

Corrientes

Primer inventario forestal de la provincia de Corrientes.

Metodología, trabajo de campo y resultados.



Corrientes

Primer inventario forestal de la provincia de Corrientes

Metodología, trabajo de campo y resultados

**Autoridades del Consejo Federal
de Inversiones**

Asamblea de Gobernadores

Secretario General
Ing. Juan José Ciácerá

Corrientes

Primer inventario forestal de la provincia de Corrientes

Metodología, trabajo de campo y resultados

Consultor

Ing. Forestal Mario Héctor Elizondo, a solicitud de la provincia de Corrientes

Colaboradores

Ing. Javier Mestres; Ing. Forestal Adolfo Alvarez

Revisión de textos Convenio USAL-CFI

ABRIL DE 2011

Primer inventario forestal de la provincia de Corrientes

Metodología, trabajo de campo y resultados

Autor: Ingeniero Forestal Mario Héctor Elizondo

Colaboradores: Ingeniero Javier Mestres; Ingeniero Forestal Adolfo Alvarez

1º Edición

500 ejemplares

Consejo Federal de Inversiones

San Martín 871 – (C1004AAQ)

Buenos Aires – Argentina

54 11 4317 0700

www.cfred.org.ar

ISBN

© 2011 CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723

Impreso en Argentina - Derechos reservados.

No se permite la reproducción parcial o total, el almacenamiento, el alquiler, la transmisión o la transformación de este libro, en cualquier forma o por cualquier medio, sea electrónico o mecánico, mediante fotocopias, digitalización u otros métodos, sin el permiso previo y escrito de los editores. Su infracción está penada por las leyes 11.723 y 25.446

NOMBRE Y DOMICILIO IMPRESOR

LUGAR Y FECHA IMPRESIÓN

Al lector

El Consejo Federal de Inversiones es una institución federal dedicada a promover el desarrollo armónico e integral del país.

Su creación, hace ya cinco décadas, provino de la iniciativa de un grupo de gobernadores provinciales democráticos y visionarios, quienes, mediante un auténtico Pacto Federal, sentaron las bases de una institución que fuera, a la vez, portadora de las tradiciones históricas del federalismo y hacedora de proyectos e iniciativas capaces de asumir los desafíos para el futuro.

El camino recorrido, en el marco de los profundos cambios sociales de fin y principio de siglo, motivó al Consejo a reinterpretar las claves del desarrollo regional, buscando instrumentos innovadores e identificando ejes temáticos estratégicos para el logro de sus objetivos.

Así surgen en su momento el crédito a la micro, pequeña y mediana empresa, la planificación estratégica participativa, la difusión de las nuevas tecnologías de información y comunicaciones, las acciones de vinculación comercial y los proyectos de infraestructura para al mejoramiento de la competitividad de las producciones regionales en el comercio internacional. Todo ello, con una apuesta creciente a las capacidades sociales asociadas a la cooperación y al fortalecimiento de la identidad local.

Entre los instrumentos utilizados por el Consejo, el libro fue siempre un protagonista privilegiado, el vehículo entre el conocimiento y la sociedad; entre el saber y la aplicación práctica. No creemos en el libro como "isla", principio y fin del conocimiento, lo entendemos –a la palabra escrita y también a su extensión digital– como una llave para generar redes de conocimiento, comunidades de aprendizaje.

Esta noción del libro como medio, y no como un fin, parte de una convicción: **estamos inmersos en un nuevo**

paradigma donde solo tiene lugar la construcción del conocimiento colectivo y de las redes. En esta concepción, los libros son insumos y a la vez productos de la tarea cotidiana.

En un proceso virtuoso, en estos últimos años, el CFI se abocó a esa construcción social del conocimiento, mediante el trabajo conjunto y coordinado con los funcionarios y técnicos provinciales, con profesionales, productores, empresarios, dirigentes locales, estudiantes, todos aquellos interesados en encontrar soluciones a los problemas y en asumir desafíos en el ámbito territorial de las regiones argentinas.

Con estas ideas hoy estamos presentes con un conjunto de publicaciones que conforman la **Colección "Estudios y proyectos provinciales"** y que están referidas a las acciones de la cooperación técnica brindada por nuestra institución a cada uno de sus estados miembro.

Este título: **"Primer Inventario Forestal de la provincia de Corrientes. Metodología, trabajo de campo y resultados"**, que hoy, como Secretario General del Consejo Federal de Inversiones, tengo la satisfacción de presentar, responde a esta línea y fue realizado por solicitud de la provincia de Corrientes.

Damos así un paso más en esta tarea permanente de promoción del desarrollo de las regiones argentinas, desarrollo destinado a brindar mayores oportunidades y bienestar a su gente. Porque, para nosotros, **"CFI, DESARROLLO PARA TODOS"** no es una "frase hecha", un eslogan, es la manifestación de la vocación federal de nuestro país y el compromiso con el futuro de grandeza y equidad social que anhelamos todos los argentinos.

Ing. Juan José Ciácerá
Secretario General
Consejo Federal de Inversiones

Índice

9 Introducción

- 9 ¿Qué es un inventario forestal?
- 10 Inventario para operaciones forestales
- 11 Inventarios regionales

13 El inventario forestal de la provincia de Corrientes

- 13 Trabajos previos de gabinete
- 17 La cartografía en base a imágenes satelitales
- 17 La superficie forestada
- 18 Las cuatro grandes cuencas
- 19 Los tres estratos de suelos
- 20 Las clases de edad
- 21 La distribución de las unidades primarias de muestreo relevadas a campo
- 21 La postestratificación

25 Los trabajos de campo

- 25 Los estimadores estadísticos
- 26 La tasa de crecimiento (IMA)
- 27 Carga de datos y procesamiento de la información de campo

- 27 Fórmulas utilizadas para calcular los estimadores estadísticos
- 28 Las ecuaciones de volumen para *eucalyptus sp.* y para *pinus*
- 29 Los volúmenes totales determinados para *eucalyptus* por clase de edad
- 30 Los volúmenes totales determinados para *pinus* por clase de edad
- 32 Superficie de plantaciones con tareas culturales de podas y raleos

35 Conclusiones y recomendaciones

- 37 La situación de la región extra mesopotamia argentina

Introducción

Por decisión conjunta del Consejo Federal de Inversiones (CFI) y de la provincia de Corrientes a través de su área funcional específica, se seleccionó entre otros estudios realizados por el CFI, el denominado *Primer inventario forestal de la provincia de Corrientes: metodología, trabajo de campo y resultados* para ser incluido en la presente publicación.

La intención es no repetir el texto del informe técnico elaborado, en el que se explicitan aspectos metodológicos y específicamente vinculados al tratamiento estadístico de los datos de campo y procedimientos; sino presentar para su difusión, los aspectos centrales que se tuvieron en cuenta en el proceso de planificación.

Por lo tanto, nos interesa explicar con un lenguaje comprensible el proceso de planificación y los alcances de un inventario forestal como herramienta necesaria para definir políticas concretas para el sector, sobre todo cuando, como en este caso, se trata de un inventario del territorio de toda la provincia de Corrientes.

El interés de la Provincia en evaluar su recurso forestal implantado, surge a partir del impulso observable en la actividad en los últimos años y en la necesidad de avanzar en el conocimiento de la disponibilidad actual y potencial del recurso maderero.

La región

La superficie forestada en la región mesopotámica representa casi el 85% del total del país, y de este total, Corrientes y Misiones concentran no menos del 70%, que se divide por mitades, con una leve diferencia a favor de Corrientes. Ambas son las provincias con mayor superficie forestada del país.

Esta realidad motivó, hace 5 años, el interés de la Provincia y de la Secretaría de Agricultura Ganadería, Pesca y

Alimentos (SAGPyA), para realizar la actualización de los datos del primer Inventario Forestal Nacional efectuado en 1998.

Razones presupuestarias postergaron su materialización, no obstante la Provincia no abandonó su objetivo, que se concretó gracias a la asistencia técnica del CFI. En efecto, a solicitud de la provincia de Corrientes, el CFI realizó, mediante la contratación del ingeniero forestal Mario Elizondo y un equipo de colaboradores, el estudio que se denominó *Primer inventario forestal de la provincia de Corrientes: metodología, trabajo de campo y resultados*.

En la ejecución del mismo participaron la Dirección de Recursos Forestales (DRF) de la provincia de Corrientes y la SAGPyA, a través de un convenio.

La colaboración del área técnica específica del CFI fue de invaluable ayuda para encuadrar la organización y el tono del informe final según la forma que requiere el Organismo para todos los trabajos que realiza por medio de la cooperación técnica. Además debe señalarse el significativo aporte del área que administró el contrato, en la revisión del texto.

Mediante esta cooperación técnica se desarrolló el estudio previo, se definió el diseño del inventario y se planificó, el trabajo de campo.

¿Qué es un inventario forestal?

Esencialmente, un inventario forestal es un método práctico para poder cuantificar a través de mediciones, algún o algunos parámetros de un bosque, para poder evaluar características de dicho bosque, en función de los resultados del análisis de los datos relevados, que pueden ser mediciones (alturas, diámetros, incremento de un período de años) o atributos (calidad de fustes, cantidad de trozas aserrables, especie, defectos).

Como no es práctico ni posible a costo razonable, la observación y/o medición de la totalidad de los ejemplares de un bosque (población), se recurre a la medición de una parte representativa (muestra) de esa población y desde allí es posible extrapolar lo que medimos a todo el bosque (población).

La muestra, debe ser representativa de la población y cuando en la selección de la misma interviene el "criterio u opinión personal", se dice que la muestra es "opinática". En este caso el inconveniente es que el denominado "error de muestreo", que es la diferencia que existe entre el valor medio del parámetro evaluado a través de la muestra y el verdadero valor medio de toda la población, no se sujeta a ley estadística alguna. Esto impide estimar la probabilidad de que el valor medio determinado para el parámetro de interés, esté acotado entre un rango de valores, para un nivel de confiabilidad dado.

En el caso de una "muestra opinática", solo podremos decir que el error será bajo si la población es muy homogénea¹, y/o que, si la población es heterogénea, la muestra sea muy grande, y/o que, aceptemos que el seleccionador de la muestra es "muy experto".

Ante este inconveniente insalvable para poder estimar basándose en la ciencia estadística, en EE.UU. se abandonó el "muestreo opinático" y se recurrió a la muestra aleatoria o de azar (muestra estadística) adonde todos y cada uno de los elementos de la población en estudio tienen la misma probabilidad de formar parte de la misma. Esto permite determinar el tamaño de la muestra fijando *a priori*, la probabilidad y el error de muestreo.

Es decir que, en un inventario forestal mediante muestreo estadístico, buscamos conocer un bosque en función de un objetivo predeterminado y a partir del avance de la aplicación de la estadística, intentamos evitar la subjetividad del observador.

Podría decirse que la "muestra opinática" es al estudio de un bosque, lo que un médico clínico a la evaluación y diagnóstico de un paciente. Si el médico acredita conocimiento de la ciencia médica y del paciente, capacidad de observación y experiencia, mucha experiencia;

1. Si los árboles de una población fuesen idénticos, con realizar mediciones sobre uno solo de ellos podríamos obtener los datos de toda la población.

los resultados del diagnóstico son invalorable. Así, si el forestal acredita esas mismas condiciones en relación al bosque en estudio, los resultados no pueden desestimarse ligeramente.

Tal vez, la difícil síntesis entre estas dos posibilidades sea el camino más adecuado, pues siempre, en la etapa de planificación previa, la subjetividad del observador para ir definiendo cómo se realizará el inventario sobre un bosque y en un área determinada, está presente.

Lo que se pretende para determinadas variables es no sujetarlas simplemente a la subjetividad, lo que además es a veces casi imposible. Aquí, nos referiremos al análisis de los datos de campo a partir del muestreo estadístico.

Es muy importante tener en claro que un inventario forestal se debe planificar de acuerdo con la magnitud del área en estudio y además se debe diferenciar a *prima facie*, un inventario regional de un inventario para operaciones forestales.

Inventario para operaciones forestales

Un inventario para operaciones forestales tiene como objetivo fundamental el abastecimiento de madera para uso industrial y dependerá de ese uso la definición de los parámetros de mayor interés.

Por ejemplo, si el destino es el abastecimiento de madera aserrable, el diámetro medio, el largo de las trozas y su calidad, factor corteza, volumen aserrable, tiempo de paso de una clase diamétrica a la siguiente, serán parámetros de interés que el inventario debe permitir evaluar.

Si el objetivo fuese madera para uso como combustible para generar energía, nos orientaremos a un inventario de biomasa, dejando de lado o no dándole demasiada importancia a la distribución diamétrica, largo y calidad de trozas.

Si el objetivo fuese el manejo de un bosque, sea este implantado o nativo, nos interesará mucho más, la tasa de incremento medio anual, las clases de edad, la densidad por unidad de superficie, la calidad y cantidad de la regeneración, la composición específica, etcétera. En

todos los casos, la definición de rodales² es muy importante. En general, los inventarios de operaciones se realizan en superficies a nivel predial, que cuentan con buena información previa de la plantación (o del bosque) y de la cartografía.

Inventarios regionales

En estos casos se trata de grandes superficies, con lo cual pasa a ser de suma importancia contar con buena cartografía en la que se incluyan carreteras principales, caminos secundarios, poblaciones y red hidrográfica.

Es muy importante la ubicación de los macizos forestales y su superficie y la determinación previa del género y/o especie, en el caso de plantaciones.

Estos inventarios no son para operaciones forestales y aunque es relevante determinar el volumen actual y el potencial, conocer las clases de edad, la distribución diamétrica, no es necesaria una precisión elevada en el nivel de error admisible, es preferible un elevado nivel de confiabilidad.

Es decir que si en un **inventario de operaciones** se decide que los valores medios de los parámetros evaluados no superen el 5% para un 95% de nivel de confiabilidad, en un **inventario regional** es mejor mantener ese 95% de confiabilidad y ser más flexible en el error admisible, que en general se eleva al 10-15% en plantaciones y al 20 - 25% en bosques nativos.

Esto obedece a que no se utilizará un inventario regional para planificar, con la información obtenida, una operación de cosecha para abastecer una industria determinada, pero si nos interesará conocer cuál es la disponibilidad actual de la región y cómo se distribuye espacialmente para determinar qué magnitud, cantidad y tipo de industrias pueden promoverse en función de la infraestructura existente; cuál es la necesidad de mejorar y dónde, la red vial o la energética; si es necesario alen-

tar el aumento de la superficie forestada, si es posible hacerlo, etcétera.

Estos inventarios buscan en el caso de las plantaciones forestales (como fue en el que aquí nos ocupa) evaluar la disponibilidad actual y futura de madera, con el objetivo de definir las futuras políticas para fomentar su uso y su relación con la infraestructura actual y las necesidades de adecuar las mismas.

2. Rodal se define como toda parte de un bosque que puede diferenciarse de otra por características particulares, por ejemplo: densidad, altura, coetaneidad o disetaneidad de los ejemplares que lo componen, homogeneidad específica, estadio de crecimiento (latizal, fustal, oquedal o sus combinaciones), los límites entre un rodal y otro, suelen no ser definidos, sino zonas de transición de un rodal a otro.

El inventario forestal de la provincia de Corrientes

Trabajos previos de gabinete

Este inventario, se encuadra dentro del tipo descripto precedentemente y la región fue toda la provincia de Corrientes.

El trabajo de gabinete previo, que fue la confección de cartografía confiable, se realizó a través de un convenio específico con la SAGPyA, que aportó las imágenes satelitales³, el procesamiento de las mismas, la determinación de las superficies forestadas actualizadas a **octubre de 2008**, más la información administrativa necesaria para definir la estratificación en clases de edad. Todas estas, tareas de gabinete previas a los trabajos de campo, se realizaron con la participación del equipo de trabajo contratado por el CFI, que definió la metodología de trabajo, las categorías de clasificación, el tipo de información administrativa requerida de la disponible, el tipo de cartografía y la escala para los trabajos de campo y mapas finales, etcétera.

El trabajo consistió en un inventario por muestreo bietápico, estratificado, sobre 326 polígonos como Unidades Primarias de Muestreo (UPM) y 326 Unidades Secundarias de muestreo (USM) distribuidas en los 3 estratos de edad y 3 estratos de suelos.

Las tareas de campo se desarrollaron durante los meses de abril de 2008 hasta principios de septiembre del mismo año.

La escala provincial de este inventario y sus objetivos pretendieron brindar información que permitiese conocer el recurso, los volúmenes actuales disponibles de madera y su potencial hacia el futuro. Así, la provincia cuenta hoy con una herramienta indispensable para

definir la política forestal provincial y planificar sobre el uso del recurso forestal implantado.

Uno de los objetivos del inventario fue determinar la superficie forestada total, como paso previo para estimar las existencias totales en volumen por grupo de especies de los géneros *Pinus sp.* y *Eucalyptus sp.*, su distribución espacial, crecimiento y calidad de las plantaciones forestales en macizos de más de 5 hectáreas, para tres clases de edad y tres grandes estratos de suelos. Se realizó una estratificación previa y una post estratificación a partir de la variable edad separando las plantaciones en: jóvenes (J), intermedias (I) y maduras (M).

Sobre el total, (población) se realizó la selección al azar de los 372 polígonos que compusieron la muestra inicial para los dos géneros inventariables (186 para *Eucalyptus sp.* y 186 para *Pinus sp.*). Esta selección se realizó con Probabilidad Proporcional al Tamaño con el objeto de que los polígonos de mayor superficie tuviesen la mayor probabilidad de salir seleccionados (PPT).

Se buscó con esto y la estratificación en clases de edad mantener coherencia entre la asociación de las variables "superficie de los polígonos" (conocida por los trabajos previos de gabinete) y "volumen" (variable desconocida a determinar); pues es lógico suponer en estas condiciones, que a mayor superficie del polígono, corresponderá un mayor volumen de madera. La estratificación tuvo como objetivo bajar al mínimo el "Coeficiente de Variación" (CV), lo que al estar referido a cada clase de edad, nos permitió, aún reduciendo la cantidad de unidades primarias de muestreo, mantener el nivel de confianza elevado y el error admisible bajo.

La selección de los polígonos que compusieron la muestra, fue la primera etapa, y estas fueron las Unidades Primarias de Muestreo, (UPM); en cada polígono se ubicó una Unidad Secundaria de Muestreo, (USM); compuesta

3. Las imágenes utilizadas fueron las del Landsat 5 TM año 1998.

a su vez, de seis Unidades de Registro, (UR). Estas UR fueron en realidad puntos de estación desde los cuales se realizaron las mediciones de los árboles seleccionados por el método Bitterlich, “muestreo angular horizontal” mediante el uso de relascopio (modelo MP métrico), de gran versatilidad por la posibilidad de diversas combinaciones de bandas que definen el ángulo de barrido con el que se seleccionan los ejemplares a medir en cada UR y resuelve el problema que se observa al trabajar con un ángulo de barrido fijo que puede hacer variar la cantidad de árboles del recuento⁴ por lo alto o por lo bajo, más allá de lo razonable; dependiendo esto último de la densidad y diámetros de los árboles del entorno del punto de estación.

La división del territorio provincial en tres grandes estratos de suelos, buscó mejorar la mencionada asociación entre las variables superficies y volúmenes en los estratos de edad (a mejor calidad de sitio mayor volumen y viceversa), lo que reduce la variabilidad interna (en el estrato) y a su vez permitió analizar, aunque sin rigor estadístico, posibles diferencias de incremento volumétrico para cada clase de edad, según el estrato de suelos que las sustentan.

A los efectos de contar con UP (polígonos) adicionales, se seleccionaron 30 más para *Pinus sp.* y 27 para *Eucalyptus sp.* de edad desconocida, a los efectos de contar con unidades de reemplazo para el caso de encontrar, entre los seleccionados de edad conocida, polígonos cosechados al momento del trabajo de campo, o que por otra razón fuera imposible acceder a ellos (mal estado de los caminos o falta de autorización de los propietarios, etc.). De hecho ocurrieron estas situaciones y se debieron en general, a los que habían sido cosechados al momento de los trabajos de campo, debido a la diferencia de fechas de las imágenes sobre las que se relevaron superficies y a la ejecución de los trabajos de campo.

La asignación de la clase de edad, para estas UPM de edad desconocida se realizó por observación directa en el momento de la medición y/o por el dato cierto relevado a

4. La experiencia con este instrumento óptico indica que la cantidad de árboles a seleccionar para cada punto de estación debe ubicarse entre 7 y 15, sin ser esto una cantidad rígida, es lo que da mayor eficiencia al muestreo angular horizontal.

través del personal contactado en las propiedades a las que pertenecían los polígonos y luego, durante los trabajos de gabinete, se realizó un ajuste en función de la composición diamétrica obtenida para cada clase de edad, incluyendo las UPM relevadas de edad conocida.

Cabe aclarar aquí, que en realidad, se realizaron dos inventarios independientes para los dos géneros principales, *Pinus* y *Eucalyptus*, con una idéntica metodología y trabajo de campo. La diferencia fue que el límite de edad inventariable mínimo fue de 4 años para el género *Pinus* y de 2 años para el género *Eucalyptus*, que son las plantaciones que se identifican en las imágenes Landsat 5 TM. Obviamente, el tratamiento estadístico se realizó para cada uno de los dos géneros inventariados por separado.

Las plantaciones de menor edad que las indicadas precedentemente, no se consideraron a los efectos del muestreo, por no tener volumen significativo, pero están, muchas de ellas, incluidas en la cartografía como superficies forestadas al calcular la superficie total forestada. La información de su existencia es administrativa y procede de las inspecciones que realizan la SAGPyA y la DRF provincial.

Es decir que hubo una superficie “inventariable” que es aquella de la que surge la muestra.

El análisis de las imágenes Landsat 5 TM, la información administrativa y la de campo, permitió una alta eficiencia en la diferenciación entre los géneros *Pinus* y *Eucalyptus*. El total de la superficie forestada estimada de la provincia fue 418.134,42 ha, incluyendo 45.300 ha según información de la DRF, que no son detectables en las imágenes satelitales de los años 2007-2008, utilizadas para la tarea de teledetección; por lo que no se encuentran en la cartografía.

Al no haber tenido información administrativa actualizada de estas 45.300 ha, la superficie total señalada tampoco fue posible discriminarla por género.

La información a nivel departamental, es precisa en cuanto a superficie y estima el volumen en función de ésta, como un valor de referencia. En las tablas siguientes se presentan, a modo de resumen, los siguientes datos.

En la tabla N° 1, se indican los rangos de clase de edad.

GÉNEROS	CLASES DE EDAD		
	1= JÓVENES	2= INTERMEDIAS	3= MADURAS
<i>Pinus sp.</i>	4 a 7 años	8 a 14 años	más de 14 años
<i>Eucalyptus sp.</i>	2 a 4 años	5 a 10 años	más de 10 años

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N° 2, la superficie inventariable, es decir, aquella que tiene hoy volumen maderable significativo y que fue la población de estudio.

GÉNERO	SUPERFICIE INVENTARIABLE (CLASES DE EDAD 1+2+3)	
	SUP. TOTAL (HA)	VOL CC M ³
<i>Pinus</i>	204.108,50	31.111.750,23
<i>Eucalyptus</i>	80.941,16	15.491.998,74
TOTALES	285.049,66	46.603.748,97

Fuente: elaboración propia.

Esta superficie está compuesta por las clases de edad 1=Jóvenes, 2=Intermedias y 3=Maduras según los rangos de la tabla N° 1 y el volumen total sumados los de las tres clases de edad.

Solamente se consideran los géneros *Pinus* y *Eucalyptus*, pues las "Otras Latifoliadas", son de participación poco relevante.

En la tabla N°3, se presentan sólo superficies, pues se incluye la clase de edad "0= Plantaciones recientes", que son aquellas que no incorporan volumen significativo, esta clase 0, se consideró no inventariable, pero los polígonos se incluyeron en la cartografía. La información es administrativa de la SAGPyA y surge del sistema de control de la promoción a la forestación. Son algunas de

las plantaciones de menos de 4 años para *Pinus* y menos de 2 años para *Eucalyptus*, es decir, suma de la superficie total detectada en las imágenes satelitales, más la incorporada por información administrativa. Se informa la cantidad de polígonos identificados para cada género, la superficie media y el polígono de mayor superficie, únicamente para los dos géneros inventariables: *Pinus* y *Eucalyptus*.

En la tabla N° 4, se indican las superficies totales implantadas en la provincia, incluyendo la categoría "Otras Latifoliadas", que surgen de este inventario y las proporcionadas a partir de información administrativa por la Dirección de Recursos Forestales de la provincia de Corrientes (DRF), por ser plantaciones de los años 2007 y 2008.

GÉNERO	SUPERFICIE CLASES DE EDAD 0+1+2+3			
	SUP. TOTAL (HA)	Nº DE POLÍGONOS	SUP. MEDIA (HA)	SUP. MAYOR (HA)
<i>Pinus</i>	262.939,96	16.016	16,42	319,82
<i>Eucalyptus</i>	108.850,84	8.443	12,89	186,55
TOTALES	371.895,70	24.453,00		

Fuente: elaboración propia.

TABLA N° 4

FUENTES	SUPERFICIE (HA)
Inventario (Eu + Pi)	371.895,56
Inventario (Otras latifoliadas)	938,86
DRF - 2007 y 2008	45.300,00
TOTAL PROVINCIA	418.134,42

Fuente: elaboración propia.

Obsérvese la baja participación de "Otras Latifoliadas", que justificó no incluirlas como inventariables. El Error porcentual (E%) en el cálculo de las superficies, estimado como la suma de los errores de comisión (7%), de omisión (4,2%) y de digitalización (0,5%) resultaron en definitiva un error de superficie total del orden del -2,3%, según determinó la SAGPyA para el inventario forestal realizado entre el año 1998 y el 2000.

El procedimiento y análisis detallado de los resultados para estimar este error se encuentran descriptos en el Anexo II del *Manual de Procedimientos – Teledetección e interpretación del Inventario Forestal Nacional* realizado por la SAGPyA, entre los años 1998 – 2000.

No obstante, la Dirección de Forestación de dicho organismo ha mejorado la precisión de estos trabajos de gabinete y la supervisión en terreno, y aunque no se han realizado nuevas determinaciones de errores, según informa, han disminuido los de comisión y de digitalización, por lo que es posible que el error en superficie se ubique aún por debajo del informado precedentemente.

La cartografía en base a imágenes satelitales

La máscara de imagen satelital que antecede permite observar las superficies forestadas; los polígonos seleccionados para ser incluidos en la muestra tienen el perí-

Imagen satelital con los polígonos que componen la muestra. (Perímetro resaltado en amarillo). (Perímetro resaltado en amarillo).

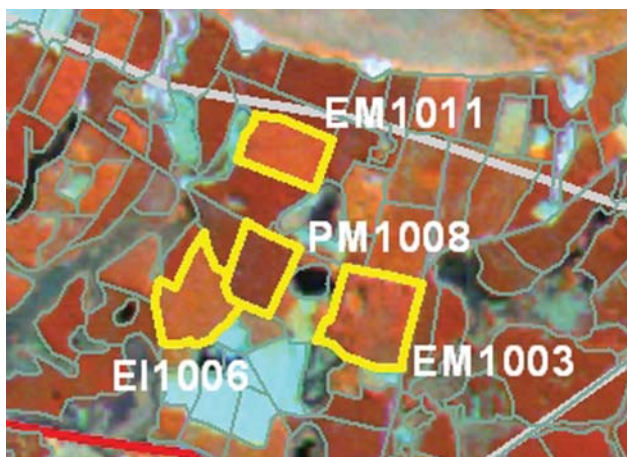


metro resaltado en amarillo. Es la zona de Ituzaingó y en azul se destaca el río Paraná.

En la siguiente máscara de imagen se resaltan en amarillo polígonos de la muestra de la primera etapa con su correspondiente código de identificación (la primera letra para el género, la segunda para la clase de edad y el número que corresponde al identificador del polígono).

El color rojo de la vegetación se debe a las bandas del espectro utilizadas para los realces y obedece a que el ojo humano puede distinguir hasta 15 tonos (más que

Detalle de Unidades Primarias de Muestreo con su código de identificación



El código de identificación de 6 dígitos indica:
 1ra. Letra: Género
 2da. Letra: Clase de edad
 1er. Número: Estrato de suelo
 Tres dígitos restantes: Identificador del polígono

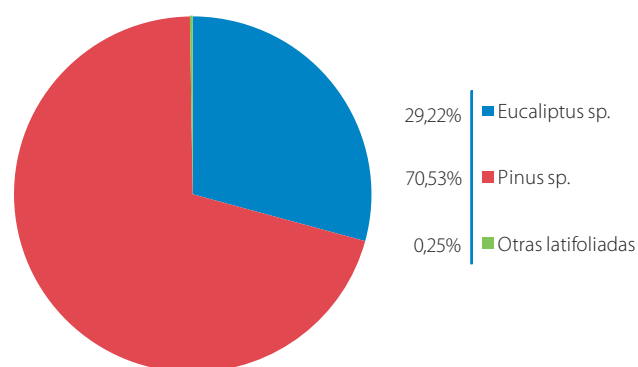
de ningún otro color), lo que hace más certera la separación de un tipo de respuesta de la cobertura de otra y permite diferenciar mejor las plantaciones de coníferas de las de latifoliadas. Obsérvese que el polígono del género *Pinus sp.* da una coloración más oscura que la de los polígonos de *Eucalyptus sp.*

La superficie forestada

La tabla N° 5, incluye toda la superficie que surge de los polígonos identificados en las imágenes de los géneros *Pinus sp.* y *Eucalyptus sp.* que fue incluida como polígono en la cartografía, más los incluidos por información administrativa del sistema de promoción, es decir, la clase de edad "0".

La clase "Otras Latifoliadas" son las de especies que no son de los géneros *Pinus sp.* y *Eucalyptus sp.*

GRÁFICO DE LA TABLA N° 5



Fuente: elaboración propia.

TABLA N° 5

GÉNERO	CÓDIGO	SUPERFICIE (HA)	PARTICIPACIÓN PORCENTUAL
<i>Pinus sp.</i>	PI	262.939,96	70,53%
<i>Eucalyptus sp.</i>	EU	108.955,60	29,22%
Otras latifoliadas	OL	938,86	0,25%
TOTAL GENERAL		372.834,42	100%

Fuente: elaboración propia.

“Otras latifoliadas”, que es solo el 0,25% del total forestado, se distribuye entre las siguientes especies, como se observa en la Tabla N° 6.

TABLA N° 6

GÉNERO	CÓDIGO	SUPERFICIE (HA)
Cedrela sp.	CE	1,50
Grevillea sp.	GR	721,96
Melia sp.	PA	125,84
Hovenia sp.	HO	5,13
Taxodium sp.	TA	39,84
Toona sp.	TO	19,65
Varias	VA	24,94
TOTAL		938,86

Fuente: elaboración propia.

En la columna género, la categoría “Varias” corresponde a polígonos en los que no se identificó ni el género ni la especie.

TABLA N° 7

DEPARTAMENTO	TOTAL (HA)	% S/ TOTAL
Total Concepción	40.497,25	10,89%
Total Ituzaingó	75.291,34	20,25%
Total P. de los Libres	44.747,16	12,03%
Total Santo Tomé	125.585,61	33,77%
TOTAL	286.121,36	76,94%

Fuente: elaboración propia.

TABLA N° 8

CUENCAS	TOTAL (HA)	ACUM. (HA)	%
Santo Tomé - Ituzaingó	200.876,95	200.876,95	54,01%
Paso de los Libres - Monte Caseros	61.314,13	262.191,08	16,49%
Concepción - San Miguel - Saladas	56.860,69	319.051,77	15,29%
Goya - Esquina	11.428,68	330.480,45	3,07%
Restantes	41.415,11	371.895,56	11,14%
TOTAL		371.895,56	100%

Fuente: elaboración propia.

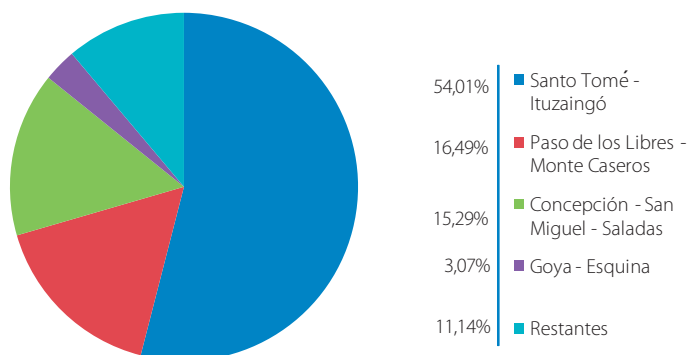
De acuerdo con el Inventario Nacional del año 1998, la superficie total para Corrientes era 217.657 ha, por lo que el aumento en los últimos 10 años, hasta octubre de 2008 fue, incluyendo la proveniente de todas las fuentes de información, de 418.134 ha, lo que da una tasa anual media de crecimiento en superficie, para ese período, de 20.047,7 ha/año.

En la tabla N° 7, se observa que el 76,94 % de la superficie total abarca cuatro departamentos: Santo Tomé, Ituzaingó, Paso de los Libres y Concepción. Estos se ubican así: dos de ellos sobre el río Uruguay (Santo Tomé y Paso de los Libres) con 170.332,77 ha forestadas; uno sobre el Río Paraná (Ituzaingó) con 75.291,34 ha, y el restante en el centro-norte entre los esteros del Batel y del Iberá (Concepción) con 40.497,25 ha.

Las cuatro grandes cuencas

Desde el punto de vista de la concentración de plantaciones, su ubicación geográfica y por el desenvolvimiento de la actividad forestal; en la Provincia se reconocen cuatro cuencas de producción (tabla N° 8):

GRÁFICO DE LA TABLA N° 8



Fuente: elaboración propia

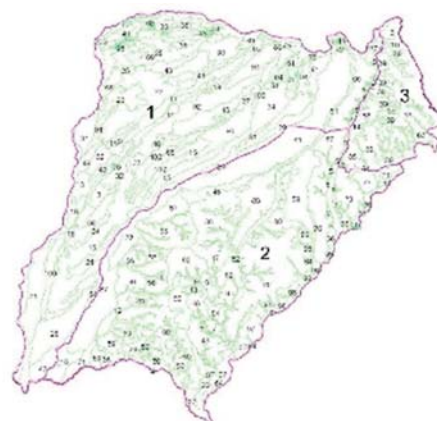
1) **Cuenca Noreste**, integrada por los departamentos de Santo Tomé e Ituzaingó, 2) **Cuenca Sureste**, formada por Paso de los Libres y Monte Caseros, 3) **Cuenca Centro-Norte**, compuesta por los departamentos de Concepción, San Miguel y Saladas y 4) **Cuenca Suroeste**, por Goya y Esquina. Así, estas cuatro grandes cuencas participan con el 88,86 % (330.480,50 ha) del total de la superficie forestada de *Pinus* y *Eucalyptus* (371.895,66 ha). En la tabla N° 8, se observan los nueve departamentos que participan con mayor superficie y que integran estas cuencas forestales y, en bastardilla los restantes.

Los tres estratos de suelos

La estratificación en tres grandes unidades de suelos, se realizó con datos de el mapa de suelos de la provincia de Corrientes elaborado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y con datos del inventario de la SAGPyA de 1998-2000. (Figura N° 1).

- El **Estrato 1**. Queda definido por el río Paraná al Este, y una línea, que recorre casi en diagonal la provincia desde el río Guayquiraró al Sur,

FIGURA N° 1



y sirve de límite con el estrato 2, hasta el límite con el estrato 3 al Norte. Esta línea define las dos unidades más extensas y separa al estrato 2 que corresponde a suelos más arcillosos.

- El **Estrato 2**. Son suelos más arcillosos, los típicos suelos "ñau" con mayores dificultades de drenaje, que los suelos más arenosos del centro al noroeste de la provincia, y la extensa lomada central de la región de los esteros del Iberá y esteros del Batel.
- El **Estrato 3**. Es la superficie de suelos arenosos rojos de la provincia, cuyas características se acercan más a los lateríticos misioneros. Este límite está definido al sureste, por la ciudad de Santo Tome, de allí se acerca y recorre el río Aguapey hacia el Norte y se aparta de este en las cercanías de sus nacientes hasta llegar al suroeste del límite con la provincia de Misiones hasta el río Paraná, un poco antes del límite con la provincia de Misiones en las cercanías de Posadas (Figura N° 1).

TABLA N° 9

GÉNERO	SUPERFICIE (HA) POR ESTRATO DE SUELO			SUBTOTAL
	1	2	3	
EU	34.590,37	55.984,05	18.381,19	108.955,61
PI	111.300,69	27.199,80	124.439,47	262.939,96
TOTALES GENERALES	145.891,06	83.183,85	142.820,66	371.895,57

Fuente: elaboración propia..

Lo que se tuvo en cuenta para esta división, es que en estas tres grandes unidades de suelos, la respuesta al crecimiento de las plantaciones es muy diferente. Sin dudas los de más alta productividad para el cultivo forestal son los del estrato 3, le siguen los del estrato 1 y finalmente los del 2. No obstante en este último estrato, un manejo adecuado del agua (drenaje y escorrentía), corrige el efecto de la sobresaturación de agua en el suelo, y hay respuestas positivas en el crecimiento.

Las clases de edad

Del total de la superficie inventariable de *Eucalyptus sp.*, el 47 % es de edad conocida y en el caso de *Pinus sp.*, el 74 %. Esta información administrativa proviene del sistema de promoción de la Ley Nacional 25.080 y de las inspecciones realizadas a campo. Las clases de edad inventariables se definieron según la siguiente distribución, (Tabla N° 10).

En la tabla N° 11 se observan cinco clases de edad, pero solo las clases resaltadas (1 a 3) fueron consideradas para la estratificación, dado que corresponden a las plantaciones de edad conocida. La clase 9 incluye los polígonos de "edad desconocida" pues no se tiene el dato fehaciente y la clase 0 a las plantaciones "recientes", definidas como no inventariables a los efectos de determinar los parámetros dasométricos.

Se parte, del presupuesto de que las plantaciones de las que no se conoce la edad (clase 9), se comportan en cuanto a su distribución porcentual, como las de edad conocida. Para asignarles edad, se calculó la proporción de superficie de cada edad conocida, en relación al total de ésta y con estos porcentajes se realizó la asignación a las de edad desconocida. La tabla N° 12, refiere a cómo se realizó esta asignación.

En la tabla 13 se muestra la superficie total, para los dos géneros inventariados, habiendo distribuido la superfi-

TABLA N° 10

GÉNEROS	CLASES DE EDAD		
	1= JÓVENES	2= INTERMEDIAS	3= MADURAS
<i>Pinus sp.</i>	4 a 7 años	8 a 14 años	más de 14 años
<i>Eucalyptus sp.</i>	2 a 4 años	5 a 10 años	más de 10 años

Fuente: elaboración propia.

TABLA N° 11

CLASE DE EDAD	SUPERFICIE (HA) PARA PINUS Y EUCALYPTUS POR CLASE DE EDAD		
	EU	PI	TOTAL GENERAL
0	15.495,08	46.167,34	61.662,42
1	10.315,10	70.183,24	80.498,34
2	26.821,48	72.609,73	99.431,21
3	6.753,88	18.015,44	24.769,32
9	49.570,06	55.964,21	105.534,27
Superficies totales	108.955,60	262.939,96	371.895,56
SUPERFICIE CLASES 0-1-2-3	59.385,55	206.975,75	266.361,29

Fuente: elaboración propia.

TABLA N° 12

CLASES DE EDAD	PROPORCIÓN PORCENTUAL POR CLASE DE EDAD CONOCIDA			
	SUP. EU (HA)	SUP. PI (HA)	EU (% DE SUP. S/TOTAL)	PI (% DE SUP. S/TOTAL)
0	15.495,08	46.167,34	26,09%	22,31%
1	10.315,10	70.183,24	17,37%	33,91%
2	26.821,48	72.609,73	45,17%	35,08%
3	6.753,88	18.015,44	11,37%	8,70%
TOTAL	59.385,54	206.975,75	100,00%	100%

Fuente: elaboración propia.

TABLA N° 13

CLASES DE EDAD	GÉNERO		SUP. (HA)
	EU	PI	
0-Recientes	28.014,44		58.831,46
1-Jóvenes	19.220,75		89.770,37
2-Intermedias	50.028,44		92.020,01
3-Maduras	11.691,98		22.318,12
Total Inventariable 1+2+3	80.941,16		204.108,50
TOTAL GENERAL	108.955,60		262.939,96

Fuente: elaboración propia.

cie de la clase 9 entre las cuatro clases de edad conocidas por género, con los porcentajes de la tabla N° 12.

La distribución de las unidades primarias de muestreo relevadas a campo

Para calcular los volúmenes, se utilizaron solamente las clases de edad 1 (Jóvenes), 2 (Intermedias) y 3 (Maduras). No se tuvo en cuenta la clase "0" (recientes) puesto que su incidencia en volumen, no es significativa y debido a que no se detectaron en las imágenes, no formaron parte de la población inventariable.

Veamos ahora como se distribuyeron espacialmente las UPM. Sobre un total de 429 polígonos seleccionados,

fueron medidos durante los trabajos de campo 326. La disminución se debió a las razones apuntadas sobre la dinámica del sector en cuanto a cosechas y en algunos casos por no poder acceder a algunas propiedades. La tabla N° 14 muestra la distribución final de las UP por clase de edad y por estrato de suelo una vez realizada la postestratificación.

La postestratificación

Los polígonos de edad desconocida, llevaron en un principio la letra "S" como segunda letra. Debido a que no se podían asignar a una clase de edad, se reemplazó la letra "S" por la letra correspondiente (J, I o M), y se colocó como primer número el nueve para indicar que ese

TABLA N° 14

CLASES DE EDAD	N° DE UP EN EL ESTRATO			TOTALES
	SUELOS 1	SUELOS 2	SUELOS 3	
EJ	12	34	13	59
EI	13	34	13	60
EM	14	13	12	39
PJ	39	8	30	77
PI	11	4	30	45
PM	11	3	32	46
TOTAL UP	100	96	130	326

Fuente: elaboración propia

polígono se había “re-nombrado” y luego se reemplazaba por el del estrato de suelo correspondiente (post-estratificación).

El proceso de postestratificación, a partir de la información de campo procesada, también se utilizó para modificar en gabinete la categorización inicial de algunos de los polígonos de edad conocida, que fueron cambiados a la clase de edad correspondiente a su estructura, (área basal y altura media). Se fundamentó esta decisión, en el hecho de que más allá de su edad cronológica, hay plantaciones cuyos parámetros dasométricos, indican un comportamiento que no se corresponde con el de su clase de edad cronológica. El haber decidido la toma de datos completa también en estos polígonos adicionales de edad desconocida, nos permitió mejorar la información para asignarle a los mismos, la categoría de edad más adecuada a su estado evolutivo actual.

Los trabajos de campo

Para los trabajos de campo se ajustó la secuencia de cada operación en el terreno mediante ejecuciones *in situ* de todo el procedimiento a seguir en el levantamiento de datos, el relascopio y la navegación con GPS *Global Positioning System* constituyeron la base para el entrenamiento de las brigadas.

Los aspectos más relevantes de este entrenamiento, consistieron en los criterios para seleccionar el Factor de Área Basal (FAB) utilizado en cada polígono, en función de observaciones sobre el rodal, fundamentalmente densidad y diámetros, los criterios para definir los atributos que figuran en la planilla, estado sanitario, daños por fuego y tipos de suelo, los procedimientos usuales para variar la altura de medición del diámetro a 1,30 m de la base (diámetro a la altura de pecho – DAP–), y la comprobación de los “árboles duda” a los efectos de contarlos o excluirllos. El objetivo de la selección del FAB fue lograr que se incluyeran en los conteos de cada unidad secundaria, entre 7 y 15 árboles. Estos extremos, sin ser rígidos, fueron una guía.

La determinación durante el procedimiento, de los denominados “árboles duda”, que son aquellos que por la relación del ángulo de barrido y su diámetro se encontraron a una distancia límite, del perímetro de la parcela circular virtual y la decisión de incluirlos o excluirllos del conteo es en general realizada por simple apreciación visual, requiere de mucha experiencia y práctica con el relascopio.

Las determinaciones en estos casos se realizaron con sumo cuidado y precisión, respetando aún más la altura de intercepción de la visual a 1,30 m para la medición del DAP y se recomendó que, hasta ajustar la visión sobre la escala del aparato y el árbol que se interceptaba, (en el árbol que presentó dudas) se midiera tanto su diámetro a la altura de pecho (DAP) con cinta diamétrica, como la distancia en metros desde el punto de observación

al eje del árbol, y se verificara por medio de las “tablas de árbol límite”, para el FAB utilizado, antes de decidir su inclusión o exclusión en el conteo.

Para la medición de alturas se utilizaron tanto el clinómetro del relascopio como clinómetros marca SUUNTO y un distanciómetro óptico de lectura directa. En salidas previas a campo, el equipo técnico ajustó todos los procedimientos para lograr uniformidad al transmitirlos a los integrantes de las brigadas de campo y posteriormente se los instruyó, primero en forma teórico-práctica, con algunos de los conceptos esenciales del método Bitterlich, el significado de la estratificación, la interpretación de la cartografía a utilizar, la carga de datos, el manejo del GPS, el uso del instrumental y las convenciones internacionales sobre medición dendrométrica.

Luego, en situaciones reales, se observó a cada brigada trabajando durante 4 jornadas completas, hasta que no fue necesario ajustar detalles. Se realizó un intercambio de tareas entre los integrantes de una misma brigada para que todos adquiriesen práctica en el uso de instrumentos de medición y navegación con GPS y se sujetaran a criterios uniformes en las apreciaciones de atributos y en la aplicación de las mismas soluciones para los casos duda.

El resultado de las remediciones de USM y el control e inspecciones que se hicieron a las brigadas de campo durante los trabajos de toma de datos, confirmó que se utilizó un criterio uniforme de procedimiento para todas las mediciones dendrométricas y observaciones de atributos.

La tasa de crecimiento (IMA)

El Incremento Medio Anual (IMA), es el cociente entre el tamaño alcanzado por la variable de interés, hasta un momento determinado y su edad. En nuestro caso la

CLASES DE EDAD	SIGLA	INTERVALO (AÑOS)	EDAD (PROMEDIO PONDERADO)
Pinos Jóvenes	PJ	4 a 7	5,89
Pinos Intermedios	PI	8 a 14	9,14
Pinos Maduros	PM	> de 14	24,14
Eucaliptos Jóvenes	EJ	2 a 4	3,84
Eucaliptos Intermedios	EI	5 a 10	7,74
Eucaliptos Maduros	EM	> de 10	17,70

variable de interés fue el volumen medio por hectárea, y la edad a la que se alcanzó dicho volumen, expresado en m³/ha/año.

La edad media, se estimó utilizando los datos de los polígonos de edad conocida para cada una de las clases de edad (estratos). A los efectos de que la estimación de la edad a partir del rango de valores que conforman la clase fuese representativa de ese conjunto de valores, se estimó como promedio ponderado, en función de la superficie total de los polígonos, una muestra de cada edad de las que conforman la clase. Por ejemplo, para la clase EJ cuyo rango es 2 a 4 años, se sumó la superficie de los polígonos de 4 años, de los de 3 años y de los de 2 años, independientemente, luego se multiplicó cada edad por el valor de superficie de cada una, y la sumatoria de estos tres valores se dividió por la superficie total de la clase (promedio ponderado). En la tabla N° 15 se presentan los datos de las edades promedio de cada clase de edad, tanto para el género *Eucalyptus* como para *Pinus*.

Los estimadores estadísticos

Para *Pinus* y *Eucalyptus*, se estimó el volumen total con y sin corteza, y el comercial (hasta 8 cm de diámetro en punta fina sin corteza).

El volumen total con corteza de *Pinus sp.* resultó de 31.281.668,71 m³, para una superficie inventariable de 204.108,50 ha, y el de *Eucalyptus sp.*, 15.644.307,40 m³, para 80.941,16 ha.

En la Tabla N° 16 se muestran las superficies y los volúmenes totales con corteza referidos a esa superficie, la media por ha, los errores estándar y por ciento, y en las dos últimas columnas, entre qué rango a partir de la media puede encontrarse el valor real para un 95% de confiabilidad.

En las tablas N°17 y 18, la misma información para clases de edad y referidas a la ha.

TABLA N° 15

CLASES DE EDAD	SIGLA	INTERVALO (AÑOS)	EDAD (PROMEDIO PONDERADO)
Pinos Jóvenes	PJ	4 a 7	5,89
Pinos Intermedios	PI	8 a 14	9,14
Pinos Maduros	PM	> de 14	24,14
Eucaliptos Jóvenes	EJ	2 a 4	3,84
Eucaliptos Intermedios	EI	5 a 10	7,74
Eucaliptos Maduros	EM	> de 10	17,70

Fuente: elaboración propia

TABLA N° 16

GÉNERO	ESTIMADORES ESTADÍSTICOS SOBRE LA POBLACIÓN						
	SUP. TOTAL (HA) (DE TABLA N°13)	VOLUMEN CC TOTAL (M³)	MEDIA/HA CC (M³)	ERROR ESTÁNDAR (%)	ERROR %	±M³/HA CC	± M³ TOTAL CC
PI	204.108,50	31.281.668,71	153,26	5,31%	6,93%	10,62	2.167.632,27
EU	80.941,16	15.644.307,40	193,28	6,29%	6,51%	12,58	1.018.239,79

Fuente: elaboración propia

TABLA N° 17

CLASES DE EDAD	EUCALYPTUS SP.		ESTIMADORES ESTADÍSTICOS		
	RANGO	VOL.½ C/C/HA (M³)	ERROR ESTÁNDAR %	ERROR %	DES. ESTIM. +/-
Jóvenes	2 a 4	81,57	4,39%	10,76%	8,78
Intermedias	5 a 10	193,41	9,28%	9,59%	18,55
Maduras	> de 10	363,34	16,33%	8,99%	32,66

Fuente: elaboración propia

TABLA N° 18

CLASES DE EDAD	PINUS SP		ESTIMADORES ESTADÍSTICOS		
	RANGO	VOL.½ C/C/HA (M³)	ERROR ESTÁNDAR %	ERROR %	DES. ESTIM. +/-
Jóvenes	4 a 7	72,46	4,36%	12,04%	8,72
Intermedias	8 a 14	181,52	10,30%	11,35%	20,60
Maduras	> 14	354,13	15,30%	8,64%	30,60

Fuente: elaboración propia

Carga de datos y procesamiento de información de campo

Se inició la misma luego de tener la versión definitiva de la estructura de la base de datos que corre sobre el programa Access. A continuación se observan las fórmulas de los estimadores estadísticos utilizados, donde la Unidad Primaria (UP) es el polígono y la Unidad Secundaria (US) es cada grupo de datos de las UR (puntos de medición de las US, dentro de cada UP).

Fórmulas para calcular los estimadores estadísticos

Volumen medio/ha para cada unidad secundaria:

$$y_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^3 y_{yj}$$

mi = número de unidades secundarias en la UP i (que en este caso fueron las tres 3, de medición completa)⁵.

5. Se utilizaron solo las 3 US de medición completa, pues con ellas se entró en el rango establecido para el error del 10% para una confiabilidad del 95%. Las otras tres US, donde solo se realizó el conteo de ejemplares, se incluyeron a los efectos de tener una

y_{ij} = valor de la variable de interés/ha observada en la unidad secundaria j de la unidad primaria i (polígono).

Cada polígono tendrá un valor y y habrá tantos valores como polígonos haya en la muestra (n) i y

Estimador de la media del volumen/ha poblacional por unidad secundaria:

$$y_{2ML} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i(\text{media})$$

2ML = indica muestreo bietápico con muestreo por lista.
 n = número de unidades primarias (polígonos) en la muestra.

Varianza de la media del volumen por ha:

$$S^2_{y\left(\frac{1}{2}\right)_{2ML}} = \frac{S^2_{wb}}{n}$$

Siendo:

$$S^2_{wb} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{i\frac{1}{2}})^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n y_{i\frac{1}{2}})^2}{n}}{n - 1}$$

Estimación del volumen total:

$$VT_{2ML} = S \cdot (y_{\frac{1}{2}})_{2ML}$$

S = superficie total en la clase

Si bien se agregó la fórmula para determinar el volumen total, el valor real de interés es el promedio por hectárea, dado que el valor del volumen medio/ha de cada uno

mejor estimación del área basal (AB), por ser este parámetro uno de los fundamentales para realizar análisis sobre un bosque. Además, que en el caso de que no fuera suficiente con las tres de medición completa, se tendrían 3 UR más para evaluar este importantísimo parámetro.

de los tres estratos de suelo, se relaciona en forma proporcional con esa fracción poblacional dentro de la clase de edad.

Las ecuaciones de volumen

Se estableció para este inventario que los estimadores estadísticos para cada género deben ser iguales o menores al 10% para un 95% de confiabilidad. Estos valores se estiman para volúmenes totales con corteza tanto para género *Eucalyptus sp.* como para el género *Pinus sp.* Para el género *Pinus* se utilizó una ecuación adaptada a partir de las dos especies principales plantadas en la Provincia, *Pinus Elliottii* y *Pinus Taeda*.

Para *eucalyptus sp*

Para el cálculo de volumen de cada árbol de *Eucalyptus*, se utilizaron las expresiones:

$$V_{cc} = \text{Volumen total con corteza [m}^3\text{]} = e^{\text{Intersección}_{CC}} \cdot \text{Diámetro}^{X_{1CC}} \cdot \text{Altura}^{X_{2CC}}$$

$$V_{sc} = \text{Volumen total sin corteza [m}^3\text{]} = e^{\text{Intersección}_{SC}} \cdot \text{Diámetro}^{X_{1SC}} \cdot \text{Altura}^{X_{2SC}}$$

$$V_{sc8} = \text{Volumen comercial sin corteza a 8cm pf [m}^3\text{]} = V_{cc} * 1 - e^{\text{Intersección}} \cdot 8^{X_1}$$

Diámetro^{X₂}. (pf= punta fina)

Donde Intersección CC, X_{1CC} y X_{2CC}, Intersección SC, X_{1SC} y X_{2SC}; Intersección, X₁ y X₂ son valores fijos obtenidos de la parametrización de datos de análisis de fuste de Glade. Estos valores son:

	VOLUMEN TOTAL CON CORTEZA [M ³]		VOLUMEN TOTAL SIN CORTEZA [M ³]		VOLUMEN COMERCIAL SIN CORTEZA [M ³]
Intersección CC	-10,04733297470	Intersección SC	-10,29874588	Intersección SC8pf	-0,470873834
X ₁ CC	1,843566179935	X ₁ SC	1,827069505	X ₁	1,948835615
X ₂ CC	1,078419027904	X ₂ SC	1,141519571	X ₂	-1,987254731

Fuente: elaboración propia.

Para pinus

Volumen total provincial (m³) "CC" (con corteza), "SC" (sin corteza) y "SC 8cm pf" (sin corteza a 8 cm de diámetro en punta fina) por grupo de especies en tres clase de edad (Tablas N° 20-21 y 22). Las funciones que describen la dependencia de los volúmenes de *Pinus* con altura y diámetro tienen la misma forma que en el caso de *Eucalyptus*. Como en la provincia de Corrientes no hay una única especie

en la población de pinos, las funciones para el cálculo de volúmenes fueron extraídas de la interpolación de los coeficientes Intersección CC, X1CC y X2CC, Intersección SC, X1SC y X2 SC8 pf, Intersección, X1y X2, entre las dos especies mayoritarias: *Pinus taeda* y *Pinus elliottii*.

Los coeficientes utilizados en la función de volumen para este inventario, que resultaron de la interpolación de los coeficientes de *Pinus Taeda* y *Pinus Elliotti* son:

	VOLUMEN TOTAL CON CORTEZA [M ³]		VOLUMEN TOTAL SIN CORTEZA [M ³]		VOLUMEN COMERCIAL SIN CORTEZA [M ³]
Intersección CC	-10.28756132	Intersección SC	-10,525359721	Intersección SC8pf	2,485227140
X ₁ CC	1,908411635	X ₁ SC	1,920933795	X ₁	1,191747001
X ₂ CC	1,138669214	X ₂ SC	1,169975009	X ₂	-2,384580633

TABLA N° 19

CLASES DE EDAD	EUCALYPTUS SP. C/C			
	SUP. EU (HA)	% S/TOTAL	VOL. MEDIO C/C/HA	TOTAL VOL. (M ³)
Jóvenes	19.220,75	23,75%	81,57	1.567.836,40
Intermedias	50.028,44	61,80%	193,41	9.675.999,69
Maduras	11.691,98	14,45%	363,34	4.248.162,65
TOTAL GENERAL	80.941.16	100 %	191,40	15.491.998,74

Fuente: elaboración propia.

TABLA N° 20

CLASES DE EDAD	EUCALYPTUS SP. S/C		
	SUP. EU (HA)	VOL. MEDIO S/C/HA	TOTAL VOL. (M ³)
Jóvenes	19.220,75	72,08	1.385.431,50
Intermedias	50.028,44	174,94	8.751.974,49
Maduras	11.691,98	331,97	3.881.385,36
TOTAL GENERAL	80.941,16	173,20	14.018.791,35

Fuente: elaboración propia.

TABLA N° 21

CLASES DE EDAD	EUCALYPTUS SP. S/C 8 CM PF		
	SUP. (HA)	VOL. MEDIO S/C 8 CM/HA	TOTAL VOL. (M ³)
Jóvenes	19.220,75	61,72	1.186.244,65
Intermedias	50.028,44	162,99	8.154.255,75
Maduras	11.691,98	314,87	3.681.413,89
TOTAL GENERAL	80.941,16	160,88	13.021.914,29

Fuente: elaboración propia.

Los volúmenes totales determinados para *Eucalyptus* por clase de edad

Volumen total provincial (m³) "CC" (con corteza), "SC" (sin corteza) y "SC 8cm pf" (sin corteza a 8 cm de diámetro en punta fina) para *Eucalyptus sp.* (Tablas N° 19 - 20 Y 21).

Los volúmenes totales determinados para *pinus* por clase de edad

Volumen total provincial (m³) "CC" (con corteza), "SC" (sin corteza) y "SC 8cm pf" (sin corteza a 8 cm de diámetro en punta fina) para *Pinus sp.* (Tablas N° 22 - 23 y 24).

TABLA N° 22

CLASES DE EDAD	PINUS SP. C/C			
	SUP. (HA)	% S/TOTAL	VOL. MEDIO C/C/HA	TOTAL VOL. (M ³)
Jóvenes	89.770,37	43,98%	72,46	6.504.760,73
Intermedias	92.020,01	45,09%	181,52	16.703.472,60
Maduras	22.318,12	10,93%	354,13	7.903.516,90
TOTAL GENERAL	204.108,50	100%	152,43	31.111.750,23

Fuente: elaboración propia.

TABLA N° 23

CLASES DE EDAD	PINUS SP. S/C			
	SUP. (HA)	% S/TOTAL	VOL. MEDIO S/C/HA	TOTAL VOL. (M ³)
Jóvenes	89.770,37	59,24	5.318.348,66	6.504.760,73
Intermedias	92.020,01	148,75	13.687.590,64	16.703.472,60
Maduras	22.318,12	291,66	6.509.407,58	7.903.516,90
TOTAL GENERAL	204.108,50	125,01	25.515.346,88	31.111.750,23

Fuente: elaboración propia.

TABLA N° 24

CLASES DE EDAD	PINUS SP. S/C 8 CM PF		
	SUP. (HA)	VOL. MEDIO S/C 8 CM/HA	TOTAL VOL. (M ³)
Jóvenes	89.770,37	49,44	4.437.821,16
Intermedias	92.020,01	132,76	12.216.954,84
Maduras	22.318,12	279,27	6.232.854,50
TOTAL	204.108,50	112,13	22.887.630,50

Fuente: elaboración propia.

TABLA N° 25

GÉNERO	ESTRATO DE SUELO 1				
	CLASE DE EDAD	% SUP	SUP. (HA)	VOL. CC M ³	VOL. SC M ³
<i>Eucalyptus</i>	Jóvenes	30,84%	6.782,41	553.241,38	488.876,29
	Intermedias	51,21%	11.262,54	2.178.287,90	1.970.268,78
	Maduras	17,95%	3.947,76	1.434.378,01	1.310.536,8
TOTAL EU		100%	21.992,71	4.165.907,29	3.769.681,95
<i>Pinus</i>	Jóvenes	47,57%	40.385,35	2.926.322,33	2.392.586,46
	Intermedias	43,45%	36.893,21	6.696.855,22	5.487.709,95
	Maduras	8,98%	7.626,49	2.700.768,35	2.224.
TOTAL PI		100%	84.905,05	12.323.945,89	10.104.673,50

Fuente: elaboración propia.

TABLA N° 26

GÉNERO	ESTRATO DE SUELO 3				
	CLASE DE EDAD	% SUP	SUP. (HA)	VOL. CC M ³	VOL. SC M ³
<i>Eucalyptus</i>	Jóvenes	20,49%	2.661,35	797.509,02	191.829,82
	Intermedias	54,17%	7.034,88	6.137.095,71	1.230.681,85
	Maduras	25,34%	3.290,23	1.618.313,72	1.092.256,51
TOTAL EU		100%	12.985,45	8.552.918,45	2.514.768,19

Fuente: elaboración propia.

TABLA N° 27

GÉNERO	ESTRATO DE SUELO 3				
	CLASE DE EDAD	% SUP	SUP. (HA)	VOL. CC M ³	VOL. SC M ³
<i>Pinus</i>	Jóvenes	40,39%	39.177,17	739.660,57	2.321.009,32
	Intermedias	45,24%	43.884,65	2.040.675,67	6.527.657,56
	Maduras	14,37%	13.939,05	266.513,28	4.065.527,75
TOTAL PI		100%	97.000,87	15.740.954,82	12.914.194,64
TOTAL SUELO 2 EU+PI			109.986,32	18.514.127,82	15.428.962,83

Fuente: elaboración propia.

Superficie de plantaciones con tareas culturales de podas y raleos

Del levantamiento de datos de los atributos de las plantaciones que integraron la muestra, un dato de interés fue lograr una estimación de la superficie sobre la que se observaron tareas culturales.

De estas, se definieron dos de ellas como importantes, las podas y los raleos. Por razones operativas y de costos, no se avanzó más allá de identificar *in situ*, la evidencia

de realización de estas tareas. Es necesario mencionar que en la mayoría de los casos de las plantaciones de *Pinus* y *Eucalyptus*, que compusieron la muestra de las clases de edad intermedia y madura, han sido podadas y/o raleadas en más de una oportunidad (tabla N° 28). No fue posible estimar en cuanto modifica el efecto de los raleos los parámetros de área basal, número de árboles y volumen, en la tasa de IMA. Es decir que, el incremento medio anual puede parecer bajo, sobre todo en plantaciones de edad intermedia y madura, pues no se cuantificó el volumen extraído por esta práctica cultural.

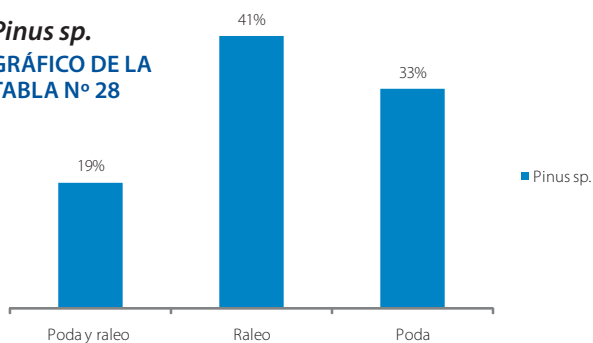
TABLA N° 28

GÉNERO	TAREA CULTURAL	SUP. (%)	SUPERFICIE(HA)
<i>Pinus sp.</i>	Poda y raleo	19%	41.186,80
	Raleo	41%	88.876,78
	Poda	33%	71.534,96
<i>Eucalyptus sp.</i>	Poda y Raleo	49%	45.795,65
	Raleo	76%	71.029,99
	Poda	56%	52.337,89

Fuente: elaboración propia.

Pinus sp.

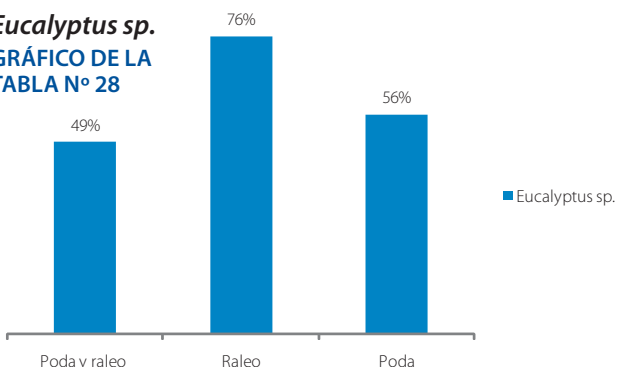
GRÁFICO DE LA TABLA N° 28



Fuente: elaboración propia.

Eucalyptus sp.

GRÁFICO DE LA TABLA N° 28



Fuente: elaboración propia.

Plantación de clase de edad Joven de *Eucalyptus sp.* con poda reciente



Plantación de clase de edad Intermedia de *Eucalyptus sp.* en etapa de raleo



Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

El requerimiento realizado por la provincia de estratificar en clases de edad, sin duda es de enorme importancia, pero no se contó con la información de la edad de todos los polígonos que componen la población. Este dato de gabinete en el caso del género *Eucalyptus* solo alcanza al 47% de la superficie inventariable y en el caso del género *Pinus* al 74%; obligó a asumir que la superficie de edad desconocida, 53% para *Eucalyptus* y 26% para *Pinus* se distribuye porcentualmente para cada clase de edad, de la misma forma que la de edad conocida, (ver Tablas N° 12 y 13), pero no contamos con ningún elemento de juicio para apuntalar esta suposición. Sin duda este es un punto a mejorar, pues influye en las estimaciones de volumen total. Tal vez en el caso de el género *Pinus*, al ser exiguo el porcentaje de superficie de edad desconocida, la posible distorsión no sea muy significativa a la escala de este inventario, pero es un aspecto a mejorar.

Luego de haber recorrido las diversas cuencas forestales de la provincia se observa una evolución positiva por la influencia de las grandes empresas que en los últimos 15 años irrumpieron en el sector. La incorporación de un paquete tecnológico, que aunque disponible, no era de aplicación corriente, es hoy notable, ha comenzado

por la producción de plantines, donde el uso de germoplasma de origen y calidad conocida, más el manejo en la etapa de vivero, son el paso adelante en el primer eslabón de la cadena.

También se observa que la calidad de las tareas de plantación y manejo tienen un fuerte componente técnico. Corrientes transita en muchos aspectos lo que podríamos llamar "Selvicultura de precisión". Es tan evidente el aumento de productividad en plantaciones con manejo eficiente, que aún en sitios de baja calidad relativa, con la incorporación de tareas culturales sobre el suelo, drenaje y escorrentía, se observan macizos que superan en crecimiento a las que carecen de la aplicación de este paquete tecnológico, aún en calidades de sitio superiores.

La Tabla N° 29 muestra cómo se distribuyen porcentualmente las superficies de edad conocida, incluida la de plantaciones recientes (clase no inventariable)

Esto permite inferir que habrá una mayor oferta de madera de *Eucalyptus sp.* cuando el paso del tiempo lleve a las intermedias a maduras. Pero teniendo en cuenta, que las jóvenes están, dada su edad promedio (3,84 años), muy cerca de pasar a intermedias, y éstas aún algo alejadas de la edad madura (7,74 años), habrá

TABLA N° 29

GÉNERO	TAREA CULTURAL	SUP. (%)	SUPERFICIE(HA)
<i>Pinus sp.</i>	Poda y raleo	19%	41.186,80
	Raleo	41%	88.876,78
	Poda	33%	71.534,96
<i>Eucalyptus sp.</i>	Poda y Raleo	49%	45.795,65
	Raleo	76%	71.029,99
	Poda	56%	52.337,89

Fuente: elaboración propia.

un punto a no más de 3 a 4 años en que la clase de edad intermedia será la mayoría.

Es posible entonces, que haya una disminución de la oferta de maduras a ese plazo, y luego, al cabo de 4 a 6 años habrá una concentración alta de plantaciones en turno de corta. Se deberá analizar el ritmo de plantación actual, para comprobar si está aumentando el *stock* de reserva.

La provincia acumula un *stock* maduro de *Eucalyptus* del orden de los 4.250.000 de m³ CC, y para un plazo de no más de 6 años un potencial del orden de los 9.700.000 de m³ CC. Es imperativo el análisis profundo del sector industrial para la utilización de este volumen potencial a mediano plazo.

El futuro de la oferta de madera de coníferas (*Pinus* sp.) será elevado, pero la baja existencia de plantaciones maduras, solo el 11% del total (22.318,12 ha), de sostenerse el nivel de cosecha actual (puede estimarse en las 5.000/7.000 ha/año según la DRF); determinaría un período de disminución de la oferta de madera, pues las 92.020 ha de plantaciones de edad intermedia, (edad promedio 9 años) más allá de lo producido por raleos, comenzará a entregar volumen importante no antes de los 10/12 años. La provincia acumula un *stock* maduro de *Pinus* CC cercano a los 8.000.000 de m³. Y para un plazo de alrededor de 10/12 años, las plantaciones de edad intermedia (92.000 ha) pasarán a maduras, con lo cual se dispondrá de un volumen potencial de aproximadamente 32.570.000 m³ de madera con corteza (26.770.000 de m³ de madera sin corteza, 25.760.000 m³ de madera de 8 cm de diámetro en punta fina), distribuidos en el período correspondiente.

Todo indica que a no muchos años, la oferta de madera será muy importante.

Recomendaciones

Hay una necesidad concreta de planificación que se debe dar a varios niveles.

Excediendo el marco de este trabajo, los autores del mismo, creemos que debe ser analizada la posibilidad

de definir una metodología común para el diseño y ejecución de inventarios en la región mesopotámica. Concentra no menos del 85% de la superficie forestada del país, y esta superficie es en su mayoría la de dos géneros, *Pinus* y *Eucalyptus*; por lo que sería deseable obtener información compatible y fácilmente comparable.

Corrientes cuenta con un nivel de empresas que poseen grandes superficies forestadas y realizan un manejo eficiente, poseen información precisa y realizan proyecciones para planificar; son interlocutores válidos y representan intereses concretos del sector que hay que atender. Detrás de ellos, los emprendimientos de menor envergadura y los pequeños productores forestales, se encolumnan naturalmente, allí hay que atender a necesidades casi particulares y en ese nivel las comunas deben ser la caja de resonancia.

El Estado provincial debe dar un marco adecuado a este sector con información que permita planificar globalmente metas de mediano y largo plazo, esto implica poder analizar la red vial y su desarrollo futuro, el transporte, la disponibilidad actual y futura de la energía.

Hoy Corrientes es junto a Misiones una de las dos provincias forestales del país.

En general, el sector se desarrolló sin un nivel de planificación adecuado. Creció por el impulso dado a través de diferentes sistemas de promoción con fuertes subsidios del Estado Nacional, vía desgravación impositiva y de subsidios directos (sistema actual).

La tendencia debería ser mejorar la eficiencia de la promoción, premiando la productividad.

Se necesita el fortalecimiento institucional para el sector forestal; es en lo que en general han fallado las provincias que alcanzaron a desarrollar la etapa de plantación por medio de beneficios otorgados por el gobierno nacional. En nuestra opinión, estos aspectos del sistema de promoción deben ser revisados, pues no están bien direccionados.

Tampoco la Nación tiene una estructura sólida ni adecuada a las necesidades y mucho menos pensada para el futuro posible.

Hoy con esta herramienta de planificación que es el inventario, será necesario actualizar y perfeccionar al menos la provincial en pos de superar el nivel alcanzado, es la oportunidad para ponerse a la altura de las circunstancias y aceptar el desafío de liderar el sector. El recurso primario está y además se necesita avanzar en el desarrollo industrial.

Mantener actualizada la información necesita de inversión, recursos humanos y continuidad. La burocracia debe ser eficiente y estar al servicio del desarrollo. La provincia ha dado un paso adelante con este proyecto, pero debe dar los próximos con celeridad. La dinámica del sector es muy ágil, y desactualiza la información.

La provincia posee una importante masa de recursos forestales y debe dar paso al desarrollo industrial, para ello conocer lo que tiene, cuánto tiene, dónde está localizado, y cuál es su perspectiva futura, es esencial para definir el modelo de desarrollo forestal de esta etapa ineludible para avanzar y adecuar las políticas de acuerdo con metas claramente definidas. El inventario es la herramienta adecuada para dar este paso de planificación.

Parece lógico comenzar a hacerlo desde la perspectiva de la productividad, más que desde la de aumentar la superficie forestada; hay plantaciones en las que hemos observado crecimientos deficientes por no haber relacionado productividad con calidad de sitio.

Sería deseable que la política de subsidios a la forestería alcance un grado de eficiencia tal que permita establecer un piso de productividad mínima por debajo del cual no se debería acceder al sistema de promoción o al menos, no en iguales condiciones que aquellas plantaciones que por la aplicación de tecnología y manejo superen un estándar mínimo que habría que definir.

La situación de la región extramesopotamia argentina

Si comparamos en la región el desarrollo forestal en el campo de las plantaciones de especies de rápido crecimiento relativo tomando los casos de Brasil, Uruguay y Chile, estamos ya muy lejos de ellos.

Se dirá que Uruguay está por debajo de Argentina en superficie forestada y es cierto, nuestra ventaja ronda las 200.000 ha; pero Uruguay tiene una población de menos del 10% de la Argentina y una superficie territorial casi 16 veces menor.

Con relación al Producto Interno Bruto (PIB) la relación es 14 a 1 a favor de la Argentina.

Uruguay tiene ya 1.000.000 ha forestadas contra 1.200.000 de Argentina.

Es fácil advertir que Uruguay ha hecho en relación a estas variables un desarrollo equivalente a 10 a 12 veces del que hizo la Argentina, pero hay un dato no menor, que es: ¿en cuánto tiempo?

En 1993 en el Congreso Forestal de Paraná, Entre Ríos, expusieron su Plan Forestal. Partían de una superficie forestada estimada en 20.000/30.000 ha, es decir, que alcanzaron la situación actual en 18 años.

La Argentina se propuso objetivos de crecimiento y sustitución de importaciones del sector hace no menos de 37 años y nunca alcanzó a cumplir las metas declaradas en los plazos previstos, tampoco hubo nunca una autocrítica ni un análisis sobre las causas.

Los efectos están a la vista.

Importamos en el rubro celulosa y papel más de 800 millones de dólares.

Al día de hoy, el déficit de la balanza comercial forestal es del orden de los 700/800 millones de dólares y se importa por un valor cercano a las exportaciones de carne.

Uruguay captura hoy inversiones en el sector forestal celulósico de miles de millones de dólares.

Con relación a Brasil y Chile, la situación no es menos desfavorable.

Sin duda, hemos fracasado en las políticas relativas al desarrollo del sector y dadas las ventajas comparativas del país, es un capítulo que se debe revisar.

