó  
INIA Treinta y Tres

Andes 1365 P. 12, Montevideo  
Ruta 50 Km. 11, Colonia  
Ruta 48 Km. 10, Canelones  
Camino a l Terrible, Salto  
Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó  
Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres

Tel: 598 2902 0550  
Tel: 598 4574 8000  
Tel: 598 2367 7641  
Tel: 598 4733 5156  
Tel: 598 4632 2407  
Tel: 598 4452 2023

Fax: 598 2902 3633  
Fax: 598 4574 8012  
Fax: 598 2367 7609  
Fax: 598 4732 9624  
Fax: 598 4632 3969  
Fax: 598 4452 5701

[iniadn@dn.inia.org.uy](mailto:iniadn@dn.inia.org.uy)  
[iniale@le.inia.org.uy](mailto:iniale@le.inia.org.uy)  
[inia\\_lb@lb.inia.org.uy](mailto:inia_lb@lb.inia.org.uy)  
[inia\\_sq@sq.inia.org.uy](mailto:inia_sq@sq.inia.org.uy)  
[iniatbo@b.inia.org.uy](mailto:iniatbo@b.inia.org.uy)  
[iniatt@tyt.inia.org.uy](mailto:iniatt@tyt.inia.org.uy)

**FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (FPTA)**

Otros Egresos	Gastos relativos a la importación y retiro de aduanas de equipos adquiridos en el marco del proyecto.	1,00	unidad	700,00	700,00	0,00	0,00	0,00
Gastos de difusión	Gastos en materiales de divulgación y otros necesarios para jornadas de difusión.	1,00	unidad	400,00	400,00	0,00	0,00	0,00
Gastos de difusión	Gastos en materiales de divulgación y otros necesarios para jornadas de difusión.	1,00	unidad	500,00	0,00	500,00	0,00	0,00
Gastos de difusión	Gastos en materiales de divulgación y otros necesarios para jornadas de difusión.	1,00	unidad	700,00	0,00	0,00	0,00	700,00

Fca. SANDRA RODRIGUEZ ANTUNIZ

*[Handwritten signatures and initials]*

INIA Dirección Nacional  
 INIA La Estanzuela  
 INIA Las Brujas  
 INIA Salto Grande  
 INIA Tacuarembó  
 INIA Treinta y Tres

Andes 1365 P. 12, Montevideo  
 Ruta 50 Km. 11, Colonia  
 Ruta 48 Km. 10, Canelones  
 Camino a l Terrible, Salto  
 Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó  
 Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres

Tel: 598 2902 0550  
 Tel: 598 4574 8000  
 Tel: 598 2367 7641  
 Tel: 598 4733 5156  
 Tel: 598 4632 2407  
 Tel: 598 4452 2023

Fax: 598 2902 3633  
 Fax: 598 4574 8012  
 Fax: 598 2367 7609  
 Fax: 598 4732 9624  
 Fax: 598 4632 3969  
 Fax: 598 4452 5701

[iniadn@dn.inia.org.uy](mailto:iniadn@dn.inia.org.uy)  
[iniale@e.inia.org.uy](mailto:iniale@e.inia.org.uy)  
[inia\\_lb@lb.inia.org.uy](mailto:inia_lb@lb.inia.org.uy)  
[inia\\_sg@sg.inia.org.uy](mailto:inia_sg@sg.inia.org.uy)  
[iniatbo@tb.inia.org.uy](mailto:iniatbo@tb.inia.org.uy)  
[iniatt@tyt.inia.org.uy](mailto:iniatt@tyt.inia.org.uy)

## FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (FPTA)

Referencias Bibliográficas	
Autor principal	Cita
Berger, A.	Berger, A. G., Kustas, William P. (2012). Quantification of CO <sub>2</sub> , water vapor and energy fluxes from no-till wheat-soybean systems with contrasting tillage histories. In: 19th ISTRO Conference - IV SUCS Meeting – IV Reunión SUCS. Paper N°:242. Montevideo, Uruguay 24 al 28 de setiembre 2012.
Brutsaert, W.	Brutsaert, W., (1988). Evaporation into the atmosphere, 299 pp., D. Reidel P.C., Dordrecht, The Netherlands.
Burba, G.	Burba, G., and Anderson, D. (2007). Introduction to the Eddy Covariance Method, edited by LI-COR Bioscience LI-COR inc.
Castellví, F.	Castellví, F. (2004). Combining surface renewal analysis and similarity theory: A new approach for estimating sensible heat flux. <i>Water Resour. Res.</i> , 40, W05201. DOI:10.1029/2003WR002677.
Castellví, F.	Castellví, F. & Martínez-Cob., A. (2005). Estimating sensible heat flux using surface renewal analysis and the variance method. A study case over olive trees at Sastago (NE, Spain). <i>Water Resour. Res.</i> , 41, W09422, doi:10.1029/2005WR004035.
Castellví, F.	Castellví, F., Snyder, R. L., Baldocchi, D. D. & Martínez-Cob, A. (2006). A comparison of new and existing equations for estimating sensible heat flux using surface renewal and similarity concepts. <i>Water Resour. Res.</i> , 42, W08406, doi:10.1029/2005WR004642.
Castellví, F.	Castellví, F. & Snyder, R. L. (2009). Sensible heat flux estimates using Surface renewal analysis. A study case over a peach orchard. <i>Agricultural and Forest Meteorol.</i> 149, 1397-1402.
Castellví, F.	Castellví, F. & Snyder, R. L. (2010). A new procedure based on Surface renewal analysis to estimate sensible heat flux. A case study over grapevines. <i>Journal of Hydrometeorol.</i> In Press.
Castellví, F.	Castellví, F. (2012). Fetch requirements using surface renewal analysis for estimating scalar surface fluxes from measurements in the inertial sublayer. <i>Agricultural and Forest Meteorology</i> , Volume 152, 15 January 2012, Pages 233–239
Castellví, F.	Castellví, F., Consoli, S. and Papa, R. (2012a). Sensible heat flux estimates using two different methods based on Surface renewal analysis. A study case over an orange orchard in Sicily, <i>Agric. Forest Meteorol.</i> , 152, 58-64, doi:10.1016/j.agrformet.2011.09.001.
Castellví, F.	Castellví, F., Consoli, S. and Papa, R. (2012b). A method for estimating the flux of a scalar from high-frequency concentration and averaged gradient measurements. A study case for sensible heat flux. Submitted to <i>Journal of Geophysical Research Atmospheres</i> .
Cava, D.	Cava, D., Katul, G.G., Semperviva, A.M., Giostra, U., Scrimieri, A. (2008). On the anomalous behaviour of scalar flux–variance similarity functions within the canopy sub-layer of a dense alpine forest. <i>Boundary-Layer Meteorol.</i> , 128, 33-57.
Fitzmaurice, J.	Fitzmaurice, J., Wang, J., Brass, R. L. (2004). Sensible heat flux estimated from one-level air temperature near the land surface, <i>Geophys. Res. Lett.</i> , 31, L07102, doi:10.1029/2003GL018452.
Fuchs, M.	Fuchs, M., Tanner, C. B. (1967). Evaporation from a Drying Soil. <i>J. Appl. Meteor.</i> , 6, 852–857.
Kaimal, J.	Kaimal, J. C. & Finnigan, J. J. (1995). <i>Atmospheric Boundary Layer Flows</i> . Oxford Univ Press.
Leuning, R.	Leuning, R., E. van Gorsel, E., Massman, W. J. and Isaac, P. R. (2012). Reflections on the surface energy imbalance problem, <i>Agricultural and Forest Meteorol.</i> , 156, 65–74.
Mauder, M.	Mauder, M., Oncley, S.P., Vogt, R., Weidinger, T., Ribeiro, L., Bernhofer, C., Foken, T., Kosiek, W., De Bruin H.A. R., Liu, H. (2007). The energy balance experiment EBEX-2000. Part II: Intercomparison of eddy-covariance sensors and post-field data processing methods. <i>Boundary-Layer Meteorology</i> 123, DOI: 10.1007/s10546-006-9139-4.
Paw, U.	Paw U, K. T., Qiu, J., Su, H. B., Watanabe, T. & Brunet, Y. (1995). Surface renewal analysis: a new method to obtain scalar fluxes without velocity data. <i>Agric. For. Meteorol.</i> , 74, 119-137.
Sakai, R.	Sakai, R. K., Fitzjarrald, D. R. and Moore, K. E. (2001). Importance of low-frequency contributions to eddy fluxes observed over rough surfaces, <i>J. Appl. Meteor.</i> , 40, 2178-2192.
Sánchez, J.	Sánchez, J. M., Scavone, G., Caselles, V., Valor, E., Copertino, V. A., Telesca, V. (2008). Monitoring daily evapotranspiration at a regional scale from Landsat-TM and ETM+ data: Application to the Basilicata región. <i>Journal of Hydrology</i> , Volume 351, Issues 1–2, 30 Pages 58–70.
Sánchez, J.	Sánchez J. M., Caselles, V., Niclòs, R., Coll, C., Kustas, W. P. (2009). Estimating energy balance fluxes above a boreal forest from radiometric temperature observations. <i>Agr Forest Meteorol</i> 149: 1037-1049.
Twine, T.	Twine, T. E., Kustas, W. P., Norman, J. M., Cook, D. R., Houser, P. R., Meyers, T. P., Prueger, J. H., Starks, P. J. & Wesely, M. L. (2000). Correcting eddy-covariance flux underestimates over a grassland. <i>Agric. For. Meteorol.</i> 20-24 May (Norfolk, Virginia, USA).
Wilson, K.	Wilson, K., Goldstein, A., Falge, E., Aubinet, M., Baldocchi, D. D., Berbigier, P., Bernhofer, C., Ceulemans, R., Dolman, H., Field, C., Grelle, A., Ibrom, A., Law, B. E., Kowalski, A., Meyers, T., Moncrieff, J., Monson, R., Oechel, W., Tenhunen, J., Valentini, R. & Verma, S. (2002). Energy balance closure at FLUXNET sites, <i>Agric. For. Meteorol.</i> , 113, 223-143.

INIA Dirección Nacional  
 INIA La Estanzuela  
 INIA Las Brujas  
 INIA Salto Grande  
 INIA Tacuarembó  
 INIA Treinta y Tres

Andes 1365 P. 12, Montevideo  
 Ruta 50 Km. 11, Colonia  
 Ruta 48 Km. 10, Canelones  
 Camino a l Terrible, Salto  
 Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó  
 Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres

Tel: 598 2902 0550  
 Tel: 598 4574 8000  
 Tel: 598 2367 7641  
 Tel: 598 4733 5156  
 Tel: 598 4632 2407  
 Tel: 598 4452 2023

Fax: 598 2902 3633  
 Fax: 598 4574 8012  
 Fax: 598 2367 7609  
 Fax: 598 4732 9624  
 Fax: 598 4632 3969  
 Fax: 598 4452 5701

[iniadn@dn.inia.org.uy](mailto:iniadn@dn.inia.org.uy)  
[iniate@te.inia.org.uy](mailto:iniate@te.inia.org.uy)  
[inia\\_lb@lb.inia.org.uy](mailto:inia_lb@lb.inia.org.uy)  
[inia\\_sg@sg.inia.org.uy](mailto:inia_sg@sg.inia.org.uy)  
[iniatbo@b.inia.org.uy](mailto:iniatbo@b.inia.org.uy)  
[iniatt@tyt.inia.org.uy](mailto:iniatt@tyt.inia.org.uy)

Handwritten initials: (top) [unclear], (middle) AM

## ANEXO 2.

### TÉRMINOS DE REFERENCIA DEL LIDER DEL PROYECTO

El Líder del Proyecto debe cumplir con los siguientes términos, mientras dure el plazo de este Convenio.

- a) **Responsabilizarse** por la ejecución técnica de la investigación de acuerdo a lo descrito en el Documento Proyecto presentado al Llamado.
- b) **Controlar** el cumplimiento en tiempo y forma de la propuesta técnica del Proyecto. Para ello utilizará como guía el documento del proyecto presentado a INIA y el Cronograma de Actividades que este Convenio incorpora.
- c) **Realizar** informes de avance semestrales, un informe Final y un resumen ejecutivo de los resultados del Proyecto, de acuerdo a las cláusulas de este Convenio. Estos informes deben ser enviados o entregados a la Unidad Coordinadora de Ejecución de INIA.
- e) **Aportar** toda la información que le sea requerida por INIA para un correcto seguimiento y posterior evaluación del Proyecto.