

SISTEMAS DE SACA, MADEREO O DESEMBOSQUE

LA OPERACIÓN DE SACO O TRANSPORTE PRIMARIO

Se entiende por saca o transporte primario al proceso de transporte de árboles o trozas desde la zona de corta hasta un depósito provisorio o el destino de consumo primario.

Con independencia del sistema de cosecha que se emplee, la saca es una operación difícil y arriesgada que puede causar graves daños a los ecosistemas forestales.

Los daños que pueden sufrir los ecosistemas forestales durante los procesos de extracción son de tres tipos:

- Alteración y compactación del suelo, que si alcanzan un nivel excesivo, pueden aumentar el potencial de erosión, retrasar el crecimiento de los árboles o la regeneración futura.
- Daños a los recursos hídricos, ya sea por vía directa cuando las máquinas de arrastre cruzan los cursos de agua que no han sido protegidos o arrastran las trozas por ellos, o por vía indirecta al introducir sedimentos, combustibles y lubricantes en los arroyos desde las pistas de arrastre y otras zonas de suelos alterados.
- Daños a la masa remanente y a otra vegetación, que puede entorpecer la recuperación del bosque y reducir el volumen y el valor de la madera disponible para aprovechamientos futuros.

Una operación de saca bien organizada y adecuadamente supervisada debe alcanzar los siguientes objetivos:

- Conseguir la mayor productividad posible en el proceso de extracción.
- Garantizar la seguridad de los equipos de saca y del personal que trabaja en zonas contiguas.
- Reducir la compactación y alteración del suelo ocasionadas por las operaciones de saca.
- Causar el menor daño posible a los cursos de agua existentes dentro de la unidad de corta o en sus proximidades, particularmente los que fluyen todo el año o abastecen de agua.
- Reducir los daños a la masa remanente, especialmente los que se considera que serán aprovechados en el futuro.
- Transportar a los patios de acopio las trozas que se prepararon para la saca sin merma importante de volumen ni deterioro importante de la calidad.

Las siguientes son algunas de las consecuencias que puede acarrear prácticas inadecuadas de extracción:

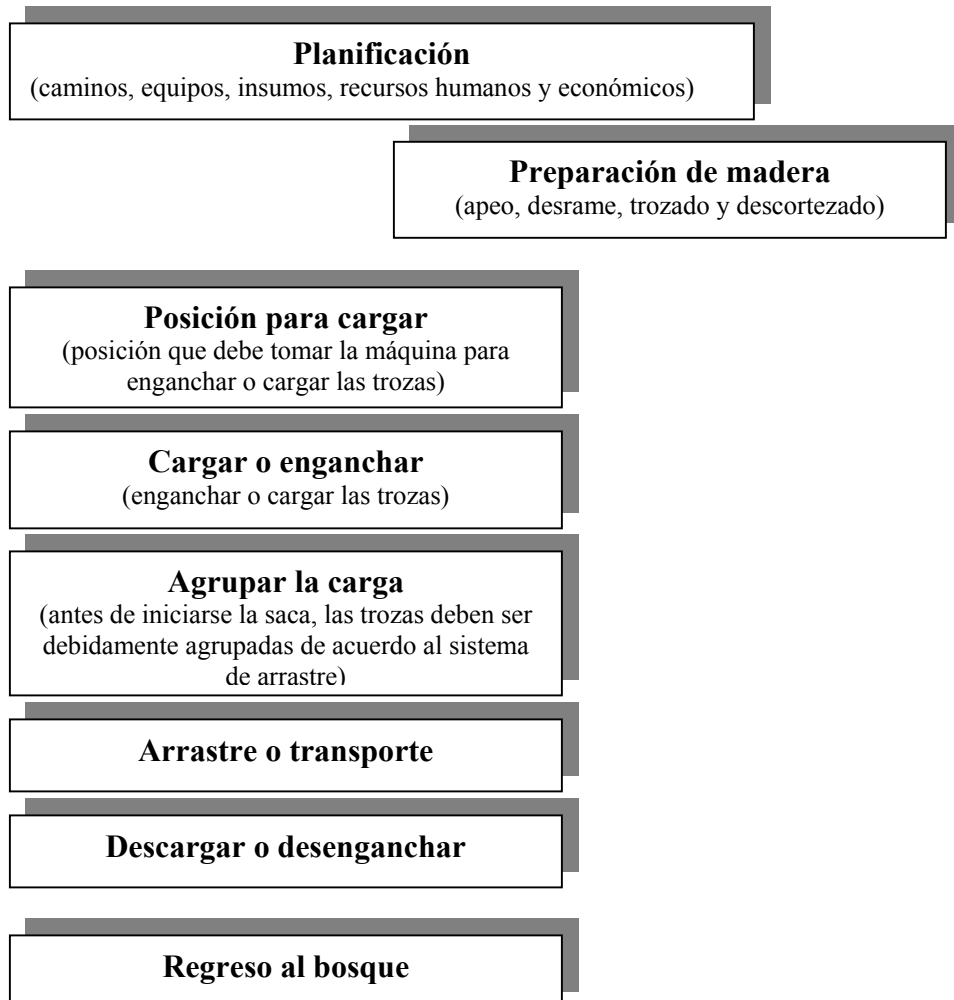
- Problemas de inseguridad y elevados costos en concepto de seguros y compensaciones.
- Baja productividad y costo elevado de las operaciones.
- Imposibilidad de transportar al depósito todas las trozas preparadas.
- Disminución del volumen o valor de las trozas.
- Daños excesivos a suelos y cursos de agua.
- Deterioro de la calidad del agua y pérdida del hábitat de vida acuática.
- Daños excesivos a los árboles remanentes.

La cosecha debe entenderse como un sistema que comprende un grupo de componentes, que unidos e interrelacionados contribuyen al objetivo de lograr una actividad ambientalmente adecuada, socialmente benéfica y económicamente rentable.

La puesta en marcha del sistema conlleva la realización de planes y aplicación de métodos que deben cumplir con las siguientes condiciones.

1. Todos los componentes del sistema deben contribuir al objetivo común.
2. Debe existir una jerarquización de elementos para asegurar una adecuada coordinación de actividades.
3. Todos los insumos del sistema deben introducirse de acuerdo a un cierto plan.

Los sistemas de extracción consisten de un conjunto de componentes y relaciones recursos humanos - máquina - recursos naturales, todos los cuales llevan a una meta de movimiento y manipulación de madera rolliza. Todo sistema de extracción tiene los siguientes componentes secuenciales:



Los sistemas de extracción definidos por los componentes señalados pueden variar ampliamente dependiendo de un gran número de condiciones externas, como por ejemplo: ubicación geográfica, terreno, clima, calidad, tamaño de los árboles, densidad del bosque, accesibilidad, etc. Algunas de estas condiciones pueden ser disminuidas en su efecto por una adecuada selección de equipos y métodos, pero difícilmente eliminadas. Todos sistema de extracción debe diseñarse de tal forma que recursos humanos, equipos y recursos naturales (madereros y no madereros) estén relacionados estrechamente.

Por lo tanto, es esencial la planificación de la cosecha, pues permite mantener unidos los diferentes elementos del sistema, identificar y solucionar dificultades, ordenar insumos y su secuencia, etc. En el plan de actividades, que es el curso de acción proyectado, mínimamente se debe definir la secuencia de actividades, identificar las técnicas a utilizar y determinar los requerimientos de tiempo.

Según el equipo utilizado, el transporte primario puede clasificarse en:

- A. Manual (suspendida, arrastre)
- B. Animales (caballos, bueyes, mulas, etc.)
- C. Mecanizados:
 - ✓ Transporte suspendido sobre vehículo (forwarding)
 - ✓ Arrastre (skidding)
 - ✓ Sistema de cables

En el transporte sobre vehículo, toda la carga va suspendida. Es un método muy apropiado para madera de pequeñas dimensiones (pulpa y leña).

En general se utilizan:

- ✓ Tractores agrícolas con acoplado
- ✓ Tractores forestales autocargadores (forwarders)
- ✓ Tractores de Oruga con acoplados

En el transporte por arrastre, la carga o parte de ella va apoyada en el suelo. Los equipos utilizados son:

- ✓ Tractores agrícolas
- ✓ Tractores forestales arrastradores articulados (skidders)
- ✓ Tractores de Orugas
- ✓ Tractores de orugas de alta velocidad

Los sistemas de cable, se utilizan en condiciones topográficas difíciles o suelos muy inestables. Los sistemas más comunes son:

- ✓ Sky line
- ✓ Slack line
- ✓ High lead

Cada uno de los métodos indicados tienen sus condicionantes de uso, dadas por las características físicas, económicas y ambientales del recurso en cuestión.

Las variables más importantes que intervienen en la definición del equipo a utilizar son:

VARIABLES CONTROLABLES:

- ✓ Volumen de carga
- ✓ Distancia de saca
- ✓ Método de madereo
- ✓ Organización de las actividades
- ✓ Estímulos y sistemas de remuneración
- ✓ Tipo, tamaño y potencia del equipo

VARIABLES INCONTROLABLES:

- ✓ Suelo
- ✓ Topografía
- ✓ Densidad del bosque
- ✓ Tamaño y calidad de los árboles
- ✓ Regulaciones silviculturales y restricciones de corta
- ✓ Clima

SUELO

En la medida que empeoran las condiciones del suelo se dificulta el trabajo de la maquinaria, disminuyendo su productividad.

El suelo afecta la productividad de todo equipo a través de 3 efectos:

- ✓ **Resistencia al rodado.** Este efecto es mayor en suelos húmedos y arcillosos.
- ✓ **Resistencia al desplazamiento.** Afecta mayormente a la carga arrastrada por el tractor.
- ✓ **Resistencia a la penetración.** Afecta al equipo a emplear y depende de las características del tren de rodado.

Estos efectos determinan diferentes niveles de tracción (coeficientes de tracción) para diferentes equipos y terrenos. El coeficiente de tracción se define como el grado de tracción entre el tren rodado y el suelo. La tracción efectiva o capacidad de arrastre disponible antes de patinar es igual al producto del coeficiente de tracción por el peso de la operación de la máquina (peso del equipo más el peso de la carga transportada). En el caso de la extracción por arrastre, hay que considerar que existe una transferencia de peso de la carga al equipo. Cuando se dispone el diámetro mayor sobre el arco integral, la transferencia de peso puede alcanzar hasta $2/3$ del peso de la carga; si son los diámetros menores, el valor alcanza $1/3$; en condiciones promedio se puede asumir $1/2$.

Tabla 1. Coeficientes de tracción orientativos para diferentes tipos de suelos.

SUELO	NEUMÁTICOS	ORUGA
arcilla seca	0,55	0,90
arcilla húmeda	0,45	0,70
arena seca	0,20	0,30
arena húmeda	0,40	0,50
tierra suelta	0,45	0,60
tierra firme	0,55	0,90

Por ejemplo, un skidder de 13 tn con cubiertas, sobre arcilla seca y una carga prevista de 6 tn, posee una **capacidad de arrastre** de $0,55 * (13+3) = 8,8$ tn, por lo que no tendría inconvenientes en arrastrar la carga.

Sin embargo, si la misma situación se da sobre arena seca, la **capacidad de arrastre** es de $0,2 * (13+3) = 3,2$ tn, por lo que el skidder no puede arrastrar las 6 toneladas previstas.

En referencia al suelo, es importante considerar también la relación existente entre el poder portante del suelo y la presión ejercida sobre el mismo. Si la presión ejercida sobre el suelo (efecto del peso) es menor que el poder portante del mismo, este se deformará elásticamente y la máquina transitará de un modo que podríamos llamar “normal”. Si por el contrario, el poder portante es inferior, el suelo aplasta y compacta (aparición de rodaduras) hasta un índice portante equivalente a la presión que recibe.

Tabla 2. Poder portante del suelo

TIPO DE SUELO	PODER PORTANTE (kg/cm ²)
PANTANO	0,2
ALUVIÓN	0,5
ARENA SECA	2
ARENA HÚMEDA	4
GRAVA FINA	5
GRAVA COMPRIMIDA	8
ARCILLA HÚMEDA	1
ARCILLA SEMI-SECA	2
ARCILLA SECA	4

Tabla 3. Presión ejercida sobre el suelo (kg/cm²)

HOMBRE	0,30
CABALLO	1,40
TRACTOR DE ORUGAS	0,45 a 0,70
TRACTOR DE RUEDAS	1,0 a 3,5
TRACTOR FORESTAL DE RUEDAS	1,1 a 1,4
TRACTOR FORESTAL DE ORUGAS	0,5 a 0,7
TRACTOR FORESTAL DE ORUGA DE BAJA DENSIDAD	0,2 a 0,4

TOPOGRAFÍA

La pendiente es uno de los elementos que más incide en la selección y productividad de los equipos. Todo equipo rodante pierde aproximadamente 10 kg de capacidad de arrastre por tonelada de peso en cada 1% de pendiente adversa. Con pendiente favorable, los equipos sufren el mismo efecto pero positivo.

Si consideramos el ejemplo anterior del skidder en arcilla seca, y le agregamos una pendiente del 5% de subida, tenemos que:

Peso total = 13+6= 19 tn *10 kg = 190 kg

190 kg * 5% = 950 kg.

Por lo que la capacidad de arrastre = 8,8 tn – 0,95= 7,85 tn.

DENSIDAD DEL RODAL Y TAMAÑO DE LOS ÁRBOLES

La productividad en m³/hora de los equipos depende fundamentalmente del tamaño de los árboles y densidad del rodal. A mayor densidad y tamaño, mayor productividad.

DISTANCIA DE ARRASTRE

La distancia de arrastre es otra de las variables fundamentales en la planificación de la extracción, a mayor distancia de arrastre menor productividad de los equipos. La distancia óptima de arrastre varía según el equipo utilizado, las condiciones del terreno y los costos de construcción de vías de saca, caminos y canchas de acopio. En relación a la construcción de caminos forestales, el costo total es mínimo cuando el costo variable de la saca y el de construcción de caminos son iguales. Otra consideración a tener en cuenta es que mayores distancias de saca reducen el número y por lo tanto el costo de preparación de las canchas de acopio.

SACA MANUAL

El transporte manual está limitado por la distancia de transporte, las condiciones topográficas y el tamaño de las trozas. En el transporte de madera para leña o pulpa es posible la saca manual para trasladar trozas pequeñas desde el tocón al patio de acopio. No es recomendable que este transporte se realice a distancias mayores de 50 m, siendo recomendable hasta 20 m, ni trozas mayores de 50 kg.

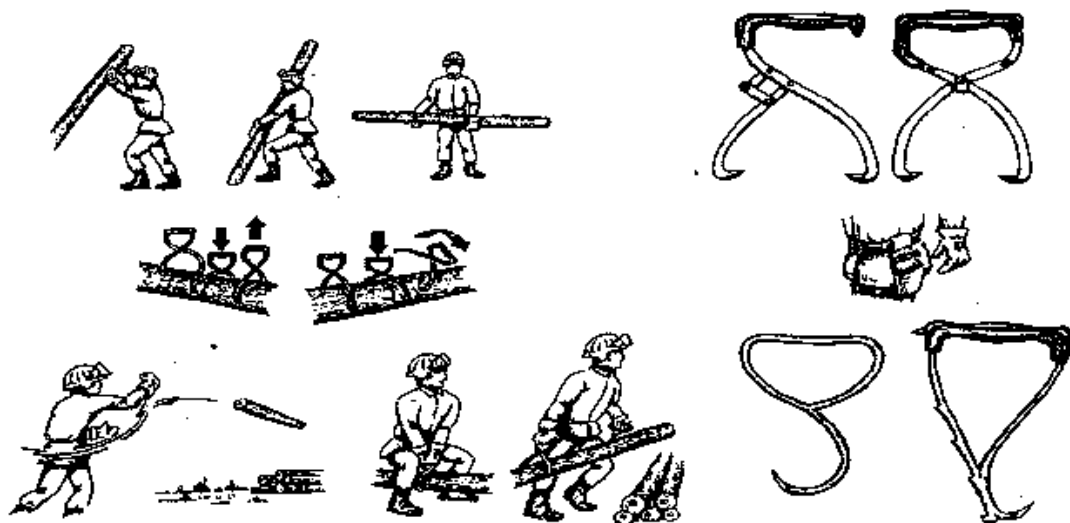
En referencia a la saca manual, el decreto DECRETO 372/99 de Regulación de las empresas forestales expresa:

ARTICULO 10° Debe evitarse el acarreo o levantamiento de cargas pesadas. El peso de la madera o de otra carga que haya de manipularse para levantar o acarrear, no deberá superar los 50 Kg. por persona en forma ocasional y 35 Kg. por persona en forma frecuente, en trabajadores de sexo masculino. Los menores de edad y las mujeres no podrán exceder los 10 Kg. por persona de carga en forma frecuente y 15 Kg. por persona en forma ocasional. Se deberá propender al uso de dispositivos auxiliares que minimicen el esfuerzo físico directo.

ARTICULO 117° El acarreo e izado de madera a mano constituirá una actividad de excepción y se realizará sólo cuando no sea posible utilizar otro método de extracción.

ARTICULO 118° La manipulación y movimiento de la madera, deberá ejecutarse con la ayuda de herramientas auxiliares como garfios, tenazas o similares.

Es recomendable la utilización de ganchos y pinzas de madereo, ya que dichas herramientas aumentan la capacidad de carga y disminuyen el riesgo de accidentes. Tal cual se puede observar en la figura siguiente, una buena técnica de levantamiento de las trozas consiste en no soportar el peso total de las mismas y siempre que sea posible realizar el esfuerzo con las piernas y no con la columna.



SACA CON ANIMALES

La saca con animales es un método potencialmente útil en virtud de presentar las siguientes ventajas:

- bajo costo operacional;
- pequeña inversión;
- baja depreciación del capital invertido;
- utilización de mano de obra poco especializada;
- genera abundante fuente de trabajo;
- poco daño al suelo, vegetación y masa remanente;

Debido a estas características puede ser muy recomendable en países en vías de desarrollo donde el costo del capital es alto (altas tasas de intereses) y la mano de obra es barata.

Como principales desventajas se encuentran:

- bajo rendimiento unitario;
- necesidad de mucho personal;
- superficie de pastoreo y alimentos.

La saca con caballos era muy utilizada en los países escandinavos (caracterizando por pequeños productores), donde en 1986 existían en Suecia 15.000 caballos que realizaban la saca de 2.000.000 de m³ anuales.

En general se puede decir que la saca con animales está limitada a pendientes máximas de declive del 30 % y del 15% en subida; mientras que la distancia máxima de extracción rondaría en los 150 m.

La saca con animales se puede realizar suspendida en zorras o carretas, o por arrastre sobre el suelo o trineos), siendo esta última modalidad la más difundida.

En referencia a la saca con animales, el decreto DECRETO 372/99 de Regulación de las Empresas Forestales expresa:

ARTICULO 119° Solo se podrán utilizar animales de tiro cuando la distancia de acarreo no supere los doscientos metros y en terrenos de pendiente suave, no más de 30 % (treinta por ciento) en arrastre cuesta abajo y no más de 15 % (quince por ciento) cuesta arriba.

ARTICULO 120° Las personas que guíen a los animales deberán ir preferentemente a su lado o detrás de la carga. Asimismo, deberá guardarse una distancia de seguridad de tres metros, por lo menos, entre la delantera de la carga y el animal.

MULA

En la zona de Minas Gerais (Brasil) son los animales más utilizados, por considerar que son los más dóciles, resistentes, realizan esfuerzos más prolongados, son menos exigentes en la alimentación y más seguros en el andar. En Europa eran también muy utilizados por estas características.

El peso medio del animal es de 200 kg y pueden trabajar entre los 3 y 15 años, 5 días a la semana (2 días de descanso por semana para no cansarlos en exceso). Su velocidad de trabajo es de 2,5 a 4 Km/h.

Su capacidad de tracción puede ser superior a la de su peso, pero lo recomendable es que no sea superior al 30 %; mientras que la capacidad de carga en el lomo es del orden del 55-60% caminando de 30 a 35 km/día.

Una alimentación básica puede ser: 20 kg de heno, 1 kg de maíz, 1 kg de ración, 50 kg de sal y 30 lt de agua (esta ración es recomendable para climas calurosos).

Como dato orientativo, se puede registrar en Brasil rendimientos de:

1 capataz, 20 peones, 30 mulas a una distancia de extracción de 100 m; 133 m³/día.

CABALLOS

La fuerza de tracción de los caballos puede considerarse, para marcha y condiciones de sitio normales, en la mitad de su peso, lo que varía con la velocidad y el tiempo, pues la fatiga del animal hace que aquella disminuya para velocidades altas y después de un largo recorrido.

Cuando el tiro es realizado por varios caballos, algo muy común, no se puede multiplicar el esfuerzo unitario por el número de ellos para obtener el esfuerzo total de tracción; la no coordinación en el tiempo de los esfuerzos hace necesario aplicar coeficientes de reducción, dependientes del número de caballos que componen el tiro.

CABALLOS QUE COMPONEN EL TIRO	COEFICIENTE DE REDUCCIÓN
2	1
3	0,91
4	0,89
5	0,76

Fuente: Anaya, H. & Christiansen, P. 1988

Las ventajas de los caballos sobre las mulas y los bueyes son su mayor actividad rapidez, inteligencia y adaptación a climas fríos.

Algunos antecedentes de rendimiento indican:

2 caballos con rastrón, 300 kg /por viaje a una distancia de 80-100 m.= 6,8 tn (1 hombre)
15 tn (dos hombres)

Pino de 3,3 m x 30-40 cm, 1 hombre= 20 tn

BUEYES

La vida de trabajo de un buey es de aproximadamente 10 años, y su marcha normal (sin carga) es de 2, 5 Km/h. Los bueyes poseen gran capacidad de tiro, sus pezuñas anchas y grandes permiten atravesar terrenos blandos y fangosos por ejercer baja presión unitaria sobre el suelo.

Comparados con los caballos y las mulas pueden bajar pendientes fuertes de hasta 45%.

La fuerza de tracción de un buey es equivalente a la cuarta parte de su peso, siendo el mismo de aproximadamente 500 kg (125 kg de arrastre).

Antecedentes de rendimiento indican:

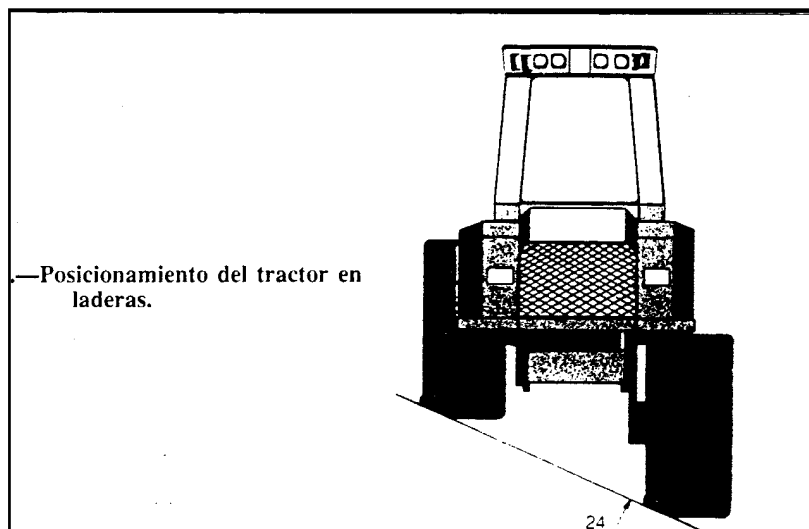
Distancia 25 m	9 a 10 tn/día
Yunta con 300 a 400 kg/viaje	1,48 m³/h
Trineos con 1 capataz, 20 peones, 60 bueyes a 80 m	160 m³/día

TRACTORES FORESTALES

Hasta hace unos años, la evolución de los tractores forestales se basaba en el aumento de la fuerza de tracción y de la adherencia a través de un aumento indiscriminado de la potencia y peso, pero la degradación que esto ocasionaba al suelo determinó que estas tendencias cambiaran.

Tras una estabilización de la potencia en torno de los 70 a 120 CV, la evolución se centró en mejorar en la eficiencia de transmisión y de seguridad e higiene del trabajador, por lo que se destacan los siguientes cambios:

1. Ampliación de la transmisión hidráulica a toda la cadena de transmisión.
2. Mejora de los mandos de control con la incorporación de los “joy stick”.
3. Mejora de la estabilidad por la incorporación de ejes “bogies”.
4. Aparición de sistemas de posicionamiento individual de las ruedas.

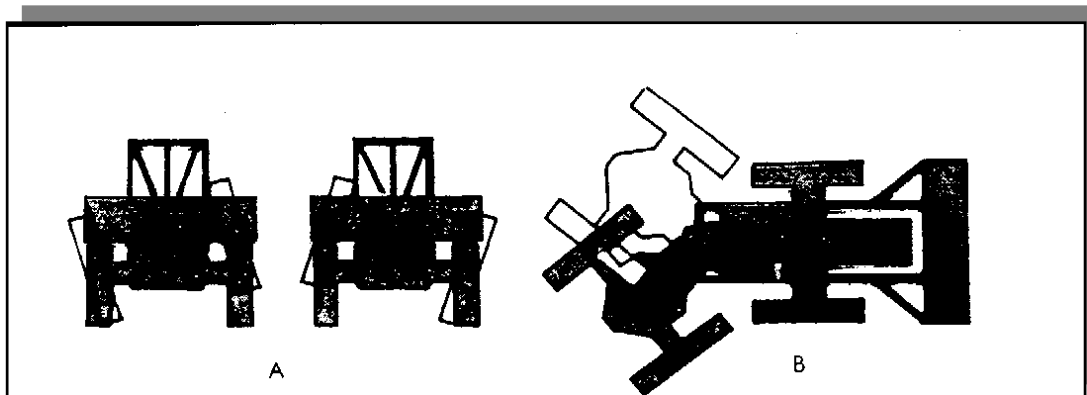


5. Aumento del número de ruedas e introducción de ruedas de baja presión.
6. Utilización de ruedas en “tandem”.

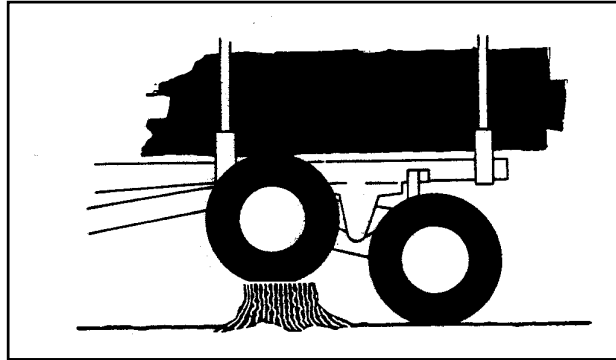
DIFERENCIA ENTRE TRACTORES FORESTALES ARRASTRADORES DE RUEDAS Y TRACTORES AGRICOLAS.

1. **Reparto de pesos:** el reparto de peso en los tractores forestales arrastradores y en los tractores es completamente opuesta. En los agrícolas se distribuye $1/3$ de su peso en el eje delantero y $2/3$ en el posterior; en los forestales por el contrario se encuentra $2/3$ del peso en el eje delantero y $1/3$ en el posterior.

- 2. Bastidor:** la mayor altura del bastidor y su protección (lámina acero), le dan la necesaria protección a elementos como el motor, transmisión, eje delantero o dirección para trabajar en terrenos forestales en cosecha.
- 3. Chasis:** el chasis del tractor agrícola es rígido y rectangular, mientras que el de los forestales es articulado, consistente en la unión de dos chasis, uno anterior que soporta el motor y la cabina del conductor, y otro posterior que sostiene un malacate y un arco integral. Los dos chasis están unidos por una articulación en el centro o cerca del centro del vehículo, lo que permite el giro en el plano vertical (a) y horizontal (b). Este tipo de chasis genera una mayor adaptación de la máquina a las condiciones irregulares del terreno.



- 4. Ruedas:** En los tractores forestales las ruedas siempre son iguales y todas con tracción.
- 5. Cabina del conductor:** todos los tractores forestales van provistos de cabina debidamente protegida ante la posibilidad de vuelcos o caídas de ramas.
- 6. Arco integral:** se encuentra sólo en tractores forestales para facilitar el arrastre de las trozas.
- 7. Pala frontal:** a diferencia de los tractores agrícolas, los tractores forestales van equipados con una cuchilla frontal para apoyar la máquina durante la operación de winche, guinche o malacate; apilar las trozas en los patios y hacer pequeños acondicionamientos de caminos.
- 8. Escudo protector:** los tractores forestales van equipados con un escudo para proteger las llantas traseras de los daños que puedan causar la carga o los cables de arrastre.
- 9. Guinche:** es un implemento que forma parte de los tractores forestales arrastradores para las operaciones de arrastre de trozas. Puede ser sustituido o acompañado por garras.
- 10. Sistemas bogie:** son comunes los trenes de rodaje con bogie para disminuir las situaciones de desequilibrio, cuando al sobrepasar un obstáculo el eje sólo se levanta del suelo una altura equivalente a la mitad de la del obstáculo.



Estas diferencias entre los tractores forestales y los agrícolas nos lleva a que para que estos últimos puedan trabajar en los bosques deben sufrir una serie de modificaciones, entre las que se encuentran:

1. Protectores de seguridad de la cabina ante posibles vuelcos.

Se debe poner una jaula tubular anclada al chasis.

2. Protectores de la cabina ante posibles impactos de trozas.

Se coloca un enrejado en la parte trasera de la cabina que protege de los posibles impactos de las trozas y permite la visibilidad.

3. Contrapeso delantero para desplazar el centro de gravedad.

Se puede colocar una caja en la parte delantera, que se llena de pesos cuando va a realizar la saca dependiendo la cantidad de peso del riesgo de vuelco

4. Protección del bastidor.

Se coloca una chapa de acero que cubra los bajos del tractor.

5. Protección de otros elementos.

Conviene proteger contra golpes la válvula de inflado de los neumáticos, los faros y la toma de fuerza.

6. Aperos.

Pueden agregarse cabrestantes o grúas que se conectan a la toma de fuerza del tractor.



En referencia a la saca mecanizada, el decreto DECRETO 372/99 de Regulación de las empresas forestales expresa:

ARTICULO 54° En las maquinarias habrá un asiento con cinturón de seguridad para el conductor, totalmente regulable, que amortigüe las sacudidas.

ARTICULO 55° Los elementos de acceso a la máquina, estarán diseñados de modo tal que resulten seguros y no obliguen a la realización de esfuerzos indebidos.

ARTICULO 56° Todas las poleas, ejes, correas, pala del ventilador, estarán debidamente protegidas.

ARTICULO 57° Las máquinas estarán protegidas contra el vuelco mediante los elementos apropiados.

ARTICULO 58° Las cabinas estarán protegidas contra el impacto y la penetración de objetos, con elementos construidos por materiales suficientemente resistentes y que no impidan la visión del conductor.

ARTICULO 59° Las máquinas contarán con un dispositivo de detención, de fácil acceso para el operario, que impida el movimiento espontáneo de la misma.

ARTICULO 60° Los frenos de mano deberán ser potentes como para impedir el movimiento de la máquina en pendiente.

ARTICULO 61° Los tubos de escape contarán con arrestachispas.

ARTICULO 62° Las máquinas dispondrán de un extintor de incendios y un botiquín.

ARTICULO 63° Los operarios que manejen este tipo de maquinaria deberán ser debidamente instruidos por el empleador.

ARTICULO 64° Está prohibido el transporte de personal en estos vehículos.

AUTOCARGADORES

Los tractores autocargadores o forwarders se caracterizan por realizar la saca con la carga totalmente suspendida sobre el semichasis trasero (zorra).

Sus elementos característicos son: la grúa, que realiza la carga de la madera; y la caja para transportarla.



GRÚA

La grúa está formada por una base rígida, por la que se une al chasis del tractor un pie giratorio, dos brazos articulados (el segundo suele ser telescópico) y un grapo que se une en el extremo, a través de un rotator, al segundo brazo.

El movimiento de la grúa se obtiene por el sistema rotatorio del pie, las articulaciones, el alargamiento del segundo brazo y al rotator; siendo todos estos elementos de accionamiento hidráulico.

Las grúas pueden ubicarse en el semichasis delantero o en el trasero. Con la primera opción y, principalmente si se ubica sobre la cabina, se aumenta y mejora la visibilidad del maquinista. Además, se disminuye la probabilidad de vuelco, aunque cuando este se produce, es más peligroso para la máquina y por supuesto para el maquinista.

Cuando la grúa se encuentra en el semichasis trasero, se da más peso a dicho chasis, algo importante cuando se viaja en vacío, sin embargo, su menor peso con relación al delantero lo hace más susceptible al vuelco. Si bien la probabilidad de vuelco es mayor, el peligro es menor y con un simple movimiento de la grúa usando el suelo como apoyo es suficiente para recuperar la vertical.

La capacidad de carga de la grapa es uno de los elementos decisivos del rendimiento del autocargador, dependiendo la misma de la sección y largo de las trozas. Al momento de decidir la

sección de la misma, es importante conocer que tipo de madera va cargar (peso específico) y largo de las trozas. No se recomienda la misma sección de grapo cuando va a cargar trozas cortas para pulpa (2,5 m), que cuando se van a cargar trozas largas de 7 m, ya que en la última opción se tomarán menos trozas (con pocas trozas se alcanza la capacidad de carga), por lo que se recomienda utilizar grapos de pequeña sección (c).

CAJA

La caja de un autocargador debe diseñarse teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

1. **Capacidad:** sería absurdo diseñar una caja con capacidad superior a la que el tractor a plena carga pudiera desplazarse.
2. **Altura:** si es demasiado alta aumenta la altura del centro de gravedad y la máquina es más susceptible al vuelco.
3. **Largo:** al aumentar el largo se aumenta la capacidad, pero es más difícil maniobrar en el monte.
4. **Tipo de madera:** si se van a sacar trozas largas, la caja debe adaptarse a esta circunstancia y disponer de elementos que impidan el deslizamiento de la misma (a). Si se van a sacar trozas cortas, el ancho de la caja debe estar en concordancia con la longitud de las mismas (b).



A



B

SEGURIDAD EN EL USO DE AUTOCARGADORES.

De acuerdo con las guías del Consejo de Seguridad Forestal de la *Forestry Commission* (1988) las principales normas de seguridad en el uso de tractores autocargadores son las siguientes:

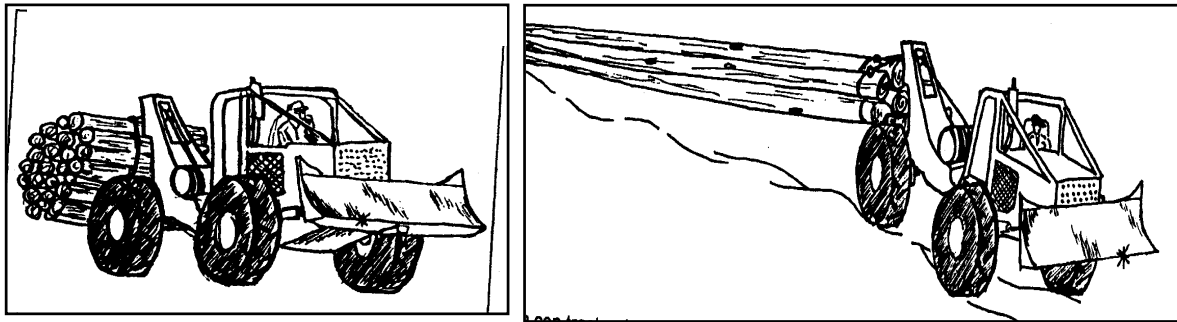
- Emplear vestimenta de seguridad (casco, protectores para los oídos excepto si el ruido en la cabina es inferior a los 85 dB, guantes para manipular madera o materiales, botas de seguridad, elementos de limpieza y botiquín de primeros auxilios).
- Utilizar grúas en que figuren claramente indicados la carga máxima y el alcance, así como la distancia de seguridad para operarios manuales (dos veces el alcance de la grúa) y una advertencia contra el trabajo en la proximidad de líneas eléctricas, caso en que la distancia de seguridad es de 15 metros para grandes torres eléctricas y 9 para postes de menos altura.
- Utilizar algún medio de comunicación (radio, teléfono móvil) con un código de auxilio.
- Utilizar siempre el freno de estacionamiento cuando se para la máquina.
- Emplear cadenas y/o semiorugas de acuerdo con las condiciones del terreno, y teniendo en cuenta los posibles cambios meteorológicos.
- Utilizar cinturón de seguridad y no dejar objetos sueltos en la cabina.
- Asegurarse de que la grúa está adecuadamente inmovilizado antes de poner la máquina en movimiento.
- Antes de conducir hacia abajo en pendientes fuertes, chequear el funcionamiento de los frenos, utilizar una marcha reducida y bloquear los diferenciales. Frenar con el motor y aplicar sólo un ligera presión sobre los pedales de freno si es necesario.
- Si la máquina patina conduciendo hacia abajo, soltar los frenos, incrementar gradualmente la velocidad y continuar en línea recta hacia delante hasta que se recupere la tracción.
- Evitar las pendientes laterales excesivas. Evitar los giros hacia arriba si hay pendiente lateral.
- Si la pendiente es muy fuerte, extender la grúa en dirección aguas arriba para incrementar la estabilidad.
- Reducir la carga cuando las condiciones del terreno sean duras, asegurando que pueda ser transportada hacia arriba por los más difíciles puntos del trayecto.
- En la carga, asegurarse de que el freno de estacionamiento o de carga esté conectado (y no olvidar soltarlo antes de poner la máquina en marcha). Si hay pendiente, evitar parar en los tramos más escarpados para cargar y utilizar convenientemente rocas, tocones o irregularidades del terreno para calzar los neumáticos.

Estas normas son válidas también para la saca con tractores agrícolas adaptados mediante remolque y grúa.

TRACTORES ARRASTRADORES “SKIDDERS”

Los tractores arrastradores o “skidders” se caracteriza por realizar la saca arrastrándola sobre el monte. Lo más frecuente es que el extremo más grueso de la troza se suspenda sobre el tractor, mientras que el otro extremo se desplaza sobre el suelo.

En el caso que se deba sacar trozas de corta longitud (2,4 m), el transporte se realiza con las trozas totalmente suspendidas en pilas de 2 a 4 estéreos.



El arrastrador más utilizado es el que dispone en el semichasis trasero, uno o dos cabrestantes con cables de acero que se accionan a través de la toma de fuerza del tractor. Una de sus principales ventajas es que puede extraer las trozas de zonas inaccesibles.

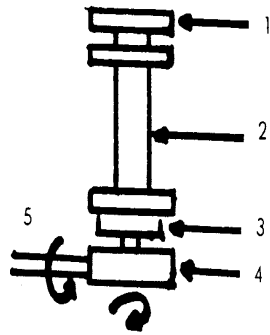
Los elementos del skidder son:

1. CABRESTANTE O WINCHE O GUINCHE: el cual se encuentra formado por:

- **Reductora:** transforma la fuerza recibida de la caja de transmisión a un movimiento circular transversal y reduce la velocidad de rotación hasta 10 o 20 r.p.m. para aumentar la fuerza de tracción.
- **Tambor:** aloja y da fuerza y movimiento al cable del tractor. En general tienen una capacidad entre 50 y 175 m de cable de acero de 25 a 12 mm con hilos cruzados.
- **Embrague:** permite acoplar y desacoplar el movimiento de la reductora con el tambor. Hoy día son hidráulicos o electroneumáticos por su ventaja de trabajar más rápidamente.

- **Freno:** en general son actúan sobre el tambor mediante un accionamiento hidráulico.
- **Mandos de accionamiento:** mandos que permiten accionar el cabrestante.

Esquema de un cabrestante



1. Freno
2. Tambor
3. Embrague
4. Reductora
5. Eje transmisión

2. ARCO INTEGRAL:

El arco integral tienen como función elevar la cabeza de las trozas a transportar, con lo cual se reduce la superficie de contacto de la madera con el suelo, favoreciendo su desplazamiento.

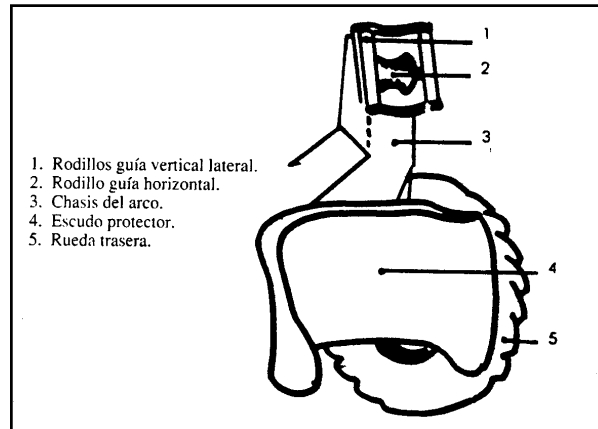
Consta de un chasis que en su parte superior tiene tres rodillos guía, uno horizontal que soporta la carga que le transmite el cable y dos verticales laterales que aminoran el rozamiento y, por lo tanto, el desgaste del cable con el chasis.

Cuanto mayor es la altura de la carga, menor es la fuerza de tracción necesaria para el desplazamiento, pero por el contrario menor es la estabilidad de la máquina. Por estas características se diseñaron máquinas que poseen rodillos de altura regulable, por lo que el tractorista puede bajar su altura cuando transita en terrenos difíciles.

3. ESCUDO PROTECTOR:

Es una robusta lámina que cubre la parte posterior de la máquina, contra la que se aprietan las trozas que se transportan semisuspendidas, soportadas por el arco integral.

Su función principal es la de proteger las ruedas traseras de los golpes de la madera arrastrada.



4. PALA FRONTAL:

Puede utilizarse para anclar la máquina cuando esta recogiendo las trozas, apartar las trozas durante su tránsito en el monte, apilar las trozas luego del desenganche y realizar pequeñas reparaciones de caminos.

5. PATAS DE ANCLAJE:

Son anclajes laterales de anclaje movidos por pistones hidráulicos, con los que se asegura la estabilidad al vuelco cuando se efectúa el arrastre de madera con un ángulo grande con respecto al eje longitudinal del tractor.

Existen arrastradores en los que se ha sustituido el cabrestante por una **GRAPA HIDRÁULICA** de 2 a 2,5 m de abertura máxima, colocada sobre un soporte giratorio dotado de un cierto movimiento vertical.

Estos tractores son apropiados cuando la madera está perfectamente apilada en la dirección del tractor y se sacan fustes o árboles enteros. En estos tractores el tiempo de enganche es menor que

los de cabrestante. Además, el peso de las trozas recae, en mayor porcentaje, sobre el tractor, por lo que se está ganando adherencia y, por lo tanto, aumenta su capacidad de tracción.

Sin embargo presentan dos inconvenientes principales: el tractor debe acercarse a la madera y la carga debe estar perfectamente apilada.



Existen también arrastradores con **GRAPA Y GRUA**, que son tractores intermedios entre el arrastrador y el autocargador. Posee una grúa que, mediante un grapo, le permite tomar la madera y autocargársela, depositándola sobre una grapa que se encuentra en el semichasis trasero.

Estas máquinas tienen como ventaja la rapidez de enganche de la madera y que no necesita tener la carga perfectamente apilada. También hay una mejor repartición del peso, aunque, no se llega a la conseguida en los autocargadores.

Por el contrario, el mayor inconveniente es el de llegar al lugar de la carga.



Como referencias generales se puede considerar que los tractores arrastradores poseen una velocidad con carga de 4 km/h y de 30 km/h sin carga; y rendimiento diario aproximado de 100 tn/día.

SEGURIDAD EN EL USO DE SKIDDERS

De acuerdo con las Guías de Seguridad en el trabajo forestal de la británica *Forestry Commision*, el mayor riesgo es el de vuelco lateral, seguido del descontrol del vehículo en cuestas abajo y de los accidentes con los cables.

Se sugieren las siguientes medidas preventivas:

Seguridad Pasiva.

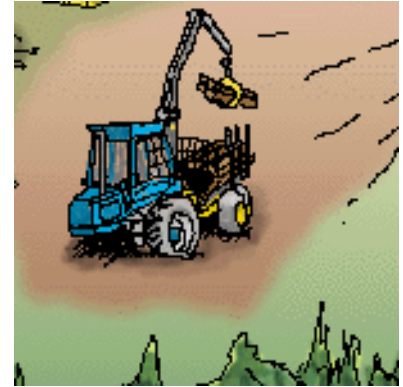
- Disponer de cabinas y rejillas de seguridad (homologadas según estándares internacionales).
- Usar cinturón de seguridad.
- No trabajar más horas de las establecidas por la Ley. En lo posible, reducir el porcentaje de destajos.
- Utilizar cables homologados, con cargas de rotura certificadas.
- Emplear equipo de seguridad. El enganchador debería llevar, como mínimo, guantes, casco y botas.
- Evitar el trabajo en solitario. Usar teléfonos portátiles o radios para comunicarse en caso de accidente.
- Llevar botiquín. Es necesario que los operarios tengan nociones de primeros auxilios.
- La formación es esencial; el conocimiento de los riesgos y de las prácticas y utensilios para evitarlos es básico.

Seguridad Activa.

- Evitar pendientes laterales (incluyendo las maniobras de giro en pendientes fuertes).
- Evitar el arrastre de carga en direcciones muy alejadas del eje del vehículo.
- Controlar la velocidad en los viajes en vacío. Es cuando se producen más accidentes.
- Evitar bajar pendientes fuertes prolongadas controlando la velocidad mediante el freno; es preferible aprovechar la retención de la caja de cambios reduciendo convenientemente.

-
- No transportar objetos sueltos en la cabina. No dejar los *chokers* o cadenas arrastrando cuando se viaja en vacío.
 - No trabajar con el cable cuando haya gente dentro del radio de peligro (dos veces la extensión del cable más la longitud de la carga)
 - Correcto engrase, mantenimiento y uso del cable. Vigilar la aparición de deshilachados u otros daños.
 - Si se apila la madera, la altura de las pilas no debe superar un metro si va a haber posterior manipulación por operarios, o los dos metros en el caso de utilizar máquinas.

MADEREO, SACA O DESEMBOSQUE: PROCEDIMIENTOS GENERALES



Según el Código Modelo de Prácticas de Aprovechamiento Forestal de FAO,

“La **saca** es el proceso de transporte de árboles o rollizos desde la zona de corta hasta una zona de acopio o un apartadero en la carretera, donde serán convertidos en trozas o apilados junto con otros árboles para su transporte a la fábrica de elaboración o hacia otro destino final”.

(Dykstra, D & Heinrich, R. 1996).

1. Se aplicarán los Procedimientos Generales de Trabajo en Operaciones de Cosecha Forestal.
2. Para cada operación de saca se seleccionarán método, máquinas y/o herramientas que más se adapten a las características del terreno, procurando un equilibrio entre las consideraciones ambientales, sociales y económicas.
3. No se realizará madereo terrestre en pendientes superiores al 35% ya que no se puede hacer de forma segura y sin dañar al ambiente.
4. Se dará preferencia a la saca suspendida frente a la de arrastre, siendo obligatoria su utilización en zonas de amortiguación y de protección, salvo en situaciones debidamente justificadas.
5. Los equipos con carga no transitarán por caminos primarios y secundarios. En caso de ser esto necesario, se protegerán adecuadamente las vías de drenaje.

-
6. Se diseñarán las vías de saca de manera de minimizar los daños al suelo, los recursos hídricos y la masa remanente.
 7. Se dará preferencia a la utilización de vías de saca sin realizar movimientos de suelo.
 8. Se limitarán las vías de saca a un máximo 30% de la superficie cosechada.
 9. En zonas de protección se evitará el madereo terrestre a una distancia menor de 2 veces la altura potencial de los árboles a la edad de rotación, salvo en situaciones debidamente justificadas y tomando las medidas necesarias para disminuir los impactos negativos.
 10. No se usarán cursos de agua temporarios como vías de saca.
 11. Las zonas de cruce de cauces permanentes y temporarios se acondicionarán con trozas u otros materiales que permitan su fácil retirada una vez terminada la cosecha y que evite daños ambientales.
 12. No se apilará por encima de 1 m de altura si la madera va a ser movida de forma manual, ni se sobrepasará los límites de seguridad si se realiza mecánicamente.
 13. Una vez terminada la cosecha, se desactivarán las vías de saca y el tránsito en los caminos temporarios será cerrado o restringido.

MADEREO, SACA O DESEMBOSQUE: PROCEDIMIENTOS ESPECIFICOS

SACA MANUAL Y APILADO

1. Se evitará la saca y el apilado manuales. En caso de ser éstos necesario el peso a levantar o acarrear, no superará 50 kg por persona en forma ocasional y 35 kg por persona en forma frecuente, en trabajadores de sexo masculino. En menores de edad y mujeres, la carga no podrán exceder 10 kg por persona de carga en forma frecuente y 15 kg por persona en forma ocasional.
2. Se usarán dispositivos auxiliares que minimicen el esfuerzo físico directo (garfios, ganchos, palancas o similares).
3. Se utilizarán técnicas adecuadas de levantamiento de pesos.

ANIMALES

1. Se utilizarán animales cuando la distancia de saca no supere los 200 metros y la pendiente sea menor de 30 % en arrastre cuesta abajo y de 15 % cuesta arriba.
2. Se utilizarán arneses y se tomarán las medidas necesarias para proteger a los animales de posibles heridas.
3. Las personas que guíen a los animales deberán ir preferentemente a su lado o detrás de la carga. Asimismo, deberá guardarse una distancia de seguridad de tres metros, entre la carga y el animal.
4. En el caso de saca por arrastre, se favorecerá el uso de palas de arrastre y trineos para disminuir los daños al suelo y aumentar la capacidad de tracción.

TRACTOR AGRICOLA “MODIFICADO PARA OPERACIONES FORESTALES”

1. Se aplicarán los Procedimientos Generales de Trabajo con Maquinaria Forestal.
2. Se utilizarán tractores agrícolas sólo cuando la pendiente no supere el 25 % en arrastre cuesta abajo y cuando no sea mayor de 15 % en arrastre cuesta arriba.
3. Se favorecerá la adaptación de los tractores agrícolas a las funciones de saca en el bosque, aumentando su seguridad
4. Se utilizarán técnicas adecuadas de trabajo para saca suspendida y para saca por arrastre.

FORWARDER O AUTOCARGADOR

1. Se aplicarán los Procedimientos Generales de Trabajo con Maquinaria Forestal.
2. Podrán utilizarse cuando la pendiente no supere el 35 % en arrastre cuesta abajo y cuando no sea mayor a 25 % cuesta arriba.
3. En las grúas deberán figurar claramente indicados la carga máxima y el alcance, así como la distancia de seguridad para operaciones manuales.
4. Se mantendrán las distancias de seguridad en la proximidad de líneas eléctricas, 15 metros para torres de alta tensión y 9 m para baja tensión.
5. Se utilizarán técnicas adecuadas de trabajo para saca suspendida.

SKIDDER O TRACTOR FORESTAL ARRASTRADOR

1. Se aplicarán los Procedimientos Generales de Trabajo con Maquinaria Forestal.
2. No se utilizarán en zonas sensibles, ni cuando la pendiente no supere el 35 % en arrastre cuesta abajo y sea no mayor a 25 % en arrastre cuesta arriba.
3. Se utilizarán cables con un factor de seguridad de por lo menos tres veces la capacidad de tracción del cabrestante, homologados y con cargas de rotura certificada.

-
4. Se utilizarán técnicas adecuadas de trabajo para saca por arrastre.

SELECCIÓN DE MAQUINARIA DE SACA EN FUNCION DE CONDICIONES FISIOGRRÁFICAS

Tabla VII: Condiciones de utilización de tractores de saca (Fuente: adaptado de Sundberg&Silversides, 1989)

Condiciones fisiográficas				Tipo de tractor de desembosque			
Pendiente	Escabrosidad	Adherencia	Sentido de saca	Agrícola	Arrastrador de orugas	Autocargador forestal	Tractor de arrastre de ruedas
0-10%	Baja	Buena	Indiferente	**	**	**	**
		Mala		**	**	**	**
	Alta	Buena		-	*	**	**
		Mala		-	*	**	*
10-50%	Baja	Buena	Hacia arriba	**<15%	**<35%	**<25%	**<25%
			Hacia abajo	**<25%	**	**<45%	**<35%
		Mala	Hacia arriba	-	**<25%	*	*<20%
			Hacia abajo	-	**	*<45%	**<35%
	Alta	Buena	Hacia arriba	*<25%	*<35%	*<25%	*<25%
			Hacia abajo	-	*	**<45%	**<35%
		Mala	Hacia arriba	*<25%	*<25%	-	*<20%
			Hacia abajo	-	*	*<45%	**<35%
>50%	Baja	Buena	Hacia arriba	-	-	-	-
			Hacia abajo	-	*<60%	*<60%	*<60%
		Mala	Hacia arriba	-	-	-	-
			Hacia abajo	-	*<60%	*<60%	**<60%
	Alta	Buena	Hacia arriba	-	-	-	-
			Hacia abajo	-	*<60%	*<60%	*<60%
		Mala	Hacia arriba	-	-	-	-
			Hacia abajo	-	*<60%	*<60%	**<60%

Clave de símbolos empleados: ** Condiciones óptimas de utilización; * Condiciones de utilización con dificultades; - No es aconsejable su utilización