

Propuesta de Restauración Ecológica con especies nativas en sustitución de las especies exóticas *Cupressus lusitanica* Mill y *Pinus sp* en el cantón Palmares, Alajuela, 2013.

María Noelia Rojas Ramírez¹

Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente. Gestión de los Recursos Naturales; Módulo de Problemas Ambientales y Soluciones Sostenibles, RN0012; Trabajo de investigación; I Semestre, 2013; mnrr.10@gmail.com.

RESUMEN:

Nuestro país se identifica por tener gran cobertura boscosa, pero en los últimos años ha sido sustituida por otro tipo de ecosistemas. El cantón de Palmares no ha sido la excepción, sus tierras han sido usadas principalmente para la agricultura y ganadería. Un ejemplo de ello es la Estica que en sus inicios presentaba un bosque típico de la zona de vida Muy Húmedo Premontano, pero fue removido para establecer un potrero, donde posteriormente se realizó un esfuerzo de reforestación, pero este fue llevado a cabo con especies exóticas de Pino y Ciprés. Por lo que se pretende realizar una Restauración Ecológica, la cual cuenta principalmente con tres pasos, selección del ecosistema de referencia, estrategias de sustitución de especies y beneficios económicos; esto a través de una investigación bibliográfica y también entrevistas a distintos expertos. El ecosistema de referencia es la Reserva Madre Verde, donde hay gran diversidad de árboles, que poseen características fundamentales para un proceso de restauración. Algunos de ellos son el *Cecropia obtusifolia*, *Erythrina poeppigiana* y *Ficus jimenezii*, donde cada uno cuenta con distintas características que las hace indispensables para la restauración, como lo son el crecimiento rápido, producción de hojarasca, fijación de nitrógeno, atracción de animales dispersores, entre otras. Estas plantas se recomiendan para las estrategias de Creación de núcleos de facilitación, Ubicación de perchas para aves y Enriquecimiento de especies. Por otra parte Palmares se vería beneficiado tanto económicamente como ambientalmente, ya que este cantón cuenta con gran potencial turístico. Y los

propietarios de dicho lugar contarían con distintos beneficios económicos como lo son PSA, exoneraciones, entre otros.

Palabras clave: Restauración ecológica, Pino, Ciprés, ecosistema de referencia, estrategias de sustitución, beneficios.

En Costa Rica el Valle Central se caracterizaba por tener originalmente una abundante cobertura boscosa, típica del piso premontano, en el cual están representadas dos zonas de vida: el Bosque Húmedo y el Muy Húmedo Premontano (Amador 2003). Pero esta zona de nuestro país ha sido la más modificada, por presentar los suelos, clima, hidrografía y topografía propicios para la agricultura y el asentamiento de poblaciones humanas, por lo que se ha convertido en el área más desarrollada en términos sociales y económicos (Rodríguez y Brenes 2009). Actualmente, el Bosque Muy Húmedo Premontano es una de las zonas de vida con menor área de cobertura boscosa, apenas 8 km² según un estudio realizado en el año 2000 (Centro Científico Forestal- EOSL- Universidad de Alberta 2002).

En el cantón de Palmares el uso intensivo que se le ha impartido a la tierra con cultivos, principalmente de café, ha dado como resultado que la condición de bosque natural haya casi desaparecido en su totalidad. De los 38 km² del territorio Palmares sólo medio kilómetro cuadrado pertenece al área de bosque, lo que corresponde a sólo el 1.14% de su superficie (Ecoplan 2002, mencionado por Rodríguez y Brenes 2009).

Uno de las zonas que se vio afectada por estos motivos es donde actualmente se encuentra la plantación de Pino (*Pinus sp*) y Ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill), llamada Estica por los pobladores del Rincón. Estas especies exóticas se utilizan de manera comercial en el país como madera de construcción, cortina rompe vientos y para árboles de navidad, entre otras. Su distribución natural se extiende desde el sur de México, Guatemala, Honduras y El Salvador, aunque existen dudas de que sea nativa de este último país, además se le considera al Ciprés como la especie forestal exótica de más antigüedad en Costa Rica ya que

posiblemente desde 1860 se esparció por las provincias de Alajuela, Cartago, Heredia y San José, y hoy día forma parte del paisaje de tierras altas (Arguedas 2008).

En sus inicios la plantación motivo de estudio estaba ocupada por un bosque, pero la tierra con este tipo de ecosistema no tenía mucho valor, por lo que se recurrió a deforestarlo y dejar un potrero para una mayor ganancia económica de los pobladores. Posteriormente se realizó un plan de recuperación vegetal, y se acudió a reforestar con Pino y Ciprés, hace aproximadamente 50 años, esto según Freddy Vargas Vargas (Comunicación Personal), presidente del Comité Agrícola Cantonal de Palmares.

Objetivo general:

Elaborar una propuesta de Restauración Ecológica con especies nativas en sustitución de las especies exóticas *Cupressus lusitanica* Mill y *Pinus sp* en el cantón Palmares, Alajuela, 2013.

Objetivos específicos:

Determinar el ecosistema de referencia que sea adecuado como modelo de guía para la propuesta de restauración ecológica, en la plantación de pinos y cipreses.

Proponer recomendaciones adecuadas para las estrategias de sustitución de las especies forestales exóticas de la zona.

Investigar sobre los posibles beneficios económicos que pueda conllevar la propuesta de restauración ecológica.

Metodología:

La zona de estudio Estica (Plantación de Ciprés y Pinos), se ubica entre las coordenadas 0449018 N- 1108891 O a una altura aproximada de 1419 msnm, como se muestra en la figura 3. Se encuentra en una de las estribaciones de los Montes del Aguacate del cantón de Palmares, distrito Rincón, en la parte oeste de la sección alta de la cuenca del Río Grande y se caracteriza por poseer un suelo de origen volcánico y sedimentario (Rodríguez 2007).

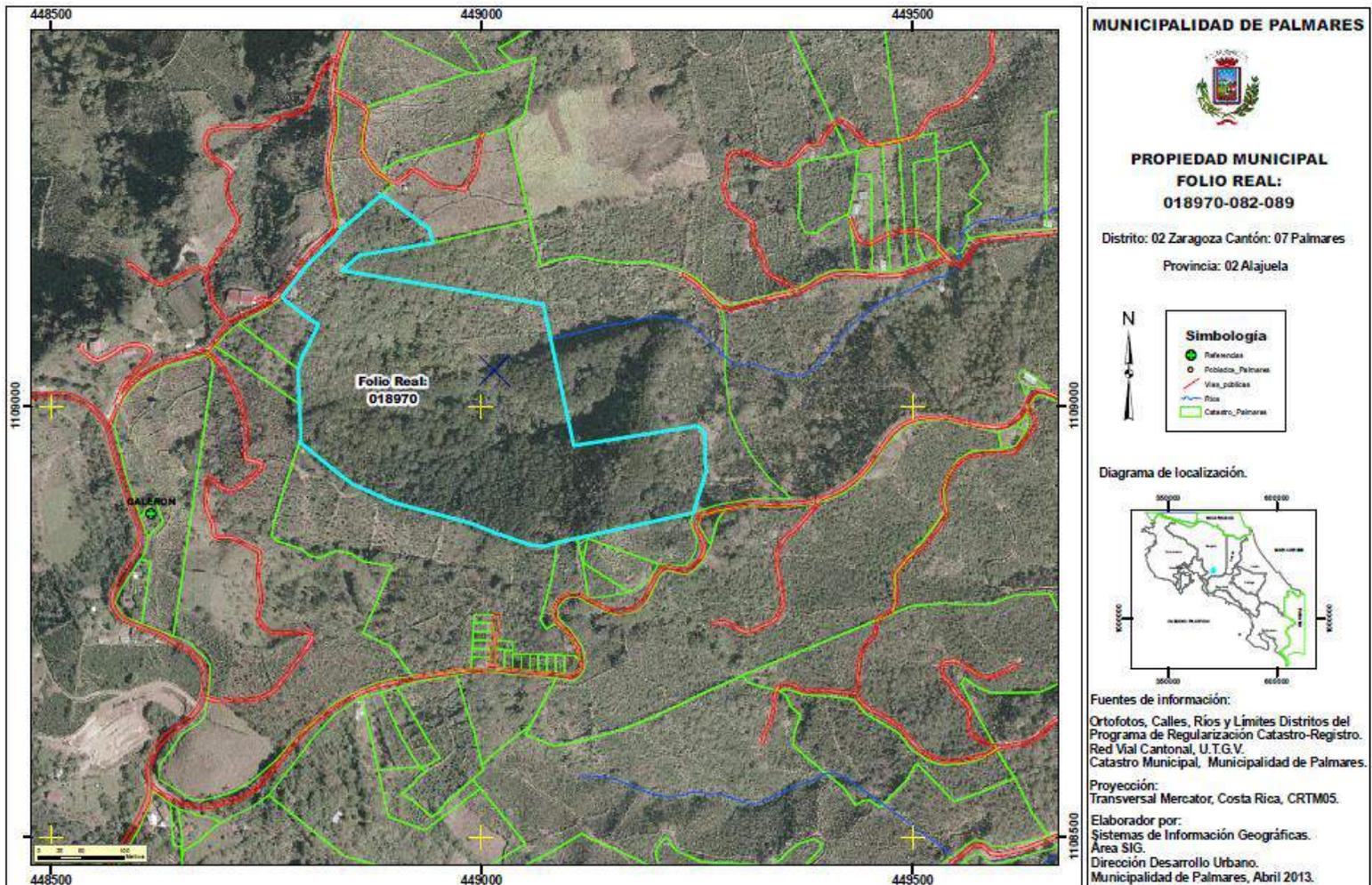


Figura 3: Ubicación de la Plantación de Ciprés (Fuente: Municipalidad de Palmares, 2013).

La topografía va de ondulada a escarpada, con pendientes mayores al 60%. Los suelos son de tipo Alfisoles, relativamente viejos, rojos y ácidos, con texturas finas a moderadamente finas y una profundidad efectiva de 120 cm. Son arcillosos y además presentan acumulación aluvial de arcilla, lo que limita la velocidad de infiltración del agua en superficie. La presencia de materia orgánica por lo tanto podría ser importante para aumentar la porosidad del suelo (Campos *et al.* 1998).

El clima de este cantón es propio de una Zona Tropical Lluviosa de Sabana y posee un tipo de Bosque Muy Húmedo Premontano y Húmedo Premontano con dos estaciones bien marcadas, una seca de diciembre a abril y una lluviosa de mayo a noviembre, con un promedio de temperatura que va de 24 a 18°C y un promedio anual de precipitación que esta entre 2000 y 4000mm³(Desconocido 2009). El índice hídrico subhúmedo: 20-40%; durante la estación seca el período de déficit es propio de febrero, marzo y abril. En algunas zonas se da un déficit a finales de diciembre y concluye en abril (Ecoplan 2002).

El sector de estudio forma parte del Corredor Biológico Montes del Aguacate, que a su vez forma parte del Corredor Biológico Mesoamericano, con el que se espera lograr cierto grado de conectividad entre estas áreas en el futuro (González *et al.* 2005). Cuenta con una extensión de 10ha aproximadamente, se encuentra en la Zona de Vida Muy Húmedo Premontano y se caracteriza por la presencia de árboles siempre verdes; con dos o tres estratos; los cuales son el arbustivo, subdosel y dosel. El primero de estos estratos alcanza alturas entre los dos y tres metros de altura, por lo general es denso; y se hallan enredaderas trepadoras, helechos y epífitas. El subdosel posee árboles que alcanzan los 10 y 20m de altura, las raíces se caracterizan por ser de apoyo y las hojas son alargadas, en algunas ocasionales hay presencia de helechos arborescentes. Y por último el estrato que está compuesto por escasos especímenes, los cuales son deciduos en la época seca, y alcanzan alturas entre 30 y 40m, es el dosel; la corteza de estos árboles es gris o café, algo compacta y escamosa (o fisurada); sus hojas suelen agruparse en el extremo de las ramas; por lo general los árboles están cubiertos por musgo (Desconocido 2009).

Para determinar el Ecosistema de Referencia se tomó en cuenta la proximidad con la Plantación de Pinos y Ciprés, ubicación geográfica topografía, pendiente, la altitud y Zona de Vida. Para la selección de especies a utilizar en sustitución de las exóticas, se realizó una Matriz de Criterios de Selección a los expertos en temas de Restauración Ecológica y Botánicos.

Para la elaboración de la Propuesta de Restauración Ecológica para la plantación de *Cupressus lusitanica* Mill y *Pinus sp*, en la comunidad del Rincón, Palmares, Alajuela, 2013; se realizó una revisión bibliográfica de distintos artículos e investigaciones que guardan relación con este tema. También se hicieron entrevistas a distintas personas que han realizado proyectos de este tipo, o que tienen algún conocimiento acerca del tema de Restauración Ecológica, y también a quienes conozcan dicha plantación.

Los autores de investigaciones usados de referencia son los siguientes: Mejía, A. (2012); Vargas, O. (2007); Montes, M. (2012), Estupiñán, L (2013); Vargas, O y Reyes, S. (2011); Ordóñez, V. (2009); Rodríguez, C. (2007).

Resultados y Discusión:

Las plantaciones forestales han sido utilizadas en las dos últimas décadas como una solución para mitigar el problema de la deforestación, y son consideradas como una estrategia de conservación y recuperación de tierras degradadas en las regiones tropicales, además pueden brindar una serie de beneficios ecológicos, económicos y sociales. Pero dichas plantaciones han tenido escasa investigación, siendo pocos los estudios enfocados a determinar el papel que podrían desempeñar en la conservación de la biodiversidad (Maglianesi 2010) en comparación con los bosques nativos o secundarios.

Las plantaciones de árboles exóticos pueden tener repercusiones negativas en la biodiversidad y en los recursos hídricos (FAO 2008), de ahí la importancia de la

elaboración de esta propuesta, que consta de tres partes: elección de un Ecosistema de referencia, Estrategias y Beneficios económicos.

- Ecosistema de referencia: Reserva Madre Verde (RMV).

Al no existir estudios anteriores sobre la estructura de las comunidades, flujos y procesos al nivel ecosistémico que se encontraban antes de la plantación de Pinos y Ciprés, se tomó como Ecosistema de Referencia (ER) la Reserva Madre Verde (RMV), que se encuentra en el distrito de la Granja, Palmares, Costa Rica, entre las coordenadas geográficas 84°27'10" y 84°27'50" longitud oeste y 10°2'30" y 10°3'30" latitud norte. Dicha Reserva tiene una extensión de 30.9 ha (Badilla y Vargas 2000), su topografía y pendiente son similares a los del sitio de estudio.

La zona de vida es Bosque muy Húmedo Premontano (bmh-P) (Ecoplan 2002), su altitud va de los 1140 a los 1420msnm, la RMV cuenta con remanentes de bosque, así como varias zonas en diferentes estados de regeneración natural que en el pasado fueron cafetales o potreros. Los remanentes de bosque tienen especies autóctonas que son fuentes de semillas o propágulos para la reforestación (Rodríguez 2007). Por otra parte la RMV forma parte del Corredor Biológico Montes del Aguacate (González *et al.* 2005).

- Selección de especies vegetales nativas:

Se recomienda utilizar especies propias de la zona de vida del Bosque muy Húmedo Premontano, para lograr los objetivos a largo plazo de la RE, con heliófitas en las primeras etapas y umbrófilas en las etapas posteriores. El uso de especies nativas no sólo evita las posibles perturbaciones al ecosistema, también asegura que los árboles se adaptarán a las condiciones y lograrán llegar al estado adulto (Rodríguez 2007). La selección de especies debe tener en cuenta los rasgos de historia de vida de cada una de ellas; también se puede tomar en cuenta las especies que se han establecido dentro de los claros naturales que se han formado en las plantaciones, en los cuáles se observan una gran cantidad de

especies que pueden estar adaptadas a las condiciones que ofrece la plantación (Vargas 2007). Se seleccionaron solamente tres especies para la sustitución del Pino y Ciprés, debido al costo económico (Anexo 1), y se caracterizan por su crecimiento rápido para formación de microclimas clave y resistencia a luz. Las especies nativas sugeridas para la RE de la plantación de Pinos y Ciprés se pueden observar en el cuadro 1.

Cuadro 1: Especies nativas del Bosque Muy Húmedo Premontano seleccionadas para la sustitución del *Cupressus lusitanica* Mill y *Pinus sp.*

Criterio	Especie
Primeras etapas sucesionales	<i>Cecropia obtusifolia</i>
Fijadoras de nitrógeno	<i>Erythrina poeppigiana</i>
Núcleo de regeneración	<i>Ficus jimenezii</i>

Los guarumos como el *Cecropia obtusifolia*, son especies pioneras propias de las primeras etapas sucesionales, que se caracterizan por atraer distintos animales típicos de áreas abiertas que son claves en los procesos de regeneración, algunos de ellos son las aves del género *Sturnina* y murciélagos fructíferos de los géneros *Carollia Vampiroessa*, y *Artibeus*, que están relacionadas con el proceso de recolonización por parte de estas especies de plantas. Es importante resaltar que estos animales están presentes en la RMV, por lo que es muy probable su visita en el área de RE. La presencia de estos animales tendría como consecuencia la aparición de otras especies pioneras como *Piper*, *Vismia*, *Solanum* y *Ficus* (Montero y Espinoza 1999). Esta relación entre plantas pioneras y animales con esta tendencia alimenticia es trascendental durante el proceso inicial de regeneración, ya que propician la lluvia de semillas (Rodríguez 2007).

Una de las especies fijadoras de nitrógeno que tiene gran relevancia en la fertilización de los suelos, cooperación en el aumento de la heterogeneidad de la zona y que provee sombra, es el Poro Gigante, *Erythrina poeppigiana*, y puede ser usado en combinación con otras especies vegetales. El Poro puede establecerse

con una fácil adaptación a las condiciones del área a restaurar; ya que tiene una alta capacidad de regeneración en áreas degradadas (Rodríguez 2007).

Esta especie produce grandes cantidades de hojarasca rica en nitrógeno (4.1-4.9%), de aquí el valor de la especie en conservar y mejorar el suelo. Contribuye a rendimientos elevados y sostenibles de plantas que se encuentran asociadas a él (CATIE 2013). Por su abundante nodulación en las raíces y su potencial como fijador de N₂, se abren bastantes posibilidades para el establecimiento de plantaciones en suelos de baja fertilidad y/ o recuperación de suelos. El género de *Erythrina* se caracteriza por su rápido crecimiento, altas producciones de biomasa, fácil propagación por medio vegetativo, habilidad para soportar podas con rebrotes posteriores vigorosos y reciclador de nutrientes. Se caracteriza por los simbiontes asociados como micorrizas, rizobios, etc. (Gómez 2012).

Un árbol que se identifica por funcionar como núcleo de regeneración es el Higuerón Blanco, *Ficus jimenezii*; bajo su sombra pueden crecer otras especies pioneras como lo son principalmente *Heliocarpus appendiculatus* (Burío) y *Conostegia xalapensis* (María), especies que al mismo tiempo favorecen la regeneración de la *Clethra costaricensis* (Nance macho). Los *Ficus sp* Funcionen como fuente de alimento para la fauna que actualmente existe en este lugar y que a la vez favorece la llegada de nuevas especies tanto de aves como mamíferos, los cuales podrían ser potenciales agentes dispersores de semillas que contribuyan aún más en el proceso de restauración (Rodríguez 2007).

Según algunos pobladores del Rincón hay gran variedad de animales en los cafetales que está colindando con la Estica, como tepezcuinte, nutrias, tigrillos, armadillos, guatusas, coyotes, y gran variedad de aves. En el pasado se observó una tropa de congos que se trataron de establecerse en esta región, pero no lo lograron debido a la escases de recursos, los animales tuvieron que desplazarse a otro lugar, según menciona Jennina Rojas (Comunicación Personal), Bióloga de la Municipalidad de Palmares.

- Estrategias:

Las estrategias que se sugieren para desarrollar esta propuesta de RE con especies nativas en sustitución de las especies exóticas presentes en la Estica se encuentran en el cuadro 2. Es importante mencionar que este cronograma está dirigido hacia la ejecución de la primera corta del 50%. Para la segunda mitad se debe de seguir el mismo procedimiento, después de un año de terminada la primera etapa.

Cuadro 2: Estrategias de sustitución de las especies exóticas por especies nativas en la Estica.

Nombre de la Etapa		Periodo en años
1-Educación ambiental y acercamiento a la comunidad	2-Se establecen los criterios para la selección de sitios	0,5
	3-Diseño, tamaño y ubicación para la apertura de claros.	0,5
	4-Corta del 50% de los arboles	0-4
	5-Protección física	En cada apertura de claro
	6-Recuperación del suelo	
	7-Creación de núcleos de facilitación	
	8-Ubicación de perchas para aves.	
	9-Enriquecimiento de especies	

La pérdida de los servicios ambientales de los ecosistemas es también una preocupación de las personas en cualquier región y por consiguiente hay que tener en cuenta tanto el manejo regional como las necesidades de las comunidades locales. Es importante un trabajo de educación y concientización ambiental a la comunidad, que no se quede solo en la explicación de las estrategias y objetivos de restauración, sino que además se involucre a la comunidad facilitando una relación más estrecha con los experimentos y que logren un sentido de apropiación con ellos. Entonces es importante que desde el momento en el que se seleccionen los sitios de trabajo hasta el monitoreo de las estrategias, la comunidad participe activamente (Vargas 2007).

En cuanto a los criterios para la selección de sitios para la corta de los árboles son los siguientes: Las áreas que bordeen manantiales, en un radio de 200m en terrenos quebrados y de 100m en los manantiales que nacen en terrenos planos, se declaran Áreas de Protección, incluyendo también las franjas de 15m medidas horizontalmente a ambos lados de las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano, y de 50m horizontales cuando es quebrado. Los límites de las áreas de recarga y los acuíferos serán determinados por los órganos competentes establecidos en el reglamento de esta ley, según el Artículo 68 de la Ley de Aguas vigente. Los lugares que cuenten con las características anteriores en la Estica no se podrán extraer los arboles de *Cupressus lusitanica* y *Pinus sp*, ni ninguna otra especie.

El área en la que si sea posible extraer los árboles de Pino y Ciprés se le llamara área efectiva, que constituye en la resta del área total de la plantación y las zonas protegidas de la misma. Para la determinación de ella hay que realizar un censo que según los Estándares de Sostenibilidad para Manejo de Bosques Naturales: Código de Prácticas, para realizarlo se debe de usar transeptos de inventario forestal u otros recursos tecnológicos como imágenes ortorectificadas y sistemas de posicionamiento global. Se realiza un recorrido total del área productiva para el censo de la masa a cosechar. Algunas de las características del censo son las siguientes: El censo se realiza en el área efectiva; todos los árboles de ciprés y pino contemplados dentro del censo, deben ser marcados con una placa y con pintura en el fuste con un número coincidente entre ambas marcas; los árboles deben ser identificados con un número único; se recomienda numerarlos consecutivamente. A cada árbol se le mide su DAP en centímetros y se estima su altura comercial en metros; además se determina su ubicación espacial dentro del área de bosque. Para la extracción de las especies exóticas hay ciertos requisitos según la legislación de nuestro país, estos son el área para el aprovechamiento forestal y los expuestos por el MINAE (Anexo 2 y 3 respectivamente).

La apertura de claros en el área efectiva se debe de tomar en cuenta que el tamaño, diseño y ubicación. Cada claro debe tener un área de 35 x 45m y una tala

del 100% en cada uno de ellos, ya que según Vargas (2007), las entresacas de los individuos exóticos de densidades del 25, 50 y 75%, la regeneración natural es más lenta y menos abundante que en las que presentan un 100% de aclareo.

Los claros deben de tener formas irregulares o franjas rectangulares, para que la influencia benéfica de los árboles que rodean al claro sea alta y se aproveche la sombra que estos proporcionan, con condiciones ambientales menos drásticas para el enriquecimiento con especies nativas, además se convierten en una barrera contra el viento, provocan una mayor tasa de crecimiento en altura y cobertura en las especies plantadas. Las franjas deben de tener una orientación transversal a la pendiente, siguiendo las curvas de nivel, de manera que las franjas remanentes sirvan como barreras microclimáticas (Manrique 2004).

El reemplazo de la vegetación exótica en esta plantación debe ser gradual, la entresaca no debe superar el 50% del área efectiva, en los primeros cinco años; la segunda etapa de corta iniciaría seis años después del inicio del proyecto. Esta metodología fue realizada en Colombia en el embalse de Chisacá, que es un bosque tropical al igual que el de Costa Rica. Los bosques tropicales se hallan entre los trópicos de Cáncer y de Capricornio (Bosques Tropicales 2013), cerca del ecuador donde los niveles de temperatura y luz permanecen más o menos constantes durante todo el año (Desconocido 2013), estos bosques ocupan sólo el 7% de la superficie terrestre y el 2% del total del globo (Bosques Tropicales 2013).

En esta etapa de corte es donde se presentan los mayores impactos. Por lo que es importante que durante las operaciones se aplique el principio de corta dirigida, con el objetivo de facilitar las operaciones de arrastre. A continuación se presentara los Estándares de Sostenibilidad para Manejo de Bosques Naturales: Código de Prácticas. Esto de conformidad a los artículos 25 de la Ley de Biodiversidad N° 7788 y 12 inciso c) del Reglamento a la Ley de Biodiversidad, Decreto Ejecutivo N° 34433-MINAE publicado en La Gaceta N° 68 del 08 de abril del 2008, el Consejo Nacional de Áreas de Conservación mediante Acuerdo N° 15

de la Sesión Extraordinaria N° 6 realizada el día 22 de setiembre del año 2008 aprobó y delegó la firma en el Secretario Ejecutivo para su oficialización.

La corta incluye todas las actividades dirigidas para apea los árboles en pie y prepararlos para la extracción. Su operación comprende el apeo del árbol en pie, su medición para determinar el tamaño idóneo de las trozas, el desramado y el troceado del tronco (y a veces también de las ramas más grandes) en trozas.

Dentro de lo posible la dirección de caída de los árboles debe ser un ángulo entre 30 y 60 grados con relación a la pista de extracción adyacente. La dirección de caída natural puede cambiarse en más o menos 30 grados con respecto a la inclinación natural del árbol.

En el impacto generado durante la extracción sobre la masa residual y el suelo, debe de tomarse como medidas para minimizar: se cortaran los arboles de Pino y Ciprés con un DAD mayor a 5cm, la infraestructura establecida para el manejo forestal no puede presentar signos de que altere la calidad del agua en el sitio y los caminos primarios han de contar con obras de conservación necesarias para minimizar la erosión y la sedimentación excesiva en los recursos hidrológicos. La naciente permanente ubicada dentro del área de restauración no puede presentar signos de estancamiento u obstrucción, causados por los procesos.

En la plantación de Pinos y Ciprés se deberán establecer caminos primarios y patios de acopio con las obras de conservación necesarias para minimizar la erosión y la sedimentación excesiva en la naciente. Es importante que en el Área de Restauración no exista contaminación por desechos sólidos o líquidos, derivados de las actividades de manejo.

Durante la extracción el transporte de los árboles desde la zona de corta se trasladaran a un cargadero o patio de acopio, son lugares en los que se reúnen las trozas durante el proceso de extracción y donde serán convertidos en trozas para su transporte a su destino final. Existen varios sistemas de extracción reconocidos: por arrastre, con vehículos que transportan la carga levantada del suelo, esta se recomienda para los lugares donde no se presenta mucha pendiente en la Estica; donde la pendiente es mayor a 60%, se usaría cable y se crean pistas de arrastre, con el fin de reducir el área impactada. Los caminos primarios y secundarios por

donde se transportara la madera deben ser trazados en el campo antes de iniciar las labores de aprovechamiento.

En el proceso de carga se debe de procurar en cuanto sea posible que los cargaderos se ubiquen en una zona con ligera pendiente; aproximadamente del 2% (1°), y que se encuentren en las zonas abiertas alejadas de los cursos de agua. Los puntos de carga han de estar drenados y los canales desembocan directamente en los arroyos sino en la vegetación circundante; la distancia mínima entre los cargaderos y los cursos de agua ha de ser de 30 m, pero puede ser mayor cuando el terreno es empinado. Para impedir que el agua de escorrentía se acumule en el cargadero durante los períodos de lluvia es necesario construir zanjas y tubos de drenaje en la parte de la montaña del cargadero.

Después de la apertura de cada claro es necesario que en las zonas adyacentes de la Plantación donde hay potreros, como se muestra en la figura 3; se debe de dar una protección física como cercado o encerramientos al rededor del área de RE, los materiales deben ser preferiblemente contruidos con materiales residuales de las especies exóticas (Vargas 2007), es necesario cercarla para evitar cualquier posible daño. Para el cercado se debe de tomar en cuenta la distancia de los postes y el número de hilos en ellos. Al ser claros de aproximadamente 35x45m, la distancia entre cada poste es de 1,5m aproximadamente, con dos hilos, este trabajo no tiene un costo muy elevado (Anexo 4).

También estos materiales residuales pueden ser aprovechados para la recuperación del suelo; es la aplicación de las cenizas producto de la quema de los residuos de los pinos talados para disminuir la acidez, encalado, enmiendas químicas para suplir la deficiencia de algunos elementos o para acelerar el crecimiento de los individuos plantados; también puede incluirse el empleo de abonos orgánicos que no solo pueden ser una fuente de sustancia nutritivas sino además actúan en el mejoramiento o mantenimiento de las condiciones físicas del suelo, tales como la granulación, la estabilidad estructural y la relación aire-agua (Vargas y León 2007). Para el uso de cenizas se debe tomar en cuenta lo

estipulado en la Ley Forestal 7575, en el Artículo 35, que trata sobre la prevención de incendios forestales; donde se menciona que nadie podrá realizar quemas en terrenos forestales ni aledaños a ellos, sin haber obtenido permiso de la Administración Forestal del Estado.

Como el fin de la restauración es acelerar la sucesión, la inclusión de especies sucesionales tardías cumple con este objetivo, para lograr su establecimiento y desarrollo puede utilizarse una estrategia común en sitios abiertos, la creación de núcleos de facilitación (Vargas 2007). Dentro de estas especies se recomienda el Guarumo, *Cecropia obtusifolia*, los arboles deben con un mínimo 1,5 m máximo 2.5 m de altura (Institución Universitaria Politécnico Gran Colombiano Bogotá 2013).

Para la siembra de los Guarumos la distancia entre árboles es muy importante para que cada individuo tenga la misma cantidad de espacio para crecer. No deben plantarse muy cerca unos de otros, ya que se reduciría su crecimiento. Por lo tanto hay que saber bien donde debe abrirse cada hoyo y, para lograrlo, hay que marcar esos sitios en el terreno (Fondo Nacional del Ambiente- FONAM 2007). La manera de marcar los hoyos será a una distancia de de 6m entre cada árbol aproximadamente (Gutiérrez 1998) y por curvas de nivel (ver figura 6). Comúnmente las densidades de siembra de estas especies son altas para que formen parches que en su interior presentan características microambientales aptas para otras especies (Vargas 2007).

El sistema por curvas de nivel es utilizado en pendientes pronunciadas. La distribución de las plantas debe ser en tresbolillo para favorecer el efecto positivo del control de la erosión, pero siempre siguiendo el sentido de las curvas de nivel. Para el trazado de las curvas de nivel se puede utilizar el nivel A. Para determinar el sentido de las curvas de nivel se comienza colocando una pata del nivel en cualquier punto del terreno a plantar. Esta pata se mantiene fija mientras la otra queda libre y se va probando el terreno hasta que la plomada pase por la muesca en el centro de la vara horizontal del nivel A. En el punto donde cae la pata libre se coloca una marca que nos indicará el sentido de la curva de nivel hasta llegar al

otro extremo de la línea. Luego de esto, se procede a marcar la ubicación de los hoyos sobre la línea empleando una vara marcada con la distancia deseada (Fondo Nacional del Ambiente – FONAM 2007).

Una vez que se tenga el terreno marcado con la ubicación destinada para las plantas, el siguiente paso es la apertura de los hoyos. Es bueno hacerlo con antelación, puede ser dos meses antes de plantar, ya que con el tiempo mejoran las propiedades de la tierra (Gobierno el Principado de Asturias 2013), los hoyos cumplen el rol de albergar a las plantas, proporcionándoles las condiciones óptimas de espacio, humedad y estructura de suelo para instalarse y desarrollarse sin problemas. Las dimensiones promedio de los hoyos son: 40cm x 40cm x 40cm. Si se encuentran obstáculos (por ejemplo una roca) al momento de la hoyación se debe cambiar la posición del hoyo para asegurar el buen crecimiento del árbol.

La plantación debe efectuarse con los cuidados requeridos y en forma oportuna, durante el periodo de plena precipitación y concluir por lo menos un mes antes de la finalización de las lluvias. Esto permite garantizar una buena altura de las plantas y un desarrollo satisfactorio de sus raíces antes de la época seca (Fondo Nacional del Ambiente – FONAM 2007).

El suelo puede abonarse con un compuesto de nitrógeno, fósforo y potasio, un abono de liberación lenta tipo 8:24:16. El abono no debe tocar la raíz, para eso hay que disponerlo a unos 20 cm de la planta y un poco enterrado. Un exceso de abono puede ser contraproducente, siendo preferible abonar de menos que de más o no abonar. Se recomienda como máximo unos 50 -75 gramos por planta (Gobierno el Principado de Asturias 2013).

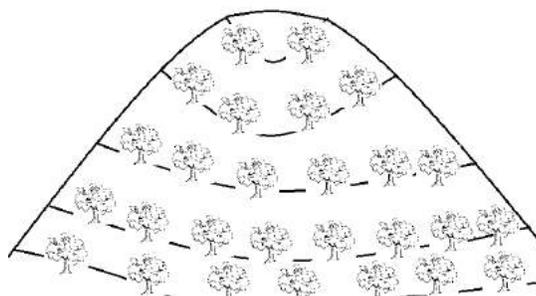


Figura 6: Plantación en Curvas de Nivel (Fuente: Rojas, 2013).

Según Díaz-Martín en la lluvia de semillas evaluada dentro de las plantaciones de pinos la zoocoria es el mecanismo de dispersión más importante, los árboles en este caso se comportan como perchas para aves, aunque el sustrato y las condiciones de la plantación inhiben la germinación de semillas que llegan. Las condiciones en los claros pueden facilitar esta germinación, pero en ausencia de árboles el desplazamiento de las aves puede verse reducida, es por esto que se recomienda incluir dentro de los claros perchas para aves (ver figura 7), que permitan movimiento de las aves a través de estos y aumenten la llegada de semillas ornitócoras a estos sitios aumentando el potencial de regeneración natural (Vargas 2007).

Las características que debe de tener es que deben ser de apariencia natural, como ramas, para que las aves se sientan más familiarizadas. Su llegada es fundamental, ya que son los dispersores que más contribuyen en la sucesión del bosque (Gorchov et al. 1993 Wunderlee 1997), son diversas las especies que ingieren frutos y defecan o regurgitan las semillas en áreas abiertas. La capacidad de germinación de las semillas está influenciada por el agente dispersor, y en el caso de la endozoocoria, jugos y movimientos gástricos pueden afectar positivamente la semilla al remover la capa inhibidora y aumentando con ello la tasa de germinación. Una metodología para la recolección de las excretas de las aves es colocarlas en sacos de tela; y poner una tela bajo cada red para asegurar la recolección (Hernández 2011).

La utilización de perchas artificiales para aves busca aumentar la dispersión de semillas, dando lugar a un aumento significativo de la tasa de deposición de semillas de plantas ornitócoras y la implantación de individuos que no llegan en condiciones naturales, teniendo consecuencias en la aceleración de la recuperación del bosque, así como en la acumulación de un banco de semillas del bosque (Vargas *et al.* 2010).



Figura 7: Ejemplos de perchas artificiales (Fuente: ProNatura, 2013).

El enriquecimiento de especies se define en este trabajo como a la introducción de especies arbóreas valiosas ecológicamente en la Estica. Se introducirá Poro Gigante, *Erythrina poeppigiana*, e Higuieron Blanco, *Ficus jimenezii*, el Poro a una distancia de 3m del Guarumo, y el Higuieron a una distancia de 3m del Poro, como se muestra en la figura 8. Las especies se colocan de esta manera para hacer la zona más heterogénea. Una de las posibles desventajas de esta técnica son los costos elevados por el cuidado de las plantaciones en los primeros años; pero también debido a su relativa complejidad de su manejo, se considera una alternativa económicamente viable a pequeña y mediana escala. Y donde se explota el recurso de madera, si se logra un mayor conocimiento de los aspectos prácticos de mejora la aplicabilidad de esta técnica, el enriquecimiento podría llegar a ocupar un lugar importante en la recuperación de bosques degradados (CATIE 1999).

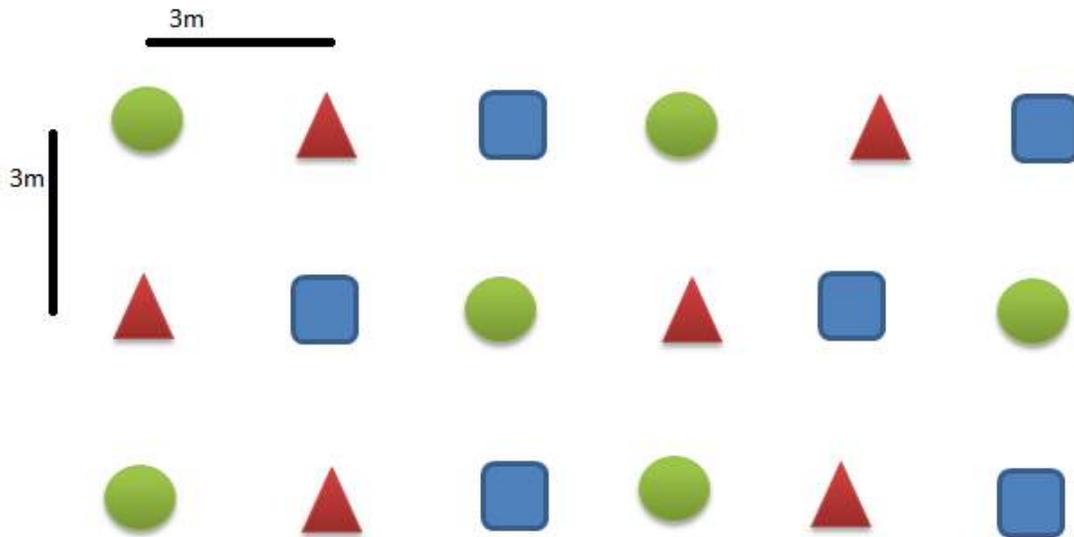


Figura 8: Enriquecimiento de especies en la Plantación de Pinos y Ciprés. Donde los círculo representa el guarumo, el triángulo el poro y .el cuadrado el higuerón

- Beneficios económicos:

La relación entre la sociedad con los bosques y los servicios que éste ofrece han experimentado modificaciones a lo largo de la historia para poder abastecer un complejo sistema social. La incorporación de los nuevos conceptos de valor total a los bosques y la ampliación de su marco de interés desde las ciencias forestales hacia otros agentes sociales y otras disciplinas del conocimiento han abierto la puerta a una evaluación renovada de los servicios ofrecidos por los distintos tipos de bosque. Hoy día se intentan desarrollar diversos mecanismos que permitan captar parte de este valor como estrategia para conservar y gestionar los bosques de un modo sostenible, siendo la protección de bosques secundarios y las plantaciones forestales algunas de las estrategias implementadas para Costa Rica (Pérez *et al.* 2007), en el Anexo 5 se encuentra también la justificación e importancia del proyecto de RE en la Estica.

Palmares posee un alto potencial turístico que hay que aprovechar. Existe una cantidad importante de atractivos naturales y culturales que pueden generar beneficios directos e indirectos para el cantón, que con la ejecución de una propuesta como esta podría incrementar los recursos. Muchos de estos sitios no han sido explotados en su totalidad y entre los atractivos naturales se puede mencionar varios cerros de los Montes del Aguacate. Todos ellos de carácter natural, pueden ser explotados como áreas de recreación, para senderos interpretativos, observación de la belleza paisajística o paseos familiares (Ecoplan 2002).

En cuanto a la ganancia que puede generarles a los propietarios, el valor de madera de pino y ciprés para 30x30 de lado por 2,54cm de grosor se vende para el año 2009 en \$13,00, esto generaría gran ganancia para los propietarios del área. Según la Ley forestal 7575, en los siguientes artículos se mencionan algunos de los beneficios que se pueden obtener:

Al tener una certificación para la conservación del bosque, los dueños de estas propiedades obtendrían como incentivos la exoneración del pago del impuesto a los bienes inmuebles y la a exención del pago del impuesto a los activos. Con la regeneración voluntaria de esta propiedad, los beneficios de la presente disposición serán inscritos en el Registro Público como una afectación a la propiedad, por el plazo que determine el contrato respectivo, por un período no inferior a 20 años. Al reforestar, cabe resaltar que con especies nativas de Palmares, los propietarios recibirían una exención del pago del impuesto de tierras incultas del pago de impuesto de los activos, durante el período de plantación, crecimiento y raleas, que se considerara pre-operativo.

Cabe resaltar que la Administración Forestal del Estado expedirá la documentación necesaria para disfrutar de estos incentivos e inscribirá en un registro a los interesados. Esto se dará una vez cumplidos los requisitos que establezca el reglamento de esta ley.

Conclusiones y Recomendaciones:

Para llevar a cabo un proyecto de RE y aprovechar la madera que se encuentra en la Plantación de Pino y Ciprés, primero que todo se debe de tener claro la tenencia y derechos de uso bajo manejo forestal. Contar con un título de propiedad, o contrato de arrendamiento legalmente inscrito, o derecho de posesión legalmente reconocido; contar con plano debidamente catastrado; y ausencia de conflictos por la tenencia de la tierra. Sin embargo este lugar no cuenta con un plano, la propiedad pertenece a la Municipalidad y al Centro agrícola de Palmares, una hectárea y nueve hectáreas respectivamente, pero ninguno de ellos cumple con los requisitos anteriores.

Para el aprovechamiento es necesario también un plan de manejo forestal siguiendo los principios, criterios e indicadores de sostenibilidad oficialmente aprobados, para minimizar los daños que se le puedan causar al ambiente. Este plan lo debe realizar un profesional en ciencias forestales incorporado en su colegio. La ejecución de un proyecto de estos queda a cargo de un Regente Forestal.

Para la restauración ecológica de esta área se recomienda seguir los siguientes pasos: después de la apertura de los claros realizar una evaluación para verificar si es necesario el retiro de las acículas, una evaluación y manejo del suelo más detallada, realizar un monitoreo antes durante y después de la RE, para evaluar está en los distintos campos, tanto en animales, sucesión de las plantas, como los componentes abióticos como el agua y el suelo.

También es importante conectar esta propiedad con Madre Verde y las otras áreas que se encuentran bajo protección, gracias a la ASADA del Rincón, para mejorar el flujo de genes tanto de especies de flora y fauna. En esta zona se quiere establecer una reserva llamada la Tinajita, lo cual sería de mucho provecho ya que esta a su vez forma parte del Corredor Biológico Montes del Aguacate.

La clave para la restauración de áreas con plantaciones forestales de especies exóticas es la formación de claros. La idea es formar los claros en sitios donde puedan tener buena entrada de luz. El tamaño de los claros es clave para que tengan buena entrada de luz y se establezcan microclimas que favorecerán a las especies pioneras seleccionadas, que a su vez propiciarán la llegada tanto de especies vegetales y animales.

Referencias:

- Agüero, G. y R. Solano. 2001. Inventario de flora arborescente nativa del Valle Central. En línea: [www. Belen.go.cr/unidad ambiental-floraarborescente.pdf](http://www.Belen.go.cr/unidad_ambiental-floraarborescente.pdf). Consultada el 28 de mayo del 2013.
- Amador, S. 2003. Principales problemas ecológicos derivados del crecimiento demográfico y la urbanización. Serie: Problemas ecológicos, No 4. San José, Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica. 40p.
- Arguedas, M. 2008. Problemas fitosanitarios del Ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill) en Costa Rica. Kurú: Revista Forestal: 5(13).
- Badilla, G y L Vargas. 2000. Propuesta mercadológica para el desarrollo agroecoturístico de la Finca Madre Verde. Tesis para optar al grado de Máster en administración de Empresas. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 96p.
- Bosch, J. & J. D. Hewlet. 1982. A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. Journal of hydrology, 55:3-23.
- Bosques Tropicales. 2013. Bosques Tropicales, Distribucion, clasificación y caraterizacion, usos e impacto humano y deforestación. En línea: <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/ecologia/Descriptiva/BosqueTro1/BosquesT1/BosquesT1.htm>. Consultada el 29 de mayo del 2013.
- Calder, I. R. 1996. Water use by forests at the plot and cachment scale. Commonwealth Forestry Review. 75 (1): 19-30.

- Campos, J.L., G. Vargas, V. Arias, J. Céspedes, A. Ureña, A. Cubero, M. Quesada, R. Jiménez y A. Arias. 1998. Estudio agroecológico de la microcuenca del río quebradas. Palmares, Costa Rica. Agencia de Servicios Agropecuarios, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 16 p.
- Cascante, A. y A. Estrada. 2000. Composición florística y estructura de un bosque húmedo premontano en el Valle Central de Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 49 (1): p.213-225
- CATIE. 1999. Primeras Jornadas de Trabajo Sobre Ecología de Especies Nativas de la Selva Subtropical Misionera. http://books.google.co.cr/books?id=-84OQAIAAJ&printsec=copyright&source=gbs_pub_info_r#v=onepage&q&f=false. Consultada el 11 de junio del 2013.
- CATIE. 2013. Usos y manejos en mi finca. En línea: http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos_especies_y_anexos/erythrina_poeppigiana.pdf. Consultado el 20 de junio del 2013.
- Centro Científico Forestal-EOSL-Universidad de Alberta. 2002. Estudio de cobertura forestal de Costa Rica con imágenes LANDSAT TM 7 para el año 2000. Edmonton, Canadá. Departamento de Ciencias de la Tierra y la Atmósfera. Universidad de Alberta.12 p.
- Cortés, A., C. Chamorro. & A. Vega. 1990. Cambios en el suelo por la implantación de praderas, coníferas y eucaliptos en un área aledaña al Embalse del Neusa (Páramo de Guerrero). Investigaciones Subdirección Agrológica IGAC: 101-114.
- Desconocido. 2009. Programa Nacional de Competitividad: El Ambiente Biológico. En línea: <http://www.competitividad.go.cr/Apoyo%20Medio%20Ambiente/Lineamientos/Cap%C3%ADtulo7.%20BIOLOGIA.pdf>. Consultado el 4 de setiembre del 2011.
- Desconocido. 2013. Bosques Tropicales. En línea: <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/ecologia/Descriptiva/BosqueTro2/RESUMEN2/RESUMEN2.htm>. Consultada el 29 de mayo del 2013.

- Díaz-Martín, R. 2007. Lluvia de semillas en zonas alteradas de alta montaña tropical en el Embalse de Chisacá. Localidad de Usme. En: O. Vargas (editor) 2007. Restauración ecológica del bosque altoandino. Estudios diagnósticos y experimentales en los alrededores del Embalse de Chisacá, localidad de Usme. Bogotá D.C. Universidad Nacional de Colombia, Acueducto de Bogotá, Jardín Botánico, Secretaría Distrital de Ambiente
- Ecoplan. 2003. Plan Regulador de Palmares. Criterios generales para la zonificación y el reglamento. Informe preliminar final. Palmares Costa Rica. Municipalidad de Palmares.
- Equipo de Gestión Local del Plan de Desarrollo Humano Cantonal de Palmares, Municipalidad de Palmares, Proyecto Fortalecimiento de las Capacidades Municipales para la Planificación del Desarrollo Humano Local en Costa Rica, Comunidades. 2009. <http://www.ifam.go.cr/PaginaIFAM/docs/PRODUCTOS%20FOMUDE%202006-2011/R4-Productos/P23%20Planes%20DHL%20y%20Agendas%20Distritales/Planes%20de%20Desarrollo%20Humano%20Cantonal/Plan%20de%20Desarrollo%20Humano%20Local%20Cant%20Palmares.pdf>. Consultada el 20 de abril del 2013.
- Estupiñán, L. 2013. Impacto causado en el suelo por las plantaciones de Pino en el Páramo de Gachaneca. <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/geografia/congresoparamo/impacto.pdf>. Consultada el 25 de abril del 2013.
- FAO. 2008. Impactos del sector forestal en la introducción y propagación de las especies invasoras. En línea: <http://www.fao.org/forestry/aliens/52520/es/>. Consultada el 22 de abril del 2013.
- Fondo Nacional del Ambiente – FONAM. 2007. Guía Práctica Para La Instalación Y Manejo De Plantaciones Forestales. Proyecto Piloto para la Reforestación Asociada a la Conservación del Agua y Protección del Suelo en Áreas Cercanas a Zonas Afectadas por los Pasivos Ambientales Mineros en la Provincia de Hualgayoc - Cajamarca. En línea:

- <http://www.fonamperu.org/general/bosques/documentos/GuiaPracticaVersionfinal.pdf>. Consultada el 18 de junio del 2013.
- Gálvez, J. 2002. LA RESTAURACION ECOLÓGICA: CONCEPTOS Y APLICACIONES. En línea: <http://biblio3.url.edu.gt/IARNA/SERIETECNINCA/8.pdf>. Consultada el 09 de junio del 2013.
- García, E. 2003. Bosques de Costa Rica: mucho más que árboles. Serie Problemas Ecológicos N° 2. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 28 p.
- Gómez, A. 2012. CARACTERIZACIÓN CON MARCADORES MOLECULARES RAM'S (Random Amplified Microsatellites) DE ALGUNAS ESPECIES DEL GÉNERO Erythrina PRESENTES EN COLOMBIA. En línea: <http://www.bdigital.unal.edu.co/7119/1/alfredogomezzuluaga.2012.pdf>. Consultada el 09 de junio del 2013.
- González, C., R. Tenorio, y C. Alvarado. 2005. Corredor Biológico Montes del Aguacate. En: Corredores Biológicos de Costa Rica. Rojas L. y M Cavaría, compiladores. Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Ministerio de Ambiente y Energía, Corredor Biológico Mesoamericano. San José, Costa Rica. 216 p.
- Gobierno el Principado de Asturias. 2013. Manual Cómo plantar un árbol. En línea: http://www.asturias.es/Asturias/descargas/PDF_TEMAS/Agricultura/Politica%20Forestal/como_plantar_un_arbol.pdf. Consultada el 17 de junio del 2013.
- Grupo Guayubira. 1999. Sobre la forestación en gran escala con especies exóticas. En línea: <http://www.guayubira.org.uy/1999/09/sobre-la-forestacion-en-gran-escala-con-especies-exoticas/>. Consultada el 17 de mayo del 2013.
- Hernández, I. 2011. Las aves como agentes en la restauración pasiva del Bosque Mesófilo De MONTAÑA en el Centro de Veracruz, México. En línea: http://www.friendsofthemexicancloudforest.org/uploads/4/0/3/2/4032304/ivette_g_hernandez_ladrn_de_quevara.pdf. Consultada el 21 de mayo del 2013.

- Hofstede, R. 1998. El impacto ambiental de plantaciones de Pinus en la sierra del Ecuador. Proyecto EcoPar, Universidad de Amsterdam, Larenstein Colegio Universitario Internacional, Velp, Holanda. 54 p.
- Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano Bogotá. 2013. Restauración del Campus, siembra de especies nativas. En línea: <http://www.poligran.edu.co/eContent/NewsDetail.asp?IDCompany=28&ID=12410>. Consultada el 17 de junio del 2013.
- Maglianesi, M. 2011. Restauración Ecológica: perspectiva histórica e implicaciones éticas de una disciplina en crecimiento. En línea: <http://web.uned.ac.cr/biocenosis/images/stories/articulosVol25/06-Maglianesi-Restauracion-VF.pdf>. Consultada el 15 de abril del 2013.
- Maglianesi, M. 2010. Caracterización de la comunidad vegetal en áreas de bosque nativo y plantaciones de coníferas en la Reserva Forestal Grecia (Alajuela, Costa Rica). Cuadernos de Investigación UNED. Vol. 2(2): 245-253.
- Manrique, O.H. 2004. Guía Técnica para la Restauración Ecológica en Áreas con Plantaciones Forestales Exóticas en el Distrito Capital. DAMA.
- Mejía, A. 2012. Uso del hábitat e importancia de los parches de bosque y corredores ribereños para carnívoros en un paisaje fragmentado en la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. En línea: <http://www.redalyc.org/pdf/457/45723408029.pdf>. Consultada el 09 de mayo del 2012.
- Montero, J y C. Espinoza. 1999. Murciélagos Filostómidos (Chiroptera, Phyllostomidae) como indicadores del estado del hábitat en el Parque Nacional Piedras Blancas, Costa Rica. En línea: <http://www.inbio.ac.cr/es/estudios/PDF/Informe-Murcielagos.pdf> . Consultada el 18 de junio del 2006.
- Montes, M. 2012. Propuesta de restauración florística de un área degradada Sector las Mesas Reserva Biológica Lomas BarbudalBagaces, Guanacaste. En línea: <http://www.uci.ac.cr/Biblioteca/Tesis/PFGBAP37.pdf>. Consultada el 09 de mayo del 2012.

- Morales, C. 2004. El factor humano en la regeneración de bosques. Revista Ambientico. 129. En línea: <http://www.ambientico.una.ac.cr/129/Index.htm>
Consultada en marzo del 2005.
- Ordóñez, V. 2009. Restauración ecológica y restauración del capital natural de la vegetación de rivera de la cuenca alta del río Carihuaycu. Paluguillo – Ecuador. En línea: http://www.rncalliance.org/WebRoot/rncalliance/Shops/rncalliance/4C12/F044/BACD/82F7/9B93/C0A8/D218/7354/ORDO_00D1_EZ_Veronica.pdf.
Consultada el 08 de mayo del 2012.
- Pérez, M, Fernández, G, Sayer, J. 2007. Los servicios ambientales de los bosques. Ecosistemas, Numero 16 (3): 81-90 p.
- Rodríguez, A. 2013. Estudios de valoración energética de combustibles forestales para la prevención de incendios forestales en la Sierra de la Primavera (Jalisco, México) mediante calorimetría de combustión y ensayos de inflamabilidad. En línea: http://books.google.co.cr/books?id=EsbHYR4quZkC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. Consultado el 20 de mayo del 2013.
- Rodríguez, C. 2007. Evaluación ecológica en la Reserva Madre Verde (Palmares, Costa Rica 2005-2006) como Base para su Manejo Sostenible. Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica. 177 p.
- Rodríguez, C., y Brenes, L. 2009. Estructura y Composición de dos Remanentes de Bosque Premontano Muy Húmedo en la Reserva Madre Verde, Palmares, Costa Rica. En línea: <http://www.latindex.ucr.ac.cr/pnsac-09-2009/pnsac-2009-12-13-10.pdf>. Consultado el 28 de abril del 2013.
- Vargas, O. 2007. http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/user_46/file/Guia%20Metodologica.pdf. Consultado el 18 de junio del 2013.
- Vargas y León 2007. http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/user_46/file/Guia%20Metodologica.pdf

Vargas, O y Reyes, S. 2011. La Restauración Ecológica en la práctica. En línea: http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/user_46/file/Memorias-Congreso-Restauracion.pdf. Consultado el 28 de abril del 2013.

Vargas, O., Reyes, S., Gómez, P., Díaz, J. 2010. GRUPO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA (GREUNAL). En línea: http://www.minambiente.gov.co/documentos/DocumentosBiodiversidad/proyectos_norma/proyectos/230910_guia_tec_res_eco.pdf. Consultado el 14 de abril del 2013.

- **Anexos:**

Anexo 1: Costo de árboles a sembrar.

Costo de cada árbol por año 500.

1. Costo de árbol en vivero (si los consigue regalados, se puede ahorrar esto, o por el contrario si deciden hacer el vivero, eso es toda una contabilidad aparte).
2. Costo de transporte de los árboles al sitio de siembra
3. Costo de preparación de sitios (cercas, chapeas, subsolado, etc, puede requerir alquiler o compra de maquinaria)
4. Costo de marcación, hoyado y siembra.
5. Costo de resiembra en segundo año (más árboles, hoyado y siembra, es alrededor de un 20 % o 30% de lo gastado en el primer año)
6. Costo de elaboración de rodajeas y abonadas (al menos tres al año).
7. Costo de elaboración y/o mantenimiento de cercas de protección: 2 royos de alambre de pua.
8. Tienes dos formas de hacer las cosas: Una es por contratación de servicios externos y la otra a través de personal contratado y comprando los materiales.
9. El proyecto debe considerar el mantenimiento de los árboles por cinco años (rodajeas, chapias, abonado, mto de cercas y obras de prevención de incendios en caso de que exista el riesgo).
10. Costo de cada peón por día de trabajo: 12 000.

Costo de abono orgánico: 3000 cada paquete.

Anexo 2: Criterios Técnicos para definir el área efectiva de aprovechamiento forestal y el número máximo de árboles a autorizar en terrenos de uso agropecuario y sin bosque.

El área efectiva para el aprovechamiento forestal en terrenos de uso agropecuario y sin bosque, estará definido por:

1. Cada árbol solicitado para corta, deberá ser ubicado y marcado en el campo, permitiendo la ubicación aproximada de los mismos en el mapa base de aprovechamiento.
2. El Profesional en Ciencias Forestal deberá georeferenciar un mínimo de dos puntos conocidos del plano catastrado, con el fin de ubicar el inmueble, utilizando como base el derrotero identificado en el plano catastrado respectivo. Cuando no se pueda realizar lo anterior, se deberá efectuar un levantamiento perimetral del inmueble con el fin de ubicar cartográficamente el mismo.
3. Efectuada la georeferenciación citada en el punto 2., el Profesional en Ciencias Forestales elaborará un Mapa Base de Aprovechamiento que incluya la delimitación del perímetro de la(s) finca(s) donde se demuestre la georeferenciación de un mínimo de 2 (dos) puntos conocidos del plano catastrado así como la ubicación aproximada de los árboles a cortar, cuya estructura y contenido cumpla con lo establecido para tal efecto por el Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica (CIAgro); por último este mapa deberá sobreponerse con el Mapa de Cobertura Boscosa de Costa Rica para el año 2000.
4. Las áreas de protección definidos en el artículo 33 de la Ley Forestal, deberán ser delimitadas en el Mapa Base de Aprovechamiento y no serán considerados dentro de la estimación del área efectiva de aprovechamiento. Esto para efectos del cálculo del número máximo de árboles posibles a aprovechar en el predio.
5. Una vez efectuado lo anterior, las áreas definidas dentro del inmueble como de uso agropecuario y sin bosque, identificadas como tal usando el Mapa de Cobertura Boscosa de Costa Rica para el año 2000, serán las consideradas como el área efectiva para dicho aprovechamiento.
6. El cálculo del número total máximo de árboles a aprovechar será efectuado multiplicando el número de hectáreas obtenido mediante el procedimiento incluido en el punto anterior, por los tres árboles por hectárea que establece en el artículo 27 de la Ley Forestal.

Anexo 3: Manual R-SINAC-028 del 01/03/2010 Ambiente, Energía y Telecomunicaciones Sistema Nacional de Áreas de Conservación. 2º—Requisitos generales.

2.1 Solicitud expresa por la persona (as) física (s) o jurídica, interesada legitimada¹. Toda solicitud debe cumplir los requerimientos del artículo número 285 de la Ley General de la Administración Pública N° 6227, por lo que debe contener la siguiente información:

a) Fecha y lugar.

b) Nombre completo del propietario(a), copropietarios (as), calidades del petente (estado civil, ocupación, domicilio exacto) y número de cédula de identidad, pasaporte o carné de residencia; según sea el caso.

c) Ubicación administrativa del inmueble.

d) Descripción clara de lo que solicita en dicho acto.

e) Lugar dentro del perímetro judicial (1 kilómetro del perímetro de la Oficina Subregional) para recibir notificaciones; puede incluir número de fax.

f) Firma.

2.7 En caso de propiedades no inscritas, para demostrar la titularidad de la posesión es necesario presentar Certificación Judicial de la sentencia en firme de la información posesoria concluida, salvo en los casos de excepción que establezca la Administración Forestal del Estado.

2.8 En caso de ser ocupante reconocido de terrenos bajo la administración del Instituto Desarrollo Agrario u otras dependencias del Estado, la solicitud debe incluir una autorización dada por Acuerdo en firme de la Junta Directiva, u órgano de máxima jerarquía de esa entidad, en la que autorice al petente para solicitar el aprovechamiento.

2.9 Copia certificada del plano catastrado, con la respectiva ubicación cartográfica para facilitar su ubicación. De no poseer plano catastrado, deberá aportar hoja cartográfica o copia de la misma, con la ubicación de la finca, la cual deberá realizar y autenticar un profesional en topografía. Para el caso de las solicitudes en terrenos de uso agropecuario y sin bosque, que no excedan los tres árboles por hectárea, hasta un máximo de 10 árboles por inmueble por año (PUA-Pp), el

administrado tendrá la posibilidad de presentar el plano catastrado original acompañado de una copia del mismo, con lo cual el funcionario que recibe los documentos, confrontará la copia del plano con el original y así lo hará constar en la misma.

2.10 Si el predio de la solicitud se encuentra ubicado en terrenos de propiedad privada dentro de Áreas Silvestres Protegidas, el SINAC ha definido dentro de su Guía Ambiental diseñada para tal efecto (ANEXO 5.), la presentación de una declaración jurada firmada por el interesado en materia de impacto ambiental, así mismo de tramitarse solicitudes PUA-Pp o PUA-IF, en donde medie la figura de un Regente Forestal, se deberá presentar un nota de compromiso en materia de impacto ambiental por parte del mismo.

Anexo 4: Costo de cercado.

Dos peones por día: 12 000 colones cada uno.

Dos royos de alambre de púa: 12 500 colones cada uno.

Nota: cada claro podrá ser cerrado en dos días.

Anexo 5: Justificación e importancia.

En varias áreas del cantón de Palmares de la provincia de Alajuela, la creciente preocupación por la recuperación del bosque y la protección de las fuentes de agua, ha motivado a la comunidad a llevar a cabo varios proyectos de reforestación. Sin embargo, en nuestro país gran parte de los programas de reforestación se han llevado a cabo con especies que no son adecuadas para una zona en particular (García 2003), debido a la ausencia de información básica sobre los ecosistemas naturales nativos, lo que constituye una herramienta importante para la implementación de medidas adecuadas para su conservación efectiva y manejo a largo plazo, especialmente en áreas reducidas o fragmentadas (Cascante y Estrada 2000).

En Palmares la mayoría del abastecimiento hídrico proviene de San Ramón, ya que solo posee tres ASADAS, las cuales están en los siguientes distritos Candelaria, Santiago y Zaragoza (Rincón). Estas comunidades dependen de sus

ASADAs, pero no las abastecen por completo. Por lo que es importante realizar un plan de restauración ecológica.

La problemática de este lugar radica en los siguientes puntos:

En la Estica se encuentran varias captaciones de agua, las cuales provienen de fincas que se encuentran en su alrededor. Sin embargo solo hay una naciente en la Estica, la cual no tiene un caudal muy abundante, por lo que no puede ser aprovechada, y hace evidente el impacto en el recurso hídrico, según lo mencionó Geovanny Rojas Rojas (Comunicación personal), administrador de la ASADA del Rincón de Zaragoza. Estas especies, durante su crecimiento, consumen demasiada agua y disminuyen el rendimiento hídrico, secando finalmente el suelo (Cortés *et al.* 1990 y Hofstede *et al.*1998). Posiblemente, de acuerdo a Bosch y Hewlet (1982), las plantaciones forestales presentan una evapotranspiración mayor y una escorrentía reducida en comparación con vegetación baja. Según Calder (1996) el efecto de la transpiración aumentada se da también por el sistema radical más profundo.

Existente alto riesgo de un incendio forestal; debido a que las coníferas arden con facilidad, presentan alto poder calorífico y también alta inflamabilidad, debido a su contenido de resina, aceites esenciales (Rodríguez 2013). Poniendo en riesgo también las propiedades cercanas a la Plantación de Ciprés y Pino.

Hay que tomar en cuenta que este lugar no tiene una regeneración tan significativa según Mora y Rojas (2011) estudiantes de la Universidad de Costa Rica, Sede Occidente, en una investigación que se realizó entre los meses de setiembre a noviembre del año 2011, en la que se muestreó una parcela para Madre Verde y otra para la plantación de Pino-Ciprés, cada una con 40m² área en las que tenían cuatro cuadrículas de 10x10m, las parcelas se establecieron de manera aleatoria y sistemática. En la figura 1 y 2 se muestra la distribución diamétrica de ambos lugares. Esto se puede explicar con las siguientes razones; bajo plantaciones de coníferas muchas veces tampoco puede crecer mucho sotobosque. Razones para esto son la falta de luz, más que todo en plantaciones

densas, sin manejo las copas de los pinos no dejan pasar ni un rayo solar al piso y la gran producción de hojarasca que queda casi sin descomposición en el piso ahoga la vegetación del sotobosque (Cortés *et al.*, 1990; Van der Hammen, 1997; mencionado por Hofstede *et al.* 1998).

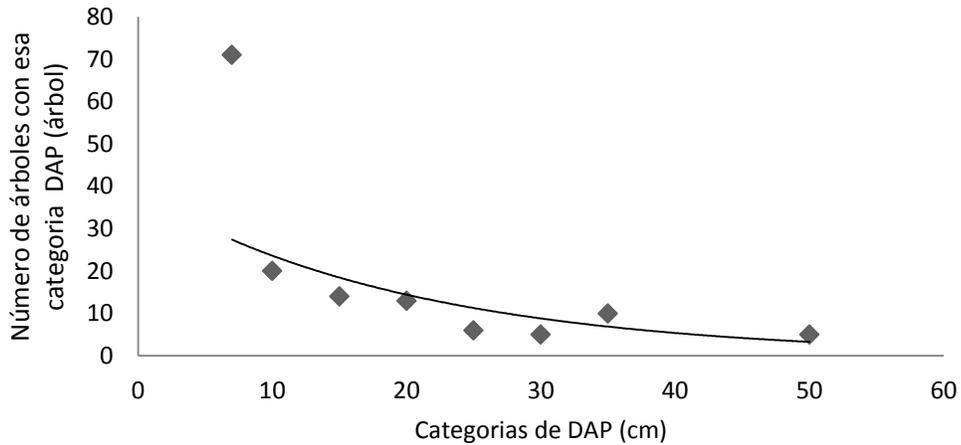


Figura 1: Distribución diamétrica de árboles en 4 cuadrículas en la Plantación de Ciprés y Pinos.

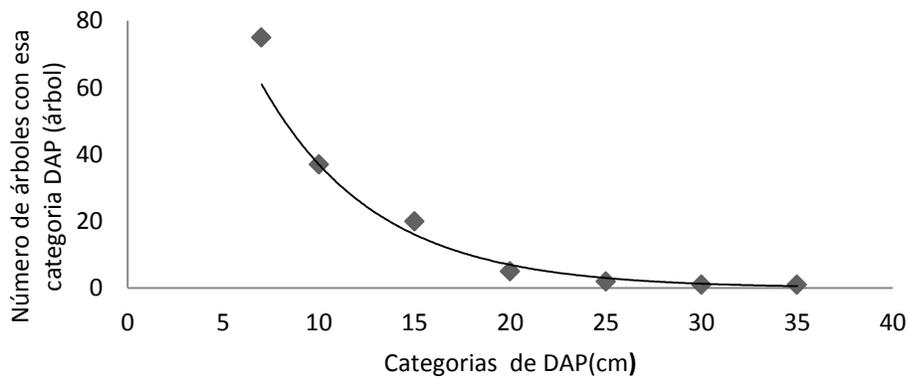


Figura 2: Distribución diamétrica de árboles en 4 cuadrículas en el Bosque Secundario Madre Verde.

Algunas características de estas especies exóticas que generan cambios negativos en los ambientes tropicales, son: a) las características de su historia de vida como semillas pequeñas, corto periodo juvenil y cortos intervalos entre las largas cosechas de semillas; b) son buenos competidores debido a su alta tasa de crecimiento, eficiente toma de nitrógeno y cambios en la materia orgánica y en el

ciclo de nutrientes inducidos por la hojarasca desplazando y generando la desaparición de la vegetación nativa, dificultando el retorno y la expansión del ecosistema natural; c) presentan un amplio rango de tolerancia a los niveles de deficiencia o exceso de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, magnesio y calcio en el suelo, además son tolerantes a temperaturas extremas (-65°C hasta los 50°C), facilitando su establecimiento en amplios rangos altitudinales; d) los requerimientos nutricionales y su baja capacidad de desarrollar procesos de reciclaje de nutrientes en los suelos ocasionan una baja fertilidad del suelo; e) las resinas que expiden sus raíces y la difícil asimilación de los nutrientes por parte de las plantas producen la acidificación del suelo; f) la estructura monoestratificada típica de plantaciones forestales produce una simplificación de hábitats para sus organismos, ya que las plantaciones no ofrecen alimento, resguardo ni condiciones aptas para la llegada o establecimiento de animales, son muy pocos los que logran adaptarse a estas zona, esto disminuye la oferta de hábitat para la fauna (Vargas 2007).

La importancia de realizar una propuesta como esta radica en lo siguiente:

Actualmente la restauración ecológica es uno de los campos de mayor crecimiento en ecología aplicada, ofrece nuevas ideas y oportunidades para la conservación de la biodiversidad y el manejo de los recursos naturales. La ecología de la restauración (la teoría) y la restauración ecológica (la práctica) buscan la recuperación de la estructura y función de un ecosistema acelerando los procesos ecológicos que tienen lugar (Maglianesi 2011).

La importancia que tiene la restauración ecológica se deriva de la existencia generalizada de distintas formas de degradación de los recursos naturales y las condiciones ambientales, que tienen su manifestación en aspectos tales como la pérdida de vegetación y suelos, aguas contaminadas; contaminación atmosférica; pérdida de recursos genéticos; pérdida o destrucción de partes vitales de hábitat; erosión genética; mortalidad y baja reproducción de las especies; cambios climáticos, geológicos y evolutivos; extinción de la especies y en general, el

deterioro progresivo de distintos tipos de sistemas: naturales, modificados, cultivados y construidos (Gálvez 2002).

Le beneficiaría tanto a la comunidad del Rincón y la ASADA, como al cantón de Palmares, ya que tendría mayor disponibilidad del recurso. También a largo plazo habría una mejora en el abastecimiento del servicio del agua, aumento en la calidad del agua, aumento de la riqueza de especies nativas del lugar, conectividad entre las otras fincas de la ASADA (las cuales serán convertidas en una reserva llamada la Tinajita), y también con la Fundación Madre Verde, se podrían iniciar proyectos de turismo rural comunitario, aporte intelectual condicha investigación y obtención de certificaciones tanto para la ASADA como para el Centro agrícola den Cantón de Palmares, entre otros beneficios.

Es importante resaltar que una propuesta como esta tendría apoyo municipal, como lo indica el Plan de Desarrollo Humano Local del Cantón de Palmares 2010-2020, en el Capítulo III, 3.6.1. La Estrategia General de Desarrollo Humano identificada para el Cantón de Palmares es: “Generar, en forma participativa, condiciones que permitan el crecimiento sostenible y equitativo del cantón, en todas las áreas de desarrollo, para el bienestar de la población Palmareña”. Y en el apartado 3.6.2.6. Gestión Ambiental y Ordenamiento Territorial tiene como objetivos específicos esta preservar y proteger el recurso hídrico del cantón de Palmares, con una línea de acción Ubicar, proteger y de ser posible comprar los terrenos con nacientes, Recuperar, reforestar y dar el uso adecuado a los límites territoriales de los mantos acuíferos, Restaurar, proteger y conservar el bosque en las áreas de recarga acuífera, Rescatar el acueducto rural del Rincón para que brinde el servicio de agua potable a toda la comunidad de Zaragoza (incluyendo Rincón, Zaragoza centro y Cocaleca), Apoyar los programas de reforestación y cuidado del agua por medio de la creación de un pulmón ambiental en los cerros altos del Rincón y Berlín (Equipo de Gestión Local del Plan de Desarrollo Humano Cantonal de Palmares *et al.* 2009).

Lugares en los cuales ha ocurrido dicha problemática:

En Uruguay crece la preocupación a nivel de la social en torno al incremento explosivo de la forestación a gran escala con eucaliptos y pinos concentrada en varias zonas del país. Este incremento es resultado directo de la política de promoción llevada a cabo por el gobierno, que vuelca ingentes recursos al desarrollo de estas plantaciones, sin tomar en cuenta sus costos ambientales y sociales. El modelo forestal implementado en Uruguay es idéntico al que se está desarrollando en decenas de países del Tercer Mundo y apunta a abastecer con materia prima barata y abundante a los grandes centros consumidores del Norte (Grupo Guayubira 1999).

En Colombia en el Páramo de Gachaneca, en el municipio de Samacá, departamento de Boyacá, en los ambientes de alta montaña la reducción de la cobertura vegetal original se ha acelerado por la intervención antrópica. En algunos páramos de Colombia se están utilizando extensas superficies para procesos industriales de forestación, en procesos que interpretan equivocadamente las condiciones climáticas e históricas del ambiente de alta montaña. En lo que tiene que ver específicamente con el establecimiento de especies exóticas principalmente forestales en ecosistemas altoandinos, y en muchos países esto ha llegado a ser poco aceptado ecológica, social y políticamente, especialmente con respecto al impacto ambiental que éstas causan y en cuanto a la conservación de la biodiversidad (Estupiñán 2013).

También en Ecuador, en la Sierra Alta del Ecuador; donde mencionan que las plantaciones de pino se puede observar, en algunos casos, una regeneración de arbustos y árboles andinos nativos, esto no quiere decir que una plantación de este tipo es un moderador ideal para tener regeneración. La regeneración que se observa no es similar a la regeneración de sotobosque en un bosque andino. Además, en plantaciones viejas donde había vegetación de sotobosque se nota que los árboles nativos están muriéndose nuevamente conforme avanza la edad de la plantación. Finalmente, la poca regeneración que se desarrolla en una plantación de especies exóticas, probablemente se destruya fácilmente con el corte final (Kuper 1998, mencionado por Hofstede *et al.* 1998).

