

**Depto. de Ingeniería
Agrícola y Forestal**

**Cursos de
Mecanización Forestal
Mecanización Agraria**

Objetivos de la Materia

- Comprender las características de los procesos de Mecanización en el ámbito forestal
- Conocer las principales máquinas que intervienen en las distintas labores
- Relacionar procesos, máquinas y prestaciones, en pos de la eficiencia de las labores y la sustentabilidad de los recursos
- Conformar conjuntos armónicos

Objetivos de la Clase

- Características de la explotación.
- Evolución del tractor agrícola y forestal.
- Tendencias actuales.
- Implicancias sobre las características de la mecanización forestal y la conformación de conjuntos.
- Prestación del tractor.
- Trabajos de tracción.
- Balance de potencia.

¿Cuáles son los objetivos de la mecanización?

En el ámbito forestal

- Disminución de los costos
- Racionalización del trabajo

En el ámbito agrario

- Aumentar la productividad de los operarios
- Cambiar el carácter del trabajo haciéndolo menos arduo y más atractivo

¿Es similar el proceso de mecanización en las explotaciones agrícolas y forestales?

Existen muchas semejanzas y profundas diferencias entre la moto-mecanización agrícola y forestal

- Existen diferencias de escalas e intensidad de uso (ciclos largos)
- Existen Diferencias en las condiciones ambientales
- La mecanización forestal es mucho más reciente

- El bosque implantado supera las 400 mil has, más del 10 % de la superficie total de la provincia.
- 120 mil has Arauco. 14 mil de eucaliptus, 2400 de araucaria el resto pino.

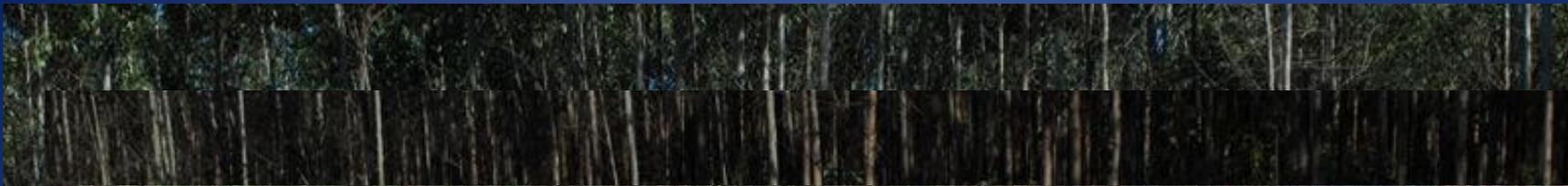
Clase de tenencias superficie de bosques cultivados	Superficie has	Numero de Tenedores
< 100	46.887,18	4449
101-500	40.808,50	191
2001-10000	63.182,07	12
501-2000	34.318,45	40
> 10000	108.721,19	1
Sin Identificar	111.906,62	
Total general	405.824,00	4.693

PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES SILVÍCOLAS

TAREA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Preparación del terreno	[Barra de actividad]												
Control de malezas: 15 a 45 días pre plantación			[Barra de actividad]										
Control de hormigas: pre plantación	[Barra de actividad]												
Plantación <i>Pinus taeda</i>				[Barra de actividad]									
Plantación <i>Eucalyptus spp.</i>				[Barra de actividad]					[Barra de actividad]				
Siembra <i>Araucaria spp.</i>					[Barra de actividad]								
Control de malezas post plantación año 0								[Barra de actividad]					
Replante, se realiza dentro del año de plantación									[Barra de actividad]				
Reposición de plantas muertas					[Barra de actividad]								
Control de malezas y hormigas años 1 al 3	[Barra de actividad]							[Barra de actividad]					

Características del ambiente que condicionan el uso de diferentes diseños:

- Trabajos en zonas con pendientes pronunciadas**
- Presencia frecuente de importantes irregularidades del terreno (residuos de cosecha, tocones)**
- Condiciones climáticas extremas (trabajos con altas y bajas temperaturas)**
- Suelos de baja capacidad portante**





Videos

- [Troncos](#)
- [Calle](#)
- [Pendiente](#)
- [Nieve](#)
- [Lluvia barro](#)

Evolución de Sistemas de cosecha en Brasil

- 1960-1970 - Primeras Motosierras
- 1970-1980 – Tractores Agrícolas modificados con pinza hidráulica trasera y auto cargables
- 1980-1990 – Cortadores apiladores de cuchilla o de cadena en triciclos
- 1990-Cortadoras apiladoras de cuchillas circulares, arrastradores, cosechadoras, desramadoras

Evolución del aprovechamiento forestal en ex Pecom Forestal

Década del 60

- Aprovechamiento del bosque nativo. Volteo con hacha y trozado con sierras manuales y extracción con bueyes. Transporte por camiones o en jangadas

Década del 70

- Primeras forestaciones. Popularización del uso de la motosierra. Reemplazo paulatino de bueyes e incorporación de arrastradores (skidders) de 130CV . Incorporación de los primeros auto-cargadores (forwarders)

Década del 80

- Aprovechamiento de bosque nativo con motosierra, extracción de fustes enteros con arrastradores de guinche, carga con cargadores frontales y transporte en camiones de 140 a 160 CV
- Comienzo de raleos en bosques implantados. Volteo y trozado con motosierra. Extracción y carga con autocargadores. Aprovechamiento de primeras plantaciones de pino con tala rasa.

Década del 90

- Similar a la década anterior

Década del 00

- Relevamiento de la situación existente
- Toma de tiempos
- Análisis de resultados y toma de decisiones
- Principales conclusiones
- Deficiente capacitación de trabajadores
- Limitaciones para la compra de maquinaria
- Escasa planificación de las tareas

Década del 10

- Impulso a la mecanización (contratismo)
- Planteos silvopastoriles

¿Qué comparten la mecanización agraria y forestal?

Máquinas y tractores agrícolas (multipropósito) utilizados en:

- **Preparación del terreno en grandes superficies**
 - **Labranza primaria**
 - **Labranza secundaria**
- **Tareas de siembra y plantación**
- **Tareas de cuidado y defensa de los cultivos**
- **Labores en vivero**
- **Uso de equipos montados**

Labranza

- Preparación del suelo para la primera plantación por medio de rastras
- Conformación de camellones en suelos con exceso de humedad para la plantación
- Descompactación de áreas compactadas con subsoladores
- Marcación y roturación de la línea de plantación con subsoladores







Siembra y Plantación

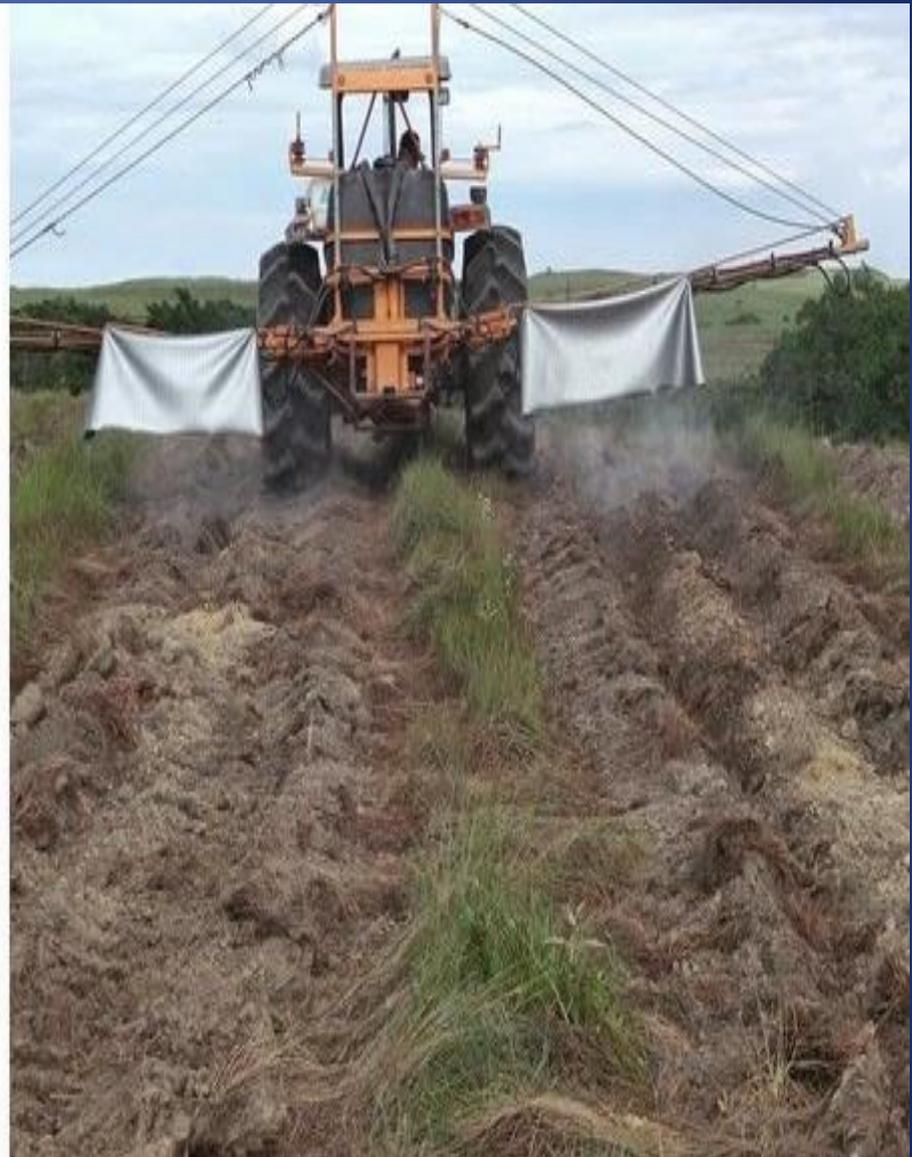
- Siembra de pasturas e intersiembra de forrajeras en planteos agro-silvopastoriles
- En la labor de rolado del monte
- Con máquinas sembradoras de granos finos y pasturas
- Plantadoras en viveros y explotaciones comerciales



2011/10/06

Cuidado y Defensa del cultivo

- **Aplicación de fitosanitarios para el control de malezas**
 - **Con máquinas de botalón**
 - En cobertura total previo a la plantación
 - Luego de la tala rasa
 - **Entre las líneas de plantación, con equipos especiales**
 - **En las líneas de plantación**
- **Aplicación de agroquímicos para el control de plagas**
 - **Máquinas hidroneumáticas**



¿En qué difieren?

- Especificidad de las máquinas usadas para las labores de cosecha de los cultivos

Forestales

- Cortadoras apiladoras
- Arrastradores
- Auto Cargadoras (tractores con acoplados)
- Cosechadoras (corta, desrame, descortezado, trozado y apilado o carga)
- Camiones para el transporte por carretera hasta la industria o por otras vías de comunicación

Agrícolas extensivos

- Cosechadoras (Corte, alimentación, trilla, separación, limpieza, almacenamiento temporario y carga)
- Tractores y acoplados tolva para el transporte del grano en el campo
- Camiones para el transporte en carretera

¿cuál es la disyuntiva?

- ¿El uso de tractores agrícolas o forestales?

¿Cuál es la realidad?

- Se usan tractores agrícolas y forestales con distintos fines, para distintas tareas, en diferentes ambientes

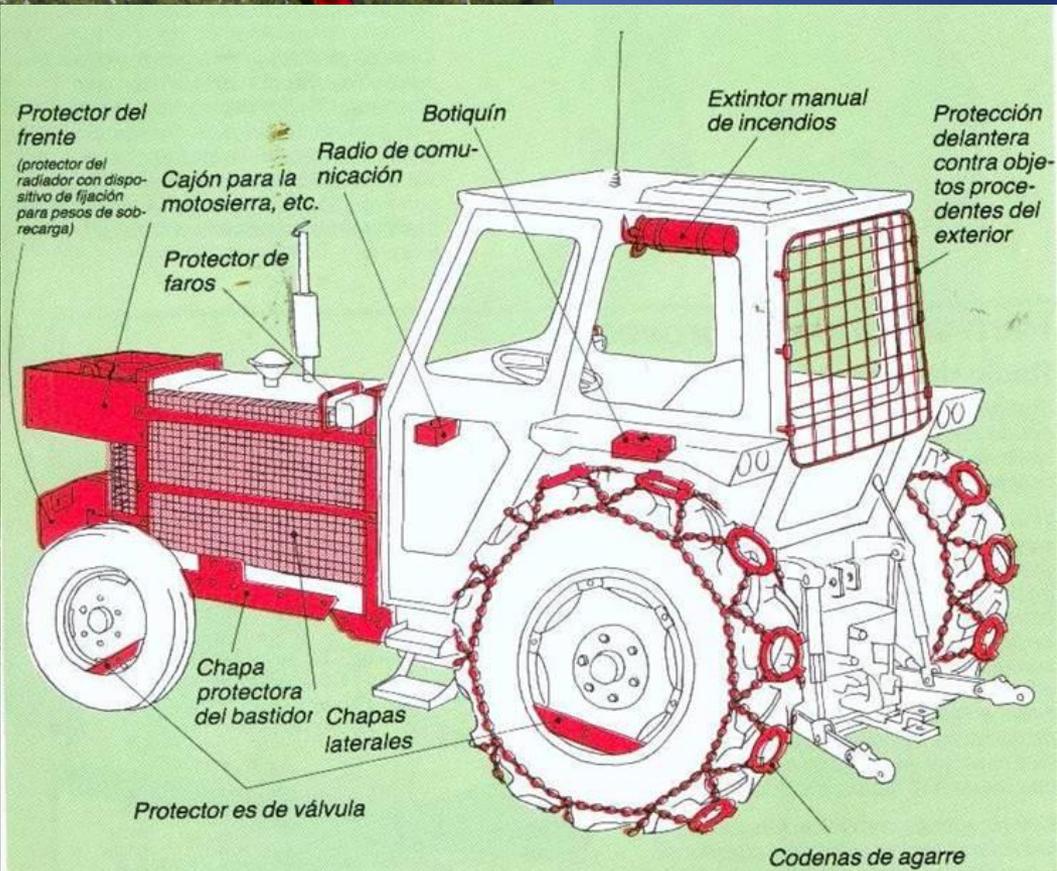
¿Tractores agrícolas o tractores forestales?

1. Tractores agrícolas:
 - Adaptación a diversas tareas (Versatilidad)
2. Tractores agrícolas modificados
3. Tractores forestales
 - el mayor grado de adaptación o especificidad
 - mayor costo de fabricación y adquisición
 - un mercado relativamente pequeño

Tractor Agrícola



Tractor Agrícola Modificado



Skidder: Tractor Forestal



Características generales de los tractores forestales

- El tractor debe vencer sus requerimientos de autotransporte, la resistencia a la rodadura y la carga que mueve, agravado en condiciones de fuertes pendientes
- En muchas condiciones el suelo ofrece una baja capacidad portante
- Se requieren por lo general altas potencias
- Se recomiendan tractores con Par motor máximo a relativamente bajas vueltas

Características principales de los tractores en el medio forestal

- Capacidad de paso 
- Rendimiento de tracción global 
- Rendimiento de tracción neto 
- Peso del tractor 
- Presión en el área de contacto rueda suelo 
- Despeje o luz libre 
- Batalla 
- Trocha 
- Maniobrabilidad 

Rendimiento de tracción global y Rendimiento de tracción neto

- $\eta_{TG} = N_b / N_m$
 - $N_b = T \times V_r$
 - $N_m = \text{par motor} \times \text{velocidad de régimen}$
- $\eta_{TN} = N_b / N_{eje}$
 - $N_{eje} = N_m \times \eta_{\text{transmisión}}$

El tractor debe poder exportar potencia de tracción para poder desplazarse sobre el terreno



Perdidas por transmisión: 9-13%

Perdidas por patinamiento y rodadura: 15-25%

$$N_b = N_m \times \eta_{TG}$$

$$\begin{aligned} \eta_{TG} &= 0,6 \frac{\text{2WD}}{\text{FWA}} \\ &= 0,67-0,7 \frac{\text{FWA}}{\text{4WD}} \\ &= 0,75-0,8 \frac{\text{4WD}}{\text{FWA}} \end{aligned}$$

$$N_b = T \times V_{ra}$$

$$T = \frac{N_m \times \eta_{TG}}{V_{ra}}$$

$$Q_a \times t_{(\%Pat)} = \frac{N_m \times \eta_{TG}}{V_{ra}}$$

$$t_{(\%Pat)} = T / Q_a$$

$$T = Q_a \times t_{(Pat)}$$

Peso del tractor

- El esfuerzo de tracción que un tractor puede realizar se encuentra en relación al peso adherente del tractor y de la capacidad portante del suelo
- $T = Q_a \times t (\%pat)$
- Coeficiente de tracción = $t (\%pat) = T/Q_a$
- Un tractor alcanza su máxima eficiencia tractiva, en condiciones medias, con valores de $t = 0,4$ a $0,5$

Potencia y Peso

- La potencia tuvo un crecimiento importante en los últimos años
- Aumentó el peso de los tractores
 - Se registran importantes problemas de compactación del suelo
 - Se producen problemas de degradación física de los suelos a través de incrementos de la resistencia a la penetración, aumentos de la densidad aparente y disminución de la porosidad y la infiltración, con inconvenientes asociados de erosión y productividad
 - El aumento de los problemas de compactación limitó el aumento de la potencia de los tractores y las masas asociadas a la misma
- Los tractores cuentan con cajas de velocidades y/o sistemas de transmisión de potencia que permiten el desarrollo de altos esfuerzos de tracción a velocidades bajas de desplazamiento

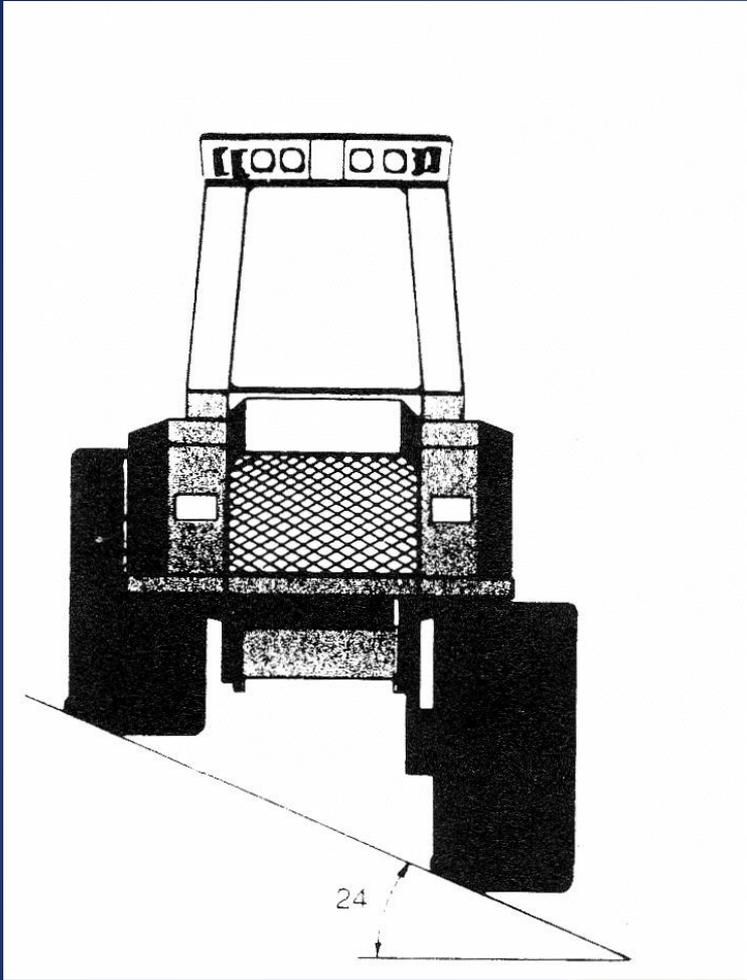
Diseño tractivo

- En lo posible, todas las ruedas deben ser tractivas (4x4) en el caso de diseños tradicionales
- Existen diseños específicos 4 x 6 en tractores arrastradores
- Existen diseños específicos en los procesos de carga y extracción 6x6
- Alto peso adherente
- Gran superficie de contacto rueda suelo
 - Aumento del ancho de los neumáticos
 - Uso de rodados radiales
 - Cubiertas de alta flotación
 - Uso de tractores de orugas
 - Metálicas
 - caucho
- Posibilidad de bloqueo del diferencial

Capacidad de paso, Maniobrabilidad y Seguridad

- Despeje o luz libre = distancia desde el suelo hasta el punto más bajo del tractor
- Batalla = distancia entre los planos verticales que pasan por el centro de las ruedas traseras y delanteras
- Trocha = distancia entre los planos medios de las ruedas de un mismo tren.
- Los tres factores asisten a la maniobrabilidad de los tractores como a la seguridad en el desplazamiento por los riesgos de vuelco anteroposterior y lateral

- **Estabilidad en sentido lateral**
 - Mayor trocha (menor maniobrabilidad)
 - Menor altura del centro de gravedad (menor capacidad de paso)
 - Soluciones de compromiso
 - La pala frontal sirve para eliminar obstáculos, disminuir pendientes y actúa como sistema de frenado
 - Ruedas dobles en balancín (disminuye la elevación del vehículo a la mitad del obstáculo pero reduce la capacidad de carga)
 - Posicionamiento individual de las ruedas (transmisión hidrostática, con un motor por rueda, en el extremo de un brazo accionado por un cilindro hidráulico)



Maniobrabilidad y facilidad de manejo

- **Radio de giro pequeño**
 - Chasis rígido (FWA) con avance cinemático
 - Diseño articulado
 - en relación con el tamaño de los neumáticos usados
 - Igual o Similar radio de giro del eje delantero y trasero
- **Asistencia hidráulica en la dirección**
- **Embrague automático**
 - cambios bajo carga
 - power shift
- **Reversor de marcha**
- **Asistencia hidráulica en el sistema de frenado**

Trasmisiones

- Las transmisiones convencionales resultan extremadamente complicadas para su uso en el medio forestal
 - Dificultad de aprovechamiento de la potencia
 - Dificultad de conducción
 - Desgaste acelerado del embrague
 - Mayores riesgos de vuelco
- Uso de convertidor de par
 - Permite colocar una caja con menor número de marchas
 - Brinda una rápida respuesta ante requerimientos variables de velocidad y par, sin necesidad de detener la marcha
 - Presenta un acoplamiento suave y progresivo que ofrece una mayor seguridad en el trabajo en pendientes
 - Mayor costo
 - Menor rendimiento de la transmisión

Tendencias y Avances tecnológicos

- Sistemas eléctricos e hidráulicos simplificados mejorar confiabilidad y facilitar mantenimiento.
- El cableado y las mangueras están mejor protegidos contra el desgaste y la flexión.
- Sensores de dirección controlan la velocidad de articulación cuando se acercan al contacto cuadro a cuadro, amortiguan el impacto durante la articulación completa y mejoran la comodidad del operador.
- Neumáticos más resistentes
- Pinzas más grandes: incluyendo una enorme 1,62 m².
- LO MEJOR DE AMBOS MUNDOS Transmisión continuamente variable (CVT).

- Mejora en el acoplador de motor para mejorar la durabilidad general de la transmisión desde el convertidor de par hasta los ejes de salida
- Nuevos diferenciales y otras mejoras mejoran la durabilidad de todos los ejes y ahora cuenta con el eje trasero más grande.
- Mejoras en el software, los sensores y el módulo de emisiones limpias
- Las rutas refinadas y simplificadas del sistema de cables mejoran la fiabilidad y la facilidad de servicio
- Las rutas de manguera mejoradas, las mejoras de los tubos y los rotadores mejorados brindan una mayor durabilidad a largo plazo