

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <http://www.researchgate.net/publication/277329786>

SILVICULTURA SITIO ESPECÍFICA, UNA HERRAMIENTA PARA AJUSTAR EL MANEJO A LA CAPACIDAD PRODUCTIVA DEL SITIO

CONFERENCE PAPER · OCTOBER 2014

DOWNLOADS

19

VIEWS

15

1 AUTHOR:



Raul Pezzutti

Universidad del Salvador

21 PUBLICATIONS 26 CITATIONS

SEE PROFILE



SILVICULTURA SITIO ESPECÍFICA, UNA HERRAMIENTA PARA AJUSTAR EL MANEJO A LA CAPACIDAD PRODUCTIVA DEL SITIO

Raúl V. PEZZUTTI¹

RESUMEN

La silvicultura extensiva ha evolucionado hacia una silvicultura sitio-específica en las últimas décadas, en la actualidad la disponibilidad de técnicas y nuevas tecnologías posibilita que los silvicultores implementen una silvicultura de precisión. El objetivo de este trabajo es presentar las principales etapas involucradas en la aplicación de una silvicultura más precisa considerando las variables del sitio y del rodal a nivel de polígono. La productividad está condicionada por los materiales genéticos, los sitios, la silvicultura y el manejo de las forestaciones. Las etapas consideradas en Forestal Bosques del Plata S.A. (BDP) para aplicar una silvicultura sitio específica son: 1) Establecimiento de ensayos (genética, silvicultura y manejo) a campo para ajustar los tratamientos más adecuados a cada sitio, 2) Implementación de inventarios (diagnósticos de tipo suelo, malezas y presencia de hormigas y otras plagas, sobrevivencia, desarrollo y producción) que permitan conocer la variabilidad espacial y volcarla a un SIG (Sistema de Información Geográfica), 3) Análisis de la información y definición de prácticas a nivel de polígono, 4) Aplicación de tareas operativas según prescripciones técnicas y estándares de calidad y 5) Evaluación de la producción real vs la esperada. Actualmente, para cada polígono, se definen los tratamientos silviculturales y los materiales genéticos mejorados (*Pinus taeda* o *P. elliotii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis*) en función del sitio y un manejo apropiado al desarrollo del rodal. De esta manera el Índice de sitio, la productividad y el valor de las forestaciones aumentan mejorando la rentabilidad forestal.

Palabras clave: Información georreferenciada, monitoreos, gestión forestal, producción sustentable.

¹ Ing. Ftal., Master en Silvicultura y Doctor en Manejo Forestal. Subgerente de Silvicultura, Forestal Bosques del Plata S.A. Contacto: rpezzutti@cmpe.com.ar; Tel: +54376154683041

1. INTRODUCCIÓN

La silvicultura ha evolucionado en las últimas décadas de una silvicultura extensiva a una silvicultura sitio-específica, en la actualidad la implementación de nuevas técnicas y tecnologías permite a los silvicultores aplicar una silvicultura de precisión. De acuerdo con Brodbeck, C. *et al.*, (2007) el sector forestal ha comenzado a utilizar sistemas de información geográfica (SIG) e imágenes de sensores remotos como una herramienta de gestión, sin embargo ha sido ejecutada a una gran escala de paisaje con tratamientos aplicados uniformemente basados en la característica



predominante del rodal sin el conocimiento de lo que puede ocurrir en una escala sitio específica. La silvicultura de precisión (SP) (Fox, et al., 2008) requiere que los silvicultores desarrollen prescripciones sitio específicas para diferentes porciones de cada rodal. En cuanto a las actividades vinculadas a la SP Taylor et al., (2006) indican que esta considera tres categorías a tener en cuenta: 1- Uso de la información geoespacial para asistir a la planificación y gestión forestal, 2 – Ejecución de operaciones de silvicultura sitio–específica y 3 – Aplicación de una tecnología sitio específica de avanzada para alcanzar las demandas de mercados de productos de alto valor. En este sentido Dyck (2003) al discutir aspectos relacionados a la SP menciona que el sector forestal debe enfocarse en los materiales genéticos, los sitios y en las prácticas silviculturales para producir la mejor madera, de calidad, demandada por el mercado. Un manejo forestal eficiente requerirá de sistemas integrados que incorpore un amplio rango de tecnología apropiada y oportuna incluyendo el mejoramiento genético forestal, control de malezas, control de la densidad y la competencia así como de la nutrición (Jokela, et al. 2010).

La empresa Forestal Bosques del Plata S.A. (BDP) inició sus actividades forestales en el nordeste Argentino en el año 1993, a la fecha cuenta con 57.000 has de forestaciones compuestas por las especies *Pinus taeda*, *Pinus elliottii* y *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis*. Durante la última década la silvicultura utilizada en Forestal Bosques del Plata S.A. ha evolucionado de una forma extensiva a una de precisión (Pezzutti y Trujillo, 2006). La gestión forestal actual integra la producción y la conservación buscándose maximizar la rentabilidad forestal a través de procesos sustentables en los aspectos económicos, sociales y ambientales. La clasificación de los sitios (índice de sitios) a nivel de polígono y la determinación de los factores que limitan la producción es la etapa inicial para la definición de materiales genéticos, tratamientos silviculturales y de manejo de las forestaciones durante la rotación. También el análisis integral de la producción en el mediano y largo plazo es utilizado para planificar la producción actual y futura de los diversos productos forestales en cantidad y calidad. Anualmente BDP produce 4 millones de plantines para uso operativo y venta a terceros y 1,2 millones de tn de madera (Laminable, aserrable y pulpable) para comercialización.

El objetivo de este trabajo es presentar las principales etapas involucradas en la aplicación de una silvicultura más precisa considerando las variables del sitio y del rodal a nivel de polígono.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la aplicación de una silvicultura sitio-específica se realizan las siguientes actividades:

2.1 Programas de mejoramiento genético (MG) y desarrollo silvícola (DS)

Los programas de MG desarrollados a partir de 1996 permiten definir materiales genéticos de manera continua y así mejorar la productividad y otras variables de interés en las forestaciones. *Pinus taeda* es la especie más importante en BDP (80%), actualmente se está trabajando en los ensayos de la segunda generación de MG. La producción del híbrido de *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis* es otra línea de trabajo importante que toma como base el desarrollo de poblaciones de *Pinus elliottii* y *Pinus caribaea* var *hondurensis*. Los materiales son evaluados en diversos sitios para su selección.



En cuanto al DS se han establecido estudios en suelos rojos arcillosos profundos y en suelos grises limosos de drenaje deficiente generando una matriz de ensayos y resultados que consideran: calidad de planta, preparación de suelos, control de malezas, fertilización, densidad de plantación, y manejos con intensidades de raleos y podas. En la actualidad los ensayos contemplan los nuevos materiales genéticos con técnicas de silvicultura en un ambiente de reforestación. La empresa posee 459 has de estudios bajos diversas condiciones de sitios y tratamientos genéticos-silvícolas.

Con los resultados provenientes de los ensayos y de experiencias operativas se definen las prescripciones técnicas (PT) de la empresa. Para su definición se realizan análisis económicos (análisis de beneficio/costo y rentabilidad). Las decisiones técnicas tienen como soporte el asesoramiento de profesionales de una vasta experiencia a nivel nacional e internacional siendo estos del grupo CMPC y de cooperativas e instituciones con las cuales interactúan los miembros de la empresa.

2.2 Implementación de inventarios con diversos usos

Los inventarios se realizan en diversas etapas del proceso. En la Tabla 1 se presentan los inventarios que se realizan y su intensidad de muestreo. Los resultados obtenidos por parcela se analizan espacialmente presentados en planos y resaltados con colores de acuerdo a sus valores, también se presentan a nivel de polígono y son comparados contra valores estándares definidos en la empresa. Estos resultados son volcados a informes y discutidos entre varios miembros de la organización.

Tabla 1 – Tipos de inventarios en plantaciones forestales de BDP a nivel de polígono y su finalidad

Tipo	Edad (años)	Intensidad	Tamaño y Forma de parcelas	Objetivo	Producto
EPE 0	0,2	1:4 ha	Circular, 250 m ²	Sobrevivencia y Densidad Real de Plantaciones	Informe y Planos
EPE 1	1	1:4 ha	Circular, 250 m ²	Sobrevivencia, Densidad Real y Desarrollo de Plantaciones (cm ³ /planta)	Informe y Planos
EPE 3	3	1:4 ha	Circular, 250 m ²	Conocer productividad (Primera determinación IS) y aptitud de poda.	Informe, Programa de poda/manejo, Planos
Inventario Pre Raleo (IPR)	7 a 12	1:4 ha	Circular, 500-1000 m ²	Conocer Productividad (Ajuste Final IS), Determinar volumen de producción final y Momento de Intervención	Planilla con volúmenes por producto; Planos de producción
Inventario Pre Cosecha (IPC)	13 a 18	1:4 ha	Circular, 500-1000 m ²	Conocer Productividad (Ajuste Final IS), Determinar volumen de producción final y Momento de Intervención.	Planilla con volúmenes por producto; Planos de producción
PPM	Anual	1:100 ha	Circular, 1000 m ²	Conocer Productividad (Ajuste de IS), Evaluar Crecimiento por Estrato; Determinar volumen de producción.	Informe, Base datos



Donde EPE= Evaluación de plantación establecida, PPM= parcelas permanentes, IS= índice de Sitio.

Los estándares definidos por BDP para sus plantaciones varían en función del tipo de inventario. A modo de ejemplo se citan en la Tabla 2 algunos estándares considerados, definidos por ensayos y experiencias operacionales. También se establecen parcelas permanentes (Tabla 1) en el patrimonio forestal de BDP con una intensidad de una parcela cada 100 has para monitorear el crecimiento en diversos estratos provenientes de tipos de suelo, especies, manejos asignados y edades.

Por otra parte el estado sanitario de las plantaciones se monitorea utilizando parcelas georreferenciadas las cuales se plasman en la cartografía para su visualización e interpretación. Los resultados obtenidos en estos monitoreos guían el control de hormigas cortadoras y de la avispa barrenadora de los pinos en las forestaciones. Para las hormigas cortadoras se utiliza parcelas de 1000 m² con una intensidad de 1 parcela cada 1,6 has. Para monitoreo de *Sirex noctilio* el muestreo se realiza con una intensidad de 1 parcela de 200 plantas cada 30 has. Los resultados son tabulados, analizados y mapeados para su interpretación y posterior toma de decisiones.

Tabla 2 – Estándares definidos para diferentes etapas de desarrollo de las plantaciones

Inventario	Estándares
EPE 0	Sobrevivencia: 95 %.
EPE 1	Lomas y Tendidos Bajos: 600 cm ³ /pl.; Tendidos altos: 800 cm ³ /pl. (Factores de Productividad).
EPE 3	Diámetro a la altura del pecho: 9 cm; Altura dominante: 5,5 m.
Pre-Raleo:	En función del Índice de Sitio existe un estándar de producción. Volumen: m ³ /tipo de producto (Aserrable, Pulpable).
Pre-cosecha:	En función del Índice de Sitio existe un estándar de producción. Volumen: m ³ /tipo de producto (Laminable, Aserrable, Pulpable).

2.3 Análisis de la información y definición de prácticas a nivel de polígono

Contar con información a nivel de polígono permite dirigir las mejores prácticas a esa unidad operativa. El conocimiento del tipo de suelo y grado de drenaje nos permite asignar la especie, familia, clon y definir la práctica de preparación de suelo más adecuada. Conocer las malezas presentes y su desarrollo y el grado de infestación de hormigas es de suma utilidad para aplicar las prescripciones técnicas más adecuadas a la situación de manera localizada.

Al evaluarse el desarrollo de las forestaciones se define un índice de sitio (IS) y una producción estimada en función del esquema de manejo asignado. Los esquemas de manejo se aplican teniendo en cuenta el desarrollo de la plantación. Por otra parte la planificación de los manejos obedece a una programación de la producción en el corto, mediano y largo plazo.



Los inventarios también permiten conocer las producciones (volumen/ha/tipo de producto) durante los raleos y durante la tala rasa. Esta información georreferencia facilita la planificación y dirección de la cosecha forestal.

Por otra parte la cuantificación de la producción se utiliza para validar si lo planificado se corresponde con lo realmente producido y detectar las variables que pueden condicionar a la producción para luego corregirlas en próximas rotaciones.

2.4 Verificación de la calidad operativa

La verificación de la calidad operativa es importante para garantizar el logro de buenos resultados, las certificaciones en vivero y a campo de las diversas actividades (Producción de plantas, preparación de suelo, control de hormigas y otras plagas, control de malezas, plantación, poda, raleo, cosecha) en aspectos técnicos y administrativos incluyendo aspectos ambientales y de seguridad (auditorías internas y externas) son relevantes en todas las etapas del proceso. Todas las empresas de servicios son auditadas en sus frentes de trabajo.

2.5 Generación de una base de datos – SIG, de manera continua

La información a nivel de polígono es fundamental para poder diagnosticar, analizar la información y asignar las mejores PT para la situación presente. Una base de datos actualizada periódicamente permite acceder a esa información en BDP. Actualmente, la empresa tiene un motor de base de datos Postgres, PostGIS que soporta datos geométricos y se actualiza de manera continua a nivel de polígono donde se presentan las siguientes variables: superficie, tipo de suelo/relieve, especie, familia, densidad de plantación, fecha de plantación, tipo de manejo, producción durante los raleos y final por inventarios. La superficie media por polígono es de 12,9 has.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Calidad de la planta y ganancia genética

Las plantas de calidad producidas en el vivero de la empresa presentan las siguientes características:

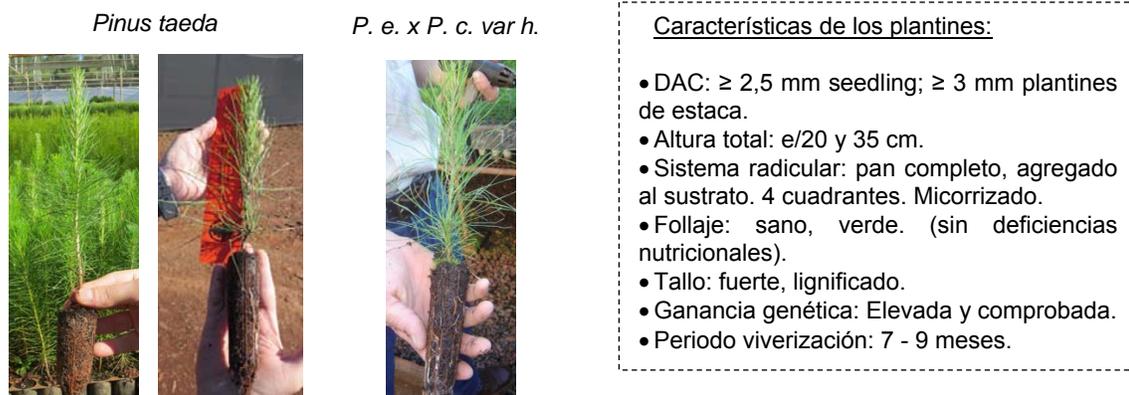


Figura 1 – Plantines de semilla y de estaca de *Pinus taeda* y plantines de estaca de *P. elliotii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis* y características asociadas a su calidad.



Los estándares de calidad están basados en resultados de ensayos realizados en la empresa. En la producción de plantines la semilla proviene de HSC depurados de primera generación y se cosecha la misma a nivel familiar seleccionando los rametos de interés en el mismo. En el caso de plantines de estaca las estacas se originan de plantas madres producidas con semillas de cruzamientos controlados de los mejores genotipos. Las plantas madres se manejan durante 3 a 4 años con podas, riego y fertilización (sistema de macetas y de inmersión temporal) para optimizar el proceso productivo en el vivero.

El período de plantación se concentra entre los meses de mayo y agosto evitando las altas temperaturas y logrando un buen establecimiento de las plantas previo al inicio de la fase de crecimiento. La plantación puede ser realizada de manera manual o mecanizada cuidando la profundidad de plantación, la verticalidad de la planta y la distancia entre plantas (Rodríguez, 2001; BDP, 2004).

La ganancia genética en volumen de los materiales operacionales de *Pinus taeda* (especie más utilizada) son del 40 % a los 7 años de edad con relación a testigos de HSC 1.0 de Florida de Estados Unidos (Schenone, 2012). En la Figura 2 se puede observar la ganancia genética de los materiales plantados de *Pinus taeda* a lo largo del tiempo y proyecciones a futuro con el uso de clones y cruzamiento controlados llegándose a valores del 55 %. Por otro lado la producción de familias híbridas de *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis* también aporta nuevos materiales genéticos, más productivos, para la forestación en sitios de drenaje deficiente. En estos sitios el híbrido *P. e.* x *P. c.* var *h.* supera a *Pinus elliottii* en un 21 % en volumen a los 13 años de edad, en la Figura 3 se presenta la diferencia observada en volumen total en sitios de drenaje imperfecto del nordeste de Corrientes (Pezzutti y Caldato, 2013). El IMA del híbrido a los 13 años es de 40 m³/ha/año con 1428 plantas iniciales/ha.

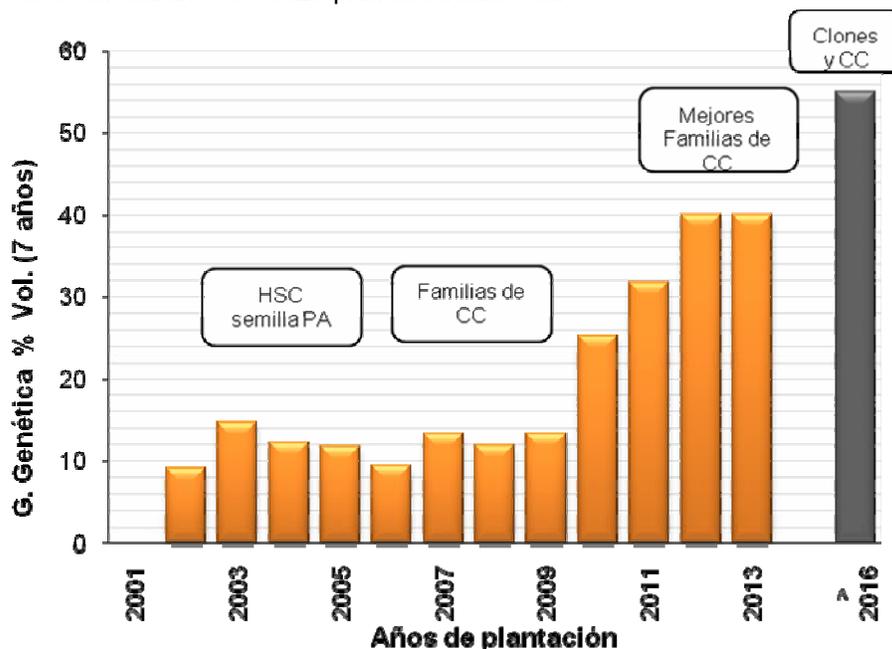


Figura 2 – Evolución de la ganancia genética en volumen a los 7 años de edad con la incorporación de materiales selectos de manera continua y proyecciones a futuro.

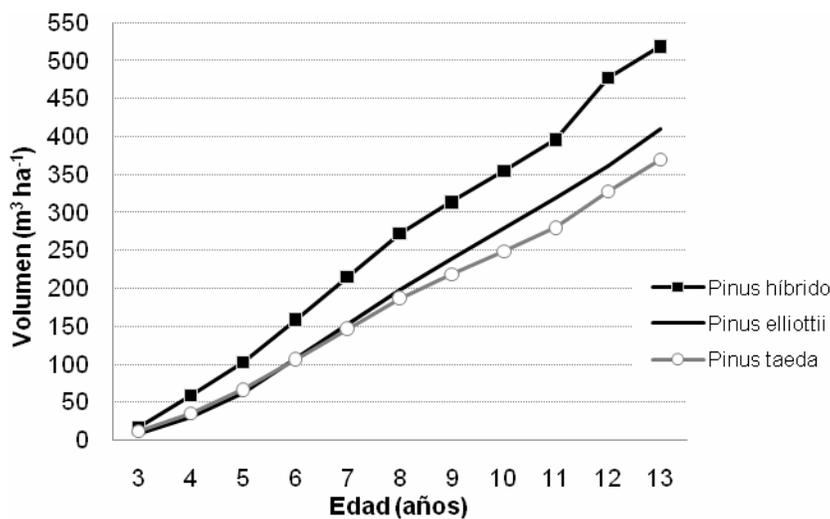


Figura 3 – Crecimiento de tres especies de *Pinus* sp. en tendidos bajos hasta los 13 años.

3.2 Silvicultura sitio-específica

Las prácticas de preparación de suelos, control de malezas y control de hormigas se ejecutan utilizando información georreferenciada y volcada a la cartografía de la empresa. La preparación de suelo en camellones (1,8 m de ancho y 50 cm de altura) se realiza en sitios de drenaje imperfecto/deficiente (generalmente tendidos bajos y altos) mejorando la aireación, la fertilidad y el control de malezas en el área de plantación. El subsolado a 35-40 cm es realizado en suelos rojos arcillosos para disminuir la compactación, mejorar la infiltración y el desarrollo radicular. Ambas prácticas facilitan la plantación aumentando el rendimiento por jornal (Pezzutti y Caldato, 2006).

El control de malezas generalmente se realiza en la banda de plantación (1, 8 -2 m) para mantener a las plantas libres de interferencia en la absorción de agua y nutrientes y captación de luz durante los primeros 6 meses post plantación (Pezzutti y Caldato, 2004). Los controles químicos se realizan con glifosato 74,7% (1,5-2,5 Kg/ha) y metsulfuron 60% (75 g/ha) como productos principales (Pezzutti et al. 2014).

Las respuestas a la fertilización con P y N son de pequeña magnitud motivo por el cual no se realiza esta práctica en las plantaciones mencionadas. Las respuestas en altura dominante de plantaciones de *Pinus taeda* a tratamientos de preparación de suelos y control de malezas en áreas de forestación en los sitios de drenaje imperfecto son de mayor magnitud (3 m), mientras que en los suelos rojos son de menor cuantía (0,6 m) (Figura 4).

Las prácticas indicadas mejoran el índice de sitio y consecuentemente la productividad. Por controlar malezas la producción se incrementa un 12 % y por preparar el suelo en camellones entre un 25-30% en volumen al final de la rotación. En general mejoran la sobrevivencia y el crecimiento de los árboles.

El control de hormigas cortadoras (*Atta* sp.; *Acromyrmex* sp.) se realiza por etapas (Diagnóstico: 1 parcela de 1000 m² cada 1,6 has; controles según grado de infestación). El producto más utilizado es fipronil (0,003 %) aplicado como cebo a granel o en mipis según la condición climática. Son aplicadas dosis de 10 gr/m² de tierra suelta (hormiguero). En las lomas coloradas los controles se realizan durante todo la rotación siendo más frecuentes durante los primeros 3 años.

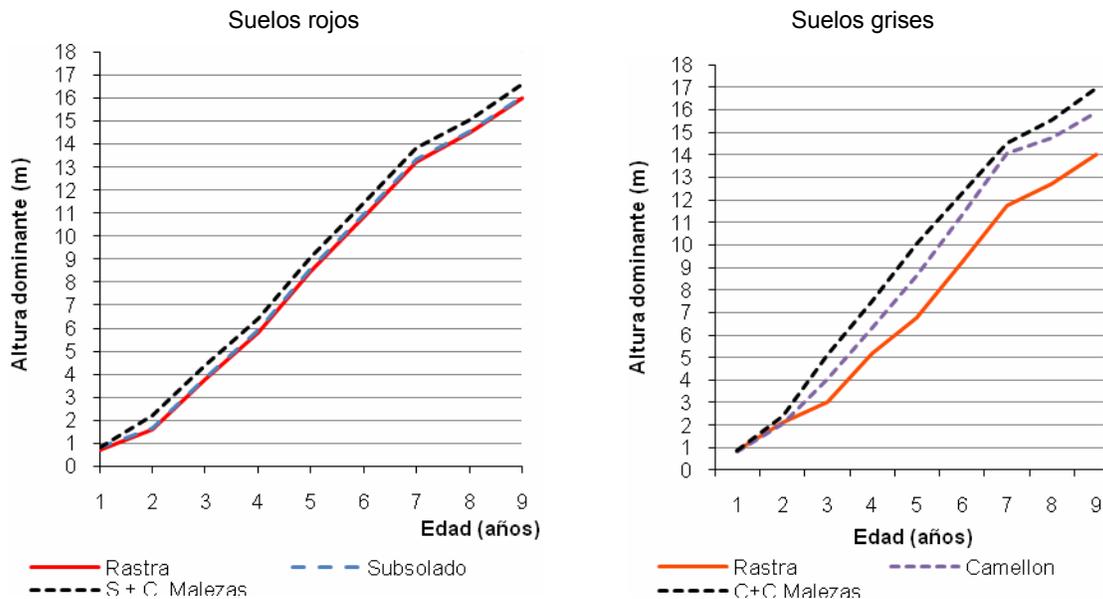


Figura 4 – Respuesta en altura dominante de *Pinus taeda* a la preparación de suelo y control de malezas en suelos rojos y suelos grises del nordeste de Corrientes.

3.3 Manejo de las plantaciones

Las definiciones sobre la intensidad y la oportunidad de podas y raleos se basan en resultados de estudios realizados en la empresa (Pezzutti, 2011) y en la región. Diversos modelos de crecimiento que consideran el número de árboles y podas con diferentes intensidades han permitido estimar la producción para diferentes escenarios y analizar económicamente los resultados (VAN, TIR, VAE) para la elección de los manejos.

En el patrimonio de BDP existen tres esquemas de manejo principales los cuales se asocian a índices de sitio, los mismos se presentan en la Tabla 3. Las podas se realizan dejando en cada intervención 3 metros de copa viva como mínimo. Donde se han realizado podas se espera un diámetro del cilindro con defectos de aproximadamente 18 cm (contempla cicatrización y sinuosidad de médula). El DAP medio objetivo es de 38 cm.

La densidad de plantación actual es de 833 plantas/ha en todos los sitios. Los raleos se realizan de manera selectiva y cuando es necesario se combinan raleos sistemáticos con selectivos para poder operar de manera mecanizada. Una manera de definir la intensidad y oportunidad de los raleos es utilizando el área basal (Crechi *et al*, 2000) o el n° de árboles y el diámetro cuadrático medio del rodal en un diagrama de manejo de densidad (Pezzutti, 2011).



Tabla 3 – Esquemas de manejo para *Pinus taeda* e índice de sitio asociado.

Esquema de Manejo	IS
1a – Manejo intensivo: 3 podas (2,3; 3,6 y 5,5 m realizadas a los 3, 4 y 5 años). 1° poda: 800 pl/ha; 2° poda: 400 pl/ha; 3° poda 350 pl/ha. 1428 pl/ha como densidad inicial, un primer raleo comercial a los 7 años a 700 pl/ha y un segundo raleo a los 11 años a 350 plantas finales/ha con tala rasa proyectada a los 18 años.	≥ 23
1b – Manejo intensivo: 3 podas (2,3; 3,6 y 5,5 m realizadas a los 3, 4 y 5 años).). 1° poda: 800 pl/ha; 2° poda: 550 pl/ha; 3° poda 350 pl/ha. 1111 pl/ha como densidad inicial, un primer raleo no comercial a los 3 años a 550 pl/ha y un segundo raleo a los 11 años a 350 plantas finales/ha con tala rasa proyectada a los 19 años.	≥ 23
2 – Manejo de una poda: 1 poda (3,7 m realizada a los 5 años) de las mejores 350 plantas/ha. Densidad inicial: 833 pl/ha. Raleos comerciales a los 9 y 13 años y tala rasa a los 17 años.	≥ 21
3 – Plantaciones con raleos comerciales sin poda y plantaciones sin manejo con tala rasa a los 14-16 años de edad.	< 21

IS: índice de sitio.

3.4 Inventarios e índices de sitio

La sobrevivencia de las plantaciones es evaluada por inventario (EPE 0) a nivel de polígono. En la Figura 5, se presenta un ejemplo con densidad objetivo de 1111 plantas/ha y un factor de tolerancia del 5 % y los resultados a nivel de polígono y sus variaciones. Sobre estos resultados se realizan análisis de las causas que originan los desvíos (hormigas, fitotoxicidad, error de plantación) y se implementan correcciones y repases.

Todos los valores que sobrepasan las líneas punteadas están por fuera de los límites de tolerancia de la densidad de plantación. En esos polígono se realiza una revisión específica.

En cuanto a los **índices de sitio** de las forestaciones, se trabaja con una serie de curvas anamórficas (Figura 6) que varían de 17 a 26 en IS para una edad de referencia de 15 años. Cada polígono de la empresa se clasifica por su índice de sitio (IS_{15}) usando los datos de inventario y parcelas permanentes para ingresar a las funciones de IS. Las curvas superiores presentan un IMA a los 14 años de 40 m³/ha o más, la curva guía se aproxima a 30 m³/ha y las curvas inferiores de IS se corresponden con un IMA en torno a 20 m³/ha a la edad mencionada. El foco de producción está en mejorar los sitios de bajo IS y aumentar la productividad media/ha del patrimonio a través de *prácticas sitio – específicas*.

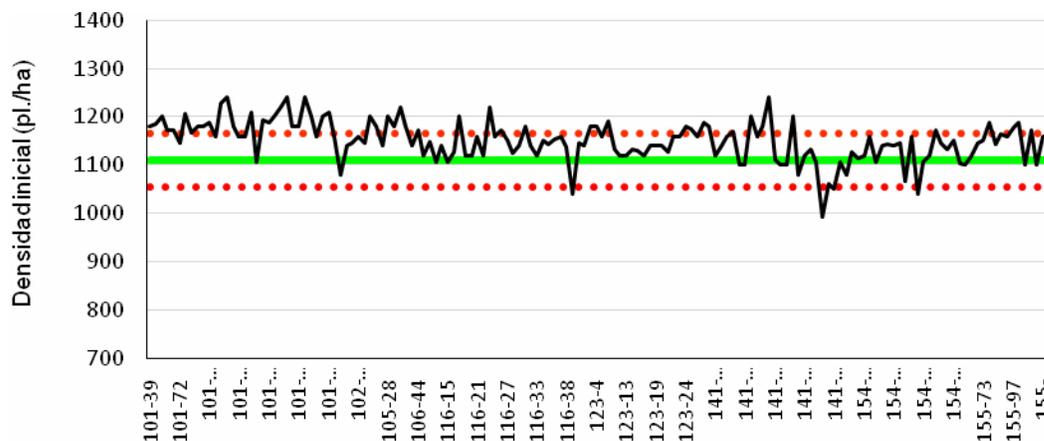


Figura 5 – Resultados de densidad inicial a nivel de polígono a los 2 meses post plantación para una densidad objetivo de 1111 plantas/ha.

Existe una alta correlación entre IS y profundidad efectiva del suelo, por este motivo aquellas prácticas que permitan aumentar el volumen de suelo a ser explorado por las raíces contribuyen a una mejora de la productividad (Ej.: subsolado, camellones, mejora del drenaje del área).

El índice de sitio promedio de la empresa es 22,3 correspondiente a un IMA a 14 años de 31,2 m³/ha. Los cambios de especie y de prácticas de silvicultura a nivel de polígono, están generando un incremento en el IS medio y en la productividad (m³/ha) que supera el 13 %.

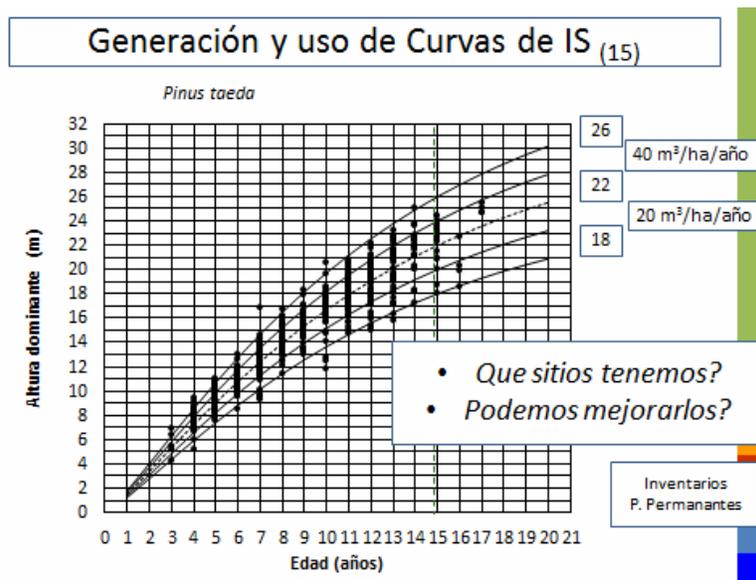


Figura 6 – Curvas de índice de sitio para *Pinus taeda* en el nordeste de Corrientes.

La cosecha forestal se planifica usando información georreferenciada. En la Figura 7 se presenta, a modo de ejemplo, un mapa resultante del inventario forestal donde se pueden observar parcelas con sus diámetros medios (DAP) de cosecha y colores asociados a la producción en m³/ha, esta



información es utilizada al momento de definir la cosecha, de intervenir los polígonos y para organizar la producción diaria según la necesidad de los clientes. El sector 1 presenta mayores volúmenes y es más homogéneo mientras que el sector 2 presenta menos productividad y es más heterogéneo.

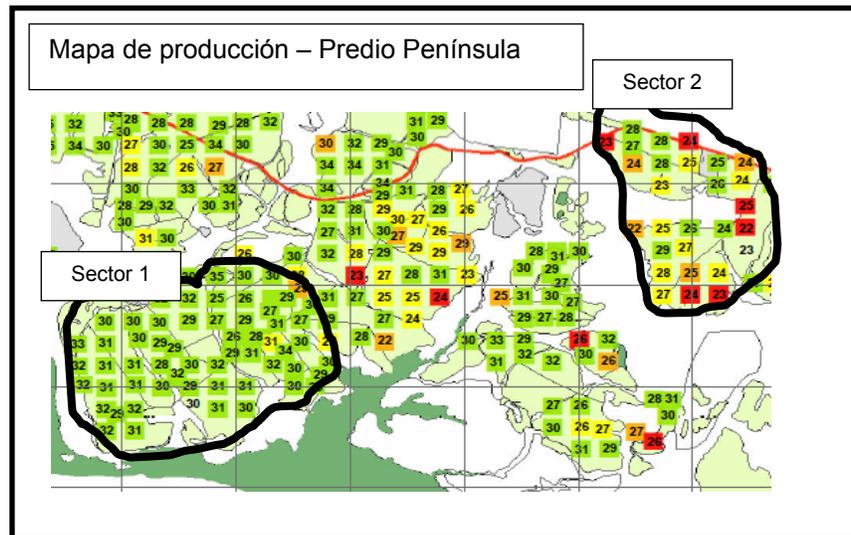


Figura 7_ Distribución de parcelas de inventario de cosecha y su clasificación por producción (Rojo: hasta 300 m³/ha, Naranja: hasta 350 m³/ha, Amarillo: hasta 400 m³/ha, Verde: más de 400 m³/ha) con indicación del DAP medio.

Al finalizar una rotación la producción real, a nivel de polígono, es comparada con la estimada para identificar opciones de mejora en la productividad en la siguiente rotación.

4. CONCLUSIONES

- 1 – El conocimiento del sitio a nivel de polígono permite asignar tratamientos de silvicultura y materiales genéticos para maximizar la productividad,
- 2 – La información del desarrollo del rodal a nivel de polígono es clave para asignar un manejo (oportunidad e intensidad de podas, raleos) que permita mejorar la rentabilidad forestal.
- 3 – Una base de datos actualizada e integrada al SIG es necesaria para ejecutar las actividades forestales de planificación como las operativas.
- 4 – Definir estándares para cada etapa del proceso (sobrevivencia, crecimiento inicial, raleos, producción) permite mantener el foco productivo en todos los niveles de la organización.

5. LITERATURA CITADA

- BDP. 2004. Manual de plantación de pino. Forestal Bosques del Plata S.A. Posadas. 22 p.
- BRODBECK, C. *et al.* 2007. Timber Mapping for Site-Specific Forest Management. ASABE. Annual International Meeting. Paper Number: 071093. Minneapolis, Minnesota. 12 p.
- CRECHI, E. H. *et al.* 2000. Efectos de la intensidad y oportunidad de raleo en *Pinus taeda* L. sobre el crecimiento y la producción hasta los 13 años de edad, en el departamento de Iguazú, provincia de Misiones, Argentina. INTA, EEA Montecarlo; Montecarlo, 29 p.



- DICK, B. 2003. The path to increase profitability!. In: PROCEEDINGS OF THE SECOND INTERNATIONAL PRECISION FORESTRY SYMPOSIUM. 2003.. University of Washington. Coll. of For. Resour. Seattle. Washington. p. 3-8.
- FOX, T., *et al.* 2008. Precision silviculture in the 21st century: linking GIS and remote sensing to develop site specific silvicultural regimes in southern pine plantations. In: PROCEEDINGS OF THE 6TH SOUTHERN FORESTRY AND NATURAL RESOURCES GIS CONFERENCE. Editado por: Bettinger, K. et al. Hepinstall, eds. Warnell School of Forestry and Natural Resources, University of Georgia. Abstract. Athens, GA. 67 p.
- JOKELA, *et al.* 2010. Twenty-Five years of intensive forest management with southern pines: Important lessons learned. Journal of Forestry. SAF. US: p. 338-347.
- PEZZUTTI, R. y CALDATO, S. 2006. Efecto de la preparación de suelo en el desarrollo de plantaciones de *Pinus taeda* L. y *Pinus elliottii* E. en el NE de Corrientes. Revista AFOA. Año LX – Nro. 1/2006. Asociación Forestal Argentina, Buenos Aires.. p. 4 – 9.
- PEZZUTTI, R. y CALDATO, S. 2013. Crecimiento de plantaciones de *Pinus elliottii*, *P. taeda* y *P. elliottii* var *elliottii* x *P. caribaea* var *hondurensis* de 13 años de edad bajo diferentes modalidades de control de malezas. 4to Congreso Argentino y Latinoamericano Iguazú 2013. 24 y 25 de Septiembre. AFOA-INTA-Gobierno de Misiones. CD Ponencias. ISSN 1669-6786.
- PEZZUTTI, R. 2011. Efeitos biológicos e econômicos de tratamentos silviculturais em plantios de *Pinus taeda* L. no nordeste Argentino. Tesis de Doctorado. UFSM. 100 p. 179 p.
- PEZZUTTI, R.; CALDATO, S. y ROTH, V. 2014. Malezas en plantaciones de Pinus y Eucalyptus de la Mesopotamia Centro-Norte. Malezas e Invasoras de la Argentina. Tomo I, Ecología y Manejo. EdiUNS. Buenos Aires. p 716.
- PEZZUTTI, R. V. & TRUJILLO, R. 2006. Silvicultura de Precisión en el Nordeste de Corrientes. Revista AFOA. Año LX – Nro. 2/2006. Asociación Forestal Argentina, Buenos Aires. p. 21 – 27.
- RODRIGUEZ, F. 2001. El paquete tecnológico aplicado por Bosques del Plata S.A. XVI Jornadas Forestales de Entre Ríos. INTA IANER, Concordia. 28 p.
- SCHENONE, R. 2012. Programa de mejoramiento genético de forestal Bosques del Plata S.A. In: Jornadas de actualización técnica. Mejoramiento genético de Pinus y Eucalyptus subtropicales. Editado por: López J. et al. Ediciones INTA. Concordia. p.11-15.
- TAYLOR, S.E. *et al.* 2006. Precision forestry in the Southeast U.S. In: Precision Forestry in plantations, semi-natural and natural forests. 2006. Editado por: Ackerman, P.A. et al. Stellenbosch P. 397-414.