



MINISTERIO DE GANADERÍA,
AGRICULTURA Y PESCA

DGF

Dirección General
FORESTAL

Resultados del Inventario Forestal Nacional de Coníferas

Año 2019



Montevideo, diciembre del 2019

Director General Forestal
Ing. Agr. Pedro Soust

División Evaluación e Información
Ing. Agr. Leonardo Boragno
Ing. Agr. (MSc) Mariana Boscana
Ing. Agr. Emilia Arriaga

Colaboradores
Ing. Agr. Alejandro Méndez
Bach. Michael Delgado

Contenido

Introducción	3
Objetivos.....	4
Marco Metodológico.....	4
I. Metodología de la actualización de la Cartografía Forestal Nacional 2018.....	4
II. Metodología de muestreo.....	4
Estratos	6
Datos Recabados	6
Instrumentos.....	6
III. Coeficientes utilizados para el procesamiento	8
IV. Descripción de manejos evaluados	8
Resultados.....	9
I. Resultados de la cartografía forestal de <i>Pinus taeda</i> y <i>P. elliottii</i> al 2019	9
II. Áreas inventariadas en el IFNC.....	11
III. Resultados de manejo	14
IV. Resultados dasométricos.....	19
Rivera	19
Tacuarembó	19
Cerro Largo	20
Treinta y Tres	20
Durazno.....	21
Paysandú.....	21
Río Negro	22
Rocha	22
San José.....	23
V. Resultados volumétricos	24
Rivera	24
Tacuarembó	25
Cerro Largo	26
Treinta y Tres	26
Durazno.....	27
Paysandú.....	27
Río Negro	28
Rocha	28
San José.....	29
Inferencias	30
Reflexiones y consideraciones finales	32

Introducción

El Inventario Forestal Nacional (IFN), es una herramienta fundamental en el monitoreo de los recursos forestales; ya que permite contar con información estratégica para propender al Manejo Forestal Sostenible de los recursos boscosos del Uruguay y la implementación de políticas aplicables a los mismos.

La División Evaluación e Información de la Dirección General Forestal (DGF) del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) es quien ha llevado desde el año 2009 diferentes campañas del IFN. Uno de los objetivos del mismo es dar respuesta a los vacíos de información sobre el estado de situación de los bosques en Uruguay. En los últimos años la permanente demanda de información actualizada y de calidad, tanto a nivel cualitativa como cuantitativa en el sector de la madera sólida y en particular sobre las plantaciones comerciales del género *Pinus*, han acelerado la toma de decisiones de como continuar y priorizar el IFN.

La situación particular es que las plantaciones comerciales de *Pinus taeda* y *P. elliotti* presentan un volumen disponible de madera superior a la demanda de la industria nacional. En este contexto, en los últimos años las exportaciones de rollos se han visto incrementadas, significando al año 2018 más de 2 millones de metros cúbicos. La necesidad de contar con información precisa es uno de los factores de mayor importancia al momento de insertar a Uruguay en los procesos de competitividad que proporcione a usuarios nacionales e internacionales insumos para la toma de decisiones, ya sea para invertir en la industrialización o para buscar mercados para comercializar la madera.

Una de las fortalezas para desarrollar el Inventario Forestal Nacional de Coníferas 2019 (IFNC2019) consiste en la oportunidad de tener una Cartografía Forestal Nacional del año 2018, lo cual genera certezas en cuanto al área que ocupan dichas plantaciones, siendo este un excelente punto de partida para el diseño y estratificación del mismo.

En este informe se presentan los resultados obtenidos del IFNC2019. Los mismos hacen referencia a la disponibilidad actual de volúmenes totales en pie a nivel nacional y departamental para diferentes estratos de edad. Una descripción cuantitativa y cualitativa de los diferentes manejos a los que fueron sometidos y la caracterización dasométrica de cada estrato. El mismo no pretende llegar a volúmenes comerciales ni a cuantificar cuánta de esta madera está relacionada a abastecer industrias nacionales.

A su vez se integró a la División Manejo Forestal Sostenible de la DGF para que acompañe el proceso y aporten un informe sobre el estado sanitario de los bosques comerciales de coníferas en Uruguay.

Por último la DGF agradece a las empresas, productores y técnicos que han contribuido con invaluable información para cumplir con esta tarea, celebrando la cooperación con el sector privado que propicia las buenas relaciones y redundan en beneficios para todos.

Objetivos

1. Actualización de la Cartografía Forestal Nacional para el estrato *Pinus taeda* y *P. elliottii* a setiembre 2019.
2. Asignarle una categoría de edad a las plantaciones de Pinos a nivel nacional.
3. Cuantificar los volúmenes existentes por departamentos con mayor superficie de Pino para las diferentes categorías de edad.
4. Aportar en las características dasométricas de las diferentes categorías de edad.
5. Identificar los distintos manejos (podas y raleos) durante el ciclo forestal.
6. Evaluar el estado sanitario de las plantaciones de pinos.

Marco Metodológico

I. Metodología de la actualización de la Cartografía Forestal Nacional 2018

La Cartografía base utilizada fue la Cartografía Forestal Nacional de Bosque Plantado elaborada en 2018, considerándose únicamente el estrato *Pinus elliottii* y *Pinus taeda*, la cual fue elaborada a partir de imágenes Sentinel-2 del período diciembre 2017 a enero 2018.

Para actualizar dicha superficie a setiembre 2019, se descontaron las áreas cosechadas en el período febrero 2018 hasta setiembre 2019.

Para identificar las áreas cosechadas se utilizaron imágenes Sentinel-2 disponibles para el mes de setiembre 2019, utilizando como máscara el estrato *Pinus* de la cartografía 2018.

La rodalización, se realizó manualmente utilizando el software Q-GIS. Se identificaron visualmente las áreas cosechadas sobre la capa de las áreas existentes en la Cartografía Forestal 2018 y luego éstas fueron excluidas de la misma.

II. Metodología de muestreo

Se realizó un muestreo aleatorio estratificado a partir de la cartografía forestal nacional 2018. Se realizaron parcelas circulares de 452 m² y 804 m², lo que corresponde a radios de 12 m y 16 m; según el tipo de raleo constatado (nulo, selectivo o sistemático) y marco de plantación en campo, con el objetivo de contar con al menos 25 árboles en la parcela.

Por otra parte, se calculó el número de parcelas a realizar teniendo en cuenta un error de muestreo para el volumen total con corteza en metros cúbicos por hectárea máximo de 15%, con una confianza del 95%.

Se realizaron un total de 181 parcelas (Figura 1) para todo el territorio nacional. Siendo los departamentos de Rivera (31%), Tacuarembó (20%) y Treinta y Tres (15%) los departamentos con mayor número de parcelas realizadas, como se puede ver en la Tabla 1. Le siguen en orden Treinta y Tres, Durazno, Paysandú, Río Negro, San José y Rocha. La cantidad de parcelas por departamento son el resultado de las categorías de edad y de su variabilidad constatada para volumen.

Tabla 1. Cantidad de parcelas realizadas por departamento.

Cerro Largo	Durazno	Paysandú	Río Negro	Rivera	Rocha	San José	Tacuarembó	Treinta y Tres	Total general
11	14	13	9	55	7	8	37	27	181

Figura 1. Mapa con la ubicación de las parcelas realizadas.



De las áreas totales existentes al año 2019, se tomó en cuenta los departamentos con una superficie de pino mayor a las 500 ha. A su vez, dentro de los departamentos

relevados no se consideraron aquellas categorías de edad que por su baja superficie o porcentaje en relación a las áreas totales presentaban dificultades para su muestreo.

No se consideró realizar análisis por especies dentro del género *Pinus*, ya que se identificó que la especie predominante es *Pinus taeda*. Para una superficie total de 149.346 hectáreas reportadas por empresas pineras del sector y considerando los departamentos de Cerro Largo, Durazno, Paysandú, Río Negro, Rivera, Tacuarembó y Treinta y Tres, la especie predominante es *Pinus taeda* con el 86,6%. Le sigue *Pinus elliottii* con el 11,2%, Mezcla de ambas 1,7% y Pino Híbrido *Caribea* por *Elliottii* con el 0,4%.

Estratos

Se realizaron 4 estratos por edad al año 2019, agrupados teniendo en cuenta las etapas de crecimiento, confianza en el año de plantación y evolución de la oferta (comercial o no comercial). Un primer estrato de 5 a 9 años de edad, un segundo estrato de 10 a 14 años, un tercer estrato de 15 a 19 años y un cuarto estrato de 20 años a más. No se tuvieron en consideración plantaciones de pino menores a 5 años al año 2019 (Categoría 0) para la evaluación volumétrica, por no contar con volúmenes significativos.

Para la adjudicación de los años de plantación (y por ende la edad), en la cartografía se utilizaron múltiples fuentes de información. Se empleó la información disponible del registro de bosque perteneciente a Dirección General Forestal; también se realizó una identificación del año de plantación con imágenes satelitales multitemporales del *Google Earth*, y se verificó con información solicitada a las empresas que tuvieron puntos de muestreo.

Datos Recabados

Los datos dendrométricos recolectados para todos los árboles de la parcela fueron diámetro a la altura del pecho (DAP, cm), espesor de corteza (cm) y altura total (m).

Se recabaron a su vez datos de manejo (raleos y podas), ubicación GPS del punto central de la parcela, forma de los individuos muestreados (curvado, bifurcado, recto), especie (*Pinus taeda* o *Pinus elliottii*), y variables sanitarias.

Instrumentos

Los instrumentos empleados para la recolección de los datos dendrométricos fueron: forcípula de aluminio, calibrador de corteza Barktax de Haglöf, hipsómetro digital VERTEX de Haglöf (Figura 2).

Figura 2. Instrumentos utilizados.



Calibrador de corteza Barktax de Haglöf.



Hipsómetro digital VERTEX de Haglöf.



Forcípula de aluminio.

Los datos fueron relevados mediante el uso de una Tablet con la aplicación *Collect Mobile*, con un formulario específicamente diseñado con el software libre y de registro abierto *Collect* del paquete *Open Foris* de FAO¹ (Figura 3).



Figura 3. Tablet con la aplicación *Collect Mobile*.

¹ <http://www.openforis.org/tools/collect-mobile.html>

III. Coeficientes utilizados para el procesamiento

En la Tabla 2 y Tabla 3 se describen los factores de forma utilizados para alturas totales según clase diamétrica y especie².

Tabla 2. Factor de forma para alturas totales según clase diamétricas para *Pinus taeda*.

Clases diamétricas (cm)	Factor de forma
< 15	0,6
16-20	0,55
21-25	0,46
26-30	0,44
31-40	0,43
> 41	0,42

Tabla 3. Factor de forma para alturas totales según clase diamétricas para *Pinus elliottii*.

Clases diamétricas (cm)	Factor de forma
< 15	0,6
16-20	0,55
21-25	0,52
26-30	0,50
31-35	0,49
36-40	0,47
> 41	0,46

IV. Descripción de manejos evaluados³

Dependiendo del producto a obtener a turno final, se pueden realizar distintas alturas de podas:

- Baja: hasta 3 m de altura
- Media: hasta 5-6 m de altura
- Alta: hasta 8 m de altura

Los raleos pueden ser:

- Sistemáticos: donde se cortan los árboles sin selección previa
- Selectivos: donde se cortan árboles elegidos por defectos, diámetros, alturas, problemas sanitarios, etc. El mismo puede ser por lo bajo (donde se extraen los árboles suprimidos) o por lo alto (donde se extraen los árboles dominantes)

² Fuente: Informe de consultoría del Inventario Forestal Nacional etapa 2009.

³ Tuset, 2009. Forestación para productores agropecuarios. Montevideo (Uruguay): Hemisferio Sur. 319 p.

Resultados

I. Resultados de la cartografía forestal de *Pinus taeda* y *P. elliottii* al 2019

A continuación se presentan los resultados de superficie total por departamento de la cartografía actualizada a 2019 y la superficie cosechada en el período enero 2018 y setiembre 2019 (Tabla 4).

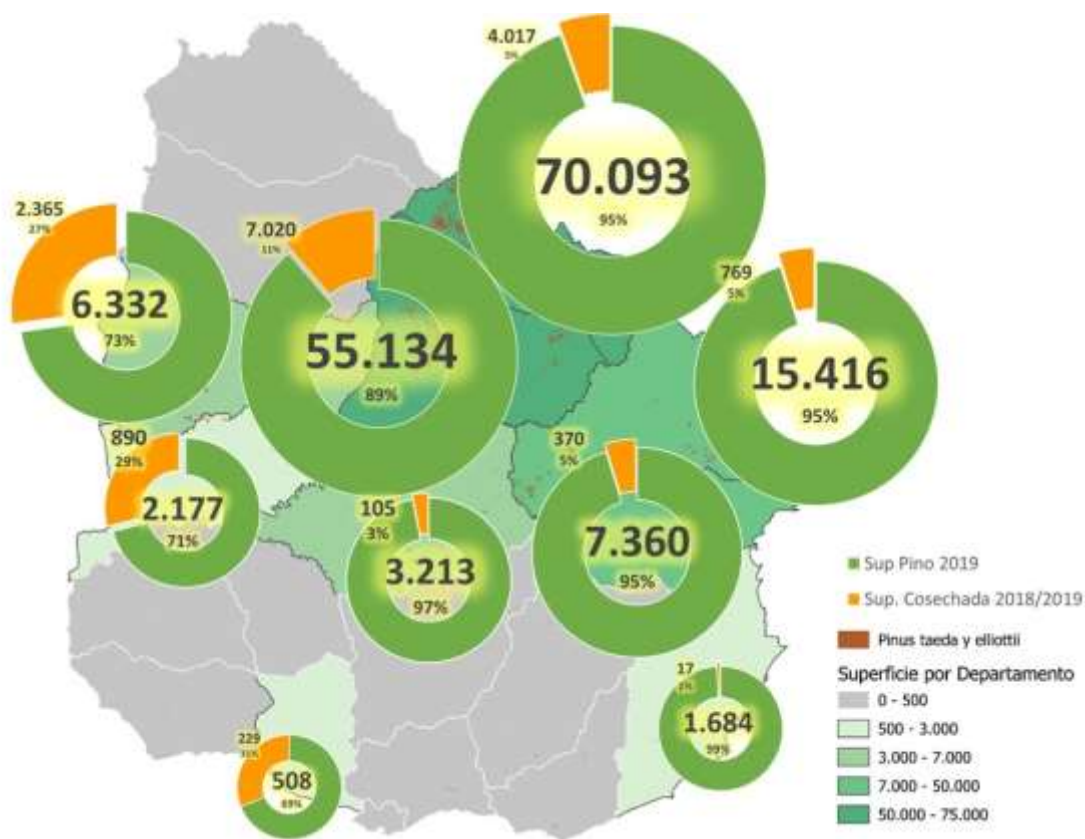
Tabla 4. Actualización de la superficie de pino a setiembre 2019.

Departamentos	Superficie Total 2018 (ha)	Superficie Cosechada (ha)	Superficie Total a setiembre 2019 (ha) ¹	Proporción en el Total País (%) ²
Artigas	9	0	9	0,0
Canelones	314	11	303	0,2
Cerro Largo	16.185	769	15.416	9,4
Colonia	488	40	448	0,3
Durazno	3.318	105	3.213	2,0
Flores	63	21	43	0,0
Florida	0	0	0	0,0
Lavalleja	391	0	391	0,2
Maldonado	483	0	483	0,3
Paysandú	8.697	2.365	6.332	3,9
Río Negro	3.067	890	2.177	1,3
Rivera	74.107	4.017	70.093	42,7
Rocha	1.701	17	1.684	1,0
Salto	377	0	377	0,2
San José	737	229	508	0,3
Soriano	195	51	143	0,1
Tacuarembó	62.158	7.020	55.134	33,6
Treinta y Tres	7.729	370	7.360	4,5
Total	180.019	15.905	164.114	100

¹La superficie de la Cartografía 2019 surge de restarle a la superficie de la Cartografía 2018, la superficie cosechada entre 2018-2019.

² Proporción (%): Es la proporción de superficie de *P. taeda* y *P. elliottii* de cada departamento en el total del país a setiembre de 2019.

Figura 4. Mapa con superficies actuales y cosechadas por departamento.



Los departamentos que presentan mayor superficie son Rivera y Tacuarembó, la que suma 125.227 ha, representando el 76% del total del país. El departamento que lo sigue con mayor superficie es Cerro Largo con 15.416 ha, lo que equivale a 9,4% de la superficie total. El cuarto lugar lo ocupa Treinta y Tres con 7.360 ha (4,5%). Los restantes departamentos ocupan una superficie 16.111 ha.

La superficie cosechada en el periodo 2018/2019 fue de 15.905 ha para el total del país. Tacuarembó tuvo una área cosechada de 7.020 ha lo que representa un 11 % de las existencias al año 2018, seguido de Rivera con una superficie de 4.017 ha (5% de la superficie 2018). Ambos departamentos representaron el 70% del área cosechada en relación a la superficie total cosechada.

En los departamentos del litoral (Paysandú y Rio Negro), la superficie cosechada represento casi un 30% del área existente en 2018 (Figura 4).

II. Áreas inventariadas en el IFNC

Tabla 5. Áreas inventariadas en relación a la superficie total al año 2019.

		Superficie (ha)	Superficie (%)
	Superficie de Pino a setiembre 2019	164.114	100
Departamentos inventariados	Superficie de categorías Inventariadas	158.616	96,6
	Superficie por categorías no Inventariadas	3.384	2,1
Departamentos no inventariados	Superficie de departamentos no Inventariadas	2.197	1,3

La superficie total inventariada fue de 158.616 ha, lo que equivale a un 96,6% de la superficie de Pino a nivel país, lo cual cumple con los objetivos planteados inicialmente (Tabla 5). En la Tabla 6 se muestra desagregado por departamento la relación de la superficie relevada versus la superficie de pino total.

Tabla 6. Porcentaje de la superficie inventariada en relación a la superficie total de Pinos.

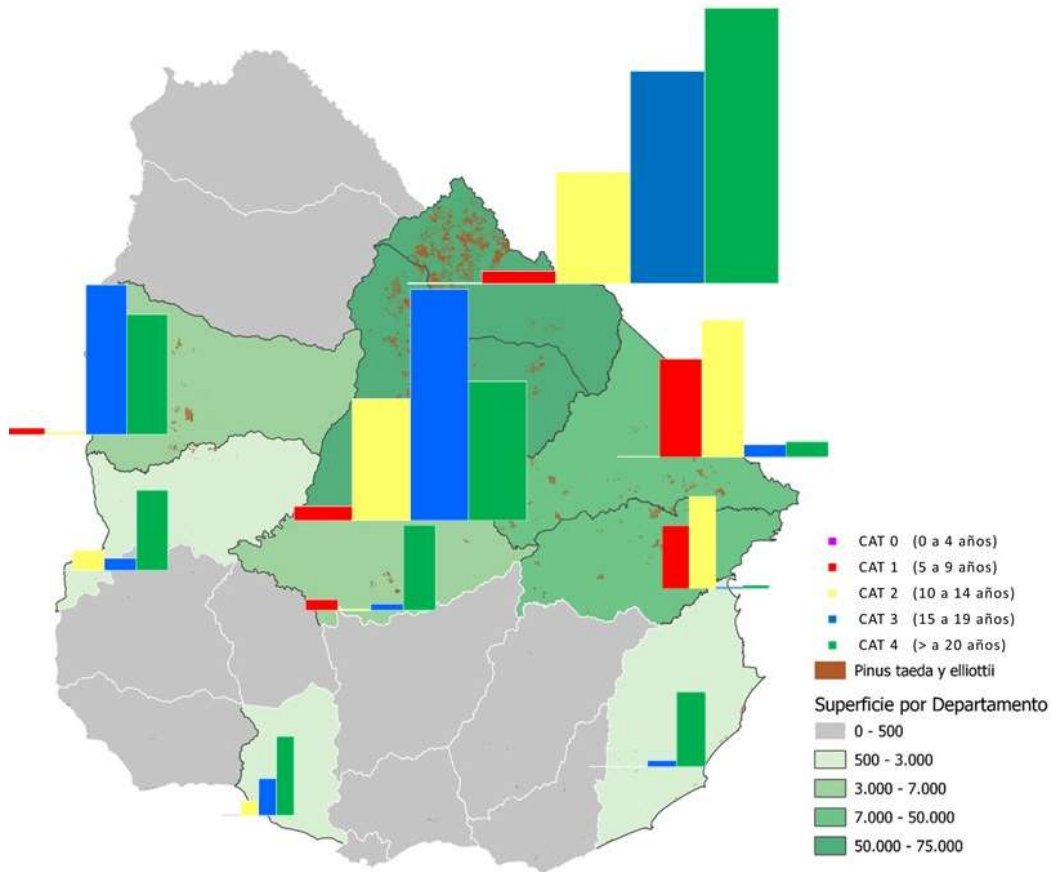
Departamentos	%
Rivera	100
Tacuarembó	100
Cerro Largo	89
Treinta y Tres	97
Paysandú	96
Durazno	82
Río negro	89
Rocha	91
San José	88

A continuación se presentan los resultados de los porcentajes por categoría de edad de cada departamento evaluado (ver Tabla 7 y Figura 5).

Tabla 7. Categorías de edad en superficie y en porcentaje por departamento.

Departamento	Categoría de edad	Superficie total cartografía 2019 (ha)	Categorías muestreadas	Superficie por categoría (ha)	Proporción por categoría (%)
Cerro Largo	0	15.416	NO	54	0,4
	1		SI	5.727	37,1
	2		SI	7.999	51,9
	3		NO	727	4,7
	4		NO	908	5,9
Durazno	1	3.213	NO	335	10,4
	2		NO	40	1,2
	3		NO	206	6,4
	4		SI	2.632	81,9
Paysandú	1	6.332	NO	153	2,4
	2		NO	70	1,1
	3		SI	3.385	53,5
	4		SI	2.724	43,0
Río Negro	1	2.177	NO	4	0,2
	2		SI	390	17,9
	3		NO	238	10,9
	4		SI	1.544	70,9
Rivera	0	70.093	NO	83	0,1
	1		SI	1.453	2,1
	2		SI	12.787	18,2
	3		SI	24.319	34,7
	4		SI	31.534	45,0
Tacuarembó	1	55.134	SI	1.559	2,8
	2		SI	13.242	24,0
	3		SI	25.180	45,7
	4		SI	15.153	27,5
Treinta y Tres	1	7.360	SI	2.893	39,3
	2		SI	4.251	57,8
	3		NO	66	0,9
	4		NO	150	2,0
San José	1	508	NO	3	0,6
	2		NO	58	11,4
	3		SI	142	28,0
	4		SI	305	60,0
Rocha	1	1.684	NO	10	0,6
	2		NO	6	0,4
	3		NO	129	7,7
	4		SI	1.538	91,3

Figura 5. Mapa de distribución de categorías de edad por departamentos evaluados.



Como se puede ver en la Figura 5, en los departamentos de Rivera, Río Negro, Durazno, Rocha y San José, predominan los árboles mayores a 20 años. Los departamentos de Paysandú y Tacuarembó tienen una predominancia de árboles de entre 15 y 20 años, mientras que en Cerro Largo y Treinta y Tres predominan las categorías de menos de 15 años.

III. Resultados de manejo

A continuación se realiza una descripción del manejo del cultivo en lo que respecta a podas y raleos durante el ciclo forestal. De las parcelas realizadas el 93% tienen algún tipo de raleo y el 88% se encuentran podadas, lo que refleja un alto porcentaje de manejo (Figura 6 y Figura 7).

Figura 6. Porcentaje de parcelas raleadas sobre parcelas totales.

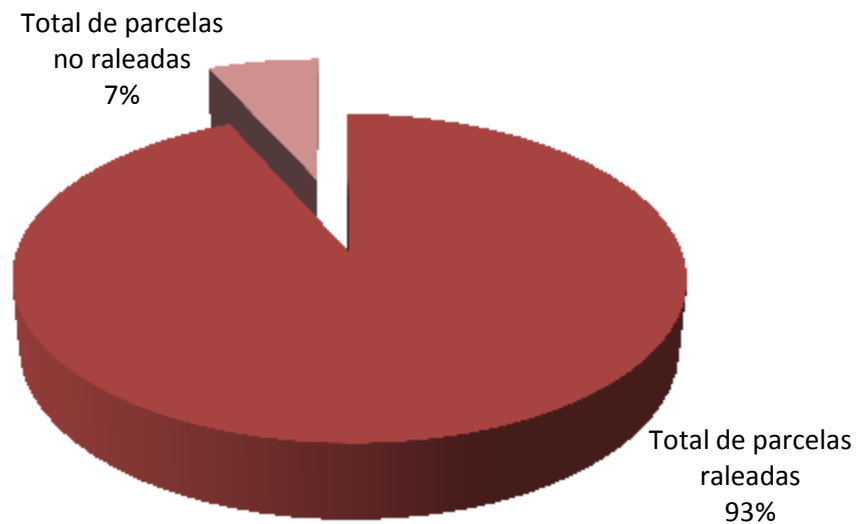
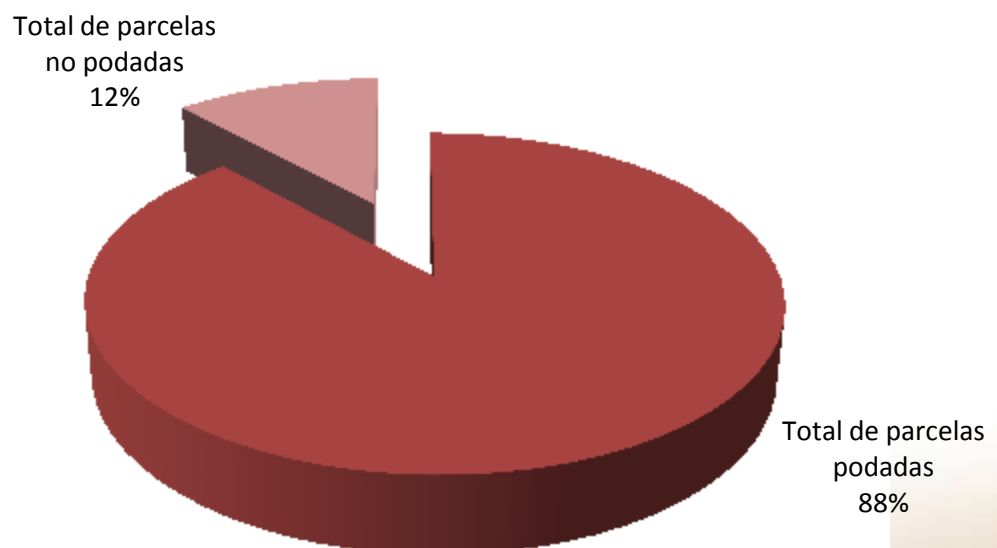
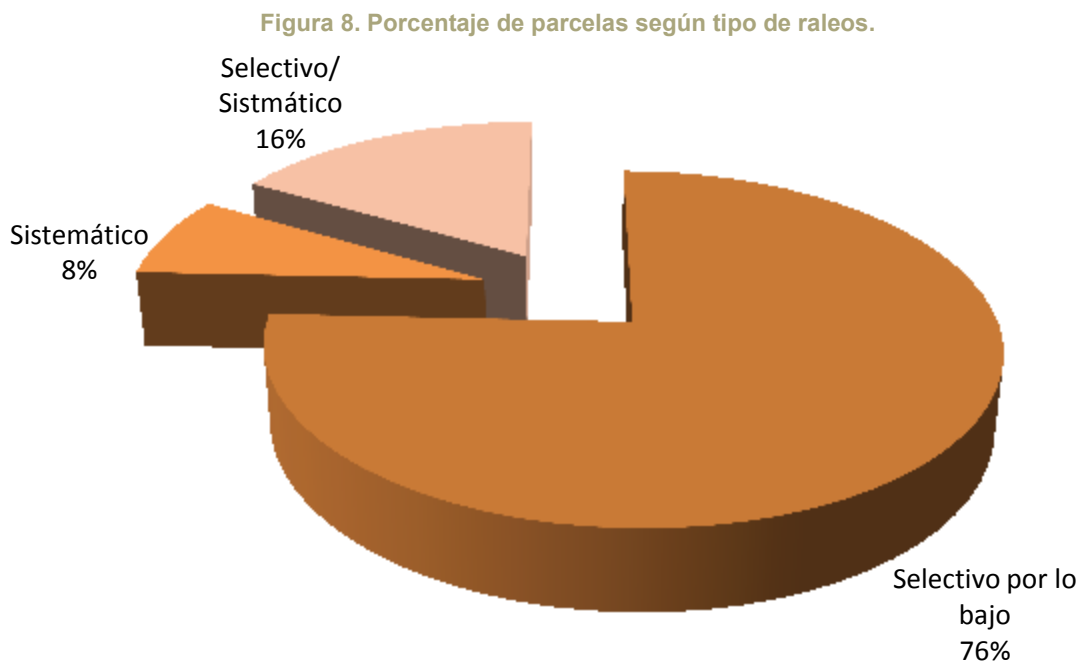


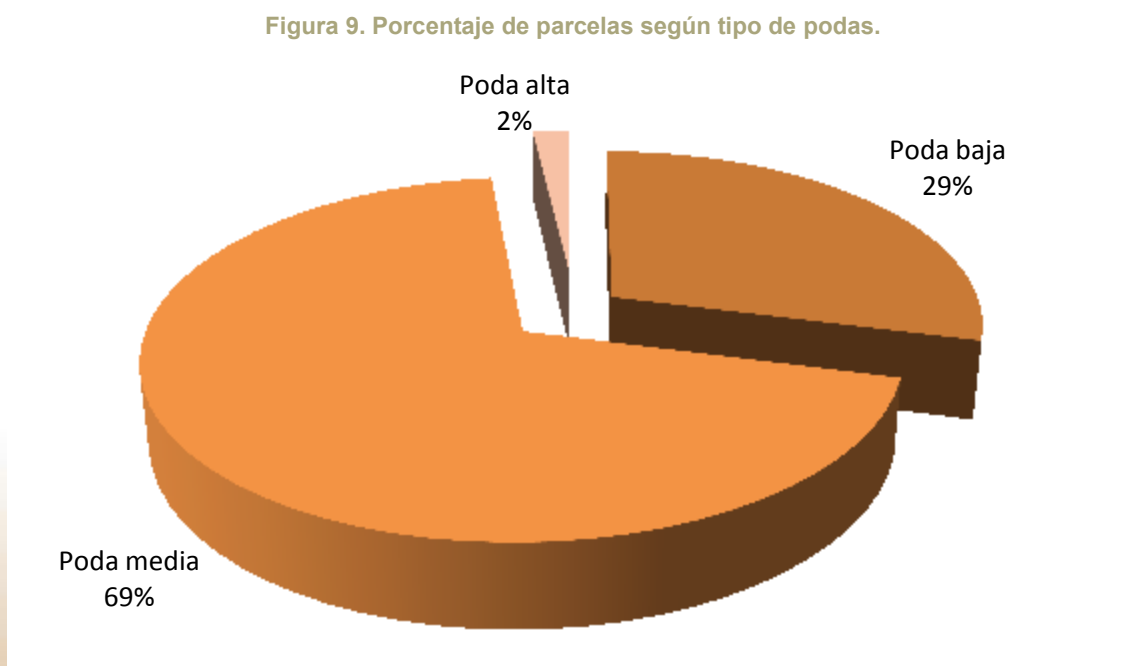
Figura 7. Porcentaje de parcelas podadas sobre parcelas totales.



Dentro de las parcelas que tienen algún tipo de raleo, los resultados indican que el 76% presentó sólo raleo selectivo por lo bajo, seguido del 16% con raleo combinado de selectivo por lo bajo y sistemático, y por último el 8% únicamente raleo sistemático (Figura 8).



Para aquellas parcelas que tienen algún tipo de poda, el 69% presenta poda media, seguido del 29% con poda baja, y solamente el 2% poda alta (Figura 9).



A continuación se detalla el manejo por categorías de edad y por departamento para el total de parcelas manejadas. Existen diferentes manejos por departamento relevados en cuanto a podas y raleos. Los departamentos con mayores porcentajes de manejo son Cerro Largo, Río Negro y Rivera presentando un 100% con algún tipo de poda y raleo. Mientras que los restantes departamentos presentan un menor grado de intervención, pero con porcentajes de manejo globales elevados (Tabla 8).

En general todas las categorías presentan altos porcentajes de manejo en lo que respecta a podas y raleos. El departamento de Treinta y Tres no presentó manejo de podas y raleos en la categoría 3; y para San José la categoría 2 no presenta podas.

Tabla 8. Porcentaje de parcelas con manejo según categorías de edad y departamento en relación a las parcelas monitoreadas.

Categorías de edad	Porcentaje con manejo de raleos (%)	Porcentaje con manejo de podas (%)
Cerro Largo		
1	100	100
2	100	100
Durazno		
4	71	100
Paysandú		
3	100	50
4	89	89
Río Negro		
2	100	100
4	100	100
Rivera		
1	100	100
2	100	100
3	100	100
4	100	100
Rocha		
4	43	86
San José		
3	100	67
4	100	100
Tacuarembó		
1	100	100
2	100	82
3	100	90
4	100	88
Treinta y Tres		
1	100	88
2	100	82

La mayoría de los departamentos presentan podas bajas y medias. Para el departamento de Paysandú según las parcelas relevadas, la categoría 4 presenta un 12,5% de parcelas con poda alta, mientras que en el departamento de San José la misma categoría es del 25%. En cuanto a los raleos, existe una alta diversidad de manejos cuya proporción varía según departamentos y categorías de edad (ver Tabla 9 y Tabla 10).

Estos datos de manejo tanto en relación a podas y raleos son específicos para las parcelas medidas, no pudiéndose extrapolar a superficie a nivel nacional.

Tabla 9. Tipo de podas por categoría de edad y departamentos en relación a las parcelas podadas.

Categorías de edad	Poda Baja (%)	Poda media (%)	Poda alta (%)
Cerro Largo			
1	10	90	
2	67	33	
Durazno			
4		100	
Paysandú			
3	100%		
4	12,5	75	12,5
Río Negro			
2	100		
4		100	
Rivera			
1		100	
2	56	44	
3	63	37	
4	12	88	
Rocha			
4	100		
San José			
3	100		
4	50	25	25
Tacuarembó			
1	38	62	
2	44	56	
3	22	78	
4	29	71	
Treinta y Tres			
1	29	71	
2	29	71	

Tabla 10. Proporción de tipo de raleos por categoría de edad y departamentos en relación a las parcelas raleadas.

Categorías de edad	Raleo Selectivo por lo Bajo (%)	Raleo Sistemático (%)	Raleo Selectivo/Sistemático (%)
Cerro Largo			
1	100		
2	100		
Durazno			
4	60		40
Paysandú			
3	25		75
4	63		38
Río Negro			
2			100
4	100		
Rivera			
1	95		5
2	94		6
3	50	25	25
4	38	62	
Rocha			
4		100	
San José			
3	100		
4	50		50
Tacuarembó			
1	100		
2	90		10
3	70		30
4	38	13	49
Treinta y Tres			
1	100		
2	82	12	6

IV. Resultados dasométricos

A continuación se presentan los datos dasométricos: número de árboles por hectárea, alturas y diámetros inventariados, por departamento y por categoría de edad.

Rivera

Tabla 11. Datos dasométricos por categoría de edad para Rivera.

		Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4
Número de árboles por hectárea promedio		526	504	479	335
Diámetro a la altura del pecho (m)	Promedio	0,23	0,32	0,34	0,41
	Desvío estándar	0,04	0,03	0,06	0,02
	Máximo registrado	0,30	0,37	0,42	0,43
	Mínimo registrado	0,17	0,26	0,28	0,39
Altura (m)	Promedio	12,1	18,5	21,9	24,6
	Desvío estándar	1,7	2,4	3,5	2,1
	Máximo registrado	15,1	21,5	26,5	27,3
	Mínimo registrado	9,1	13,6	18,7	21,3

Como se puede apreciar en la Tabla 11, Rivera presenta entre 526 y 335 árboles por hectárea en promedio dependiendo de la categoría que se contemple. Para la categoría 1, representada por árboles de entre 5 y 10 años, los diámetros a la altura del pecho se encuentran en promedio en 23 centímetros, mientras que la altura promedio ronda los 12 metros. En contraposición, en la categoría 4, representada por árboles mayores a 20 años, se encuentran árboles con diámetros promedios de 41 centímetros y alturas promedio de 25 metros.

Tacuarembó

Tabla 12. Datos dasométricos por categoría de edad para Tacuarembó.

		Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4
Número de árboles por hectárea promedio		527	484	417	311
Diámetro a la altura del pecho (m)	Promedio	0,28	0,32	0,35	0,38
	Desvío estándar	0,02	0,04	0,04	0,04
	Máximo registrado	0,30	0,38	0,44	0,42
	Mínimo registrado	0,26	0,26	0,32	0,31
Altura Total (m)	Promedio	14,5	18,2	22,8	23,5
	Desvío estándar	1,2	3,0	2,5	1,3
	Máximo registrado	16,3	22,7	25,9	25,6
	Mínimo registrado	12,5	13,2	18,9	21,6

En el departamento de Tacuarembó (ver Tabla 12), se observa que la cantidad de individuos por hectárea promedio se encuentra entre 527 y 311, correspondiendo a la

categoría 1 y 4 respectivamente. El diámetro a la altura del pecho promedio para la categoría inferior es de 28 centímetros y la altura promedio de 15 metros; mientras que para la categoría de mayor edad, el diámetro promedio es de 38 centímetros y la altura promedio de 24 metros.

Cerro Largo

Tabla 13. Datos dasométricos por categoría de edad para Cerro Largo.

		Categoría 1	Categoría 2
Número de árboles por hectárea promedio		647	583
Diámetro a la altura del pecho (m)	Promedio	0,23	0,29
	Desvío estándar	0,00	0,02
	Máximo registrado	0,23	0,32
	Mínimo registrado	0,22	0,27
Altura Total (m)	Promedio	11,7	15,1
	Desvío estándar	0,7	0,4
	Máximo registrado	12,5	15,4
	Mínimo registrado	10,8	14,6

La Tabla 13 muestra que Cerro Largo, al contener categorías de edad jóvenes, que abarcan de 5 a 9 años y de 10 a 14 años; presenta en promedio entre 647 y 583 árboles por hectárea; observándose diámetros a la altura del pecho promedio de 23 y 29 centímetros, y alturas promedio de 12 y 15 metros, dependiendo si corresponde a categoría 1 o 2 respectivamente.

Treinta y Tres

Tabla 14. Datos dasométricos por categoría de edad para Treinta y Tres.

		Categoría 1	Categoría 2
Número de árboles por hectárea promedio		676	620
Diámetro a la altura del pecho (m)	Promedio	0,26	0,28
	Desvío estándar	0,02	0,04
	Máximo registrado	0,28	0,41
	Mínimo registrado	0,24	0,24
Altura Total (m)	Promedio	12,4	13,9
	Desvío estándar	1,1	1,9
	Máximo registrado	14,6	17,8
	Mínimo registrado	11,4	12,0

El departamento de Treinta y Tres (ver Tabla 14), si bien contiene las mismas categorías de edad que Cerro Largo, presenta en promedio entre 676 y 620 árboles por hectárea. Los diámetros promedios encontrados en el departamento son de 26

centímetros para la categoría 1 y de 28 centímetros en la categoría 2. La altura promedio para los árboles de 5 a 9 años se encuentra en 12 metros, mientras que para los árboles de entre 10 y 14 años se encuentra en 14 metros.

Durazno

Tabla 15. Datos dasométricos por categoría de edad para Durazno.

		Categoría 4
Número de árboles por hectárea promedio		607
Diámetro a la altura del pecho (m)	Promedio	0,32
	Desvío estándar	0,02
	Máximo registrado	0,36
	Mínimo registrado	0,29
Altura Total (m)	Promedio	21,0
	Desvío estándar	1,8
	Máximo registrado	23,2
	Mínimo registrado	17,9

Durazno está representado por árboles mayores a 20 años, con una cantidad de individuos por hectárea promedio de 607; con diámetros a la altura del pecho promedio de 32 centímetros y alturas promedio de 21 metros (ver Tabla 15).

Paysandú

Tabla 16. Datos dasométricos por categoría de edad para Paysandú.

		Categoría 3	Categoría 4
Número de árboles por hectárea promedio		875	512
Diámetro a la altura del pecho (m)	Promedio	0,26	0,35
	Desvío estándar	0,01	0,06
	Máximo registrado	0,27	0,50
	Mínimo registrado	0,26	0,30
Altura Total (m)	Promedio	20,2	27,0
	Desvío estándar	0,9	5,2
	Máximo registrado	20,9	36,4
	Mínimo registrado	19,2	21,7

Paysandú, como se muestra en la Tabla 16, presenta árboles pertenecientes a las categorías de edad 3 y 4, con un número de árboles por hectárea promedio de entre 875 y 512. Para los árboles de entre 15 y 19 años se encontró un diámetro a la altura del pecho promedio de 26 centímetros y una altura promedio de 20 metros. Mientras que los árboles mayores a 20 años de edad, presentan en promedio un diámetro a la altura del pecho de 35 centímetros y una altura de 27 metros.

Río Negro

Tabla 17. Datos dasométricos por categoría de edad para Río Negro.

		Categoría 2	Categoría 4
Número de árboles por hectárea promedio		589	405
Diámetro a la altura del pecho (m)	Promedio	0,26	0,41
	Desvío estándar	0,00	0,05
	Máximo registrado	0,26	0,48
	Mínimo registrado	0,26	0,35
Altura Total (m)	Promedio	16,2	30,3
	Desvío estándar	1,0	3,7
	Máximo registrado	17,3	34,9
	Mínimo registrado	15,5	26,2

En el departamento de Río Negro la categoría 2 presenta en promedio 589 árboles por hectárea, con diámetros a la altura del pecho de 26 centímetros y alturas de 16 metros. En cuanto en la categoría 4, se encuentran en promedio 405 individuos por hectárea, con diámetros a la altura del pecho de 41 centímetros y alturas de 30 metros (ver Tabla 17).

Rocha

Tabla 18. Datos dasométricos por categoría de edad para Rocha.

		Categoría 4
Número de árboles por hectárea promedio		686
Diámetro a la altura del pecho (m)	Promedio	0,34
	Desvío estándar	0,03
	Máximo registrado	0,39
	Mínimo registrado	0,32
Altura Total (m)	Promedio	23,3
	Desvío estándar	3,2
	Máximo registrado	27,4
	Mínimo registrado	18,8

En departamento de Rocha (ver Tabla 18), representado por árboles mayores a 20 años, se encontraron en promedio 686 árboles por hectárea, con diámetro a la altura del pecho promedio de 34 centímetros y altura promedio de 23 metros.

Tabla 19. Datos dasométricos por categoría de edad para San José.

		Categoría 3	Categoría 4
Número de árboles por hectárea promedio		1.158	310
Diámetro a la altura del pecho (m)	Promedio	0,26	0,39
	Desvío estándar	0,05	0,11
	Máximo registrado	0,32	0,54
	Mínimo registrado	0,23	0,28
Altura Total (m)	Promedio	18,5	23,0
	Desvío estándar	1,3	6,4
	Máximo registrado	19,7	32,5
	Mínimo registrado	17,1	18,7

En San José, como se puede apreciar en la Tabla 19, dónde se relevaron árboles mayores a 15 años, se encuentra una densidad mayor que en el resto de los departamentos evaluados para la categoría 3, con un promedio de 1.158 árboles por hectárea, con diámetros promedio de 26 centímetros y altura promedio de 19 metros. La categoría 4, sin embargo, presenta en promedio 310 árboles por hectárea, con individuos que presentan en promedio 39 centímetros de diámetro a la altura del pecho y 23 metros de altura.

V. Resultados volumétricos

En esta sección se presentan los resultados volumétricos por hectárea por departamento y por categoría de edad. Los límites inferior y superior de los intervalos se calcularon al 95% de confianza.

Rivera

Tabla 20. Datos volumétricos por categoría de edad para Rivera.

		Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4
Volumen total con corteza (m ³ /ha)	Promedio	134	330	406	451
	Límite Inferior	113	297	350	406
	Límite superior	155	363	462	496
	Desvío Estándar	45	78	81	56
	Error absoluto al 95% de confianza	15%	10%	14%	10%
Volumen total sin corteza (m ³ /ha)	Promedio	104	268	346	382
	Límite Inferior	87	240	298	347
	Límite superior	121	296	394	417
	Desvío Estándar	36	66	69	44
	Error absoluto al 95% de confianza	16%	11%	14%	9%

En el departamento de Rivera, los árboles de entre 5 y 9 años de edad presentan en promedio un volumen total con corteza de 134 metros cúbicos y un volumen total sin corteza de 104 metros cúbicos (ver Tabla 20). Los árboles de entre 10 y 14 años, presentan un volumen total promedio con corteza de 330 metros cúbicos y un volumen total promedio sin corteza de 268 metros cúbicos. La categoría comprendida por árboles de entre 15 y 19 años presenta en promedio un volumen total con corteza de 406 metros cúbicos por hectárea, y un volumen total sin corteza de 347 metros cúbicos por hectárea. Por último, la categoría 4, comprendida por árboles mayores a 20 años presenta en promedio un volumen total con corteza de 451 metros cúbicos por hectárea y un volumen total sin corteza de 382 metros cúbicos por hectárea.

Tacuarembó

Tabla 21. Datos volumétricos por categoría de edad para Tacuarembó.

		Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4
Volumen total con corteza (m ³ /ha)	Promedio	208	310	389	362
	Límite Inferior	177	264	329	312
	Límite superior	239	356	449	412
	Desvío Estándar	38	78	96	72
	Error absoluto al 95% de confianza	15%	15%	15%	14%
Volumen total sin corteza (m ³ /ha)	Promedio	155	247	310	296
	Límite Inferior	131	209	262	253
	Límite superior	179	285	358	339
	Desvío Estándar	30	65	77	62
	Error absoluto al 95% de confianza	16%	16%	15%	15%

Para Tacuarembó, la categoría 1 en promedio, cuenta con un volumen total con corteza de 208 metros cúbicos por hectárea y un volumen total sin corteza de 155 metros cúbicos por hectárea. Los árboles de la categoría 2, tienen un volumen total con corteza promedio de 310 metros cúbicos por hectárea, y un volumen total sin corteza promedio de 247 metros cúbicos por hectárea. En cuanto a la categoría 3, el volumen total promedio con corteza es de 389 metros cúbicos por hectárea y el volumen total promedio sin corteza es de 310 metros cúbicos por hectárea. Finalmente la categoría 4, compuesta por árboles mayores a 20 años presenta un volumen total promedio con corteza de 362 metros cúbicos por hectárea y un volumen total promedio sin corteza de 296 metros cúbicos por hectárea (ver Tabla 21).

Si bien el volumen en metros cúbicos por hectárea es menor en la categoría 4 con respecto a la categoría 3, esto se puede deber a la cantidad de árboles por hectárea y la intensidad de raleos.

Cerro Largo

Tabla 22. Datos volumétricos por categoría de edad para Cerro Largo.

		Categoría 1	Categoría 2
Volumen total con corteza (m ³ /ha)	Promedio	151	257
	Límite Inferior	137	218
	Límite superior	165	296
	Desvío Estándar	15	49
	Error absoluto al 95% de confianza	9%	15%
Volumen total sin corteza (m ³ /ha)	Promedio	115	209
	Límite Inferior	102	177
	Límite superior	128	241
	Desvío Estándar	13	40
	Error absoluto al 95% de confianza	11%	15%

Para los árboles de entre 5 y 9 años del departamento de Cerro Largo (ver Tabla 22), se cuenta con un volumen total promedio con corteza de 151 metros cúbicos por hectárea y un volumen total promedio sin corteza de 115 metros cúbicos por hectárea. Los árboles de entre 10 y 14 años presentan un volumen total promedio con corteza de 257 metros cúbicos por hectárea y un volumen total sin corteza de 209 metros cúbicos por hectárea.

Treinta y Tres

Tabla 23. Datos volumétricos por categoría de edad para Treinta y Tres.

		Categoría 1	Categoría 2
Volumen total con corteza (m ³ /ha)	Promedio	199	222
	Límite Inferior	186	192
	Límite superior	212	252
	Desvío Estándar	17	61
	Error absoluto al 95% de confianza	6%	13%
Volumen total sin corteza (m ³ /ha)	Promedio	153	175
	Límite Inferior	142	151
	Límite superior	164	199
	Desvío Estándar	15	49
	Error absoluto al 95% de confianza	7%	14%

El departamento de Treinta y Tres, como se muestra en la Tabla 23, en su categoría 1 presenta en promedio un volumen total con corteza de 199 metros cúbicos por hectárea y un volumen total sin corteza de 153 metros cúbicos por hectárea. La categoría 2 cuenta en promedio con un volumen total con corteza de 222 metros cúbicos por hectárea y un volumen total sin corteza de 175 metros cúbicos por hectárea.

Durazno

Tabla 24. Datos volumétricos por categoría de edad para Durazno.

		Categoría 4
Volumen total con corteza (m ³ /ha)	Promedio	477
	Límite Inferior	418
	Límite superior	536
	Desvío Estándar	113
	Error absoluto al 95% de confianza	12%
Volumen total sin corteza (m ³ /ha)	Promedio	369
	Límite Inferior	324
	Límite superior	414
	Desvío Estándar	86
	Error absoluto al 95% de confianza	12%

Como se puede ver en la Tabla 25, los árboles mayores a 20 años del departamento de Durazno concentran en promedio un volumen total con corteza de 477 metros cúbicos por hectárea y un volumen total sin corteza de 369 metros cúbicos por hectárea.

Paysandú

Tabla 25. Datos volumétricos por categoría de edad para Paysandú.

		Categoría 3	Categoría 4
Volumen total con corteza (m ³ /ha)	Promedio	444	561
	Límite Inferior	411	500
	Límite superior	477	622
	Desvío Estándar	29	88
	Error absoluto al 95% de confianza	7%	11%
Volumen total sin corteza (m ³ /ha)	Promedio	338	444
	Límite Inferior	316	388
	Límite superior	360	500
	Desvío Estándar	20	81
	Error absoluto al 95% de confianza	7%	13%

Para Paysandú, la categoría 3 presenta un volumen total promedio con corteza de 444 metros cúbicos por hectárea y un volumen total promedio sin corteza de 338 metros cúbicos por hectárea. La categoría 4 cuenta con un volumen total con corteza promedio de 561 metros cúbicos por hectárea y un volumen total sin corteza promedio de 444 metros cúbicos por hectárea (ver Tabla 25).

Río Negro

Tabla 26. Datos volumétricos por categoría de edad para Río Negro.

		Categoría 2	Categoría 4
Volumen total con corteza (m ³ /ha)	Promedio	233	715
	Límite Inferior	194	620
	Límite superior	272	810
	Desvío Estándar	35	118
	Error absoluto al 95% de confianza	17%	13%
Volumen total sin corteza (m ³ /ha)	Promedio	190	595
	Límite Inferior	159	521
	Límite superior	221	669
	Desvío Estándar	28	92
	Error absoluto al 95% de confianza	16%	12%

Los árboles de entre 10 y 14 años del departamento de Río Negro concentran en promedio un volumen total con corteza de 233 metros cúbicos por hectárea, y un volumen total sin corteza de 190 metros cúbicos por hectárea (ver Tabla 26). Mientras que los árboles mayores a 20 años presentan un volumen total promedio con corteza de 715 metros cúbicos por hectárea y un volumen total promedio sin corteza de 595 metros cúbicos por hectárea.

Rocha

Tabla 27. Datos volumétricos por categoría de edad para Rocha.

		Categoría 4
Volumen total con corteza (m ³ /ha)	Promedio	659
	Límite Inferior	566
	Límite superior	752
	Desvío Estándar	117
	Error absoluto al 95% de confianza	14%
Volumen total sin corteza (m ³ /ha)	Promedio	507
	Límite Inferior	431
	Límite superior	583
	Desvío Estándar	95
	Error absoluto al 95% de confianza	15%

Las plantaciones de pino ubicadas en Rocha mayores a 20 años, como se puede apreciar en la Tabla 27, presentan en promedio un volumen total con corteza de 659 metros cúbicos por hectárea y un volumen total sin corteza de 507 metros cúbicos por hectárea.

Tabla 28. Datos volumétricos por categoría de edad para San José.

		Categoría 3	Categoría 4
Volumen total con corteza (m ³ /ha)	Promedio	527	324
	Límite Inferior	460	170
	Límite superior	594	478
	Desvío Estándar	59	158
	Error absoluto al 95% de confianza	13%	48%
Volumen total sin corteza (m ³ /ha)	Promedio	490	290
	Límite Inferior	404	114
	Límite superior	576	466
	Desvío Estándar	76	179
	Error absoluto al 95% de confianza	18%	61%

Por último, el departamento de San José, concentra en promedio en su categoría 3, un volumen total con corteza de 527 metros cúbicos por hectárea y un volumen total sin corteza de 490 metros cúbicos por hectárea. Mientras que la categoría 4, cuenta en promedio con un volumen total con corteza de 324 metros cúbicos por hectárea y un volumen total sin corteza de 290 metros cúbicos por hectárea (ver Tabla 28).

Al analizar el volumen por hectárea, se debe tener en cuenta que para la categoría 3, la densidad de individuos por hectárea es superior a lo observado en otros departamentos; por otra parte al considerar la categoría 4 se debe precisar que el volumen total con corteza por superficie obtenido tiene un error absoluto de 48%, debiendo tomar este dato con cautela. Al momento de la realización de este inventario, se consideró que el departamento de San José por tener una superficie de 508 ha y estar cercano al límite de la superficie considerada en el muestreo, no ameritaba realizar un mayor número de parcelas para disminuir dicho error.

Inferencias

A continuación se presentan las inferencias de volúmenes absolutos por departamento y por categoría de edad muestreadas, utilizándose para tal fin la superficie actualizada.

Tabla 29. Volumen total con corteza por departamento.

Departamento	Categoría de edad	Superficie por categoría (ha)	Volumen total con corteza (m ³ /ha)	Volumen total con corteza (m ³)	Volumen total por departamento (m ³)
Cerro Largo	1	5.727	151	864.777	2.920.520
	2	7.999	257	2.055.743	
Durazno	4	2.632	477	1.255.464	1.255.464
Paysandú	3	3.385	444	1.502.940	3.031.104
	4	2.724	561	1.528.164	
Río Negro	2	390	233	90.870	1.194.830
	4	1.544	715	1.103.960	
Rivera	1	1.453	134	194.702	28.509.760
	2	12.787	330	4.219.710	
	3	24.319	406	9.873.514	
	4	31.534	451	14.221.834	
Tacuarembó	1	1.559	208	324.272	19.709.698
	2	13.242	310	4.105.020	
	3	25.180	389	9.795.020	
	4	15.153	362	5.485.386	
Treinta y Tres	1	2.893	199	575.707	1.519.429
	2	4.251	222	943.722	
San José	3	142	527	74.834	173.654
	4	305	324	98.820	
Rocha	4	1.538	659	1.013.542	1.013.542
Volumen total con corteza país (m ³)					59.328.001

Como era esperable, dada la superficie cartografiada y la presencia de todas las categorías de edad contempladas, los departamentos que presentan mayor volumen total de pino son Rivera y Tacuarembó, con 28,5 y 19,7 millones de metros cúbicos respectivamente (ver Tabla 29). Si bien Cerro Largo es el tercer departamento con mayor superficie de pino, se ubica en cuarto lugar en volumen por tener principalmente categorías de edad menores a 15 años. En contraparte, Paysandú es el tercer departamento con mayor volumen, dado que se compone particularmente de árboles de categorías mayores.

Para el 97% del área total de pino, se cuantifica un volumen total con corteza de al menos 59 millones de metros cúbicos.

A turno final, al considerar árboles mayores a 20 años (categoría 4), se cuenta con un volumen total con corteza a nivel país de 25 millones de metros cúbicos, lo que corresponde al 42% del volumen total.

Por otro lado, al considerar el volumen total sin corteza, a nivel país se cuenta con 48,6 millones de metros cúbicos (Tabla 30).

Tabla 30. Volumen total sin corteza por departamento.

Departamento	Categoría de edad	Superficie por categoría (ha)	Volumen total sin corteza (m ³ /ha)	Volumen total sin corteza (m ³)	Volumen total por departamento (m ³)
Cerro Largo	1	5.727	115	658.605	2.330.396
	2	7.999	209	1.671.791	
Durazno	4	2.632	369	971.208	971.208
	3	3.385	338	1.144.130	2.353.586
Paysandú	4	2.724	444	1.209.456	
	Río Negro	2	390	190	74.100
4		1.544	595	918.680	
Rivera	1	1.453	104	151.112	24.038.390
	2	12.787	268	3.426.916	
	3	24.319	346	8.414.374	
	4	31.534	382	12.045.988	
Tacuarembó	1	1.559	155	241.645	15.803.507
	2	13.242	247	3.270.774	
	3	25.180	310	7.805.800	
	4	15.153	296	4.485.288	
Treinta y Tres	1	2.893	153	442.629	1.186.554
	2	4.251	175	743.925	
San José	3	142	490	69.580	158.030
	4	305	290	88.450	
Rocha	4	1.538	507	779.766	779.766
Volumen total sin corteza país (m ³)					48.614.217

Reflexiones y consideraciones finales

Este trabajo permitió generar diferentes productos como la actualización de la cartografía en relación a las áreas de coníferas comerciales a nivel nacional, la obtención de un valor oficial de existencias en pie prontas para su comercialización, la implementación de rangos de edades de aquellas plantaciones en crecimiento y su volúmenes totales en pie, la descripción cualitativa de los diferentes manejos a los cuales fueron sometidos, y el fortalecimiento del vínculo técnico entre la DGF y el sector privado.

A partir de la actualización de la cartografía forestal nacional para las especies *Pinus taeda* y *P. elliotii* la superficie actual es de 164.114 hectáreas, de las cuales el 97% fueron evaluadas en el IFNC.

Los departamentos que han tenido mayor cambio en su cobertura de coníferas han sido Paysandú y Río Negro, con un área cosechada del 30% de su superficie respecto al año 2018.

El IFNC tuvo como resultado para los bosques comerciales en Uruguay inventariados, un volumen total en pie con corteza de más de 59 millones de metros cúbicos a setiembre de 2019. Un 42% del mismo se encuentra en edades por encima de los 20 años, lo que muestra un alto porcentaje de madera disponible para ser procesada por la industria. Si consideramos las categorías de edad mayores a 15 años, las que representan el 68% de la superficie total, acumulan al menos 46 millones de metros cúbicos con corteza, lo que significa el 77% del volumen total en pie. Esto refleja una alta concentración de los volúmenes en los estratos de mayor edad. Según lo muestreado estas categorías presentan un alto nivel de manejo, habiéndose realizado al menos una poda y un raleo.

El 81% de volumen total con corteza se concentra en Rivera y Tacuarembó, representando los mismos el 48 y 33% respectivamente, quienes además tienen asociados la mayoría de las industrias para el procesamiento. Estos resultados están estrechamente vinculados a la superficie de Pino presentes en dichos departamentos, siendo su aporte en un 76%.

Las categorías menores a 15 años, concentran el 23% del volumen total con corteza, concentrándose en los departamentos de Rivera, Tacuarembó, Cerro Largo y Treinta y Tres. Las mismas también presentan un alto nivel de intervención en lo que respecta a podas y raleos.

Los desafíos de la cadena de madera sólida, y en particular la elaborada a partir del pino, son la generación de mayor valor agregado de sus productos, la búsqueda de nuevos mercados y la captación de inversiones que permitan generar nuevas cadenas de valor en el sector.

Es de esperar que esta información permita aportar al desarrollo del sector y su planificación, y sea una herramienta útil al momento de la toma de decisiones tanto para el sector público como del sector privado.

Para definir sus oportunidades y fortalezas es imprescindible contar con información confiable y sistemática del estado de situación de los mismos, por lo que se recomienda reiterar esta experiencia en un plazo no mayor a cinco años.

Se considera que la información presentada es el punto de partida para generar nuevos trabajos, que relacionen volúmenes totales con volúmenes comerciales, diagramas de flujo de tránsito de productos, generación de proyecciones de volúmenes a futuro, secuestro de carbono, entre otros.