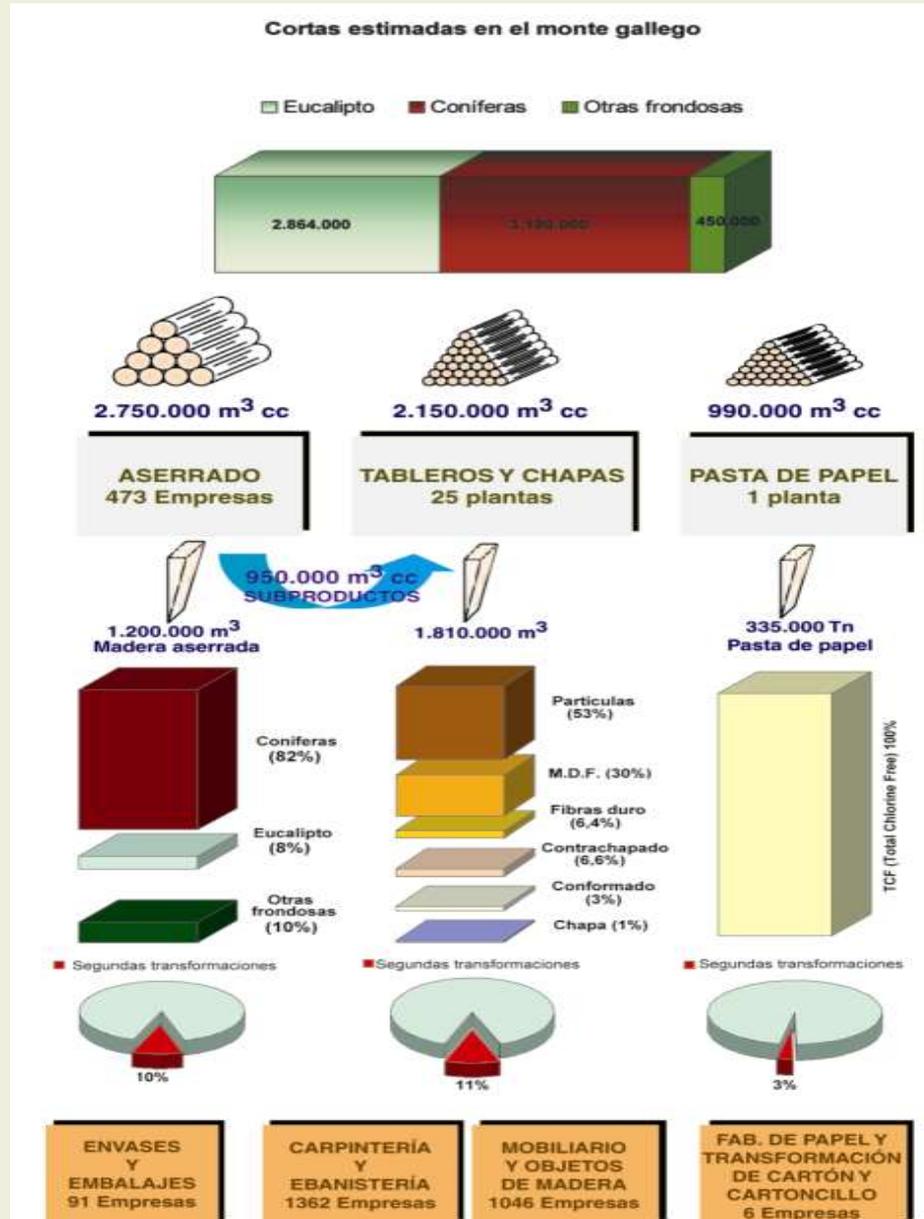


Gestión y Mecanización de la Biomasa Forestal Primaria. Experiencias en Galicia.

Xosé Francisco Pedras Saavedra
Director CIS Madeira
Lugo, 9 de mayo de 2009



LA INDUSTRIA DE TRANSFORMACIÓN DE LA MADERA EN GALICIA

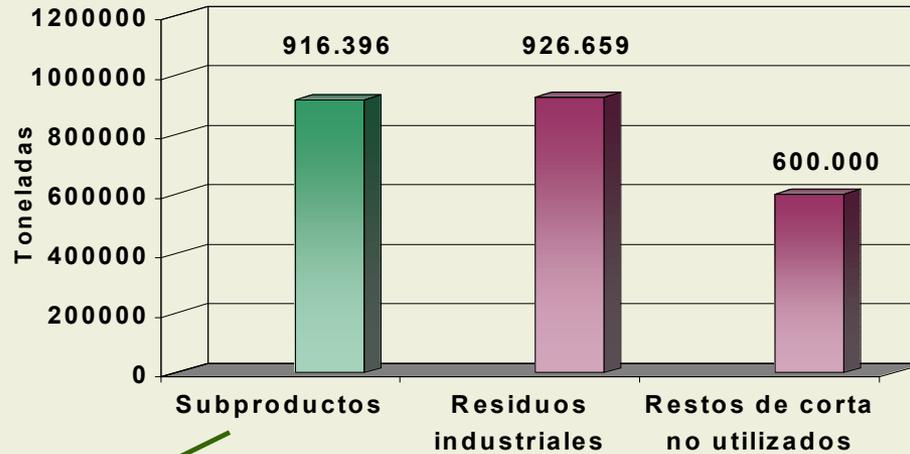


DESTINO DE LA FITOMASA FORESTAL PRODUCIDA EN LA CADENA MONTE-INDUSTRIA Y MADERA RECICLADA

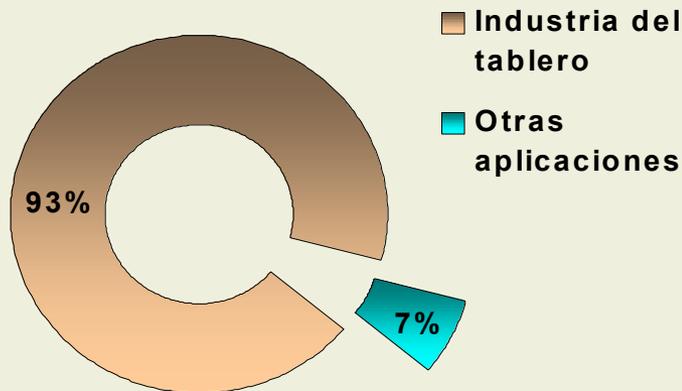
CLASIFICACIÓN	MATERIAL	DESTINO
<p>RESIDUOS</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • RESTOS DE CORTA • CORTEZAS • SERRINES ROJOS • VIRUTAS ROJAS • RECORTES TABLERO • POLVO LIJADO 	<ul style="list-style-type: none"> • SIN APROVECHAMIENTO • COMBUSTIBLE • ENMIENDAS ORGÁNICAS
<p>SUBPRODUCTOS</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • RECORTES DE MADERA • SERRINES BLANCOS • VIRUTAS BLANCAS • ASTILLA • COSTEROY LEÑAS • MADERA RECICLADA 	<ul style="list-style-type: none"> • INDUSTRIA DEL TABLERO • GRANJAS

APLICACIONES DE LOS SUBPRODUCTOS Y RESIDUOS GENERADOS EN LA CADENA MONTE-INDUSTRIA Y MADERA RECICLADA EN GALICIA

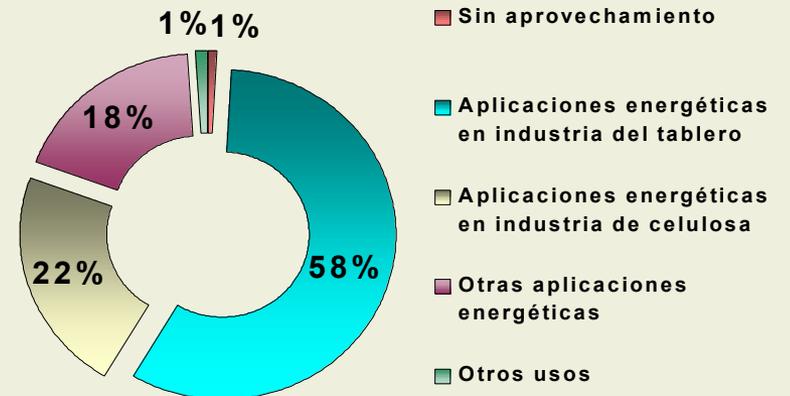
Producción de subproductos y residuos en Galicia



Aplicación de los subproductos producidos en Galicia



Aplicación de los residuos industriales producidos en Galicia



CUANTIFICACIÓN Y MODELIZACIÓN DE LA BIOMASA ARBÓREA



1- Selección de parcelas de muestreo, y apeo de los árboles seleccionados.



2- Fraccionamiento y pesado de la biomasa arbórea.



Ecuaciones ajustadas para la estimación de la biomasa de las distintas fracciones arbóreas

P. pinaster

Fracción	Ecuación	R ²	Fracción	Ecuación	R ²
Madera	$W = 0,00258399 \cdot d^{1,734} \cdot h^{1,851}$	0,88	Ramas finas	$W = 0,040929 \cdot d^{2,766} \cdot h^{-1,236}$	0,77
Corteza	$W = 0,00792497 \cdot d^{2,095} \cdot h^{0,446}$	0,92	Ramillos	$W = 0,00219693 \cdot d^{2,116}$	0,51
Ramas gruesas	$W = -0,02399 \cdot d^2 \cdot h$	0,74	Acículas	$W = 0,00501024 \cdot d^{2,383}$	0,81

E. globulus

Fracción	Ecuación	R ²	Fracción	Ecuación	R ²
Madera	$W = 0,0062 \cdot d^{2,35} \cdot h^{1,001}$	0,97	Ramillos	$W = 0,0451 \cdot d^{3,08} \cdot G^{-1,59}$	0,76
Corteza	$W = 0,0093 \cdot d^{2,46}$	0,71	Hojas	$W = 0,0043 \cdot d^{3,69} \cdot G^{-1,22}$	0,75
Ramas gruesas	$W = 0,0076 \cdot d^{3,39} \cdot G^{-0,83}$	0,70	Brotos (d= 5 cm)	$W = 0,2536 \cdot d^{2,4579}$	0,99
Ramas finas	$W = 0,0264 \cdot d^{2,63} \cdot G^{-0,81}$	0,85			

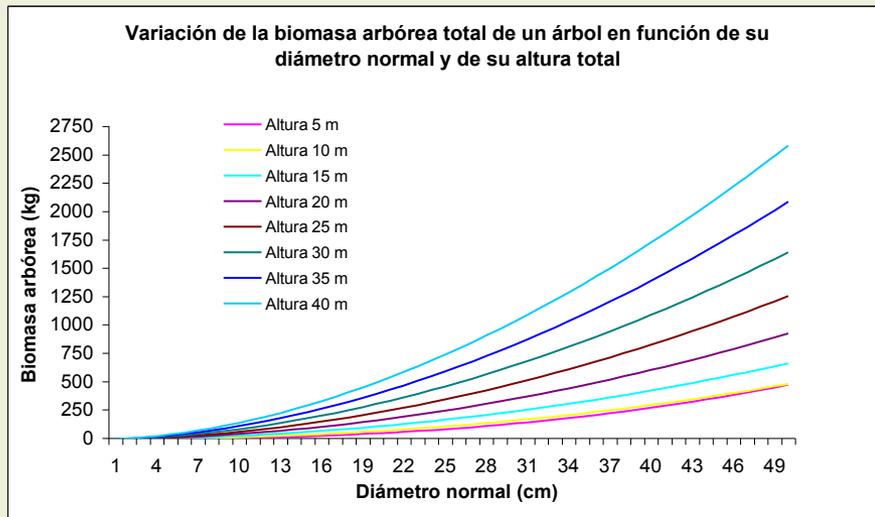
W: peso seco (kg); d: diámetro normal (cm); h: altura total (m); G: área basimétrica (m²/ha)



3- Ajuste de relaciones matemáticas de estimación de biomasa arbórea en función del tipo de árbol y masa.

MODELIZACIÓN DE LA BIOMASA ARBÓREA

Representación gráfica a partir de las ecuaciones ajustadas



Posible aplicación de las ecuaciones de biomasa a las cortas anuales

Hipótesis 1. Aprovechamiento forestal hasta 5 cms con corteza en punta delgada.

Cantidad generada de estos de corta: 710.000 t

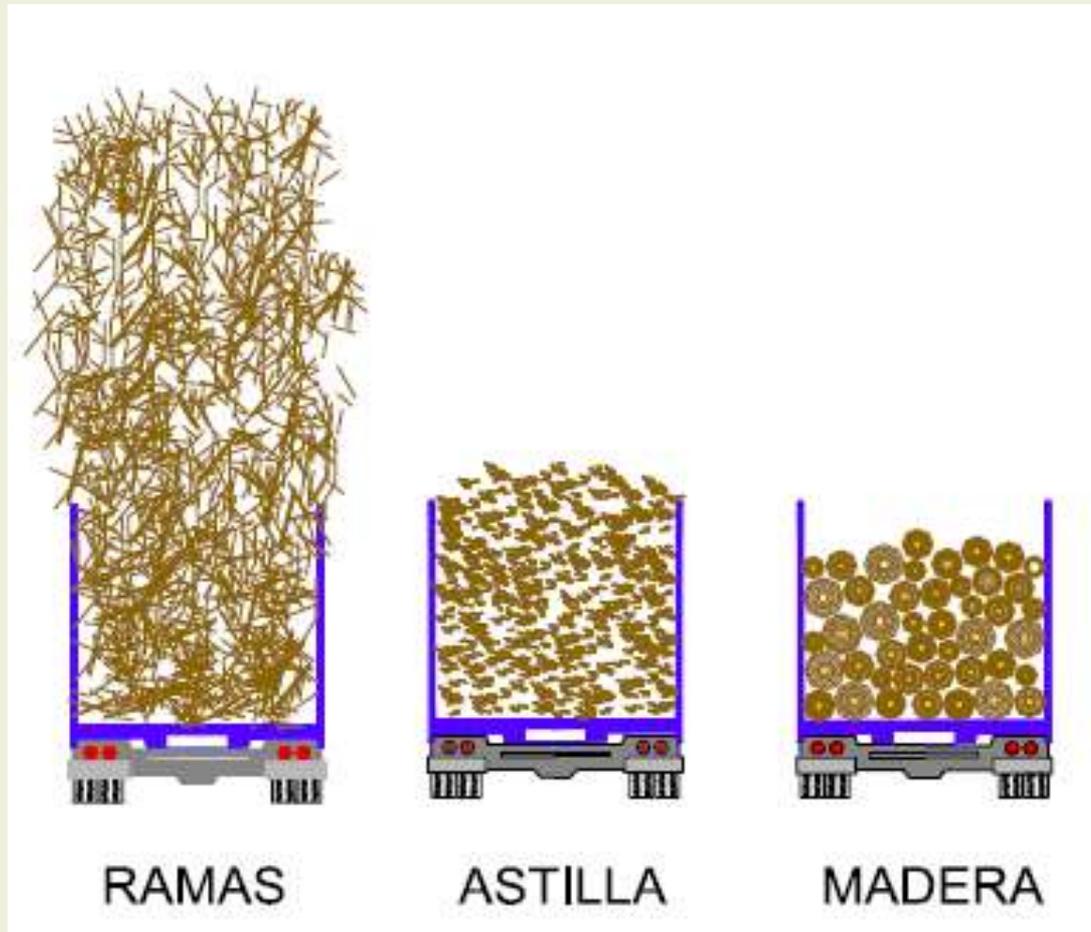
Hipótesis 2. Aprovechamiento forestal hasta 7 cms con corteza en punta delgada.

Cantidad generada de estos de corta: 1.100.000 t



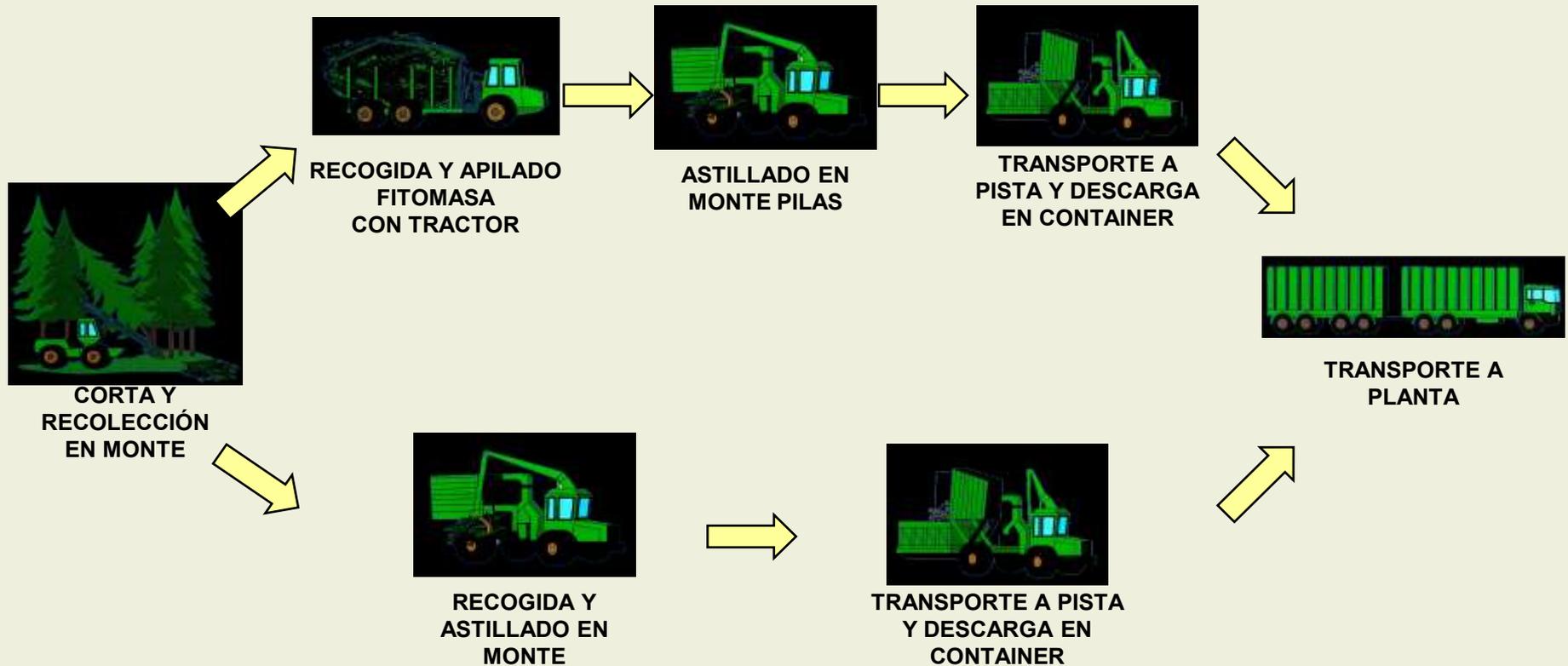
EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE RECOGIDA

SISTEMAS DE RECOGIDA Y TRATAMIENTO DE LA FITOMASA FORESTAL



SISTEMAS DE RECOGIDA Y TRATAMIENTO DE LA FITOMASA FORESTAL

ASTILLADO



SISTEMAS DE RECOGIDA Y TRATAMIENTO DE LA FITOMASA FORESTAL

COMPACTADO



**CORTA Y
RECOLECCIÓN
EN MONTE**



**RECOGIDA Y APILADO
FITOMASA
CON TRACTOR**



COMPACTADO



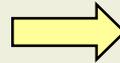
**TRANSPORTE A
PLANTA**



**RECOLECCIÓN Y
COMPACTADO EN MONTE**



**TRANSPORTE A PISTA
CON TRACTOR**



PREPARACIÓN DE LOS RESTOS DE CORTA SITUACIONES DE PARTIDA

SITUACIÓN 1 : Restos de corta dispersos.



SITUACIÓN 2: Restos de corta agrupados en pequeños montones.



SITUACIÓN 3: Restos de corta agrupados a pie de pista en montones.



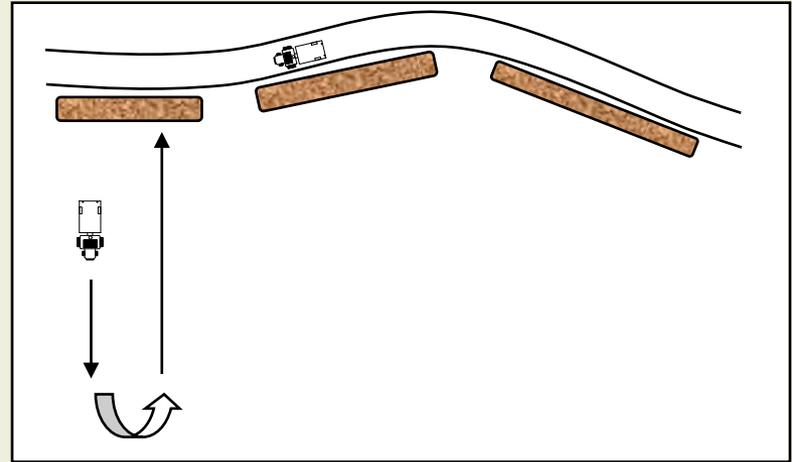
SITUACIÓN 3 - RECOGIDA Y APILADO RESTOS DE CORTA



1- Recogida de los restos esparcidos con tractor forestal.



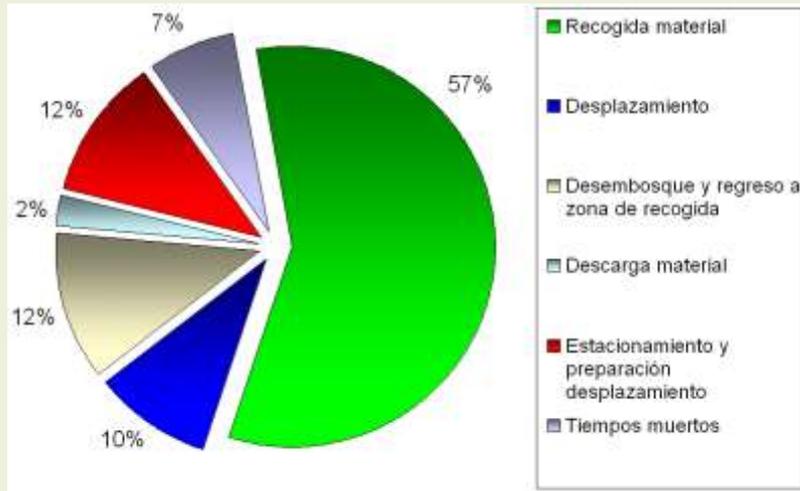
2- Descarga del material en las pilas.



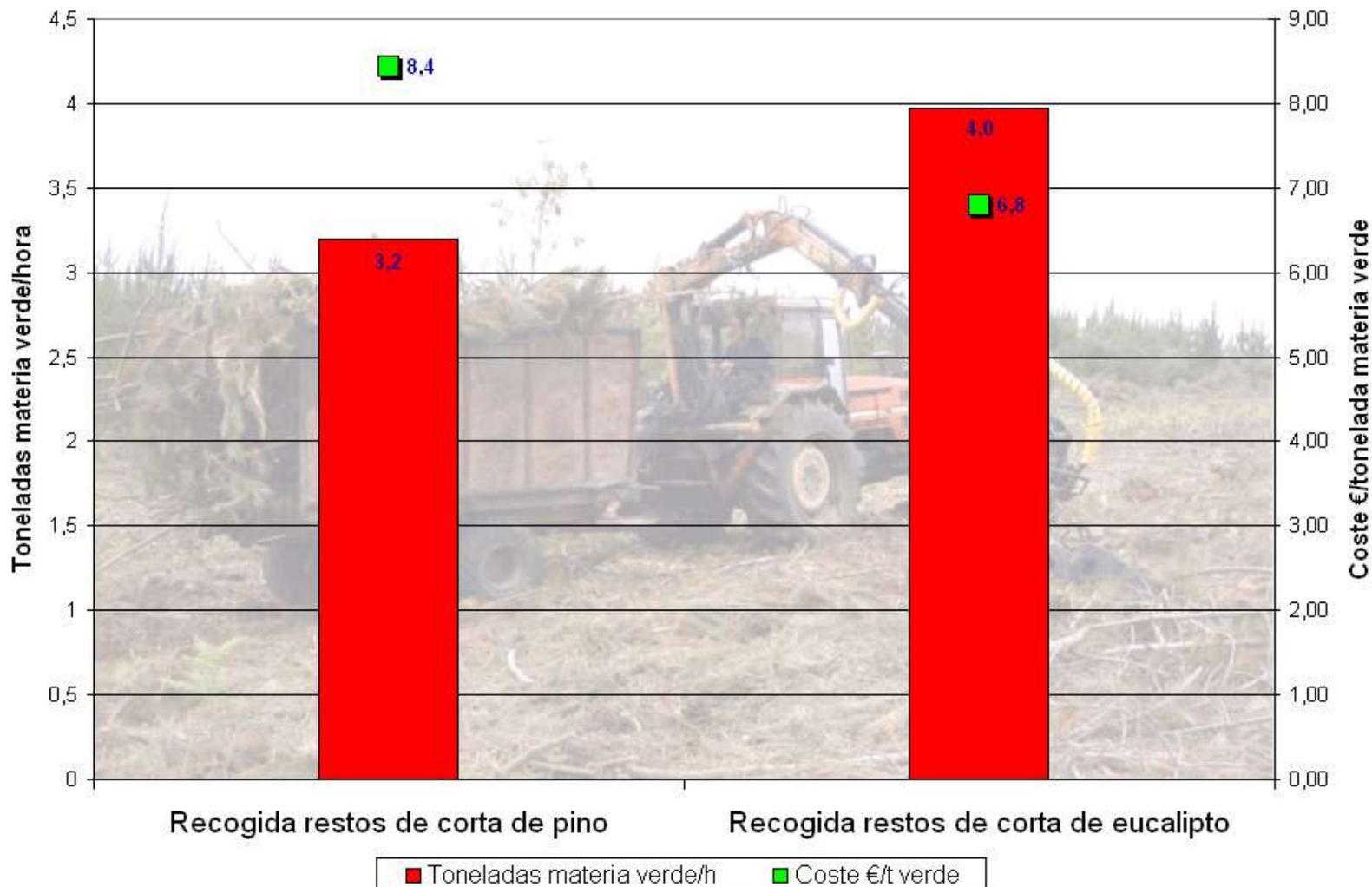
3- Regreso a la zona de recogida.

PRUEBAS RECOGIDA Y APILADO RESTOS DE CORTA

Distribución de tiempos

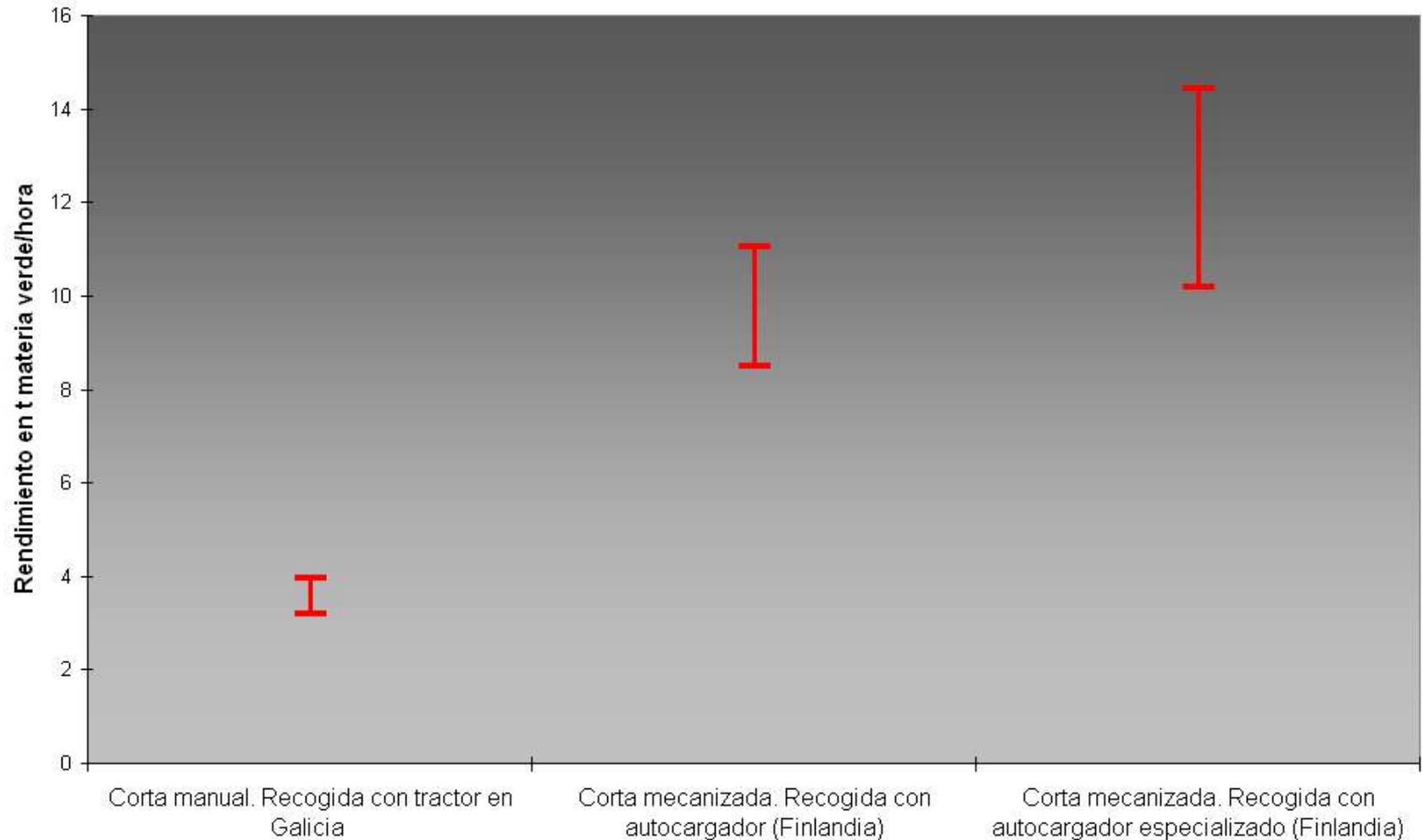


RESULTADOS PRUEBAS DE RECOGIDA Y APILADO RESTOS DE CORTA





INFLUENCIA DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO EN EL RENDIMIENTO DE RECOGIDA Y APILADO CON TRACTOR O AUTOCARGADOR FORESTAL



'Fuente datos Finlandia: "Logging residue as a source of energy in Finland". Pentti Hakkila and Juha Nurmi. Vantaa Research Centre, Finnish Forest Research Institute.

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

Modelo astillador: BRUKS 803 CT

Motor independiente 415 CV, diámetro rotor 800 mm con dos cuchillas entrada con cadenas motorizadas y rodillo presor dentado.

Volumen depósito de astilla: 20 m³

Autocargador: VALMET 892

6 ruedas; potencia 207 CV



1- Alimentación del material.



2- Traslado astilla al contenedor.



3- Descarga astilla sobre contenedor.

PRUEBAS ASTILLADO CON EQUIPO CHIPHARVESTER

– Astillado de restos de corta de pino
(*Pinus pinaster*)

- Astillado – Situación 3
- Astillado – Situación 2



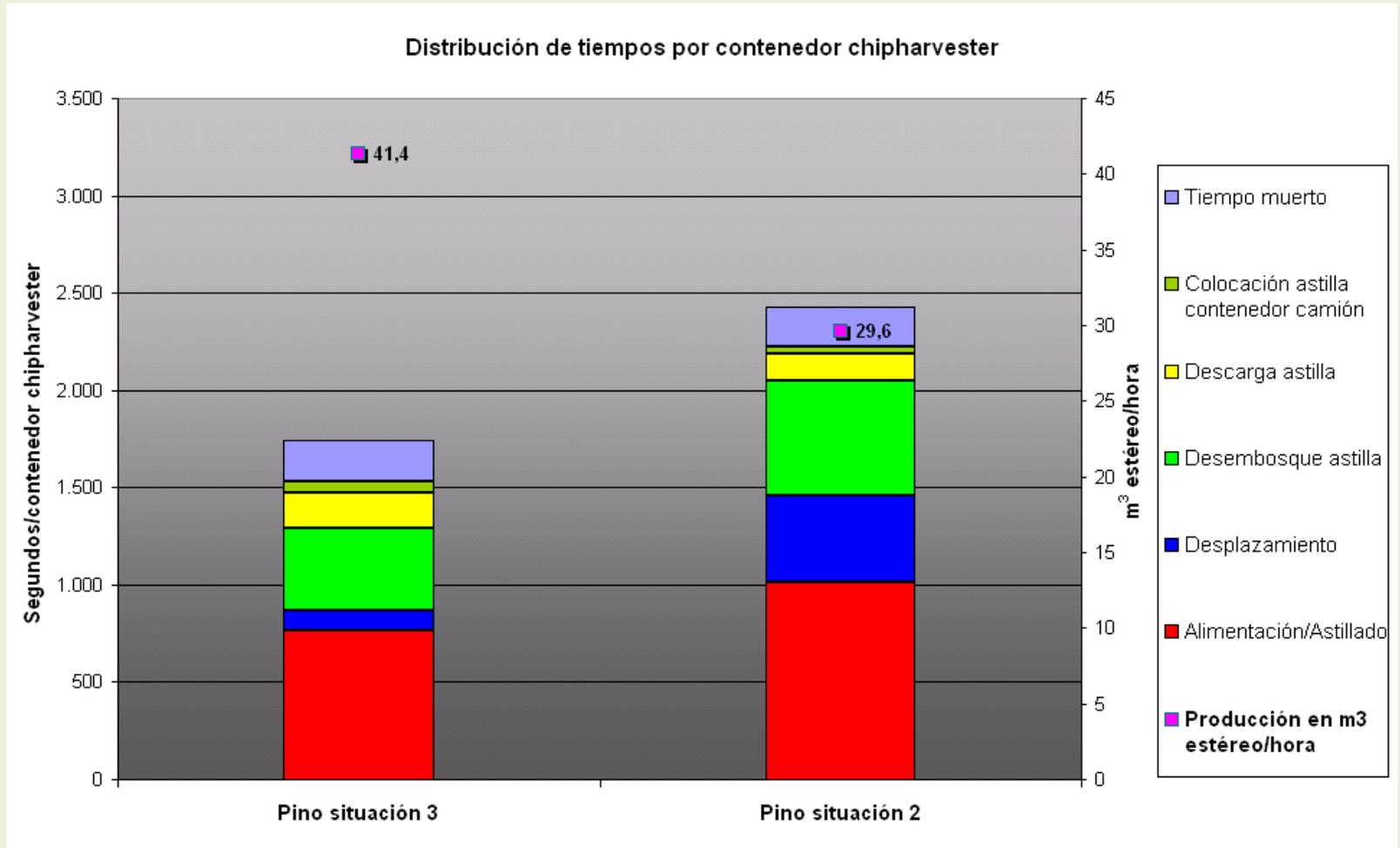
PRUEBAS ASTILLADO CON EQUIPO CHIPHARVESTER

– Astillado de restos de corta de eucalipto
(*Eucalyptus globulus*)

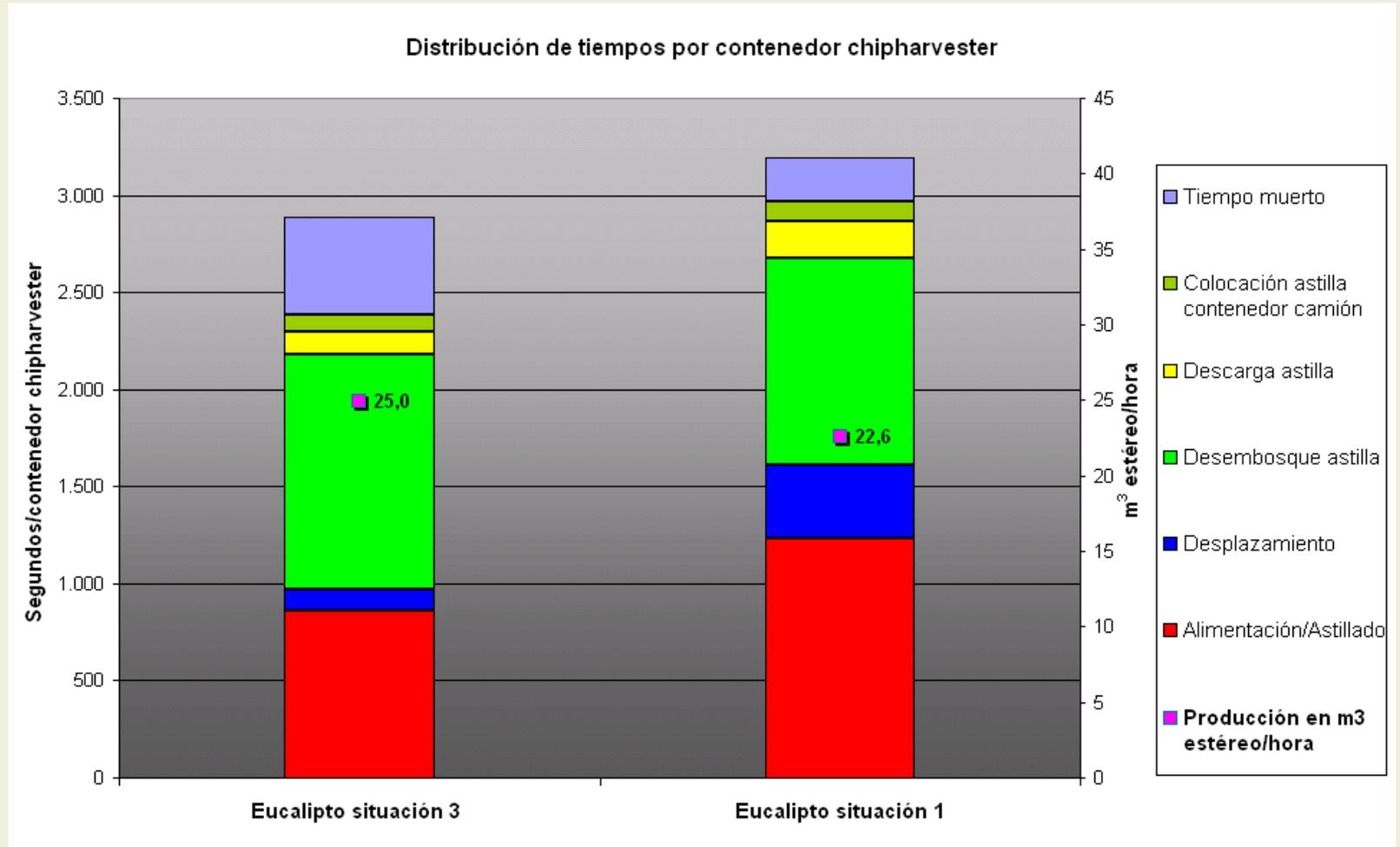
- Astillado – Situación 3
- Astillado – Situación 1



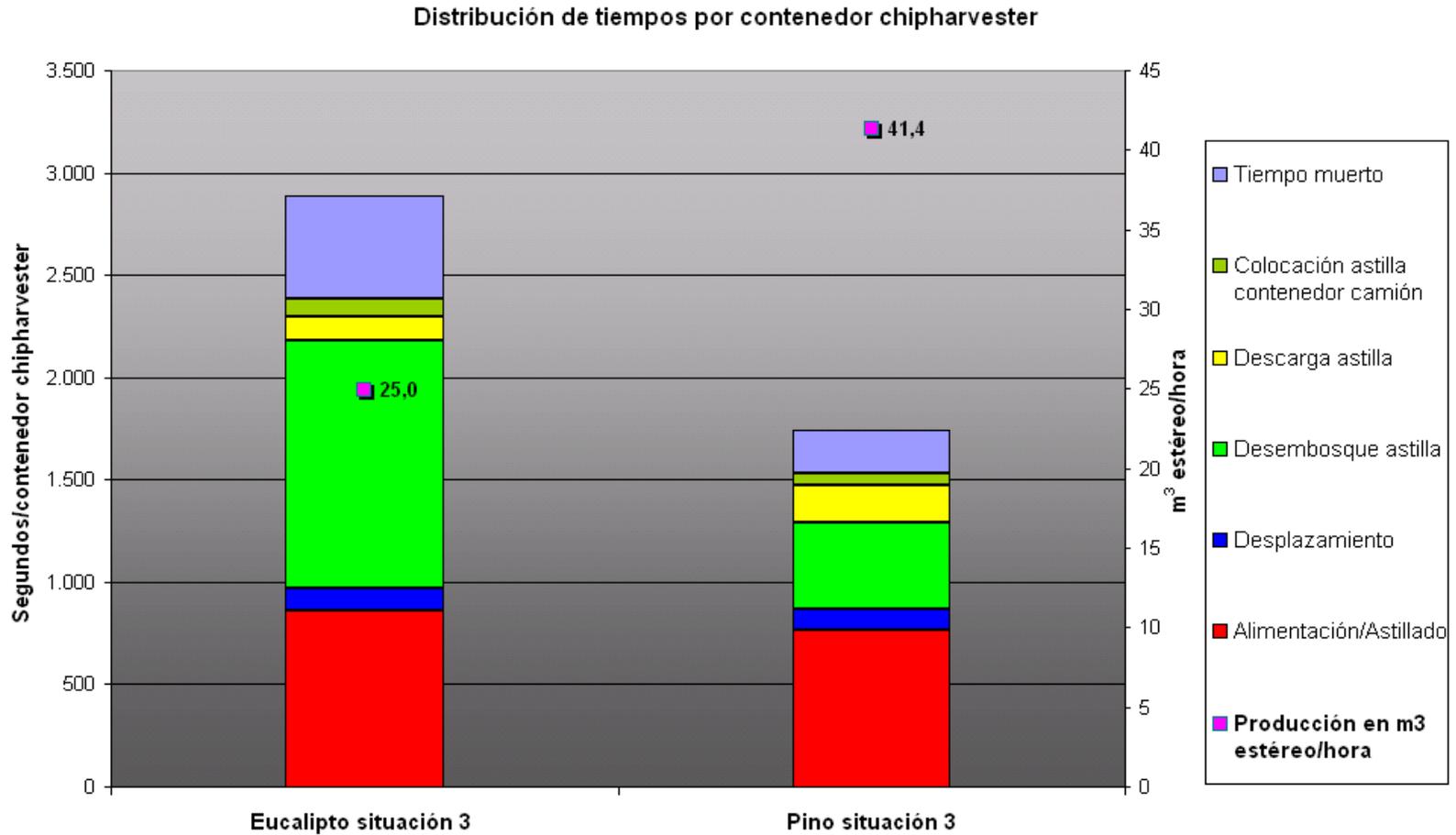
RESULTADOS PRUEBAS



RESULTADOS PRUEBAS



RESULTADOS PRUEBAS



RESULTADOS PRUEBAS

PRODUCCIÓN MÁXIMA EQUIPO

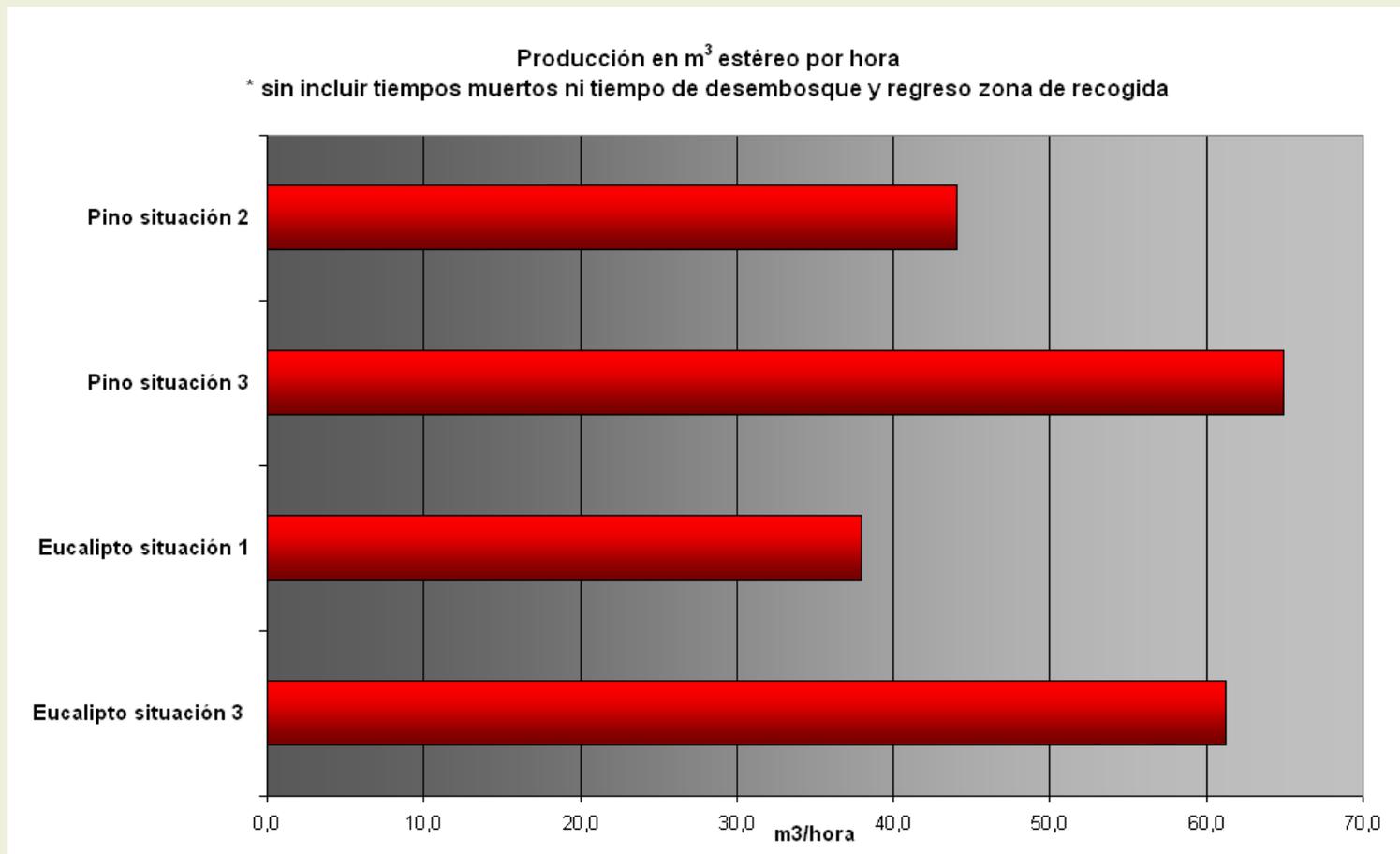
(sin contabilizar el tiempo de desembosque ni tiempos muertos)

PINO

- Astillado en pista: 64,9 m³/h
- Astillado en monte: 44,0 m³/h

EUCALIPTO

- Astillado en pista: 61,3 m³/h
- Astillado en monte: 37,9 m³/h



RESULTADOS PRUEBAS

PRODUCCIÓN MEDIA EQUIPO

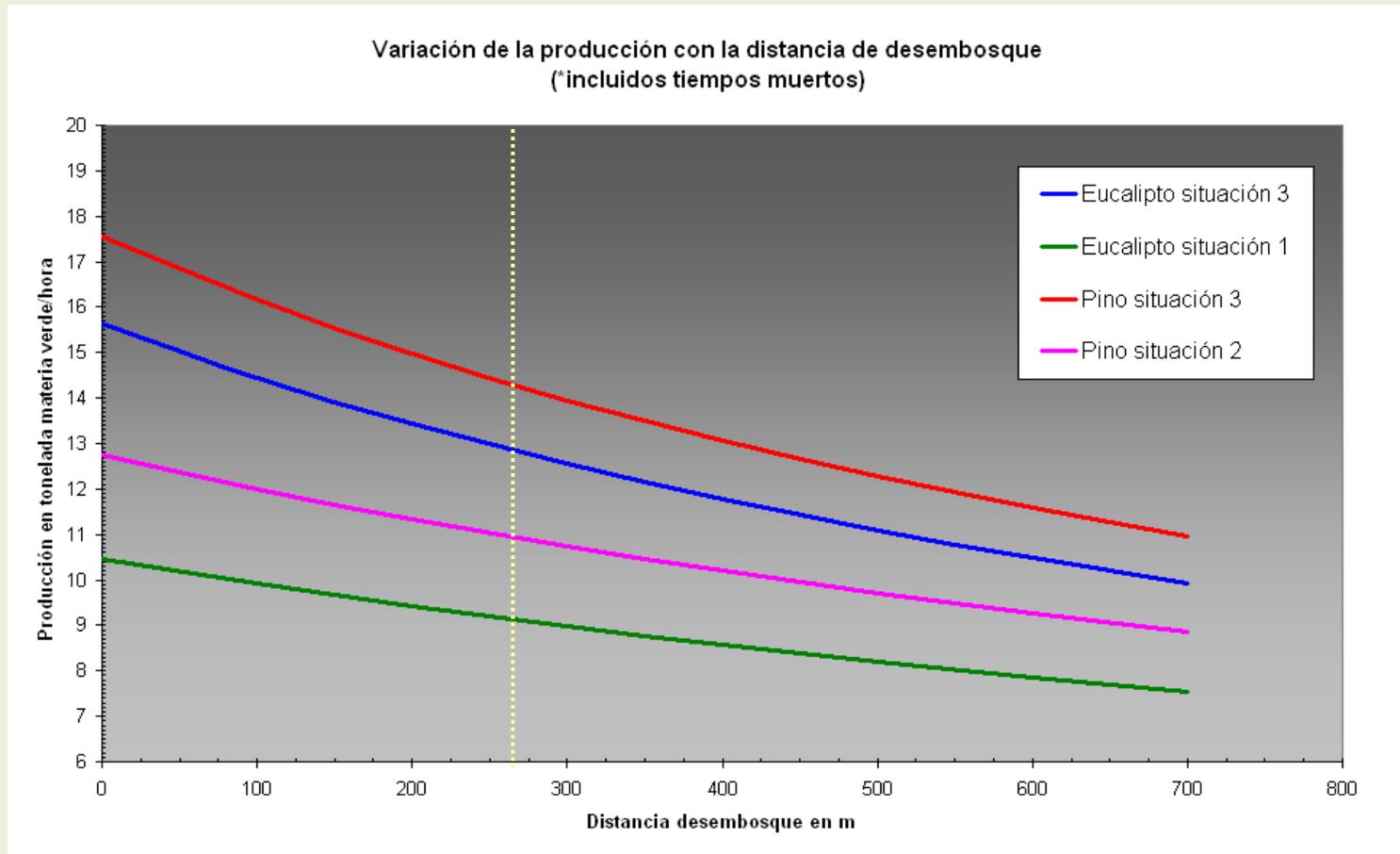
(contabilizando tiempos muertos y una distancia de desembosque de 300 m)

PINO

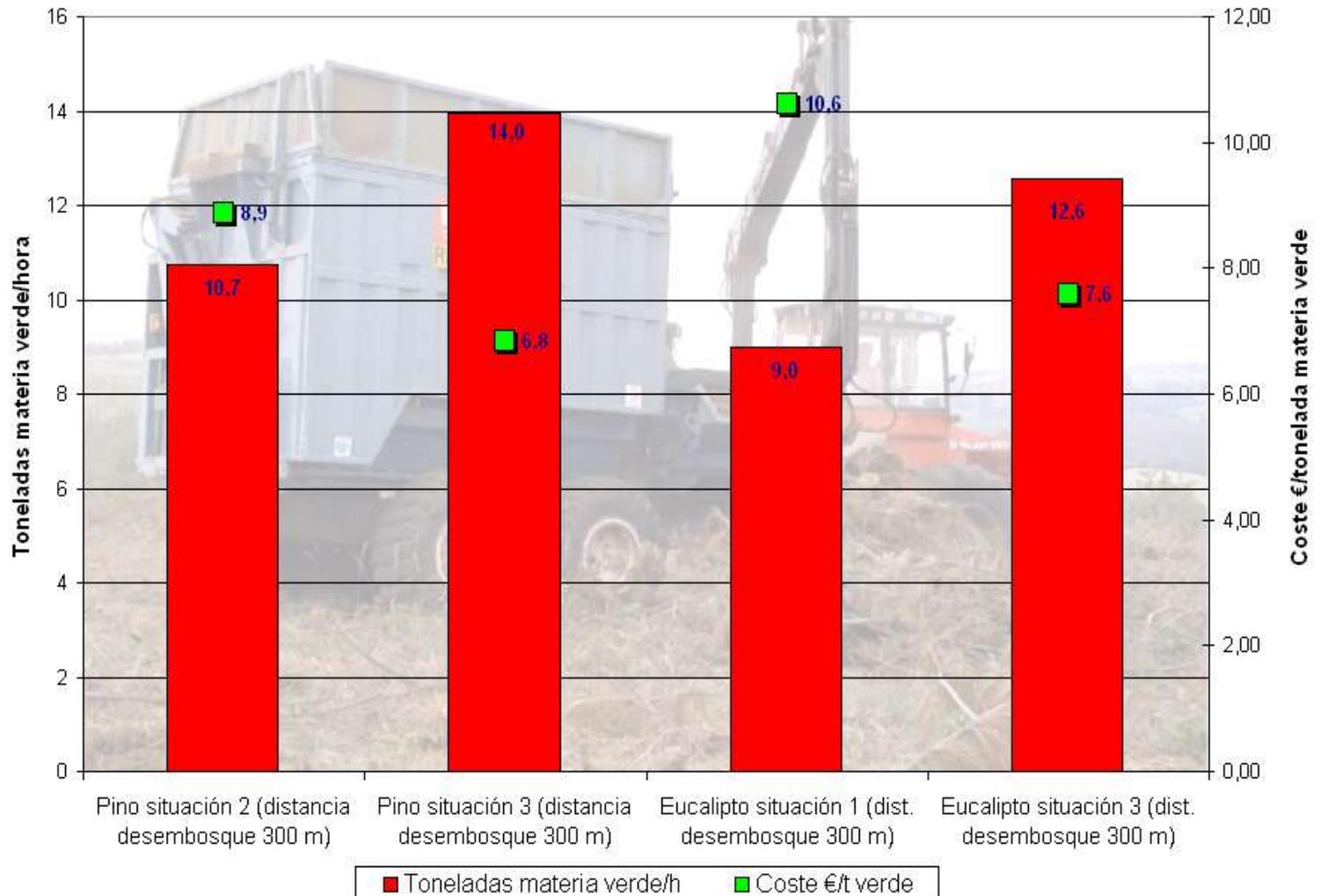
- Astillado en pista: 41,1 m³/h
- Astillado en monte: 31,6 m³/h

EUCALIPTO

- Astillado en pista: 39,6 m³/h
- Astillado en monte: 28,3 m³/h



RESULTADOS PRUEBAS



CARACTERÍSTICAS EQUIPO DE COMPACTADO FIBERPAC

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

PACAS CILÍNDRICAS: diámetro 0,7 m. Longitud ajustable.

VOLUMEN PACA $\approx 1,2 \text{ m}^3$ (longitud 3 m)

CAPACIDAD MÁXIMA: 20-25 balas/h

SISTEMA ATADO: 4 vueltas con hilo cada 50-60 cm.

SISTEMA ALIMENTACIÓN: mesa de entrada con rodillo dentado y motorizado.

Autocargador: TIMBERJACK 1210 B

8 ruedas; Potencia 127 kW



1- Alimentación del material.



2- Compactado y atado paca.



3- Corte de la paca a la longitud deseada.

PRUEBAS COMPACTADO CON EQUIPO FIBERPAC

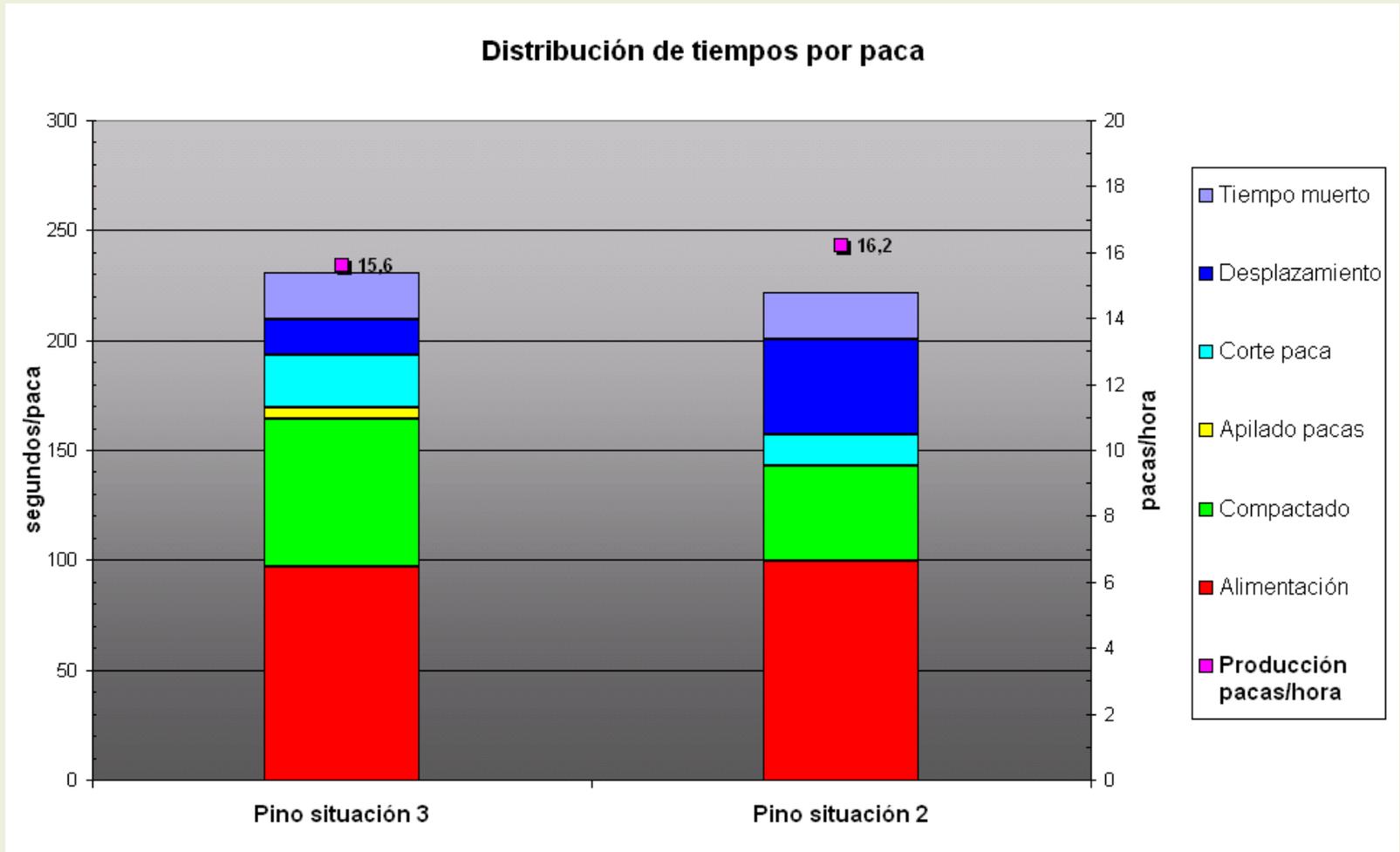
PRUEBAS REALIZADAS

– Compactado de restos de corta de pino
(*Pinus pinaster*)

- Compactado – Situación 3
- Compactado – Situación 2



RESULTADOS PRUEBAS



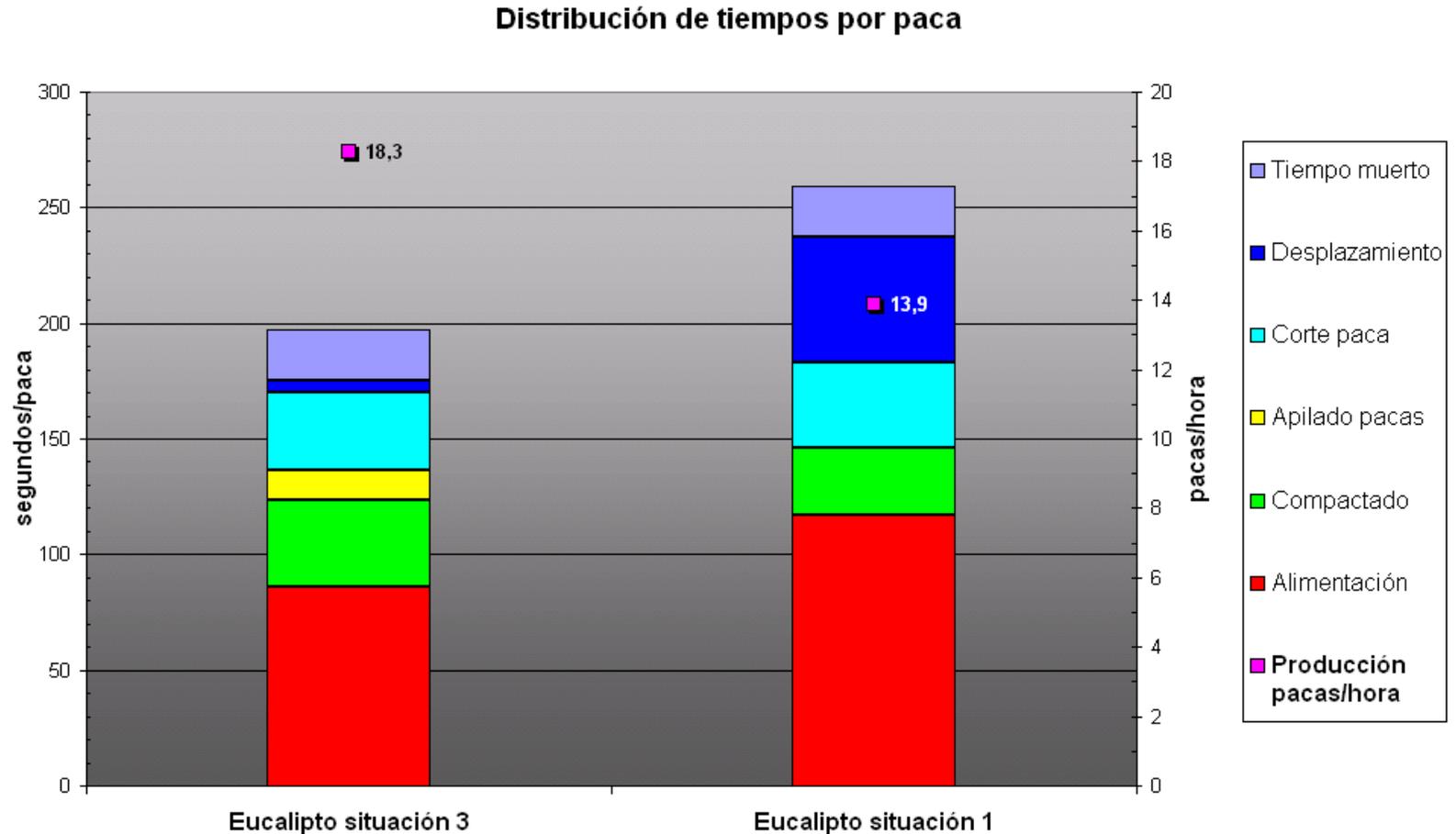
PINO

- Compactado situación 3: 16,2 pacas/h
- Compactado situación 2: 15,6 pacas/h

PESO PACAS MATERIAL VERDE

Pino: 590 kg/paca

RESULTADOS PRUEBAS



EUCALIPTO

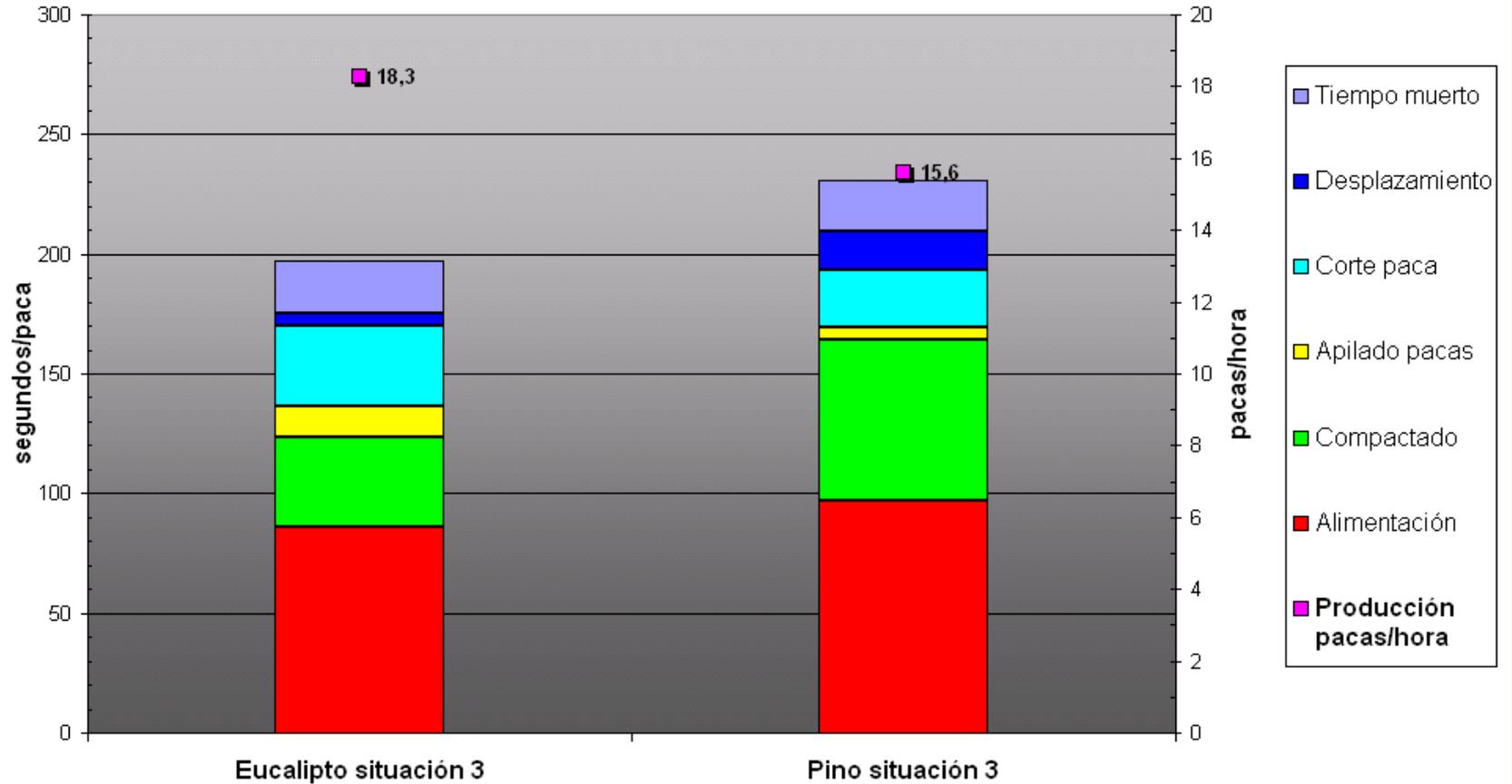
- Compactado situación 3: 18,3 pacas/h
- Compactado situación 1: 13,9 pacas/h

PESO PACAS MATERIAL VERDE

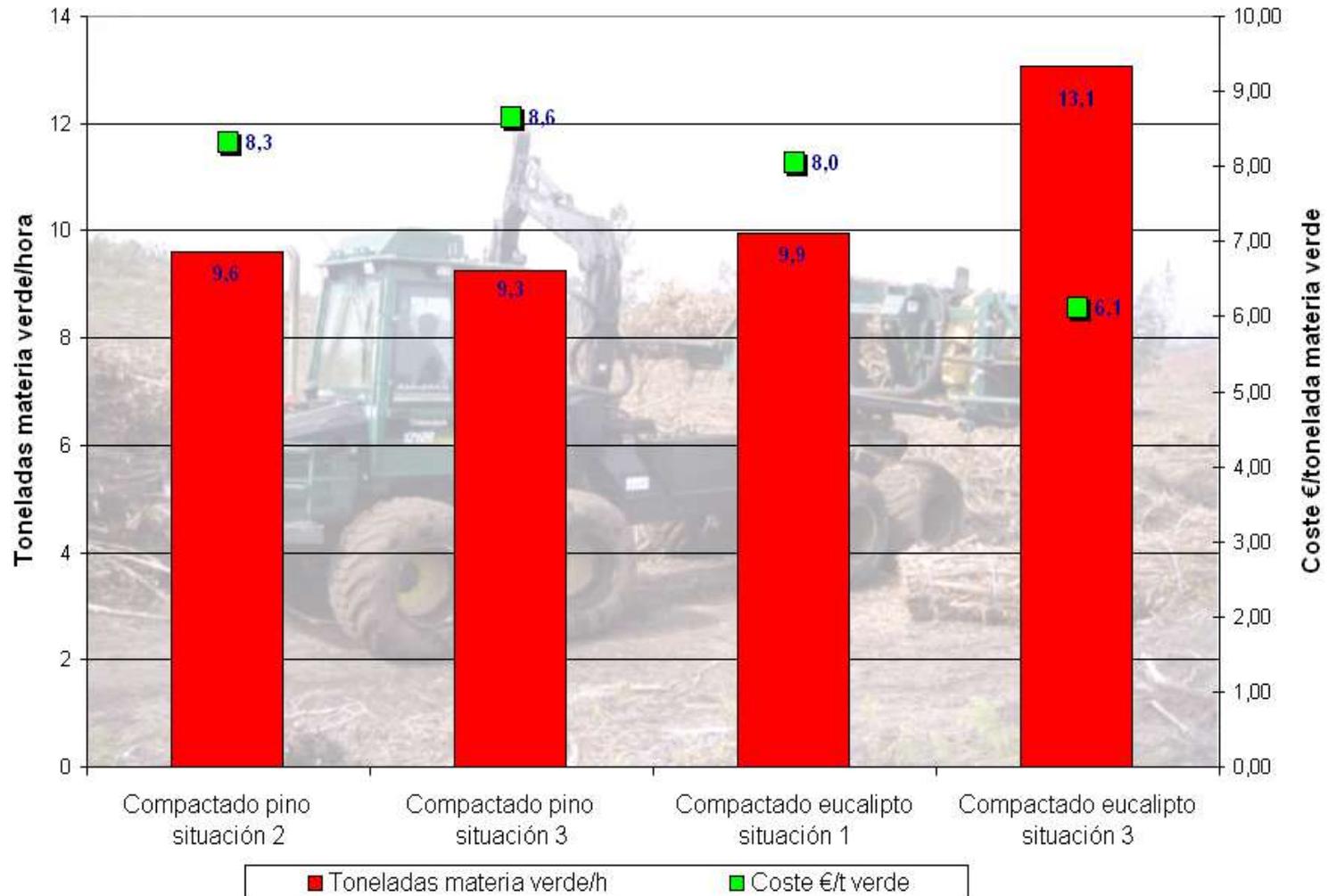
- Eucalypto: 700 kg/paca

RESULTADOS PRUEBAS

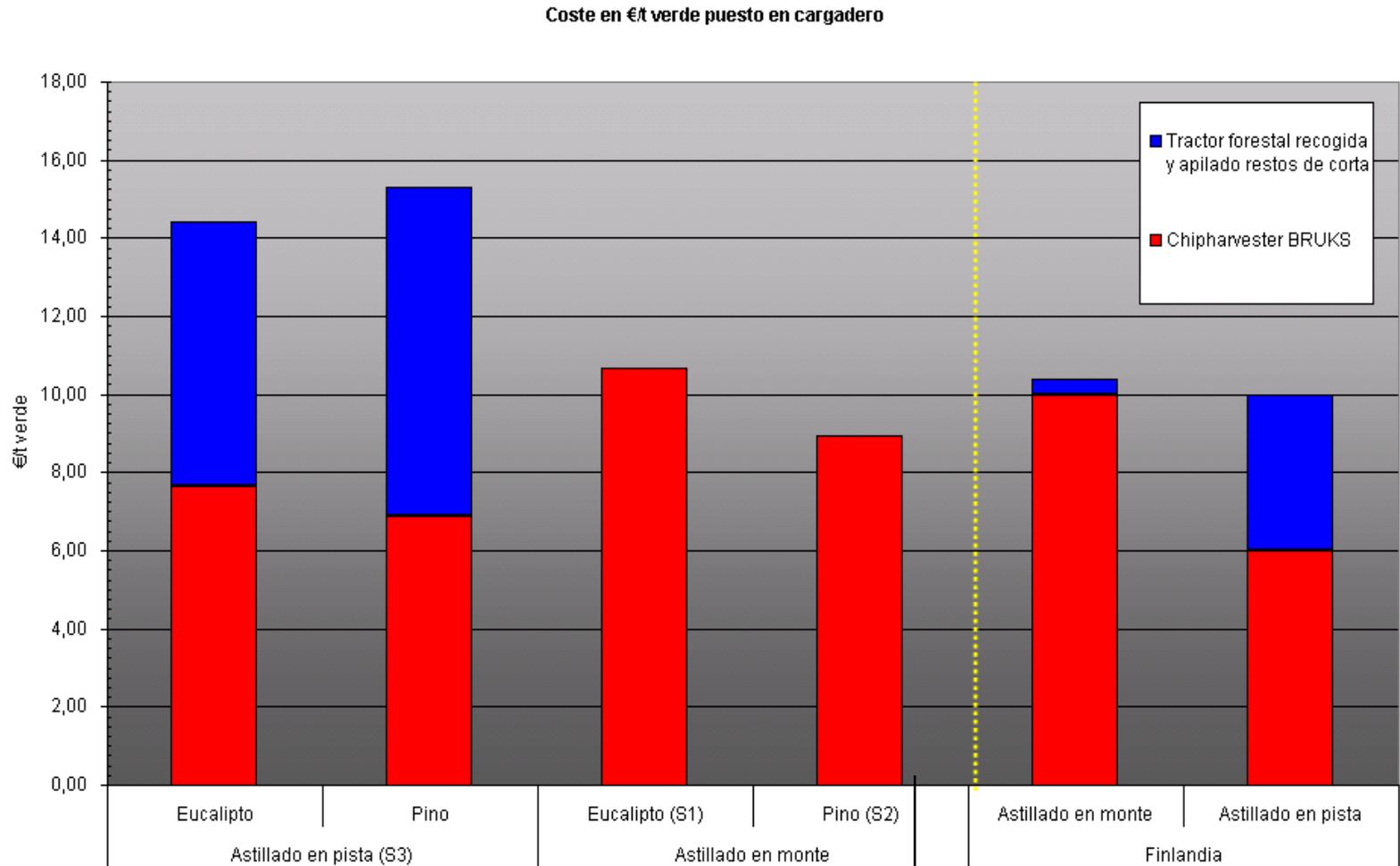
Distribución de tiempos por paca



RESULTADOS PRUEBAS



COMPARACIÓN DE COSTES ASTILLADO

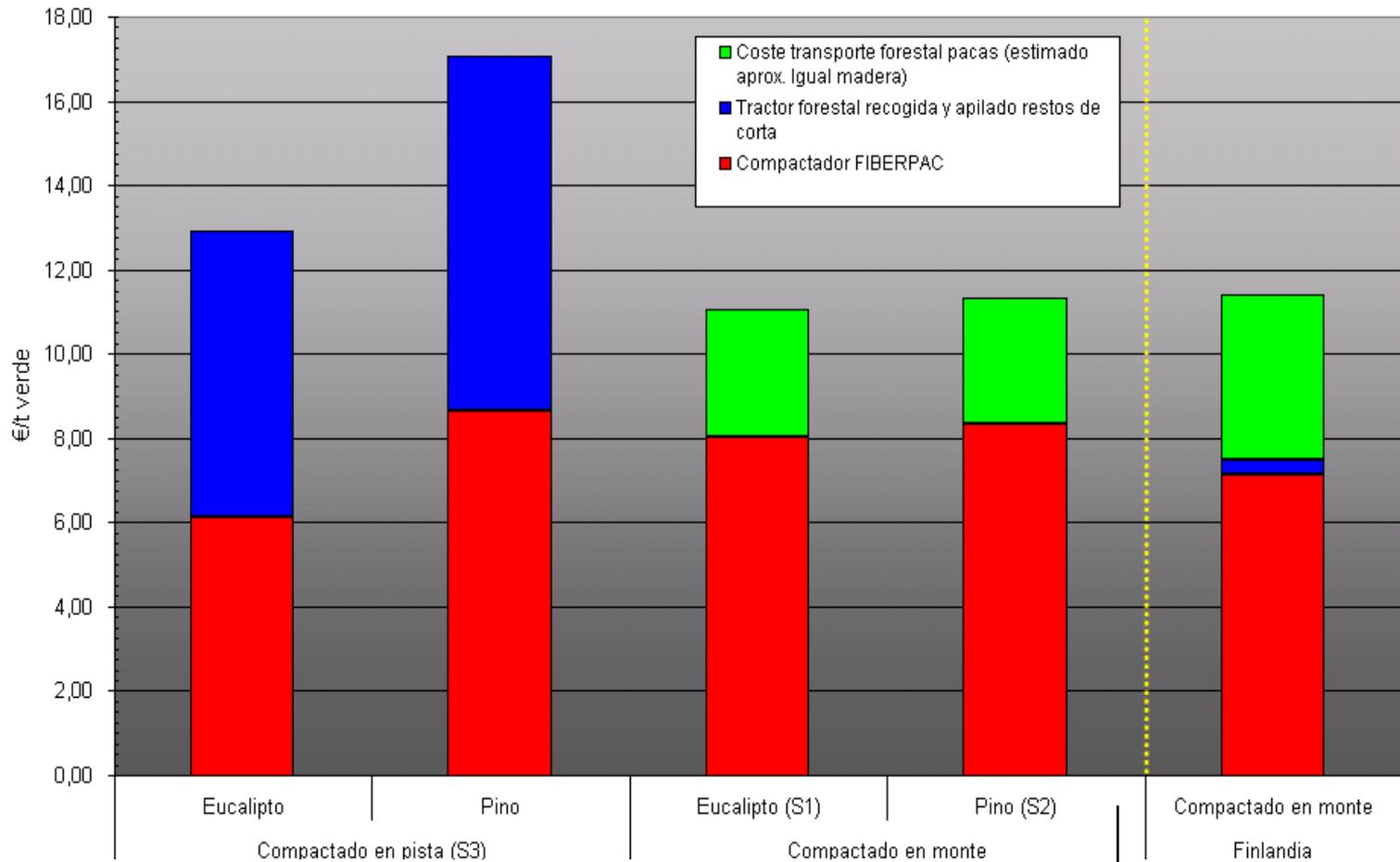


PRUEBAS EN GALICIA

Fuente: OPET – PRODUCTION OF FOREST CHIPS IN FINLAND.

COMPARACIÓN DE COSTES COMPACTADO FIBERPAC

Coste en €/t verde puesto en cargadero



PRUEBAS EN GALICIA

**Fuente: OPET –
PRODUCTION OF FOREST
CHIPS IN FINLAND.**



RESUMEN DE COSTES DE PUESTA DE BIOMASA FORESTAL RESIDUAL EN PLANTA

	CHIPHARVESTER	FIBERPAC
RECOGIDA	(10,9 – 13,0)	(12 – 15)
TRANSPORTE A PLANTA (100 km)	(10,0 - 12,0)	(9,0 – 11,0)
ASTILLADO EN PLANTA	0	(3-4)
TOTAL €/tonelada materia verde 2002	[20,9 - 25,0]	[24,0 - 30,0]
TOTAL €/t. materia verde 2008	[22,9 - 28,0] €	[27,0 - 32,8] €

Costes estimados para las pruebas en Galicia, suponiendo un trabajo óptimo de las operaciones de recogida y preparación de biomasa y una ocupación de los equipos de 1.800h/año.

No se inclúen costos indirectos ni de logística, ni beneficio industrial.

No incluye los costes de desplazamiento de los equipos entre los diferentes montes.

Supone un coste 0 para la biomasa en monte.

Costes evaluados con referencia al año 2002 (revisión costes gasóleo, personal, equipos,...).

Supóne una distancia media de desembosque de 300m.

POSIBILIDADES DE EMPLEO EN GALICIA

Equipos de alto coste, necesario tener una alta carga de trabajo anual.

- Dificultad de conseguir aprovechamientos con una extensión suficiente **para evitar desplazamientos continuos** de los equipos (**se necesitan del orden de 2 ha/día de trabajo**).

- **Dificultades logísticas** para conseguir disminuir los desplazamientos del equipo entre diferentes aprovechamientos (necesidad de organización de los trabajos).

- Importantes costes de movimiento de los equipos **con distancias superiores a 10-15 km.** (empleo de góndolas y transportes especiales).





OTRAS POSIBLES FUENTES DE APROVISIONAMIENTO DE BIOMASA FORESTAL

- 1. DESBROCES DE MATORRAL.**
- 2. APROVECHAMIENTOS DE 1ª CLARAS NO COMERCIALES EN MONTES PRODUCTIVOS.**
- 3. ENTRESACAS EN MONTES NO PRODUCTIVOS (FRONDOSAS).**
- 4. RESTOS GENERADOS EN ACTIVIDADES DE CLAREOS COMERCIAIS.**
- 5. TOCÓNES PROCEDENTES DE DESTOCONADO DE EUCALIPTO (CAMBIO DE USO REFORESTACIÓN).**

APROVECHAMIENTO DE BIOMASA PROCEDENTE DE MATORRAL



APROVECHAMIENTO DE BIOMASA PROCEDENTE DE CLAREOS NO COMERCIALES



APROVECHAMIENTO DE BIOMASA PROCEDENTE DE CLAREOS/ENTRESACAS

SISTEMAS DE PROCESADO PARA
CLARAS CON ACUMULACIÓN DE PIES





MOITAS GRAZAS POLA SUA ATENCIÓN

WWW.CISMADEIRA.COM