

# **ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES FORESTALES**

# Contenidos:

Determinación de las necesidades específicas y caracterización de sitios. Diagramación de lotes o cuadros de plantación según índices de sitio. Habilitación de tierras. Preparación de tierras.

Control anticipado de malezas y plagas.

Densidades de plantación; técnicas de marcación en el terreno.

Acondicionamiento, transporte y distribución del material de plantación.

Técnicas de plantación. Plantación a raíz libre y en envases. Siembra directa. Plantación manual - plantación mecanizada. Control de adversidades hasta plantación lograda.

Evaluación de la calidad de plantación; variables de inventario.

# Las situaciones en las que pueden establecerse plantaciones en nuestro país son muy diversas:

- desde ambientes subtropicales a templado-fríos.
- con especies nativas o exóticas.
- sitios con mínima pendiente hasta laderas con elevada pendiente.
- escala de pequeño productor (1-10 ha) hasta campañas de más de 5000 ha anuales.
- plantaciones con apertura completa de dosel (luego de tala rasa) hasta plantaciones en fajas (enriquecimiento) o directamente bajo cobertura de dosel.
- en sitios sin rodales previos (forestación; «afforestation») o luego del aprovechamiento de un rodal preexistente (reforestación; «reforestation»).

# **Crterios básicos que son comunes a todas las situaciones de forestación o reforestación:**

**A- tener de antemano establecidos los objetivos productivos, y por ende el *rodal objetivo* buscado.**

B- establecer con suficiente anticipación una planificación de actividades y sus pautas de ejecución en el tiempo.

C- crear las mejores condiciones ambientales posibles para el la instalación y el crecimiento de la, o las especies cultivadas.

D- alcanzar el estado de plantación lograda con la mayor rapidez y homogeneidad dentro de los rodales (corresponde aproximadamente a la etapa de "cierre de copas").

E- cumplir este objetivo minimizando:

-los costos de establecimiento y

-los problemas ambientales (degradación de sitio, estéticos).



- Tanto en Argentina como en el mundo las plantaciones forestales son predominantemente monoespecíficas y coetáneas, siendo sus rodales manejados en forma intensiva.
- Las especies cultivadas en general son de rápido crecimiento y heliófilas (intolerantes).
- Muchas de las características del rodal (rendimiento, homogeneidad estructural, forma de los árboles) quedan fuertemente determinados en la etapa de establecimiento, siendo muy difícil o costoso producir modificaciones en dicho estado en etapas avanzadas de la rotación.
- Ej. rodal de *E. globulus* en SE de Buenos Aires. Implantado en 1996 con una configuración de 2,5 m por 3 m.



# 1)- Determinación de las necesidades específicas y caracterización de sitios («relación genotipo – ambiente»); diagramación por sitios.

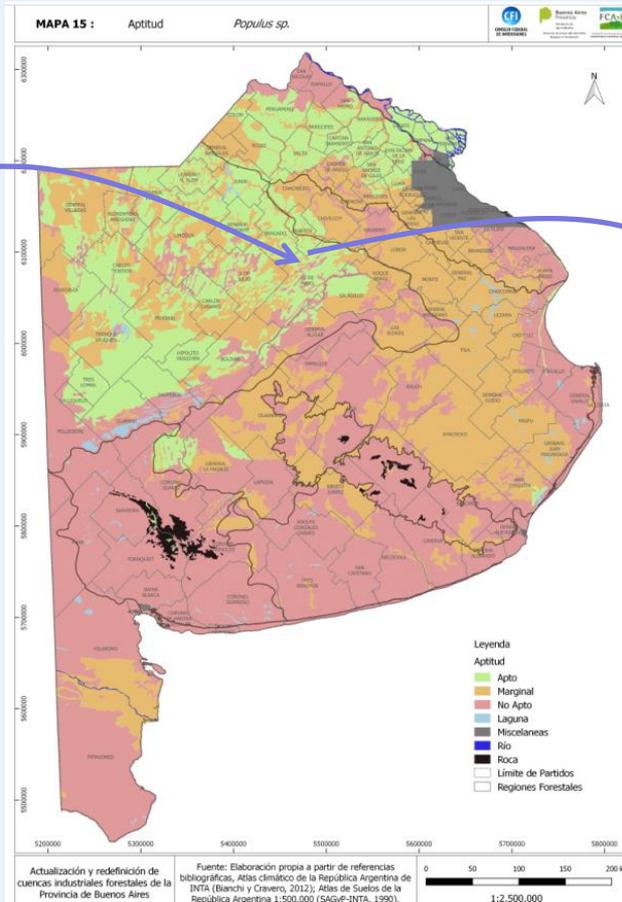
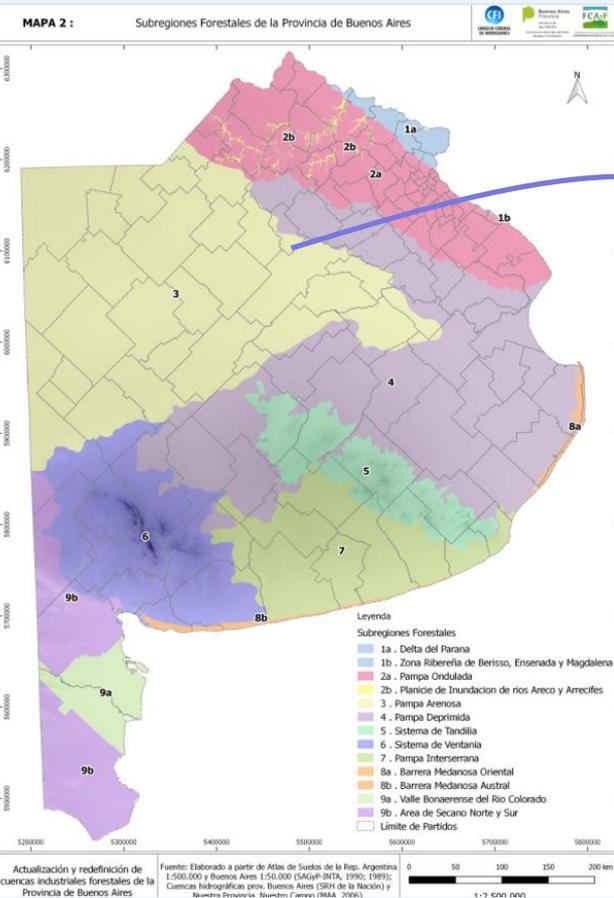
- demanda un fuerte trabajo previo de definición de objetivos productivos, elección de especies y sistema silvícola, entre otros.
- la caracterización de los sitios permite *zonificar* y por ende buscar la mejor asociación sitio – genotipo.
- también hace posible el diagnóstico de problemas y la prescripción de trabajos preparatorios en cada situación (drenaje, camellones, subsolado, fertilización, control anticipado de malezas y hormigas).
- las posibilidades de diferenciación de sitios están limitadas por la escala de plantación, las superficies de cada área, y el tipo de productor entre otros factores (ej. áreas muy chicas).

# Aproximaciones basadas en cartografía temática:

Para etapas iniciales de bajo detalle; tener cuidado con la escala del estudio.

Difíciles de utilizar a escala de establecimiento o predio, más todavía a escala de lote.

No reemplazan los antecedentes de cultivo, si los hay.



Ej.: Pampa arenosa bonaerense; *Populus spp.*

Mapas temáticos: FCAyF Ramilo et al., 2018.

Cartografía suelos: GeoInta 2020

# Algunos Ejemplos a escala de lote, cuadro o polígono:



## 1- Delta Entrerriano; Salicáceas:

situaciones de albardón y de estero; diferentes condiciones de sitio, superficies de forma irregular; problemas por falta de alineación de hileras.

Diferencias clonales: ej. sauce Carapachay vs. sauce Lezama

## 2- Baradero, Buenos Aires, Salicáceas:

plantaciones en planicies de inundación de Río Arrecifes; diferentes calidades de sitio y fluctuación extrema en disponibilidad de humedad según los ciclos climáticos.





Limitantes por  
profundidad efectiva de  
enraizamiento y  
anegamiento.













Limitantes por textura, drenaje interno y sodicidad.



### 3- Oliden, Buenos Aires, distintas especies: plantaciones en Pampa Deprimida.





Limitantes por  
suelos sódicos  
y deficiente  
drenaje interno  
del suelo.









#### 4- Necochea, Buenos Aires, *E. globulus*:



Limitantes  
por suelos  
sódicos:  
biodermas de  
cianofíceas.

# Necochea, Buenos Aires, *E. globulus*:



Limitantes por  
escasa  
profundidad  
efectiva de  
enraizamiento  
(tosca).



**5- Bragado, Buenos Aires, *Populus* spp.**

Limitantes por textura, drenaje y fertilidad química.

Ejemplo de diagramación de lote (10 ha).

**loma arenosa seca**

**media loma  
franca húmeda**

**Bajo  
hidromórfico**





**Bajo  
Hidromórfico  
*Salix* spp.**

**media loma  
franca húmeda  
*P. deltoides***

**loma arenosa seca  
*P. x canadensis***

Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

© 2007 Google™

© 2015 Google

Secuencia ||||| 100%

Alt. ojo 742 m

60°19'26.69" O

## 6- Paysandú, Uruguay. Reforestaciones con *Eucalyptus* spp.

Foto: D. Morales, 2011

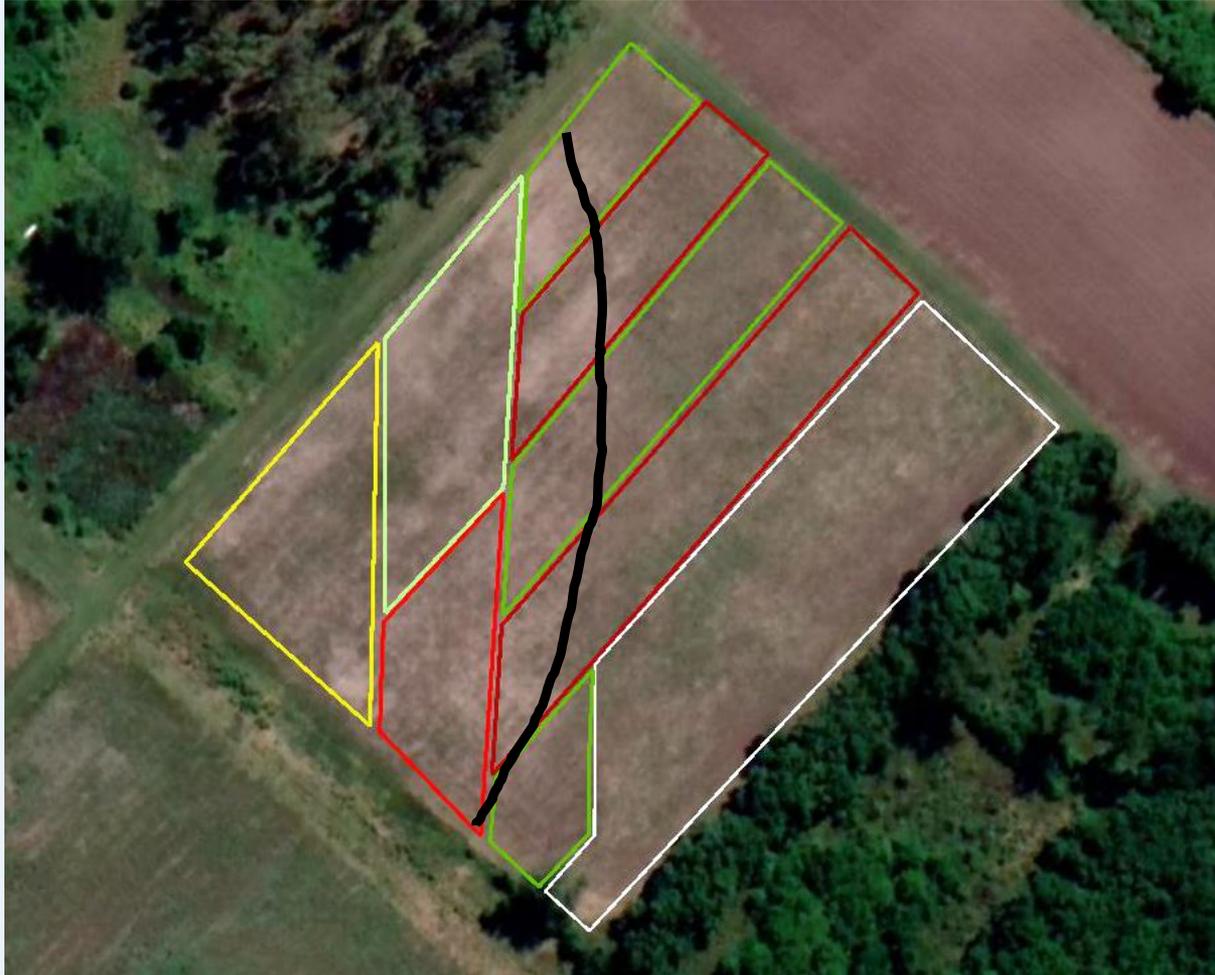
Limitantes por textura y relieve.

Sitios altos: *E. grandis*

Sitios bajos: *E. dunnii*



## 7- Estación Experimental Julio Hirschhorn, Los Hornos. Lote forestación para CTM, julio – agosto 2019.



Sitio alto;  
argiudol típico:  
*Quercus robur* y  
*Populus* spp.

Sitio bajo;  
ocracualf típico:  
*Salix* spp.

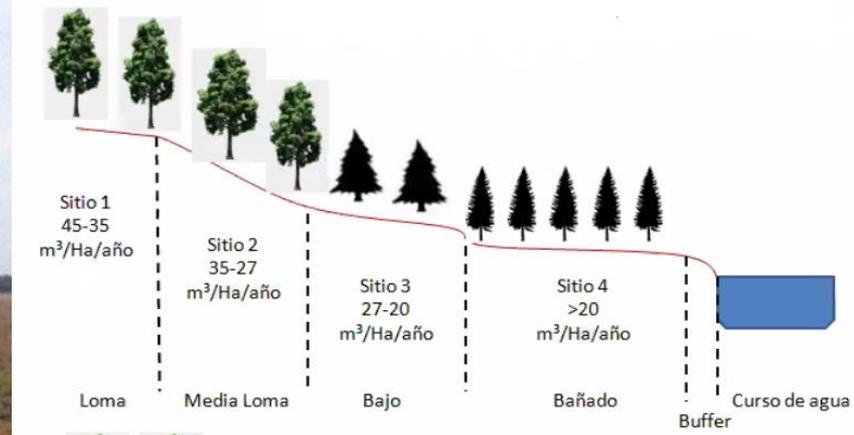


## 8- Puerto Yeruá, Entre Ríos.

Daños por heladas en plantación joven de *E. grandis*.

Opciones: forestación con *E. dunnii*, con híbridos de *E. grandis* o no reforestar los "bajos".

Foto: INTA, Concordia.



Esquema de relación genotipo – sitio utilizada en Masisa SA. Grafico: M. Sprieguel 2020

**9- Virasoro, Corrientes.** Preparación de sitio en bandas  
Adelante: "loma colorada" para implantación de *E. grandis*; Atrás: "tendido bajo" para implantación de *P. taeda* o *P. elliotii* (partes más bajas del paisaje).

Foto: A. Alba.

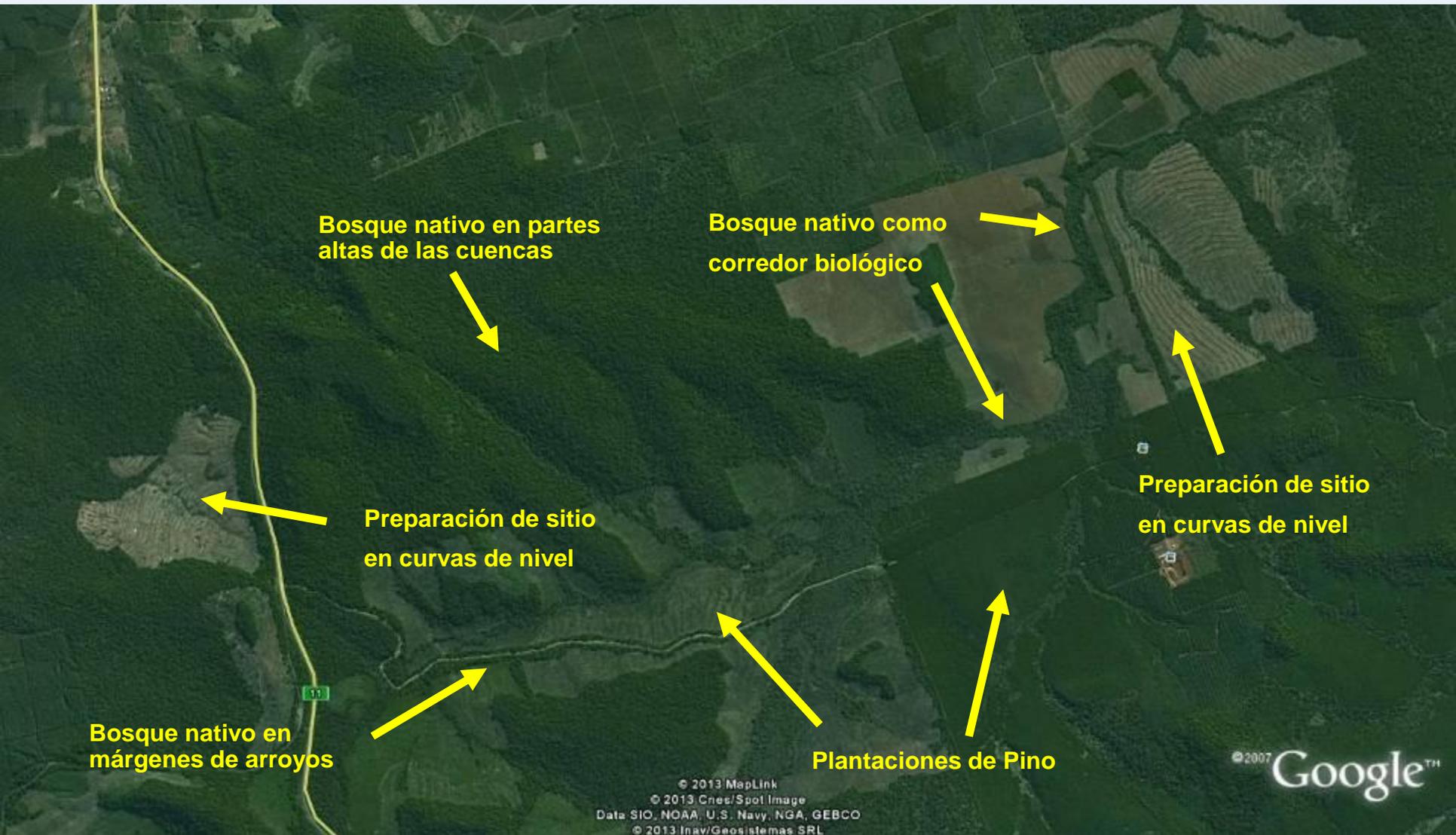
Preparación de sitio en bandas y camellones, Corrientes.  
Adelante: "tendido medio" para implantación de *P. taeda* o *P. elliottii*; Atrás:  
"loma colorada" para implantación de *E. grandis* o *P. elliottii* x *P. caribaea*.



## 10 - Centro de Misiones, *Pinus* spp.

Diagramación a nivel de paisaje: consideraciones ambientales.

(Corredores biológicos; protección de cuencas; conservación de ecosistemas).



## 2)- Habilidadación y preparación del terreno: «preparación de sitio».

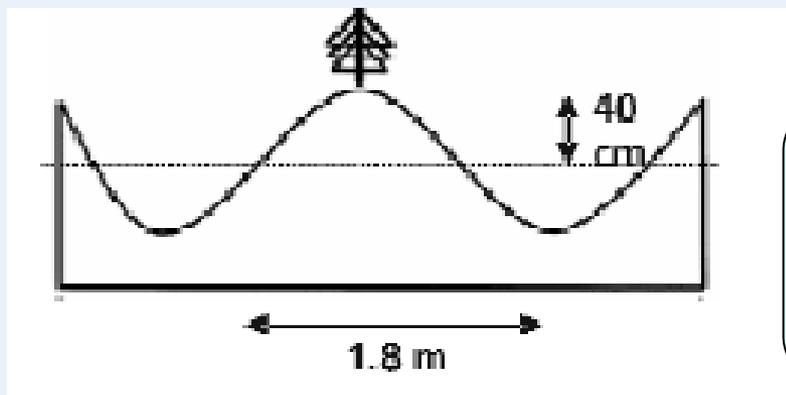
- La habilitación de tierras alude a trabajos necesarios para poder ingresar al sitio e implantar el cultivo, como las obras de aplastado del pajonal y sistematización (drenaje) en el Delta del Paraná, conformación del sistema de riego en Mendoza o Alto Valle, conformación de camellones y canales en sitios bajos de Corrientes y preparación de sitio en curvas de nivel en Misiones.
  - La preparación del terreno implica trabajos de menor envergadura que los de habilitación, pero también necesarios: reducción de residuos de cosecha y tocones, subsolado, quemas prescritas, labranzas superficiales control anticipado de malezas difíciles y de hormigas.
- Puede considerarse a ambas como formando parte de la etapa de preparación de sitio en sentido amplio. ***En su gran mayoría, son trabajos que provocan fuertes disturbios, y sólo pueden efectuarse antes de que los árboles estén implantados; de allí la importancia de planificarlos adecuadamente.***

Habilitación de tierras mediante conformación de camellones en sitios bajos, EEUU.



Preparación de sitio en bandas con rastra de discos, Corrientes

Foto: A. Alba



Los camellones son muy utilizados en terrenos con capa freática cerca de la superficie, y permiten aumentar artificialmente la profundidad efectiva de enraizamiento

# Labranza profunda pre- plantación de álamos.

A



B



C



Fotos A, B, C: Columbia británica, Canadá, Cees. V. Oosten Silviconsult.

Abajo: Rastra pesada de doble acción, Alberti, Buenos Aires.

# Sistematización del terreno para riego (Neuquén) en plantaciones de álamo.



Control de rebrotes y malezas, ej.  
*Salix* spp. y *Rubus ulmifolius* (Alberti,  
Buenos Aires)



Se realiza junto con el control de hormigas cortadoras previo a la implantación.

# Pulverizadoras de tres puntos para aplicación de herbicidas en preparación de sitio (Delta del Paraná)



Distintos modelos de «rolos» utilizados en el Delta del Paraná y modificaciones «forestales» realizadas a tractores agrícolas



# Rolo para mantenimiento de pasturas (N. Argentino)



# Residuos de cosecha:

- el tipo y cantidad de residuos es muy variable entre las plantaciones.
- la existencia de tocones altos y grandes representa una dificultad adicional.
- otro factor importante es la distribución de residuos en el terreno: muy afectada por el método de aprovechamiento (ej. manual vs. mecanizado).



**Baja cantidad de residuos y tocones bajos, Paysandú Uruguay (izq.); elevada cantidad de residuos gruesos y tocones altos provenientes de rebrote de sauces (Delta del Paraná, centro; Bragado der.).**

# Residuos de cosecha:

Escollerado con plumas cargadoras y posterior quema, Delta del Paraná.



# Residuos de cosecha:

Apartado de residuos en la faja de plantación mediante topadoras con pala frotal en forma de “V” (“V-shear”)



# Preparación de sitio "3 en 1", Paysandú, Uruguay



Preparación de sitio en bandas,  
transitando por entrefilas del  
cultivo anterior: apartado de  
residuos (pala V Shear, subsolado  
y rastra de discos

Fotos: D. Morales, 2011



Preparación de sitio total en lomas coloradas, Corrientes. Control químico de malezas (glifosato + metsulfuron aéreo) y subsolado + disco en la línea de la nueva plantación. Nótese la regeneración espontánea de *Pinus*.



Preparación de sitio en bandas en suelos arenosos, Corrientes. Control químico del rebrote y malezas + disco en la línea de la nueva plantación. Nótese la disposición de los residuos de cosecha y los tocones bajos.

Foto. M. Spriegel, 2020

# Residuos de cosecha:

Triturado e incorporación al perfil con labranza superficial:

Trituradoras («crushers») Meri (Finlandia) y otras marcas.

Ver:

<https://www.youtube.com/watch?v=8jTwPCuQQxE>

<https://www.youtube.com/watch?v=PGb6hKP2DWQ>



## Escolleras en rebrote de sauce (Delta del Paraná)



## Reducción de escolleras en rebrote de sauce (Delta)









## Preparación del sitio de bajo impacto - I: plantaciones de *Pinus* spp. con elevada pendiente (N. Zelanda)



## Preparación del sitio de bajo impacto – II: plantaciones de *Populus* spp. con riego por goteo en la estepa patagónica (Neuquén)



Preparación del sitio en bandas, preservando la vegetación nativa de la estepa en la entrefila; riego por goteo en el líneo de plantación.



### **3)- Densidades de plantación. Marcación de los lugares de plantación**

La elección de la densidad de plantación es una de las principales decisiones en una forestación; depende entre otros factores de:

- especies cultivadas (coníferas, latifoliadas; temperamento).
- objetivos productivos (tamaño de trozas).
- planificación de tareas culturales (ej. podas, raleos, mecanización).

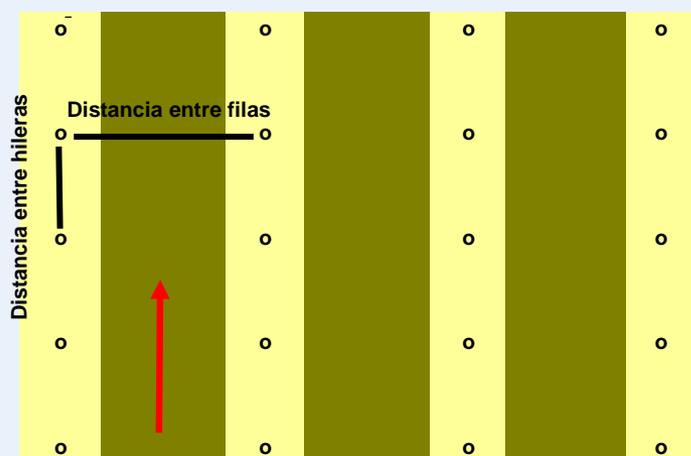
**La configuración elegida se lleva al lote con distintos sistemas:**

- mecanizado con subsolador y pasadas cruzadas
- mecanizado, con la formación de camellones, y varas o cables.
- combinación de subsolador en filas y varas o a pasos.
- cables plantadores
- a veces está determinada por la plantación anterior (tocones)
- a "pasos" (ej. Delta del Paraná, Dunas Bonaerenses, Berisso).

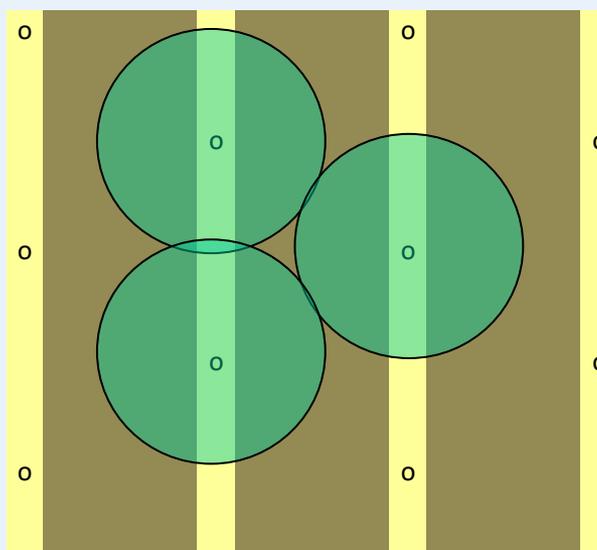
# Configuraciones de plantación.

- Se las denomina también «recuadro» o «marco» de plantación.
- En caso de que las distancias entre árboles no son iguales, suele denominarse «fila» a las alineaciones que tienen el mayor distanciamiento, e «hileras» a las alineaciones con menor distanciamiento entre sí.
- La variante más utilizada es la configuración cuadrangular (cuadrada o rectangular); otras variantes son tresbolillo o con filas paralelas pero sin alineación de las hileras)

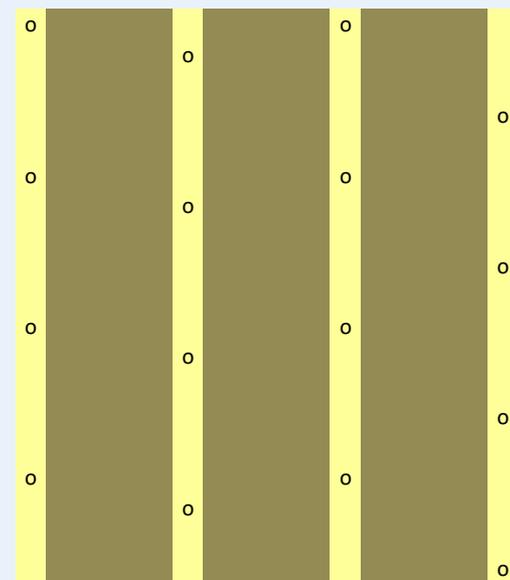
## Cuadrangular (rectangular)



## Tresbolillo



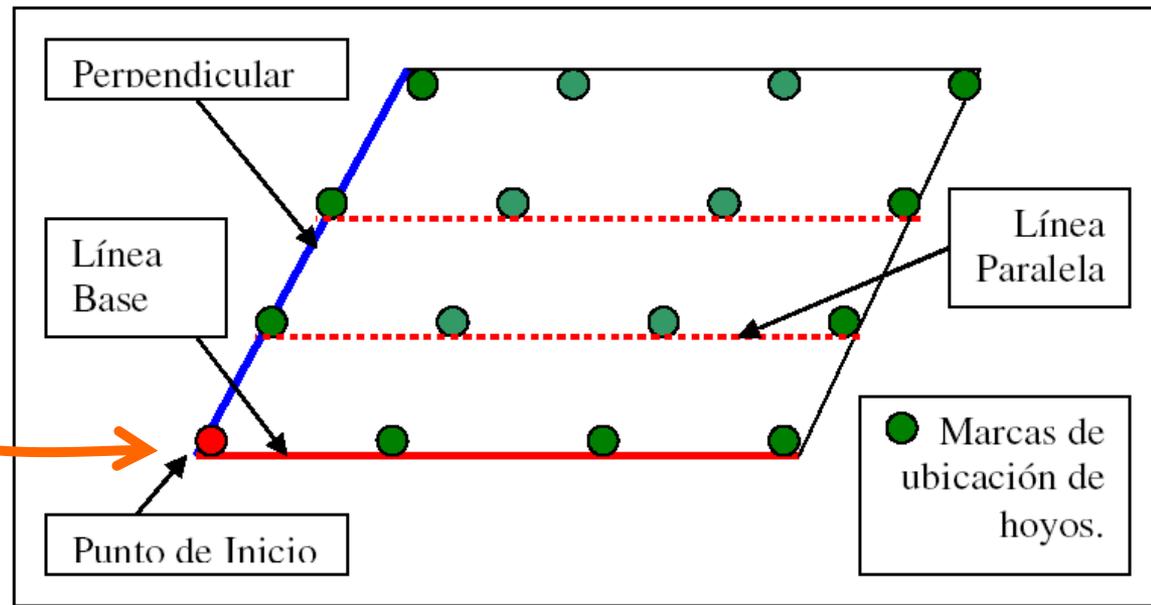
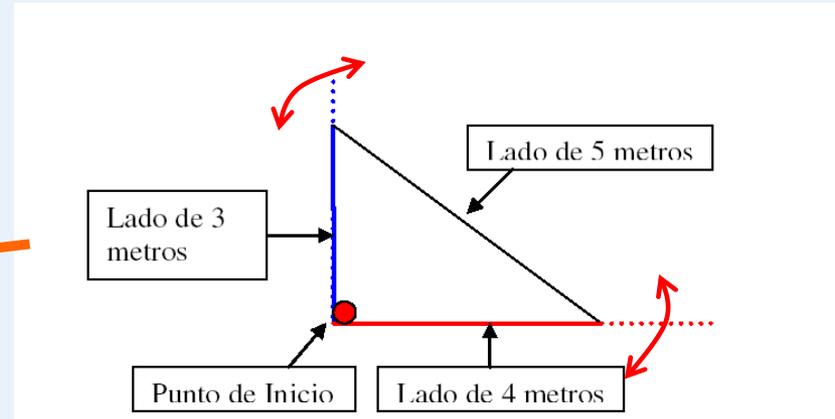
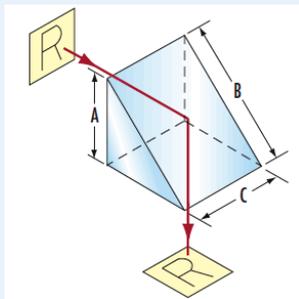
## Sin alineación de hileras



Ortogonalidad entre filas e hileras: se logra asegurando la ortogonalidad entre la línea base (rojo) y la línea de cabecera (azul):

Técnicas frecuentes son:

- uso de prismas
- regla del triángulo



Marcado en líneas

Fuente: Guía práctica para la instalación y manejo de Plantaciones forestales (FONAM, Perú)

Marcación con cincel (Buenos Aires)



Marcación con subsolador simple y cable; plantación manual. *E. globulus* SE Bonaerense



Plantación entre tocones (Buenos Aires)



Marcación con subsolador cruzado y plantación manual *E. globulus* SE Bonaerense

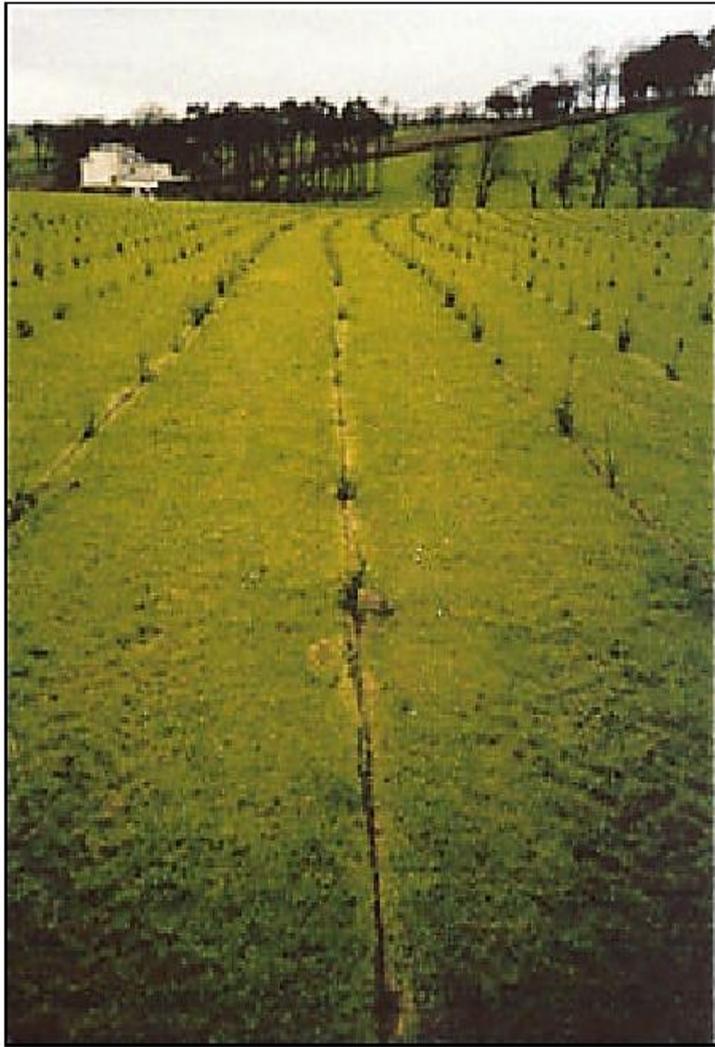


# Marcación con máquina plantadora

Ver:

<https://www.youtube.com/watch?v=vk2h2Pogv3Y>

<https://www.youtube.com/watch?v=yI98xcrbZ40>



## 4)- Acondicionamiento, transporte y distribución del material de plantación. Plantación.

- Demanda esfuerzos materiales y logísticos importantes.
- una condición esencial para lograr elevada supervivencia y crecimiento inicial es cuidar el material de plantación en todas sus etapas (¡calidad física y fisiológica!), evitando:
  - exposición a altas temperaturas o irradiancias.
  - deshidratación.
  - estos cuidados no tienen que ver con el grado de rusticación del material (debe venir rusticado), sino más bien con la preservación de la calidad fisiológica del mismo.

# Conservación de calidad física y fisiológica del material de plantación.



Arr.: Cuidados en el transporte de tubetes (Foto: Paul Forestal); Arr. Der.: vivero transitorio con riego por aspersión (Foto: M. Spriegel, Masisa; Der.: Guías y estacas conservadas en agua, Papel Prensa S.A.

# PLANTACIÓN.

**Plantación a raíz libre y en envases; plantación de estacas - guías. Siembra directa.**

-las tres primeras muy utilizadas en el País

-muy pocos antecedentes de plantación por siembra directa (ej. *A. angustifolia* por semillas).

-la plantación mecanizada de plantas en contenedores está en expansión



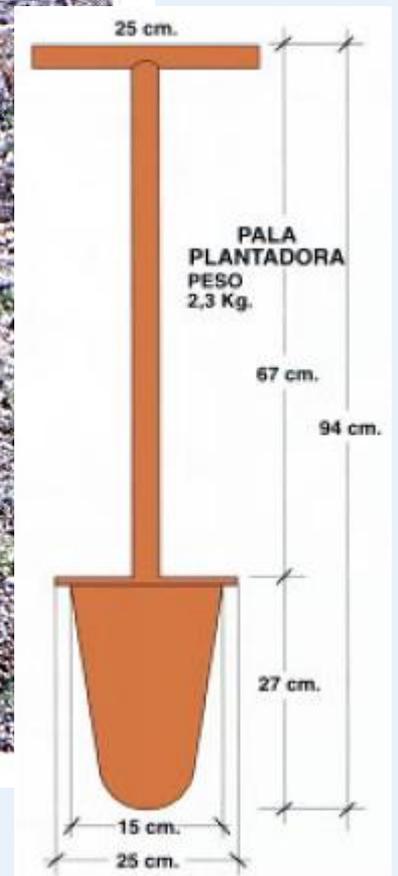
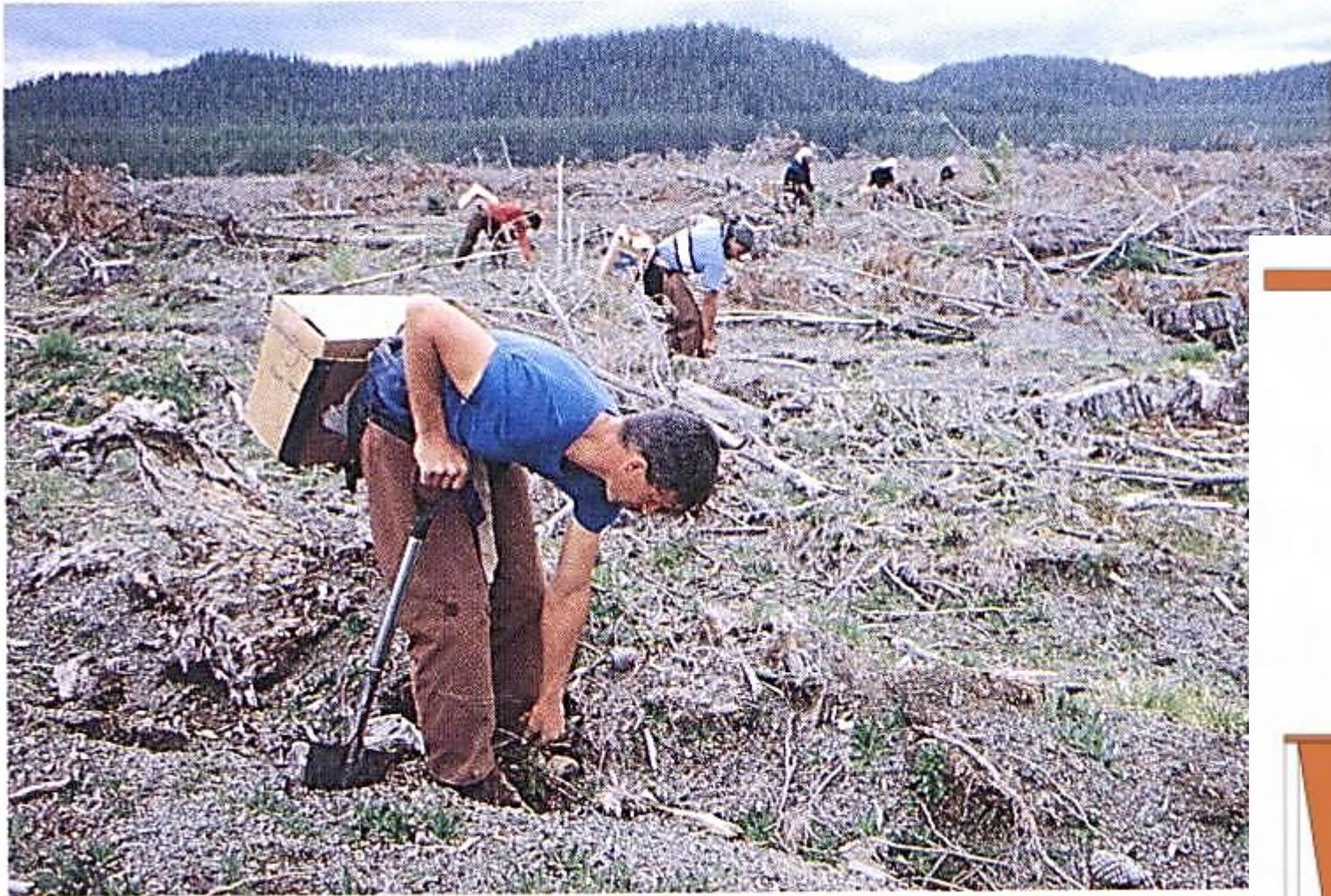
Marcación  
cruzada con  
subsolador  
y plantación  
manual con  
estacas de  
0,7 m;  
Papel  
Prensa;  
Teodelina,  
Santa Fe.



Marcación cruzada con subsolador y  
plantación con barreta hidráulica de  
estacones de 1,2 m; Papel Prensa;  
Teodelina, Santa Fe.



# Plantación con pala neozelandesa



# Distintos tubos plantadores y sacabocados para plantación en el cordón dunoso atlántico



# Plantación con plantines y sacabocados, Entre Ríos.



Foto: Paul Forestal SA..





**Plantación de plantines de pino en tubetes con máquina fertiplantadora de arrastre, Posadas, Misiones.**

Marcación con cables plantadores;  
plantación de estacones de *Salix* spp.  
de 1,5 m con barreta hidráulica y mazo  
de madera; Baradero, Buenos Aires



# Reposición de fallas

- no siempre es practicable; es más difícil en plantaciones con densidad inicial elevada y rápido crecimiento.
- utilizada en *Pinus* spp. y *Eucalyptus* spp.; en Salicáceas es excepcional.
- se puede efectuar planta por planta o en sectores; en cultivos heliófilos es preferible lo último.
- debe efectuarse lo antes posible en especies heliófilas
- si se lleva a cabo planta por planta suele tener una relación Beneficio – costo muy ajustada o a veces negativa.



¿es conveniente efectuar reposiciones?

*E. globulus* ; SE Bonaerense

## 5)- Evaluación de la calidad de la plantación

**Se lleva a cabo en base a indicadores cuali –  
cuantitativos**

**Los datos son obtenidos mediante sistemas de  
inventario.**

- porcentaje de plantas vivas
- crecimiento inicial y tendencia de crecimiento futuro
- morfología de la planta lograda
- estado sanitario
- configuración de plantación realmente lograda en campo.

# Inventarios para evaluación del logro de objetivos en la plantación: ejemplo de Bosques del Plata (Corrientes).

**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 <sup>2</sup>	Sobrevivencia y Densidad Real de Plantaciones	Informe y Planos
EPE 1	1	1:4 ha	Circular, 250 m <sup>2</sup>	Sobrevivencia, Densidad Real y Desarrollo de Plantaciones (cm <sup>3</sup> /planta)	Informe y Planos
EPE 3	3	1:4 ha	Circular, 250 m <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup>	Conocer Productividad (Ajuste de IS), Evaluar Crecimiento por Estrato; Determinar volumen de producción.	Informe, Base datos

Tomado de: Silvicultura sitio - específica *Pinus Corrientes* (R. Pezutti)

## La importancia de los inventarios «año 0» y «año 1»: supervisar *in situ* las tareas de plantación.

Abajo: planta de *E. globulus* implantada sin haber retirado previamente el envase de polietileno.

Necochea, SE Bonaerense



Der.: plantas de *Salix* spp. con diferente grado de fitotoxicidad causada por un herbicida residual, Delta del Paraná.



## **6)- ANEXO.**

**Plantación con nativas en Argentina.**

**Materiales complementarios utilizados en la protección de plantas.**

# Reforestación con nativas (*Prosopis* spp.; Chaco).

Incluyendo: poda y raleo

Fotos: Atanasio, 2020.

Ver:

<https://www.youtube.com/watch?v=UsacvgXnfhc>

<https://www.youtube.com/watch?v=lkz3j9jeRA8>.



# Enriquecimiento con nativas (*Handroanthus* spp.; *Peltophorum* spp.) en plantaciones de pino (cultivo nodriza) de Corrientes.



Fotos: M. Calvacante, UNLP.

# Enriquecimiento con nativas (*Handroanthus* spp.; *Peltophorum* spp.) en plantaciones de pino (cultivo nodriza) de Corrientes.



Fotos: J. M. Cellini, UNLP.

# Enriquecimiento con *Peltophorum dubium* "caña fístola" en Misiones



foto: NEA Misiones Forestal



Establecimiento de plantaciones

# Protecciones artificiales para adversidades especiales.



Cinta helicoidal para evita famoneo de ciervos y liebres (arriba);



alta temperatura edáfica y malezas  
Brasil  
(biodegradable)



alta irradiancia y ramoneo animales (der.)



## **Bibliografía complementaria:**

- Ambiente Forestal NOA <http://www.ambienteforestalnoa.org.ar/> (enriquecimiento)**
- Cozzo, D. (1995). Silvicultura de Plantaciones Maderables, Orientación Gráfica, Buenos Aires, Tomo I, Capítulos 10 y 11.**
- Hawley RC y D.M. Smith. Silvicultura Práctica. Capítulo 8.**
- Pezzutti, R. (2014). Silvicultura Sitio específica. Una herramienta para ajustar el manejo a la capacidad productiva del sitio. Disertación J.F. Entre Ríos, 12 pp.**
- Smith, D. M.; B. C. Larson, M. J. Kelty y P.M. S. Ashton (1997). The practice of silviculture, J. Wiley & Sons., USA, Capítulos 8, 9 y 10.**