



Evaluación de impacto de tecnologías forestales para el trópico húmedo de México

Impact evaluation of forest technologies for the humid tropics of Mexico

Fecha de recepción:
15 Julio del 2020

Nelda Guadalupe Uzcanga Pérez^{1*} y Aixchel Maya Martínez²

Fecha de aprobación:
13 Octubre del 2020

^{1*} Autor por correspondencia. Maestra en Ciencias en Economía Agrícola (Colegio de Postgraduados) y Candidata a Doctora en Evaluación de proyectos (Universidad Internacional Iberoamericana), Investigadora Titular C del INIFAP en el programa de Socioeconomía.

email: uzcanga.nelda@inifap.gob.mx; Orcid: 0000-0001-9652-2564

² Bióloga con Doctorado en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable por ECOSUR; actualmente investigadora titular C del Programa de manejo forestal sustentable y servicios ambientales del Campo Experimental Edzná del INIFAP en el Estado de Campeche.

email: maya.aixchel@inifap.gob.mx. Orcid: 0000-0001-8679-3977

Resumen

El objetivo de este trabajo es el de realizar una evaluación de impacto, en el trópico húmedo de México, de los proyectos y tecnologías forestales generados en el Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología Forestal El Tormento. Lo anterior se logró mediante una investigación descriptiva longitudinal, que comprendió el período de 1961 a 2007; para ello se consultaron diferentes tipos de documentos y publicaciones, se realizaron entrevistas con informantes clave (investigadores y productores); asimismo, se calcularon diferentes indicadores bibliométricos para analizar la productividad científica del Centro; la información recabada se sistematizó en formato Excel y la entrevistas fueron analizadas con el paquete estadístico *Predictive Analytical Software and Solutions* (PASS) versión 22. Se identificó que 49.8% de los documentos correspondieron a resúmenes publicados en memorias y congresos, mismos que facilitaron la difusión de los resultados de la investigación foresta; se observó tendencia a la publicación individual de los autores, más que a la colaborativa. Los proyectos identificados en su mayoría fueron financiados por Fundación Produce Campeche A.C., CONAFOR e INIFAP. Se identificaron 19 tecnologías para diferentes especies forestales. El 35% de los productores manifestó

conocer al INIFAP y, de ellos, la mitad ha aplicado la tecnología.

Palabras clave: indicadores, productividad forestal, especies tropicales

JEL: O33, O22, Q20

Abstrac

The purpose of this research was to carry out an impact evaluation, in the humid tropics of Mexico, of the forestry projects and technologies generated at the El Tormento Forest Technology Transfer and Research Center. This was achieved through a longitudinal descriptive research, which covered the period from 1961 to 2007; For this, different types of documents and publications were consulted, interviews were conducted with key informants (researchers and producers); Likewise, different bibliometric indicators were calculated to analyze the scientific productivity of the Center; The information collected was systematized in Excel format and the interviews were analyzed with the statistical package *Predictive Analytical Software and Solutions* (PASS) version 22. It was identified that 49.8% of the documents corresponding to summaries published in reports and conferences,



which facilitated the dissemination the results of forestry research; there is a tendency towards individual publication of the authors, rather than the collaborative one. Most of the projects identified were financed by Fundación Produce Campeche A.C., CONAFOR and INIFAP. 19 technologies were identified for different forest species. 35% of the producers stated that they knew INIFAP and, of them, half had applied INIFAP technology.

Keywords: indicators, forest productivity, tropical species

JEL: O33, O22, Q20

Introducción

El análisis y la evaluación de los resultados e información que resulte de cualquier proyecto de investigación científica o tecnológica en general y, en particular, en el sector agropecuario y forestal, son necesarios tanto para los implicados en él (investigadores y beneficiarios), como para aquellos que tienen que tomar decisiones al respecto (fuentes de financiamiento o autoridades institucionales), así como para los propios tomadores de decisiones (política pública) (Vázquez *et al.*, 2010).

Esta evaluación puede estar referida en dos niveles; el primero de ellos relacionado con el productor y su unidad de producción, lo que implica la medición de los cambios producidos por la aplicación de la tecnología, costos de producción, productividad, rentabilidad, sustentabilidad y competitividad, así como en el ingreso del productor. Mientras que en el segundo se miden los cambios en la sociedad por la aplicación de tecnología, además de la mejora en el bienestar del consumidor y del productor (Alston *et al.*, 1995).

Asimismo, la evaluación de un proyecto de investigación debe concebirse como un proceso de actividades, por lo que, dependiendo del periodo en el que se realiza la revisión del mismo, puede ser evaluación *ex ante*, de proceso, *ex post* y de impacto (Bobadilla *et al.*, 1998; Medianero, 1998; Pérez, 1999; Vázquez *et al.*, 2001). La *ex ante* es la que se realiza antes de que el proyecto sea aprobado y se examina la pertinencia, viabilidad y eficacia potencial del mismo; la de proceso se realiza durante la ejecución del proyecto para monitorear el grado de avance de los objetivos o resultados con el propósito de mejorar o identificar puntos críticos; la

ex post se realiza cuando el proyecto ha finalizado, para determinar el grado de cumplimiento de los objetivos y demostrar que los cambios producidos son consecuencia de las actividades programadas. Por su parte, la evaluación de impacto es la que investiga los cambios permanentes, así como las mejoras en la calidad de vida de los beneficiarios (Aramburú, 2001; Vélez, *et al.*, 2013).

Al respecto, una de las actividades primordiales del Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), institución de excelencia científica y tecnológica, es la generación de conocimientos científicos y de innovación tecnológica agropecuaria y forestal, como respuesta a las diferentes demandas del sector y esto lo logra a través del desarrollo de proyectos de investigación en sus diferentes campos experimentales, distribuidos en todo el país y con los que atiende las prioridades de las cadenas agroindustriales para contribuir al desarrollo rural sustentable de cada región.

Estos proyectos, en ocasiones, han recibido las evaluaciones correspondientes, sobre todo las *ex post* y de impacto (ej. Espinoza *et al.*, 2018); sin embargo, no siempre se ha cumplido con esta parte de la evaluación, lo que implica el desconocimiento de la repercusión de los proyectos en la ciencia, la innovación tecnológica, en el progreso económico de una entidad, en la calidad de vida de sus beneficiarios, así como en la conservación de los recursos naturales.

Entre los proyectos y tecnologías que están sin evaluar se tienen los desarrollados en el actual Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología Forestal (CIyTTF) El Tormento, antes Campo Experimental del INIFAP, mismo que fue fundado en 1961 con el propósito de desarrollar técnicas para el manejo de los recursos forestales que ofrecen las selvas del trópico húmedo de México (Uzcanga *et al.*, 2018). Por lo que el objetivo de este trabajo es el de realizar una evaluación de impacto, en el trópico húmedo de México, de los proyectos y tecnologías forestales generados en el CIyTTF El Tormento.

Desarrollo Teórico

Evaluación de impacto: La evaluación de impacto de los proyectos de investigación científica o tecnológica debe efectuarse tiempo después de que terminó el mismo, por ejemplo, Medianero (1998)

recomienda que el tiempo de espera para llevar a cabo la evaluación de impacto sea de cinco años. Por otra parte, Hueso (2007) define impacto como un proceso que permite conocer los efectos de un proyecto o programa, en relación con las metas propuestas y los recursos asignados, por lo que esta evaluación busca comprobar, de forma válida y confiable, si un programa o proyecto produjo los efectos deseados en los beneficiarios y si la causa de dichos efectos es atribuible a su implementación. Los impactos derivados de los proyectos pueden ser:

Científicos: análisis y evaluación del conocimiento que proviene de la actividad científica y se realiza a través de disciplinas que se conocen como métricas: bibliometría, ciencias de la información e infometría (Gorbea, 1994).

Tecnológicos: hacen referencia a la propiedad intelectual, definida por los derechos patrimoniales de carácter exclusivo que conoce el Estado a personas físicas o morales que realizan invenciones, creaciones o innovaciones (Prat, 2009).

Económicos: evalúan los efectos de las inversiones en investigación y extensión sobre los indicadores económicos, productivos, sociales y ecológicos. Los principales métodos de evaluación son de puntuación, análisis costo beneficio y excedente económico (Vélez, *et al.*, 2013).

Sociales: son los cambios que ocurren a los empleados por el uso de las innovaciones tecnológicas resultantes de un proyecto y son expresados en mejoras del entorno laboral del empleado, calidad sanitaria y nutricional del producto obtenido, en las capacidades de la población objetivo para formar o fortalecer organizaciones o redes de apoyo o a nivel macroeconómico si el impacto logra proporcionar mejores oportunidades y acceso a mercados a la población objetivo.

Así como ambientales: son aquellos impactos relacionados con el uso de tecnología orientada a la reducción de uso de insumos (agroquímicos, energía, recursos naturales, etc.) y su efecto se analiza sobre la calidad de los componentes en el ambiente como, por ejemplo: calidad del agua, atmósfera, suelo, biodiversidad etc. (Vélez, *et al.*, 2013).

ClyTTF El Tormento: El Campo Experimental Forestal El Tormento se creó el 21 de abril de 1961 de acuerdo al Diario Oficial Tomo CCXLV Núm. 44,

con el objetivo de desarrollar técnicas para el manejo de los recursos forestales que ofrecen las selvas del trópico húmedo (Cedeño, 1981). Se mantuvo como Campo Experimental hasta 2006, año en que se convirtió en Sitio Experimental y funcionó como tal hasta la firma del contrato de comodato entre la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y el INIFAP en 2015, para crear el Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología Forestal “El Tormento”. Los trabajos de investigación que en su momento se realizaron en este sitio se pueden agrupar en plantaciones forestales, usos múltiples, industria de la madera y manejo forestal.

Para los primeros se desarrollaron paquetes tecnológicos para la producción de especies en vivero, huertos semilleros y bancos clonales de especies como *Gmelina arborea* (melina), *Tectona grandis* (teca), *Swietenia macrophylla* (caoba), *Cedrela odorata* (cedro), *Calophyllum brasiliense* (barí), *Manilkara zapota* (chicozapote) y *Cordia dodecandra* (ciricote); así como investigación en sanidad forestal, particularmente para el control de *Hypsipyla grandella*. En el caso de usos múltiples, se generaron modelos de aprovechamiento de *Chamaedorea elegans* (palma camedor), así como en implementación de modelos agroforestales y silvopastoriles. Para industria de la madera se realizaron estudios de determinación de características anatómicas y fisicomecánicas de la madera de especies tropicales, propiedades y uso de la madera, así como determinación de índices de calidad de pulpa para papel. Mientras que, en el área de manejo forestal, con actividades de inventarios forestales, datos fenológicos de 70 especies, implementación de sitios permanentes de investigación silvícola (SPIS), análisis de la dinámica diamétrica de árboles en vegetación secundaria y selvas, tablas de producción de látex de chicozapote y la capacitación a grupos técnicos (Uzcanga *et al.*, 2018).

Metodología

Área de estudio: El ClyTTF El Tormento se encuentra ubicado en el km 292 de la carretera Escárcega - Villahermosa, a 8.5 km de la ciudad de Escárcega, Campeche, México; en la latitud norte 18°16'25" y los 90°43'55" de longitud oeste. El clima en la región es tropical, A(w) I'g, según la clasificación de Köppen, modificada por García (1988), con temperaturas medias anuales entre 23 y 25°C, con máximas de



42°C y mínimas de 4.5°C. La precipitación media anual es de 1145 mm, con el máximo en los meses de mayo a octubre. Los suelos predominantes son rendzina y vertisol (yax'hom y kan'cab), según el sistema de clasificación de FAO.

Diseño de la investigación: la investigación fue descriptiva longitudinal, de 1961-2007 y el acopio de la información se realizó a través de diferentes técnicas para la recolección de datos:

- 1) Investigación documental: Se consultaron los documentos electrónicos de las fichas descriptivas de proyectos, fichas tecnológicas, publicaciones y artículos forestales, así como documentos impresos y acervos bibliográficos de las bibliotecas del Centro de Investigación Regional Sureste del INIFAP, así como un compendio de publicaciones generado por las autoras de este trabajo.
- 2) Entrevistas con informantes clave: se realizaron entrevistas con investigadores activos y jubilados del área forestal del INIFAP, así como a productores beneficiarios de la tecnología. Para ello, se realizó un muestreo dirigido a las comunidades vinculadas con actividades de alguno de los proyectos.
- 3) Cálculo de indicadores bibliométricos para el análisis de la productividad científica (Machado y Hernández, 2015: pp 339-340), para lo que se aplicaron los siguientes índices:

Índice de productividad que se calculó con el logaritmo natural del total de documentos originales: $IP = \log(Td)$

Dónde:

IP = Índice de Productividad.

Td = Total de documentos originales incluidos en la muestra

Índice de Asociatividad (IA): este indicador se calculó para identificar la conformación de grupos de acuerdo a la productividad. Este mide el promedio de autores por documento dentro del conjunto de documentos objeto de la investigación clasificándolos en: a) Grandes (con 10 o más publicaciones), b) Medianos (de dos a nueve publicaciones) y c) Pequeños (una sola o publicación).

Índice de Transitoriedad: éste se expresa en porcentaje de autores transitorios dentro de la

muestra analizada, donde el autor transitorio (AT): aquellos cuyos nombres aparecen solo una vez en los índices de fuentes bibliográficas.

$$IT = (AT/Ta) * 100 \%$$

Dónde:

IT = Índice de Transitoriedad.

AT = Autor transitorio.

Ta = Total de autores identificados en la muestra.

Sistematización de la información: La información documental se sistematizó en formato en Excel, cronológicamente y clasificada por programa de investigación e investigación responsable. Las tecnologías se clasificaron por tema de atención y se identificaron los beneficios. Las entrevistas, tanto a investigadores como productores, fueron tabuladas y capturadas en formato en Excel y se analizaron con el paquete estadístico *Predictive Analytical Software and Solutions* (PASS) versión 22 (IBM, 2015).

Discusión o argumentación de los resultados

Investigación documental e indicadores bibliométricos: Se compiló un total de 209 publicaciones forestales de 1961-2007, clasificadas de la siguiente manera: 27 artículos publicados en revistas, 15 boletines, 6 despleables, 17 folletos, 12 informes técnicos, 1 libro, 6 manuales, 1 publicación especial, 104 recopilaciones y memorias, así como 20 tesis. En este sentido el INIFAP, destaca como una de las principales instituciones por sus aportes a la transferencia de tecnología, plasmadas en guías de campo, folletos y trípticos con información de aplicación práctica (CONAFOR, 2014). Asimismo, se observó que durante 1988 fue el período de mayor producción científica con un total de 47 contribuciones (Figura 1).

De un total de 92 autores identificados, 7.6% se clasificaron como grandes, 33.7% medianos y 58.7% en pequeños. Los autores, dentro de la categoría de grandes, publicaron 10 o más documentos, entre los que destacan Castillo V., J.C., Gómez T., J., Hernández G., G., Jiménez C., J.M., López T., J.L., Sánchez M., A. y Sarmiento, M. En general, se estimó un índice de productividad de 2.3 publicaciones por autor. El índice de asociatividad fue de 0.7, lo que sugiere una mayor tendencia a la publicación individual que a la

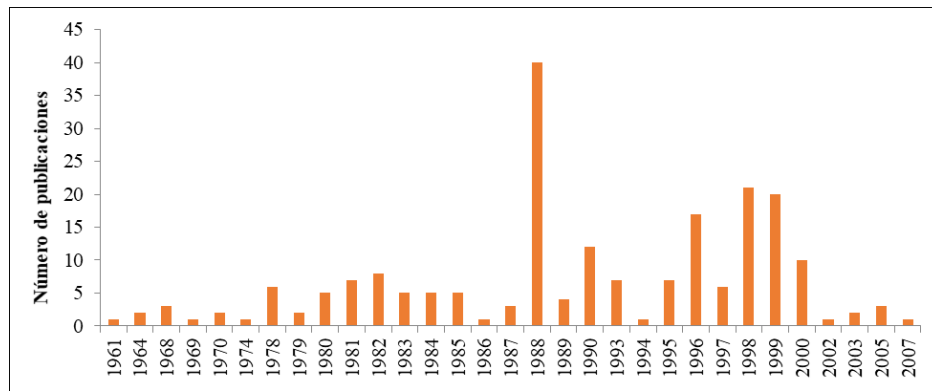
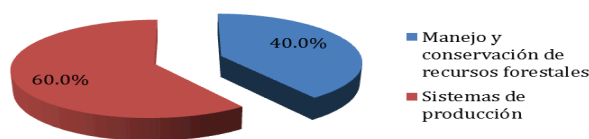


Figura 1. Número de publicaciones analizadas 1961-2007

colaboración. Esta tendencia también se confirmó con el hecho de que el 52.6% de los documentos analizados fueron publicados por un solo autor.

Con respecto a los proyectos en operación, de 1996 a 2009, vinculados al Campo Experimental El Tormento, se identificaron 10 proyectos financiados en su mayoría (80 %) por la Fundación Produce Campeche A.C., (10%) por CONAFOR y (10%) por fondos fiscales del INIFAP. De estos, 60% se desarrollaron dentro del programa de sistemas de producción en temas de plantaciones forestales, recursos genéticos, uso y aprovechamiento de recursos forestales y uso múltiple. El otro 40% se clasificó dentro del programa de manejo y conservación de recursos forestales con temas de silvicultura y ordenación, plantaciones comerciales, características y manejo de recursos forestales (Figura 2).

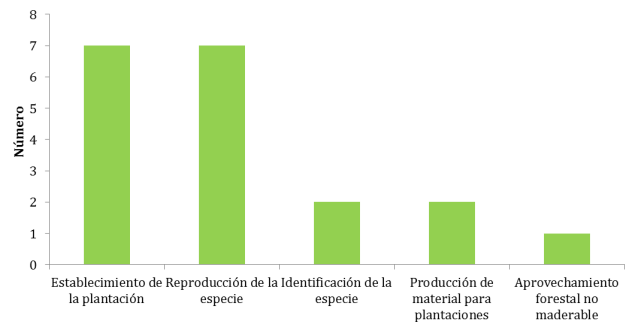
Figura 2. Clasificación de proyectos por programa de investigación



La mayoría de los proyectos, 70%, se concluyeron satisfactoriamente, duraron en promedio 48.3 meses y se orientaron a la investigación de diversos sistemas producto como: 40% otras especies forestales, 30% *S. macrophylla*, 20% maderables tropicales y 10% otras especies forestales. También, se identificaron 19 tecnologías generadas (Anexo 1), entre las que sobresalen los temas sobre el establecimiento de plantaciones de *G. arbórea*, *S. macrophylla* y

C. odorata. Aspectos sobre reproducción de la especie *S. macrophylla*, *G. arbórea*, *Delonix regia* (framboyán), *Leucaena sp* (Huaxin), *Enterolobium cyclocarpum* (pich), *Piscidia piscipula* (jabín), *Lysiloma latisiliquum* (tzalam) y *Bursera simaruba* (chaká) (Figura 3).

Figura 3. Clasificación de las tecnologías forestales generadas en El Tormento por tema



La generación de la tecnología para el control de la *H. grandella* de *G. melina*, cuya distribución abarcó tantas zonas tropicales de México, Centroamérica hasta las de Sudamérica con excepción de Chile (Whitmore, 1978), fue importante para México ya que, ésta especie fue introducida en 1971 por primera vez en el Campo Experimental El Tormento, de semillas procedentes de la India, de plantaciones de Sierra Leona, Nigeria y Sudáfrica y de casas comerciales de Holanda. Ese mismo año, se establecieron cuatro plantaciones para conocer su adaptación y comportamiento. Al tercer año, mostraron su fructificación, dando origen a una serie de trabajos de investigación sobre los siguientes tópicos: ensayo de especies, tecnología, semillas, propagación, establecimiento de plantaciones y mejoramiento genético (Patiño, 1982).

En lo que respecta a *S. macrophylla*, en 1990 se estableció un huerto semillero con 25 clones selectos originarios de la región de Escárcega, Campeche,



donde se realizaron 10 repeticiones de cada clon, en terrenos del Campo Experimental el Tormento. Posteriormente, en 1996 se reportaron ensayos de procedencias de progenies con *S. macrophylla* y *C. odorata*, establecidos en 1988, de los que se obtuvieron parámetros genéticos para 36 progenies de ambas especies (Patiño, 1997).

Asimismo, del trabajo de revisión se identificó que se realizaron otros trabajos similares a los huertos establecidos de *S. macrophylla* y *C. odorata*, en otros campos experimentales del INIFAP, para cuantificar la diversidad genética y relacionarla con las características de la población, así como para reconocer mejor la biología reproductiva de la primera de ellas y los agentes biológicos que intervienen en ella, la fenología de la floración, determinar el tipo de polinización, el agente polinizador y la presencia o ausencia de sistemas de incompatibilidad y determinar el sistemas de fecundación y el flujo genérico que ocurre entre las poblaciones e individuos de la especie. No obstante, en los últimos años el aprovechamiento de las especies tropicales mencionadas ha presentado una tendencia a disminuir los volúmenes aprovechados, solo el estado de Campeche la producción ha pasado de 1990 al 2012 de 6,845 a 2,783 metros cúbicos de madera en rollo (SEMARNAT, 2013).

Existen otros estudios que realizó el INIFAP en materia de agroforestería en una colaboración con otras instituciones, como el Centro Internacional de Investigación en Agroforestería (ICRAF), Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), la Universidad Autónoma de Quintana Roo, la Universidad Autónoma de Chapingo, la Universidad de Iowa, Estados Unidos, las Fundaciones Ford y Rockefeller, quienes financiaron algunos proyectos (Navarro, 1999). Dichos estudios estuvieron orientados a caracterizar a los sistemas agroforestales de la Península de Yucatán y Chiapas, con el propósito de brindar a los campesinos una alternativa viable para salir de la subsistencia. En este sentido, se realizaron trabajos para determinar la preferencia de los campesinos por las especies y poder priorizar las alternativas, resultando *S. macrophylla* y *C. odorata* de alto valor e interés, por lo que fueron incluidas dentro de los procesos agroforestales de la región (Patiño, 1997).

Entre los sistemas de plantación agroforestales maderables, la CONAFOR (2014) hace referencia

al sistema *Taungya* en un estudio realizado sobre sistemas agroforestales en México, sistema que fue utilizado por primera vez en 1962 en el Campo Experimental El Tormento para establecer el primer experimento en un sitio de cuatro hectáreas con *S. macrophylla*, *C. odorata* y maíz (Mas y Borja, 1974).

Por su parte, en cuanto a los impactos de las tecnologías generadas en El Tormento, actualmente la producción de *G. melina* se destina a tableros contrachapados, pisos, lambrin y muebles diversos que son demandados en la industria hotelera. Mientras que las plantaciones de melina en el estado de Campeche, plantadas desde 1998, ascienden a 2,000 ha y se encuentran ubicadas principalmente en el predio Entre Hermanos, en el municipio de El Carmen, mientras que la industria se ubicada en el municipio de Escárcega, Campeche (CONAFOR, 2013).

Al igual que la *G. melina*, la superficie establecida con la especie *T. grandis* fue creciendo moderadamente y la Agropecuaria Santa Genoveva S. A. P.I. de C.V. ha plantado, del 2002 al 2014, aproximadamente 12,374 ha de esta especie, con una proyección de crecimiento 1,200 ha al año, para sumar unos 20 millones de árboles que serán cosechados en aproximadamente en 18 años, posicionándola como la principal productora de teca en México (Martínez, 2009).

Entrevistas a informantes clave: En lo que respecta a los beneficiarios de las tecnologías generadas, 66.6% de las entrevistas a productores con aprovechamiento forestal se realizaron en ejidos del municipio de Calakmul (Nueva Vida, Valentín Gómez Farías, Álvaro Obregón, Heriberto Jara, 20 de noviembre, el Refugio) y 33.3% en ejidos del municipio de Escárcega (Haro, Km. 36 y Libertad), realizando un total de 60 entrevistas. La mayoría de estos productores (40%) contaron con estudios de primaria, 38.3% secundaria, 15% indicó no tener escolaridad, 3.3% con preparatoria y 3.3% con estudios universitarios. La edad promedio estimada fue de 58 años y con 16.6 años de experiencia en actividades forestales (Figura 4).

En cuanto al número de hectáreas establecidas se estimó una media de 5.03 ha por productor y con plantaciones de aproximadamente 15 años de establecimiento, con una densidad de 608 árboles en promedio por hectárea, en donde nuevamente sobresalen *S. macrophylla* (39.1%) y *C. odorata* (34.4%) (Figura 5).

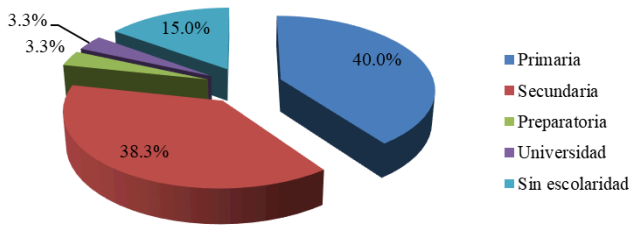


Figura 4. Escolaridad de los productores forestales del municipio de Calakmul y Escárcega, Campeche

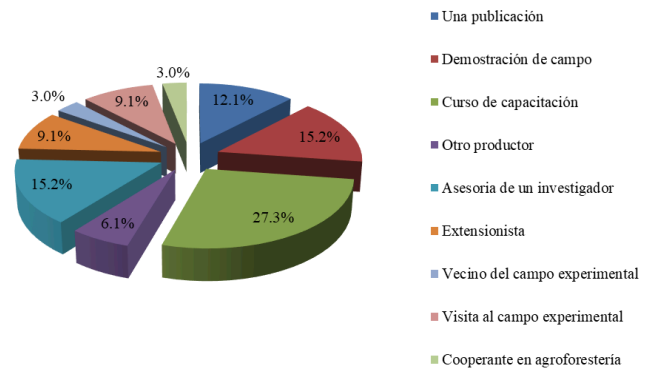
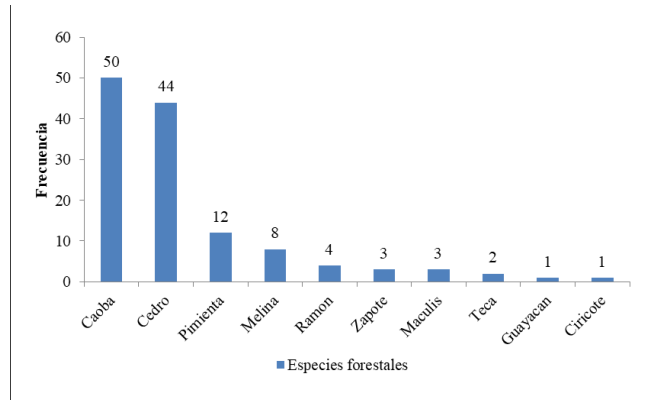


Figura 6. Medio por el cual los productores conocieron al INIFAP.



Fuente: elaboración propia con resultados de la investigación.

Figura 5. Principales especies forestales identificadas.

No obstante, los productores manifestaron que la información proporcionada fue útil para la aplicación de criterios técnicos, podas en forestales y cítricos, diagnóstico de suelo y manejo de plagas, métodos de establecimiento y plantación de cultivos, así como alimentación alternativa para abejas. Asimismo, las recomendaciones tecnológicas las han aplicado alguna vez, en una superficie media de 2.5 ha.

A pesar que la mayoría de los productores entrevistados, 65%, manifestaron no conocer quién es la institución generadora de la tecnología forestal que utilizan, el 35% indicó que la tecnología que utiliza fue generada por el INIFAP y tiene conocimiento del que hacer institucional por algún curso de capacitación, un día demostrativo, una publicación o alguna asesoría que haya tenido, para lo que destacaron los siguientes temas: establecimiento de sistemas agroforestales (17.6% de los entrevistados), especies forestales (29.4%), agrícolas (17.6%), frutales (23.5%), métodos de plantación (5.9%) y sobre manejo apícola (5.9%) (Figura 6).

Entre los factores que limitan la adopción de la tecnología disponible destacan el deficiente mecanismo de difusión de las instituciones y la falta de continuidad o seguimiento en las actividades con la comunidad. En general, la percepción de los productores sobre los beneficios de la tecnología generada destaca mejoras en la eficiencia, disminución de costos y mayores rendimientos (Figura 7).

El proceso de difusión de una tecnología es lento, pero sobre todo en el área forestal, debido al tiempo que se emplea para evaluar los sistemas forestales. Para acelerar la difusión y aceptación se requiere de asistencia técnica de largo plazo. Además, del involucramiento de personas locales, como técnicos, para tener éxito y reducir costos de difusión, así como desarrollar capacidades y recursos humanos locales y que la difusión vaya más allá de los proyectos (CONAFOR, 2014).

Finalmente, se identificaron algunas estrategias para incrementar la adopción de las tecnologías generadas por el INIFAP, entre las que destacan

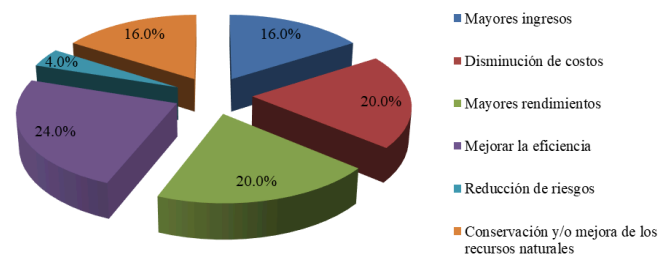


Figura 7. Percepción de los productores sobre los beneficios del uso de la tecnología.

que las actividades de difusión y la presencia activa de investigadores en las comunidades e involucramiento de la comunidad es indispensable, para el proceso de transferencia de tecnología (Figura 8).

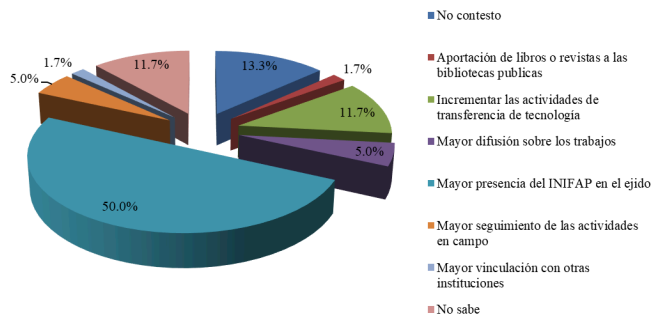


Figura 8. Estrategias identificadas para incrementar la adopción de tecnología.

Conclusiones

El 49.8% de los documentos analizados correspondieron principalmente a resúmenes publicados en memorias de congresos y se observó que este tipo de eventos facilitó la difusión de los resultados de investigación forestal, aunque en un nivel técnico. La tendencia de las contribuciones analizadas hace referencia a la preferencia de los autores por la publicación individual que a la colaborativa ya que, 52.6%, de los documentos fueron publicados por un autor.

Durante 1996 a 2009, se identificó un total de 10 proyectos financiados, en su mayoría, por la Fundación Produce Campeche A.C., CONAFOR y por fondos fiscales del INIFAP. La mayoría de éstos proyectos se orientaron a temas sobre plantaciones forestales, recursos genéticos, uso y aprovechamiento y uso múltiple, así como silvicultura y ordenación, plantaciones comerciales, características y manejo de recursos forestales.

Se identificaron 19 tecnologías forestales en atención a especies como *C. odorata*, *S. macrophylla*, *G. sepium*, *C. elegans*, *D. regia*, *Leucaena* sp, *E. cyclocarpum*, *P. piscipula*, *L. latisiliquum* y *B. simaruba*. Así como tecnologías generadas para orquídeas y sistemas agroforestales.

El 35% de los productores entrevistados manifestó conocer al INIFAP y, de esta proporción, un poco más de la mitad ha aplicado alguna vez las recomendaciones técnicas principalmente en tema

de establecimiento tanto de plantaciones forestales como Cedro y Caoba como cultivos.

La presencia y el trabajo comunitario son de vital importancia para la transferencia y adopción de tecnología.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) por el financiamiento del proyecto Reactivación de las Investigaciones forestales en el Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología El Tormento.

Referencias bibliográficas

Alston, J. M., Northon, G. W., & Pardey, P. G. (1995). *Science under scarcity: Principles and practices for agricultural research evaluation and priority setting*. Ithaca, NY, USA: Cornell University Press.

Aramburu, C. E. (2001). Diagnóstico, línea basal y población objetivo. In E. Vasquez (Ed.), *Gerencia Social: Diseño, Monitoreo y Evaluación de proyectos sociales*. Lima Perú: Universidad del Pacífico.

Bobadilla D., P., Del Águila, R. L., y Morgan, M. 1998. *Diseño y Evaluación de proyectos de desarrollo*. Lima Perú: Pract-USAID.

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). (2011). *MAIZE Global Alliance for improving food security and livelihoods of the resource poor in developing world*. Texcoco, México: CIMMYT.

Cedeño, S. O. (1981). Campo Experimental Forestal "El Tormento" Camp. *Revista Ciencia Forestal*, 1(3), 75 - 82.

CONAFOR. (2013). *Evaluación de costos de extracción y abastecimiento de productos de plantaciones forestales comerciales*. México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, CONAFOR.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2014). *Sistemas agroforestales maderables en México*. Guadalajara, México: CONAFOR. Consultado en <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/43/6044Sistemas%20Agroforestales%20Maderables%20en%20M%20c3%a9xico.pdf>

Espinosa G., J. A., Vélez I., A., Góngora G., S. F., Cuevas R., V., Vázquez G., R., & Rivera M., J. A. (2018). Evaluación del impacto en la productividad y rentabilidad de la tecnología transferida al sistema de bovinos de doble propósito del trópico mexicano. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 21, 261 - 272.

- Martínez, J. M. (2009). Santa Genoveva, de los árboles al ganado. *Expansión*, 1(18). Consultado en http://expansion.mx/negocios/2009/01/18/santa-genoveva-de-los-arboles-al-ganado?internal_source=PLAYLIST.
- García, E. (1988). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen (4a edición)*. Instituto de Geografía. México. D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gorbea P., S. (1994). Principios teóricos y metodológicos de los principios métricos de la investigación. *Investigación Bibliotecología*, 8(17), 23 - 32. doi: 10.22201/iibi.0187358xp.1994.17.3826
- Hueso G., A. (2007). *Estudio sobre el impacto social, ambiental y económico de pequeñas centrales hidroeléctricas implantadas en comunidades rurales de La Paz Bolivia*. Tesis de Doctorado, Universidad Mayor de San Andrés, Instituto de Hidráulica e Hidrología, La Paz, Bolivia.
- IBM Corp. (2015). *IBM SPSS Statistics para Windows, versión 23.0*. Armonk, Nueva York: IBM Corp.
- Machado R., M. O., % Hernández R., G. (2015). Indicadores de productividad e impacto de la Revista Cubana de Farmacia durante el período de 1995-2013. *Revista Cubana de Farmacia*, 49(2), 337 - 350.
- Mas P., J., % Borja, G. (1974). ¿Es posible mediante el sistema Taungya aumentar la productividad de los bosques en México? Boletín técnico No. 39. México: INIF.
- Medianero B., D. (1998). *Sistemas de diseño de proyectos en cooperación técnica*. Lima, Perú: CEMPRO.
- Navarro, C. (1999). *Silvicultura-Genética: Diagnóstico de la caoba (Swietenia macrophylla King) en Mesoamérica*. Costa Rica: Centro Científico Tropical PROARCA/CAPAS.
- Patiño, F. (1997). *Genetic resources of Swietenia and Cedrela in the neotropics: proposals for coordinated action*. Roma, Italia: FAO of the United Nations.
- Patiño, F., Cedeño, O., Juárez, V., & Bertoni, V. (1982). *Gmelina arborea una especie promisoriosa en el trópico mexicano. Folleto Técnico*. México: INIFAP.
- Pérez S., G. (1999). *Elaboración de proyectos sociales. Casos prácticos*. Madrid, España: Narcea.
- Prat, M. A. (2009). Módulo de capacitación para la recolección y análisis de indicadores de producto de las actividades de la ciencia y tecnología. BID. Documento de trabajo consultado en <http://docs.politicasceti.net/documents/Doc%2007%2020capacitación%20prat.pdf>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2013). *Anuario Estadístico de la producción forestal. Dirección General de Gestión Forestal y Suelos. Anuarios de 1990-2013*. México: SEMARNAT
- Uzcanga P., N. G., Aguilar D., Y. G., Maya M., A., Díaz M., E. R. A., & Esparza O., L. G. (2018). *Compendio histórico de la investigación realizada en el Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología Forestal El Tormento. Publicación Especial Núm. 10*. Yucatán, México: INIFAP, Campo Experimental Mocochoá, Centro de Investigación Regional Sureste.
- Vásquez, E., Aramburu, C. E., Figueroa, C., & Parodi, C. (2001). *Gerencia Social. Diseño, Monitoreo y Evaluación de proyectos sociales*. Lima, Perú: Universidad del Pacífico.
- Vázquez, P., Góngora, S., Moctezuma, G., Espinosa, A., Vélez, A., Espinoza, J. J., González, H., & Bustamante, J. D. (2010). *Métodos cuantitativos para evaluar Ex ante inversión en la investigación. Libro técnico 4*. Morelos, México: SAGARPA-INIFAP-CIRPAS.
- Vélez I., A., Espinosa G., J. A., Montoya F., M. D., Luna E., A. A., Montes H., S., & Torres V., J. A. (2013). Impacto de los productos de la investigación y Transferencia de Tecnología: *Metodología y Aplicación de proyectos apoyados por la Fundación Guanajuato Produce A.C. Libro Técnico No. 22*. Querétaro, México: SAGARPA-INIFAP.
- Whitmore, J. L. (1978). *Cedrela provenance trial in Puerto Rico and St Croix: establishment phase. USDA Forest Service Research Note*, 16.



Anexo 1. Lista de tecnologías forestales generadas en el Tormento de 1988 a 2009.

Tecnología	Especie	Tema	Beneficios
1998			
Los ácidos grasos en la semilla de Caoba, una limitante para su conservación	<i>S. macrophylla</i>	Reproducción de la especie	Conservación de la semilla hasta de un año en una cámara fría, sin perder viabilidad, calidad y vigor.
Producción de planta de Caoba en vivero	<i>S. macrophylla</i>	Producción de material para plantaciones	Producción de plantas con progenies de buena calidad
Propuesta del pasto señal combinado con Melina y Caoba	<i>G. arbórea</i> y <i>S. macrophylla</i>	Establecimiento de la plantación	Manejo integrado de pastos con especies forestales como cerco vivo
Plantaciones forestales de Melina para la obtención de celulosa	<i>G. arbórea</i>	Establecimiento de la plantación	Mayor crecimiento en comparación con otras especies; la pulpa presenta excelentes características para la elaboración de papel
Germinación de semilla de Melina	<i>G. arbórea</i>	Reproducción de la especie	Porcentajes de germinación mayor del 90 %.
Plantaciones de Cedro rojo para la obtención de madera aserrada	<i>C. odorata</i>	Establecimiento de la plantación	La madera de esta especie tiene diversos usos: tablas, chapa para madera terciada, muebles, artículos torneados, cajas para puros, artesanías etc.
Tratamientos para romper la dormancia en semillas forestales	<i>D. regia</i> , <i>Leucaena</i> sp, <i>E. cyclocarpum</i> , <i>P. piscipula</i> , <i>L. latisiliquum</i> y <i>B. simaruba</i>	Reproducción de la especie	Germinación oportuna de la semilla a través del método de escarificación con agua caliente para promover su germinación
El uso de composta orgánica en la producción de plantas de Cedro	<i>C. odorata</i>	Producción de material para plantaciones	Mejora las propiedades físicas y químicas del sustrato, además del bajo costo. Las plantas presentaron crecimiento superior al 40%, vigor del tallo y mayor cobertura que las del sustrato convencional.
1999			
Espaciamientos con régimen de aclareos para la producción de madera aserrada de <i>Swietenia macrophylla</i> (caoba)	<i>S. macrophylla</i>	Establecimiento de la plantación	Mayor producción de madera
Semilla de Calidad de <i>Swietenia macrophylla</i> King (Caoba)	<i>S. macrophylla</i>	Reproducción de la especie	Control de calidad de las plantaciones a través de la selección del arbolado del cual se realiza la colecta de semilla
Recolección, almacenamiento y manejo de semillas forestales tropicales	<i>C. odorata</i> y <i>S. macrophylla</i>	Reproducción de la especie	Características propias de cada especie para recolectar semilla: altura del árbol, tamaño del fruto, tipo de fruto, forma de dispersión
Semilla de calidad de <i>Cedrela Odorata</i> (Cedro rojo)	<i>C. odorata</i>	Reproducción de la especie	Especificaciones para garantizar una mayor viabilidad genética.
Localización, Identificación y Establecimiento de Orquídeas silvestres del Estado de Campeche	Orquídeas	Identificación de la especie	Información para una planeación silvícola de manejo de ecosistemas y de aprovechamiento de especies silvestres.
Aprovechamiento de hoja de Palma Camedor	<i>C. elegans</i>	Aprovechamiento forestal no maderable	Especie apreciada en el mercado nacional e internacional como adorno floral.
Tecnologías para la roza, pica y siembra	Sistemas agroforestales	Establecimiento de la plantación	Alternativa para el manejo sostenible de las áreas de cultivo con el fin de disminuir la práctica de roza, tumba y quema.
Manejo y establecimiento de cercos vivos	<i>G. sepium</i> y <i>B. simaruba</i>	Establecimiento de la plantación	Proporciona sombra para el ganado, rehabilitación de los postes del cerco, forraje, extracción de productos energéticos como leña o carbón, rompe vientos, ayuda a disminuir la extracción de postes de la selva.
2009			
Recolección y manejo de semilla de <i>Cedrella odorata</i> L. (Cedro rojo)	<i>C. odorata</i>	Reproducción de la especie	Selección de semilla de mejor calidad genética para su comercialización, además de fomentar y conservar <i>in situ</i> y <i>ex situ</i> el recurso genético de la especie.