Determinación de la superficie y volumen de las plantaciones de *Pinus* y *Eucalyptus*

(Región Mesopotamia, septiembre 2024)

Ministerio de Economía
República Argentina

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca

RESUMEN

La Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial (DNDFI) es la responsable de la promoción y el monitoreo de los bosques implantados, determinando su evolución en términos de superficie y otras variables de estado que los caracterizan. Para su promoción lleva adelante la gestión de la Ley Nac. n° 25.080 de Inversiones para Bosques Cultivados y mediante el uso de técnicas de teledetección y relevamientos de campo monitorea variables cuali-cuantitativas de las plantaciones forestales en sus distintos estadios.

El objetivo del presente trabajo fue determinar las existencias maderables actuales en la región Mesopotámica, estableciendo la superficie y el volumen presente en las plantaciones de los géneros *Pinus* y *Eucalyptus*.

El objetivo de este trabajo fue determinar en la región Mesopotámica argentina, la superficie de plantaciones forestales ocupadas por los géneros *Pinus* y *Eucalyptus* y estimar el volumen de madera rolliza con corteza presente en ellas.

Como insumo base para esta evaluación, desde el área de Sistemas de Información Geográfica (SIG) se realizó la actualización y estratificación de la cartografía del área de estudio valiéndose de distintas herramientas geomáticas disponibles y fuentes de información, siendo de gran valor los datos recopilados durante muchos años producto de la gestión de la Ley 25.080. Simultáneamente, se definieron los manejos silvícolas modales para cada género/especie y zona/provincia, validado por los técnicos que componen el área de Extensión en interacción en el territorio con los productores y empresas, y la revisión de los manejos silvícolas más utilizados en los expedientes de la Ley 25.080 llevada a cabo por el área Técnica de la DNDFI. Una vez definidos los esquemas de manejo silvícola, se utilizó un simulador de crecimiento forestal (PlaForNEA) para estimar los volúmenes de maderaacumulados a distintas edades en función de parámetros acordes al manejo definido para cada zona.

Como resultado de este abordaje interdisciplinario se presenta una aproximación a la superficie y volumen con corteza correspondientes a los bosques cultivados de *Pinus* y *Eucalyptus* en la región Mesopotamia, para el mes de septiembre de 2024. Se obtuvo una superficie total de plantación de 917.953 ha y un volumen correspondiente de 222.311.361 m3 de madera. El género *Pinus* cuenta con una superficie de 631.416 ha y un volumen de 142.779.425 m3 de madera, mientras que *Eucalyptus* alcanzó las 286.537 ha y un volumen de madera de 79.531.936 m3. A nivel provincial, Entre Ríos cuenta con 121.684 ha de plantaciones que acumulan 31.820.974 m3 de madera, Corrientes posee 432.092 ha de plantaciones y un volumen acumulado de 93.845.244 m3 de madera, y Misiones reúne 364.117 ha de plantaciones que proporcionan un volumen de madera de 96.645.143 m3.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales objetivos de la Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial es monitorear las plantaciones forestales en todo el territorio nacional y realizar estimaciones de volumen de madera rolliza, utilizando para ello herramientas SIG, técnicas de teledetección y simuladores de crecimiento. Por la extensión del territorio bajo análisis, la deficiente accesibilidad en determinados sitios y los costos logísticos correspondientes a relevamientos a campo, los datos de teleobservación se presentan como una herramienta idónea para la caracterización y cuantificación de los bosques. La dimensión espacial, es adecuada para el monitoreo de la dinámica producto de acciones naturales y antropogénicas. En tanto, la escala temporal permite análisis históricos a partir de las diferentes misiones de la serie Landsat disponibles, desde el año 1972 y de otras tantas plataformas satelitales. Asimismo, son abundantes las experiencias en las que empleando estos recursos se logra caracterizar y cuantificar los cambios en los bosques a escala global (Hansen *et al.* 2016). En el caso de plantaciones comerciales Dos Reis *et al.* 2018, ha experimentado derivando el área basal y volumen sobre rodales de Eucalyptus, también a partir de datos Landsat. Gaute *et al.* 2019, han evaluado la generación de modelos predictivos de variables de estado en el caso de plantaciones de *Eucalyptus* en Concordia, Argentina, utilizando datos de la misión Sentinel-2. Por otra parte, se dispone de softwares específicos para simular el crecimiento de los principales géneros implantados (Keller *et al.* 2017; Methol, 2003). La región Mesopotamia Argentina conformada por las provincias de Entre Ríos, Corrientes y Misiones, concentra la mayor parte de la superficie de bosques cultivados del país, donde predominan los géneros Pinus y, en menor proporción, Eucalyptus.

A partir del insumo cartográfico, el relevamiento de la información territorial y software específico para la simulación del crecimiento de los rodales, fue posible realizar una estimación del volumen con corteza de los bosques cultivados en la región Mesopotamia para los géneros, *Pinus* y *Eucalyptus*.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Sistemas de detección y actualización cartográfica

En el proceso de actualización de la base de datos de la cartografía de plantaciones, las nuevas tecnologías disponibles posibilitan la identificación de macizos que experimentaron cambios en su cobertura debido a la presencia de incendios forestales y aprovechamientos forestales y reforestaciones.

Para tal fin se recurre a distintas metodologías:

- Interpretación visual y digitalización sobre imágenes satelitales con información correspondiente al sensor multiespectral (MSI) del satélite Sentinel-2 correspondiente a una de las misiones satelitales de la Agencia Espacial Europea (ESA) del programa Copernicus.
- Cartografía generada en el marco de la Ley N°25.080 de Promoción Forestal, y sus prórrogas (Ley N° 26.432 y 27.487).
- Cartografía digital e información forestal generada a partir de relevamientos a campo y aportes realizados por los Agentes Regionales de la DNDFI, proporcionada por empresas o propietarios, resultados de Inventarios Forestales Provinciales, etc.
- Identificación y monitoreo de incendios forestales con datos de focos de calor provistos por FIRMS (Fire Information for Resource Management System).
- Identificación y monitoreo de aprovechamientos forestales a través del procesamiento de información de imágenes satelitales mediante la plataforma de Google Earth Engine.
- Estimación de variables de estado de interés forestal con plataformas satelitales como el satélite LIDAR ICESAT 2 (Light Detection and Ranging) y el satélite GEDI (Global Ecosystem Dynamics Investigation) para obtener datos altimétricos de los bosques y así poder calibrar modelos predictivos para obtener mapas de altura y volumen de los rodales.

2.2 Simulación de crecimiento

Para establecer el crecimiento de las plantaciones existentes a lo largo de la región Mesopotamia se simularon los distintos esquemas de manejo silvícola previamente establecidos, utilizando para ello el software PlaForNEA.

PlaForNEA (Plataforma de Gestión Forestal) es un simulador desarrollado por el INTA EEA Montecarlo que permite estimar el crecimiento y producción a nivel rodal de las principales especies forestales implantadas en la Mesopotamia argentina como *Pinus taeda, Eucalyptus grandis, Pinus elliottii* y *Araucaria angustifolia*. Esta herramienta sirve como apoyo en la toma de decisiones de manejo de plantaciones forestales a productores, empresas forestales, asesores técnicos, planificadores e inversores (Keller *et al*, 2017).

Para realizar la simulación deben especificarse características propias de la plantación tales como la especie, densidad inicial, sobrevida, el índice de sitio, entre otros. También se indicó el plan de intervenciones de acuerdo con el manejo modal determinado para cada zona.

El simulador proporciona como resultado una estimación en metros cúbicos por hectárea de los productos solicitados por largo de troza y diámetro en punta fina, tanto para las operaciones de raleo como para la tala rasa.

Complementariamente para aquellas especies o clones puros/híbridos de los géneros evaluados para los que el simulador no ofrece proyectos para su análisis, se tomaron en cuenta datos de crecimiento a campo obtenidos de mediciones propias y datos proporcionados por productores y empresas como resultado de sus inventarios internos.

2.3 Zonificación

Se agruparon las regiones de acuerdo a características edafoclimáticas, potencial de cultivo y similitudes de manejo forestal, así como la composición de zonas o núcleos de abastecimiento.

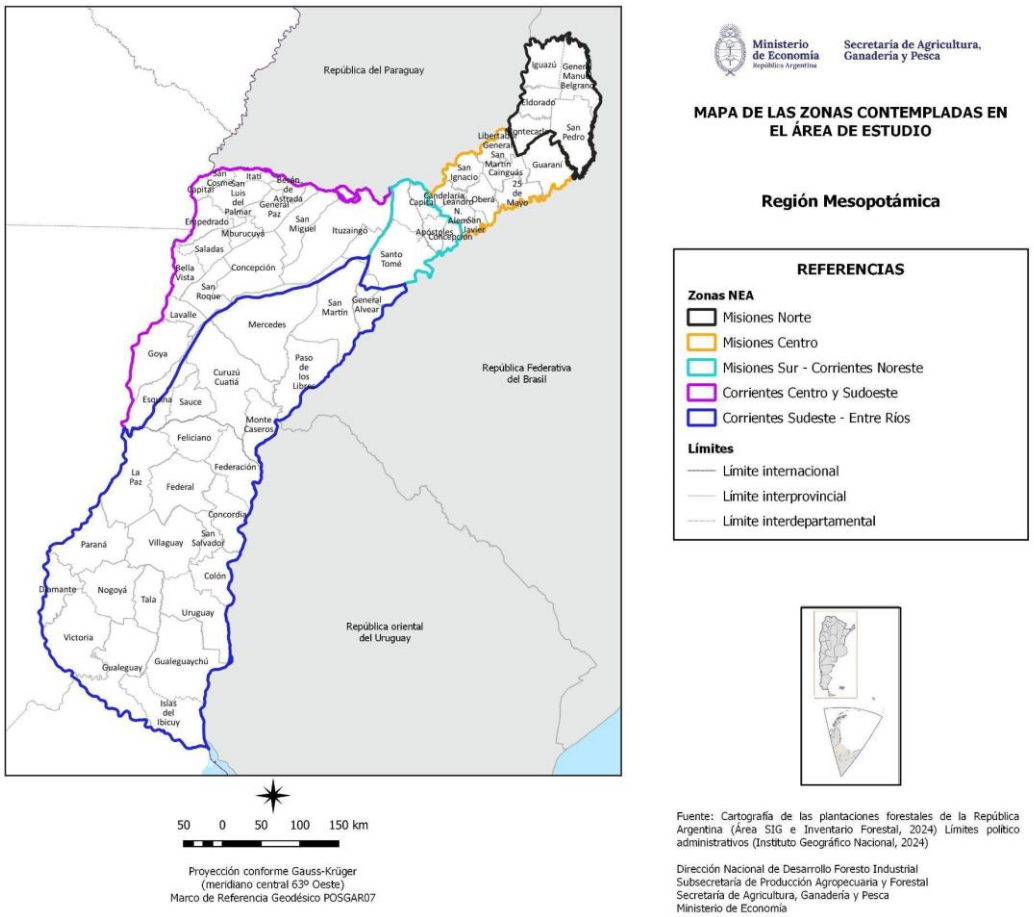


Figura 1 A . Mapa de las zonas contempladas en el área de estudio y distribución departamental.

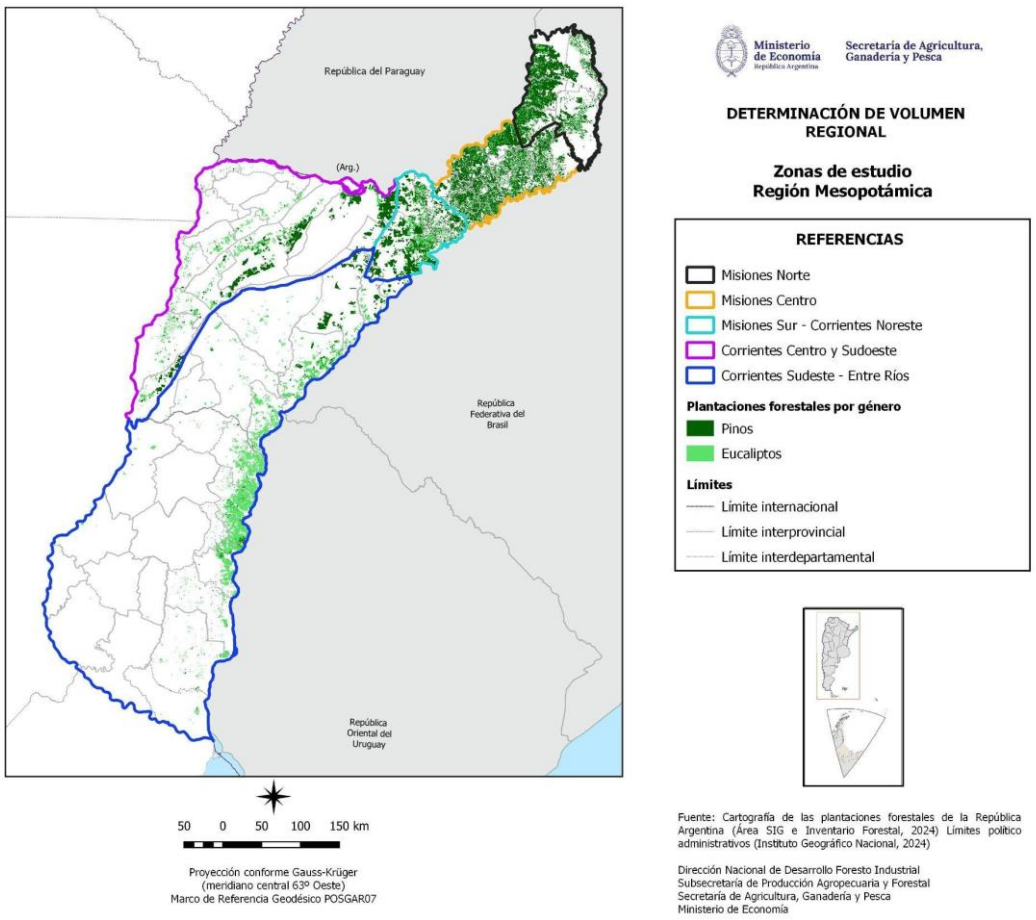


Figura 1 B. Mapa de las zonas contempladas en el área de estudio y distribución de plantaciones forestales por géneros.

Misiones

- **Norte**: Eldorado, San Pedro, Manuel Belgrano, Iguazú y Montecarlo.
- **Centro**: Guaraní, Lib. Gral. San Martín, Cainguas, 25 de mayo, San Ignacio, Oberá, Candelaria, L. N. Alem y San Javier
- **Sur**: Capital, Apóstoles y Concepción.

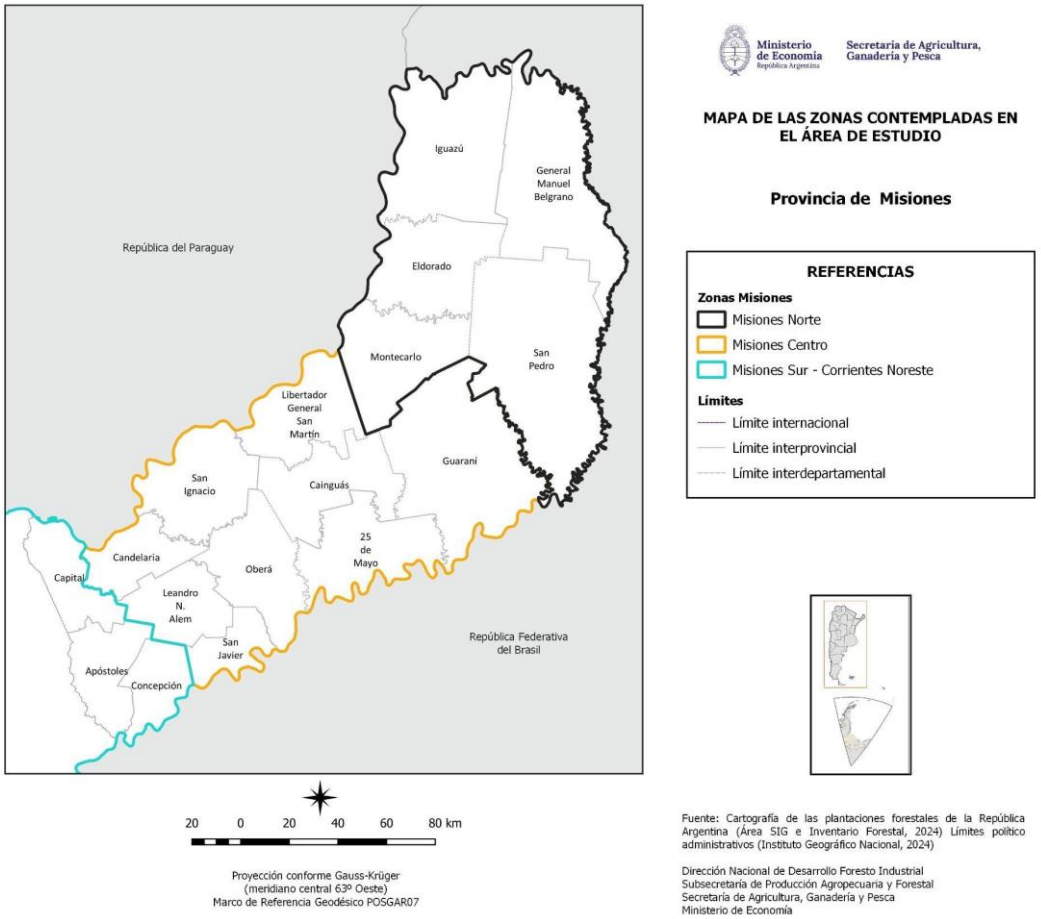


Figura 2 A . Mapa de las provincia de Misiones , con las zonas contempladas en el área de estudio y distribución departamental.

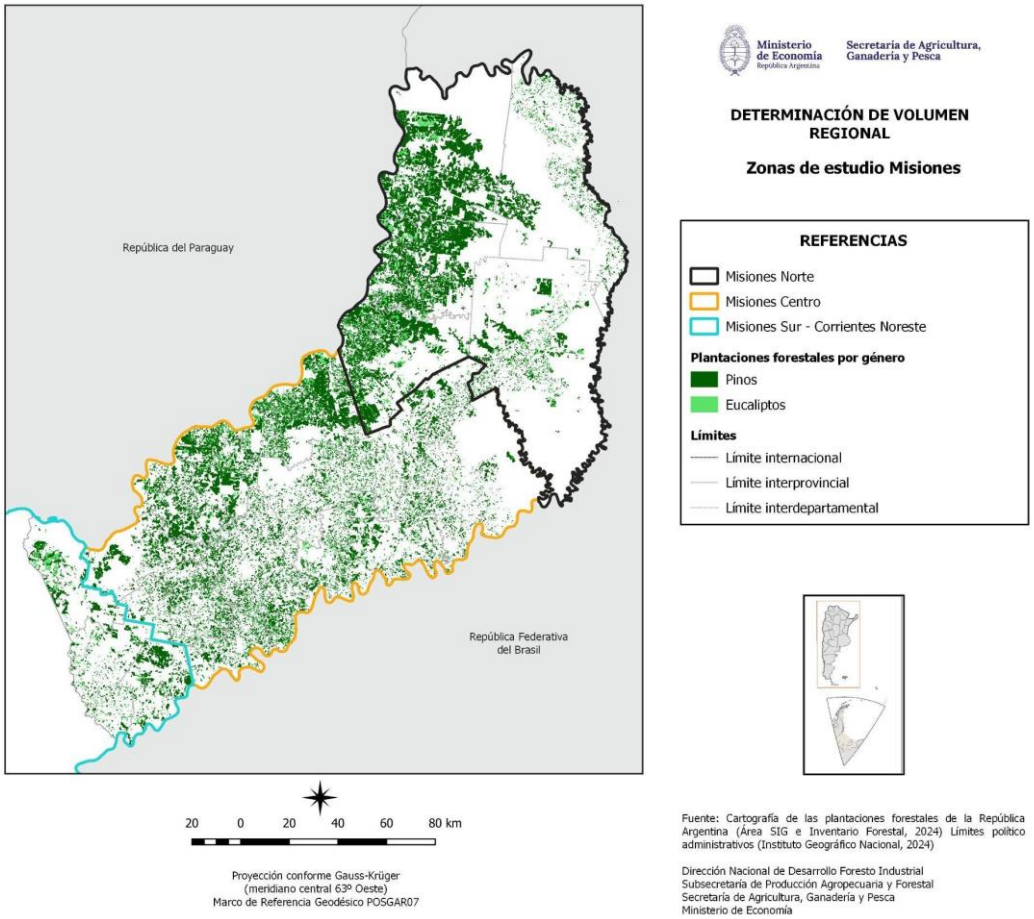


Figura 2 B.Mapa de la provincia de Misiones, con las zonas contempladas en el área de estudio y distribución de plantaciones forestales por géneros.

Corrientes

Se reconocen tres grandes unidades de suelo que, por sus características generales, condicionan el desarrollo del cultivo forestal.

Las variaciones espaciales manifiestan claramente la productividad de los sitios, desde la zona noreste **(3)** donde se encuentran los mejores sitios forestales (tierras coloradas, suelos profundos), pasando por las lomadas arenosas del centro y costas oeste sobre el Río Paraná **(1)** hasta la zona **(2)** constituida por suelos poco profundos, arcillosos con limitaciones de drenaje natural. Dentro de esta última zona se destacan por su condición los suelos sobre las terrazas del Río Uruguay, donde se desarrollan la mayoría de las forestaciones.

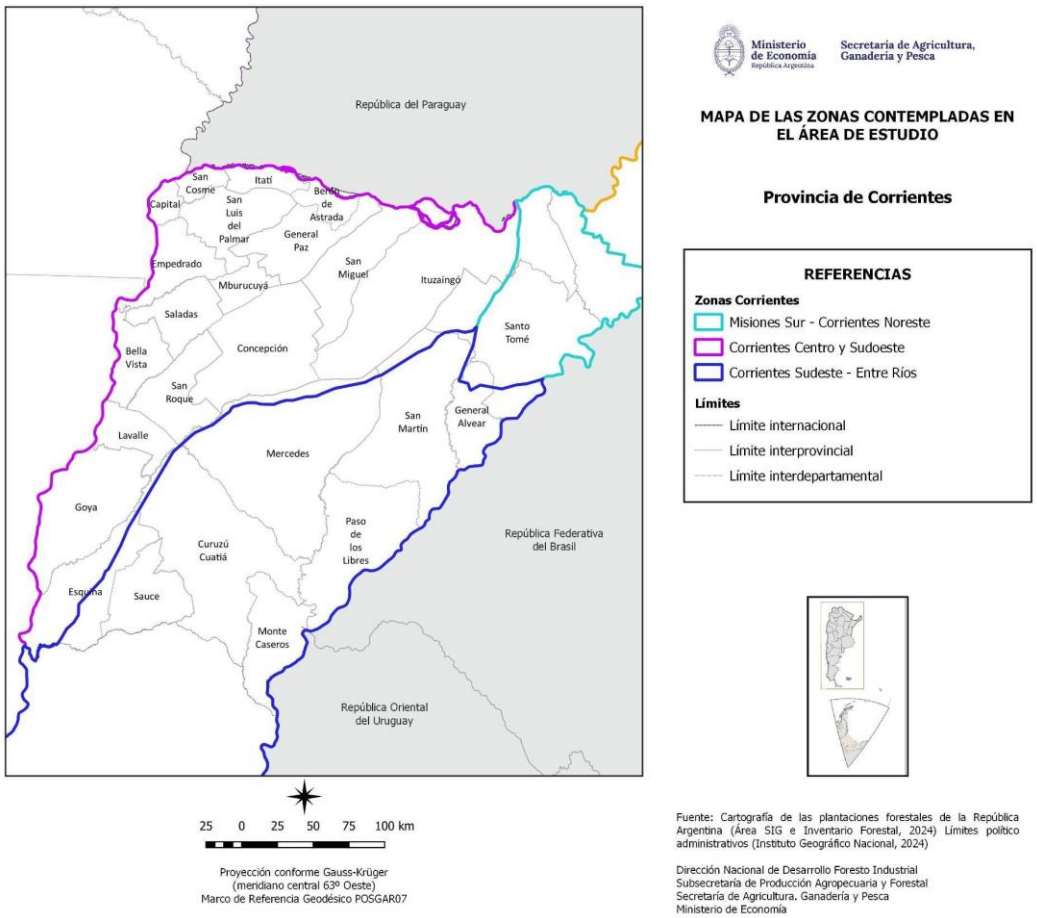


Figura 3 A . Mapa de las provincia de Corrientes, con las zonas contempladas en el área de estudio y distribución departamental.

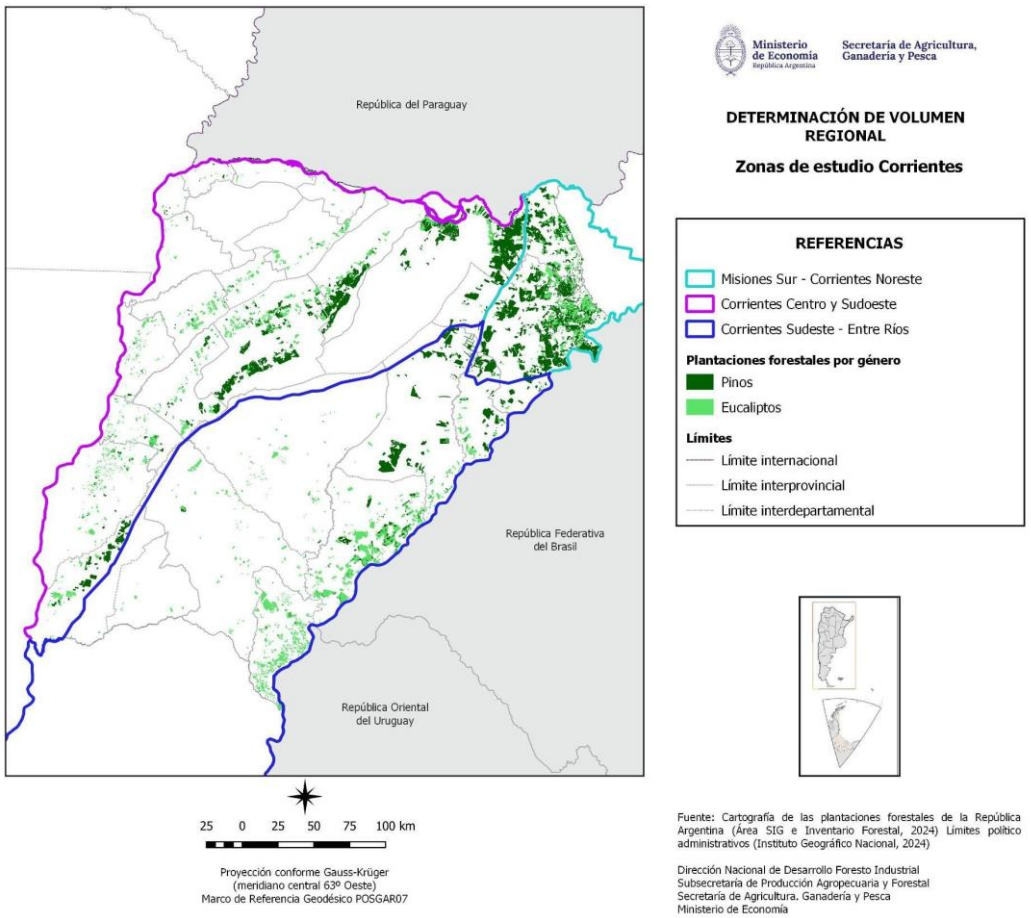


Figura 3 B.Mapa de la provincia de Corrientes, con las zonas contempladas en el área de estudio y distribución de plantaciones forestales por géneros.

Entre Ríos

La mayor parte de las forestaciones se ubica sobre los suelos arenosos y arenosos mestizos, localizados en el este de la provincia, cercanos al Río Uruguay. Por sus similitudes ambientales y distribución de las plantaciones se agrupó en la misma zona de manejo junto con el sudeste de la provincia de Corrientes**. (Zona 2 de Corrientes)**

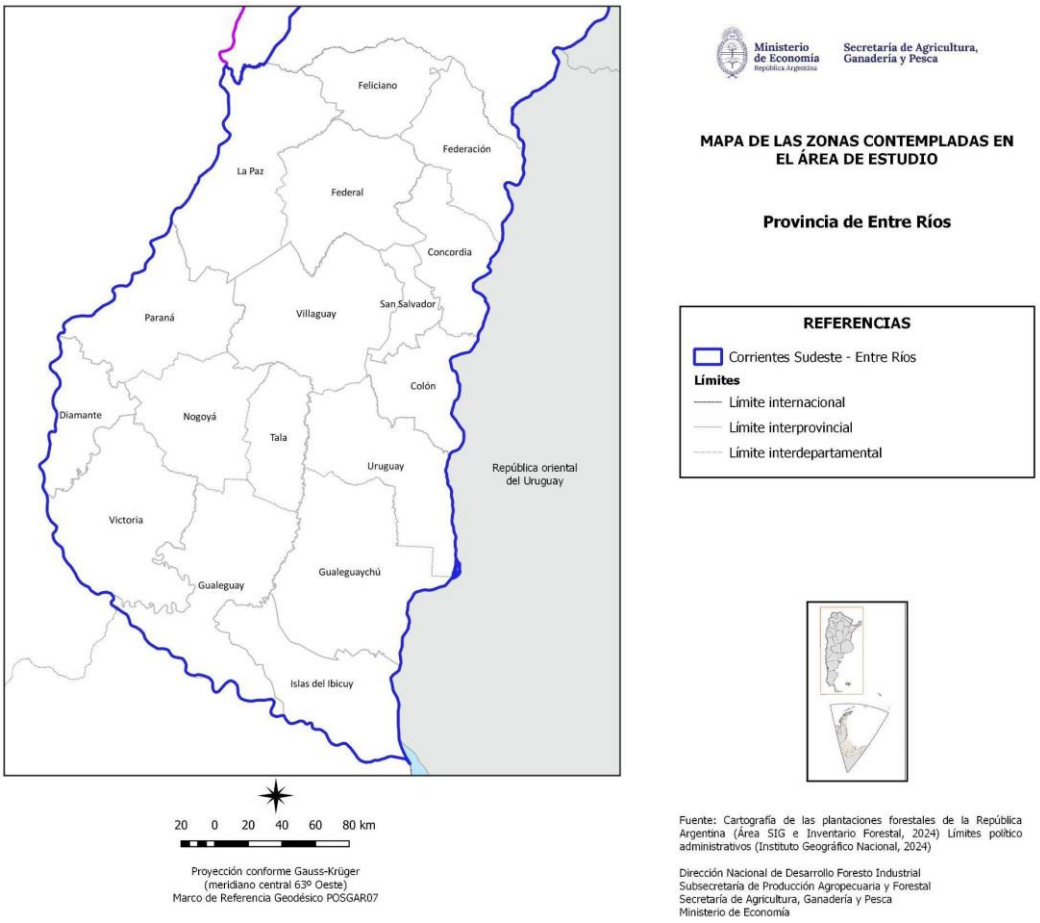


Figura 4 A . Mapa de la provincia de Entre Ríos, con las zonas contempladas en el área de estudio y distribución departamental.

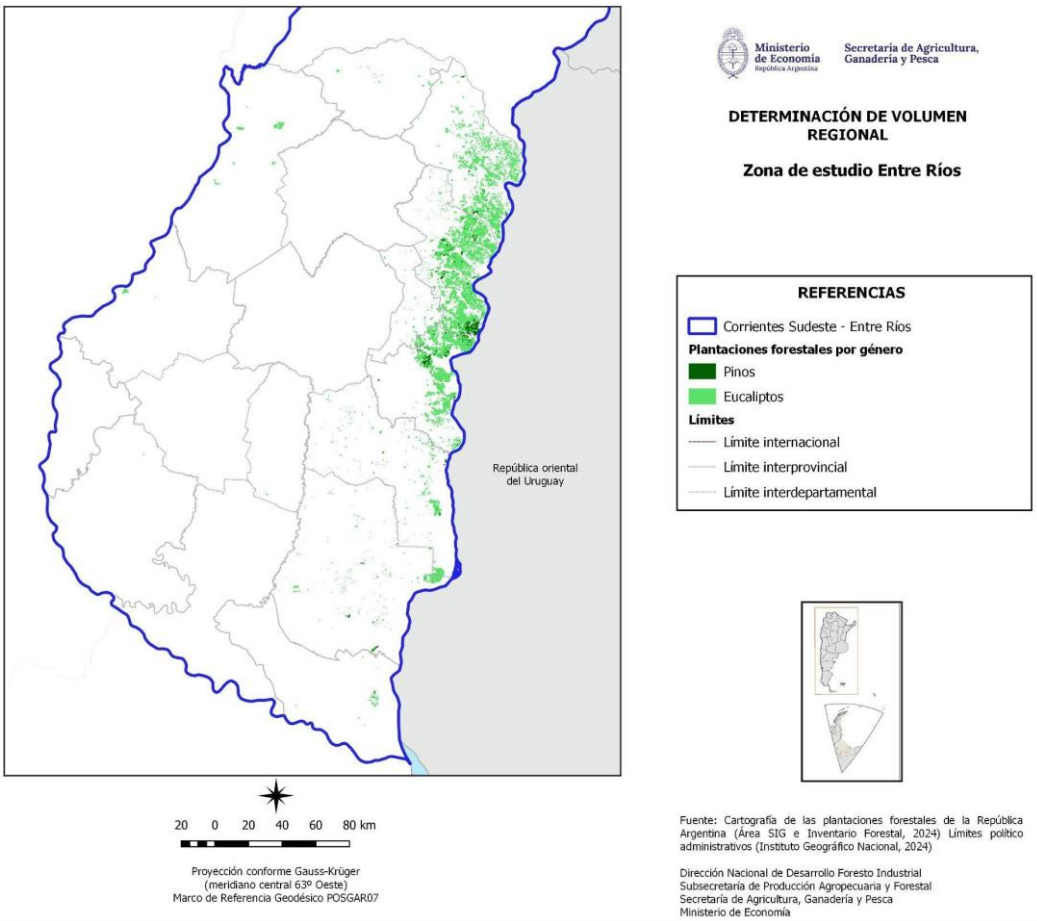


Figura 4 B. Mapa de la provincia de Entre Ríos, con las zonas contempladas en el área de estudio y distribución departamental.

2.3.1 MANEJOS Y RENDIMIENTOS

Se realizó un relevamiento de información sobre los manejos silvícolas de las plantaciones en la región mesopotámica. Durante este estudio, se identificaron y documentaron los manejos más comúnmente utilizados en las plantaciones de *Eucalyptus* y *Pinus*. La información obtenida fue contrastada con la base de datos de los planes de manejo presentados bajo la Ley 25.080.

A su vez, teniendo en cuenta el turno de corta de cada especie se establecieron rangos etarios con intervalos de tres años.

En función de estos manejos modales definidos para cada zona y especie, se realizaron simulaciones asignando volúmenes por hectárea para cada rango etario.

A partir del año de la plantación se determinó la edad y su correspondiente estrato etario. En el caso de las plantaciones donde no se posee el dato del año de plantación se asignó la clase sin

dato. A la hora de asignar un volumen a las plantaciones del estrato sin dato se utilizó el valor máximo obtenido en la simulación para el caso de *Pinus sp*. en virtud de que se ha observado que en general corresponden a plantaciones adultas, maduras y sobre maduras; en el caso de *Eucalyptus sp*. las plantaciones sin dato de edad no muestran una tendencia clara en cuanto a su distribución por lo que se toma el criterio de asignarles el promedio del volumen obtenido para las distintas clase etarias establecidas. Actualmente se están completando los atributos faltantes para disponer de una base de datos cartográfica completa y actualizada.

Tabla 1. Tipos de manejo en la zona Norte de Misiones.

Especie	Densidad Inicial (arb./ha)	Sobrevida	IS	Poda		Raleo		Tala Rasa
				Edad (años)	Intervención	Edad (años)	Arb. Remanentes/ha	Edad (años)
Pinus taeda	1111	95%	24	4	1°	4	700	16
						10	450	
Pino híbrido	833	95%	22	4	1°	4	506	16-18
						9	364	
Pinus elliottii	1100	95%	22	5	1°	5	705	16-18
						10	495	
Eucalyptus spp.	1100	95%	40	2	1°	2	700	12
				4	2°	6	300	
Eucalyptus spp (triturado/ biomasa)	1250	95%	24					7

Tabla 2. Tipos de manejo en la zona Centro de Misiones.

Especie	Densidad Inicial (arb./ha)	Sobrevida	IS	Poda		Raleo		Tala Rasa
				Edad (años)	Intervención	Edad (años)	Arb. Remanentes/ha	Edad (años)
Pinus elliottii	1100	95%	18	5	1°	5	700	18
						10	450	
Pinus taeda	1111	95%	22	5	1°	5	700	16
						10	450	
Pino híbrido	833	95%	20	4	1°	4	506	16-18
						9	354	
Eucalyptus spp.	800	95%	38	2	1°	2	500	12
				4	2°	6	300	

Tabla 3. Tipos de manejo en las zonas Sur de Misiones Sur y Norte de Corrientes.

Especie	Densidad Inicial (arb./ha)	Sobrevida	IS	Poda		Raleo		Tala Rasa
				Edad (años)	Intervención	Edad (años)	Arb. Remanentes/ha	Edad (años)
Pinus elliottii	1111	95%	20	4	1°	8	739	16
				8	2°			
Pinus taeda	833	95%	22	4	1°	5	554	16
				8	2°	8	388	

Pino híbrido	833	95%	20	4	1°	4	506	16-18
						9	354	
Eucalyptus spp.	800	95%	38	2	1°	2	500	12
				4	2°	6	300	

Tabla 4. Tipos de manejo en las zonas Centro y Sudoeste de Corrientes.

Especie	**Densidad Inicial (arb./ha)**	**Sobrevida**	**IS**	**Poda**		**Raleo**		**Tala Rasa**
				Edad (años)	**Intervención**	**Edad (años)**	**Arb. Remanentes/ha**	**Edad (años)**
Pinus elliottii	1111	95%	20	5	1°	5	605	17-18
					2°	12	350	
Pinus taeda	833	95%	20	4	1°	4	395	16
				5	2°	8	257	
Eucalyptus spp. semilla	833	95%	34	2	1°	2	500	12
				4	2°	6	300	
Eucalyptus spp. clonal	666	95%	36	2	1°	6	300	11
				4	2°			
Pino híbrido (uso silvo - pastoril)	500	95%	20	3	1°	3	333	16-18
				7	2°			

Tabla 5. Tipos de manejo en para la provincia de Entre Ríos.

Especie	Densidad Inicial (arb./ha)	Sobrevida	IS	Poda		Raleo		Tala Rasa
				Edad (años)	Intervención	Edad (años)	Arb. Remanentes/ha	Edad (años)
Pinus elliottii	1111	95%	18	4	1°	9	500	16-18
Pinus taeda	1111	95%	20	4	1°	4	844	16-18
						10	450	
Eucalyptus spp. Semilla	1000	95%	36	2	1°	2	650	12
				4	2°			
Eucalyptus spp. Clonal	800	95%	38	2	1°	2	500	12
				4	2°	6	350	
Eucalyptus spp. clonal	666	95%	38	2	1°	4	300	11
				4	2°			
Eucalyptus globulus	1111	95%	25	5	1°	8	633	18

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Estimación de volumen por estrato etario según región/provincia y especie.

Tabla 6. Volumen por hectárea según estrato etario del género *Pinus* para la provincia de Misiones. El dato de *Pinus sp*. surge del promedio entre la simulación de *P. taeda* y la de *P. elliottii*.

Provincia	Género	Vol m³/ha						
Misiones	***Pinus***	**Entre 0 a 3 años**	**Entre 4 a 6 años**	**Entre 7 a 9 años**	**Entre 10 a 12 años**	**Entre 13 a 15 años**	**Entre 16 a 18 años**	**Más de 18 años**
Norte	*Pinus taeda*	0	**57,3**	**179,4**	**212,7**	**316,5**	**409,7**	**438,7**
	Pinus sp.	0	**57,3**	**179,4**	**212,7**	**316,5**	**409,7**	**438,7**
	Pinus híbrido	0	**72,1**	**173,7**	**212,1**	**303,8**	**398,2**	**430,6**
	Pinus elliottii	0	**44,6**	**111,1**	**206,2**	**264,6**	**371,2**	**394,1**
Centro	*Pinus taeda*	0	**48,4**	**133,6**	**158,3**	**235,3**	**304,4**	**325,9**
	Pinus sp.	0	**39,3**	**111,3**	**134,2**	**200,4**	**260,0**	**278,7**
	Pinus elliottii	0	**30,2**	**88,9**	**110,2**	**165,6**	**215,7**	**231,4**
	Pinus híbrido	0	**62,0**	**146,5**	**174,0**	**249,7**	**327,6**	**354,3**
Sur	*Pinus taeda*	0	**48,3**	**113,2**	**182,6**	**263,4**	**334,0**	**355,8**
	Pinus sp.	0	**50,9**	**116,6**	**180,2**	**256,4**	**322,3**	**342,6**
	Pinus elliottii	0	**53,5**	**120,1**	**177,9**	**249,5**	**310,6**	**329,3**
	Pinus híbrido	0	**62,0**	**146,5**	**174,0**	**249,7**	**327,6**	**354,3**

Tabla 7. Volumen por hectárea según estrato etario del género *Eucalyptus* para la provincia de Misiones.

Provincia	Género	Vol m³/ha				
Misiones	***Eucalyptus***	**Entre 0 a 2 años**	**Entre 3 a 5 años**	**Entre 6 a 8 años**	**Entre 9 a 11 años**	**Más de 11 años**
Norte	*Eucalyptus grandis*	0	**136,2**	**206,05**	**356,75**	**451**
	Eucalyptus sp.	0	**136,2**	**206,05**	**356,75**	**451**

	Eucalyptus dunnii	0	**136,2**	**206,05**	**356,75**	**451**
	Eucalyptus clones puros/híbridos EG	0	**136,2**	**206,05**	**356,75**	**451**
	Eucalyptus colorados (tereticornis/camaldulensis)	0	**81,72**	**123,63**	**214,05**	**270**
Centro	*Eucalyptus grandis*	0	**111,25**	**199**	**335**	**422**
	Eucalyptus sp.	0	**111,25**	**199**	**335**	**422**
	Eucalyptus dunnii	0	**111,25**	**199**	**335**	**422**
	Eucalyptus clones puros/híbridos EG	0	**111,25**	**199**	**335**	**422**
	Eucalyptus colorados (tereticornis/camaldulensis)	0	**66,75**	**119**	**201**	**253**
Sur	*Eucalyptus grandis*	0	**111,25**	**199**	**335**	**422**
	Eucalyptus sp.	0	**111,25**	**199**	**335**	**422**
	Eucalyptus dunnii	0	**111,25**	**199**	**335**	**422**
	Eucalyptus clones puros/híbridos EG	0	**111,25**	**199**	**335**	**422**
	Eucalyptus colorados (tereticornis/camaldulensis)	0	**66,75**	**119**	**201**	**253**

Tabla 8. Volumen por hectárea según estrato etario del género Pinus para la provincia de Corrientes. El dato de *Pinus sp.* surge del promedio entre la simulación de P. taeda y la de *P. elliottii*. El dato de Pino híbrido en la zona 1 y zona 2 se tomó de la simulación de *Pinus taeda*.

Provincia	**Género**	**Vol m³/ha**						
Corrientes	***Pinus***	**Entre 0 a 3 años**	**Entre 4 a 6 años**	**Entre 7 a 9 años**	**Entre 10 a 12 años**	**Entre 13 a 15 años**	**Entre 16 a 18 años**	**Más de 18 años**
Zona 1 (Centro y S.O.)	*Pinus sp.*	0	**32,0**	**88,0**	**127,5**	**164,5**	**217,3**	**233,9**
	Pinus taeda	0	**27,05**	**76,05**	**122,85**	**180,8**	**232,4**	**248,4**
	Pinus elliottii	0	**36,9**	**99,95**	**132,05**	**148,15**	**202,1**	**219,4**
	Pinus híbrido	0	**27,05**	**76,05**	**122,85**	**180,8**	**232,4**	**248,4**
Zona 2 (Sudeste)	*Pinus taeda*	0	**42,15**	**119,65**	**114,75**	**171,35**	**222,3**	**238,2**
	Pinus elliottii	0	**43,2**	**77,55**	**97**	**147,8**	**194,3**	**208,9**
	Pinus sp.	0	**42,7**	**98,6**	**105,9**	**159,6**	**208,3**	**223,6**

	Pinus híbrido	0	**42,15**	**119,65**	**114,75**	**171,35**	**222,3**	**238,2**
Zona 3 (Noreste)	*Pinus elliottii*	0	**53,5**	**120,1**	**177,9**	**249,5**	**310,6**	**329,3**
	Pinus sp.	0	**50,9**	**116,6**	**180,2**	**256,4**	**322,3**	**342,6**
	Pinus taeda	0	**48,3**	**113,2**	**182,6**	**263,4**	**334,0**	**355,8**
	Pinus híbrido	0	**62,0**	**146,5**	**174,0**	**249,7**	**327,6**	**354,3**

Tabla 9. Volumen por hectárea según estrato etario del género *Eucalyptus* para la provincia de Corrientes.

Provincia	**Género**	**Vol m³/ha**				
Corrientes	***Eucalyptus***	**Entre 0 a 2 años**	**Entre 3 a 5 años**	**Entre 6 a 8 años**	**Entre 9 a 11 años**	**Más de 11 años**
Zona 1 (Centro y S.O.)	*Eucalyptus grandis*	0	**71**	**153**	**266**	**334**
	Eucalyptus sp.	0	**71**	**153**	**266**	**334**
	Eucalyptus clones puros/híbridos EG	0	**132**	**234**	**298**	**336**
	Eucalyptus colorados (tereticornis/camaldulensis)	0	**55**	**117**	**204**	**257**
Zona 2 (Sudeste)	*Eucalyptus grandis*	0	**131**	**252**	**340**	**385**
	Eucalyptus sp.	0	**131**	**252**	**340**	**385**
	Eucalyptus clones puros/híbridos EG	0	**140**	**244**	**307**	**349**
	Eucalyptus colorados (tereticornis/camaldulensis)	0	**79**	**151**	**204**	**231**
Zona 3 (Noreste)	*Eucalyptus grandis*	0	**111**	**199**	**335**	**422**
	Eucalyptus sp.	0	**111**	**199**	**335**	**422**
	Eucalyptus dunnii	0	**111**	**199**	**335**	**422**
	Eucalyptus clones puros/híbridos EG	0	**111**	**199**	**335**	**422**
	Eucalyptus colorados (tereticornis/camaldulensis)	0	**79**	**151**	**204**	**231**

Tabla 10. Volumen por hectárea según estrato etario del género *Pinus* para la provincia de Entre Ríos. El dato de *Pinus sp.* surge del promedio entre la simulación de *P. taeda* y la de *P. elliottii*.

Provincia	Género	Vol m³/ha						
	Pinus	**Entre 0 a 3 años**	**Entre 4 a 6 años**	**Entre 7 a 9 años**	**Entre 10 a 12 años**	**Entre 13 a 15 años**	**Entre 16 a 18 años**	**Más de 18 años**
Entre Ríos	*Pinus taeda*	0	**42,15**	**119,65**	**114,75**	**171,35**	**222,3**	**238,2**
	Pinus elliottii	0	**43,2**	**77,55**	**97**	**147,8**	**194,3**	**208,9**
	Pinus sp.	0	**42,7**	**98,6**	**105,9**	**159,6**	**208,3**	**223,6**
	Pinus híbrido	0	**42,15**	**119,65**	**114,75**	**171,35**	**222,3**	**238,2**

Tabla 11. Volumen por hectárea según estrato etario del género *Eucalyptus* para la provincia de Entre Ríos.

Provincia	Género	Vol m³/ha				
	Eucalyptus	**Entre 0 a 2 años**	**Entre 3 a 5 años**	**Entre 6 a 8 años**	**Entre 9 a 11 años**	**Más de 11 años**
Entre Ríos	*Eucalyptus grandis*	0	**131**	**252**	**340**	**385**
	Eucalyptus sp.	0	**131**	**252**	**340**	**385**
	Eucalyptus dunnii	0	**131**	**252**	**340**	**385**
	Eucalyptus globulus	0	**56**	**87**	**121**	**146**
	Eucalyptus clones puros/híbridos EG	0	**140**	**244**	**307**	**349**
	Eucalyptus colorados (tereticornis/camaldulensis)	0	**79**	**151**	**204**	**231**

3.2 Distribución de superficies y volúmenes

Misiones

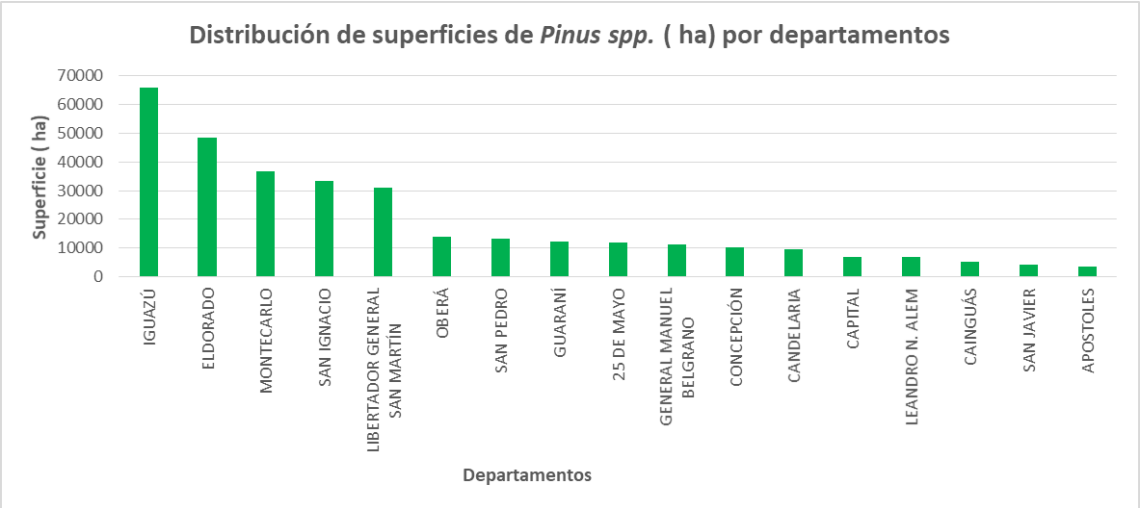


Fig. 5 A Distribución de superficie de plantaciones de Pinus por departamento.

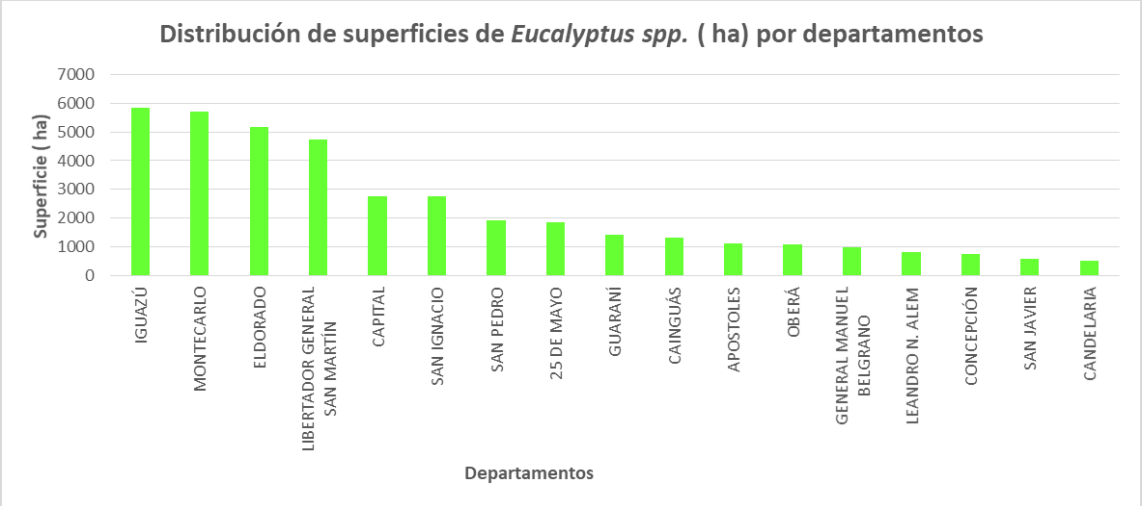
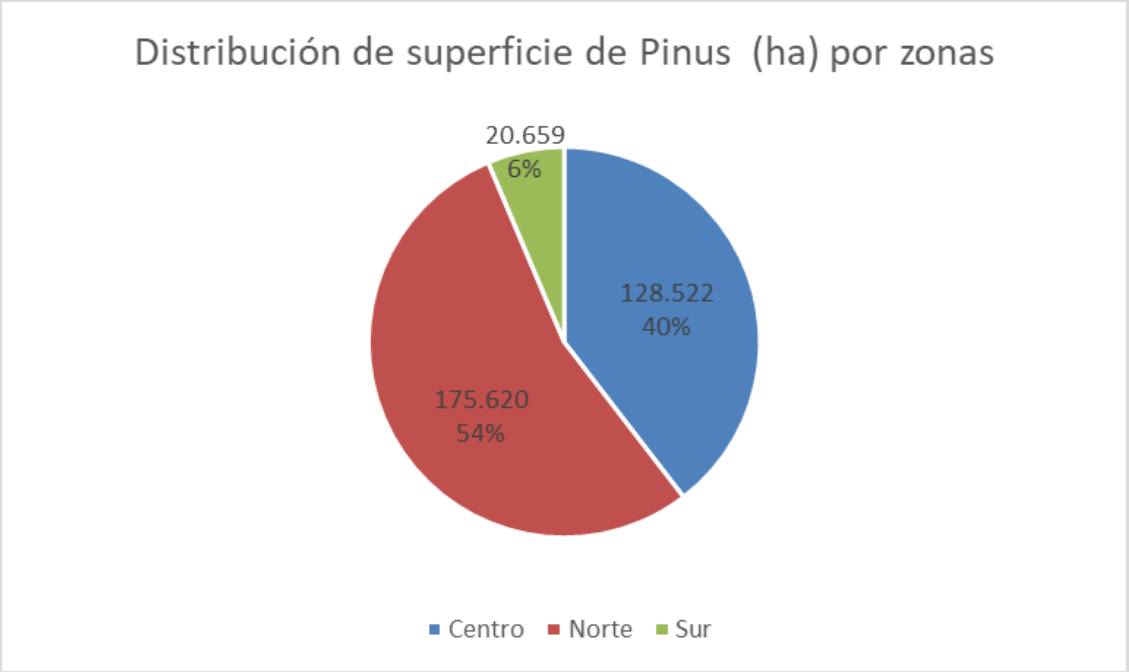


Fig. 5 B Distribución de superficie de plantaciones de Eucalyptus por departamento.



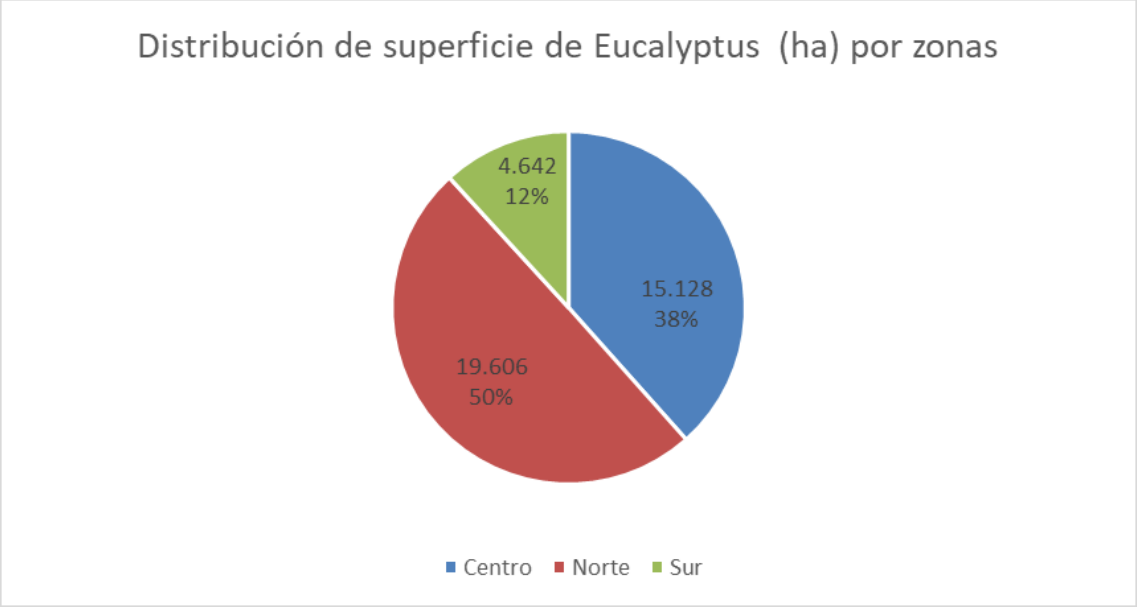


Fig. 5 C Distribución de superficie de plantaciones de Pinus y Eucalyptus por Zonas.

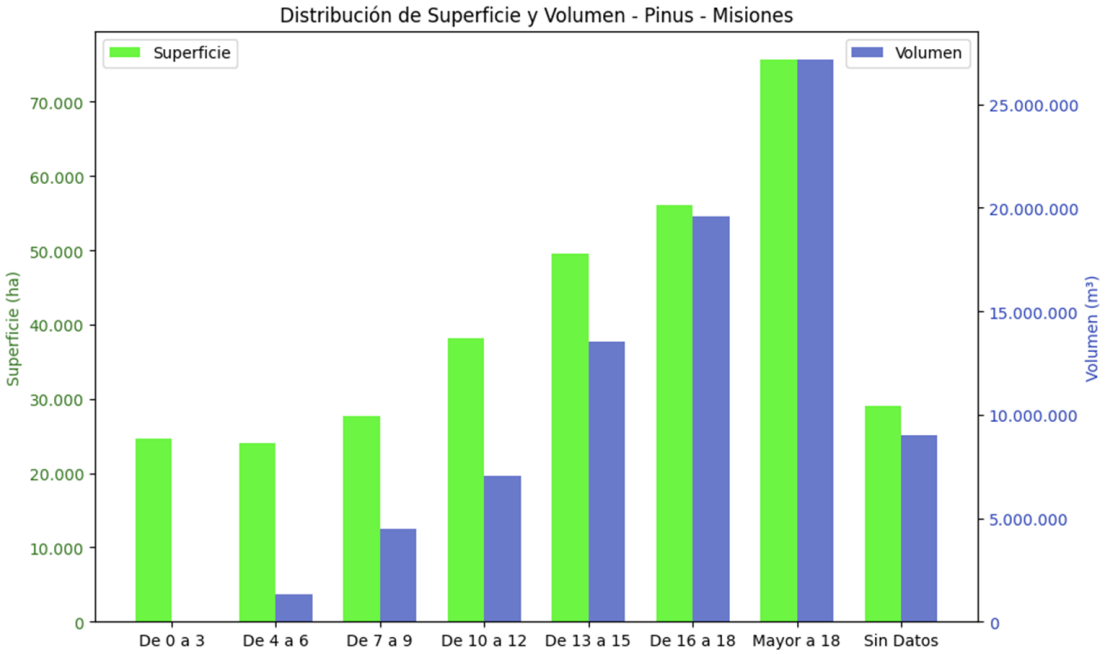


Fig. 5 D Distribución de superficie y volumen de plantaciones de Pinus por estratos etarios.

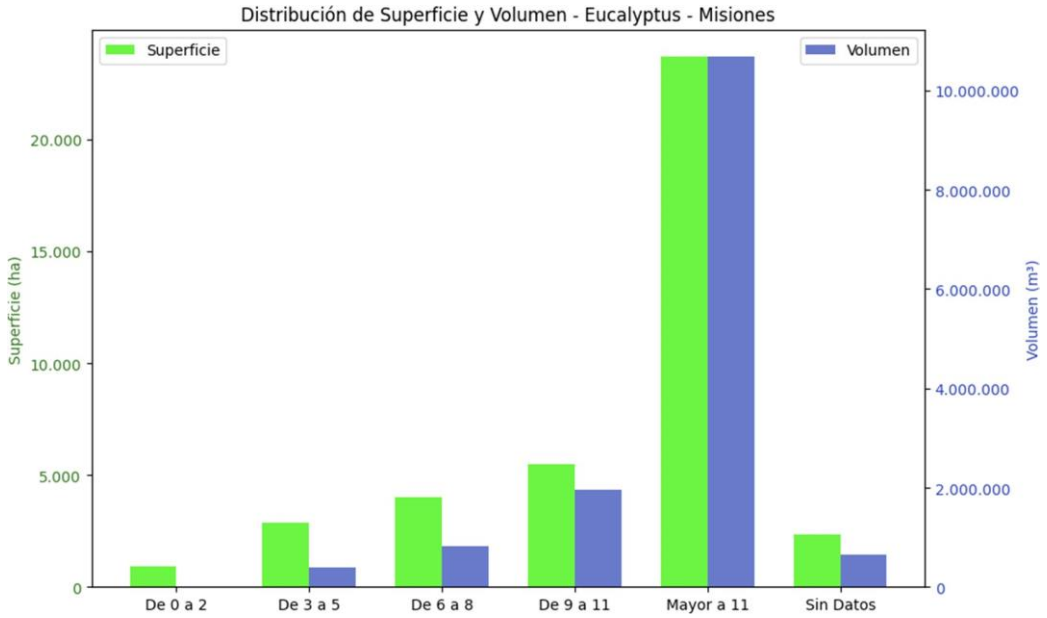


Fig. 5 E Distribución de superficie y volumen de plantaciones de Eucalyptus por estratos etarios.

Corrientes

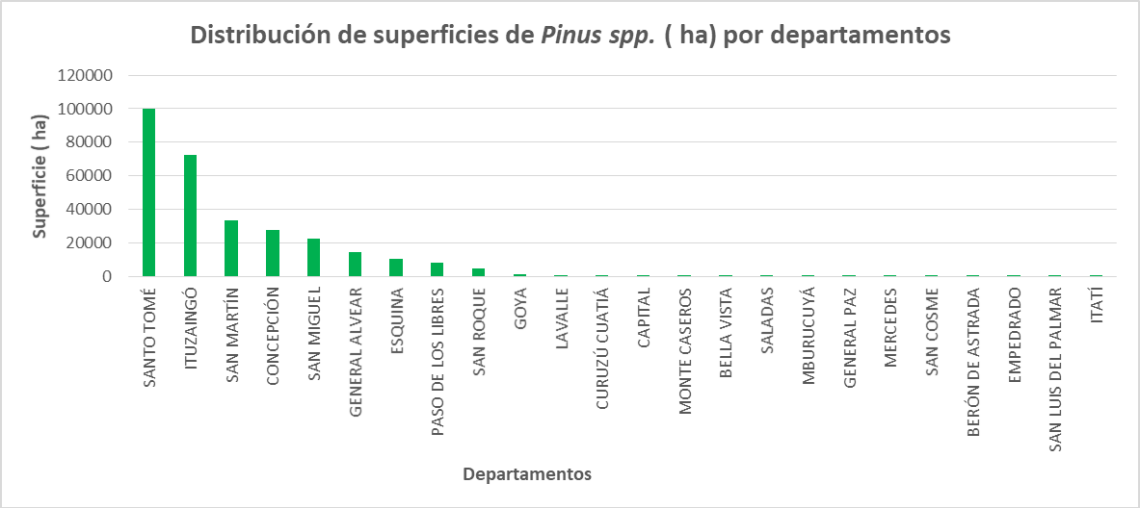


Fig. 6 A Distribución de superficie de plantaciones de Pinus por departamento.

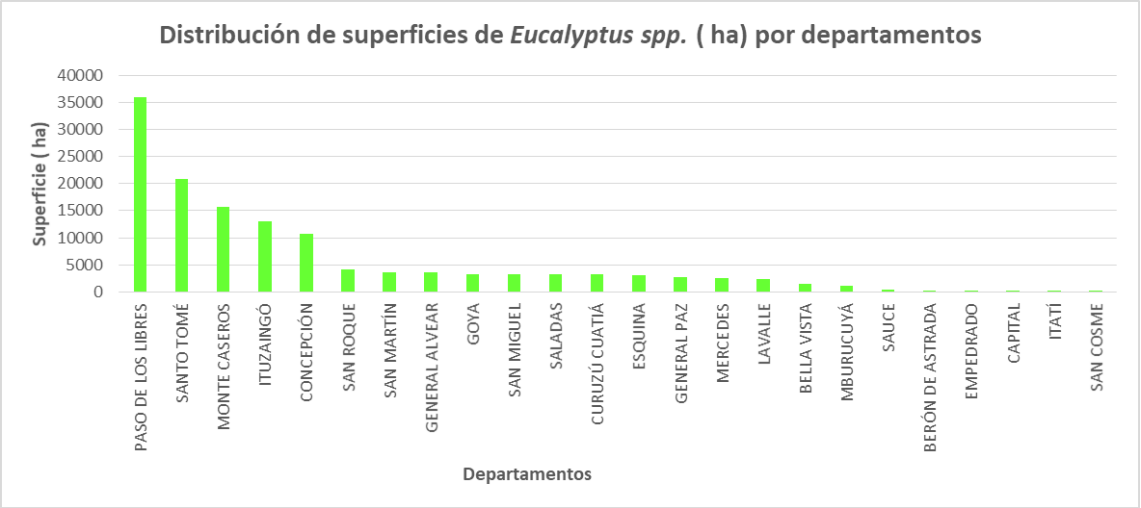
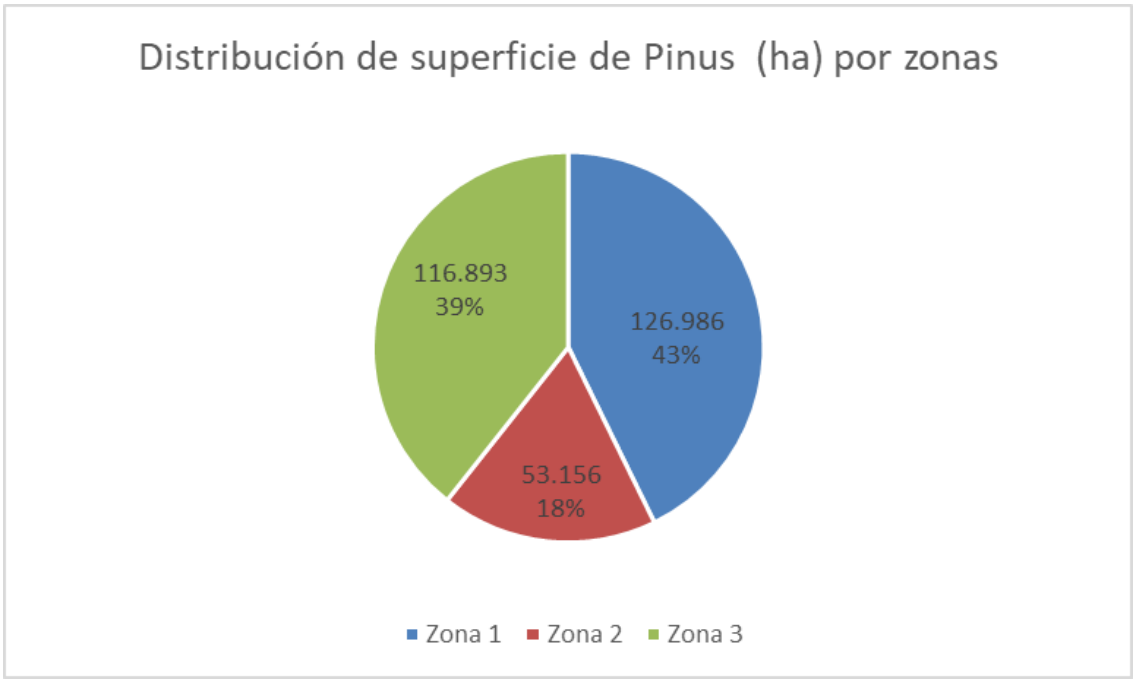


Fig. 6 B Distribución de superficie de plantaciones de Eucalyptus por departamento.



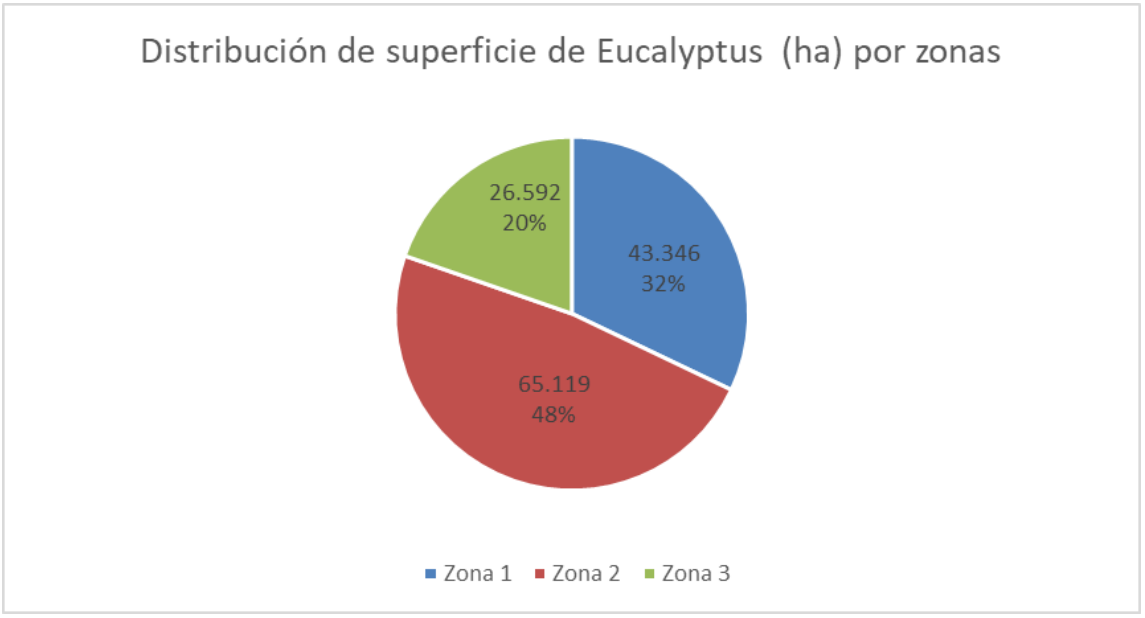


Fig. 6 C Distribución de superficie de plantaciones de Pinus y Eucalyptus por Zonas.

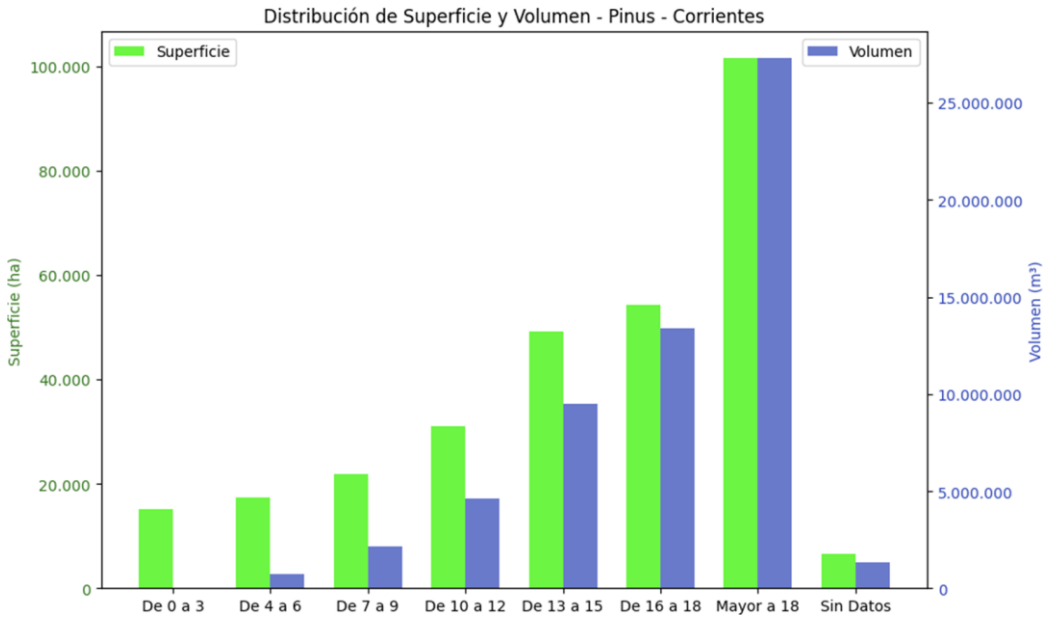


Fig. 6 D Distribución de superficie y volumen de plantaciones de Pinus por estratos etarios.

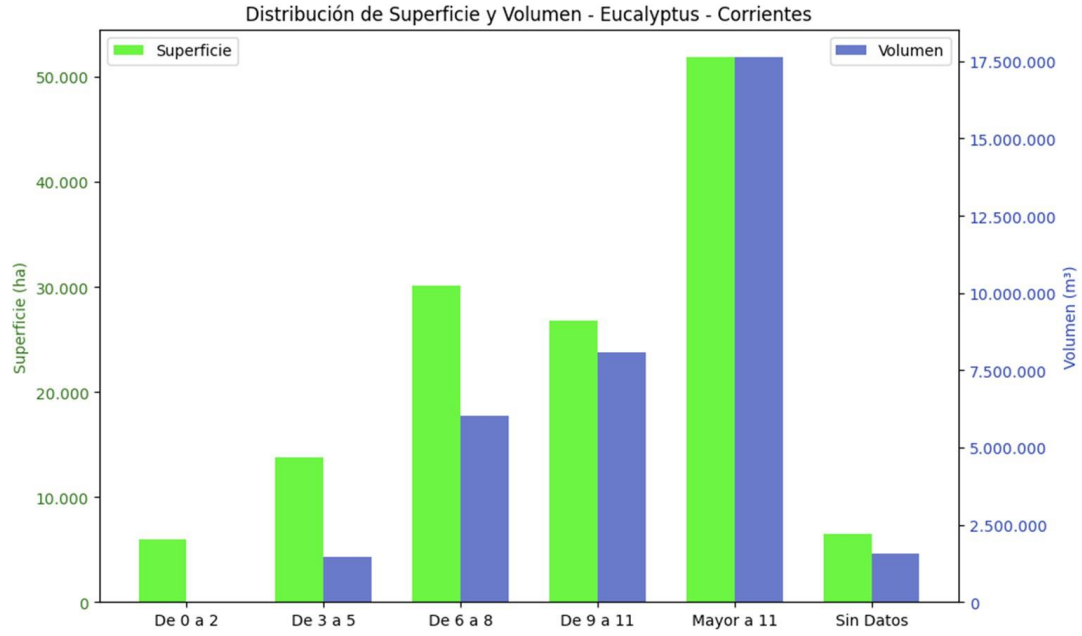


Fig. 6 E Distribución de superficie y volumen de plantaciones de Eucalyptus por estratos etarios.

Entre Ríos

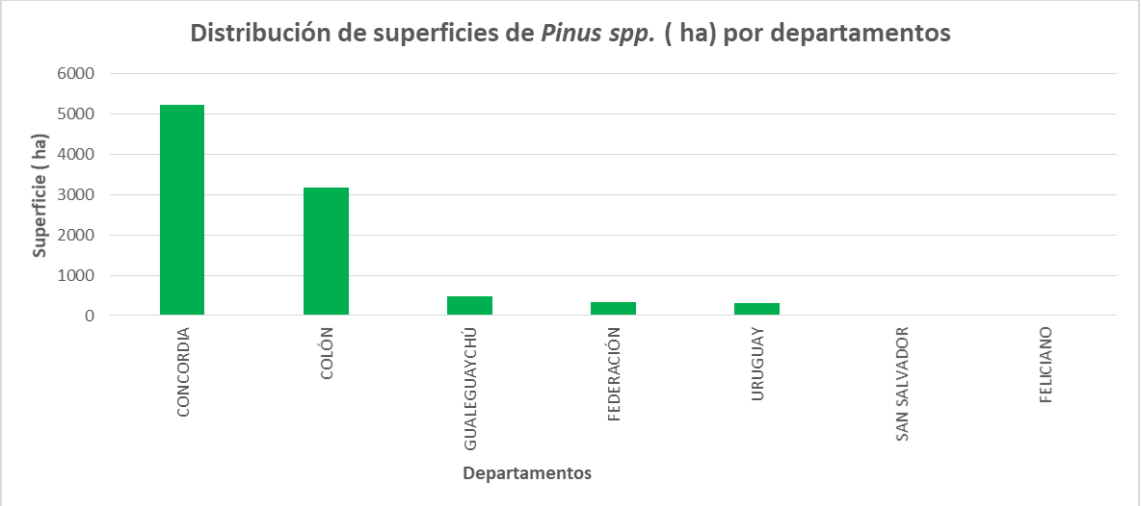


Fig. 7 A Distribución de superficie de plantaciones de Pinus por departamento.

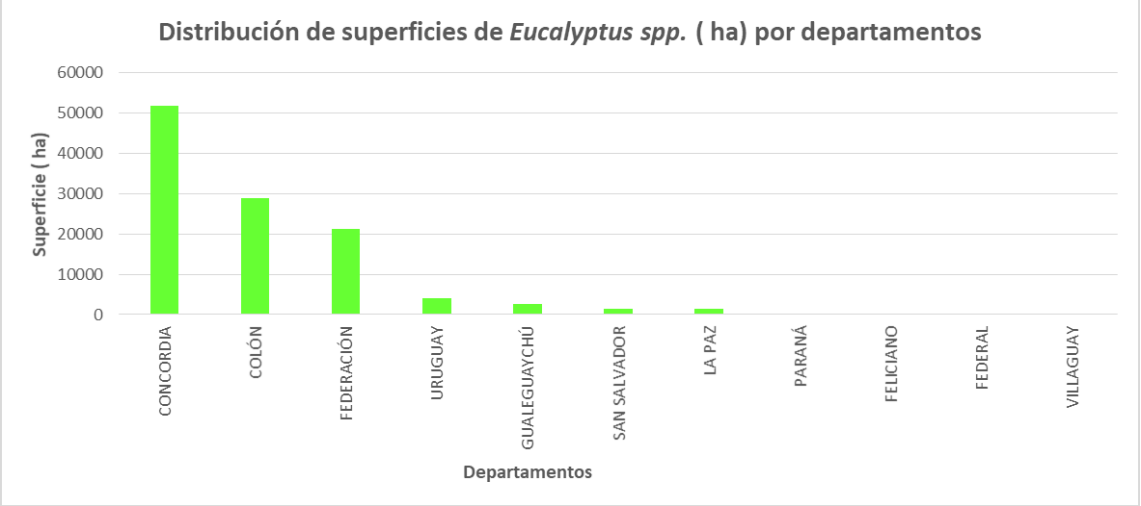


Fig. 7 B Distribución de superficie de plantaciones de Eucalyptus por departamento.

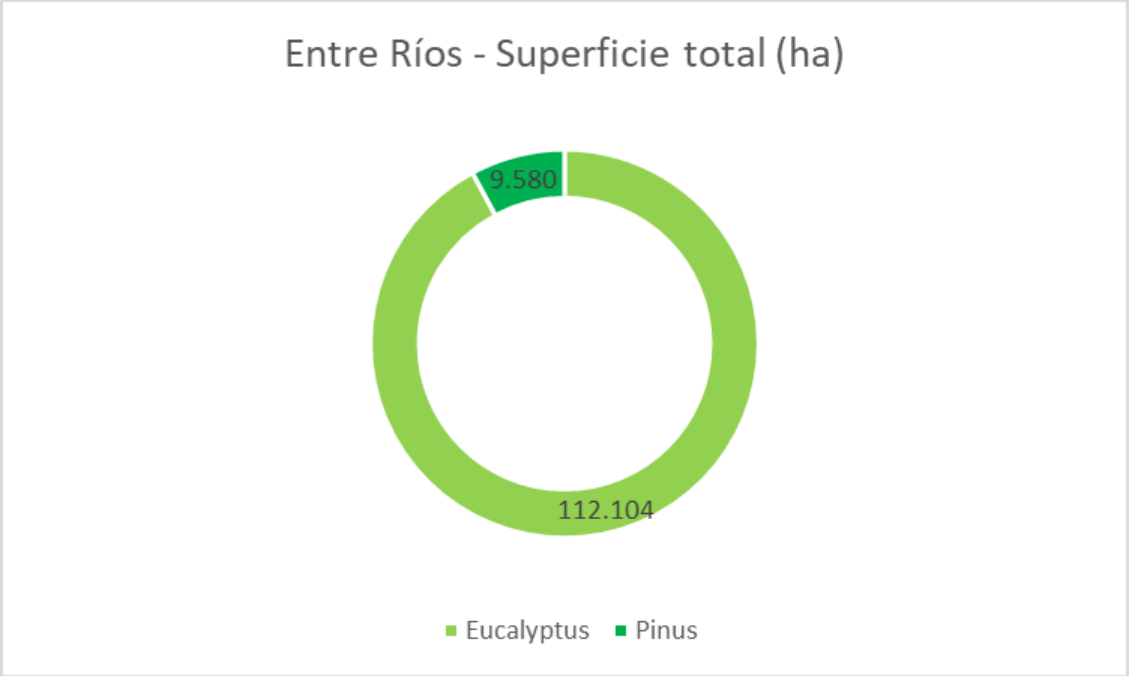


Fig. 7 C Distribución de superficie de plantaciones de Pinus y Eucalyptus en la provincia de Entre Ríos.

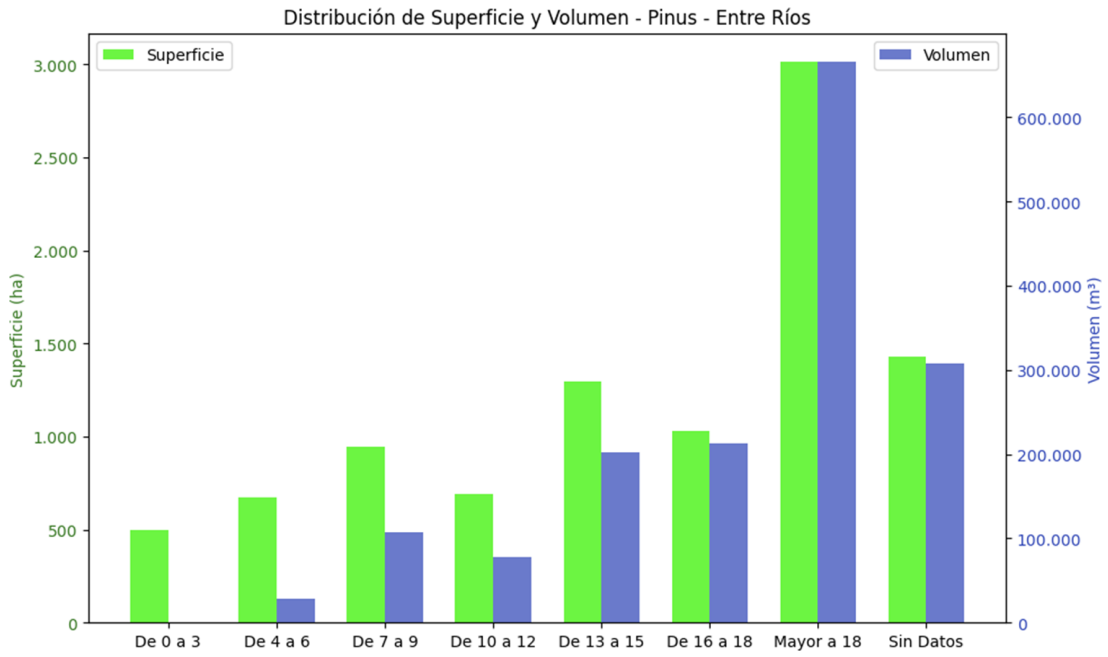


Fig. 7 D Distribución de superficie y volumen de plantaciones de Pinus por estratos etarios.

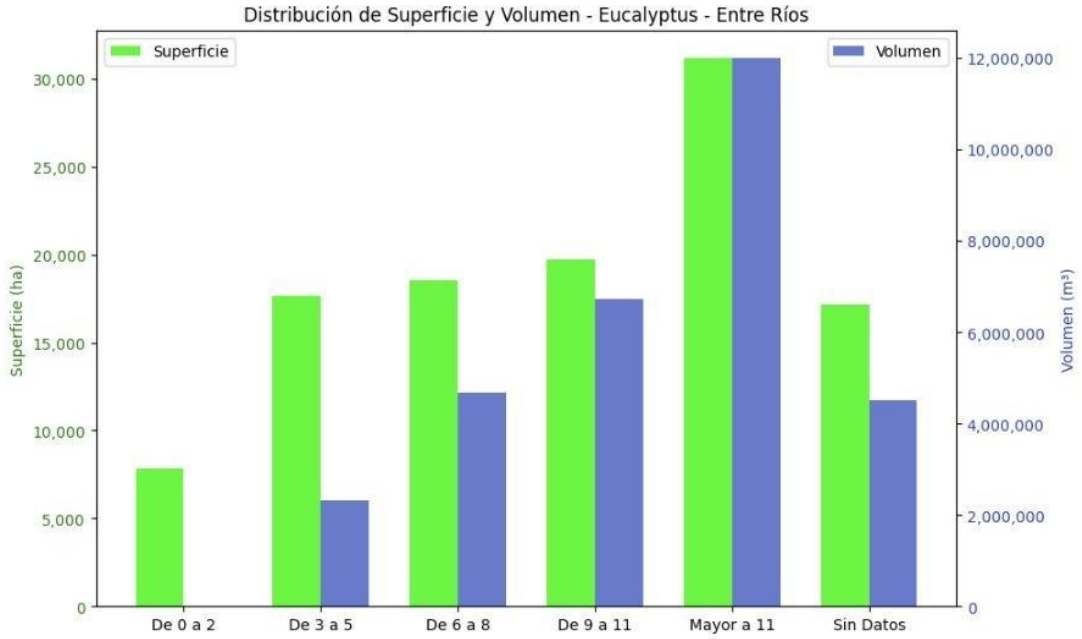


Fig. 7 E Distribución de superficie y volumen de plantaciones de Eucalyptus por estratos etarios.

3.3 Estimación regional de superficie y volumen

Tabla 12. Superficie y volumen total de *Eucalyptus* y *Pinus* por zona y provincia.

Provincias / Zonas	Superficie (ha)	Volumen (m³)
CORRIENTES	**432.092**	**93.845.244**
Eucalyptus	**135.057**	**34.789.382**
Zona 1	43.346	8.185.599
Zona 2	66.119	19.185.965
Zona 3	26.592	7.417.818
Pinus	**297.035**	**59.055.862**
Zona 1	126.986	23.002.792
Zona 2	53.156	8.780.573
Zona 3	116.893	27.272497
MISIONES	**364.117**	**96.645.143**
Eucalyptus	**39.376**	**14.523.871**
Norte	19.606	7.452.276
Centro	15.128	5.725.482
Sur	4.642	1.346.113
Pinus	**324.801**	**82.121.272**
Norte	175.620	47.027.073
Centro	128.522	29.435.768
Sur	20.561	5.658.431

ENTRE RÍOS	**121.684**	**31.820.974**
Eucalyptus	**112.104**	**30.218.683**
Pinus	**9.580**	**1.602.291**
Total general	**917.953**	**222.311.361**

Principales resultados:

1. ***Distribución provincial de la superficie plantada****:*
   - *Corrientes posee la mayor superficie plantada de la Mesopotamia con el 47,1% (432.092 ha), le sigue Misiones con el 39,7% (364.117 ha) y por último Entre Ríos con el 13,3% (121.684 ha).*
2. ***Distribución provincial del volumen****:*
   - *Corrientes concentra el 42,2% del volumen de la región Mesopotamia, Misiones el 43,5%, y Entre Ríos el 14,3%.*
3. ***Predominancia de géneros en superficie:***
   - *En Corrientes, Pinus representa el 68,7% y Eucalyptus el 31,3%.*
   - *En Misiones, Pinus representa el 89,2% y Eucalyptus el 10,8%.*
   - *En Entre Ríos, Eucalyptus representa el 92,1% y Pinus el 7,9%.*
4. ***Predominancia de géneros en volumen****:*
   - *En Corrientes, el volumen de Pinus representa el 62,9% y Eucalyptus el 37,1%.*
   - *En Misiones, Pinus representa el 85% y Eucalyptus el 15%.*
   - *En Entre Ríos, Eucalyptus representa el 95% y Pinus el 5%.*
5. ***Distribución regional (zonas) de la superficie****:*
   - *En Corrientes la superficie está distribuida en forma bastante equitativa entre las 3 zonas, siendo la zona 1 con el 39,4 % la que mayor superficie de plantaciones abarca. Vale destacar que junto a la zona 3 están dominadas por Pinus, a diferencia de la zona 2 donde hay prácticamente una paridad entre Pinus y Eucalyptus.*
   - *En Misiones, el 53,6% de la superficie está en el norte, también con un marcado dominio de Pinus (90%). Dicho dominio del género Pinus se mantiene en las restantes zonas.*
   - *En Entre Ríos, la superficie está representada casi en su totalidad por plantaciones de Eucalyptus (92,1%).*
6. ***Distribución regional (zonas) del volumen****:*
   - *En Corrientes, el volumen está distribuido con cierta uniformidad entre las 3 zonas, siendo la zona 3 la más abundante en términos de volumen de madera. En las 1 y 3 el volumen de Pinus representa más del 70% del total, mientras que está relación se invierte en el zona 2 donde prevalece el Eucalyptus.*
   - *En Misiones, el 56,4% del volumen está en el norte, también dominado por Pinus (86,3%). Dicho dominio del género Pinus se mantiene en las restantes zonas.*
   - *En Entre Ríos, el volumen está mayoritariamente distribuido en plantaciones de Eucalyptus (95%).*
7. ***Estratos Etarios****:*
   - *Los estratos etarios de mayor volumen y superficie para Corrientes y Misiones corresponden a plantaciones mayores a 18 años en el caso de Pinus y mayores a 11 años para Eucalyptus.*
   - *En Entre Ríos, los estratos mayores a 11 años para Eucalyptus y mayores a 18 años para Pinus son los* que abarcan mayor superficie y volumen. En la provincia de Entre Ríos, se está llevando a cabo una rigurosa verificación de los

años de plantación del género Eucalyptus. Esto se debe a que en años anteriores la información correspondiente a las fechas de plantación podría no haber sido registrada de manera precisa. Además, el aprovechamiento forestal y las prácticas de silvicultura relacionadas con el manejo de rebrote en algunos casos no se documentaron adecuadamente, lo que ha llevado a errores en la determinación de la edad actual de los árboles y su clasificación en los estratos etarios correspondientes.

Los resultados preliminares obtenidos indican que actualmente en la región Mesopotamia existe una distribución de superficies con predominio significativo de estratos etarios en condiciones de ser aprovechados y sobremaduros para algunos destinos industriales.

A las superficies citadas se les asigna un volumen de casi 100 millones de m^3 para Pinus y 57 millones de m^3 aprox. para Eucalyptus. Para establecer su disponibilidad se requiere considerar muchas otras variables, como la tenencia de la tierra, la proximidad a los centros de consumo, la disponibilidad de mano de obra, infraestructura y posibilidades logísticas, los productos a elaborar, el precio interno y externo de la materia prima, y otras tantas asociadas al grado de industrialización de cada zona. Las mermas en relación a los efectos climáticos, principalmente mortalidad por sequía e incendios forestales, son otro elemento importante a considerar. En relación a estos últimos si bien se cuenta con una identificación de las áreas afectadas que permanecen en pie, no es posible determinar el grado de afectación y respuesta post-evento por lo que se ha individualizado en términos de superficie y volumen sin proceder a su descuento. Es factible que buena parte de esa superficie y volumen no representen una verdadera fuente de madera con posibilidad de uso industrial.

Para la presente estimación se utilizaron fuentes de información que permitieron cuantificar las existencias, algunas de sus características y su dinámica. Cada aspecto posee diferentes niveles de incertidumbre y posibilidad de mejora:

- Tasa de plantación: Los bajos valores en cuanto a la superficie cuantificada en los estratos iniciales, contrastados con la tasa de cosecha histórica y la información aportada por empresas y forestadores evidencian una limitación en la determinación de la tasa real de plantación que se refleja en la cartografía. Sin dudas, potenciar y agilizar la detección de la tasa de plantación permitirá mantener el stock y estratos etarios actualizados.
- Tasa de cosecha: En este caso se dispone de herramientas y metodología adecuada para una determinación confiable.
- Turno de corta y Manejo silvícola: Más allá de optar por una representación modal del manejo silvícola preponderante para cada zona/provincia y género/especie, existen múltiples escenarios que difieren de los modelos adoptados y ello tiene efecto directo sobre las estimaciones. Algunas de las variables a considerar son:
    - Índice de sitio: la adopción de un único índice de sitio para cada zona supone una generalización en detrimento de la estimación.
    - Raleos: dado que se trata de una determinación puntual de las existencias, los raleos ya han ocurrido o serán realizados en años siguientes, en función de la edad de cada rodal y del manejo modal que se le ha asignado. Por tanto no se ha cuantificado el volumen de madera de los raleos comerciales de los cuales se proveen algunas industrias. Se dispone de la información que cada esquema utilizado permite obtener como raleo comercial discriminando el volumen según destinos aserrable y de trituración/pulpable. En una simulación dinámica del stock se deben considerar los volúmenes extraídos en los raleos, los cuales son variables año a año.

- Podas: No se ha evaluado la calidad de los volúmenes de madera obtenidos en función de la realización de una o más intervenciones de poda.
- Rebrotes: No se ha considerado para el Eucalyptus un esquema para manejo de rebrote. Dicho manejo guarda relación directa con las características de la madera en virtud de que se trate de una primera, segunda o tercera rotación, la cantidad de cepas vivas que conserva, el número de fustes por cepa e incluso la ausencia de manejo, lo cual limita sus usos industriales. Si bien se cuenta con alguna estimación a nivel región/provincia de la participación de los rebrotes sobre las existencias en superficie de esta especie, resta ajustar una metodología que permita diferenciar las superficies con rebrotes y mejorar los registros cartográficos con que se cuenta.
- Silvopastoriles: Por falta de información sobre las densidades de plantación se estimaron volúmenes considerando planteos forestales puros. Esta generalización implica una probable sobreestimación de existencias en los casos de manejos con densidades iniciales más bajas.
- Resinación: Se estiman en 35.000 a 40.000 las ha de pino bajo este manejo, que implica un alargamiento del turno y la pérdida o subvaloración de la primera tora de los individuos resinados que no han sido tomadas en cuenta. Corresponde trabajar en mejorar la consolidación del dato de superficie como así también la caracterización del manejo aplicado. Es fundamental a efectos de la simulación dinámica del stock ajustar estos parámetros.

Actualmente el abanico de productos satelitales, y series temporales de alta resolución espacial están permitiendo reducir las incertidumbres respecto a algunos atributos, como la edad de las plantaciones. Un próximo desafío posiblemente sea disponer del dato actualizado de densidad (número de plantas por hectáreas) de los rodales.

En lo que respecta a la validación de la información, resulta imperioso realizar comparaciones con otras fuentes de información regionales y provinciales, así como establecer mesas de trabajo periódicas con referentes sectoriales, para analizar la información aquí generada. Por otra parte, se ha llevado a cabo un análisis preliminar, comparando el diagnóstico regional con inventarios en determinados establecimientos privados. Aunque la dimensión espacial no es adecuada para derivar conclusiones definitivas, este análisis demuestra que ambos tipos de investigación pueden ser complementarios. Este trabajo resulta por tanto una primera aproximación al volumen con corteza de las plantaciones forestales a escala regional, el cuál podrá ser mejorado a partir de la información complementaria relevada a campo y/o provista por diferentes actores del sector foresto industrial.

4. CONSIDERACIONES FINALES

Mantener una cartografía forestal actualizada e incrementar la precisión y exactitud en las estimaciones de volumen mediante la incorporación de nuevas variables y escenarios productivos, redundará sin dudas en una mejora en la estimación de las existencias maderables a diferentes escalas (regional, provincial, predial). Sin embargo, no caben dudas que la información aquí generada, resulta un insumo básico y fundamental para cualquier diagnóstico que quiera realizarse, con el objetivo de generar estrategias de desarrollo productivo y social.

Con la metodología desarrollada para determinar la superficie y volumen con corteza correspondientes a los bosques cultivados de *Pinus* y *Eucalyptus* en la región Mesopotamia, para el mes de septiembre de 2024, se obtuvo una superficie total de plantación de 917.953 ha y un volumen correspondiente de 222.311.361 m^3 de madera. Dichas existencias representan un activo muy valioso para la planificación y el desarrollo industrial de una zona, provincia o región, pero más importante aún es conocer tanto su distribución espacial como la composición en estratos etarios, sumado a la dinámica actual y proyecciones futuras de tasa de cosecha y plantación.

En el análisis realizado y a nivel de toda la cuenca, se observa que toda la distribución de superficies según rango etario se encuentra lejos de su regulación, con la salvedad que los estratos iniciales podrían estar sub-representados por defectos en la detección.

En relación a las clases etarias maduras o en torno a los turnos de corta para las 2 especies y en las 3 provincias de la región, se determinó una superficie mayor a la correspondiente a la tasa de plantación, e incluso a la tasa de aprovechamiento actual, lo que da indicios de la existencia de una reserva de madera para hacer frente a una tasa de aprovechamiento creciente.

5. AGRADECIMIENTOS

A los técnicos, colegas, empresas e instituciones que aportaron información para determinar los actuales manejos silvícolas zonales, acercando sugerencias y/o recomendaciones para enriquecer la discusión y elevar los alcances del informe.

6. BIBLIOGRAFÍA

Costas R., Korth S., Figueredo S., Weber E., Mac Donagh P., Friedl J., Heck J. y Alves do Porto M. (2007) "Sistema de ecuaciones de producción y crecimiento de Pinus taeda L. con variables asociadas a las podas". Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Argentina.

Dos Reis A. A. , Carvalho M.C. ,de Mello J. M., Rezende Gomide L., Ferraz Filho A. , Acerbi Junior W. (2018). Spatial prediction of basal area and volume in Eucalyptus stands using

Landsat TM data: an assessment of prediction methods. New Zealand Journal of Forestry Science (2018) 48:1DOI 10.1186/s40490-017-0108-0

Gaute M., Fassola H., Boca T., Andenmatten E. (2019). “Caracterización de plantaciones forestales a partir de información derivada de plataformas satelitales y recursos informáticos de alto rendimiento”. JOTEFA XVIII. Misiones.

Hansen M.C., Potapov P.V., Goetz S.J., Turubanova S. Tyukavina A., Krylov A., Kommareddy A., Egorov A. (2016). Mapping tree height distributions in Sub-Saharan Africa using Landsat 7 and 8 data. Remote Sensing of Environment. Volume 185. Pages 221-232.ISSN 0034-4257. https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.02.023

Keller, A.E; Crechi, E.H; Fassola, H.E; Colcombet, L; Barth, S.R; Winck, R.A; Di Rienzo, J. (2017). PlaForNea, Plataforma de Gestión Forestal. INTA EEA Montecarlo. URL http://www.plafornea.com.ar

Martiarena R., Frangi J., Von Wallis A., Arturi M., Fassola H. y Fernández R. (2014) "Propiedades del suelo y sus relaciones con el IS en plantaciones de Pinus taeda L. en la Mesopotamia Argentina". Disponible en: https://revistas.unlp.edu.ar/domus/issue/view/99

Mastrandrea A.C, Flores M. y Román L. (2023) “El trabajo en la actividad forestal del nordeste de la provincia de Entre Ríos” Serie impaCT-AR Desafío N° 58 Cuantificación y caracterización de los mercados de trabajo de actividades de base agraria para la gestión de políticas públicas. CEIL-CONICET.

Methol Ricardo. 2003. "SAG grandis": SISTEMA DE APOYO A LA GESTIÓN DE PLANTACIONES DE Eucalyptus grandis. ISBN: 9974-38-166-5. Disponible en: http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/1563002110722 4844.pdf

Pezzutti R. y Caldato S. "Crecimiento de plantaciones de Pinus elliottii, Pinus taeda y Pinus elliottii var elliottii x Pinus caribaea var hondurensis de 13 años de edad bajo diferentes modalidades de control de malezas”.

Pezzutti R., Caldato S., Schenone R., Becerro G. y Chrapek (2012) "Estudio del crecimiento hasta la edad de corte de un rodal de Pinus taeda L. localizado en el nordeste de Corrientes" XXVI Jornadas Forestales de Entre Ríos, Concordia, octubre 2012.

Pezzuttii R. (2014) "Silvicultura sitio específica, una herramienta para ajustar el manejo a la capacidad productiva del sitio" https://www.researchgate.net/publication/277329786_silvicultura_sitio_especifica_una_herramienta_para_ajustar_el_manejo_a_la_capacidad_productiva_del_sitio.

8. ANEXO

8.1 Tablas complementarias de resultados

Tabla 13. Volumen (m3/ha) obtenido en los raleos comerciales según manejo modal para cada género/especie y zona/provincia de la región Mesopotamia.

Provincias / Zonas	Género / Especie	Edad	Volumen Total Raleo (m3/ha)	Volumen pulpable (m3/ha)	Volumen aserrable (m3/ha)
Corrientes Centro SO	Pinus elliotti	12	82,1	23,7	58,4
Corrientes Centro SO	Eucalyptus grandis (clonal)	6	151,3	21,5	129,8
Corrientes Centro SO	Eucalyptus grandis (semilla)	6	103,6	13,8	89,8
Corrientes Centro SO	*Pinus taeda*	8	27,9	8,4	19,5
Misiones Centro	*Pinus elliotti*	10	41,6	20,4	21,2
Misiones Centro	*Eucalyptus grandis*	6	108,5	16,2	92,3
Misiones Centro	*Pinus taeda*	10	63,7	20,8	42,9
Misiones Norte	*Eucalyptus grandis*	6	167,9	32,2	135,7
Misiones Norte	*Pinus taeda*	10	86,7	19,6	67,2
Misiones Sur Corrientes NE	*Pinus elliotti*	8	39,3	29,5	9,8
Misiones Sur Corrientes NE	*Eucalyptus grandis*	6	108,5	16,2	92,3
Misiones Sur Corrientes NE	*Pinus taeda*	8	34,9	10,6	24,3
SE Corrientes Entre Ríos	*Pinus elliotti*	9	70,0	53,9	16,1
SE Corrientes Entre Ríos	*Eucalyptus grandis (clonal)*	6	47,5	11,0	36,4
SE Corrientes Entre Ríos	*Pinus taeda*	10	71,5	34,6	36,9

8.2 Información del tablero de plantaciones forestales

Es posible acceder y visualizar la información generada desde el Tablero de Cadena de Valor Foresto Industrial de la Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial.

https://www.magyp.gob.ar/desarrollo-foresto-industrial/cadena-valor.php

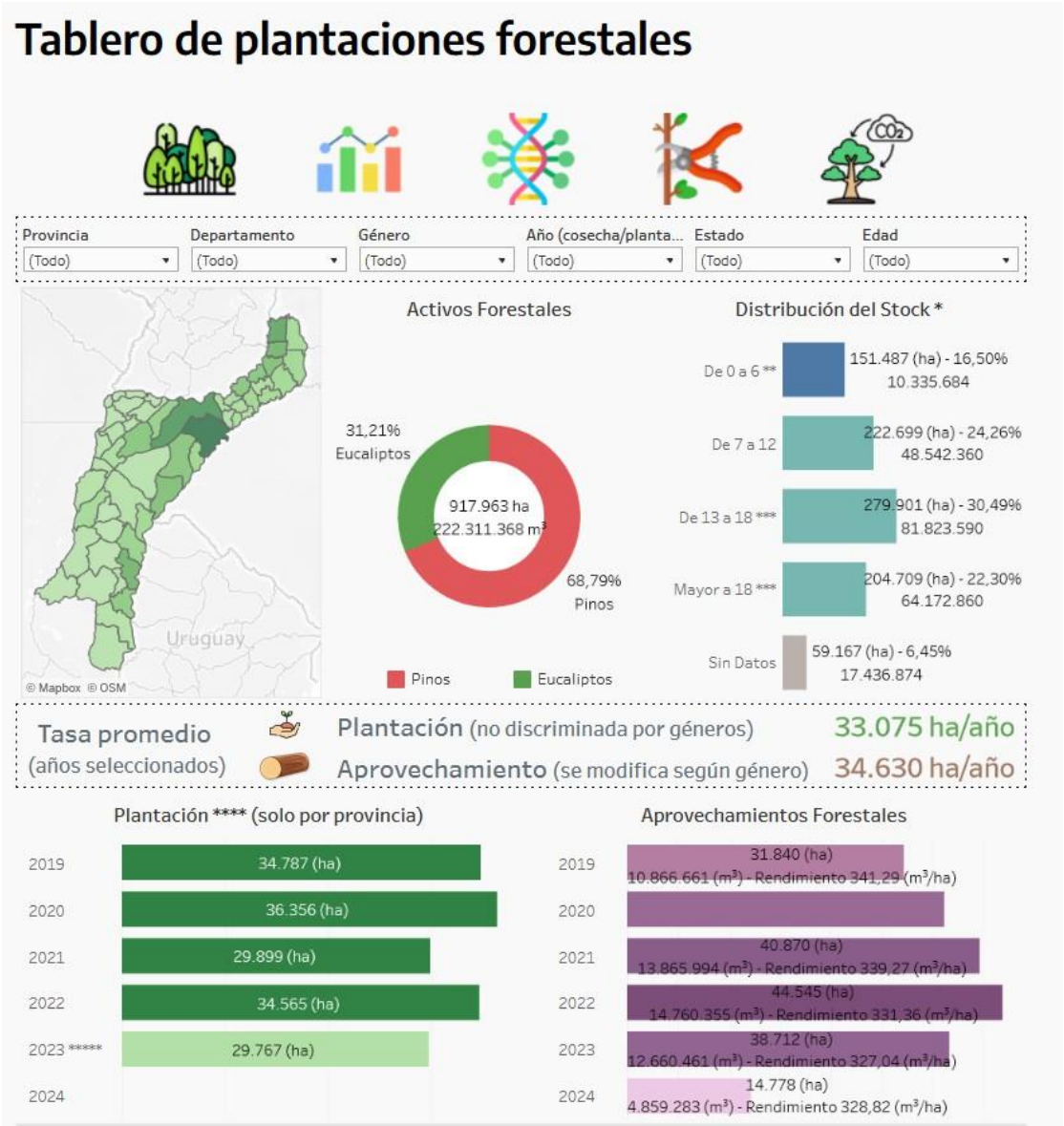



Gráfico 1. Superficie y volumen en pie según estrato etario de plantaciones forestales para la región Mesopotámica actualizados a septiembre de 2024.