

FONAFIFO

Proyecto ECOMERCADOS-REFORESTA

CONSULTORIA:

Establecimiento y manejo de Rodales y Huertos Semilleros con el fin de fortalecer la capacidad nacional de producción de material mejorado para la reforestación en Costa Rica
(CONVENIO DE DONACIÓN TF 050508)

Informe Final

Dr. Olman Murillo Gamboa
Escuela de Ingeniería Forestal
Instituto Tecnológico de Costa Rica

Agosto 2004

Resumen Ejecutivo

El objetivo general del trabajo de consultoría fue "Establecer rodales y huertos semilleros que permitan abastecer a un programa nacional de reforestación con fines comerciales, con material de propagación seleccionado y mejorado". Entre sus productos esperados estuvo la creación de nuevas fuentes semilleras y su registro en la Oficina Nacional de Semillas. El desarrollo de esta consultoría determinó que el país cuenta con a) la legislación y el aparato administrativo para regular el uso de semilla forestal certificada desde 1994 (Oficina Nacional de Semillas); b) algunos programas de mejoramiento genético iniciados y discontinuados, pero que lograron crear una buena cantidad de fuentes semilleras; c) un amplio desconocimiento y desorientación por parte de los ingenieros forestales de la existencia, utilización y beneficio de las fuentes semilleras certificadas; d) la total ausencia de regulación del uso de semilla en los viveros forestales; que junto con el pobre desempeño del ingeniero forestal, son la causa principal de la **BAJA UTILIZACION DE LAS FUENTES SEMILLERAS EXISTENTES**; como aspectos positivos, e) un conocimiento y concientización creciente en el Estado y en el sector productivo de la necesidad y beneficio de utilizar semilla mejorada; f) la creación reciente de GENFORES en el país.

En este capítulo se concluye sobre la necesidad de oficializar la creación de Zonas Semilleras y otros aspectos técnicos de regulación del movimiento de semillas dentro del país, la certificación de la calidad de los viveros forestales comerciales y lo relacionado con el desempeño del ingeniero forestal. Con una adecuada articulación de los actores principales: 1) productores de semilla certificada, 2) utilizadores de semilla certificada, 3) ingeniero forestal (Diseño y desarrollo de las plantaciones forestales), y 4) Oficina Nacional de Semillas (Regulador de la utilización de semillas), puede perfectamente sustentarse lo que se ha propuesto en esta consultoría como "Modelo Ideal de funcionamiento de un Programa Nacional de Mejoramiento Genético Forestal". Este Programa Nacional debe contestar ¿dónde deben establecerse esas nuevas fuentes semilleras?, ¿con cuáles especies?, ¿de qué capacidad de producción?, ¿cómo proveer información permanente al ingeniero forestal para su orientación y apoyo en el uso de semilla disponible?, ¿cómo garantizar que los viveros forestales utilicen la fuente semillera correcta?, finalmente el objetivo último se habrá alcanzado si logramos contestar **¿CÓMO LOGRAR QUE LA PLANTACIÓN FORESTAL SEA ESTABLECIDA CON LA MEJOR FUENTE SEMILLERA DISPONIBLE?**

Durante este trabajo se lograron crear 21.1 ha (13,9%) de nuevas fuentes semilleras, que significaron, en cuanto a la capacidad de producción de plántulas seleccionadas o mejoradas, un incremento de 4.6 millones (14%).

Palabras clave: mejoramiento genético, fuentes semilleras, semillas, clones, plantaciones, Costa Rica

1. Introducción

Con el desarrollo de esta consultoría el FONAFIFO busca contribuir con el establecimiento de plantaciones de alta calidad y productividad, basado en el abastecimiento de material de propagación seleccionado y/o mejorado. El objetivo general del trabajo de consultoría fue “Establecer rodales y huertos semilleros que permitan abastecer a un programa nacional de reforestación con fines comerciales, con material de propagación seleccionado y mejorado”.

Los productos esperados fueron los siguientes:

- ◆ Inventario de fuentes semilleras registradas en Oficina Nacional de Semillas.
- ◆ Rodales y huertos semilleros establecidos en las zonas que lo requieren según plan de trabajo aprobado.
- ◆ Convenios de mantenimiento de rodales y huertos semilleros firmados con organizaciones o empresas locales.
- ◆ Convenios de mantenimiento de rodales huertos semilleros, entre organizaciones y propietarios de los mismos firmados.
- ◆ Informes técnicos de establecimiento de rodales y huertos.

El desarrollo de esta consultoría determinó que el país cuenta con a) la legislación y el aparato administrativo para regular el uso de semilla forestal certificada desde 1994 (Oficina Nacional de Semillas); b) algunos programas de mejoramiento genético iniciados y discontinuados (Barquero, 1987; Quirós, 1988; Merayo & Murillo, 1990; Murillo, 1992b; Mesén, 1997; Zeaser, 1998; Mesén,1997), que lograron establecer una buena cantidad de fuentes semilleras para la mayoría de las especies utilizadas en plantaciones comerciales (Jara y Rodríguez, 1998); c) un amplio desconocimiento y desorientación por parte de los ingenieros forestales de la existencia, utilización y beneficio de las fuentes semilleras certificadas; d) la total ausencia de regulación del uso de semilla en los viveros forestales; que junto con el pobre desempeño del ingeniero forestal, son la causa principal de la **BAJA UTILIZACION DE LAS FUENTES SEMILLERAS EXISTENTES**; y como aspectos positivos, e) un conocimiento y una concientización creciente en el Estado y en el sector productivo de la necesidad y beneficio de utilizar semilla mejorada (MINAE y CCF, 1998; MINAE, 2001); f) la creación reciente de GENFORES, la cooperativa costarricense de Conservación y Mejoramiento Genético Forestal, dirigida por la Escuela de

Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica (Badilla *et al.*, 2003; Murillo *et al.*, 2003). Con este conocimiento de la situación actual del uso de la semilla para plantaciones forestales y logrando una adecuada articulación de los actores principales,

1. productores de semilla certificada,
2. utilizadores de semilla certificada,
3. ingeniero forestal (Diseño y desarrollo de las plantaciones forestales),
4. Oficina Nacional de Semillas (Regulador de la utilización de semillas),

puede perfectamente sustentarse lo que se ha propuesto en esta consultoría como "Modelo Ideal de funcionamiento de un Programa Nacional de Mejoramiento Genético Forestal". Puede entonces claramente observarse, que para lograr alcanzar este Modelo Ideal de Programa de Mejoramiento, no basta con establecer una buena cantidad de fuentes semilleras a lo largo y ancho del territorio nacional. Es necesario entonces contestar ¿dónde deben establecerse esas nuevas fuentes semilleras?, ¿con cuáles especies?, ¿de qué capacidad de producción?, ¿cómo proveer información permanente al ingeniero forestal para su orientación y apoyo en el uso de semilla disponible?, ¿cómo garantizar que los viveros forestales utilicen la fuente semillera correcta?, finalmente el objetivo último se habrá alcanzado si logramos contestar **¿CÓMO LOGRAR QUE LA PLANTACIÓN FORESTAL SEA ESTABLECIDA CON LA MEJOR FUENTE SEMILLERA DISPONIBLE?**.

Por lo tanto, el primer paso parece ser el sentar las bases para el desarrollo de un Programa Nacional de Mejoramiento Genético, que sea viable, sustentable, permanente, capaz de abastecer toda la demanda interna de semilla certificada y producir ganancias genéticas continuas (aumento de la productividad de las plantaciones) en cada nueva generación de mejoramiento genético. Con esta orientación hacia un Programa de Mejoramiento Genético, la presente consultoría se dedicó no solo a establecer nuevas fuentes semilleras, como podrá constatarse, sino a crear las bases de este Modelo Ideal de Programa de Mejoramiento Genético.

Se presenta entonces en el primer capítulo, un Modelo Ideal de funcionamiento de un Programa de Mejoramiento Genético Forestal, donde se incluye los principios de funcionamiento y regulaciones necesarias para que éste logre su viabilidad. Continúa el segundo capítulo donde se

discute la situación actual, el ¿donde estamos?, el grado de avance y lo realizado durante esta consultoría.

2. Modelo ideal de funcionamiento de un Programa Nacional de Mejoramiento Genético Forestal para abastecer la demanda de plántulas y semillas certificadas. Principios de funcionamiento.

Un modelo ideal de Programa de Mejoramiento Genético Forestal a nivel nacional, tiene como objetivo principal abastecer de forma permanente, oportuna y sostenible, los programas de plantaciones forestales comerciales con semilla certificada de la mejor calidad genética y física posible, adecuada para los distintos ambientes donde se va a plantar, al menor costo, y que garantice incrementos en la calidad y productividad de las plantaciones.

Para alcanzar este Modelo Ideal es necesario conjuntar en una verdadera alianza, los esfuerzos de la Academia, el Estado y el Sector Productivo, tal y como se ha realizado en países con sectores forestales bien organizados y avanzados, como Chile, Brasil y algunos países desarrollados (Murillo *et al.*, 2003; Gutiérrez *et al.*, 2003).

1) Como primer paso, el modelo ideal se basa en la definición de Zonas Semilleras, como instrumento principal, para la orientación y regulación del uso y movimiento de la semilla dentro del país. Por definición, una Región o Zona Semillera es un determinado territorio geográfico, ecológicamente homogénea, donde el material de reproducción presenta un comportamiento y adaptación similar (Martín *et al.*, 1998). Para especies nativas, donde las condiciones ambientales han propiciado el desarrollo de una identidad genética única en varias poblaciones y especies que la han habitado en forma natural. Por lo tanto, cuando se ha desarrollado un programa de mejoramiento genético en una determinada Zona Semillera, la certificación de su calidad,

seguridad de productividad, entre otros aspectos, será legítima solamente en los ambientes donde fue seleccionado y/o evaluado el material.

Los objetivos de la Zonificación Semillera son por tanto:

a) Obtener una regionalización, con límites claros, que sirva de referencia y orientación para los usuarios (productores, viveros, ingenieros forestales) y la administración responsable del control (García *et al.*, 2001).

b) Mejorar las condiciones de seguridad y certificación de la calidad y productividad de las plantaciones forestales, al utilizar semillas y plántulas.

c) Facilitar las recomendaciones de uso del material de reproducción, mediante la homologación ecológica entre el sitio a plantar, y las condiciones ambientales donde fue seleccionada y comprobada la semilla.

Una primera aproximación de delimitación de Zonas Semilleras para Costa Rica, fue desarrollada en 1992 por este consultor (Murillo, 1992a) y se está preparando una versión mejorada en la actualidad.

2) El Modelo Ideal tendría que desarrollar entonces, fuentes semilleras certificadas en cada una de las Zonas Semilleras, en relación y tamaño con la demanda conocida por especie. Otra opción para ampliar el ámbito geográfico de utilización de una semilla mejorada, es con el establecimiento de nuevos ensayos de comprobación genética en otras Zonas Semilleras, que ayudarán a ampliar el ámbito natural de certificación de esa fuente semillera. Este podría ser la estrategia ideal, por ejemplo, para ampliar el ámbito geográfico de certificación de la semilla producida por el Huerto Semillero de *Gmelina arborea*, establecido y evaluado por la antigua Ston Forestal en la zona sur del país.

3) Para lograr la sostenibilidad del Programa de Mejoramiento Genético, es esencial identificar organizaciones responsables en las distintas Zonas Semilleras, interesadas en desarrollar un Programa permanente de Mejoramiento Genético Forestal. Se ha observado que más del 70% de las fuentes semilleras forestales existentes en el censo realizado en 1998 (Jara y Rodríguez), han desaparecido, causado en muchos casos por la presión económica de la madera y por tratarse

de rodales semilleros desvinculados por completo de Programas de Mejoramiento Genético. No es fácil encontrar para todas las especies comerciales, y en todas las posibles Zonas Semilleras, una organización estable que garantice el abastecimiento de semilla mejorada y certificada. De manera empírica, el consultor ha determinado, que una organización debe plantar no menos de 50 ha/año para justificar el desarrollo de un programa de mejoramiento genético. De lo contrario, su mejor opción será comprar la semilla a terceros.

En estos casos, en especial en relación con el establecimiento de plantaciones por parte de pequeños y medianos reforestadores, es probable que el Estado deba intervenir y propiciar las condiciones para lograr la existencia de un programa de mejoramiento en determinadas Zonas Semilleras. Esta parece ser la situación de la zona caribe del país, donde no se ha logrado establecer un desarrollo empresarial ni organizacional fuerte, en relación con el establecimiento continuo de plantaciones forestales.

Cuadro 1: Modelo ideal de un Programa de Mejoramiento Genético para Costa Rica, en el que para cada Región Semillera se cuenta con programas de mejoramiento genético con las especies comerciales que se plantan.

	Región Semillera 1 Zona Norte	Región Semillera 2 Pacífico Seco	Región Semillera . Cordillera Volcánica	Región Semillera n Caribe
<i>Tectona grandis</i>	HS	HS		HS
<i>Gmelina arborea</i>	HS	HS		HS
<i>Terminalia amazonia</i>	HS			HS
<i>Hieronyma alchorneoides</i>	HS			HS
<i>Vochysia guatemalensis</i>	HS			HS
<i>Alnus acuminata</i>			HS	
<i>Especie n</i>	HS	HS		

HS : Huerto Semillero comprobado.

4) Existe un registro y control de los viveros comerciales. Se lleva un registro detallado de su producción, fuente semillera y Región Semillera de donde provino el material que reprodujeron y del proyecto donde sus clientes plantaron el material que compraron.

En el reglamento sobre el control de la producción y utilización de la semilla forestal, elaborado por la Oficina Nacional de Semillas (1992), se tiene contemplado el control de las plántulas producidas y vendidas por los viveros comerciales. El problema a la fecha, ha sido que los costos de certificación de las plántulas en vivero ha sido muy oneroso con el sistema actual (Chacón, 2004, comunicación personal, ONS).

5) Existe un sistema de información en línea, desarrollado y actualizado periódicamente por la ONS, donde los ingenieros forestales pueden consultar el "Catálogo de Fuentes Semilleras", donde se registran sus principales características (edáficas, climáticas, ecológicas y otras de importancia), viveros forestales activos, Zonas Semilleras, épocas de producción e información administrativa.

6) Como parte de los requisitos que debe presentar todo ingeniero forestal que solicita recursos del PSA para desarrollar una propuesta de proyecto de plantación, indica la existencia de viveros forestales debidamente registrados, de donde se abastecerá de material para el desarrollo de su proyecto. La no presentación de este requisito, o la inexistencia de semilla certificada o autorizada de la especie elegida en su Zona Semillera, indican la no viabilidad técnica del proyecto de plantación.

7) Existe una organización permanente cuya misión es, el desarrollo de programas de mejoramiento genético con las principales organizaciones del país. Esta organización logra una vinculación entre la academia, el sector productivo y el Estado, que garantiza su permanencia, el desarrollo y apoyo científico - tecnológico del Programa Nacional, y el mejoramiento continuo de la calidad y productividad de las plantaciones forestales. La misión de este tipo de organizaciones es la de velar por el buen uso y conservación de la base genética del Programa de mejoramiento, así como garantizar un mejoramiento genético continuo. Este tipo de organizaciones funcionan desde hace más de 25 años en América Latina en Chile y Brasil, y recientemente en Colombia y en Costa Rica (Gutiérrez *et al.*, 2003).

3. Situación actual en Costa Rica y grado de avance hacia el Modelo Ideal de semilla certificada.

3.1. Análisis de la oferta y demanda de semilla.

Los primeros reportes del comportamiento de la oferta y demanda de semillas y plántulas para reforestación en Costa Rica, datan de 1985, donde se presenta un diagnóstico general de semillas y viveros, desarrollado por la comisión organizadora del Primer Taller Nacional Semillas y Viveros Forestales del país (Martínez *et al.*, 1987). En este documento se reporta una producción nacional de alrededor de 11,5 millones de plántulas/año, procedente de 96 viveros, con un 66,5% de la producción en viveros particulares y aún una fuerte presencia de los viveros de la Dirección General Forestal (DGF) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (30% de la producción). La semilla era recolectada por el Estado (DGF), el Banco Latinoamericano de Semillas del CATIE (fundado en 1967) y viveristas particulares. No se contaba con fuentes semilleras certificadas. La mejor semilla provenía de rodales semilleros con algún manejo (*Gmelina arborea*) y los programas de mejoramiento genético en el CATIE eran aún jóvenes (Mesén 1997).

De aquí en adelante se realizan en el país esfuerzos importantes en el establecimiento de fuentes semilleras para abastecer la demanda de plantaciones forestales comerciales. Debe destacarse el trabajo pionero y líder del Programa de Mejoramiento Genético del CATIE desde 1977 hasta los años 90, con el auspicio de la Agencia Británica de Cooperación (ODA) (Mesén, 1990; Mesén 1997). Este programa desarrolló programas de mejoramiento genético con varias especies de los géneros *Pinus* y *Eucalyptus*, además de *Gmelina arborea*, *Cordia alliodora*, junto con otras especies forestales nativas e introducidas. Se da inicio con esto a un proceso sistematizado de capacitación regional sobre el campo del mejoramiento genético forestal. A partir de la década de los 90, varias empresas privadas y organizaciones como Ston Forestal y Maderas Cultivadas (con *Gmelina arborea*), MACORI (con *Bombacopsis quinata* y *Tectona grandis*), Centro Agrícola Cantonal de Hojancha (CACH) (*G. arborea*, *T. grandis* y *Bombacopsis quinata*) dan inicio a programas propios de mejoramiento genético, apoyados por investigadores del CATIE y del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) (Murillo, 1992).

Durante la década de los 90 el CATIE desarrolla el Programa de Semillas Forestales (PROSEFOR apoyado por la cooperación danesa DANIDA), que realiza una intensa actividad alrededor de la capacitación y desarrollo de programas y bancos semilleros en la región centroamericana y parte del Caribe. Se crea la red centroamericana de semillas y posteriormente, mesoamericana y del caribe, que fortalece la actividad comercial de las semillas forestales en la región (Vázquez, 1999).

La Oficina Nacional de Semillas (ONS) desarrolló un reglamento para el registro y comercialización de semilla y plántulas de viveros forestales, con el fin de normar su utilización y trasiego en el país (ONS, 1994). No se logra sin embargo, ampliar el programa más allá de la zona de Hojancha (CACH) y de algunas organizaciones y empresas aisladas que han registrado sus fuentes semilleras. Peor aún, del último registro de fuentes semilleras activas en el país (Jara y Rodríguez, 1998), son muchas las que han desaparecido o muy pocas las que hoy día continúan activas. Su desaparición se debe principalmente a que en su mayoría no formaban parte de ningún programa activo y bien estructurado de mejoramiento genético. Estas fuentes semilleras eran por lo general rodales semilleros, cuyo objetivo de creación fue el de abastecer en forma temporal la demanda de semilla existente (Murillo, 1990, Murillo 1992). Mientras que los pocos programas de mejoramiento genético iniciados en esa época (Alfaro y Villamizar, 1998), son precisamente los que continúan activos a la fecha (CATIE, antigua Ston Forestal, CACH y Los Nacientes). Estos programas continúan su evolución hacia el desarrollo de huertos semilleros y jardines clonales (Badilla *et al.*, 2003), que son fuentes semilleras de mucha más alta calidad genética. El CATIE ha logrado mantener y ampliar algunas de sus mejores fuentes semilleras (*Vochysia guatemalensis*, *Eucalyptus grandis*, y algunas otras especies nativas). La empresa Ston Forestal vendió sus inversiones en el país, sin embargo su huerto semillero de melina (15 ha) continúa activo (Zeazer, 1998). Las empresas Los Nacientes y CACH lograron mantener y continuar con su programa de mejoramiento genético debido a una demanda interna continua y a que el Banco de Semillas Forestales del CACH se convirtió en uno de los principales proveedores de semilla de teca y melina a toda la región mesoamericana, caribe y parte de Suramérica (Barrantes, 1999).

Con el auge de las plantaciones de *Tectona grandis* a finales de los 90, se inician nuevos programas de mejoramiento genético y clonación en varias empresas privadas (Viquez, 1997; Murillo y Badilla, 2003a; Murillo y Badilla, 2003b). A finales de los años 90, la Cámara Costarricense Forestal intenta por primera vez desarrollar un Programa Nacional de mejoramiento genético forestal que no logra iniciar (Alfaro y Villamizar, 1998). Poco después, a partir del 2001, da inicio la creación de la primera Cooperativa de Mejoramiento Genético Forestal en Costa Rica (GENFORES), liderada por el TEC y con una fuerte orientación hacia reforestación clonal (Murillo *et al.*, 2003). Hoy día GENFORES agrupa a 11 miembros y continúa su desarrollo hacia la consolidación de un programa nacional permanente de conservación y mejoramiento genético forestal en todo el territorio.

A pesar de los esfuerzos en la creación de fuentes semilleras de la más alta calidad posible, persiste el problema del uso de material mejorado en el establecimiento de plantaciones forestales.

Como hipótesis a esta situación se plantea, que el problema en el uso de material genético seleccionado o mejorado para el establecimiento de plantaciones forestales en Costa Rica, está directamente relacionado con el control de los viveros forestales, así como de los ingenieros forestales responsables de la ejecución de los proyectos de plantación forestal. El país debe plantearse como metas a mediano plazo, el uso exclusivo de semillas y plántulas procedentes de huertos semilleros y/o programas de mejoramiento basados en clones. Otras fuentes semilleras de inferior calidad (rodales semilleros y otros) son una opción temporal viable, pero que nunca deben verse como la resultante final. El avance de los programas de mejoramiento forestal en marcha, garantizan que en poco más de 2 años habrá suficiente material genético procedente de huertos semilleros y programas clonales, para todas las zonas semilleras de mayor importancia en la reforestación nacional. Al cabo de 6-8 años, ese mismo material estará genéticamente certificado y podrá ser refinado aún más, con su consecuente ganancia genética adicional.

Especies incluidas en la investigación

Las especies forestales de mayor plantación comercial en Costa Rica en los últimos 5 años han sido en las zonas bajas (< 1000 msnm): la teca (*Tectona grandis*), melina (*Gmelina arborea*), amarillón o roble coral (*Terminalia amazonia*), pilón (*Hieronyma alchorneoides*) y el cebo o chancho

(*Vochysia guatemalensis*). En las zonas altas (>1000 msnm): el jaúl (*Alnus acuminata*) y el ciprés (*Cupressus lusitanica*) (MI NAE, 2001). El análisis de la oferta y demanda desarrollado en este trabajo, se ha basado por tanto, principalmente en estas especies.

Demanda de semillas /plántulas:

Con respecto a la oferta de material genético, se trabajó con la información existente en la Oficina Nacional de Semillas (ONS) y su producción histórica reportada. Debe recordarse que la ONS mantiene en registro únicamente las fuentes semilleras activas y que se encuentran al día con el pago de los costos de su inscripción (Cuadro 2). Por lo tanto, la mayor parte de la información ha sido obtenida con base en consultas a organizaciones y empresas en el país (cuadros 4 y 7), tales como: Compañía Nacional de Fuerza y Luz, CATIE, antigua Ston Forestal (Donal Zeazer), COSTA MADERAS, Centro Agrícola Cantonal de Hojancha, ITCR, empresas reforestadoras (Los Nacientes Forestal, COSTAMADERA, EXPOMADERAS, BARCA, Familia Steinvoth, MACORI) y otras organizaciones privadas como la EARTH.

Para la realización de este estudio se asume que, toda plantación forestal que pretenda gozar del Pago por Servicios Ambientales para su establecimiento y manejo, deberá utilizar semilla de la mejor calidad posible y disponible. Para estimar la demanda potencial anual se revisó los registros de solicitudes de Pago de Servicio Ambiental para el establecimiento de plantaciones del FONAFIFO, para los años 2003 y 2004. Esta institución recibió una cantidad de solicitudes que superan las 12 000 ha anuales, pero fueron garantizadas financieramente aproximadamente 6000 ha/ para cada uno de los 2 años investigados. Sin embargo, el país tiene una inversión alta en plantaciones de teca y melina, que utilizan recursos propios para el establecimiento de sus plantaciones. Dado que son pocas las empresas en esta situación, se realizó una consulta directa o a través de información suministrada por sus regentes, donde expusieran una estimación del área a plantar en cada uno de los años investigados: empresas EXPOMADERAS, ECODirecta, Grupo Los Nacientes, BARCA, S.A.. Con base en estas dos fuentes de información se procedió a construir un estimado nacional por especie para el año 2004, de oferta y demanda de semillas y plántulas para el establecimiento de plantaciones forestales (cuadro 2).

Puede notarse que para las especies teca y melina, se tiene una oferta de semilla que supera en más de un 200% a la demanda estimada. Sin embargo, debe recordarse que estas dos especies presentan una demanda internacional por semilla costarricense sumamente alta (Barrantes, 1999). El Centro Agrícola Cantonal de Hojancha (CACH) registró ventas brutas de semilla de teca y melina al exterior, por más de 60 millones de colones en el 2002 (Jorge Vázquez, comunicación personal). Por lo que la desproporción entre oferta y demanda estimada (130 000 kg oferta vs. 7 500 kg demanda en teca; 30 800 kg oferta y 1 200 kg en melina, cuadros 3 y 4) se debe entonces, a una ventana de exportación existente y sumamente atractiva para los bancos de semillas forestales, como los del CACH y el CATIE.

Sin embargo, como puede notarse en el cuadro 3, al realizar el mismo análisis, región por región, algunas de las zonas semilleras propuestas no presentan una buena oferta de semilla o plántulas para la especie teca. Un mejor análisis de la oferta y demanda de semilla en un país debe ser basado en el concepto de zonas semilleras. Este es un concepto fundamental que ayuda a dar algún nivel de garantía al uso de semilla mejorada (Murillo, 1992). El principio es el de utilizar la semilla mejorada solamente en aquellos ámbitos geográficos donde se ha seleccionado o comprobado el material (ensayos de progenie). Por lo tanto, la semilla de melina de las fuentes semilleras de la antigua empresa Ston Forestal, fueron evaluadas y comprobadas únicamente en la zona sur húmeda del país. De aquí se deduce claramente, que ésta semilla puede comercializarse fuera de este ámbito, pero no debe ser garantizada ni certificada fuera de esta zona geográfica, hasta tanto no se realicen los ensayos genéticos mencionados.

3.2. Oferta de semilla vs Zonas Semilleras.

El Sistema Nacional de Certificación de Semillas y Viveros Forestales existente, administrado por la ONS, reglamenta la existencia de dos niveles de fuentes semilleras (1994):

1) Certificada genéticamente: semilla proveniente de huertos semilleros con validación genética y con los respectivos raleos genéticos. Hasta la fecha solamente el huerto semillero de melina establecido por la antigua Ston Forestal (cuadro 1), en la zona sur del país, alcanzó este nivel;

2) Autorizada: Aquí se ubica toda la semilla que no ha tenido ningún tipo de comprobación o validación genética, aunque con certeza sea material mejorado (Murillo, 1990). Dentro de este grupo de semilla no certificada tenemos 3 categorías a saber: a) Autorizada A: La semilla proveniente de Huertos Semilleros que no han completado su comprobación, no han tenido el raleo genético o no cumplen con la norma del aislamiento. Este es el caso de casi todos los huertos semilleros restantes que existen en el país (cuadro 1). Dentro de esta categoría podría ubicarse los programas de reforestación clonal. b) Autorizada B: La semilla proveniente de Rodales Semilleros que han completado todos sus raleos. Es decir, aquellos rodales que mantienen en pie aproximadamente 75 árboles/ha, todos de excelentes características fenotípicas. c) Autorizada C: La semilla proveniente de rodales semilleros con al menos un raleo fuerte, pero que aún no completan todos los raleos hasta eliminar absolutamente cada individuo con características fenotípicas indeseables para la producción maderera.

Otras posibles categorías como árboles semilleros, no fueron incluidas en este trabajo, dado que no garantizan ninguna mejora desde el punto de vista de producción maderera en plantaciones forestales.

Como primer paso se procedió a estimar la oferta de semilla (sexual). Se inició con una revisión de las fuentes semilleras registradas históricamente en la Oficina Nacional de Semillas, Programa Forestal. En este programa se tienen estimados de la producción por hectárea de las fuentes semilleras registradas y de mayor importancia en el país (Cuadro 1). Así también se revisó la producción histórica de los rodales semilleros de teca y melina que mantiene activos el Banco de Semillas del Centro Agrícola Cantonal de Hojancha (CACH), con el fin de determinar la producción esperada por árbol o por hectárea, para cada una de las especies de mayor demanda. Para la especie jaúl se había determinado en estudios anteriores su capacidad de producción por hectárea (Murillo *et al.*, 1992).

Como segundo paso se procedió a estimar la oferta de plántulas clonadas (semilla asexual). En el país se tiene a la fecha programas de producción clonal a escala comercial con las especies teca, melina, pilón y recientemente cebo. En todos estos casos se tiene una abundante base experimental y comercial que permite tener un buen estimado de la producción de los jardines clonales existentes (Murillo *et al.*, 2001; Badilla *et al.*, 2003; Murillo *et al.*, 2003). La tasa de

producción clonal de un jardín clonal se estima con base en: a) el número de rametos (plantas madre) en producción en la parcela clonal; b) su tasa y tiempo de multiplicación o producción de brotes; c) su tasa y tiempo de enraizamiento en el invernadero; y finalmente, d) tasa de eliminación por control de calidad.

Puede inferirse entonces de los cuadros 2 y 3, que con respecto a la demanda de semilla mejorada de las especies de importancia comercial, solamente con las especies teca (Pacífico Central Húmedo y Zona Norte y Caribe muy Húmeda), pilón (zona sur con período seco) y amarillón (Pacífico central Húmedo; Zona norte muy húmeda y Zona norte con período seco) no se logró satisfacer totalmente la demanda de material para reforestación durante el año 2003. Para la especie teca, se logró establecer a finales del 2003, los dos primeros huertos semilleros en la historia del país. Estos huertos semilleros son pequeños (1 ha cada uno), pero son los primeros de una gran área de huertos semilleros que se tiene planeado establecer en el 2004 por diversas organizaciones privadas. Con la especie pilón (*Hieronyma alchorneoides*) el avance del programa de mejoramiento genético que desarrolla el ITCR con FUNDECOR, ha logrado establecer un primer huerto semillero de 1,1 ha, que se espera produzca semilla a partir del 2005. La cantidad de semilla que se estima que deberá producir este nuevo huerto semillero podría abastecer la demanda de la zona norte (> 50 kg de producción vs. una demanda de alrededor de 10 kg). El desarrollo del programa de mejoramiento genético basado en clones con esta especie, podrá abastecer cerca de 90 ha de reforestación comercial a partir del 2004 en la zona norte y caribe del país.

La especie amarillón (*Terminalia amazonia*) se ha convertido en una de las especies forestales nativas de mayor demanda nacional. Se planta comercialmente en la zona norte (bajo el nombre roble coral), Pacífico central y sur. Para esta especie se ha logrado establecer 3 nuevos rodales semilleros con Coopeagri (Pérez Zeledón), de > 1 ha cada uno, y se convirtió un ensayo de progenie de 10 años en huerto semillero en el ITCR (Santa Clara, San Carlos), en el primer semestre de este mismo año 2004. Estas fuentes semilleras ya tienen producción de semilla y se espera que puedan abastecer la totalidad de la semilla demandada (aprox. 40 kg) a partir del 2005.

El caso de la especie cebo o chancho (*Vochysia guatemalensis*) debe ser considerada dada su alta demanda en la zona norte y caribe. Aunque en términos prácticos el CATIE maneja un huerto

semillero de cebo en Turrialba (de poco más de 1 ha), éste no ha logrado satisfacer la demanda de semilla nacional por su baja producción. El programa clonal con esta especie en que participan el ITCR y FUNDECOR en la zona norte, estará aún en desarrollo durante el 2004 y podría abastecer únicamente volúmenes bajos en este año. Para el año 2005, el desarrollo de los jardines clonales con esta especie, podrían alcanzar niveles comerciales y de satisfacción de la demanda de toda la zona norte y caribe.

Puede decirse también que todas las especies exóticas, con excepción del ciprés (*Cupressus lusitanica*), cuentan teóricamente con suficiente semilla en el país, procedente de rodales y huertos semilleros, tal y como se mencionó el caso de la teca y melina.

El estimado de reforestación para el 2004, no incluye las solicitudes planteadas y no aprobadas por el FONAFIFO. Un análisis de esta información podrá mejorar el estimado de demanda de plántulas si logra incorporar esta demanda insatisfecha. Esta es quizá la mejor información para efectos de poder desarrollar apropiadamente una estrategia de fuentes semilleras que abastezcan toda la demanda potencial nacional.

Si se analiza en detalle el cuadro 4, puede observarse parte del problema del uso de semilla mejorada en Costa Rica. Se tienen zonas, como Hojancha, donde los viveros prácticamente exportan material hacia otras zonas semilleras del país. Por lo general utilizan semilla obtenida de fuentes semilleras locales y se comercializan, en su gran mayoría, fuera de su zona semillera sin ningún control. Este aspecto, sí está regulado en el "Reglamento de la producción y comercialización de semilla y plántulas de viveros forestales", elaborado por la Oficina Nacional de Semillas (1994). Los controles para este tipo de situaciones existen, pero no se aplican.

En este segundo informe aparecen en este cuadro los viveros de las empresas reforestadoras más importantes del país. Precisamente estas empresas desarrollan, por lo general, sus propios viveros y si se preocupan de iniciar sus propios programas de mejoramiento genético, con fuentes semilleras locales.

Puede observarse que en general se manifestó un incremento de aproximadamente un 14% en la producción de los viveros del 2002 al 2003. Las especies que mayor incremento registraron fueron melina (123%), seguido por la nativa amarillón (25%). El aumento de la melina se explica principalmente por el fuerte incremento en la producción registrado en la empresa Maderas

Cultivadas (Los Nacientes) en sus viveros de Sta. Rosa de Pocosol. La teca no registró ningún aumento en general, aunque sí una disminución de parte de los inversionistas extranjeros (ECOdirecta, Expomaderas y BARCA S.A). El mayor descenso se registró con el jaúl, explicado principalmente por una disminución fuerte en el programa del proyecto PLAMA VIRILLA de la Compañía Nac. de Fuerza y Luz.

El país debe plantearse como metas a mediano plazo, el uso exclusivo de semillas y plántulas procedentes de huertos semilleros y/o programas de mejoramiento basados en clones. Otras fuentes semilleras de inferior calidad (rodales semilleros y otros) son una opción temporal viable, pero que nunca deben verse como la resultante final. El avance de los programas de mejoramiento forestal en marcha, garantizan que en alrededor de 2-3 años habrá suficiente material genético procedente de huertos semilleros y programas clonales, para todas las regiones ecológicas de mayor importancia en la reforestación nacional. Al cabo de 6-8 años, ese mismo material estará genéticamente certificado y podrá ser refinado aún más, con su consecuente ganancia genética adicional.

3.3. Grado de avance en la oferta de semilla certificada y autorizada.

El objetivo central de la presente consultoría fue la creación y promoción de nuevas fuentes semilleras para abastecer la demanda nacional de semilla para reforestación. En forma complementaria, se solicitó un informe técnico sobre las características de las nuevas fuentes semilleras, un plan de capacitación a los dueños, así como un convenio de mantenimiento entre los dueños de las fuentes semilleras y las posibles organizaciones involucradas en su explotación comercial.

Al respecto es importante hacer mención de varios aspectos técnicos sobre como ocurre el proceso de establecimiento de una fuente semillera, ¿qué afecta su permanencia? y las tendencias actuales en este subsector.

- a. Si se revisa el historial de las fuentes semilleras establecidas en el país desde mediados de los años 80 (principalmente rodales semilleros de melina y teca en Hojancha, Barquero,

1987; Merayo y Murillo, 1990), se podrá constatar que prácticamente ninguna de ellas permanece.

- b. Las únicas fuentes semilleras oficiales que se han logrado mantener activas a lo largo de los últimos 10-12 años, han sido, en primer orden, los huertos semilleros y jardines clonales de la antigua Ston Forestal (H.S. de 15 ha en la zona sur), Los Nacientes (H.S. de 6 Ha y jardín clonal en San Carlos), MACORI (jardín clonal en Peñas Blancas, La Cruz), en segundo orden, algunos de los rodales semilleros de teca y melina bajo la tutela del CACH. Como común denominador, todas estas fuentes semilleras se originaron de Programas de Mejoramiento Genético (Barquero, 1987; Merayo y Murillo, 1990; Murillo, 1992b; Zeaser, 1998; Víquez, 1998). Puede claramente verse que su permanencia se ha debido a que, la siguen utilizando para establecer sus plantaciones, o a que están directamente relacionadas con el Banco de Semillas Forestales del CACH, organización que ha desarrollado ampliamente el mercado externo de semilla de varias especies forestales (Barrantes, 1999, Jorge Vázquez, comunicación personal, 2002). En los últimos años, el Banco de Semillas Forestales del CATIE también ha logrado contribuir a mantener vigentes varias fuentes semilleras, con fines de exportación a la región latinoamericana (Vázquez, W., comunicación personal, 2004).
- c. La tendencia actual es más fuerte hacia el desarrollo de fuentes semilleras asexuales o clonales que hacia fuentes semilleras sexuales (Huertos y rodales semilleros), debido a su mayor ganancia genética esperada, control del material sin depender de la fenología, facilidad y menor costo de producción (Murillo *et al.*, 2001; Badilla *et al.*, 2003; Murillo *et al.*, 2003).
- d. Cerca del 100% de las fuentes semilleras establecidas en el país en los últimos 5 años, se han originado como parte de un Programa de Mejoramiento Genético activo (Murillo *et al.*, 2003), y en su totalidad, se encuentran activas.
- e. Cuando una fuente semillera se establece dentro de un Programa de mejoramiento genético forestal, se inicia simultáneamente un proceso activo de capacitación permanente desarrollado como parte de esta consultoría, tal y como se explica a continuación.

3.3.1. Actividades de capacitación

Como parte del desarrollo de esta consultoría se creó toda una estrategia permanente de capacitación, basada principalmente en la consolidación de la cooperativa de mejoramiento genético forestal, denominada GENFORES. Sin embargo, el proceso de capacitación ha sido mucho más amplio y se le ha dado participación a numerosas organizaciones que no forman parte de GENFORES. La estrategia de capacitación ha sido la siguiente:

- Cada organización que establece una nueva fuente semillera o vivero de producción con GENFORES, recibe la visita de asistencia técnica 1 a 2 veces al mes, de personal capacitado en mejoramiento genético forestal.
- Se elaboró un manual técnico de apoyo ("Reforestación Clonal"), que se ha publicado ya en su segunda edición (Murillo *et al.*, 2003).
- Se elaboró un manual técnico denominado "¿Qué es mejoramiento genético forestal?". Incluye en un lenguaje sencillo, las respuestas a las preguntas más frecuentes sobre el tema. Se encuentra en el Taller de Publicaciones del ITCR.
- Se han impartido 2 cursos cortos (de 2 días) sobre mejoramiento genético y principios de reforestación clonal: 1) Sede del Instituto Tecnológico de Costa Rica, en Santa Clara, San Carlos (setiembre, 2003); 2) Coopesilencio, Aguirre, Puntarenas, Pacífico central (marzo, 2004).
- Se creó en la sede del ITCR en Santa Clara, San Carlos, un módulo de capacitación práctico sobre clonación, invernaderos, jardines clonales, huertos y rodales semilleros, que tiene una duración de 2-3 días. Este se imparte a todo tipo de organizaciones que desean iniciar programas de mejoramiento genético o desarrollar viveros de producción de material mejorado. Está diseñado en una forma práctica y dirigido principalmente a los obreros, peones y personal técnico que directamente trabaja con las fuentes semilleras. A la fecha se ha capacitado a grupos de técnicos de AMISCONDE (viveros zona sur); Ganadera BASA (mejoramiento en la zona norte y Parrita); CODEFORSA (viveros en la zona norte); CACH (mejoramiento genético en Guanacaste y viveros clonales); Finca la

Martita (viveros, Sarapiquí); Plywood Costarricense (mejoramiento en la zona norte); Panamerican Woods (mejoramiento genético en Nandayure); EXPOMADERAS (mejoramiento genético zona norte); ECOdirecta (mejoramiento genético zona norte). Este módulo está permanentemente activo y disponible para capacitar personal técnico de organizaciones.

- Se transfirió material genético de pilón (*Hieronyma alchorneoides*) y capacitación permanente al personal del vivero de Manuel Hernández en Horquetas, Sarapiquí. Se le desarrolló un jardín clonal comercial de pilón.

Con base en lo expuesto, puede concluirse que un compromiso formal (contrato) entre dueños de fuentes semilleras y organizaciones que usufructúan de ellas (Bancos de semillas, empresas reforestadoras, etc.), no garantiza su permanencia ni su calidad para los usuarios. La motivación del desarrollo de programas de mejoramiento genético es el mecanismo apropiado para lograr la permanencia en el tiempo de nuevas fuentes semilleras. Los rodales semilleros son de muy bajo costo en su establecimiento, pero no logran permanecer mucho tiempo activos. En especies como melina, es muy difícil, sino imposible hoy día, mantener un rodal semillero por más de 10 años. La estrategia por tanto, de creación y desarrollo de fuentes semilleras, debe sustentarse en programas de mejoramiento permanentes en las distintas Zonas Semilleras donde se planta en el país.

De manera preliminar y no publicado aún, el consultor ha determinado con base en un análisis de la ganancia genética esperada, que cuando una organización planta más de 50 ha/año, es rentable invertir en un programa propio de mejoramiento genético. Al respecto, el trabajo de Alfaro y Villamizar (1998) aporta información valiosa sobre la rentabilidad de invertir en programas de mejoramiento genético. Podría decirse también, que la permanencia y calidad de una fuente semillera forestal dependerá directamente de su potencial económico. Fuentes semilleras de baja calidad, como los rodales semilleros, irán desapareciendo poco a poco del mercado en la medida en que aumente la oferta de semilla que provenga de jardines clonales o huertos semilleros. Este tipo de elementos son de mayor relevancia que la existencia de contratos entre organizaciones y dueños de fuentes semilleras. A manera de ejemplo, en Chile no existe ningún

control de la semilla utilizada en reforestación. Sin embargo, sí existe información apropiada para cada región semillera del país, sobre las fuentes semilleras existentes y disponibles en las organizaciones que desarrollan mejoramiento genético (Cooperativa de Mejoramiento Genético Forestal, 2001).

A manera de conclusión sobre este tema, podría decirse que una **capacitación bien dirigida**, permanente, a todo nivel, puede contribuir sustancialmente a valorar la importancia de desarrollar buenas fuentes semilleras y su utilización en reforestación.

3.4 Creación de nuevas fuentes semilleras y grado de satisfacción de la demanda

Durante el desarrollo de esta consultoría, se ha logrado crear un buen número de fuentes semilleras, pero con mayor énfasis en huertos semilleros y jardines clonales. El cuadro 4 contiene un análisis detallado de la oferta y demanda de semilla por zona semillera dentro del país. En este análisis, se puede detectar problemas de ausencia de fuentes semilleras en zonas con alta actividad de reforestación.

Puede inferirse entonces de los cuadros 3 y 4, que con respecto a la demanda de semilla mejorada de las especies de importancia comercial, no se tuvo suficiente material disponible para las especies nativas pilón (*Hieronyma alchorneoides*), amarillón (*Terminalia amazonia*) y cebo (*Vochysia guatemalensis*) durante el presente año. Cuando coincide dentro de una zona semillera una alta demanda de semilla para una especie, con una oferta de semilla deficitaria, entonces se marca con color verde para generar una acción prioritaria. El color azul señala una acción de segunda prioridad. Este mismo análisis se podrá refinar con información cuantitativa de las solicitudes expresas de Pago de Servicios Ambientales en plantación, recibidos por el FONAFIFO en los años 2002 y 2003.

Para el caso de la especie pilón (*Hieronyma alchorneoides*), el avance del programa de mejoramiento genético que desarrolla el ITCR con FUNDECOR, ha logrado establecer un primer huerto semillero de 1,1 ha, que se espera produzca semilla a partir del 2004. La cantidad de semilla que se estima que deberá producir este nuevo huerto semillero podría abastecer la

demanda de la zona norte (> 50 kg de producción vs. una demanda de alrededor de 10 kg). Así también, el desarrollo del programa de mejoramiento genético basado en clones con esta especie, abastece niveles comerciales de reforestación a partir del 2004 en la zona norte y caribe del país.

Cuadro 2. Oferta de fuentes semilleras para la reforestación registradas en la Oficina Nacional de Semillas al 2004.

Especie	Plántulas/Kg semilla	Producción (kg/ha)	Organización	Sitios	Área de FS (ha)	Categoría	Producción estimada (kg)	Producción potencial estimada (Plántulas)
Amarillón	10000	80		Uvita, Pacífico central	1	Autorizada B	80	800000
	10000	80		Sabanillas, Coto Brus	1		80	800000
Total							160	1600000
Cebo	40000	100	CATIE	Turrialba	1,3	Autorizada A	130	5200000
Total								
Teca	600	1000	Hnos. Rodríguez	Sta. Marta, Hojanca	5	Autorizada B	5000	3000000
	600	1000	Panamerican Woods	Paloarco, Nandayure	36	Autorizada B	36000	21600000
	600	1000	Panamerican Woods	Paloarco, Nandayure	12	Autorizada B	12000	7200000
	600	1000	Panamerican Woods	Paloarco, Nandayure	8,3	Autorizada B	8300	4980000
	600	1000	Familia Cabalceta	Santa Cruz	39	Autorizada B	39000	23400000
	600	1000	Calixto González	Río Grande, Paquera	1	Autorizada C	1000	600000
	600	1000	Hnos. Rodríguez	Hojanca	8	Autorizada C	8000	4800000
	600	1000	Alejandro Rodríguez	Hojanca	1,5	Autorizada C	1500	900000
	600	1000	COSTAMADERA	Canalete, Upala	15	Autorizada C	15000	9000000
Total							125800	75480000
Melina	1000	1100	Javier Quirós	Hojanca	2	Autorizada B	2200	2200000
	1000	1100	Rodríguez Paniagua	Hojanca	1	Autorizada B	1100	1100000
	1000	1100	Isabel C.	Pitarayada, Hojanca	1	Autorizada B	1100	1100000
	1000	1100	Ston Forestal	Buenos Aires	15	Certificada	16500	16500000
	1000	1100	Adrián Rodríguez	Hojanca	1	Autorizada B	1100	1100000
	1000	1100	Villagra	Matambú, Hojanca	1	Autorizada C	1100	1100000
	1000	1100	CACH	Hojanca	1	Autorizada C	1100	1100000
Total							24200	24200000
Ciprés	8000	30		Coris, Cartago	0,7		21	168000
Total								168000

Cuadro 3. Proyección de demanda y oferta potencial de plántulas y semillas para la reforestación en Costa Rica en el año 2004.

Especie	Proyección de Ha a plantar en el 2003 ¹	Cantidad de plántulas requeridas ²	Cantidad de semilla requerida (kg) ³	Disponibilidad potencial (oferta) estimada de semilla en rodales y huertos semilleros (kg)	Oferta estimada de plántulas en viveros forestales comerciales ⁴
Teca (<i>Tectona grandis</i>)	4 500	5 000 000	7 406,7	38 640	23.534.500
Melina (<i>Gmelina arborea</i>)	1 500	1 666 500	1 111,0	10 650	10.105.000
Amarillón (<i>Terminalia amazonia</i>)	350	388 850	38,9	295	1.180.000
Pilón (<i>Hieronyma alchorneoides</i>)	200	222 200	7,4	44	1.160.000
Cebo (<i>Vochysia guatemalensis</i>)	300	333 000	13.32	40	1 020.000
Jaúl (<i>Alnus acuminata</i>)	100	111 100	3,7	10	200.000
Ciprés (<i>Cupressus lusitanica</i>)	100	111 100	11,1	5	30.000
Pino spp (<i>P. caribaea</i> , <i>P. oocarpa</i> <i>P. tecunumanii</i> y <i>P. Patula</i>)	50	55 550	2,2	No hay	60.500
Eucalipto spp (<i>E. deglupta</i> , <i>E. saligna</i> , <i>E. grandis</i> y <i>E. globulus</i>)	30	33 330	0,3	NA	30.500
Almendro (<i>Dipteryx panamensis</i>)	25	27 775	370,3	No hay	77.500
Gallinazo (<i>Schyzolobium parahybum</i>)	40	44 440	2,2	No hay	18.000
Otras especies nativas (botarrama, laurel, guanacaste, cenízaro, poró, etc.)	400	444 400	NA	No hay	658.500
Otras especies exóticas (fresno, casuarina, ornamentales).	80	88 880	NA	No hay	50.000
TOTAL	7 675	7 193 725	8 967	49 684	38.124.500

1. Proyección basada en cuestionario a viveristas comerciales y a empresas reforestadoras. 2. Se asumen 1111 plántulas/ha. 3. Se obtiene al dividir el estimado de cantidad de plántulas requeridas, entre el número de plántulas útiles/kg para cada especie. 4. Cuestionario elaborado solo con viveros comerciales para este trabajo, incluye programas activos de mejoramiento genético basados en semillas y clones.

Cuadro 4. Distribución de la oferta y demanda estimada de plántulas (en miles) para reforestación comercial en el 2003 en Costa Rica, para las especies de mayor importancia, según Zona semillera.

Especie	Oferta y demanda	Zona semillera						
		Pacífico seco	Pacífico central y sur húmedo (Parrita, Palmares, Osa)	Pacífico sur con época seca (Pérez Zeledón, Buenos Aires y Coto Brus)	Zona norte y caribe húmeda (Los Chiles, Upala y San Carlos)	Zona norte y caribe muy húmeda (San Carlos, Sarapiquí y caribe)	Valle Central (1000 a 1500 m)	Zonas altas (> 1500 m)
Teca	Demanda semilla ¹	Media	Alta	Media	Alta	Baja	---	---
	Oferta plántulas ²	20 684	0	0	100	100	NA	NA
	Grado de satisfacción	Alta	Nulo	Nulo	Alta	Nulo	---	---
Melina	Demanda semilla	Baja	Media	Media	Alta	Media	---	---
	Oferta semilla (kg)	2 720	5 250	5 250	2 400	2 400	NA	NA
	Grado de satisfacción	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	---	---
Amarillón	Demanda semilla	---	Alta	Alta	Media	Baja	---	---
	Oferta semilla (kg)	NA	200	860	120	120	NA	NA
	Grado de satisfacción	---	Baja	Alta	Nulo	Nulo	---	---
Pilón	Demanda semilla	---	Baja	Baja	Media	Alta	---	---
	Oferta semilla (kg)	NA	0	0	100	100	NA	NA
	Grado de satisfacción	---	Nulo	Nulo	Baja	Baja	---	---
Jaúl	Demanda semilla	---	---	---	---	---	Baja	Alta
	Oferta semilla (kg)	NA	NA	NA	NA	NA	300	300
	Grado de satisfacción	---	---	---	---	---	Alto	Alto
Cebo	Demanda semilla	---	Baja	Baja	Alta	Alta	---	---
	Oferta semilla (kg)	NA	0	0	1 050	1 050	NA	NA
	Grado de satisfacción	---	Nulo	Nulo	Baja	Baja	---	---
Ciprés	Demanda semilla	---	---	---	---	---	Baja	Baja
	Oferta semilla (kg)	NA	NA	NA	NA	NA	30	30
	Grado de satisfacción	---	---	---	---	---	Alto	Alto

1. Estimado del consultor, basado en la demanda histórica de la especie en los últimos 3 años en las distintas regiones geográficas del país.

2. Oferta de plántulas provenientes de fuentes semilleras censadas en este trabajo o de programas clonales activos en el país.

La especie amarillón (*Terminalia amazonia*) se ha convertido en la especie forestal nativa de mayor demanda nacional. Se planta comercialmente en la zona norte (bajo el nombre roble coral), Pacífico central y sur. Para esta especie se ha logrado establecer 2 nuevos rodales semilleros con Coopeagri (Pérez Zeledón), de > 1 ha cada uno, y se estableció un huerto semillero de 10 años en el ITCR (Santa Clara, San Carlos). Estas fuentes semilleras ya tienen producción de semilla y se espera que puedan abastecer la totalidad de la semilla demandada (aprox. 40 kg) a partir del 2005.

El caso del cebo o chancho (*Vochysia guatemalensis*) debe ser considerado dada su alta demanda en la zona norte y caribe. Aunque en términos prácticos el CATIE maneja un huerto semillero de cebo en Turrialba (de poco más de 1 ha), éste no ha logrado satisfacer la demanda de semilla nacional. El programa clonal con esta especie que desarrolla el ITCR/FUNDECOR en la zona norte, está aún en desarrollo y abastece únicamente volúmenes bajos (15 000 plantas) a partir del 2004. Ya en el año 2005, el desarrollo de los jardines clonales con esta especie, se espera que podrán alcanzar niveles comerciales y de satisfacción de la demanda de la zona norte y caribe.

Puede decirse también que todas las especies exóticas, con excepción del ciprés (*Cupressus lusitanica*), cuentan teóricamente con suficiente semilla en el país, procedente de rodales y huertos semilleros, tal y como se mencionó el caso de la teca y melina.

El estimado de reforestación para el 2004, no incluye las solicitudes planteadas y no aprobadas por el FONAFIFO. Un análisis de esta información podrá mejorar el estimado de demanda de plántulas si logra incorporar esta demanda insatisfecha. Esta es quizá la mejor información para efectos de poder desarrollar apropiadamente una estrategia de fuentes semilleras que abastezcan toda la demanda potencial nacional.

Si se analiza en detalle el cuadro 5, puede observarse parte del problema del uso de semilla mejorada en Costa Rica. Se tienen zonas, como Hojancha, donde los viveros prácticamente exportan material hacia otras zonas semilleras del país. Por lo general utilizan semilla obtenida de fuentes semilleras locales y se comercializan, en su gran mayoría, fuera de su zona semillera sin ningún control. Este aspecto, sí está regulado en el "Reglamento de la producción y comercialización de semilla y plántulas de viveros forestales", elaborado por la Oficina Nacional de Semillas. Los controles para este tipo de situaciones existen, pero no se aplican.

Cuadro 5: Oferta de plántulas por especie en los viveros forestales comerciales más importantes de Costa Rica durante el 2002 (primera fila) y el año 2003 (segunda fila)

VIVERO	Amarillón	Pilón	Cebo	Jauil	Ciprés	Pino	Eucalipto	Teca	Melina	Gallinazo	Almendro	Otras nativas	Total
Coopeagri San Isidro, Pérez Zeledón y 11 viveros	50.000							15.000				25.000	90.000
	100.000					35.000		10.000				60.000	205.000
PINDECO, Buenos Aires	80.000												80.000
	100.000												100.000
Manuel Hernández, Horquetas, Sarapiquí	42.000	64.000	10.000					20.000	12.000	19.200		62.000	229.200
	30.000	50.000	10.000					25.000	27.000	18.000		90.000	250.000
15 viveros de Hojancha								1.070.500	60.000			80.000	1.210.500
								1.377.500	60.000			80.000	1.517.500
CODEFORSA, Altamira, San Carlos	20.000	50.000	50.000					80.000	150.000		20.000	40.000	410.000
	25.000	80.000	60.000					140.000	200.000		25.000	25.000	555.000
Anderson, Alto de Ochomogo, Cartago				20.000	35.000	5.000	20.000					20.000	100.000
				20.000	35.000	5.000	20.000					20.000	100.000
ITCR Santa Clara, San Carlos	6.000	16.000	3.000								1.500	6.000	32.500
	5.000	10.000	2.000								2.500	8.500	28.000
Compañía Nac. Fuerz y Luz, Coronado				70.000	7.800	7.700	6.000					60.000	151.500
				53.000	15.600	15.500	6.500					60.000	150.600
ITCR, Cartago				10.000	30.000	5.000	4.000					200.000	249.000
				10.000	30.000	5.000	4.000					200.000	249.000
EARTH, Las Mercedes, Guácimo	50.000	100.000	100.000					20.000	20.000		50.000	140.000	480.000
	50.000	100.000	100.000					20.000	20.000		50.000	190.000	530.000
TOTAL 2002	248.000	230.000	163.000	100.000	72.800	17.700	30.000	1.205.500	242.000	19.200	71.500	633.000	3.032.700
TOTAL 2003	310.000	240.000	172.000	83.000	80.600	60.500	30.500	1.572.500	307.000	18.000	77.500	733.500	3.685.100
Diferencia (%)	25	4	6	-17	11	242	2	30	27	-6	8	16	22

3.5. Determinación de ONG's o empresas con capacidad de abastecer de material mejorado en las zonas geográficas de mayor reforestación comercial en el país.

El trabajo realizado por el grupo de empresas y organizaciones miembro de GENFORES en el desarrollo de sus Programas de Mejoramiento Genético, ha venido en aumento en los últimos 2 años. Gracias al aporte de estas organizaciones y empresas se ha logrado rescatar parte de los valiosos ensayos genéticos iniciados por el CATIE en la década de los 90, cuando estuvo activo su Programa de Mejoramiento Genético. Caben mencionar los ensayos de melina y cebo, que ya han sido recuperados en buena parte.

Como puede notarse en el cuadro 6, del análisis de contraste entre zonas semilleras y especies, quedan muy pocas regiones donde no se tiene alguna organización responsable de manejar las fuentes semilleras. La especie ciprés es uno de esos pocos casos. La familia Steinvorth (San José de la montaña, Heredia) ha mantenido pequeños rodales semilleros y árboles plus para recolección de semilla. En la zona de Coris de Cartago, el MINAE estableció un rodal semillero pequeño (0,7 ha) que produjo muy poca semilla. El ITCR y FUNDECOR iniciaron un esfuerzo por mejorar esta especie y de introducir al país nuevo material (Murillo *et al.*, 2001d). Dado que esta especie ha venido disminuyendo su importancia dentro del peso de la reforestación nacional, la estrategia a seguir podría ser simplemente el manejo de estos ensayos de progenie para su conversión a huertos semilleros. Otra posibilidad es la de buscar algunos de los rodales semilleros propuestos por Quirós (1988), verificar su estado actual y potencial productor de semilla. El ITCR está también trabajando en el desarrollo clonal de esta especie, por lo que podrá ser otra solución al problema de abastecimiento de semilla mejorada (Sánchez y Murillo, 2000).

A pesar de que el Programa de mejoramiento genético que se desarrolla en GENFORES está fuertemente orientado hacia la reforestación clonal, es importante también establecer algunos Huertos Semilleros. En este sentido, no se cuenta aún con HS suficientes de amarillón, cebo y pilón. Por lo tanto, es importante hacer un esfuerzo en esta dirección.

Cuadro 6. Organizaciones o empresas con capacidad de abastecer de material mejorado en las zonas semilleras de mayor reforestación comercial en el país (HS = Huerto Semillero, RS = Rodal Semillero y CLP = Clones de Árboles Plus).

Especie	Zona semillera						
	Pacífico seco	Pacífico central y sur húmedo (Parrita, Palmar y Osa)	Pacífico sur con época seca (P.Z., Buenos Aires y Coto Brus)	Zona norte y caribe húmeda (San Carlos, Los Chiles y Upala)	Zona norte y caribe muy húmeda (San Carlos, Sarapiquí y caribe)	Valle Central (< 1400 m)	Zonas altas (> 1400 m)
Teca	CACH y asociados ¹ (Rodaletes y Huertos semilleros) // MACORI, CLP La Cruz, Gte. // Panamerican Woods, CLP	BARCA CLP 2005	Coopeagri CLP > 2005	COSTAMADERA CL (Upala) // ECOdirecta CLP (Los Chiles) > 2004 // EXPOMADERAS CLP (Cutris) > 2004// ITCR, Sta. Clara CLP > 2005 // Ganadera BASA CLP > 2005	No hay	NA	NA
Melina	CACH y asociados (RS y CLP > 2005)	Ston Forestal (HS) // Coopeagri CLP	Ston Forestal (HS) // Coopeagri CLP	Los Nacientes (HS y CLP)	Los Nacientes (HS y CLP)	NA	NA
Amarillón	NA	BARCA (CLP > 2005)	Coopeagri RS > 2004, CLP > 2005)	ITCR HS > 2004 y CLP > 2005	ITCR (CLP > 2004 y HS > 2005)	NA	NA
Pilón	NA	BARCA (CLP > 2005)	Coopeagri (CLP > 2005)	ITCR (CLP > 2004 y HS > 2005)	ITCR (CLP > 2004 y HS > 2005)	NA	NA
Cebo	NA	No hay	No hay	CATIE (HS) ITCR (CLP)	CATIE (HS) ITCR (CLP)	NA	NA
Jaúl	NA	NA	NA	NA	NA	CNFL ² / ITCR Coronado y Pacayas (RS > 2004 y CLP > 2005)	CNFL / ITCR Pacayas (RS > 2004 y CLP > 2005)
Ciprés	NA	NA	NA	NA	NA	No hay	Steinvorth (RS, Heredia)

1. Incluye numerosos rodaletes semilleros privados bajo producción y supervisión del CACH.

2. Compañía Nacional de Fuerza y Luz, Departamento de Recursos Naturales.

En el cuadro 7 se muestra un detalle del avance de los programas de mejoramiento genético por especie y de las organizaciones miembro de GENFORES. Puede observarse que el número conjunto de árboles plus para la especie teca (304) y melina (71) ha aumentado considerablemente. En términos técnicos, un buen programa de mejoramiento genético a largo plazo debe contar con alrededor de 250 a 300 árboles plus (Zobel y Talbert, 1984). En el caso de la teca ya se alcanzó esta meta y se espera que en pocos meses, los asociados a GENFORES logren sobrepasar estas cantidades para las demás especies. Con la teca se ha logrado que la empresa COSTAMADERA venda algunos de sus clones, para aumentar la base genética de las colecciones de las organizaciones miembro de GENFORES.

Cuadro 7. Avance del Programa de Mejoramiento Genético de las empresas/organizaciones miembro de GENFORES, agosto 2004

Programa de mejoramiento genético de <u>teca</u>	Número de clones y estado de desarrollo de los programas
Centro Agrícola Cantonal de Hojancha (CACH), Guanacaste	35 árboles plus que aún no se han clonado. Rodales semilleros autorizados B y C. Ensayo de progenie con 32 árboles plus evaluado a los 4 años de edad, en 4 sitios (Guanacaste y San Mateo). Dos de estos sitios han sido raleados en el 2003, con lo cual inician ya en el 2004 con la producción de semilla de Huerto Semillero.
ECODirecta (Los Chiles, Alajuela)	55 árboles plus ya clonados, <u>en producción para el 2004</u>
EXPOMADERAS (San Carlos y Los Chiles, Alajuela)	55 árboles plus ya clonados <u>en producción para el 2004</u>
BARCA S.A. (Parrita y Quepos, Puntarenas)	35 árboles plus, 25 clonados
I TCR (Sta. Clara, San Carlos)	25 árboles plus clonados
Ganadera BASA S.A. (Cutris, San Carlos)	22 árboles plus aún no clonados
Panamerican Woods (Nandayure y Hojancha, Guanacaste)	66 árboles plus, 50 clonados
TOTAL	304 árboles plus, 210 clonados

Programa de melina	Número de clones y estado de desarrollo del programa
Centro Agrícola Cantonal de Hojancha (CACH), Guanacaste	24 árboles plus clonados
Los Nacientes Forestal	18 clones de melina en producción comercial. Huerto semillero (con 36 clones).
Coopeagri Pérez Zeledón	29 árboles plus clonados
Total	71 árboles plus clonados

Especies nativas	Número de clones y estado de desarrollo del programa
Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central (FUNDECOR)/ITCR	65 árboles plus de <u>jaúl</u> . Rodal semillero raleado (Sta. Cruz, Turrialba). 45 árboles plus <u>de pilón</u> , 19 clonados. Huerto semillero en San Carlos, producción > 2005 90 árboles plus de <u>cebo</u> , 65 clonados. 90 árboles semilleros sin clonar. 23 árboles plus de <u>almendro</u> . Clonación de 80 árboles semilleros no seleccionados. 9 árboles plus de <u>amarillón</u> (7 clonados). Huerto Semillero comprobado y raleado (Sta. Clara, San Carlos). 4 árboles plus de <u>botarrama</u> .
Cooperativa Agrícola Industrial de Pérez Zeledón (Coopeagri)	25 árboles plus de <u>amarillón</u> . 3 rodales semilleros (1 ha c/u) bajo manejo intensivo (con 1 raleo)
BARCA S.A.	9 árboles plus de <u>amarillón</u> .
Plywood Costarricense	39 árboles plus de <u>gallinazo</u> aún sin clonar
Total	302 árboles plus, 90 clonados, 170 árboles semilleros no seleccionados en clonación para ampliar base genética.

Como puede notarse, en la actualidad los miembros de GENFORES podrían llegar a abastecer casi la totalidad de las zonas geográficas de reforestación más importantes existentes en el país.

3.6 Fuentes semilleras creadas durante la consultoría

a) Selección y manejo de rodales semilleros

Aunque el mayor énfasis se ha puesto en el establecimiento de huertos semilleros y desarrollo de programas clonales, algunas acciones por establecer rodales semilleros también se han producido. En este período se realizaron gestiones y se inició con el establecimiento de los siguientes Rodales Semilleros:

1. Se midieron y ralearon 2 rodales semilleros de **amarillón** en terrenos de Coopeagri (Pérez Zeledón). Aprox. 1 ha c/u. Cabe destacar que de estos rodales ya se logró colectar almácigo (regeneración) de la primer cosecha después del raleo.
2. Se ubicó un tercer rodal de **amarillón** para su conversión a rodal semillero en la misma zona geográfica. Se marcó el raleo pero no se ha ejecutado, 2 ha.
3. Medición y raleo de Ensayo de Progenie de **jaúl** (ensayo antiguo del CATIE) en Finca La Reunión, Santa Cruz de Turrialba, Cartago para su conversión a Rodal semillero. No será convertido en HS debido a que se perdió la información y el diseño original. Por lo tanto servirá como rodal semillero (Autorizada B) pero de muy buena calidad. Producirá semilla en el 2004, 1 ha.

b) Establecimiento de Huertos Semilleros

En esta consultoría se realizaron gestiones y se reprodujo el material para el establecimiento de los siguientes Huertos Semilleros:

1. HS de **jaúl** con la Compañía Nac. de Fuerza y Luz a establecerse en Fraijanes y en Coronado. 1 ha cada uno. El HS se pospuso para el 2005 debido a que se decidió iniciar primero con un jardín clonal.
2. Medición y raleo de 4 Ensayos de Progenie de **teca** (Jicaral, Santa Cruz, Sta. Marta de Hojancha y Labrador, San Mateo) para su conversión a HS por semilla. 1,2 ha c/u. Ya fueron raleados los de Sta. Marta (Hojancha) y San Mateo en el 2003. El de Sta. Cruz y Jicaral serán raleados a finales del 2004.
3. Medición y raleo de Ensayo de Progenie de **Amarillón** (Sta. Clara, San Carlos, ITCR) para su conversión a HS por semilla. 0,8 ha.

4. Medición y marcaje para II raleo de Ensayo de Progenie de pilón (Sta. Clara, San Carlos, I TCR) para su conversión a HS por semilla. 1,1 ha. No se ha ejecutado el II raleo esperando a que floree para poder determinar la relación árboles macho/hembra (especie dioica).
5. Diseño y establecimiento (setiembre 2004) de Ensayo de Progenie/Huerto Semillero de melina en nueva finca del CACH (Hojancha). 5 ha.
6. Diseño y establecimiento (mayo 2005) de Ensayo de progenie y Huerto semillero clonal de teca en fincas del CACH (Hojancha). 5 ha.
7. Diseño y establecimiento (setiembre 2004) de Huerto Semillero clonal de teca en El Concho de Cutris (San Carlos), empresa ECOdirecta. 5 ha.
8. Diseño y establecimiento (setiembre 2004) de Huerto Semillero clonal de teca en Banderas de Cutris, empresa EXPOMADERAS. 5 ha.

c) Establecimiento de jardines clonales

1. Establecimiento de jardín clonal de teca en EXPOMADERAS (Pocosol, San Carlos). 90 clones y una capacidad de abastecimiento 100 ha/mes en el 2005.
2. Establecimiento de jardín clonal de teca en ECOdirecta (San Emilio, Los Chiles). 86 clones y una capacidad de abastecimiento 10 ha/mes en el 2004 y 50 ha/mes en el 2005.
3. Establecimiento de jardín clonal de teca en PANAMERICAN WOODS (Nandayure, Guanacaste). 66 clones y una capacidad de abastecimiento 75 ha/mes en el 2005.
4. Establecimiento de jardín clonal de teca en BARCA (Parrita, Pacífico central). 35 clones y una capacidad de abastecimiento 10 ha/mes en el 2005.
5. Establecimiento de jardín clonal de teca en Ganadera BASA (El Concho de Cutris, San Carlos). 35 clones y una capacidad de abastecimiento 20 ha/mes en el 2005.
6. Establecimiento de jardín clonal de teca en FUNDECOR/I TCR sede San Carlos. 25 clones y una capacidad de abastecimiento 20 ha/mes en el 2005.
7. Establecimiento de jardín clonal de melina en Cooperagri (Pérez Zeledón). 29 clones y una capacidad de abastecimiento 100 ha/mes en el 2004.
8. Establecimiento de jardín clonal de melina en CACH (Hojancha). 30 clones y una capacidad de abastecimiento 50 ha/mes en el 2005.

9. Establecimiento de jardín clonal de pilón en FUNDECOR/ITCR, sede San Carlos. 19 clones y una capacidad de abastecimiento 20 ha/mes en el 2004 y 50 ha/mes en el 2005.
10. Establecimiento de jardín clonal de cebo en FUNDECOR/ITCR en sede San Carlos. 60 clones y una capacidad de abastecimiento 5 ha/mes en el 2004 y 50 ha/mes en el 2005.
11. Establecimiento de jardín clonal de pilón en vivero Manuel Hernández (Horquetas, Sarapiquí). 19 clones y una capacidad de abastecimiento 5 ha/mes en el 2004 y 25 ha/mes en el 2005.
12. Establecimiento de jardín clonal de tirrá en FUNDECOR/ITCR, sede central, Cartago. 25 clones y una capacidad de abastecimiento 10 ha/mes en el 2004 y 25 ha/mes en el 2005.

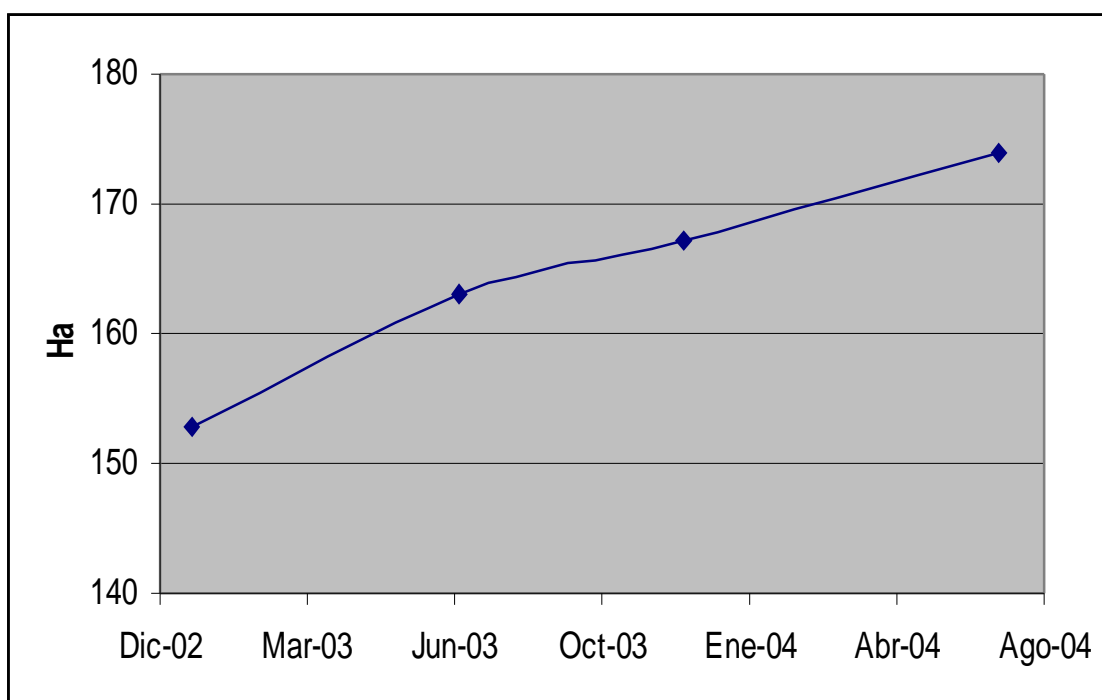
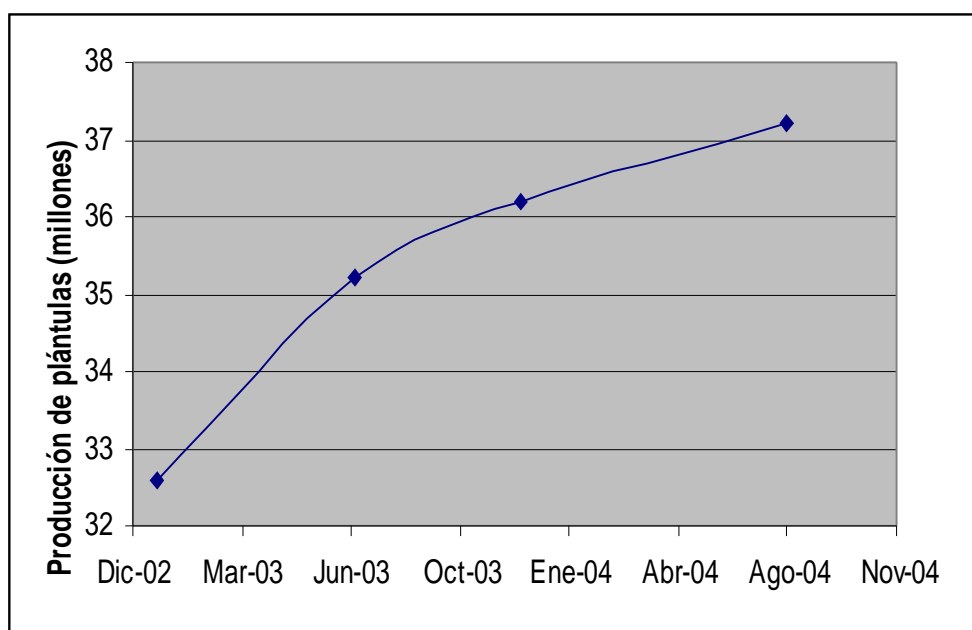


Figura 1: Incremento en la creación de fuentes semilleras (en ha) para satisfacer la demanda de semilla mejorada en Costa Rica, período de enero del 2003 a agosto del 2004

En las figuras 1 y 2 se muestra gráficamente la tasa de incremento en nuevas fuentes semilleras establecidas a partir del inicio del trabajo de consultoría. En cuanto a hectáreas de fuentes semilleras, éstas se incrementaron en 21.1 ha (13,9%). Pero en cuanto a la capacidad de producción de plántulas seleccionadas o mejoradas, el incremento fue de 4.6 millones (14%). Esta diferencia se explica por el mayor énfasis en el establecimiento de jardines clonales, que requieren poca área, pero que producen grandes cantidades de plántulas.



4. Conclusiones

El fin último de un buen programa de mejoramiento a nivel nacional, es lograr que se establezcan plantaciones forestales con la mejor fuente semillera disponible para ese sitio. El desarrollo del Programa irá logrando que la calidad y productividad de las plantaciones continúen mejorando, producto de la disponibilidad de cada vez mejores fuentes semilleras.

Al parecer el país cuenta hoy día con un considerablemente alto número de fuentes semilleras para abastecer la demanda interna de reforestación comercial. Las organizaciones miembro de GENFORES han logrado incluir casi la totalidad de las zonas semilleras existentes en el país, lo cual es garantía de permanencia y continuo desarrollo de sus programas de mejoramiento genético. Sin embargo, si existen problemas, como la presencia de Zonas Semilleras importantes con ausencia de fuentes semilleras. En particular persiste el problema de abastecimiento de semilla para las especies nativas, amarillón, pilón y cebo, principalmente en la zona norte y caribe

húmeda y zona norte y caribe muy húmeda. Los esfuerzos en mejoramiento genético a la fecha lograrán satisfacer esta demanda en unos 2 años aproximadamente.

Uno de los problemas principales es la existencia de un mercado muy fuerte de viveristas que abastecen una considerable proporción del mercado de especies como teca y melina, con semilla procedente de una sola zona semillera. Algunas veces, estos mismos viveristas no utilizan ni siquiera las fuentes semilleras adecuadas existentes. Poco se logrará con realizar esfuerzos en desarrollar nuevas fuentes semilleras, si a) a los Ingenieros Forestales que formulan los trámites de proyectos de reforestación, y b) los procedimientos de aprobación de proyectos de reforestación, no exigen la certificación de uso de semilla procedente de las fuentes semilleras adecuadas para ese proyecto.

6. Bibliografía citada

Alfaro, M. y Villamizar, M. 1998. Análisis de la oferta actual y la demanda potencial de semilla mejorada de *Tectona grandis* y *Gmelina arborea* en Costa Rica y Centroamérica. En: Seminario. Aumento de la rentabilidad de las plantaciones forestales: un reto ligado al uso de semilla de alta calidad. San José, Costa Rica. 19 de mayo de 1998. sp.

Badilla, Y.; Murillo, O.; Azofeifa, M. & Obando, G. 2003. Avances en Reforestación Clonal en Costa Rica. En: V Congreso Forestal Nacional. 17-19 de setiembre del 2003. San José, Costa Rica.

Barquero, ME. 1987. Establecimiento de rodales semilleros de *Gmelina arborea* Roxb. Hojancha, Guanacaste. En: Rojas, F.E. (ed.). Primer Taller Nacional de Semillas y Viveros Forestales. MEMORIA (25-29 Noviembre, 1985, San José, Costa Rica). Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago. 141-153 p.

Barrantes, G. 1999. Comercialización de semillas en el Banco de Semillas del Centro Agrícola Cantonal de Hojancha (CACH). En: Segundo simposio sobre Avances en la producción de Semillas Forestales en América Latina. Santo Domingo, República Dominicana. 18-22 de octubre de 1999. 243-248 p.

Cooperativa de Mejoramiento Genético Forestal. 2001. Catálogo de Semillas Genéticamente Mejoradas 2001 - 2002. *Pinus radiata* - *Eucalyptus globulus*. Valdivia, Chile. 10 p.

García del Barrio, J.M.; de Miguel y del Ángel, J.; Alía M., R. & Iglesias S., S. 2001. Regiones de Identificación y Utilización de Material Forestal de Reproducción. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, España. 293 pp.

Gutiérrez, B., Quintero P., Nieto, V. & Murillo, O. Enfoques cooperativos para el mejoramiento genético y la conservación de recursos genéticos forestales en Chile, Colombia y Costa Rica. *Invest. Agrar.: Sist. Recur. For.* (España) 12(3): 111 - 122.

Martín A., S.; Díaz - Fernández, P.M. & De Miguel y Del Ángel, J. 1998, Regiones de procedencia de especies forestales españolas. Descripción y principales características. Géneros *Abies*, *Fagus*, *Pinus* y *Quercus*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Servicio de Material Genético. Ministerio del Medio Ambiente. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Madrid, España. 22p.

Merayo, O. & O. Murillo. 1990. Establecimiento de rodales semilleros de *Tectona grandis* y *Pochota quintatum* en la Península de Nicoya, Guanacaste. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Departamento de

Ingeniería Forestal. Informe Técnico. sp.

Mesén, F. 1997. Potencial del mejoramiento genético en la silvicultura. *Agronomía Costarricense* 21(1): 49-53.

MI NAE y Cámara Costarricense Forestal, 1998. Seminario. Aumento de la rentabilidad de las plantaciones forestales: un reto ligado al uso de semilla de alta calidad. San José, Costa Rica. 19 de mayo de 1998. sp.

Murillo, O., Badilla, Yorlenny, & Obando, German. 2001. ¿Semillas versus propagación vegetativa: hacia dónde vamos?. *Revista Forestal Latinoamericana* Vol 16, No. 30: 67-77.

Murillo, O., Olman, Obando, German, Badilla, Yorlenny & Araya, Emanuel. 2001. Estrategia de mejoramiento genético para el Programa de Conservación y Mejoramiento Genético de especies forestales del ITCR/FUNDECOR, Costa Rica. *Revista Forestal Latinoamericana* Vol 16, No. 30: 273-285.

Murillo, O.; Rojas, J. L. & Badilla, Y. 2003. Reforestación Clonal. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 36 p.

Murillo, O.; Obando, G.; Badilla, Y. & Azofeifa, M. 2003. Creación de GENFORES, una cooperativa de mejoramiento genético forestal en Costa Rica. En: V Congreso Forestal Nacional. 17-19 de setiembre del 2003. San José, Costa Rica.

Murillo, O. 1992a. Necessity of a national programme of forest tree seeds in Costa Rica. In: Wolf, H. (ed.) Proc. Int. Symp. I International Symposium on Seed Procurement and Legal Regulations for Forest Reproductive Material in Trop. and Subtrop. Countries. 4-10. Octubre 1992. Nairobi, Kenia. p: 307-315.

Murillo, O. 1992b. Diseño de un huerto semillero de *Gmelina arborea* para la producción de semilla certificada en la zona norte de Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. Vol 11 (3): 51-58 p.

Oficina Nacional de Semillas. 1994. Reglamento Técnico para la Producción y Comercialización de Semilla y Material de Vivero Certificado de Especies Forestales. San José, Costa Rica.

Quirós, R. 1988. Selección de rodales semilleros de ciprés (*Cupressus lusitanica*, Mill.) en el Valle Central, Costa Rica. Tesis Lic. Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Ambientales. Heredia, Costa Rica. 76 p.

Sánchez, Silvia. & Murillo, O. 2000. Potencial de reforestación clonal con ciprés (*Cupressus lusitanica*). *Rev. For. Centroamericana* 32: 30-33

Trujillo, E. 1998. Proyección del Instituto Tecnológico de Costa Rica en el campo de semillas forestales en la zona norte. COSEFORMA. Documento de Proyecto No. 52. San José, Costa Rica. 40 p.

Viquez, E. 1998. Programa de mejoramiento genético de MACORI. En: Seminario. Aumento de la rentabilidad de las plantaciones forestales: un reto ligado al uso de semilla de alta calidad. San José, Costa Rica. 19 de mayo de 1998. sp.

Zeaser, D. 1998. Programa de mejoramiento genético de la Ston Forestal en la zona sur de Costa Rica. En: Seminario. Aumento de la rentabilidad de las plantaciones forestales: un reto ligado al uso de semilla de alta calidad. San José, Costa Rica. 19 de mayo de 1998. sp.

Zobel, U. y J. Talbert. 1984. *Applied Forest Tree Improvement*. John Wiley and Sons. New York, USA. 505 p.