



## Integración del conocimiento científico y el tradicional en los procesos de restauración de los bosques de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder), San Marcos, Guatemala

**Autores:**

José Vicente Martínez Arévalo<sup>1</sup>  
Mervin Pérez<sup>2</sup>  
César Otoniel Rivera Mazariegos<sup>3</sup>  
Mario Martín Velásquez Villatoro<sup>4</sup>

Recibido el 05-08-2013 / Aprobado el 17-09-2013

<sup>1</sup> Profesor, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, josevm2000@yahoo.com.

<sup>2</sup> Curador Herbario, Centro de Estudios Conservacionistas, Universidad de San Carlos de Guatemala, ixmulej@yahoo.com.

<sup>3</sup> Oficial, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza UICN para San Marcos, Guatemala, ottoniel.rivera@iucn.org.

<sup>4</sup> Investigador, Programa de Ecosistemas Frágiles, Instituto Nacional de Bosques, Guatemala, mariovelasquez\_99@yahoo.com.

## Resumen

La restauración ecológica es una alternativa viable para la recuperación de ecosistemas dañados. El objetivo de este artículo es dar a conocer los avances iniciales de restauración ecológica en un área de Guatemala uniendo los aspectos técnicos con los sociales. En el aspecto técnico se tiene información de experiencias locales de establecimiento de pinabete o abeto (*Abies guatemalensis* Rehder), con la ayuda de plantas nodrizas a diferencia de reforestaciones convencionales, poniendo de manifiesto lo importante de esta práctica en la recuperación de bosques a partir de parches. Junto a esto se ha trabajado en el tejido social de tal forma que se cuenta con la organización social local de base, dispuesta a cooperar en proyectos de este tipo.

**Palabras claves:** Restauración ecológica, experiencias locales, plantas nodrizas, organización de base, conservación.

## Summary

Ecological restoration is a viable alternative for the recovery of damaged ecosystems. The aim of this paper is to present the initial progress of ecological restoration in an area of Guatemala joining the technical aspects with social. Technically there are information local experiences setting fir (*Abies guatemalensis* Rehder), with the help of nurse plants unlike conventional reforestation, highlighting the importance of this practice in recovering from forest patches. Alongside this has worked in the social fabric so that it has the base organization, willing to cooperate in such projects.

**Key words:** Ecological restoration, local experiences, nurse plants, base organization, conservation.

## Introducción

Guatemala es considerado como uno de los países megadiversos en América continental (Islebe & Véliz, 2001; UNEP, 2010), en 108,889 km<sup>2</sup>, contiene 14 zonas de vida según el sistema de Holdridge y 14 ecorregiones con base en la clasificación del Fondo Mundial de la Vida Silvestre. Sin embargo, muchos de los ecosistemas forestales están deteriorados, por la demanda de los recursos (Reyes, 2008), por ejemplo el cambio en el uso del suelo ha provocado la pérdida de cobertura forestal de 500,129 ha entre los años 2006 a 2010 (INAB, 2012), con una tasa de deforestación anual que oscila entre los 40,000 a 80,000 ha/año (SEGEPLAN, 2009; Zamora & Barrera, 2010). De estos ecosistemas, los bosques de altura, dominados por la especie endémica y en peligro de extinción de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder), se presentan en pequeños parches 1-50 ha, el 96% de ellos en el occidente del país. Debido a tensionantes como el aumento de la frontera agrícola, pastoreo, incendios, extracción ilícita, entre otros (Velásquez, 2005) se ha generado reducción y fragmentación, además de la pérdida de diversidad biológica y servicios ecosistémicos. Otras consecuencias del manejo inadecuado de la tierra en las partes altas son las inundaciones y deslaves en las partes medias y bajas de las cuencas. Por ejemplo, la tormenta tropical Stan en 2005 provocó daños y pérdidas a nivel nacional valoradas en 7,511.2 millones de quetzales (SEGEPLAN, 2006), siendo la parte más afectada el área que se menciona en este artículo.

Por lo tanto, se podría considerar de urgencia nacional el promover procesos de restauración en este ecosistema, tomando en cuenta que es una

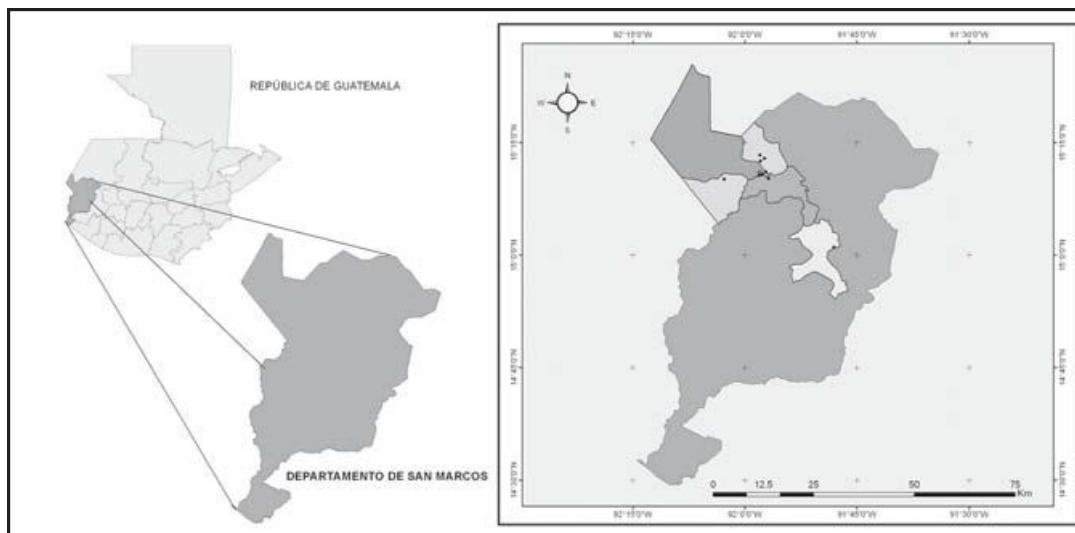
especie protegida en el Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES por sus siglas en inglés). Hay algunas acciones que contribuyen a la institucionalización de esta labor, entre las que está la reciente política y estrategia nacional de diversidad biológica que contempla como uno los ejes temáticos la conservación y restauración ecológica (CONAP, 2011).

De reconocerse que sin bien hay esfuerzos para recuperar áreas de borde de bosque con *A. guatemalensis*, se han realizado con los métodos convencionales de reforestación, que no han dado resultado positivo, ya que el establecimiento después de un año es inferior al 25%. Este bajo porcentaje se le atribuye principalmente al fenómeno de heladas producidas en la estación seca, que no es más que la deposición de hielo en las superficies. Por lo que nuevas técnicas que incluyan conceptos funcionales de restauración ecológica (SER, 2004) y conocimiento tradicional local, pueden aportar maneras prácticas en la recuperación de la estructura del ecosistema en términos de diversidad biológica y en el proceso funcional de servicios ecosistémicos.

El objetivo de este artículo es difundir las técnicas y procedimientos de restauración en los ecosistemas de coníferas utilizando conocimiento científico y local a través de un estudio de caso. Además mencionar el impacto social, económico y de conservación en términos de diversidad biológica y servicios ecosistémicos.

## Materiales y métodos

El análisis realizado corresponde a las actividades de restauración ecológica en bordes de bosques de *A. guatemalensis*, de los cuales se estudiaron diez de los 41 que se localizan en el departamento de San Marcos en altitudes de 2,700 a 3,500 m (Fig. 1).



**Figura 1.** Mapa de Guatemala, mostrando el área de San Marcos donde crece *Abies guatemalensis*, los puntos negros en el lado derecho indican los lugares de investigación.

**Figure 1.** Guatemala map showing the San Marcos area where it the research sites.

En esta región nacen los ríos Coatán, Suchiate y Cuilco que proveen de diversos medios de vida para comunidades residentes en la parte fronteriza de Guatemala y México (IICA, 1995; Kauffer, 2010a, b).

## **Resultados y discusión**

### **Condiciones actuales de la especie**

El género *Abies* es un taxa predominantemente de bosques boreales con algunos casos hacia los bosques subtropicales de México y Guatemala, producto de los periodos interglaciares del Pleistoceno (Jaramillo-Correa et al., 2008). *Abies guatemalensis*, especie endémica para Guatemala, crece en las partes altas de 2,700 a 3,500m de altitud. Para 2008, se determinó que en el departamento de San Marcos, al occidente del país, se contaba con 41 bosques que cubren 1,791.39 ha, dichas áreas administradas por organizaciones comunitarias, municipales o privadas. La mayoría del bosque natural ha sido reducido a parches aislados dentro de un paisaje antropogénico. Sin embargo, es un especie protegida e incluida en el Apéndice I de la CITES desde 1979, también la Ley Forestal de Guatemala (artículos 34 y 99) y Ley de Áreas Protegidas regulan su manejo y conservación. Además actualmente la estrategia nacional para la conservación y protección del pinabete, describe los procesos de restauración ecológica como una herramienta funcional para su conservación (CONAP, 2010).

Los bosques de pinabete están fuertemente asociados con los pueblos que viven en sus cercanías y son estas comunidades las que manejan su

conservación. En Tacaná y San José Ojetenam en San Marcos, las comunidades a través de su comportamiento tradicional han desarrollado sus normas consuetudinarias para el bosque comunal Las Ventanas que ha permitido la conservación y manejo del mismo (UICN, 2009). Los bosques de pinabete en su mayoría se encuentran ubicados en las partes altas de la porción occidental y noroccidental de Guatemala, donde se registran los niveles más altos de natalidad, analfabetismo y pobreza. Si estos bosques se ven desde la perspectiva de conservación y a la vez de prestación de servicios ecosistémicos tangibles para la población (Eigenbrod et al., 2009), su valoración puede ser mejorpreciada y con resultados positivos a corto y largo plazo.

### **La necesidad de la restauración ecológica**

El pinabete como especie endémica necesita de conservación y mejoramiento de sus ecosistemas, a lo cual puede contribuir el poner en marcha proyectos de restauración ecológica en sus partes circundantes. Es clara la fragmentación actual de estos bosques, que entre otros problemas ha provocado niveles de variación genética baja y altos niveles de endogamia dentro de poblaciones de *A. guatemalensis* (Aguirre-Planter et al., 2000), se esperaría que al establecer plantas de pinabete provenientes de otro acervo genético en el procesos de restauración, se pueda contribuir a disminuir esa endogamia en el largo plazo. Para una mejor intervención también es importante tener caracterizados estos parches y sus bordes para hacer una mejor intervención (Montenegro & Vargas, 2008).



Hay dos elementos que han contribuido en la disminución del establecimiento del pinabete: sobrepastoreo de ganado ovino y asentamientos humanos. El pastoreo de ovejas fue introducido a mediados del siglo XVI e incluido en el sistema económico de subsistencia y comercio local (MacLeod, 1980), es así que varios poblados se establecieron alrededor de esta actividad y sus nombres tienen relación con la dedicación a la producción ovina (Gall, 1978). El número de cabezas de ganado ovino en el área llegó a alcanzar hasta 2 millones en el siglo XIX (MacLeod, 1980), pero de 1950 a la fecha hay una disminución del 44%. En San Marcos, para el año 2003 únicamente se reportaron 130,871 cabezas que corresponde al 33% del total a nivel nacional (INE, 2005). Esta disminución en la cantidad de ganado ovino puede deberse al uso de telas sintéticas y por lo tanto la baja en la demanda por lana. Esta disminución aunada a programas de encierro (estabulamiento) de ovinos, ha permitido que las comunidades vayan excluyendo el pastoreo en el interior de los bosques, permitiendo que la sucesión vegetal se inicie naturalmente.

Aunque los esfuerzos de reforestación son periódicos (anualmente al inicio de las lluvias), el porcentaje de éxito resulta ser bajo. Lo anterior puede deberse a las condiciones de la época seca, poca cobertura de sotobosque y la frecuencia de heladas. Varios agricultores, a cambio han logrado aumentar el porcentaje de establecimiento hasta en un 80 a 85% (Martínez, 2011) al realizar el establecimiento asociado a especies de arbustos. Este método que incluye conocimiento tradicional y científico puede ser una herramienta funcional en el proceso de restauración de ecosistemas de altura.

Por ejemplo en la parte comprendida de 2,900-3,400 m de altitud, en áreas con crecimiento de especies arbustivas que funcionan como plantas nodriza, se ubicaron seis parcelas con 500 plantas de pinabete cada una. Después de un año, el porcentaje de pegue fue de  $84\% \pm 5.42$  y en reforestaciones convencionales  $24\% \pm 17.38$  (Martínez, 2011). Esto pone de manifiesto la importancia de no continuar con la realización de reforestaciones convencionales y cambiarlas por establecimiento de árboles con criterios ecológicos.

Asimismo, se ha investigado el proceso sucesional alrededor de parches de bosque de pinabete, identificando 85 especies relacionadas directamente y 35 más que crecen en áreas cercanas (Martínez, 2013). Varias pueden ser utilizadas como especies nodrizas en el proceso de restauración, entre las principales especies están: arrayan (*Baccharis vaccinioides* Kunth), mozote (*Acaena elongata* L.), chicajol (*Stevia policephala* Bertol), salvia (*Buddleia megaloccephala* Donn.Sm.), malacate (*Symphoricarpos microphyllus* Kunt), lupinus (*Lupinus ehrenbergii* Schlecht.) y mora (*Rubus trilobus* Ser.). Los estadios sucesionales determinados pueden utilizarse en la restauración ecológica de la siguiente forma: 1) en las áreas donde no hay arbustos promover la siembra de plantas arbustivas a partir de estacas, semilla o plántulas de vivero; 2) en los estadios donde hay arbustos, utilizarlos como plantas nodrizas y establecer cerca de ellos árboles de varias especies; y 3) en aquellos estadios donde ya hay árboles, enriquecer con establecimiento del pinabete. Esta propuesta de intervención se considera que puede acelerar el pro-

ceso de restauración a la vez que simula el proceso natural de sucesión ecológica (Martínez, 2011).

Es importante notar que muchos agricultores y líderes de comités de microcuencia han empezado a tener experiencias de establecimiento de árboles de pinabete, con fines de conservación y para aprovechamiento en la época de navidad, esto utilizando criterios de restauración ecológica, que consiste en no realizar una limpia completa de sus áreas al momento de la siembra y utilizar arbustos ya establecidos, como plantas nodrizas. El porcentaje de pegue en esta modalidad, después de tres años de establecimiento es de  $86\% \pm 6.29$ , estos ejemplos están mostrando que la restauración ecológica es diferente a la reforestación tradicional que venían realizando donde los porcentajes de prendimiento habían sido muy bajos. Esto pone de manifiesto la importancia de no continuar con la realización de reforestaciones convencionales y cambiarlas por establecimiento de árboles con criterios ecológicos.

### **Aspectos sociales económicos y de conservación**

En la región donde crece el pinabete hay una población aproximada de 75,000 habitantes. El Proyecto Tacana de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), ha organizado Consejos de Microcuencia que están integrados principalmente por asociaciones, cooperativas y por los Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODES). Ellos tienen contemplado en su plan de manejo, proyectos de conservación y restauración de zonas de recarga hídrica, con la finalidad de

mantener los recursos actualmente utilizados (madera, agua potable y agua de riego).

Las parcelas piloto de restauración ecológica que se han establecido con estos grupos organizados, en colaboración con la UICN y la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC), además de los logros positivos en cuanto a porcentaje de establecimiento de árboles, también han servido para que algunos agricultores las registren como plantaciones voluntarias ante el Instituto Nacional de Bosques (INAB), que por medio del programa de incentivos a la reforestación, otorga una cantidad monetaria por la acción. Así es interesante notar que la restauración en el caso de *A. guatemalensis* tiene funcionalidad en dos sentidos, primero aprovechar los árboles directamente o por su ramilla en época de navidad y de esa manera mejorar sus condiciones económicas; y segundo permitir que parte de estos árboles se desarrollen con fines de conservación y contribuyan a la recarga hídrica de las microcuencas. Como apuntan Veluk (2010) y Strandby et al. (2008), es importante considerar esta dualidad de utilidad, que funciona como palancas en el proceso de desarrollo comunitario y la conservación de los recursos naturales que contribuyen a los capitales social y político local. Siguiendo los criterios de Clewell y Aronson (2006), se identifican al menos tres motivaciones para la restauración ecológica de estos ecosistemas, a) el razonamiento biótico por recuperar la biodiversidad de estos bosques, b) el razonamiento heurístico que procura unir los criterios ecológicos con los bióticos y c) la motivación pragmática que persigue a través de la recuperación de ecosistemas

obtener una amplia gama de servicios y productos naturales de la que dependen las economías humanas y para contrarrestar extremos en el clima causados por la pérdida de ecosistemas.

Aunque el concepto de restauración ecológica como tal no es aun suficientemente claro en los planes de manejo comunitario y municipal, la alianza entre científicos y comunitarios está generando metodologías funcionales en la restauración del ecosistema de coníferas de altura. Actualmente se continúa con la investigación de campo para demostrar las bondades de la aplicación de restauración ecológica. La restauración ecológica permite hacer incidencia con las municipalidades y organizaciones locales y a nivel nacional en las instituciones que tienen que ver con las políticas de conservación y reforestación. También es importante desde ahora hacer evaluaciones económicas que permitan cuantificar el valor de la restauración ecológica y su rentabilidad económica y social (Robbins & Daniels, 2012).

## Conclusiones

El caso de restauración ecológica que se expone está en su primera fase de implementación, sin embargo puede notarse que en estos proyectos es necesario conjuntar los conocimientos científicos tecnológicos con los aspectos sociales que permitan la participación directa de las comunidades en el proceso.

En la restauración ecológica tanto la motivación biótica como la económica deben de enlazarse de tal forma que la estructura y función del ecosistema sirvan de beneficio para prestar servicios económicos a las comunidades locales, en este caso *A. guatemalensis* puede servir para los propósitos de conservación y utilización.

## Literatura citada

- AGUIRRE-PLANTER, E.; FURNIER, G.R. & EGUIARTE L.E. Low levels of genetic variation within and high levels of genetic differentiation among populations of species of *Abies* from southern Mexico and Guatemala. *American Journal of Botany*, 87(3): 362-371, 2000.
- CONAP. Estrategia nacional para la conservación del pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder), 2008-2017. Guatemala, CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas), 2010. 106 p.
- CONAP. Política Nacional de Diversidad Biológica. Guatemala, CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas), 2011. 41 p.
- CLEWELL, A.F. & ARONSON J. Motivations for the Restoration of Ecosystems. *Conservation Biology*, 20(2): 420-428, 2006.
- EIGENBROD, F.; ANDERSON B.J.; ARMSWORTH P.R.; HEINEMEYER A.; JACKSON S.F.; PARNELL M.; THOMAS C.D. & GASTON K.J. Ecosystem service benefits of contrasting conservation strategies in a human-dominated region. *Proceedings the Royal Society Biological Science*, 276: 2903-2911, 2009.
- Gall, F. Diccionario Geográfico de Guatemala, Tomo II. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional, 1978. 1999 p. CD ROM.
- IICA. Diagnóstico preliminar de las cuencas fronterizas México-Guatemala. Cuencas de los ríos Suchiate, Coatan, Cuilco, Selegua y Nenton. San José, Costa

Rica, IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura), 1995.190 p.

INAB. Cobertura Forestal de Guatemala 2010 y Dinámica de la Cobertura Forestal 2006-2010. Guatemala, INAB (Instituto Nacional de Bosques), CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas), UVL (Universidad del Valle de Guatemala), URL (Universidad Rafael Landívar), 2012.114 p.

INE. Número de fincas censales, existencia animal, producción pecuaria y características complementarias de la finca censal y del productor(a) agropecuario. Tomo IV. IV Censo Nacional Agropecuario, Guatemala, INE (Instituto Nacional de Estadística), 2005. 365 p.

Islebe, G.A. & Véliz P., M.E. Guatemala. In Kappelle M. & Brown A. eds. Bosques Nublados del Neotrópico. San Pedro de Heredia, Costa Rica, Editorial INBio, Instituto Nacional de Biodiversidad, 2001. p. 231-242.

Jaramillo-Correa, J.P.; Aguirre-Planter, E.; Khasa, D.P.; Eguiarte, L.E.; Piñero, D.; Furnier, G.R. & Bousquet J. Ancestry and divergence of subtropical montane forest isolates: molecular biogeography of the genus *Abies* (Pinaceae) in Southern México and Guatemala. *Molecular Ecology*, 17: 2476-2490, 2008.

Kauffer, E.F. La cuenca del río Suchiate: entre inundaciones y movilidad de la frontera México-Guatemala. In Cotler, H. ed. Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización. México DF, México, Instituto Nacional de Ecología, 2010a. p. 198-200.



- Kauffer, E. F. La cuenca del río Coatán: entre inundaciones y escasez, un escenario complejo para la cooperación México-Guatemala. In Cotler H. ed. Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización. México DF, México, Instituto Nacional de Ecología, 2010b. p. 201-202.
- MacLeod, M. Historia socioeconómica de la América Central Española 1520-1720. Guatemala, Piedra Santa, 1980. 522 p.
- Martínez, J.V. Evaluación y caracterización de la sucesión vegetal secundaria y propuestas para la restauración ecológica alrededor de áreas con pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) en San Marcos. Informe final proyecto FODECYT 055-2009. Guatemala, Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología, 2011. 143 p.
- Martínez, J.V. Plantas asociadas a los bosques de *Abies guatemalensis* (Pinaceae) del occidente de Guatemala. Rev. Biol. Trop., 61(1): 321-333, 2013.
- Montenegro, A.L. & Vargas O. Caracterización de bordes de bosque alto Andino e implicaciones para la restauración ecológica en la Reserva Forestal de Cogua (Colombia). Rev. Biol. Trop., 56(3): 1543-1556, 2008.
- Reyes, R. Biodiversidad y amenazas. In Azurdía, C.; García, F. & Ríos, M. eds. Guatemala y su biodiversidad. Un enfoque histórico, cultural, biológico y económico, Documento técnico 67(06-2008). Guatemala, Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 2008. p. 497-556.
- Robbins, A.S.T. & Daniels, J.M. Restoration and economics: a union waiting to happen? Restoration Ecology, 20(1): 10-17, 2012.

- SEGEPLAN. Plan de reconstrucción tormenta Stan. Guatemala, SEGEPLAN (Secretaría General de Planificación y Programación), 2006. 29 p.
- SEGEPLAN. Análisis del cumplimiento del objetivo de desarrollo del milenio relativo a la "Sostenibilidad del medio ambiente" en Guatemala y determinación de acciones y costos para alcanzar las metas al año 2015". Guatemala, URL-IARNA (Universidad Rafael Landívar-Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente) y SEGEPLAN (Secretaría General de Planificación y Programación), 2009. 105 p.
- SER. The SER primer on ecological restoration. SER (Society for Ecological Restoration, Science & Policy Working Group), Tucson, Arizona, USA. 2004. Disponible en [www.ser.org/](http://www.ser.org/). Consultada 8 de noviembre 2008.
- Strandby, U.; Prado C., J.P.; Nielsen U.B.; Olsen, C.S.; Sørensen C.N.M. & Kollmann, J. Conservation through utilization: A case study of the vulnerable *Abies guatemalensis* in Guatemala. *Oryx*, 42(2): 206-213, 2008.
- UICN. Caso sistematización de normas consuetudinarias para bosque comunal Las Ventanas. Guatemala, San Marcos, Proyecto Tacana, UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), 2009. 18 p.
- UNEP. Conferencia de las partes en el convenio sobre la diversidad biológica Décima reunión Convenio sobre diversidad biológica. Nagoya, Japón. UNEP/CBD/COP/10/27, 2010. 368 p.
- Velásquez V., M. 2005. La sucesión ecológica una opción para recuperar áreas de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) en Guatemala. en [www.dama.gov.co](http://www.dama.gov.co). Consultada el 15 mayo 2010.

Veluk, F. Restauración del paisaje forestal y planificación participativa como herramientas para la transformación del territorio y medios de vida en el altiplano de San Marcos, Guatemala. Turrialba, Costa Rica, Tesis de Maestría, Escuela de Posgrado CATIE, 2010.182 p.

Zamora, R. & Barrera I. Diagnóstico y Marco de Referencia de la Estrategia y Plan de Acción para el Desarrollo Foresto-Industrial de Guatemala. Guatemala, UICN-FAO, 2010. 115 p.