

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL  
Centro de Investigación en Innovación Forestal (CIF)**

**Informe final del proyecto**

**Documento 2**

Estudios sobre aspectos hidráulicos de árboles en el trópico americano y su efecto en el crecimiento

Ph.D. Dagoberto Arias Aguilar

Ing. Marvin Castillo Ugalde

Máster. Juan Carlos Valverde Otárola

Ing. Nelson Zamora Villalobos

Vicerrectoría de Investigación y Extensión

2019

## Contenido

1	Datos generales .....	3
1.1	<i>Código del Proyecto</i> .....	3
1.2	<i>Nombre del proyecto</i> .....	3
1.3	<i>Escuela responsable</i> .....	3
1.4	<i>Otras escuelas participantes</i> .....	3
1.5	<i>Instituciones participantes externas al ITCR</i> .....	3
1.6	<i>Investigador coordinador</i> .....	3
1.7	<i>Investigadores colaboradores</i> .....	3
1.8	<i>Período de ejecución</i> .....	3
2.	Cumplimiento de objetivos.....	4
3.	Cumplimiento del plan de difusión.....	5
4.	Participación estudiantil.....	8
5.	Ejecución presupuestaria.....	9
6.	Limitaciones y problemas encontrados .....	9
7.	Observaciones generales y recomendaciones.....	10

## **1 Datos generales**

### *1.1 Código del Proyecto*

1401069

### *1.2 Nombre del proyecto*

Estudios sobre aspectos hidráulicos de árboles en el trópico americano y su efecto en el crecimiento.

### *1.3 Escuela responsable*

Escuela de Ingeniería Forestal

### *1.4 Otras escuelas participantes*

No participan otras escuelas

### *1.5 Instituciones participantes externas al ITCR*

Universidad de Göttingen (Alemania)

### *1.6 Investigador coordinador*

Ph.D. Dagoberto Arias Aguilar (darias@tec.ac.cr)

### *1.7 Investigadores colaboradores*

<b>Nombre y grado</b>	<b>Condición</b>	<b>Dirección electrónica</b>
Ing. Marvin Castillo Ugalde	Investigador	jcvalverde@tec.ac.cr
Máster. Juan Carlos Valverde Otárola	Investigador	mcastllo@tec.ac.cr
Ing. Nelson Zamora Villalobos	Investigador	nzamora@tec.ac.cr

### *1.8 Período de ejecución*

1° de enero del 2016 al 31 de diciembre del 2018

## 2. Cumplimiento de objetivos

Objetivo General: Evaluar los rasgos funcionales (hidráulicos) de fácil medición que ayuden en la caracterización del efecto actual y futuro del estrés hídrico de las especies de árboles tropicales que crecen en climas desde perhúmedos hasta estacionalmente secos (semi-húmedo).			
Objetivo específico	Productos	% de logro	Observaciones
Definir la relación entre la eficiencia hidráulica y el crecimiento de árboles en bosque natural en función de la arquitectura hidráulica relacionada con el tamaño del árbol y densidad de la madera.	Dos publicaciones científicas, una tesis de doctorado de la Universidad de Göttingen.	98%	El trabajo de tesis está en la fase final de escritura. Se dispone información suficiente para elaborar tres publicaciones científicas de manera conjunta para revistas indexadas.
Examinar la influencia de la altura de los árboles, la densidad de la madera y las características anatómicas e hidráulicas en la vulnerabilidad a la cavitación.	Tesis de maestría	98%	Se dispone información suficiente para elaborar 2 publicaciones científicas (en desarrollo).
Crear capacidades nacionales mediante la capacitación de investigadores en las nuevas técnicas y protocolos de estudio.	Creación del laboratorio ECOPLANT.  Impartición de un curso de grado sobre Eco fisiología Forestal con las facilidades del laboratorio.  Dos publicaciones científicas.	100%	Se escribió un perfil nuevo de propuesta y se tiene una propuesta en extenso en espera de financiamiento. Se están realizando nuevas investigaciones en el laboratorio ECOPLANT, específicamente sobre las aplicaciones de la hiperespectroscopia en el manejo del estrés.

	<p>Un taller nacional sobre aspectos de hidráulica en árboles.</p> <p>Ocho notas en medios de prensa nacionales e internacionales</p>		<p>hídrico y el desarrollo de sensores de bajo costo. Gracias a los resultados del proyecto, se dispone de material para generar nuevas investigaciones y un libro.</p>
--	---	--	---

### 3. Cumplimiento del plan de difusión

Nombre de obra	Tipo de obra	Estado (aceptado por publicar y publicado)	Base de datos de indexación	Nombre de Evento	Contó con Comité científico (Si ó NO)
Estudios sobre aspectos hidráulicos de árboles en el trópico americano y su efecto en el crecimiento.	Presentación oral con material en stand	-	-	VII Encuentro VIE de investigadores 2016	no
Investigadores alemanes estudian efecto climático en los bosques tropicales	Artículo de periódico nacional	-	-	Investiga TEC	No
Investigación busca probar si sequia mata especies maderables en el país	Artículo de periódico nacional	Publicado	-	Amelia Rueda	No
Ramas de 40 árboles mostrarán las marcas del cambio climático en bosques ticos	Artículo de periódico nacional	Publicado	-	Seminario Universidad	No

Evaluación del efecto del estrés hídrico mediante instrumentación avanzada en plantas juveniles de <i>Gliricidia sepium</i> .	Poster en congreso	Publicado	-	1° Simposio Internacional sobre Aguas y Energías Renovables, CETEC, San Carlos	Sí
Movimiento de flujo de savia de ocho especies de un bosque seco en Guanacaste, Costa Rica	Poster en congreso	Publicado	-	1° Simposio Internacional sobre Aguas y Energías Renovables, CETEC, San Carlos	Sí
Estimación del movimiento de flujo de savia en fustes y ramas de diferente grosor de <i>Samanea saman</i> Jacq.	Artículo científico	Publicado	DOAJ	Espirales Revista Multidisciplinaria de investigación	Sí
Predicting the shape of radial sap flow profiles of Costa-Rican tropical dry forest tree species	Artículo científico	Listo para ser enviado. En revisión por parte de investigadores alemanes	SCOPUS	Agricultural and Forest meteorology	Sí
Efectos de la variación climática en el crecimiento diamétrico interanual de 16 especies arbóreas de bosque seco en la vertiente pacífica de Costa Rica	Artículo científico	Preparativos para ser enviado (última semana de Junio)	SCOPUS	Revista Bosques	Sí
Dendrochronological analysis of different tree species from a tropical dry forest in Guanacaste, NW Costa Rica	Tesis de maestría de la Universidad de Greifswald, Alemania	Publicada	NA	Universidad de Greifswald  Artículo científico en preparación	Sí

Efectos del estrés hídrico en el desarrollo fisiológico de plántulas de <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp. en condiciones de invernadero	Artículo científico	En proceso de revisión por pares.	SCOPUS	Colombia Forestal	Sí
---	---------------------	-----------------------------------	--------	-------------------	----

Acceso a las notas de prensa y entrevistas sobre el Proyecto:

<https://www.nacion.com/brandvoice/proyectos/innova/cuando-los-arboles-nos-hablan-sobre-cambio-climatico/CJPCIJHO6RF5TIKFHOELI2QOWI/story/>

<https://www.larepublica.net/noticia/cambio-climatico-en-arboles-de-costa-rica-se-investiga-en-alemania>

<https://www.elpais.cr/2017/05/08/estudian-arboles-de-costa-rica-para-determinar-impacto-del-cambio-climatico/>

<https://ojoalclima.com/ramas-de-40-arboles-mostraran-las-marcas-del-cambio-climatico-en-bosques-ticos/>

<https://www.ameliarueda.com/nota/investigacion-tec-alemania-cambio-climatico-bosques-costa-rica>

<https://www.cfb.org.bo/noticias/medioambiente/costa-rica-investigan-efecto-de-calentamiento-global-para-los-bosques>

<https://contactohoy.com.mx/estudian-arboles-de-costa-rica-para-determinar-impacto-del-cambio-climatico/>

Una entrevista de radio permitió explicar a las sociedad costarricense los impactos del cambio climático y el rol de las universidades realizando investigación. El audio puede ser accesado en <https://www.panoramadigital.co.cr/enlace-tec-cambio-climatico/>

#### 4. Participación Estudiantil

Indicar el nombre de prácticas y tesis desarrolladas con el proyecto, así como el nombre de los respectivos autores.

Nombre de obra	Tipo de obra( Tesis ó práctica)	Autores
<i>“Drought in tropical forests: the role of tree height and wood density for hydraulic efficiency, productivity and vulnerability to cavitation of trees along a lowland precipitation gradient in Costa Rica.”</i>	Tesis Doctoral (Universidad de Göttingen) en etapa final de escritura.	Roman Link
<i>Aspectos dendrocronológicos de árboles en la Estación Experimental Horizontes y la variabilidad climática</i>	Tesis de la Universidad de Greifswald (concluída)	Jonas Schmeddes
Total	2	

#### Participación de estudiantes asistentes

Nombre	Grado Académico que Cursa	Procedencia
Jonas Schmeddes	Posgrado – Maestría	Alemania
Roman Link	Posgrado – Doctoral	Alemania
Katja Steinhoff	Posgrado – Maestría	Alemania
Sebastian Fuchs	Posgrado – Maestría	Alemania
María Pia Trejos	Pregrado-Licenciatura	Costa Rica
Monserrath Aguilar	Pregrado-Licenciatura	Costa Rica
Monserrath Rivera	Posgrado – Maestría	Costa Rica
Adriana Fallas Cosio	Pregrado-Licenciatura	Costa Rica
Devon Mora	Pregrado-Licenciatura	Costa Rica
Oscar Ortega	Pregrado-Licenciatura	Costa Rica
Carolina Alfaro	Pregrado-Licenciatura	Costa Rica
Leonardo Álvarez	Pregrado-Licenciatura	Costa Rica
<b>Total</b>	<b>12</b>	

## 5. Ejecución Presupuestaria

Año	Monto presupuestado (col.)	Monto ejecutado		Comentarios
		(col.)	(%)	
2016	2,300,000.00	2,074,568.12	90.19	Este año fue de inicio del proyecto, establecimiento de los protocolos y no se ejecutó el rubro de combustibles
2017	1,633,000.00	1,605,607.26	98.32	Ejecución muy eficiente
2018	600,000,00	460,403.46	76.73	Un presupuesto bajo y fue el cierre del trabajo de campo

El porcentaje global de ejecución fue del 91.34%

## 6. Limitaciones y problemas encontrados

Los proyectos con contrapartes internacionales son muy importantes por la transferencia de conocimientos y de avances científicos. En este proyecto fuimos receptores de las técnicas más recientes de estudios en hidráulica de árboles. El trabajo de coordinación siempre es difícil por las formas de trabajo entre instituciones, en este caso universidades. El proyecto tuvo atrasos en cuanto al avance previsto para completar los análisis sobre las curvas de cavitación de ramas y los análisis anatómicos especializados de tejidos, los cuales se enviaron a un laboratorio en Francia. Sin embargo, estas situaciones son comprensibles siempre y cuando se cuente con el apoyo institucional para solicitar prorrogas al tratarse de un asunto de programación fuera de nuestro control.

Con respecto a la redacción de artículos, esta es otra parte que lleva más tiempo del previsto e inclusive más allá de las fechas de cierre de proyectos. Todavía algunos artículos se encuentran en redacción por parte de los colegas de Alemania. De nuestra parte cumplimos con los compromisos de publicación, quedando las publicaciones más complejas para finales de este año

El laboratorio para las investigaciones sobre hidráulica de árboles en la Escuela de Ingeniería Forestal, se encuentra al 100% en sus condiciones de infraestructura, no así en equipo científico especialmente en apoyo a la docencia, donde es requerido en muchos casos disponer de varios set de instrumentos para uso de los estudiantes en grupo. El año anterior, se propuso la localidad de Costa Rica para llevar a cabo la reunión anual del grupo de ecofisiología de la IUFRO. Estamos a la espera de la respuesta, esto significa llevar a cabo un evento internacional de alto nivel financiado por IUFRO y muy probablemente se tengan que poner algunas facilidades. Se espera el apoyo del TEC, especialmente de la VIE.

## **7. Observaciones generales y recomendaciones**

Este proyecto ha sido muy exitoso en el cumplimiento de los objetivos planteados, ha superado las expectativas de generación de nuevo conocimiento sobre especies maderables tropicales desconocidas para la ciencia en este nuevo enfoque de las investigaciones hidráulicas, nuevas propuestas de investigación surgieron y persiste el interés a nivel internacional en especial con la Universidad de Wurzburg en Alemania, aparte del apoyo decidido de la Universidad de Göttingen, especialmente para hacer transferencia tecnológica a países de la región. Se ha logrado que el grupo de investigadores se consolide y siga trabajando en la temática de investigación, aunque desmotiva el hecho de no lograr la aprobación de una nueva propuesta enmarcada dentro de la hoja de ruta de la línea de investigación.

El proyecto generó oportunidad para que diferentes tesarios y estudiantes contribuyan con importantes avances en conocimiento científico sobre eco fisiología y cambio climático.

En varias oportunidades, los investigadores del proyecto fueron invitados en eventos de presentación de resultados a nivel nacional e internacional, lo que dio amplia proyección y visibilidad al TEC.

Producto del proyecto, se dispone de un nuevo laboratorio para la EIFO, nuevo equipamiento científico, un curso nuevo de eco fisiología para grado y posgrado, publicaciones de impacto.

De acuerdo con los resultados y experiencias generadas, el tiempo de evaluación para la respuesta a los efectos del cambio climático debería ser mayor.