UCA
Pontificia Universidad Católica Argentina
Biblioteca digital
de la Universidad Catolica Argentina

Scordo Mateo, Pablo Antonio

Plantaciones forestales con propósito de secuestrar CO2 para agroecosistemas sustentables

Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria
Facultad de Ciencias Agrarias

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central "San Benito Abad". Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.
La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

Scordo Mateo, P. A. 2013. Plantaciones forestales con propósito de secuestrar CO2 para agroecosistemas sustentables [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/plantaciones-forestales-proposito-secuestrar-co2.pdf [Fecha de consulta:.....]

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA

Facultad de Ciencias Agrarias

Ingeniería en Producción Agropecuaria

Plantaciones forestales con propósito de secuestrar CO_2 para agroecosistemas sustentables.

Trabajo final de graduación para optar por el título de: Ingeniero en Producción Agropecuaria

Autor: Pablo Antonio Scordo Mateo

Profesor Tutor: Dr. Jorge Raúl Deschamps

Fecha: 14.11.2012

RESUMEN

La entrada en vigencia del Protocolo de Kyoto en 2005 dio lugar a los mercados de carbono. Dichos mercados generaron la posibilidad de desarrollar nuevos modelos de negocios en forestación que por complejidad y volumen, ha ignorado el interés en participar de individuos o cualquier tipo de pequeña organización con conciencia ambiental generando nuevas oportunidades. En consecuencia se elaboró un proyecto de plantación forestal de *Araucaria angustifolia* en el noroeste de Misiones con el objetivo de secuestrar dióxido de carbono en un agroecosistema sustentable. Por sus ventajas, se eligió el proyecto dedicado a la venta de árboles. Se realizó su correspondiente estudio económico evaluando sus costos y analizando un rango de precios de venta por árbol buscando un equilibrio entre rentabilidad y competitividad frente a otros proyectos similares. En los casos evaluados, queda demostrado que es rentable realizar estas plantaciones forestales autóctonas en Misiones, secuestrando altos niveles de dióxido de carbono y manteniendo la biodiversidad natural del lugar.

ÍNDICE

Página

Resumen 2

Índice 3

Introducción 4

Objetivos …..... 5

Ciclo del carbono …..... 6

Calentamiento global y cambio climático .....…..... 8

Protocolo de Kyoto …..... 11

Mercado de carbono …..... 13

Provincias fitogeográficas y especies autóctonas …..... 17

Metodología de trabajo 28

Elección de la especie y el ambiente .....…..... 28

Elección del mercado objetivo …..... 34

Preparación del terreno e implantación …..... 38

Manejo de la plantación hasta los 5 años …..... 39

Manejo después de los 5 años y finalización de la plantación …..... 40

Resultados 42

Análisis de costos …..... 42

Flujo de caja …..... 43

Análisis de la tasa interna de retorno (TIR) 45

Análisis del valor actual neto (VAN) …..... 46

Conclusiones 48

Anexos 49

Bibliografía 54

INTRODUCCIÓN

El sector forestal da lugar a una industria dinámica cuyo escenario económico a mediano y largo plazo presenta un panorama alentador debido fundamentalmente a una demanda en aumento. A la demanda tradicional de madera para la producción de pasta celulósica, laminados, muebles y otros productos más elaborados, se suma la demanda de plantaciones forestales para secuestrar dióxido de carbono (CO_2). Esto podría generar un fuerte aumento en el área plantada a nivel mundial.

Desde la revolución industrial, la humanidad entró en una época donde la producción de bienes fue la base del desarrollo económico y social. Esto produjo grandes avances en la ciencia y en la técnica, mejorando la calidad de vida. Sin embargo, la sociedad ignoró el daño ambiental que estaba causando al emitir altas cantidades de CO_2 al medio ambiente. Hoy en día sufrimos esas consecuencias y nos vemos obligados a mitigar sus efectos secuestrando CO_2 de la atmósfera.

Las plantaciones forestales con el objetivo de secuestrar CO_2 se fundamentan en la alta capacidad que poseen los árboles de absorber este gas y en el largo período de inmovilización que sufre el carbono al estar fijado como madera. La aparición de estas plantaciones es relativamente nueva y nacen, principalmente, con el inicio del Protocolo de Kyoto. En este sentido, es de importancia conocer algunas características del mismo y a partir de que sucesos se creó. Éste generó el mercado de carbono y a pesar de ser un mercado incipiente, ofrece una gran oportunidad a países, como Argentina, con conocimientos en forestación y con amplia disponibilidad de recursos, principalmente superficie para forestar o reforestar. Este nuevo mercado es complejo y se encuentra en continua variación, es por eso que se debe analizar detenidamente antes de tomar cualquier decisión productiva. Existen diversos mercados que negocian distintos tipos de unidades de carbono y están enfocados a segmentos diferentes. Es fundamental el estudio de cada segmento porque este determinará el modelo de negocio a implementar y su objetivo. Al mismo tiempo, es necesario analizar su diseño y costos para obtener un resultado final satisfactorio. La concreción de estas plantaciones forestales sólo será posible si las mismas representan una rentabilidad final positiva. Por eso el objetivo principal de este trabajo es encontrar las mejores opciones para arribar a esa rentabilidad.

Entre las variables que se consideraron de mayor incidencia en la rentabilidad de la plantación se encontraron dos fundamentales. En primer lugar, como variable económica, se encontró el precio de venta de las unidades obtenidas. En segundo lugar, como la variable productiva, el lugar donde se realizará la plantación y la especie que se plantará. Se decidió centrar la atención en estas dos variables ya que una determinará el ingreso bruto y la otra proporcionará los costos totales.

Los precios de venta analizados fueron tomados de diferentes proyectos forestales. En distintas partes del mundo, desde Estados Unidos hasta Asia y desde Europa hasta África, existen proyectos forestales similares. En cada uno, tienen precios de venta distintos, posiblemente debido a los diferentes costos de cada

lugar. Someter a la plantación a este análisis, no solo puede indicar la rentabilidad futura sino que, además, puede mostrar si existe un potencial negocio a desarrollar a nivel país.

Para el análisis, se eligieron todas las regiones forestales argentinas, desde la región misionera hasta la región de bosques subantárticos en la patagonia. Argentina ofrece numerosas áreas donde se podrían realizar este tipo de plantaciones debido a la riqueza y diversidad de ambientes. Cada región tiene características diferentes que generan ciclos productivos distintos. Al mismo tiempo, existen diferentes infraestructuras de viveros, mano de obra y otros recursos necesarios que modifican los costos de implantación y mantenimiento.

Así mismo, se decidió analizar únicamente especies autóctonas de cada región. El objetivo principal de la plantación es la de secuestrar CO_2, sin embargo, otro objetivo es el de alterar lo menos posible el ambiente. Se creyó conveniente, entonces, pensar en la inclusión de especies autóctonas y dejar las especies exóticas para otro tipo de forestación. Si bien se podría debatir al respecto de la magnitud del impacto que ocasionan las especies exóticas, se prefirió trabajar en este sentido porque la inclusión de especies autóctonas además aporta otro valor agregado a la plantación y la diferencia frente a otros proyectos similares. También, se elaboró un plan de trabajo que fuera lo más conservador posible en cuanto al impacto negativo causado en la preparación del terreno y demás trabajos culturales.

Cabe aclarar, por último, que si bien la plantación finalizará con árboles en pie, éstos no serán tomados en cuenta para ningún cálculo económico porque no es el objetivo de la plantación. Si se contempla el uso de los recursos producto de los raleos y/o podas necesarias para favorecer el crecimiento del rodal y así obtener árboles de un tamaño comercial más rápidamente. Estos productos abastecerán únicamente a la industria celulósica ya que su uso como leña queda descartado por ser contrario al objetivo principal del emprendimiento.

Objetivos

El objetivo central del estudio es diseñar un proyecto rentable de plantaciones forestales para secuestrar CO_2 en agroecosistemas sustentables. Para lograr dicho objetivo es necesario integrar una serie de factores que en su conjunto determinarán si el objetivo es alcanzable.

El primer objetivo es establecer la localización geográfica donde se emplazará el proyecto. Debido a la gran extensión del territorio argentino, existe una gran dispersión de climas y tipos de suelos, por eso la elección de la ubicación se presenta como un factor determinante. El lugar establece factores climáticos y edáficos claves en el desarrollo de toda plantación, sea ésta forestal o de otro tipo. El régimen de precipitaciones, la temperatura media, las temperaturas extremas y las heladas son de suma importancia porque regulan la tasa de crecimiento de la

plantación y el período productivo de la misma. Además, la locación determina el tipo de suelo sobre el cual se nutren las plantas. La textura, la estructura, la fertilidad y la profundidad del suelo son las características responsables de que la plantación exprese su máximo potencial o se vea limitada. Así mismo, cada región tiene sus plagas típicas, que deben ser tenidas en cuenta. Por último, al seleccionar la ubicación del proyecto se deben tomar en cuenta la mano de obra disponible, que conocimientos y experiencia tiene en plantaciones forestales, cantidad de viveros disponibles y la posibilidad de mecanizar trabajos. Los recursos naturales y los recursos humanos son básicos en el análisis del proyecto.

El segundo objetivo, en estrecha relación con el primero, es seleccionar la especie forestal a plantar. Ésta debería, no solo ser capaz de adaptarse fácil y rápidamente al ambiente determinado, sino también tener una producción óptima. El fin de la plantación es secuestrar la mayor cantidad de CO_2 posible, la especie debe cumplir de la mejor manera dicho propósito mostrando altas tasas de crecimiento y de acumulación de biomasa (Carvajal, 2010). Además, hay otros aspectos relevantes en la elección de la especie como son la tolerancia a enfermedades y plagas, la longevidad, su adaptabilidad a distintos tipos de suelos y el comportamiento ante situaciones climáticas adversas.

En tercer lugar, seleccionar el mercado al que estará destinada la plantación. Dentro de las opciones se encuentran la comercialización de reducciones de emisiones certificadas (CERs), reducciones de emisiones verificadas (VERs) o la venta individual de árboles en plantaciones. Revisamos cada mercado con sus ventajas y desventajas pero resulta fundamental conocer el segmento objetivo para ofrecer a los potenciales clientes un producto acorde a sus requerimientos.

Con estos objetivos definidos, resta diseñar la implementación del proyecto forestal, desarrollar un plan de trabajo y definir los costos totales. Se determinará la preparación del lote, la fecha de plantación, la intensidad y turnos de raleo, la realización o no de podas y otros trabajos de mantenimiento. Posteriormente, se analizan los costos totales de la plantación.

Por último, el objetivo final es analizar la rentabilidad de la plantación analizando un rango de precios de venta. La rentabilidad se analizará utilizando el flujo de caja proyectado para el cálculo de la tasa interna de retorno (TIR) y su valor actual neto (VAN).

Ciclo del carbono

El ciclo del carbono son las transformaciones químicas de compuestos que contienen carbono en los intercambios entre biósfera, atmósfera, hidrósfera y litósfera. Es un ciclo de gran importancia ya que es un elemento básico para la vida, siendo esencial para los vegetales y animales. Interviene en la fotosíntesis y forma parte de compuestos como la glucosa, fundamental para la obtención de

energía en los organismos vivos, y del cual se derivan sucesivamente la mayoría de los demás alimentos.

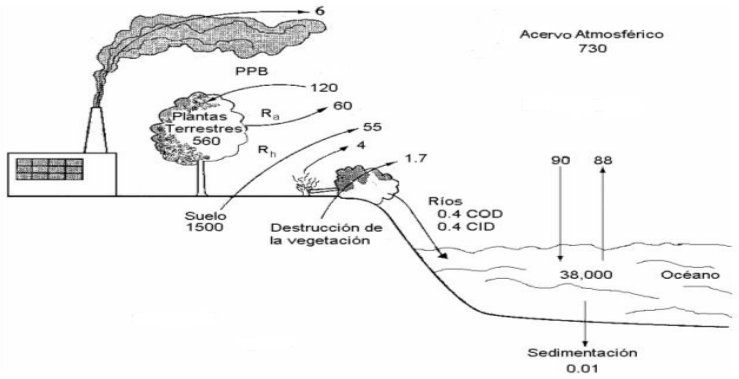

Gráfico N^{o} 1: Ciclo total del carbono. Valores expresados en 10^{16} g de carbono al año. *PPB*= producto primario bruto; R_P= respiración de las plantas; R_D= respiración de detritos; COD= carbono orgánico disuelto; CID= carbono inorgánico disuelto. Fuente: Odum, 2007.

El Gráfico N^{o} 1 muestra el ciclo mundial de carbono que se caracteriza por tener reservas atmosféricas muy pequeñas en comparación con la cantidad existente en los océanos, combustibles fósiles y otros sitios de almacenamiento. En la atmósfera, y disuelto en los océanos, se lo encuentra principalmente como dióxido de carbono (CO_2), molécula que los seres vivos pueden asimilar. Las plantas son quienes absorben la mayor cantidad de CO_2 de la atmósfera mediante fotosíntesis. Las mismas tienen la capacidad de sintetizar carbohidratos a partir de agua, CO_2 y energía del sol. Además de ser la base de la nutrición vegetal, es la principal fuente de energía para los animales. El retorno del CO_2 a la atmósfera se da en la respiración, cuando los organismos vivos oxidan dichos carbohidratos. Durante este proceso, producen energía para su metabolismo y CO_2, que luego liberan a la atmósfera por el intercambio de gases.

La concentración de CO_2 en la atmósfera es de más de 0,03% ó 370 ppm (partes por millón). Esta concentración es sumamente activa y vulnerable ante perturbaciones ocasionadas por el hombre. Los combustibles fósiles que utilizamos para generar energía, son largas cadenas carbonadas provenientes de procesos de descomposición de millones de años que al quemarse, se oxidan liberando energía y CO_2 al aire. En la agricultura tradicional, si bien parte del CO_2 es fijado mediante fotosíntesis, no compensa al CO_2 que se libera del suelo por oxidación de la materia orgánica, especialmente si se utilizan labranzas excesivas. Finalmente, la eliminación de bosques libera el carbono almacenado en la madera, en particular cuando se quema de inmediato y si este suelo se empleara para agricultura o el desarrollo urbano, iría acompañado de más liberación de carbono por la oxidación del suelo. Todas estas actividades, y muchas otras de menor envergadura, contribuyen al continuo aumento de la concentración. En contraste, la agricultura sustentable y la reforestación a gran escala con bosques jóvenes de crecimiento rápido podrían reducir la concentración de CO_2 en la atmósfera (FAO,

2008).

Además del CO_2, hay otras dos formas de carbono presentes en pequeñas cantidades en la atmósfera. Estos gases son el monóxido de carbono (CO) y el metano (CH_4). Ambos provienen de la descomposición incompleta de la materia orgánica y ambos se oxidan dando CO_2.

El monóxido de carbono proviene en particular de la combustión incompleta de los escapes automotores. Aunque no constituye una amenaza mundial, es un veneno letal para los humanos y se ha transformado en un contaminante preocupante en las zonas urbanas en donde el aire se encuentra estancado.

El metano es un gas inflamable producido naturalmente por bacterias anaeróbicas, en particular en pantanos de agua dulce, arrozales y conductos digestivos de rumiantes (Johnson, 1995). Es también un componente importante del gas natural, de modo que las perturbaciones asociadas con la minería y las perforaciones para obtener combustibles fósiles dan como resultado su liberación al ambiente. Aunque actualmente es sólo un constituyente menor en la atmósfera, la concentración de metano se ha duplicado en el último siglo principalmente por actividades humanas, como el relleno de suelos y el uso de combustibles fósiles.

Calentamiento global y cambio climático

El efecto invernadero es el fenómeno que se refiere a la absorción por ciertos gases atmosféricos de parte de la energía que el suelo emite como consecuencia de haber sido calentado por la radiación solar. Los principales gases de este efecto son vapor de agua, dióxido de carbono, metano, ozono, óxidos de nitrógeno y clorofluorocarburos. Como muestra el Gráfico N^{o} 2, el efecto invernadero natural estabiliza el clima de la tierra, sin éste, las temperaturas caerían aproximadamente en unos 30 °C; con tal cambio, los océanos podrían congelarse y la vida, tal como la conocemos, sería imposible.

Gráfico N° 2: Esquema representativo del efecto invernadero. Fuente: Ré (2005)

Sin embargo, la actividad humana alteró las proporciones de estos gases que componen la atmósfera.

Antes de la revolución industrial de 1850, la concentración de CO_2 en la atmósfera era aproximadamente de 280 ppm. Durante los últimos 150 años, este gas aumento a más de 370 ppm. Como se mencionó anteriormente, en el último siglo la concentración de metano en la atmósfera se duplicó. El Gráfico N° 3 muestra situaciones similares en otros gases de efecto invernadero (GEI).

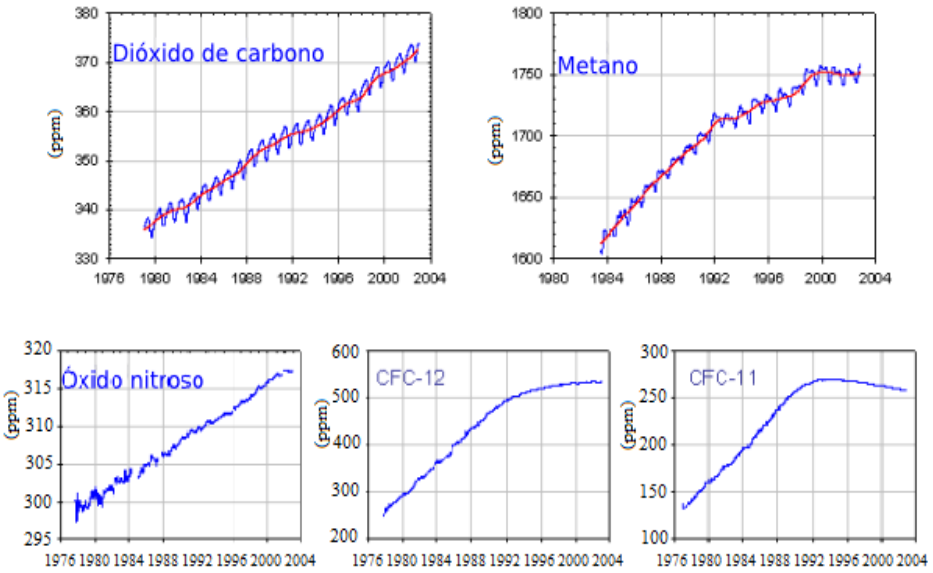

Gráfico N° 3: Tendencia de los principales gases de efecto invernadero en los últimos 50 años medido en ppm (partes por millón) en la atmósfera. Fuente: NOAA (2005).

Además de la concentración atmosférica de estos gases, es muy importante saber el potencial de calentamiento global de dichos gases. El potencial de calentamiento global (PCG) es utilizado para medir la capacidad que tienen

diferentes gases de efecto invernadero en la retención del calor en la atmósfera. El dióxido de carbono es la base para todos los cálculos y su potencial de calentamiento global es igual a 1. Cuanto más alto sea el PCG que produce un gas, mayor será su capacidad de retención del calor en la atmósfera. Por ejemplo, el metano, molécula por molécula, absorbe 22 veces más calor que el dióxido de carbono como se ve en el Cuadro N° 1.

Tipo de Gas	Potenciamiento de calentamiento global (en tCO2e)	Fuentes de emisión
Dióxido de carbono (CO_2)	**1**	Quema de combustibles fósiles, forestación, producción de cementos.
Metano(CH_4)	**21-23**	Producción y quema de combustibles fósiles, agricultura, ganadería, manejo de residuos.
Oxido nitroso (N_2O)	**230-310**	Quema de combustibles fósiles, agricultura, explotación de la tierra.
Perfluoro carbono (HFCs)	**6200-7100**	Actividades industriales: refrigerantes, aerosoles, espumas plásticas.
Hidrofluoro de carbono (PFCs)	**1300-1400**	Actividades industriales: refrigerantes líquidos.
Hexafluoruro de azufre (SF_6)	**23900**	Actividades industriales: aislantes eléctricos.

Cuadro N° 1: Potencial de calentamiento global de GEI medido en ton CO_2 emitido. Fuente: Bolsa de Cereales de Buenos Aires (2004)

Como resultado de estos cambios en las concentraciones de los GEI, centros científicos de todo el mundo vienen detectando un aumento significativo en la temperatura media global en los últimos 130 años. A este suceso lo definieron con el término de calentamiento global (Broeker, 1975).

Este calentamiento está modificando el equilibrio del sistema climático. Además del cambio en las temperaturas medias, se han alterado los regímenes de precipitaciones, los vientos y la ocurrencia de granizos y otros fenómenos climáticos. Este fenómeno se lo definió como cambio climático y su principal causa es el calentamiento global. Sus efectos afectan a diversos tipos de ecosistemas. Dichos efectos no solo causan derretimiento de hielos, inundaciones, sequías y tormentas que amenazan el normal desarrollo de poblaciones animales enteras sino que también afectan al desarrollo humano y añade un desafío más a la producción mundial de alimentos (FAO, 2008).

Uno de los frentes de acción es mediante la mitigación. Esto consiste en suavizar los efectos del calentamiento global centrando los esfuerzos en disminuir las emisiones de los gases de efecto invernadero y en aumentar la capacidad de los sumideros de carbono para la absorción de estos gases de la atmósfera. Los sumideros son depósitos naturales, como bosques u océanos; y artificiales, como vertederos o plantaciones arbóreas; que absorben carbono de la atmósfera. Varios países, tanto desarrollados como en vías de desarrollo, están impulsando el uso de tecnologías más limpias y menos contaminantes. Los avances en esta área, unidos a la implementación de políticas que suavicen el impacto ecológico, podrían a

largo plazo redundar en una sustancial reducción de las emisiones de CO_2. Cabe destacar que cuanto más se tarde en adoptar políticas de reducción de las emisiones, más drásticas tendrán que ser las medidas necesarias para estabilizar las concentraciones de gases nocivos en la atmósfera (IPCC, 2007).

Otra respuesta, sería la adaptación. La adaptación al cambio climático puede ser planificada, por ejemplo, por el gobierno local o nacional; o espontánea, realizada en privado sin la intervención del gobierno. La adaptación consiste en la capacidad de cambiar la conducta para responder a un clima cambiante, son ajustes a la variabilidad del clima y a las condiciones climáticas cambiantes. Puede servir para moderar el daño o para explotar posibles oportunidades ventajosas, como pueden ser lluvias superiores a la media en lugares casi desérticos. La capacidad de adaptación está estrechamente vinculada al desarrollo económico y social haciendo aún más vulnerables a los países con menos recursos.

Teniendo en cuenta el perfil productivo del país, con un alto porcentaje de explotaciones agrícolas y de manufacturas de origen agropecuarias, resulta acertado afirmar que el mismo es potencialmente vulnerable al cambio climático (Scoppa, 2006). A ello se le agrega la alta dependencia de la generación hídrica para la producción de electricidad y las áreas densamente pobladas cercanas a ríos y mares. Por sus consecuencias en el país, el cambio climático debería ser monitoreado con detenimiento.

Protocolo de Kyoto

La sociedad y los políticos, sustentados por trabajos científicos, tomaron conciencia de la potencialidad del problema del calentamiento global. En este contexto, los países industrializados, en su mayoría países de la Unión Europea, se comprometieron en 1997 a ejecutar un conjunto de medidas para reducir en al menos un 5% en promedio las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) durante el período 2008-2012. Esto se conoció como el Protocolo de Kyoto cuyo objetivo central es la estabilización de la concentración de GEI. Finalmente, luego de varios años de debate, entró en vigencia en el 2005 haciendo de cumplimiento obligatorio todas sus disposiciones para los países firmantes.

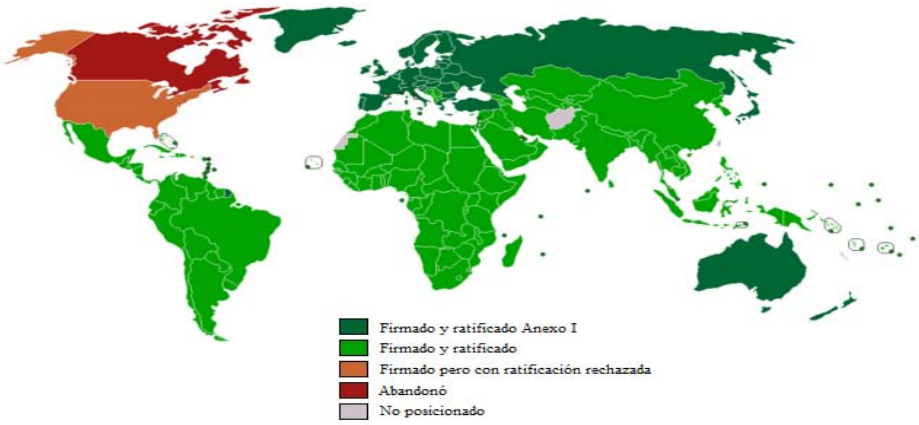

Gráfico N° 4: Situación de los países con respecto al Protocolo de Kyoto. Fuente: CMNUCC, 2012.

Los países ratificantes del Protocolo se denominan Partes y se agrupan según su grado de desarrollo como: países Anexo I y países no Anexo I. El primer grupo se integra con países desarrollados que han adoptado compromisos de reducción de GEI, como Francia y Alemania; y el segundo con países en desarrollo, como Argentina, Brasil e India, que por este motivo, no han asumido obligaciones de disminución de emisiones pero que contribuyen al objetivo del Protocolo a través de la acogida en sus territorios de actividades que reduzcan y/o absorban cantidades de GEI en la atmósfera. De esta manera, el Protocolo de Kyoto se convirtió en el mayor acuerdo internacional respecto al calentamiento global.

Desde el punto de vista del cambio climático, es irrelevante dónde se reduzcan las emisiones, ya que los efectos del fenómeno se producen a escala global y sus causas se combaten también a escala global. Por eso el Protocolo establece tres mecanismos, suplementarios a las políticas nacionales de reducción de emisiones de GEI, que le permiten a las Partes reducir el nivel de emisiones permitidos comerciando unidades de carbono con otros países, mejorando la flexibilidad para cumplir los compromisos y promoviendo el desarrollo de un mercado global de permisos y créditos de carbono.

El primero es el mecanismo para un desarrollo limpio (MDL). A través del MDL se promueve la realización de proyectos de reducción y/o absorción de emisiones de GEI en países no Anexo I a cambio de reducciones de emisiones certificadas (CER). Los CER derivados de estos proyectos pueden ser comercializados libremente y serán finalmente utilizados por las Partes del Anexo I para dar cumplimiento a las obligaciones asumidas. El MDL incluye el mejoramiento de la eficiencia en el uso de la energía, uso de energías renovables, proyectos de rellenos sanitarios, forestación y reforestación. Es el mecanismo que presentó mayor crecimiento ya que presenta ventajas para ambos países involucrados. Por un lado, las Partes Anexo I bajan sus costos de cumplimiento del Protocolo, y por el otro, los países no Anexo I que en su mayoría están en desarrollo, se benefician no sólo por el incremento en el flujo de inversiones, sino

también por el requerimiento de que estas inversiones contribuyan a alcanzar metas nacionales de desarrollo sustentable.

En segundo lugar, está el mecanismo de implementación conjunta (IC). El mecanismo de IC permite a los países Anexo I ejecutar proyectos que reduzcan las emisiones o consigan una mayor absorción utilizando sumideros, en otros países Anexo I. Las unidades de reducción de emisiones (ERU) generadas por estos proyectos pueden ser utilizadas por las Partes inversoras Anexo I para ayudar a cumplir sus objetivos de emisión.

El tercer mecanismo es el comercio de derechos de emisión. A través de este régimen los países del Anexo I y sus empresas pueden comercializar libremente unidades de sus cantidades atribuidas (AAU), las cuales les fueron asignadas de conformidad con sus niveles de emisiones de GEI. Este sistema permite a las Partes Anexo I adquirir AAU de aquellos sectores que cuenten con excedentes de las mismas.

Todavía está en discusión el éxito del acuerdo porque son pocos los países que efectivamente logran cumplir las metas previstas. La cumbre de Cambio Climático de Copenhague a fines de 2010, generó gran incertidumbre con respecto al futuro del Protocolo. La cumbre, donde se debía profundizar el acuerdo, fracasó porque no pudo extender el plazo de cumplimiento más allá del 2012 y porque Estados Unidos, el mayor contaminante, no la suscribió. Existen análisis encontrados sobre cuál será el resultado final aunque la mayoría cree que habrá que esperar a fin de este año donde se conocerán las cifras de reducción de emisiones. Sin embargo, más allá de los resultados concretos, hay que destacar que los gobiernos, las empresas y la sociedad civil tiene hoy mayor conciencia sobre el calentamiento global y sus consecuencias.

Mercado de carbono

Como resultado de las nuevas transacciones, se delineó la existencia y organización de un nuevo mercado mundial: el mercado de carbono. Se trata de un mercado de dimensiones internacionales, sustentado en base a la generación, intercambio y comercialización de las unidades de reducción de emisiones de GEI y las unidades de emisión de GEI. El objetivo común es facilitar el cambio progresivo de tecnología y producción a nivel mundial, con un uso menos intensivo de recursos y estructuras que emitan gases de efecto invernadero, permitiendo la creación de un nuevo mercado basado en el intercambio de commodities. Si bien en el mundo se registran transacciones desde la década de los 90, el verdadero impulso a los mercados de carbono se produce a partir de la entrada en vigencia del Protocolo de Kyoto en el mes de febrero de 2005.

El emergente mercado es amplio, complejo y segmentado. Además, hay mercados primarios y secundarios, ventas “spot” y a futuro, lo que conduce a la formación de diversos precios. Existen múltiples mercados de carbono a nivel

mundial , también conocidos como mercados ambientales, que se dividen en dos grandes grupos: los mercados regulados y los mercados voluntarios.

Los mercados regulados son un sistema de comercio a través del cual los gobiernos, empresas o individuos pueden vender o adquirir reducciones de GEI, las cuales son certificadas y contabilizadas por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC). El mercado regulado de emisiones está basado en las transacciones de proyectos de MDL y de IC, y en el comercio de derechos de emisión. Como el MDL fue el que mayor adopción tuvo por sus ventajas comparativas, el mercado regulado consiste mayormente en la compra/venta de CERs que son el producto del MDL. Cada certificado es igual al equivalente de una tonelada de CO_2 que se deja de emitir a la atmósfera. A estos certificados también se los conoce comúnmente con el nombre de “bonos de carbono”, un término útil pero bastante genérico que puede dar lugar a confusión con las demás unidades. El Reino Unido lidera el ranking de compradores de certificados con un 39% de los papales en su poder, seguido de Italia, Japón, España y Portugal en ese orden. Del lado de la oferta, China con más de mil proyectos en ejecución, se destaca como el líder absoluto seguido por India y Brasil. Un ejemplo de este mercado es el Sistema Europeo de Comercio de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (EU ETS) creado para cumplir las obligaciones de reducción de emisiones europeas del Protocolo de Kyoto.

El mercado voluntario o mercado “no Kyoto” es una alternativa dirigida a compradores voluntarios, cuyas necesidades o intereses son distintos a los compradores del mercado regulado, por ejemplo imagen corporativa, responsabilidad social, individuales o planificación para sistemas de compromisos futuros. A diferencia del MDL, a los proyectos no se les solicita la aprobación nacional del país anfitrión y el proceso de validación y verificación depende del estándar usado, en general, más simple y menos oneroso. Sin embargo, los criterios de aprobación de proyectos son similares a las del MDL y procuran asegurar que las reducciones sean verdaderas, de largo plazo y que cumplan con todas las normas ambientales. La existencia de un mercado voluntario para la reducción de emisiones puede ser un buen soporte para sectores del mercado que no pueden afrontar los costos que implica cumplir con el Protocolo pero entregan reducciones reales de emisiones e importantes beneficios en términos de desarrollo sustentable. La unidad de intercambio son las reducciones verificadas de emisiones o las reducciones voluntarias de emisiones (VER) y también son igual al equivalente de una tonelada de CO_2 no emitido a la atmósfera. Para garantizar que los compradores compren reducciones reales, los VERs se deben calcular de acuerdo con su estándar y existen varios estándares VER[1] en uso en todo el mundo. Se debe destacar que estos mercados voluntarios, son una alternativa para todos aquellos proyectos que no entran dentro del MDL, ya sea por tamaño o por tipo de metodología. Según la forma de organización de los mercados, también los podemos distinguir entre los Auction Markets y los mercados Over the Counter (OTC). En los Auction Markets los intercambios

1 Algunos estándares de calidad del mercado voluntario son: Voluntary Carbon Standard (VCS), VER+, ISO 14.064, Gold Standard VERs (GS VERs).

tienen la supervisión de un mercado formal como puede ser, por ejemplo, la Bolsa de Comercio de Buenos Aires. En el caso de los OTC, las partes acuerdan la compra/venta del bien sin esta supervisión, como sucede, por ejemplo, en Intercontinental Exchange (ICE OTC). Sin embargo, por la naturaleza del mercado no se los considera adecuados para la especulación o el uso a corto plazo.

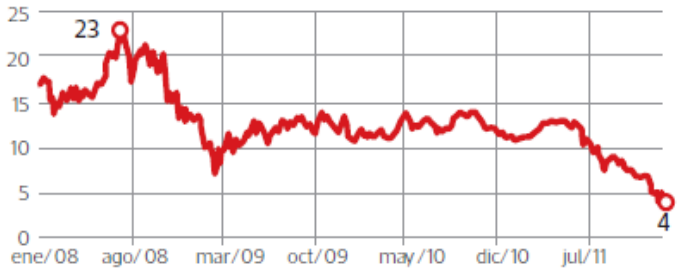

Gráfico N° 5: Evolución de precios CER en euros/tn CO_2. Fuente: Barcleys Capital, 2012.

El precio de los CERs ha tenido una tendencia bajista desde la crisis global del 2008 como se aprecia en el Gráfico N° 5. Desde ese año al día de hoy, acumula una baja del 82%. Esto se debe, fundamentalmente, a que la crisis tuvo efectos negativos en la economía europea, principal participante del mercado de carbono. La desaceleración de la economía no solo redujo la tasa de crecimiento de las empresas, sino que además las forzó a reducir gastos, disminuyendo aún más la demanda. Por otro lado, la oferta, especialmente de CERs, fue en aumento, pasando de 132 millones de toneladas en certificados en 2010 a más de 350 millones de toneladas en 2011.

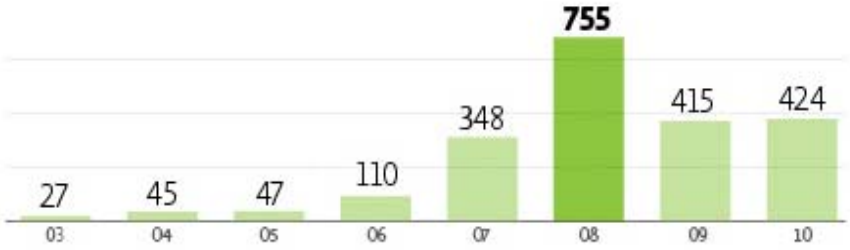

Gráfico N° 6: Volúmenes operados en millones de dólares desde el 2003 al 2010. Fuente: Bloomberg New Energy Finance, 2010.

A la incertidumbre de la crisis económica europea, se le suma la incertidumbre con respecto al Protocolo de Kyoto. Como se mencionó anteriormente, hay quienes sostienen que al Protocolo le queda poco tiempo de vida (Herniquez, 2011) y estiman que un fracaso en la reducción de emisiones llevaría al acuerdo a su fin. También, están quienes afirman que esto no sucederá basándose en la cantidad de negocios que deben continuar su desarrollo; y fundamentalmente, en el aumento de la conciencia de la sociedad que comprendió

y comenzó a tomar acciones en pos del medio ambiente.

En el caso de los VERs, si bien en un comienzo su precio era un tercio del valor de un CER[2], al estar por fuera del mercado regulado, tiene una formación de precio diferente. Hoy los precios de los VERs dependen exclusivamente del diseño del proyecto. Proyectos simples y de abundante oferta, reciben precios más bajos, mientras que proyectos de mayor complejidad e integración tienen un diferencial y llegan a recibir precios superiores a los CERs. Actualmente, los precios varían entre 2 y 15 dólares americanos y es de esperar que esta tendencia se mantenga en el tiempo[3].

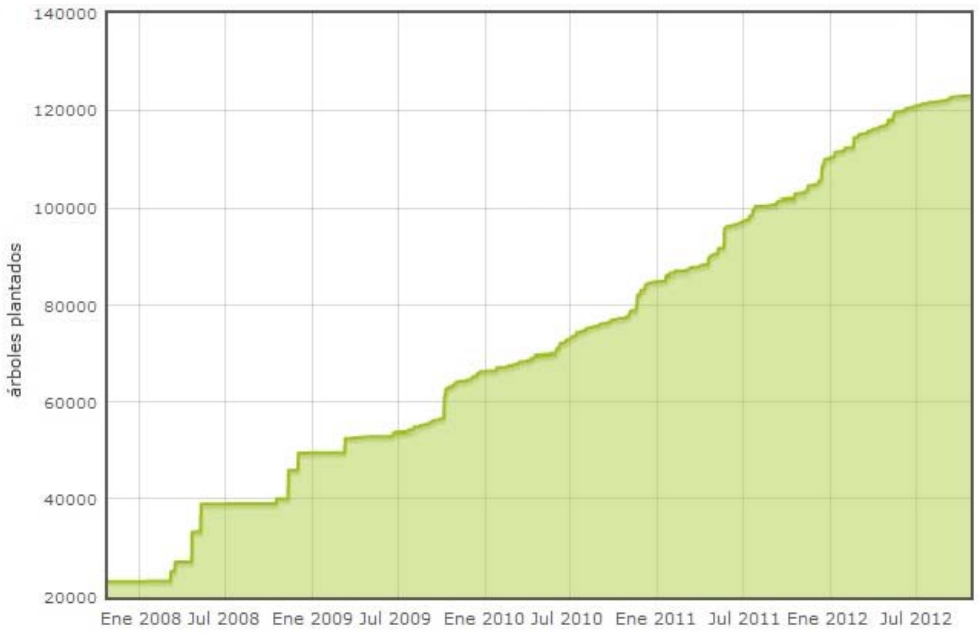

Gráfico N° 7: Evolución de árboles plantados en "I plant a tree" desde fines de 2007 a Octubre 2012. Fuente: iplantaatree.org

Finalmente, existe un mercado anexo de mucho menor tamaño pero en franca expansión como se evidencia con el ejemplo del Gráfico N° 7. No es un mercado de carbono propiamente dicho ya que no negocia ningún tipo de unidades de CO_2 o certificados pero utiliza el cálculo de emisiones, por eso es interesante incluirlo en el análisis. Consiste en la venta de árboles que serán plantados en un lugar determinado con el objetivo de forestar o reforestar y secuestrar CO_2. Por lo general, se hacen en vinculación con alguna fundación de conservación quienes hacen de certificadoras, por lo que los costos de los proyectos son mucho menores. Si bien no hay transacciones de certificados, utilizan estimaciones de captura de CO_2 por árbol por año para que los interesados inviertan en la captura teórica de carbono que ellos deseen. También, disponen de

2 Gaioli, F.(2010). *Costo-beneficio: la conveniencia de entrar al Mercado de Carbono*. IECO-Clarín, 24 Enero de 2010.

3 Surge de la entrevista con Arturo Brandt, de la consultora ambiental TFS Green, Chile.

calculadoras para calcular la cantidad de CO_2 que uno produce por año. En este caso los valores van desde 6 a 36 dólares americanos, con una media de 8 dólares americanos. La dispersión está dada por la relación entre el país donde se llevan a cabo, las especies plantadas y el tipo de proyecto. Existen casos donde el valor es aún menor pero en estos casos, la diferencia en el precio se compensa por donaciones de terceros a las fundaciones asociadas o por el uso de voluntarios en momentos específicos como puede ser al momento de la implantación[4]. De esta manera, es difícil estimar con exactitud cuál es el costo real de cada árbol en estos casos. En este mercado, la oferta es quien fija el precio y no hay ningún tipo de negociación, el precio es simplemente aceptado o no por la demanda que en todo caso puede elegir otro proyecto.

Provincias fitogeográficas y especies autóctonas

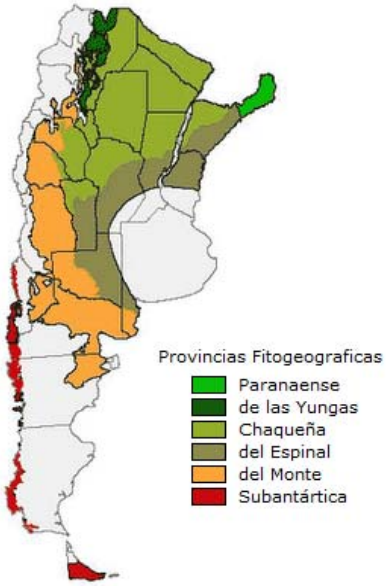

Gráfico N° 8: Provincias Fitogeográficas argentinas según Cabrera (1976).

La fitogeografía estudia el origen, distribución, adaptación y asociación de los vegetales, de acuerdo con la localización geográfica y su evolución. De esta manera, se puede conocer o predecir cómo será la producción de una determinada especie en su ambiente y cuál es la extensión del mismo.

En Argentina la clasificación fitogeográfica más extendida es la presentada por Cabrera (1976). Las provincias fitogeográficas argentinas son seis, sin embargo, sólo se detallan cinco de ellas ya que la provincia del Monte, presenta una formación mayormente arbustiva con poca importancia forestal (Tortorelli, 2009).

4 http://www.plantabillion.org/

Dentro de cada provincia se seleccionaron las especies autóctonas principales que por sus características se podrían adaptar a los requisitos necesarios para desarrollar una plantación forestal con el objetivo de secuestrar CO_2.

Provincia Paranaense

Se localiza en el extremo noreste del país y ocupa aproximadamente el 75% de la provincia de Misiones, desde la población de Bonpland y Cerro Azul hacia el norte, entre los ríos Paraná y Uruguay, hasta los ríos Iguazú; San Antonio y Pepirí Guazú, en la frontera con Brasil.

En realidad, la parte sur de la provincia no participa de la formación selvática por razones puramente edáficas, ya que el clima es siempre subtropical. Al respecto, algunos autores señalan al sur de Misiones, norte de la provincia de Corrientes, noreste de la provincia de Chaco y sureste de provincia de Formosa, como parte de la región limítrofe paraguaya, llamándola Parque correntino-paraguayo; en el mismo las masas boscosas se presentan en grupos o isletas dentro de asociaciones herbáceas, estando constituidas por algunas especies de la Selva Misionera y de la provincia Chaqueña aunque desde el punto de vista silvícola, no llega a tener la importancia de las dos formaciones citadas en primer término.

Es una prolongación en el territorio argentino de la selva de los estados brasileños de Paraná y Santa Catalina, y del este del Paraguay. Constituye una unidad fisionómica bien definida, aunque con variaciones de carácter económico, derivadas de la distinta profundidad de los suelos o también debido a la acción antrópica.

El clima es cálido e invariablemente húmedo, estando definido principalmente por los valores del factor precipitación, comprendido entre los 1.500 a 2.000 mm anuales. La temperatura media anual es superior a 20 ^{o}C, pero tres meses presentan temperaturas superiores a 25 ^{o}C y llega con frecuencia, en enero, a más de 40 ^{o}C.

Por lo demás, el período de heladas es muy corto, lo cual lo señala como el tipo climático termohigrofítico, es decir, el clima más propicio para la vida del mayor número de especies arbóreas distintas.

Da aspecto quebrado al terreno una porción serrana central, bañada por pequeños ríos y arroyos y cubierta por densa vegetación forestal, denominada Sierra de Imán o de Misiones, que se extiende del sudoeste al noreste, con alturas que suelen alcanzar los 840 metros en el pique de San Pedro.

Esta mayor altura hacia la parte noreste de la provincia, determina modificaciones climáticas especialmente en lo que respecta al factor temperatura, que es, en esta parte de la formación misionera, más fresca; y hasta se anotan, algunas veces, nevadas que suelen caer en años de inviernos más rigurosos.

Los suelos típicos de la formación misionera son de constitución arcillo-arenosa, de coloración rojiza, debido a la presencia de hidróxido de hierro y aluminio (arcillas pseudolateríticas) y se pueden agrupar en tres tipos: profundos,

semi-profundos y superficiales.

En todos ellos la materia orgánica, formada por la abundante y continua caída de hojas y restos vegetales, se descompone con facilidad, acelerando dicho proceso la elevada temperatura y humedad.

La Selva Misionera es de extraordinaria riqueza en especies diferentes. La cantidad promedio de especies arbóreas por hectárea oscila entre 34 y 45, llegando el total registrado a unas 90 especies como señalan Onetto y otros (1972). De acuerdo a la profundidad del suelo y a las características de las especies arbóreas, las masas se pueden agrupar en tres tipos diferentes. El primero, incluye un estado máximo bioeconómico en el cual las masas crecen en suelo profundo de hasta 20 metros de profundidad, de poca pendiente, presentando individuos dominantes con alturas promedio de 25-30 m, buen porte y estado sanitario. Luego siguen en orden decreciente de calidad y cantidad, las masas ubicadas en suelo medianamente profundo, con mayor pendiente y ejemplares dominantes de 20-22 m de altura media, fuste menor y no tan rectilíneo, menor número de árboles explotables y también menor cantidad de madera aprovechable industrialmente. Finalmente, existe el tipo de bosque más pobre que crece en suelo superficial, con pendiente más pronunciada, que es un bosque mixto, de escaso valor, por la pérdida de características favorables del árbol y madera.

Aparte de la abundancia de especies distintas en los diversos estratos, existen varias bambúseas de gran desarrollo. Estas gramíneas dificultan en cierto modo la regeneración natural de las especies económicamente más valiosas de la Selva Misionera, porque al ocupar el lugar, le establecen marcada competencia al repoblado natural con toda una vasta red de rizomas y vigorosas cañas, que impiden la germinación de las semillas forestales o el posterior desarrollo de las especies arbóreas. Además aumentan la impenetrabilidad del bosque y el peligro de incendio, en determinadas épocas (Cozzo, 1967).

En lo que atañe a la acción del hombre como factor de retroceso de la Selva Misionera, ella se manifiesta intensamente, por la difusión de los desmontes de la selva, persiguiendo el objeto de dar lugar a la ampliación de pueblos y ciudades y al avance de cultivos anuales como el tabaco, maíz, mandioca, porotos y zapallo; o también perennes como la yerba mate, el té y el tung. De esta forma la selva cede paso a innumerables superficies que interrumpen constantemente la continuidad de las masas boscosas. Cuando estos desmontes son abandonados, porque los rendimientos agrícolas disminuyen al agotarse la fertilidad del suelo o por baja en los precios que recibe el productor, las parcelas son invadidas por vegetación recolonizadora, generalmente solanáceas, pastos, arbustos y hierbas de escaso valor desde el punto económico, llamadas “capueras”. Con el tiempo y dependiendo de la fertilidad remanente, donde se conserva el ambiente forestal, las capueras se enriquecen en especies arbóreas de la selva primitiva y se transforman entonces en “capuerones” con vegetación de mayor desarrollo. Sin embargo, la selva nunca recupera su estado natural ni luego de 40 años (Duarte, 2008).

Especies principales:

"Guatambú blanco" *Balfourodendron riedelianum*

De madera dura y pesada, es una especie exclusiva de la Selva Misionera. En esa región se encuentra uniformemente distribuida y por su gran altura comparte con otras especies el estrato superior.

De porte eminentemente forestal, su tronco presenta aspecto cilíndrico, recto y de altura considerable, terminando en una copa semiglobosa y proporcionalmente reducida. Su corteza gruesa y lisa lo hace fácilmente reconocible en la espesura de la selva.

Es una especie termohigrófila, delicada y medianamente longeva.

Usos: Mueblería fina, recuperación y fijación de terrenos.

"Peteribí" *Cordia trichotoma*

De típico porte forestal y copa reducida, suele alcanzar los 20 metros de altura y el diámetro de su tronco apenas supera el medio metro.

Su corteza es gruesa y rugosa. El fruto queda rodeado por el cáliz y la corola, y ambos semejan paracaídas.

Usos: Carpintería de obra; aceite esencial, medicinal, textil.

"Ibirá pitá" *Rutprechtia polystachya*

Son árboles de gran altura que forman parte del estrato superior en esta región forestal. Es muy común encontrar ejemplares de 25 metros de altura o más, con diámetros de hasta dos metros.

Es de fuste recto de unos 10 metros y, más allá de su hábitat natural, se lo ha cultivado en pequeña escala en Buenos Aires para el arbolado de calles, pues el porte mediano que desarrolla en esta latitud y sus grandes inflorescencias otoñales lo hacen sumamente decorativo (SASD, 2003).

Su nombre vulgar es de origen guaraní y significa Ibirá: palo y pitá: colorado aludiendo al color de su madera.

Usos: construcciones civiles y navales; medicinal, ornamental, tintóreo.

"Pino Paraná" o "Curiy" *Araucaria angustifolia*

Es la especie indígena de mayor importancia económica futura, por su extraordinario crecimiento anual y por las múltiples aplicaciones, para las cuales se presta su madera (Tortorelli, 2009). Sin embargo, es una especie que se encuentra en peligro crítico de extinción (UICN, 2010).

Su nombre vulgar más difundido es "Pino Paraná" que resulta poco conveniente porque los nombres vulgares de "pino", deben utilizarse únicamente para las especies de *Pinus*, que desde luego Argentina no posee.

El área geográfica de la especie en la provincia de Misiones, demuestra que crece en las partes más altas del mismo donde el clima subtropical es más fresco, en especial sobre los suelos pseudolateríticos profundos o semiprofundos.

Se trata de una especie exigente en cuanto a calidad y profundidad de suelo.

Es una especie de raíz pivotante, con un breve periodo juvenil de escaso crecimiento aéreo, pero durante el cual no se comporta como verdadera cespitosa; mientras que en los dos primeros años crece en altura 25-40 cm por año, a partir del tercero inicia un rápido acrecentamiento vertical que puede ser de 1,20-1,50 m por año en los subsiguientes; a fines del tercer año llega a medir 1,75 y 2,70 al término del cuarto.

El ritmo de su desarrollo en altura sigue en los años posteriores con un nivel de 1,10-1,20 m y hasta 1,50 m en suelos muy ricos, si se trata de arboles dominantes; a fines del décimo año se registra un promedio total del período de 1m/año y continúa así hasta los 15-18 años, en que el promedio anual desciende. El crecimiento en altura no está influido por la densidad del bosque, la que sí influye naturalmente en el diámetro, aunque no en forma tan decisiva como se observa en otras especies forestales (Cozzo, 1995).

Usos: es una de las maderas que mayor número de aplicaciones tiene. Generalmente se la utiliza para construcción por tener menor cantidad de nudos y para la fabricación de pasta química y pasta mecánica para papeles en general y papeles de diario en particular.

Provincia de las Yungas

La masa forestal se localiza en una angosta faja, expuesta al este, que va desde el extremo sur de las sierra de Aconquija, en Tucumán y regiones limítrofes de Catamarca donde esta característica es bien demarcada y continúa en las montañas de Salta y Jujuy hasta penetrar en la vecina República de Bolivia.

Siendo una formación de montaña, el factor orográfico determina pisos de vegetación forestal o zonas altitudinales que varían a medida que se asciende, hasta perder en la alta montaña el aspecto típicamente subtropical y selvático que tiene en los pisos inferiores.

En lo que respecta al clima, los datos existentes se refieren a la selva basal. Se señala una precipitación anual de 1.700 mm, que seguramente es algo mayor en los pisos superiores, donde el estado higrométrico del aire es muy elevado, observándose con frecuencia niebla. El clima es cálido, siendo el promedio de 22 ^{o}C, con veranos lluviosos e inviernos secos; las heladas invernales no son frecuentes ni fuertes, todo lo cual condiciona el tipo climático higrofítico, de clima constantemente cálido y variablemente húmedo.

Los datos referentes a la selva intermedia y de altura se deducen de la observación de distintos elementos del clima. A medida que ascendemos se produce la rarefacción del aire y la temperatura desciende aproximadamente un grado cada 180 metros. La humedad aumenta, observándose días de densa niebla y también aumentan las precipitaciones. En las selvas superiores el clima es bien templado y húmedo y, como consecuencia, el número de especies arbóreas diferentes disminuye y va aumentando el número de individuos de la misma especie. Esto trae la variación fisionómica de la formación, que definidamente selvática en la baja montaña, pasa a bosque denso en la parte intermedia y hasta a

agrupaciones del tipo parque en el piso forestal superior.

Los suelos varían también de un piso a otro, pues a medida que se asciende, son progresivamente más pedregosos y de menor espesor. En este sentido parece ser que el espesor del suelo no está generalmente en íntima relación con la existencia de la mejor masa boscosa, como ocurría en la provincia Misionera, pues en la formación que tratamos, la roca madre suele desintegrarse fácilmente, permitiendo el libre paso de las raíces arbóreas y con ello la existencia de masas aún en lugares de suelo poco profundo.

En prácticamente toda la región, especialmente en Tucumán y cerca de la ciudad de Salta, la selva basal ha desaparecido a causa del desmonte para la siembra de tabaco y caña de azúcar.

Especies principales:

"Tipa blanca" *Tipuana tipu*

Árbol de gran porte, de 30 metros de altura, el diámetro supera el metro y medio. Las ramas principales y secundarias son flexuosas, por lo que su ramificación origina una amplia copa parabólica. Es una especie inerme, no posee espinas. Posee follaje tardíamente caedizo, por ello es una especie de follaje forrajero. Se encuentra en el nivel inferior de la Yunga y en la zona de transición del Chaco Occidental.

La época de floración es de octubre a diciembre y fructifica de enero a abril, pero las semillas se mantienen hasta agosto.

Usos: Madera semidura, pesada, con múltiples aplicaciones en carpintería, y mueblería. Posee resina roja, que es utilizada en medicina popular por sus propiedades astringentes.

"Cedro Serrano" *Cedrela lilloi*

Árbol de 10-25 m de altura, de copa cilíndrica o globosa, tronco que puede llegar a 1 m de diámetro. Follaje caduco, hojas pinati-compuestas, alternas, con folíolos de 8-12 cm de largo. Frutos cápsulas que se abren en 5 valvas, que parecen una "flor de madera", con semillas aladas, marrón rojizo. Especie originaria de las yungas intermedia y de altura, donde ha sido muy explotada por su madera de gran calidad y se encuentra en peligro de extinción (UICN, 2010). Tolerante a las heladas, aunque las plantas jóvenes pueden ser afectadas. Se propaga por semillas, cuya viabilidad está limitada a algunos meses solamente.

Usos: madera para aberturas exteriores e interiores, persianas, muebles finos, chapas y tableros alistonados.

"Lapacho rosado" *Tabebuia avellanedae*

Árbol de 15-20 m de altura y tronco de 50 cm de diámetro (hasta 30 m de altura y 80 cm de diámetro en condiciones naturales), con fuste recto, corteza castaño oscura, con grietas longitudinales. Follaje caduco, hojas opuestas, palmati-compuestas, con folíolos grandes, de borde entero o parcialmente

aserrado en el extremo. Flores rosadas, muy vistosas, reunidas en conjuntos terminales. La floración se produce antes de la nueva brotación, durante alrededor de un mes entre fines de julio hasta comienzos de octubre. Los frutos son cápsulas alargadas que se desarrollan muy rápidamente después de la floración. Es sensible a las heladas en la etapa juvenil, cuando el tallo no está lignificado. Los individuos adultos pueden soportar heladas moderadas sin inconvenientes. Tiene cierta tolerancia a suelos anegados temporalmente y compactados.

Usos: madera de alta densidad muy utilizada en construcciones a la intemperie; ornamental.

Provincia Chaqueña

Se extiende sobre una extensa planicie en la que predominan masas boscosas de hojas caducas, muy heterogéneas, de espesura normal a deficitaria, alternando abras, pampas y raleras, de extensión variable y en gran parte de origen edáfico o también debidas a la acción del fuego repetido.

Esta provincia fitogeográfica ocupa la mayor parte de las provincias de Chaco y Formosa, entra pronunciadamente en el norte de Santa Fé y el noroeste de Corrientes, abarca casi todo Santiago del Estero, sierras de Córdoba, de San Luis y La Rioja, este de Catamarca, Tucumán, Salta y Jujuy, hasta confundirse en una zona de transición con la Provincia de las Yungas.

El rasgo fundamental del relieve en casi toda la formación, lo constituye su horizontalidad, en la que existe, sin embargo, casi imperceptible pendiente con dirección noroeste-sudeste. Sólo hacia el limite oeste de la formación la topografía varía fundamentalmente y se torna montañosa, aunque sin llegar a ejercer mayor influencia sobre la constitución de las masas forestales, debido a la escasa altura que el sistema presenta.

Tratándose de un área tan extensa, los factores de humedad y calor, determinan la localización de masas que se van empobreciendo en especies y en densidad a medida que vamos del este al oeste. Por esta razón se la divide en zona oriental, central y occidental.

Especies principales:

“Algarrobo blanco” *Prosopis alba*

Es un árbol medio, de 9 a 12 m en altura y 1 m en diámetro. El tronco es corto y la copa es globulosa, hasta de 10 m de diámetro. Las ramas son delgadas y se extienden frecuentemente hasta el suelo. La corteza es fina, pardo grisácea, y de madera veteada, con propiedades tánicas. Habita mayormente la zona oriental y central.

Usos: Su madera, densa (densidad = 0,76 km/cm^2), es difícil de trabajar, usada para puertas y pisos, parquets, partes de zapatos, cascos de vino. La madera responde bien al secado, valiosa donde se requiera mantener dimensiones estables a prueba de humedad. Su principal uso es como combustible, ya sea como leña o

para carbón.

"Quebracho colorado" *Schinopsis balansae*

En 1956 fue declarado "Árbol Forestal Nacional". Es un árbol de gran tamaño; necesita temperaturas elevadas y mucha luz solar para su desarrollo. Tiene raíces pivotantes profundas, y un tronco recto, en cuyos nódulos se forman ramificaciones en forma de espina. Se lo encuentra con mayor frecuencia en la zona oriental.

Su tronco es recto y tiene un diámetro mayor a un metro. La copa es poco desarrollada y tiene la forma de un cono invertido. La corteza es gruesa, pardo-grisácea, con grietas profundas que forman placas irregulares. Las ramas jóvenes tienen un color grisáceo y están provistas a veces de espinas. Las espinas tienen una longitud de 2 cm, son rectas y agudas.

Las hojas son simples y alternas. El haz tiene un color verde intenso y el envés es verde-grisáceo. Las nervaduras son más prominentes en el envés de la hoja. Los márgenes de la hoja son levemente ondulados y la base es redondeada. Las inflorescencias son panojas terminales y panículas axilares. Las flores son diminutas de color blanco-verdoso o rojizo.

Usos: El Quebracho colorado tiene una madera persistente, casi imputrescible. La madera, de color castaño a rojizo, es muy dura, pesada y fuerte; es sumamente resistente a la humedad, por lo que se emplea en muebles de calidad, y ha sido la principal madera para confeccionar los rectangulares y longilíneos durmientes que soportan los rieles de los ferrocarriles en gran parte de Argentina. Su nombre es deducido posiblemente de la idea de "quiebra hacha". El duramen contiene extracto de tanino en un 38 % del peso total. El extracto de tanino sirve para curtir diversos cueros, razón por la cual esta especie se explotó masivamente.

Provincia del Espinal

Esta formación se localiza en el sudeste de San Luis, sur de Córdoba, sur de Santa Fé, Entre Ríos, sur de Buenos Aires y La Pampa.

Es una formación con masas en su mayor parte discontinuas, que alternan con claros de superficies variables, cubiertos de arbustos y plantas herbáceas unas veces y desnudos otras. Las masas se presentan por lo general diseminadas, con individuos en espesura deficitaria, aunque algunas veces forman agrupaciones que pueden llegar a espesura normal (Cozzo, 1992).

La mayor parte de las especies leñosas presentan espinas, hojas pequeñas y demás características que permiten una mayor resistencia a la sequedad del medio ambiente.

La temperatura promedio anual es de 16 ^{o}C, con mínimas que suelen llegar a los -12 ^{o}C y máximas de 44 ^{o}C. Las precipitaciones medias son de 700 mm disminuyendo hacia el oeste y hacia el sur. Se distribuyen mayormente en

primavera-verano, época de fuertes vientos y aumento de temperatura.

Los suelos son típicamente arenosos, con baja retención hídrica y baja fertilidad edáfica. En tales condiciones se produce una rápida evaporación e infiltración del agua y las especies mejor adaptadas son aquellas con raíces que logran mayor profundidad o extensión.

Es una provincia pobre en especies arbóreas diferentes y se diferencian tres distritos en relación a su especie predominante. Estos distritos son el del ñandubay en Entre Ríos, el del algarrobo en el sur de Santa Fé y sur de Córdoba, y el del caldén en La Pampa y San Luis.

Especies principales:

"Ñandubay" *Prosopis algarrobilla*

Es árbol de follaje caedizo, llega hasta los 20 metros de altura y 60 cm de diámetro pero frecuentemente es de 8 a 12 m y 40 cm, respectivamente. Presenta copia alta y extendida; corteza rugosa, ramas rígidas armadas de espinas geminadas de hasta 1,5 cm de longitud. Es una especie heliófila de crecimiento lento a medio y longeva.

Usos: por ser del género *Prosopis*, tiene una madera pesada que resulta de interés para carpintería. Su principal uso es como combustible.

"Algarrobo negro" *Prosopis nigra*

Llega a los 16 m de altura y 1,10 m de diámetro, proporcionando rollizos un tanto irregulares. Presenta muy pocas espinas y es generalmente inerme en las ramas.

Es una especie mesoxerófila a xerófila, heliófila, de crecimiento medio y longeva.

Usos: las mismas que *Proposis alba* ya que son muy pocas las diferencias entre ambas especies.

"Caldén" *Prosopis caldenia*

Árbol de 4 a 12 metros de altura, con copa abierta. Presenta con frecuencia un gran diámetro que llega hasta 1,50 m. Posee un tronco bajo que ramifica rápido. Tiene espinas axilares rectas de 4 a 7 mm de longitud.

Es una especie heliófila y robusta. Su sistema radicular es superficial pero de gran amplitud, extendiéndose hasta 25 metros del pie para aprovechar mejor la escasa precipitación. Es longeva y de crecimiento intermedio.

Usos: Se utiliza para enmaderados interiores y parquets. También se lo utiliza en carpintería rural. Es menos utilizado como combustible por ser más liviano que los demás *Prosopis*.

Provincia Subantártica

Ésta comprende los bosques de montaña que habitan en la parte sur, patagónica, de la Cordillera de los Andes. De allí que también se los denomina como bosques andino-patagónicos. En los mismos las masas constituyen fustares de espesura normal a excesiva, con árboles de fuste recto.

La provincia fitogeográfica se localiza en una angosta e irregular faja de la parte austral de la Cordillera de los Andes, desde el paralelo 36 ^{o} sur, al noroeste de Neuquén, llegando hasta orillas del canal de Beagle, sobre los 55 ^{o} sur en Tierra del Fuego. Su anchura es variable entre 10 y 60 km y cuando el límite político avanza hacia el oeste, la faja de nuestros bosques es más ancha y cuando ocurre a la inversa, la faja es más angosta y hasta se interrumpe presentándose en pequeños grupos.

El clima es templado-frío a frío y húmedo a variablemente húmedo En algunos años, la nieve suele persistir aun durante el verano en toda la longitud de estos bosques. Las precipitaciones anuales son de más de 2.000 mm, distribuidos en los meses de invierno.

Inversamente a lo que sucede en las demás provincias fitogeográficas argentinas, el número de especies arbóreas distintas en estos bosques es reducido. En especial en la parte sur de la formación, se observan con frecuencia grandes masas puras o asociadas, pero de tan sólo dos especies arbóreas.

Se diferencian cuatro distritos. Estos son el del Pehuén, el de los bosques mixtos, el de los bosques Magallánicos y el de la Lenga.

Especies principales:

"Pehuén" *Araucaria araucana*

Es la conífera indígena que en su estación más favorable forma masas muy importantes, constituyendo verdaderos fustares naturales con abundante regeneración natural en todas las clases de edad.

Su área geográfica abarca una estrecha faja cordillerana en la provincia de Neuquén iniciándose sobre las laderas orientales del volcán Copahué. Dentro de su área, forma masas puras y mixtas entre los 900 y 1800 m.s.n.m.

Es un árbol típico de alto fustar y porte extraordinario, cuya altura puede llegar a los 40 metros, siendo 25 m su altura media y 0,70 -1,10 m de diámetro.

Es una especie heliófila, pero cuando es joven crece bien bajo una media sobra y en suelos favorables puede llegar a crecer 70 cm de altura por año durante los primeros 7 años. En estas condiciones el crecimiento medio es bastante rápido si se tiene en cuenta que se trata de una especie de clima templado-frío a frío, ya que hasta los 30 años de edad, crece en altura 45 cm por año (Cozzo, 1995).

Aparte de los citado, es una especie muy longeva, ya que es frecuente encontrar en el bosque primitivo árboles de más de 500 años.

Usos: Se utiliza en gran escala en construcciones civiles; chapas y placas. Es de las maderas argentina más apropiada para la elaboración de pasta química para papel de diario. Sin embargo, por su lento crecimiento resulta poco

económica plantar esta especie para dicho propósito.

“Coihue” *Nothofagus dombeyi*

Árbol grande y elegante, a menudo gigantesco, hasta 45 metros de altura y 3 m de diámetro; corteza grisácea y bastante lisa en los individuos jóvenes pero luego rugosa. Es frondoso y con ramas aplanadas horizontalmente que le dan un aspecto característico. Sus hojas tienen un peciolo muy corto y forma de rombo redondeado, con el borde aserrado.

Las flores son poco visibles, porque son verdes y miden menos de 5 mm de longitud. En un mismo individuo existen flores masculinas y femeninas y el polen se dispersa por la acción del viento. Sus frutos son pequeños y poco notorios, sin embargo, los indígenas creían que el fruto del era el “llao-llao” (*Cyttaria harioti*), un hongo comestible de forma globosa.

Usos: La madera es de color amarillo claro y se usa en carpintería y como leña de calidad intermedia. El corazón del árbol es más duro y resiste mejor la humedad, por lo que se usa para hacer estacas de alambrados. También, se lo usa de ornamental.

“Lenga” *Nothofagus pumilio*

Especie de los bosques Magallánicos, es un árbol grande, de porte recto y copa mediana. En las laderas protegidas de la cordillera sobrepasa los 35 metros de altura y llega a 1,50 m de diámetro; pero en su límite altitudinal, apenas llega, en ejemplares muy viejos, los 20 cm.

Es un árbol semiheliófilo con la característica de vivir bien a la sombra en las primeras etapas y más adelante, necesita luz solar directa. El sistema radicular es generalmente superficial y debido a ello en el bosque denso las raíces de un ejemplar se cruzan con las de los vecinos.

Usos: cubiertas de embarcaciones, muebles y chapas. Su madera es muy similar al “nogal europeo”, *Juglans regia*, y puede sustituirlo perfectamente.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Una plantación forestal consiste en el establecimiento de árboles que conforman una masa boscosa y que tiene un diseño, tamaño y especie definida para cumplir objetivos específicos (Trujillo, 2006). Los objetivos pueden ser como plantación productiva, fuente energética, protección de zonas agrícolas, corrección de problemas de erosión o, como en este caso, secuestrar CO_2 de la atmósfera. Precisamente, este objetivo es el que también permite determinar el lugar, la densidad de siembra, los rendimientos y los costos que implicará la plantación, junto con la selección de la especie más adecuada y su programación para la producción.

Éste tipo de plantaciones todavía son una novedad y no se cuenta con mucha información productiva al respecto. Si bien la actividad forestal posee numerosos trabajos de experimentación en producción de madera, se deben realizar modificaciones. Además, hay que recordar que el ciclo productivo forestal es de por lo menos 15 años en las mejores condiciones y esto demora aún más la obtención de resultados que permiten la futura mejora.

Otra característica de la plantación es que se desarrolla en un agroecosistema sustentable. La bibliografía al respecto tampoco es amplia, por lo que el trabajo se elabora tomando conceptos y experimentaciones de otros sitios y/o situaciones tratando de adaptarlas a las condiciones que se proyectan para la plantación.

Finalmente, para el cálculo de los costos se utilizaron los coeficientes técnicos propuestos por Colcombet y otros (2007), adaptándolos a la realidad de la plantación. Además, se agregaron costos propios de este tipo de proyectos pero igualmente son similares a los de los proyectos forestales tradicionales para el aprovechamiento de madera.

Elección de la especie y el ambiente

Al momento de iniciar cualquier tipo de plantación, ubicar las espacies en un ambiente que les proporcione las condiciones climáticas y de suelo que favorezca su desarrollo, es fundamental. También deben considerarse las exigencias ecológicas del material a plantar que, hasta donde sea posible, debe coincidir con las condiciones ambientales del sitio de la plantación para cada especie (Trujillo, 2006). Consecuentemente, la elección del ambiente y la especie debe realizarse en conjunto ya que ambos interactúan para obtener el mayor rendimiento posible.

El objetivo productivo de esta plantación forestal es la de secuestrar la mayor cantidad de CO_2 posible en una determinada superficie. Por un lado, se debe maximizar la absorción de este gas de la atmósfera y por el otro, éste debe

quedar fijado en estructuras complejas para que su degradación y vuelta al ciclo del carbono sea lo más lenta posible. Para absorber grandes cantidades de CO_2 de la atmósfera, es necesaria una gran superficie foliar que favorezca la captación de luz solar y la producción de fotoasimilados. Además, la plantación debe presentar altas tasas de crecimiento en volumen de madera que es donde el carbono quedará inmovilizado mayor tiempo. Por último, el ambiente tiene que permitirle a la especie cumplir con los objetivos recientemente descriptos y proveer todos los recursos necesarios para que la plantación mantenga un activo crecimiento. Los estreses ambientales como la salinidad, la sequía, las altas o bajas temperaturas o la disminución de la radiación alteran la estructura y metabolismo de las plantas, por lo tanto afectan a su crecimiento y su papel como secuestradores de CO_2 (Martínez Ballesta y otros, 2009).

Las especies autóctonas elegidas pueden agruparse en tres grupos de acuerdo a su área foliar individual como se observa en el Cuadro N° 2.

Balfourdendron riedelianum	A
Tipuana tipu	B
Tabebuia avellanedae	B
Prosopis nigra	D
Prosopis caldenia	D
Cordia trichotoma	A
Rutprechtia polystachya	A
Cedrela lilloi	B
Schinopsis balansae	C
Prosopis alba	C
Prosopis algarrobilla	D
Araucaria angustifolia	A
Araucaria araucana	E
Nothofagus dombeyi	E
Nothofagus pumilio	E

Cuadro N° 2: Especies autóctonas agrupadas en tres grupos (diferentes colores) según su área foliar de mayor a menor. En letras se muestra a que provincia fitogeográficas pertenece: A: Paranaense; B: de las Yungas; C: Chaqueña; D: del Espinal; E: Subantártica. Elaboración propia.

El volumen de vegetación de un elemento vegetal, especialmente en lo referente al volumen de follaje, está directamente relacionado con la forma que adopta la copa y sus dimensiones (Codina, 2003). El primer grupo presenta una copa de forma más esférica; en el segundo grupo predomina una forma elíptica; y el tercer grupo tiene una forma cónica, típica de las coníferas. Por ejemplo, todas las especies subantárticas presentan copas de menor tamaño, posiblemente por la falta de recursos, especialmente de temperatura; y por la caída de nieve, que rompería las ramas si estas fuesen más largas o más horizontales. Sin embargo, la forma de la copa y su dimensión está determinada por la expresión fenotípica de la especie para las condiciones del sitio. Ésta varía de un lugar a otro y es

modificable principalmente por intervenciones como la densidad y, en menor medida, las podas. En consecuencia, la máxima área foliar posible por hectárea estará determinada no sólo por la variante especie sino más bien por la interacción entre la especie y la densidad. De esta manera, no resulta fundamental la elección de una especie por su mayor área foliar individual pero sí es relevante conocer esta característica para poder equilibrarla modificando la densidad de la plantación para obtener el máximo área foliar poblacional. Al momento de la elección de la especie hay que recordar que para obtener un alta área foliar, la densidad de plantación en el tercer grupo deberá ser máxima; en el segundo, media; y menor en el primer grupo.

El siguiente punto a analizar es la tasa de crecimiento de cada especie. En este sentido, nos limitaremos al análisis de cada especie en su ambiente natural, no es el objetivo de este trabajo estudiar la interacción genotipo-ambiente y situar a las especies en ambientes nuevos. De la misma manera que con el área foliar, se muestra en el Cuadro N^{o} 3 cómo se dividieron las especies en tres grupos, en este caso, según su crecimiento: rápido, medio o lento.

Araucaria angustifolia	A
Rutprechtia polystachya	A
Balfourdendron riedelianum	A
Tabebuia avellanedae	B
Cordia trichotoma	A
Tipuana tipu	B
Cedrela lilloi	B
Prosopis alba	C
Prosopis nigra	D
Prosopis caldenia	D
Araucaria araucana	E
Schinopsis balansae	C
Prosopis algarrobilla	D
Nothofagus dombeyi	E
Nothofagus pumilio	E

Cuadro N^{o} 3: Especies agrupadas en tres grupos de crecimiento de mayor a menor. En letras se muestra a que provincia fitogeográficas pertenece: A: Paranaense; B: de las Yungas; C: Chaqueña; D: del Espinal; E: Subantártica. Elaboración propia.

Es de destacar que las especies de mayor crecimiento pertenecen en su mayoría a la provincia Paranaense, seguida por la provincia de las Yungas. Ambas provincias presentan climas cálidos y húmedos, brindado condiciones óptimas de crecimiento para todo tipo de vegetación. Esto produce mayores tasas de crecimiento en las especies analizadas y además, al existir una mayor competencia entre especies, las tasas son aún mayores. Dentro del primer grupo se destaca *Araucaria angustifolia*, con tasas de crecimiento levemente inferiores a la de los pinos resinosos como *Pinus elliottii* o *Pinus taeda* (Cozzo, 1995), especies

reconocidas por su alto crecimiento. También, hay que destacar el comportamiento de *Araucaria araucana* que si bien es una especie subantártica, tiene un rápido crecimiento (Tortorelli, 2009). Finalmente, a pesar de encontrarse en un clima cálido, destacamos a *Schinopsis balansae* por presentar un crecimiento lo suficientemente lento como para incluirla en el último grupo, esto se debe principalmente a la alta densidad de su madera y a la formación de taninos que requiere de un mayor esfuerzo metabólico.

Como fue mencionado, una alta tasa de crecimiento es fundamental para obtener altos niveles de secuestro de CO_2, por esta razón se deja momentáneamente de lado el análisis de las especies para dedicarnos al estudio de los ambientes. Las especies de mayor crecimiento se encuentran en las provincias fitogeográficas de mayor temperatura y precipitaciones, esto disminuye notoriamente las posibilidades de la provincia Subantártica, y en menor medida, de las provincias Chaqueña y del Espinal. Consideramos, entonces, oportuno estudiar únicamente los recursos que presentan las provincias Paranaense y de Yungas para su evaluación final. Dentro de los recursos para una plantación podemos encontrar: la superficie, la disponibilidad del material de propagación, mano de obra y/o maquinaria para la preparación del terreno, la plantación y el mantenimiento. Además, es necesario contar con la infraestructura comercial suficiente para vender los productos de las podas y raleos.

En cuanto a disponibilidad de recursos, Misiones, territorio principal de la provincia Paranaense, se posiciona como la provincia con mayores recursos por ser la provincia argentina con mayor cantidad de hectáreas de bosques cultivados como se puede apreciar en el Cuadro N^{o} 4.

Provincia – Región	Coníferas	Eucalipto	Salicáceas	otras	totales
Misiones	313.721	24.911	0	46.316	384.948
Corrientes	232.461	95.773	0	810	329.044
Entre Ríos	11.712	90.048	15.919	13.386	131.065
Buenos Aires	6.905	36.920	47.826	8.118	99.769
Patagonia	48.320	0	19.595	695	68.610
Noroeste NOA	6.898	16.054	204	756	23.912
Centro	34.221	12.095	2.483	0	48.799
Resto	1.749	3.031	23.377	1.351	29.508
totales	655.987	278.832	109.404	71.432	1.115.655

Cuadro N^{o} 4: Superficie de bosques cultivados (has) de diferentes especies. Fuente: Braier, 2004.

Si bien las especies cultivadas son en su mayoría exóticas, es la provincia con mayor diversidad de especies implantadas, alguna de las cuales son autóctonas. El 84% de esta superficie corresponde a coníferas, perteneciendo el 90% al género *Pinus* y el 10% a *Araucaria angustifolia*. Puede decirse que en ella se encuentran los mayores crecimientos de pinos del país llegando en ciertos casos a 35 – 40 m3/ha /año (Sanchez Acosta, 2005). Desde el punto de vista de la productividad forestal, la provincia se encuentra catalogada entre las mejores a nivel mundial. Misiones reúne aproximadamente el 40% de la producción forestal nacional, concentrada en el mercado de coníferas (Gunther y otros, 2008). La mayor superficie de bosques cultivados garantiza una mayor concentración de

mano de obra y maquinaria especializada. Además, como se muestra en el Gráfico N° 9, hay una gran presencia de la industria de celulosa, tirantes, chapas y tableros, lo que facilita la venta de los subproductos forestales.

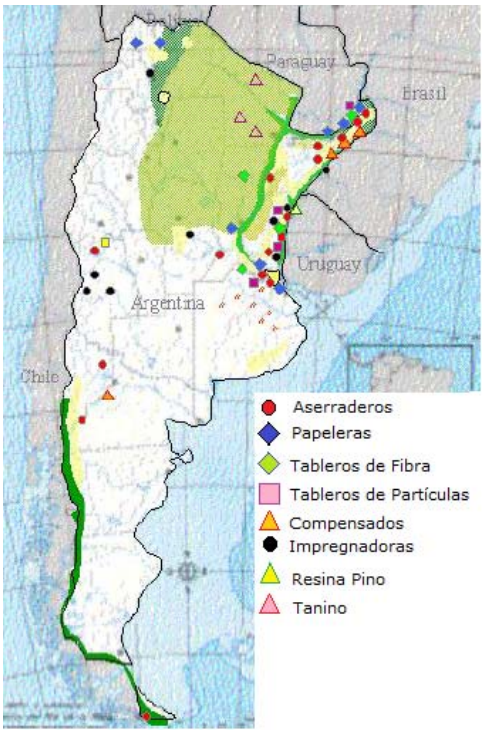

Gráfico N° 9: Esquema de la ubicación de las principales industrias. Fuente: Sanchez Acosta, 2005.

En el caso de la provincias de Salta, Jujuy y Tucumán, siendo las principales provincias del territorio de las Yungas, el escenario es prácticamente opuesto. La problemática más importante del sector según Brown y otros (2007), puede ser la falta de cultura forestal generalizada en la región, que impide ver las ventajas de un buen manejo forestal. Esta falta de cultura forestal puede tener varias explicaciones. Primero, una muy limitada experiencia temporal en el manejo forestal. La actividad forestal se desarrolló en la región con la llegada del ferrocarril, en la década de 1870, pero empezó a ser realmente intensiva desde hace solamente unos 50-60 años con la adquisición de maquinaría específica. Así, hasta hace relativamente poco tiempo, las explotaciones estuvieron concentradas en el aprovechamiento de bosques vírgenes, sin ningún manejo. Si bien las demás provincias presentan una historia similar, pocas industrias forestales se instalaron en la zona, por problemas de infraestructura mayormente, debilitando el desarrollo del mercado regional. Entonces, hay muy poca experiencia y muy pocos conocimientos sobre la reacción de bosques cultivados que resulta en una baja cantidad de hectáreas de bosques cultivados como se mostró en el Cuadro N° 4. Por otra parte, no hay una formación de técnicos o ingenieros forestales orientados a la problemática forestal de la región de Yungas aunque sí existe una licenciatura de Recursos Naturales con especialización en Yungas en Salta. Las

cuatro facultades forestales del país se ubican en Buenos Aires, Misiones, Patagonia y Santiago del Estero. Así, la mayoría de los profesionales involucrados en el área forestal regional tiene una formación orientada a otros sistemas forestales o, si son de la región, de agrónomos o técnicos en recursos naturales, sin una orientación específica a la temática forestal. Si bien es una región con grandes oportunidades y fortalezas, no se han sabido aprovechar.

En consecuencia, la provincia de Misiones es la que no sólo presenta las mejores condiciones ambientales para el crecimiento de las plantaciones forestales, sino que además, dispone de un amplio espectro de recursos necesarios para el éxito de las mismas. Se consideró a esta provincia como la mejor opción para desarrollar el proyecto. Una vez elegida la especie, se analizará la localización exacta del proyecto.

Volviendo a la especie, queda definir dentro de las anteriormente descriptas para la provincia Paranaense, qué especie se seleccionará. De las cuatro especies principales que se analizaron, solamente tres tienen altas tasas de crecimiento: *Araucaria angustifolia*, *Rutprechtia polystachya y Balfourodendron riedelianum*. Las tres especies tienen características deseables para este tipo de plantaciones como son su crecimiento y los volúmenes de madera logrados. Sin embargo, *Araucaria angustifolia* se destaca dentro de este grupo por abarcar otras características que la hacen más interesante aún. Primero, es una especie que se cultiva desde hace más de 60 años, existe numerosa bibliografía y trabajos de experimentación desarrollados al respecto que mejoran la toma de decisiones y minimizan los errores en el diseño del proyecto. Por ejemplo, en el INTA se cuenta con más de 74 publicaciones sobre *Araucaria angustifolia*, algo que no sucede con ninguna de las otras especies. En segundo lugar, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) la incluyó en 2006 en su Lista Roja de especies amenazadas como especie en peligro crítico, a sólo un estadio de ser declarada en extinción. Para un proyecto sustentable, tener la posibilidad de basarse en una especie en peligro de extinción genera un valor agregado. Por todas estas ventajas más las revisadas anteriormente, se decidió elegir a *Araucaria angustifolia* como la especie a ser plantada.

Queda por determinar exactamente dónde se emplazará la plantación. Según el estudio de las Zonas Agroeconómicas Homogéneas elaborado por Gunther y otros (2008), la provincia de Misiones se subdivide en 5 zonas. Las zonas comparten características similares de suelos, clima y uso del suelo, como también aspectos sociales, productivos, económicos e institucionales. Las 5 zonas se muestran en el Gráfico N^{o} 10.

Zonas	Departamentos
1	**Noroeste**. Eldorado, Iguazú, Montecarlo
2	**Oeste**. Libertador General San Martín y San Ignacio
3	**Noreste.** General Belgrano, San Pedro y Guaraní
4	**Centro**. Cainguás, Oberá, Leandro N. Alem, 25 de Mayo, San Javier
5	**Sur**. Capital, Apóstoles, Candelaria y Concepción.

Gráfico N° 10: Zonas agroeconómicas homogéneas de Misiones. Fuente: Gunther y otros, 2008.

La zona del Noroeste se presenta como la mejor opción ya que contiene el 58% de las plantaciones forestales de la provincia. Al mismo tiempo, concentra el 62% de la capacidad industrial del sector forestal, integrada por industrias de trituración-celulosa, tableros de partículas, energía eléctrica, tablas y tirantes, chapas y secciones de remanufactura, industrias integradas verticalmente y la mayoría de las PyMEs exportadoras de productos remanufacturados. Además, es el área donde aún existen la mayor cantidad de bosques naturales de esta especie (Tortorelli, 2009).

Se pretende establecer la plantación en un agroecosistema sustentable por lo que se eligió realizarla en una capuera joven de no más de 4 años. Se busca reforestar y enriquecer áreas degradadas empleando especies nativas, para mantener la biodiversidad y recuperar el ecosistema (Barth y otros, 2008). Si bien se preparará el terreno para la plantación se dejarán franjas de capuera que den lugar a la fauna y flora natural, tratando de balancear la productividad y la sustentabilidad.

Resumiendo, se eligió realizar una plantación de *Araucaria angustifolia* en una capuera joven de 65 hectáreas en el Departamento de Eldorado, Misiones.

Elección del mercado objetivo

Cada mercado presenta oportunidades y debilidades propias que se deben analizar porque determinarán el futuro éxito o fracaso de la plantación. Los diferentes mercados tienen rangos de precios distintos que impactan directamente

en el ingreso bruto. Además, los mercados también pueden modificar la matriz de costos ya que algunos mercados requieren de ciertos protocolos que establecen pautas de producción y métodos de trabajo específicos. Por otro lado, pueden agregar costos, como en el caso de las certificaciones que son necesarias para ingresar al negocio y/o para permanecer en él. Las variaciones en los ingresos brutos y en los costos totales, repercuten en la escala del negocio. Plantaciones con altos costos y pocos ingresos necesitarán de mayor superficie que plantaciones con bajos costos y altos ingresos para generar la misma ganancia final. Por estas razones, se considera de fundamental importancia la correcta elección del mercado objetivo.

Antes de continuar, es necesario establecer los criterios que se utilizaron para el análisis de los mercados. En primer lugar, el objetivo es maximizar el resultado económico por hectárea. Por lo general las plantaciones forestales abarcan grandes superficies ya que la rentabilidad por hectárea es media a baja y se necesita esta superficie para que los proyectos sean viables. Consideramos que éste es uno de los principales problemas de la forestación actual por lo que se intentó buscar alternativas que mejoren los resultados económicos. En segundo lugar, se buscó un mercado donde la plantación pudiera diferenciarse de proyectos forestales de otros lugares del mundo y que esta diferencia también se pudiera recuperar en el precio de venta. La diferenciación del producto queda fundamentada únicamente sí el mercado se encuentra dispuesto a pagar un extra por una plantación que es distinta en su diseño y que realmente ofrece un mayor valor agregado. En tercer lugar, el mercado objetivo debía presentar una demanda en aumento y estar, por lo menos, parcialmente insatisfecha. Esto le proporciona una cierta estabilidad al proyecto y permite recuperar la inversión inicial con mayor rapidez, algo de vital importancia en cualquier tipo de proyecto. Por último, por tratarse de un mercado en pleno desarrollo y crecimiento, se decidió ingresar en un mercado donde la inversión inicial o costos de iniciación fuesen lo más bajo posible. Se consideró que por tratarse de un mercado nuevo, era importante trabajar con cautela pensando a largo plazo y, en todo caso, una vez iniciada la plantación y con mayor experiencia, se podría modificar levemente el proyecto para apuntar a otros mercados. El éxito de esta experiencia podría convertirse en la piedra fundamental para nuevos y, tal vez, más ambiciosos proyectos.

Anteriormente, se describieron tres tipos de mercados diferentes que se encuentran englobados bajo el nombre genérico de “Mercados de Carbono”o “Mercados ambientales”. Los mercados son: el mercado regulado de certificados de reducción de emisiones (CERs), el mercado voluntario de verificaciones de reducciones de emisiones (VERs) y el mercado de venta de árboles en plantaciones. Los primeros dos son similares porque negocian certificados o verificaciones de reducciones de emisiones comprobadas, mientras que la venta de árboles se basa en estimaciones de secuestro de CO_2, dicha estimación puede ser mayor o menor a la real. Habiendo definido los mercados, pasamos a su análisis.

En primer lugar, se analizaron los precios de venta promedio de cada mercado para estimar el ingreso bruto por hectárea. Si bien los costos son diferentes, para este análisis sólo nos centramos en el ingreso, manteniendo

constante los costos para poder llevar a cabo la comparación. El mercado de CERs y VERs se dedica a la venta de certificados y verificaciones, respectivamente. Éstos equivalen a una tonelada de CO_2 que se deja de emitir a la atmósfera o, en este caso, una tonelada de CO_2 que se absorbe de la atmósfera. Entonces, para el análisis, es importante conocer qué cantidad de CO_2 podría absorber una hectárea de *Aracucaria angustifolia* en una capuera joven de Eldorado. Tomando ensayos del INTA de la Estación Experimental Agropecuaria Montecarlo (INTA EEA Montecarlo) se realizaron los cálculos de CO_2 absorbido en una hectárea utilizando metodología de Vallejos y otros (2007). Se estimó que para las condiciones del proyecto una hectárea absorbería en 30 años más de 720 tn de CO_2 dando un promedio de 24 tn de CO_2/año dando 24 CERs o VERs por hectárea/año. Como muestra el Cuadro N° 5 este valor se lo analizó con tres escenarios posibles de precios: optimista, conservador y pesimista.

	Precio CER (U$/unidad)	Ingreso Bruto CERs (U$/ha)
Optimista	10,00	7.200,00
Conservador	5,00	3.600,00
Pesimista	2,50	1.800,00

	Precio VER (U$/unidad)	Ingreso Bruto VERs (U$/ha)
Optimista	15,00	10.800,00
Conservador	6,00	4.320,00
Pesimista	2,00	1.440,00

Cuadro N° 5: Ingresos Brutos por hectárea por venta de CERs y VERs, respectivamente. Elaboración propia.

Para el análisis del mercado de venta de árboles en plantación, se utilizó la densidad de 2500 árboles/ha, la misma que utiliza INTA EEA Montecarlo en sus ensayos (Keller y otros, 2008) y, además, se analizaron los mismos tres escenarios de precios posibles como se aprecia en el Cuardo N° 6.

	Precio árbol (U$/unidad)	Ingreso Bruto por árboles (U$/ha)
Optimista	9,00	22.500,00
Conservador	6,00	15.000,00
Pesimista	3,00	7.500,00

Cuadro N° 6: Ingresos Brutos por hectárea por venta de árboles. Elaboración propia.

Los Ingresos Brutos (IB) proyectados en los tres escenarios de precios para la venta de árboles en plantaciones, son superiores, con excepción del escenario optimista del mercado de VERs, a todos los demás escenarios y mercados analizados. Esta diferencia posiciona al mercado de venta de árboles como la opción más interesante ya que tiene un IB medio que es 270% y 350% mayor a los IB de los mercados de VERs y CERs, respectivamente.

En segundo lugar, se realizó un estudio de los tres mercados para conocer si en la fijación del precio de venta de las unidades, existe algún tipo de diferenciación entre los proyectos negociados. En el caso de los CERs, los mismos se negocian como commodities, se encuentran estandarizados de acuerdo a los protocolos establecidos por el IPCC y lo único que puede mejorar sus precios son la cantidad de certificados que se ofrecen. En este sentido, a mayor oferta de CERs provenientes de un sólo proyecto, mejores precios recibe pero no es por un valor propio del proyecto sino que es por una mejor posición de negociación. Los VERs, si bien también cuentan con un sistema de estandarización, por tratarse de un mercado no regulado, hay una cierta diferenciación entre los proyectos. Muchas empresas se dedican a comprar VERs de industrias o actividades que les parece oportuno fomentar, como por ejemplo las mejoras en la industria eléctrica. Cabe remarcar, que los proyectos forestales son los que menos interés provocan en los compradores porque estos, por lo general, no ofrecen ningún agregado de valor[5]. Por último, en el mercado de venta de árboles sí existe la diferenciación. Esto se debe principalmente a la gran cantidad de plantaciones que se realizan en diferentes lugares y con diferentes especies; y por el hecho de que el cliente particular, quien es el que toma la decisión final de participar o no en la plantación, espera obtener el mayor rédito de su dinero a través de mejoras ambientales por lo que el diseño del proyecto es fundamental.

Tercero, se analizó la demanda en los tres mercados. Como se mencionó anteriormente y se mostró en el Gráfico N^{o} 5, la demanda por los CERs está en baja desde la crisis económica del 2008. No sólo bajó la demanda por una menor emisión de gases debido a una menor actividad de las industrias sino que muchas de ellas debieron recortar gastos y los CERs se vieron seriamente afectados. El caso de los VERs es similar, aunque en este caso la caída de precios no se notó debido al retrasado que mostraban los precios de los mismos, que llegaron a cotizar a un tercio del valor de los CERs. Al existir algún grado de diferenciación entre proyectos, la demanda presiona sobre los proyectos más sofisticados y hace pocas ofertas por proyectos simples o de menor integración, lo que deprime los precios. En la situación contraria, encontramos al mercado de árboles. La sociedad civil es cada vez más consciente de la necesidad de cuidar el medio ambiente. Cabe destacar que las nuevas generaciones son las que impulsan con mayor fuerza estos cambios y son quienes están más preocupados por el futuro del planeta. Estos jóvenes son la base de la pirámide poblacional por lo que la demanda se encuentra en continuo aumento, algo que se ejemplificó anteriormente en el Gráfico N^{o} 7.

Por último, se analizaron los costos adicionales que genera el ingreso a cada mercado en particular y se consideró que los costos productivos eran iguales para todos los mercados. En el caso del mercado de CERs, la validación, registro, verificación, certificación y emisión de CERs genera un costo adicional de U$ 32.000 a U$ 65.000 dependiendo del tamaño del proyecto (ver Anexo I). Como era de esperar, en el caso del mercado de VERs los costos de los mismos procesos

5 Surge de la entrevista con Arturo Brandt, de la consultora ambiental TFS Green, Chile.

son menores totalizando la suma de U$ 25.000 por proyecto. El mercado de venta de árboles no requiere ningún tipo de gasto en validaciones y registros, sin embargo, es conveniente obtener algún tipo de certificación, como por ejemplo la certificación forestal FSC, para demostrar que se cumplen con los estándares ambientales internacionales. En este caso, la certificación, que remarcamos no es obligatoria, costaría U$ 7.000 por proyecto. Concluimos que el mercado de venta de árboles tiene un costo inicial mucho menor.

Resumiendo, la opción de venta de árboles en plantaciones cumple con todos los objetivos propuestos. En consecuencia, se decidió elegir a este mercado como el mercado objetivo esperando obtener una mejor rentabilidad.

Preparación del terreno e implantación

El primer paso en toda plantación es la de preparar el terreno. Esta preparación busca mejorar las condiciones del suelo y restar cualquier tipo de incidencia de malezas o plagas que puedan llegar a disminuir el número de plantas logradas. Los objetivos de una buena preparación son el de lograr que el mayor número de plantas sobreviva al período de implantación, y que ofrezca condiciones futuras óptimas para el normal desarrollo y crecimiento de la plantación.

Como en este caso trabajamos con el objetivo de mantener un agroecosistema sustentable, se decidió dejar franjas de capuera inalteradas para mantener la biodiversidad. Las franjas son de 60 metros de ancho, siguiendo el criterio de la fajas ecológicas (Ley XVI N°53 de la Prov. de Misiones) y se dejan cada 470 metros de plantación con una faja final uniendo a las demás, haciendo de corredor como muestra el Gráfico N° 11. De esta manera se mantiene un área sin perturbar de aproximadamente 13%.

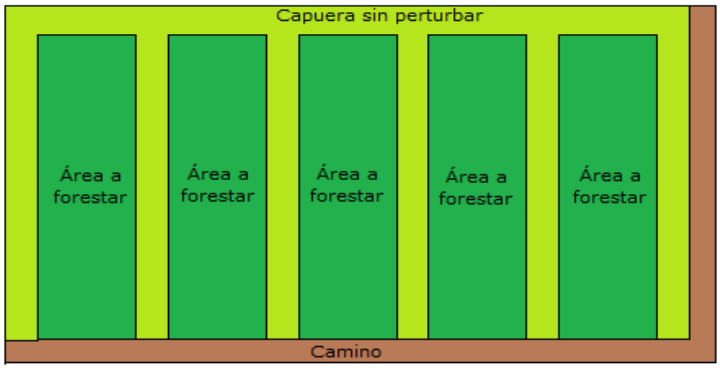

Gráfico N° 11: Esquema de las fajas de capuera sin perturbar.

Dentro de lo que sería el área real a preparar, los trabajos consisten en eliminar la vegetación de la capuera para mejorarla con la inclusión de *Araucaria*. El primer trabajo es la delimitación de la parcela y luego se procede a la eliminación, en primer lugar, de la vegetación leñosa, y luego, de la vegetación herbácea. La eliminación de la parte leñosa comienza con el apeo y picado de los troncos, continuando con la recolección y apilado del mismo. Hay que recordar, que en situaciones normales, este material es comúnmente quemado, algo que en este caso no se hará sino que se buscará esparcirlo en el lote o se lo destinará para algún otro uso como relleno de zanjas o para hacer humus. Finalmente, la vegetación restante se la elimina con una pasada de rastra cruzada.

Las hormigas cortadoras de los géneros *Atta* y *Acromyrnex* son una gran amenaza para los plantines forestales. Lo que ocurre es que en esta zona se desarrollan con una agresividad mayor y hay una gran cantidad de individuos por hectárea. Generalmente en los terrenos de desmonte donde tal vez el hombre nunca desarrolló allí su actividad, la hormiga se vuelve muy agresiva porque se le cambia de alguna forma el hábitat (Hoyos, 2009). Construye colonias que pueden tener varios cientos de metros cuadrados de superficie por debajo del terreno. Se trabajaba controlando las bocas, pero es dificultoso encontrar todas las bocas activas. Esta hormiga corta material verde y son de gran riesgo en el período de implantación. Por esta razón, al momento del preparado del terreno se realiza el control de hormigas con insecticidas granulados.

El trabajo de implantación comienza con la marcación de los surcos con un subsolador para facilitar la plantación. A pesar de que *Araucaria* es una de las especies indígenas que mejor se prestan a la siembra directa (Tortorelli, 2009), no se utilizará este sistema ya que se consideró riesgoso. Los clientes pagan por los árboles con el fin de obtener una plantación y el proyecto garantiza su supervivencia individual hasta el segundo año de vida, momento en el que cada individuo pierde su identidad y comienza el manejo como plantación propiamente dicha. En este sentido, es más seguro llevar a plantar los plantines que realizar la siembra directa ya que esta puede fallar o tener coeficientes de logros muy bajos debido a climas adversos (Cozzo, 1995). A los 30 días se hace la reposición de fallas para que la plantación logre la densidad deseada de 2500 plantas/ha. El marco de plantación es de “2x2” siendo 2 metros de separación entre hileras y 2 metros entre plantas.

Manejo de la plantación hasta los 5 años

El manejo de la plantación se dividió en dos: hasta los 5 años y después de los 5 años. Esto se justifica por el hecho de que a los 5 años, la plantación se considera lograda y son menores los cuidados a realizar.

Los trabajos culturales se pueden realizar de manera manual, manual y con maquinarias, y con maquinarias y agroquímicos. Siguiendo el lineamiento de

mantener un agroecosistema sustentable, se optó por el trabajo manual. Los trabajos durante los primeros 5 años apuntan a controlar el crecimiento de las malezas y prevenir el ataque de las hormigas. En este sentido, las actividades principales son las carpidas, el corte de malezas con machete y el mencionado control de hormigas. Un buen trabajo durante estos años producirá una plantación lograda con menos del 20% de fallas, es un arduo trabajo que requiere de constancia. Sin embargo, a medida que pasan los años, la rusticidad de los árboles aumenta y disminuyen los cuidados necesarios.

Manejo después de los 5 años y finalización de la plantación

A partir del 5to año, la plantación necesita de limpiezas de malezas mínimas ya que los árboles comienzan a sombrear el suelo impidiendo el crecimiento de vegetación. Durante los siguientes años se desarrollaran las prácticas silvícolas, como las podas y los raleos, que oportuna y adecuadamente realizadas, condicionan en gran medida la calidad y cantidad de los productos a obtener de la plantación.

El objetivo de la plantación es lograr el máximo volumen de madera posible por hectárea. Crechi y otros (2009), en relación al crecimiento y producción forestal, establecieron que en un rodal forestal sin raleo la producción bruta por unidad de área, a largo plazo, es aproximadamente igual a la producción total que sería obtenida por el valor acumulado de las producciones intermedias, los raleos, sumadas a la producción obtenida en la corta final. Esto quiere decir que excluyendo los extremos de densidades de un rodal, la producción total en volumen es semejante para diferentes niveles de densidad (Ahrens, 1997). Esta teoría está basada en el hecho de que el medio ambiente puede soportar una determinada biomasa con una determinada superficie foliar por hectárea, siendo, por lo tanto, el incremento en volumen, una función de la calidad de sitio. Schneider y otros (1991), citan que las áreas manejadas con raleos fuertes producían menos volumen total por hectárea que con raleos suaves, aún cuando los fuertes proporcionaban mayor crecimiento en el área basal, sin embrago, en estos casos los árboles tienen menor altura y mayor conicidad. En ensayos en *Araucaria angustifolia* se observó que raleos suaves con intervalos intermedios, cada 4 años, también producen el mismo volumen por hectárea pero de un diámetro basal mayor (Crechi y otros, 2009), produciendo madera de mayor valor.

De esta manera, al igual que en las experimentaciones descriptas por Gotz en 1992 que aún utilizan empresas como Alto Paraná, se diseño un plan de raleos cada 4 años, siendo el primero a los 9 años de la plantación. El tipo de raleo seleccionado fue selectivo por lo bajo, con el siguiente orden de extracción: árboles dominados, árboles intermedios y árboles codominantes defectuosos. La intensidad de raleo se definió por el área basal y se utilizó una intensidad del 33% del área basal de un área testigo sin raleos (Crechi y otros, 2009). De esta manera

se garantiza un punto medio entre máximo volumen por hectárea y máxima calidad maderable, manteniendo costos medios debido a los turnos de raleo que también son intermedios. Así mismo, no se realizaran trabajos de poda, algo normal en el manejo de *Araucaria* ya que sus ramas se desprenden de manera natural. La plantación finaliza a los 30 años, dejando en pie aproximadamente 400 árboles como bosque implantado, densidad que finalmente logra un rodal de *Araucaria* a esa edad utilizando densidades de plantación mayores o menores (Keller y otros, 2008). Si bien el objetivo lógico sería la tala rasa, se creyó conveniente finalizar el proyecto en este momento y dejar que esos árboles financien a futuro la nueva plantación del lote y, por qué no, de nuevas áreas. No tendría sentido realizar una estimación del valor de la madera de esa tala ya que es prácticamente imposible predecir, dentro de 30 años, un mercado tan fluctuante como el de los maderables.

RESULTADOS

La finalidad del trabajo es la de determinar si estas plantaciones forestales con el propósito de secuestrar CO_2 son rentables, porque como se me mencionó con anterioridad, la concreción de las mismas depende de la obtención de una rentabilidad positiva.

Para la evaluación, se decidió analizar los costos de la plantación divididos por etapas para luego elaborar el flujo de caja. En el caso de los ingresos, estos se estimaron utilizando un rango de precios de venta de los árboles en base al estudio de los precios de árboles de proyectos similares en todo el mundo. Además, se incluyeron los ingresos producto de los raleos a partir del 9no año. Finalmente, para analizar una posible inversión, se analizaron estos valores utilizando los métodos de la tasa interna de retorno (TIR) y el cálculo del valor actual neto (VAN).

Análisis de costos

Los costos de producción se detallan en el Cuadro N^{o} 7 y pueden revisarse completos en el Anexo II.

AÑO	ACTIVIDAD	COSTO ($ / ha)	OBSERVACIONES
1º	Preparación del terreno	$ 2.848	Incluye las tareas necesarias para acondicionar el área para la mecanización posterior de las tareas.
	Plantación y reposición de fallas.	$ 9.549	Reposición de fallas hasta un 15%.
	Mantenimiento en la 1er. Primavera.	$ 580	Incluye control periódico de hormigas hasta fin de 1er. año calendario.
	Subtotal año 1:	**$ 12.977**	
2º	Mantenimiento en el 1er. Verano-Otoño.	$ 945	Incluye el control periódico de hormigas y malezas de manera manual.
	Mantenimiento en la 2da. Primavera.	$ 445	
	Subtotal año 2:	**$ 1.390**	
3º	Mantenimiento en el 2do. Verano-Otoño.	$ 490	Incluye el control periódico de hormigas y malezas de manera manual.
	Mantenimiento en la 3er. Primavera.	$ 290	
	Subtotal año 3:	**$ 780**	
4º	Mantenimiento anual	$ 1.230	Incluye el control periódico de hormigas y malezas de manera manual.
	Subtotal año 4:	**$ 1.230**	
5º	Mantenimiento anual	$ 470	Incluye el control periódico de hormigas y malezas de manera manual.
	Subtotal año 5:	**$ 470**	
SUBTOTAL PLANTACIÓN LOGRADA		**$ 16.847**	
9º	Raleo	$ 2.000	
	Subtotal año 5:	**$ 2.000**	
13º	Raleo	$ 2.000	
	Subtotal año 5:	**$ 2.000**	
SUBTOTAL RALEOS		**$ 4.000**	
TOTAL GENERAL:		**$ 20.847**	

Cuadro N^{o} 7: Costos totales de la plantación en $ (pesos). Elaboración propia.

Para el análisis de los costos propuestos, se incluyeron los primeros dos raleos. Hay que tener en cuenta que estos costos no son por hectárea total ya que hay que tener en cuenta que un 13% de la misma mantiene a la capuera natural.

Además, hay que agregar el costo y mantenimiento de una página web, ésta funciona de enlace entre el proyecto y los compradores. En ella los compradores se interiorizan del proyecto, calculan sus emisiones, calculan cuantos árboles son necesarios para equilibrarlas y finalmente, compran los árboles. Esto simplifica el proceso de venta y cobranza ya que todo se realiza en un mismo lugar.

Flujo de caja

El flujo de caja es un informe financiero que presenta un detalle de los flujos de ingresos y egresos de dinero que tiene una empresa en un período dado. Algunos ejemplos de ingresos son los ingresos por venta de árboles y por el cobro del material de los raleos. Ejemplos de egresos, son el pago de la mano de obra, pago de insumos, etc. La diferencia entre los ingresos y los egresos se conoce como saldo o flujo neto, por lo tanto constituye un importante indicador de la liquidez de la empresa. Si el saldo es positivo significa que los ingresos del período fueron mayores a los egresos; si es negativo significa que los egresos fueron mayores a los ingresos.

Para elaborar un flujo de caja debemos contar con la información sobre los ingresos y egresos de la plantación. El diagrama de flujo lo podemos elaborar para el nuevo proyecto y luego determinar el VAN y la TIR, incorporando las tasas de interés bancarias y los costos de oportunidad de hacer este u otro negocio. Como vemos, el flujo de caja es uno de los mejores aliados en cualquier proyecto de inversión. En base a la información que nos entrega con el saldo neto, podemos tomar decisiones estratégicas para el futuro.

En el Cuadro N^{o} 8 se muestra el detalle del flujo de caja. Para los cálculos, se utilizó una superficie de 10 hectáreas ya que los trabajos de preparación del terreno y de implantación, no pueden realizarse únicamente para 1 hectárea porque los costos aumentarían y, en la práctica, sería difícil encontrar mano de obra y maquinaria dispuesta a trabajar una superficie tan pequeña. La misma se trabaja en dos turnos de 5 hectáreas, las primeras hectáreas en el primer año y las restantes en el tercer año. Los productos del raleo se calcularon utilizando los valores de productos forestales de Mayo (Colegio de Ingenieros Forestales de Misiones, 2012). Sin embargo, no se aumentó el precio de los árboles, práctica que podría utilizarse en caso de fuertes aumentos en los costos. Finalmente se llevo a cabo el flujo de caja teniendo en cuenta tres precios de venta por árbol: $5, $10 y $15.

Flujo de Caja
Precio de venta: $5

	Año										
Detalle Ingresos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 – 20	20 – 30
Venta de árboles	62500	0	62500	0	0	0	0	0	0	0	0
Productos de los raleos	0	0	0	0	0	0	0	0	11000	84500	146000
Detalle Egresos											
Página web y hosting	5300	800	800	800	800	800	800	800	800	8000	8000
Preparación del terreno	14280	0	18564	0	0	0	0	0	0	0	0
Plantación y reposición	47745	0	62068,5	0	0	0	0	0	0	0	0
Mantenimiento	2900	6950	6800	13100	6250	6150	2350	0	0	0	0
Raleos	0	0	0	0	0	0	0	0	2500	12500	10000
Saldo Neto	-7725	-7750	-25732,5	-13900	-7050	-6950	-3150	-800	7700	64000	128000
Saldo Neto Acumulado	-7725	-15475	-41207,5	-55107,5	-62157,5	-69107,5	-72257,5	-73057,5	-65357,5	-1357,5	126642,5

Flujo de Caja
Precio de venta: $10

	Año										
Detalle Ingresos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 – 20	20 – 30
Venta de árboles	125000	0	125000	0	0	0	0	0	0	0	0
Productos de los raleos	0	0	0	0	0	0	0	0	11000	84500	146000
Detalle Egresos											
Página web y hosting	5300	800	800	800	800	800	800	800	800	8000	8000
Preparación del terreno	14280	0	18564	0	0	0	0	0	0	0	0
Plantación y reposición	47745	0	62068,5	0	0	0	0	0	0	0	0
Mantenimiento	2900	6950	6800	13100	6250	6150	2350	0	0	0	0
Raleos	0	0	0	0	0	0	0	0	2500	12500	10000
Saldo Neto	54775	-7750	36767,5	-13900	-7050	-6950	-3150	-800	7700	64000	128000
Saldo Neto Acumulado	54775	47025	83792,5	69892,5	62842,5	55892,5	52742,5	51942,5	59642,5	123642,5	251642,5

Flujo de Caja
Precio de venta: $15

	Año										
Detalle Ingresos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 – 20	20 – 30
Venta de árboles	187500	0	187500	0	0	0	0	0	0	0	0
Productos de los raleos	0	0	0	0	0	0	0	0	11000	84500	146000
Detalle Egresos											
Página web y hosting	5300	800	800	800	800	800	800	800	800	8000	8000
Preparación del terreno	14280	0	18564	0	0	0	0	0	0	0	0
Plantación y reposición	47745	0	62068,5	0	0	0	0	0	0	0	0
Mantenimiento	2900	6950	6800	13100	6250	6150	2350	0	0	0	0
Raleos	0	0	0	0	0	0	0	0	2500	12500	10000
Saldo Neto	117275	-7750	99267,5	-13900	-7050	-6950	-3150	-800	7700	64000	128000
Saldo Neto Acumulado	117275	109525	208793	194892,5	187843	180893	177743	176943	184643	248642,5	376642,5

Cuadro Nº 8: Flujos de caja de la plantación tomando tres precios de venta de árboles: $5, $10 y $15.

Analizando los flujos de caja, se observa una alta liquidez con los precios de venta de $10 y $15. Ésta se debe principalmente a que la plantación de los árboles se realiza luego de haber cobrado y, además, a esos precios los ingresos son mucho mayores a los egresos totales y siempre mantienen el saldo neto acumulado positivo. En el caso del precio de venta de $5, el proyecto necesita de financiamiento hasta el año 10 que es cuando se comienza a obtener ingresos por los raleos, momento en el que el proyecto torna positivo su saldo neto y su saldo neto acumulado.

Hay que recordar que un flujo de caja más parejo se daría en el caso de tener plantaciones año a año pero como se mencionó anteriormente, no es posible realizar trabajos en superficies muy pequeñas y por tratarse de un modelo de negocio nuevo en el país donde únicamente se plantan los árboles comprados, es difícil estimar o proyectar la cantidad de árboles que se plantarán al comienzo.

Posiblemente, a medida que transcurran los años, se podrá diagramar la plantación con mayor exactitud.

Análisis de la tasa interna de retorno (TIR)

En un proyecto empresarial es muy importante analizar la posible rentabilidad del proyecto y sobre todo si es viable o no. Cuando comienza un proyecto, hay que invertir un capital y se espera obtener una rentabilidad a lo largo de los años. Esta rentabilidad debe ser mayor al menos que una inversión con poco riesgo, de lo contrario es más sencillo invertir el dinero en dichos productos con bajo riesgo en lugar de dedicar tiempo y esfuerzo a la creación del proyecto.

Un parámetros muy usado a la hora de calcular la viabilidad de un proyecto es la Tasa Interna de Retorno (TIR) (Pena, 2006). Este concepto se basa en la estimación de los flujos de caja que tiene el proyecto. La TIR representa la rentabilidad a través de los años que dura el proyecto. Si la TIR es alta, estamos ante un proyecto rentable, que supone un retorno de la inversión (Hareau, 1977). Sin embargo, si el TIR es bajo, posiblemente podríamos encontrar otro destino para nuestro dinero.

Por lo general a la TIR se la compara con alguna tasa que se denomina tasa de corte. En este caso, utilizamos una tasa de corte del 10%, mismo valor que se utilizará en el análisis del valor actual neto (VAN).

En el Cuadro N^{o} 9 se observan las diferentes TIR obtenidas con el flujo de caja del proyecto para cada precio de venta específico.

Precio de venta: $15	
	($)
Inversión inicial	-43452,5
Flujo de Caja 1	160727,5
2	-8792
3	97074,5
4	-20723
5	-11731
6	-13169
7	-6235
8	-800
9	200
10	-800
11	200
12	-800
13	4950
14	-800
15	4950
16	-800
17	10200
18	-800
19	10200
20	-800
21	22200
22	-800
23	22200
24	-800
25	29200
26	-800
27	29200
28	-800
29	-800
30	-800
TIR	16,63%

Precio de venta: $10	
	($)
Inversión inicial	-43452,5
Flujo de Caja 1	98227,5
2	-8792
3	34574,5
4	-20723
5	-11731
6	-13169
7	-6235
8	-800
9	200
10	-800
11	200
12	-800
13	4950
14	-800
15	4950
16	-800
17	10200
18	-800
19	10200
20	-800
21	22200
22	-800
23	22200
24	-800
25	29200
26	-800
27	29200
28	-800
29	-800
30	-800
TIR	14,35%

Precio de venta: $5	
	($)
Inversión inicial	-43452,5
Flujo de Caja 1	35727,5
2	-8792
3	-27925,5
4	-20723
5	-11731
6	-13169
7	-6235
8	-800
9	200
10	-800
11	200
12	-800
13	4950
14	-800
15	4950
16	-800
17	10200
18	-800
19	10200
20	-800
21	22200
22	-800
23	22200
24	-800
25	29200
26	-800
27	29200
28	-800
29	-800
30	-800
TIR	9,71%

Cuadro Nº 9: Flujos de Caja y valores de TIR para cada precio de venta de árboles. Elaboración propia.

Se tomó como capital inicial a la inversión en la página web y el pago de la preparación del terreno que debe realizarse con bastante anticipación. Además, se tomo la mitad del costo de implantación porque en el caso de los plantines en maceta, estos se deben pedir y señar en los viveros con anticipación.

Para los precios de venta evaluados, se observó, como era de esperarse, que la TIR fue aumentando a medida que aumentó el precio de venta. La TIR fue máxima para los $15, intermedia para los $10 y mínima para los $5. Sin embargo, hay que destacar que los valores obtenidos en los dos precios de venta mayores, son muy altos. A diferencia de lo sucedido en los precios de $15 y $10, en el caso del precio de $5, éste no llegó a la tasa de corte del 10%, lo que indicaría una baja rentabilidad.

Análisis del valor actual neto (VAN)

El valor actual neto (VAN), es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual, actualizando mediante una tasa, todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto.

El método de valor presente es uno de los criterios económicos más ampliamente utilizados en la evaluación de proyectos de inversión al igual que la TIR. En el Cuadro N^{o} 10 presentamos los resultados del análisis del VAN para los mismos precios que en el caso anterior.

Precio de venta: $15	
	($)
Inversión inicial	-43452,5
Flujo de Caja 1	160727,5
2	-8792
3	97074,5
4	-20723
5	-11731
6	-13169
7	-6235
8	-800
9	200
10	-800
11	200
12	-800
13	4950
14	-800
15	4950
16	-800
17	10200
18	-800
19	10200
20	-800
21	22200
22	-800
23	22200
24	-800
25	29200
26	-800
27	29200
28	-800
29	-800
30	-800
TIR	16,63%
VAN	$133.529,96

Precio de venta: $10	
	($)
Inversión inicial	-43452,5
Flujo de Caja 1	98227,5
2	-8792
3	34574,5
4	-20723
5	-11731
6	-13169
7	-6235
8	-800
9	200
10	-800
11	200
12	-800
13	4950
14	-800
15	4950
16	-800
17	10200
18	-800
19	10200
20	-800
21	22200
22	-800
23	22200
24	-800
25	29200
26	-800
27	29200
28	-800
29	-800
30	-800
TIR	14,35%
VAN	$38.087,37

Precio de venta: $5	
	($)
Inversión inicial	-43452,5
Flujo de Caja 1	35727,5
2	-8792
3	-27925,5
4	-20723
5	-11731
6	-13169
7	-6235
8	-800
9	200
10	-800
11	200
12	-800
13	4950
14	-800
15	4950
16	-800
17	10200
18	-800
19	10200
20	-800
21	22200
22	-800
23	22200
24	-800
25	29200
26	-800
27	29200
28	-800
29	-800
30	-800
TIR	9,71%
VAN	-$57.355,22

Cuadro N^{o} 10: Flujos de Caja y VAN para los tres precios especificados. Elaboración propia.

Utilizando una tasa del 15%, el VAN fue positivo en dos casos: $10 y $15. Sin embrago, fue negativo en el caso de $5 mostrando que en una plantación que vende sus árboles a ese precio, se pierde dinero. Analizando el VAN del proyecto a $10 y el de $15, hay que destacar que un aumento de un 50% en el precio de venta triplicó el VAN de los proyectos. A partir de este estudio, tenemos una base más sólida para realizar las conclusiones finales.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos no hacen más que reflejar y demostrar que las dos variables más importantes y más determinantes en el éxito de este tipo de plantaciones son los ingresos y la duración del proyecto. Ambas variables modifican el resultado, la primera es la base sobre la que se calcula la rentabilidad; la segunda, aumentando los costos no sólo en tareas de mantenimiento sino que a mayor duración, mayor es la pérdida de valor del dinero en el tiempo.

La opción de dirigir la plantación a la venta de árbol por árbol, aumenta significativamente los ingresos. A pesar de realizar la plantación con plantines por considerarla más segura y no aprovechar la ventaja de la siembra directa que presentaría un menor costo, este aumento en los ingresos nos permite no afectar la rentabilidad final. Es evidente que este mercado es el que ofrece mejores oportunidades económicas. Sin embargo, consideramos que a futuro se podría considerar extender el estudio y buscar diversificar los mercados. Esto buscaría disminuir el riesgo, aprovechar mejor los recursos como la mano la obra o los laboreos y mejorar el flujo de caja del proyecto. La rentabilidad en este mercado es tan alta que permite relegar parte de esa rentabilidad en pos de garantizar una mayor seguridad de logro a los compradores.

El precio de venta por árbol se mostró como la variable económica de mayor relevancia en este proyecto. Leves aumentos de precios mostraron importantes cambios en la rentabilidad futura. Además, el hecho de que primero se cobre por el plantín a plantar, genera un flujo de caja positivo desde el primer año. Los precios utilizados corresponden a precios medios de otros proyectos, se encuentran dentro de los parámetros del mercado lo que torna muy interesante al proyecto. La conclusión con respecto al precio es que se debería trabajar con valores entre 10-15 pesos, siempre y cuando los costos se mantuvieran estables.

El ambiente en relación con la especie, hacen que el proyecto sea rentable ya que el ciclo productivo del mismo es relativamente corto, incluso si se lo compara con ciclos de especies exóticas, y predecible por existir experiencias y ensayos anteriores. *Araucaria angustifolia* presenta tasas de crecimiento y producciones de madera que la posicionan como la especie autóctona de mayor importancia forestal. Esta especie con las inmejorables condiciones que ofrece Misiones, determinan una plantación de gran potencial que pudiera llegar a revertir su situación de especie en peligro crítico de extinción.

Además, consideramos que la única forma de mejorar el medio ambiente es buscando resultados económicos positivos. Para esto no sólo hay que evaluar distintas alternativas productivas sino también buscar nuevos mercados o innovaciones fuera del ámbito productivo.

Finalmente, concluimos que este tipo de plantaciones son realmente rentables y que pueden ayudar a la mejora del medio ambiente global por la absorción de CO_2 pero también mejorar el medio ambiente local con la inclusión de plantas nativas, enriqueciendo suelos improductivos y abandonados, tratando de desarrollar agroecosistemas más sustentables.

ANEXOS

Anexo I

<table>
<tr><th>Etapa del Ciclo del Proyecto</th><th>Costos Asociados</th></tr>
<tr><td>Diseño del Proyecto MDL</td><td>US$ 20.000 a US$ 30.000.</td></tr>
<tr><td>Aprobación Nacional</td><td>En Chile no existe costo de emisión por la carta de Aprobación Nacional.</td></tr>
<tr><td>Validación</td><td>US$ 15.000 a US$ 50.000</td></tr>
<tr><td>Registro</td><td>La Junta Ejecutiva del MDL fijó el precio de registro de un proyecto de acuerdo al número de toneladas reducidas. Los precios se listan en la siguiente tabla:
<table>
<tr><th>Promedio de toneladas de CO_2 equivalente reducidas por año durante el periodo de acreditación</th><th>US$</th></tr>
<tr><td><= 15.000</td><td>5.000</td></tr>
<tr><td>> 15.000 y <= 50.000</td><td>10.000</td></tr>
<tr><td>> 50.000 y <= 100.000</td><td>15.000</td></tr>
<tr><td>> 100.000 y <= 200.000</td><td>20.000</td></tr>
<tr><td>> 200.000</td><td>30.000</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>Verificación y Certificación</td><td>Monitoreo: 0,05 - 5% del valor del proyecto.
Verificación: US$ 3.000 - US$ 20.000 por visita de verificación.</td></tr>
<tr><td>Certificación y emisión de CERs</td><td>Existe un cargo por administración, y además un cargo para un el Fondo de Adaptación en las Naciones Unidas que equivale al 2% de los CERs generados anualmente.</td></tr>
</table>

Guía de costos del mecanismo para un desarrollo limpio (MDL). Fuente: Comisión Nacional de Energía, Chile (2009).

The Gold Standard®
Premium quality carbon credits

THE GOLD STANDARD FEE SCHEDULE – updated June 2012

*All fees quoted in US dollars.

	Version 0/1.0 CER/ERU	Version 1.0 VER	Version 2.0 CER/ERU	Version 2.0 VER	Version 2.1 CER/ERU	Version 2.1 VER	Version 2.2 CER/ERU[1]	Version 2.2 VER[2]
Pre-Feasibility Assessment[3]	$0.01 per credit	$0.01 per credit	$0.10 per credit	$0.10 per credit	$0.10 per credit	$0.10 per credit	$0.10 per credit	$0.10 per credit
Registration[4]	---	---	$0.05 per credit	$0.10 per credit	---	---	$0.05 per credit	$0.10 per credit
Share of Proceeds[5]	The Share of Proceeds Fee Structure applies to (1) all projects applying under the regular project cycle that did not submit the LSC report by August 1, 2009 or (2) all projects that applied under the retroactive project that did not submit the complete documentation required for a pre-feasibility assessment (PFA) and pay the PFA fee by August 1, 2009.[6]				1.5% of total quantity of net issued CERs[7]	2% of the total quantity of issued VERs	If SOP is chosen: 1.5% of total quantity of net issued CERs[8]	If SOP is chosen: 2% of the total quantity of issued VERs
VER issuance/ CER labeling	$0.01 per credit for the first 15,000 credits; $0.02 per credit for the remainder	$0.10 per credit	$0.05 per credit	$0.10 per credit	---	---	If cash fee is chosen: $0.05 per credit	If cash fee is chosen: $0.10 per credit
Validation Fund (Micro-Scale)	Projects up to 5,000 tCO2 per year: $5000 Project over 5,000 tCO2 per year: $10,000[9][10]							
Verification Fund (Micro-Scale)	Projects between 1 – 10,000 tCO2 per year: $2500[9][10]							
Micro-Scale Programme of Activities	Validation (PoA): $20,000[11] Validation of Additional VPA: $2,500 Annual Verification (Per VPA): $1,500							
APX Registry – Issuance	---	$0.05 per credit	---	$0.05 per credit	---	$0.05 per credit	---	$0.05 per credit
APX Registry – Transfer[12]	No charge for the first transfer; $0.01 per credit on all subsequent transfers; paid by the Seller							
APX Registry - Annual Account	$500 per annum, pro-rated from account approval date to end of year[13]							
APX Registry - Retirement	---							
Methodology Review	$500 plus the cost of 2 external experts							
Additionality Tool Review	$10,000 plus the cost of 2 external experts							
PDD Design Change[14]	$0.10 per credit							

Costos del Gold Standard para VERs. Fuente: http://www.cdmgoldstandard.org/wp-content/uploads/2012/06/v2.2_ANNEX-L.pdf

Anexo II

Detalle de costos de producción

Preparación del terreno

TAREA	UNIDADES TÉCNICAS Y DESCRIPCIONES												COSTO TOTAL
	Mano de obra				Conjunto de maquinarias y/o herramientas				Insumos				
	Cantidad	Categoria	Jornal/ha	$/ha	Descripcion	Cantidad	unidad/ha	$/ha	Descripción	Cantidad	unidades/ha	$/ha	$/ha
Delimitación de parcela	1	2	0,5	72,5									72,5
Apeo y picado de material leñoso	1	2	1,3	188,5	Motosierra mediana		8 hrs/ha	90					278,5
Recoger y apilar el material leñoso	1	1	12	1740	Tractor + acoplado		1 hrs/ha	40					1780
Rastreada cruzada	1	2			Tractor 4x4 80cv + rastra 26"		5 hrs/ha	210					210
Control de hormigas	1	2	1,5	217,5					Cebo tóxico granulado	3	kg/ha	240	457,5
									Polvo tóxico para hormigas	0,5	kg/ha	50	50
												TOTAL	2848,5

Situación de partida: regeneraciones de 2 a 4 años de bosque nativo (capuera reciente).
Perfil de tareas: Mixto, manual-mecánico

Implantación

TAREA	UNIDADES TÉCNICAS Y DESCRIPCIONES												COSTO TOTAL
	Mano de obra				Conjunto de maquinarias y/o herramientas				Insumos				
	Cantidad	Categoria	Jornal/ha	$/ha	Descripcion	Cantidad	unidad/ha	$/ha	Descripción	Cantidad	unidades/ha	$/ha	$/ha
Marcación con subsolador a 30cm de prof.	1	2	0,2	29	Tractor 80cv + subsolador	2	hrs/ha	100					129
Transporte del material de propagación	1				C/camioneta a no más de 100km de distancia								
Material de propagación	1								*Araucaria*	2500	envases/ha	7500	7500
Posado y plantación	1	1	5	725									725
Reposición	1	1	1	145	Transp. c/camioneta a manos de 60km				*Araucaria*	350	envases/ha	1050	1195
												TOTAL	9549

Situación de partida: regeneraciones de 2 a 4 años de bosque nativo (capuera reciente).
Perfil de tareas: Mixto, manual-mecánico

Trabajos Culturales

TAREA	UNIDADES TÉCNICAS Y DESCRIPCIONES												COSTO TOTAL
	Mano de obra				Conjunto de maquinarias y/o herramientas				Insumos				
	Cantidad	Categoria	Jornal/ha	$/ha	Descripcion	Cantidad	unidad/ha	$/ha	Descripción	Cantidad	unidades/ha	$/ha	$/ha
1° año													
Primavera:													
Carpida de lineas de plantación	2	1	2	290									290
Preparación e instalación de ponchos	1	1	1	145									145
Macheteada de melgas	1	1	1	145									145
Verano y Otoño:													
Macheteada en cobertura total	1	1	1	145									145
Carpida de lineas de plantación	2	1	2	290									290
Macheteada de melgas	2	1	2	290									290
Control constante de hormigas	1	2	1	160					Cebo tóxico granulado	0,75	kg/ha	60	220
2° año													
Primavera:													
Carpida de lineas de plantación	1	1	1	145									145
Macheteada de melgas	1	1	1	145									145
Macheteada en cobertura total	1	1	1	145									145
Verano y Otoño:													
Carpida de lineas de plantación	1	1	1	145									145
Macheteada de melgas	1	1	1	145									145
Control constante de hormigas	1	2	1	160					Cebo tóxico granulado	0,5	kg/ha	40	200
3° año													
Primavera:													
Carpida de lineas de plantación	1	1	1	145									145
Macheteada de melgas	1	1	1	145									145
Verano y Otoño:													
Macheteada en cobertura total	1	1	1	145									145
Carpida de lineas de plantación	1	1	1	145									145
Macheteada de melgas	1	1	1	145									145
Control constante de hormigas	1	2	1	160					Cebo tóxico granulado	0,25	kg/ha	20	180
Poda de las primeras dos coronas de ramas	1	1	1	145									145
4° año													
Macheteada en cobertura total	2	1	2	290									290
Control constante de hormigas	1	2	1	160					Cebo tóxico granulado	0,25	kg/ha	20	180
5° año													
Macheteada en cobertura total	2	1	2	290									290
Control constante de hormigas	1	2	1	160					Cebo tóxico granulado	0,25	kg/ha	20	180

TOTAL 2450

Anexo III

Presupuesto página web, mantenimiento y hosting

OBJ | DESIGN STUDIO

X

NO VÁLIDO COMO FACTURA

PRESUPUESTO

Atte: Pablo Scordo
Asunto: Página Web, Mantenimiento y Hosting

Tenemos el agrado de dirigirnos a ustedes a los efectos de presentar el siguiente presupuesto.

Descripción	Precio Total
Diseño Sitio Web *Diseño y Concepto del sitio* *2 Correcciones del diseño*	$ 2500
Creación sitio web *Maquetado del sitio* *Sitio online*	$ 2000
Hosting + Dominio *(Los siguientes items se abonan 1 vez por año)* *Hosting de 5gb + cuentas de mail ilimitadas* *Dominio (.biz, .us, .info, .cc, .com, .net, .org, .name, .tv, .com.ar)*	$ 300
Mantenimiento sitio web (Anual)	$ 500
Total	$ 5300

- El presupuesto es por sitio web, incluye estrictamente lo especificado
- El modo de financiación es 50% antes de comenzado el trabajo y 50% al final el mismo a modo de contraentrega.
- El presupuesto es válido hasta el: 29 de Octubre del 2012.

Esperamos el presente presupuesto cumpla con toda la información requerida para su evaluación.
Agradecemos su interés por incluirno s dentro de sus proveedores y estamos a su entera disposición para despejar cualquier tipo de duda o consulta que surja en relación a este u otra necesidad relacionada con producciones audiovisuales.

15.5.925.8545 | 15.5.928.6348
www.objds.com - info@objds.com

BIBLIOGRAFÍA

Astudillo, A. (2012). Precio de bonos de carbono baja 80%por crisis europea y sobreoferta de proyectos. Diario Latercera, Chile. Lunes 26 de marzo de 2012: 5.

Atlas de los bosques nativos argentinos (2003). Buenos Aires, Proyecto bosques nativos y áreas protegidas BIRF, Secretaria de ambiente y Desarrollo sustentable.

Barth, S.R. y otros, (2008). Adaptabilidad y crecimiento de especies nativas del Noroeste de la provincia de Misiones. XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM – EEA Montecarlo, INTA, Eldorado, Misiones, Argentina.

Broecker, W. (1975). Climatic Change: Are We on the Brink of a Pronounced Global Warming?. Science (189): 460-463.

Brown, A.D. y otros (2007). Análisis del sector forestal en las Yungas. Fundación ProYungas, Tucumán, Argentina. Disponible en: www.ambienteforestalnoa.org.ar/userfiles/biblioteca/descarga/Analisissectorforestal.pdf

Cabrera, A. L. (1976). Regiones fitogeográficas argentinas . Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Buenos Aires. Editorial Acme, Bs. As.2º ed. Tomo II. Fasc. I.

Cellini, J.M. (1993). VII Jornadas técnicas: ecosistemas forestales nativos: uso, manejo y conservación. Misiones, Universidad nacional de Misiones.

Codina, R.; Barón, J. (2003). Criterio ambiental volumétrico para cálculo de espacios verdes. Revista Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo. Tomo XXXV, (1): 11-24.

Cozzo, D. (1967). La Argentina forestal. Buenos Aires, Editorial Universidad de Buenos Aires.

Cozzo, D. (1992). Las pérdidas del primitivo paisaje de bosques, montes y arbustifórmes de la Argentina con especial referencia a sus territorios áridos y húmedos. Córdoba, Academia Nacional de Ciencias de Córdoba.

Cozzo, D. (1995). Silvicultura de plantaciones maderables. Buenos Aires, Orientación Gráfica Editora.

Gunther, D.F. y otros (2008). Zonas agroecológicas homogéneas Nº 5: Misiones. Ediciones INTA. 15-16.

Hareau, F. Contabilidad agropecuaria. Buenos Aires, Ed. Hemisferio Sur, 3era edición, 1977.

Keller, A., Crechi, E., Fernández Tschieder, E. (2008). Efecto de la densidad de plantación sobre la producción en volumen de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. En Misiones, Argentina, a los 35 años de edad. XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales - Facultad de Ciencias Forestales, UNAM - EEA Montecarlo, INTA. Eldorado, Misiones, Argentina.

Odum, E.P.; Barret, M. Fundamentos de ecología. Méjico, Thompson, 5a edición, 2007.

Pena, S. Toma de decisiones en el sector agropecuario. Buenos Aires, Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, 2006.

Price Gittinger, J. Análisis económico de proyectos agrícolas. Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial, 2da edición, 1983.

Ré, M. Impacto del cambio climático global en las costas del Río de la Plata (Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales) Universidad de Buenos Aires (2005)

Tortotelli, L.A. Maderas y bosques argentinos. Buenos Aires, Orientación Gráfica Editora, 2da edición, 2009.

Vallejos, O. y otros (2007), Evaluación económica de la absorción adicional de dióxido de carbono para nuevos sitios de plantación forestal en Chile. Revista Interamericana de Ambiente y Turismo. Volumen 3, número 3.

Páginas web:

anterior.inta.gov.ar/f/?url=http://anterior.inta.gob.ar/concordia/info/documentos/Forestacion/Sanchez%20Acosta%20Situacion%20for%20ind%20Argentina%202005%20final.pdf . Situación Foresto-industrial de Argentina en 2005. Agosto, 2012.

elparanaense.com.ar/cmo-hacer-que-una-capuera-pase-de-ser-un-estorbo-a-un-beneficio/ . Cómo hacer que una capuera pase de ser un estorbo a un beneficio , por Duarte. Agosto, 2012.

ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/i1323s/i1323s00.pdf . FAO: Perfil para el cambio climático. Mayo, 2012.

http://inta.gob.ar/documentos/coeficientes-tecnicos-para-lograr-plantaciones-y-podas-forestales-en-misiones-y-noreste-de-corrientes/ . Coeficientes técnicos para lograr plantaciones en Misiones y Noreste de Corrientes. Agosto, 2012.

http://inta.gob.ar/documentos/efectos-de-la-intensidad-de-raleo-sobre-la-produccion-en-volumen-de-araucaria-angustifolia-bert.-o.-ktze.-en-misiones-argentina-a-los-35-anos-de-edad/ . Efectos de la intensidad de raleo sobre la producción en volumen de *Araucaria angustifolia* en Misiones, Argentina a los 35 años de edad. Agosto, 2012.

http://inta.gob.ar/documentos/efectos-del-raleo-sobre-el-crecimiento-y-la-produccion-de-madera-de-araucaria-angustifolia-bert.-o.-ktze.-en-el-noroeste-de-misiones-argentina/ . Efectos del raleo sobre el crecimiento y la producción de madera de *Araucaria angustifolia* en el noroeste de Misiones, Argentina. Agosto, 2012.

http://www.diputadosmisiones.gov.ar/digesto_juridico/documentos/257.pdf . Ley XVI N-53 de la Provincia de Misiones, Argentina. Agosto, 2012.

www.ambiente.gov.ar/archivos/web/File/home_documentos/Informe_Final_2CN.pdf . 2da Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Septiembre, 2012.

www.arauco.cl/_file/file_346_resumen_publico.pdf . Resumen plan de manejo forestal de Alto Paraná S.A.. Septiembre, 2012.

www.bcba.sba.com.ar/downloads/CARBONO_Resumen_general.pdf . El Mercado de Carbono en la Bolsa de Comercio de Buenos Aires. Septiembre, 2012.

www.cuencarural.com/higiene_ambiental/46216-el-control-de-las-hormigas-cortadoras-en-la-actividad-forestal-parte-1/ . Control de las hormigas cortadoras en la actividad forestal. Agosto, 2012.

www.elsemillero.net/pdf/plantaciones_forestales.pdf Plantaciones forestales: planeación para el éxito. Por: Trujillo, E.. Septiembre, 2012.

http://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/ . The NOAA Annual Greenhouse Gas Index. Mayo, 2012.

www.inti.gov.ar/maderaymuebles/pdf/densidad_cientifico.pdf . Densidad de maderas. Septiembre, 2012.

www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-spm.pdf . IPCC Summary for Policymakers . Septiembre, 2012.

www.iplantatree.org . I plant a tree. Septiembre, 2012.

www.iucnredlist.org/details/32975/0 .IUCN, *Araucaria angustifolia*. Agosto, 2012

www.iucnredlist.org/details/32989/0 . IUCN, *Cedrela lilloi*. Agosto, 2012.

www.journalofanimalscience.org/content/73/8/2483.full.pdf+html.
Methane emissions from cattle. Septiembre, 2012.

www.lessco2.es/pdfs/noticias/ponencia_cisc_espanol.pdf . Investigación sobre la absorción de CO_2 por los cultivos más representativos. Carvajal, M. Septiembre, 2012.

www.pattfoundation.org/ . Fundación Plant a tree today . Agosto, 2012.

www.plantabillion.org/ . Plant a billion trees. Agosto, 2012.

www.plantatreeusa.com/ . Plant a tree USA. Agosto, 2012.

www.plant-for-the-planet.org . Plant for the Planet. Agosto, 2012.