

Ence Energía y Celulosa

# Gestión Selvícola de Cultivos Energéticos en España



Seminario  
Biomasa Forestal y su Contribución  
a la Generación de Energías  
Renovables



Concepción  
18 de Octubre de 2017

# Gestión Selvícola de Cultivos Energéticos en España

🌿 **Ence Energía y Celulosa: Un modelo de industria integrado**

🌿 **Antecedentes**

🌿 **Red experimental de CE**

🌿 **Desarrollo Selvícola en Cultivos Energéticos**

🌿 Principios Selvícolas

🌿 Preparación del terreno

🌿 Control de malezas

🌿 Gestión nutricional y Fertilización

🌿 Cosecha

🌿 **Eficiencia energética**

# Antecedentes

<b>1957</b>	<b>Creación de la Empresa Nacional de Celulosas</b>
<b>1990</b>	<b>Comienza a cotizar en bolsa</b>
<b>1996</b>	<b>Expansión en energía a partir de biomasa</b>
<b>1999</b>	<b>Adquisición de Navia</b>
<b>2001</b>	<b>Privatización completa</b>
<b>2006</b>	<b>Plan Estratégico orientado hacia Energía y Celulosa</b>
<b>2006-13</b>	<b>Plan estratratégico basado Cultivo Energéticos y residuo forestal</b>
<b>...2017</b>	<b>Reorientación estratégica del suministro de biomasa</b>

# Ence, un modelo industrial integrado

Ence es el líder europeo en producción de celulosa de eucalipto, primera empresa española en producción de energía renovable con biomasa forestal y agrícola y líder en España en la gestión integral y responsable de superficies y cultivos forestales.



Un líder global en la producción de celulosa y energía con biomasa

# Localización Geográfica



# Principales desarrollos I+D Cultivos Energéticos

## Castilla León

### 8 Ensayos experimentales

25 procedencias /7 especies de *Eucalyptus*  
4 Ensayos comparativos 40 clones de *Populus*  
8 Ensayos de Técnicas de Cultivo



## Badajoz

### 6 Ensayos experimentales

## Huelva

### 28 Ensayos experimentales

25 procedencias /7 especies de *Eucalyptus*  
4 Ensayos comparativos 40 clones de *Populus*  
8 Ensayos de Técnicas de Cultivo  
4 Ensayos de monitorización de Riego



## Granada

### 3 Ensayos experimentales

30 procedencias /11 especies de *Eucalyptus*  
1 Clon de *Paulownia*  
2 ensayos de Técnicas de cultivo

## C. Cantábrica

### 2 Ensayos experimentales

25 procedencias /8 especies de *Eucalyptus*  
20 Parcelas de monitorización



## Ciudad Real

### 7 Ensayos experimentales

34 procedencias/11 especies de *Eucalyptus*  
3 clones de *Paulownia*  
3 Ensayos comparativos 39 clones de *Populus*  
3 Ensayos de Técnicas de cultivo

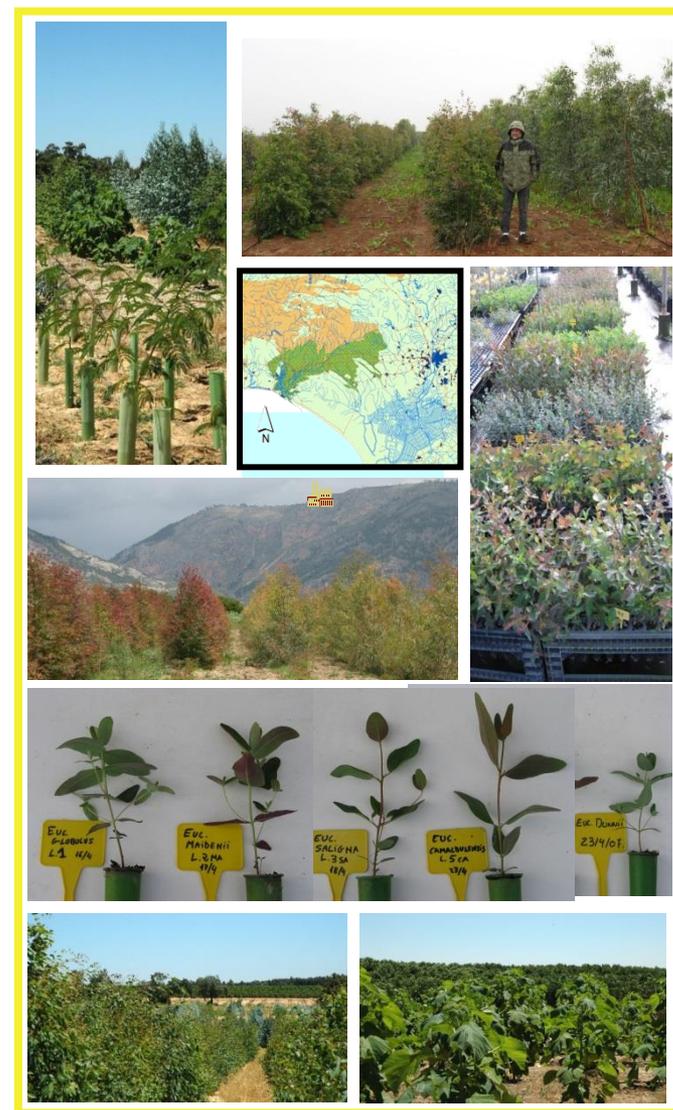


# Principales especies identificadas

## Objetivos

- Identificar la/s especies con mayor potencial en cada zona
- Asegurar las mejores fuentes de material vegetal

Especie	Procedencia
<i>Eucalyptus globulus</i>	Clones Ence/Selección Huelva (España)
<i>Eucalyptus maidenii</i>	Black Range (Australia)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Lake Albakutya (Australia)
<i>Eucalyptus saligna</i>	Selección Huelva (España)
<i>Eucalyptus dunnii</i>	Huerto multiprocedencias
<i>Eucalyptus urograndis</i>	F1 Brasil
<i>Eucalyptus robusta</i>	raza local
<i>Eucalyptus cladocalyx</i>	raza local
<i>E. viminalis, smithii, badjensis, macarthurii, qunnii, denticulata, nitens</i>	
<i>Leucaena leucocephala</i>	cv. K636
<i>Leucaena leucocephala</i>	India/Honduras
<i>Leucaena diversifolia</i>	Hawaii (USA)
<i>Paulownia sp.</i>	Clones 9501/COT-A
<i>Paulownia sp.</i>	Clon Uhu
<i>Populus xeuroamericana</i>	17 clones Alasia Franco (Italia) 11 clones del CNMB España
<i>Populus xinteramericana</i>	4 clones del CNMB España
<i>Populus deltoides</i>	1 clon del CNMB España



## Desarrollos comerciales

<b><i>E. camaldulensis</i></b>	<b>6 clones comerciales</b>
<b><i>E. dunnii</i></b>	<b>HS / 2 clones pre-comerciales</b>
<b><i>E. saligna x maidenii</i></b>	<b>1 clon</b>
<b><i>E. urograndis x globulus</i></b>	<b>1 clon</b>
<b><i>E. dunnii-grandis x globulus</i></b>	<b>1 clon</b>

# Desarrollo de Selvicultura de Cultivos Energéticos

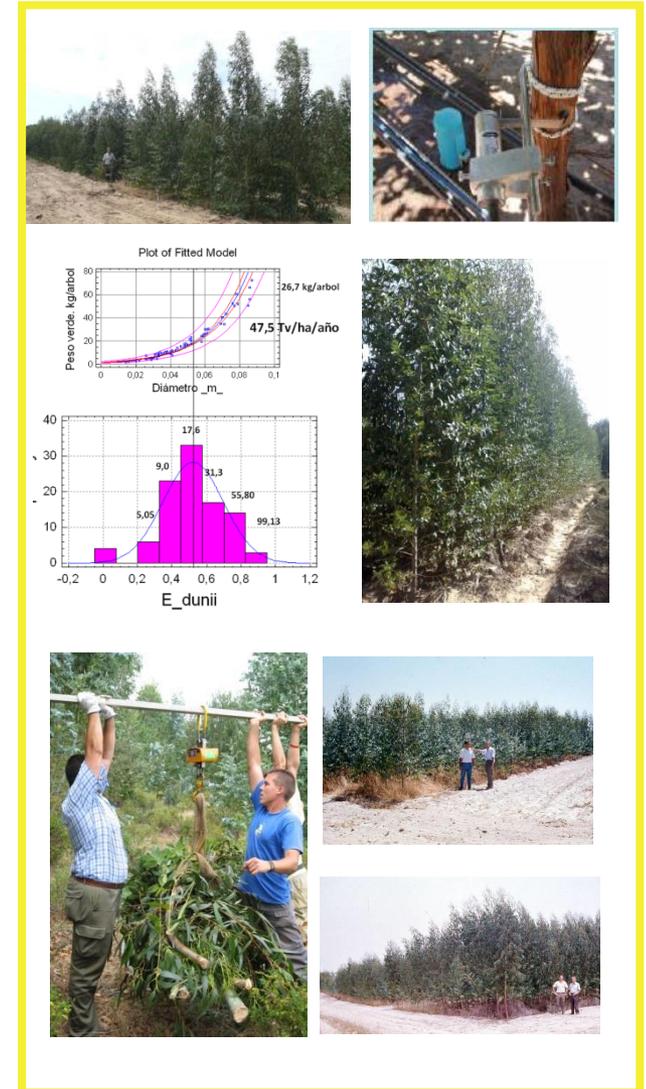
## Objetivos

- Identificar las **mejores técnicas** de preparación del terreno, densidad de plantación, control de malezas, fertilización y régimen de riego para los cultivos energéticos leñosos.
- Elaborar **tablas de producción y modelos de crecimiento**.
- Control de plagas y enfermedades



## Resultados

- Elaboración de Normas y Procedimientos de cultivo



# Principios Selvícolas de los Cultivos Energéticos

## Antecedentes

- Desarrollos en Italia y Escandinavia
- Especies empleadas *Populus* y *Salix*
- Sistemas de cultivo a alta densidad
- Diseño en ocasiones de plantaciones de doble hilera



¿Es necesario el empleo de altas densidades de cultivo en todos los cultivos energéticos?



# Principios Selvícolas de los Cultivos Energéticos

## 🌿 Principio básico de la Selvicultura Tradicional:

- 🌿 *“Conseguir producir el máximo volumen de madera (~ biomasa) comercial por unidad de espacio asegurando unas características de la producción que la hagan adecuada a cada uso industrial además del máximo retorno de la inversión realizada”*

## 🌿 Ley de Producción Constante Final (Kira et al. 1953)

- 🌿 *“El rendimiento en términos de biomasa se incrementa con la densidad. Si bien a partir de una densidad determinada la producción se hace independiente de la misma”*

## 🌿 Ley de Autoaclareo (Yoda et al. 1963)

- 🌿 *“La biomasa total por unidad de superficie se incrementa sin mortalidad hasta el cierre de copas. Después del cierre de copas las plantas detendrán su crecimiento si la densidad no se reduce.”*

# Principios Selvícolas de los CE

Experiencia: 37

Fecha de Plantación: 29/04/97

Lugar de ensayo 001S Mingallete (Rociana)

Densidad: 9.090 plantas/ha (1.1 x 1.0 m)



**14 meses**  
**12,0 T m.s./ha**

**24 meses**  
**28,0 T m.s./ha**

# Principios Selvícolas de los CE

Experiencia: 37

Fecha de Plantación: 29/04/97

Lugar de ensayo 001S Mingallete (Rociana)

Densidad: 9.090 plantas/ha (1.1 x 1.0 m)





# Principios Selvícolas de los CE

## Aspectos Selvícolas relacionados con la Densidad de Plantación

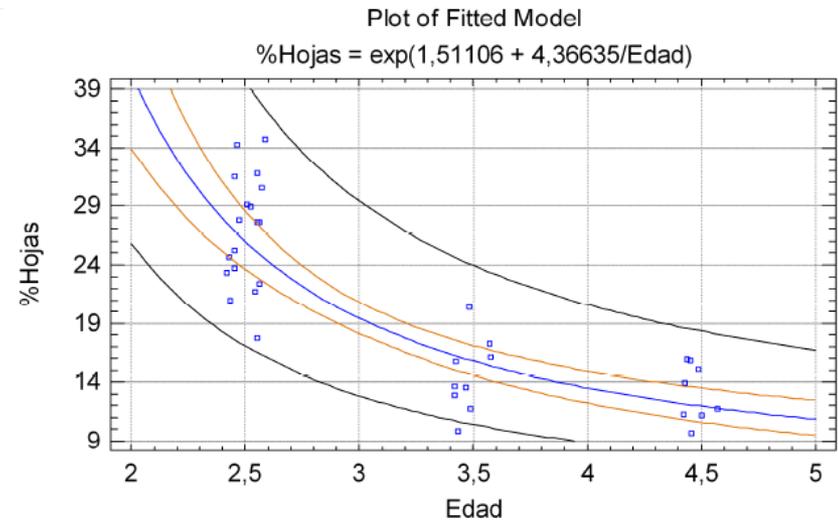
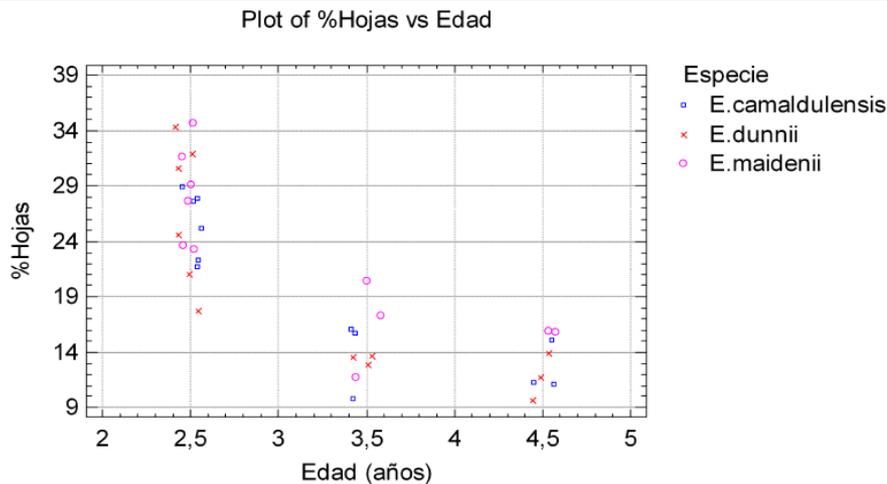
- Densidad de plantación y edad de corte o turno
- Densidad, volumen unitario de madera y fraccionamiento de biomasa
- Densidad de plantación y tratamientos selvícolas
- Densidad de plantación y mecanización
- Densidad de plantación y especie
- Densidad y mortalidad
- Densidad de plantación de Calidad de Estación



# Principios Selvícolas de los CE

## Aspectos Selvícolas relacionados con la Densidad de Plantación

Densidad, volumen unitario de madera y fraccionamiento de biomasa



Evolución de la fracción de hojas en ensayo a 3.333 plantas/ha

## Aspectos Selvícolas relacionados con la Densidad de Plantación

- Densidad, volumen unitario de madera y fraccionamiento de biomasa

Clon HG  
30 meses de edad



Densidad de 2.924 plantas/ha



Densidad de 1.333 plantas/ha

# Principios Selvícolas de los CE

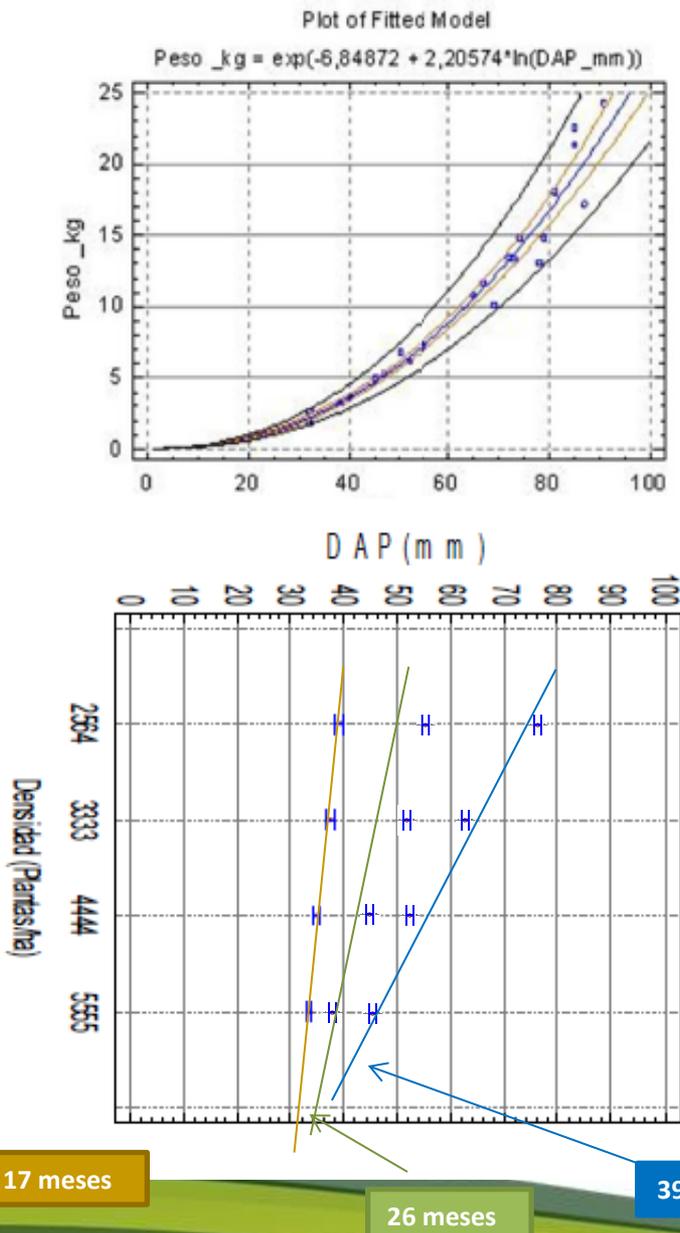


- Resultados ensayos de espaciamiento y densidad
  - E. globulus*. Cultivo energético en secoano

Densidad	Stio	Zona	22				31			
			%Sup.	Pv (kg/árbol)	(kg/ha)	IVAB (kg/ha/año)	%Sup.	Pv (kg/árbol)	(kg/ha)	IVAB (kg/ha/año)
3.000	Mingallete	Secano Litoral	78,00%	11,29	26.425	14.414	80,70%	25,62	62.028	24.011
	Valdeoscuro	Secano Arenas	92,59%	14,82	41.168	22.455	94,44%	17,41	49.340	19.099
			Promedio:			18434			Promedio:	21.555
5.000	Mingallete	Secano Litoral	69,66%	8,68	30.220	16.484	76,04%	20,31	77.226	29.894
	Valdeoscuro	Secano Arenas	86,76%	11,11	48.209	26.296	89,32%	11,23	50.137	19.408
			Promedio:			21390			Promedio:	24.661
7.000	Mingallete	Secano Litoral	75,89%	7,60	40.357	22.013	74,60%	13,13	68.576	26.545
	Valdeoscuro	Secano Arenas	91,00%	6,98	44.132	24.072	86,00%	8,34	50.191	19.429
			Promedio:			23042			Promedio:	22.987
7.001	Mingallete	Secano Litoral	76,49%	8,31	44.480	24.262	78,26%	14,99	82.116	31.787
	Valdeoscuro	Secano Arenas	80,39%	7,52	42.342	23.095	87,25%	8,78	53.689	20.764
			Promedio:			23679			Promedio:	26.275

# Principios Selvícolas de los CE

- Resultados ensayos de espaciamiento y densidad
  - Populus clon AF2* Cultivo energético en regadío
  - Máxima productividad conseguida a los 39 meses con 2.500 plantas/ha



# Principios Selvícolas de los CE

- 🌿 **Cultivo Energético**
- 🌿 **Cultivo homogéneo**
- 🌿 **Selvicultura de precisión**

🌿 *Toda heterogeneidad natural o inducida en el cultivo es una pérdida de eficiencia y un sacrificio de productividad potencial*



# Principios Selvícolas de los CE

- 🌿 **Preparación del terreno**
  - 🌿 Exigencias de la especie
  - 🌿 Diseño orientado a cosecha
  - 🌿 Acondicionado del terreno
    - Homogeneidad en la plantación
    - Mecanización de la plantación



# Principios Selvícolas de los CE

## 🌿 Control de Malezas

- 🌿 Muy intensivo en las primeras etapas
- 🌿 Oportunidad de emplear pre-emergentes selectivos para diferentes
- 🌿 Riesgo de heterogeneidad



# Principios Selvícolas de los CE

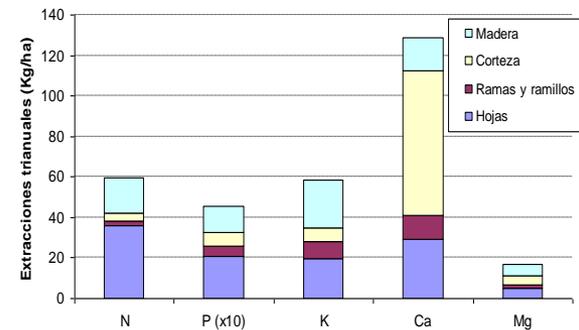
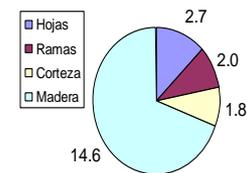
## Fertilización y gestión nutricional

- El aprovechamiento integral del árbol exige de la evaluación nutricional intensiva
- El modelo de gestión tiene implicaciones en las extracciones

## Evaluación de la Extracción de Nutrientes



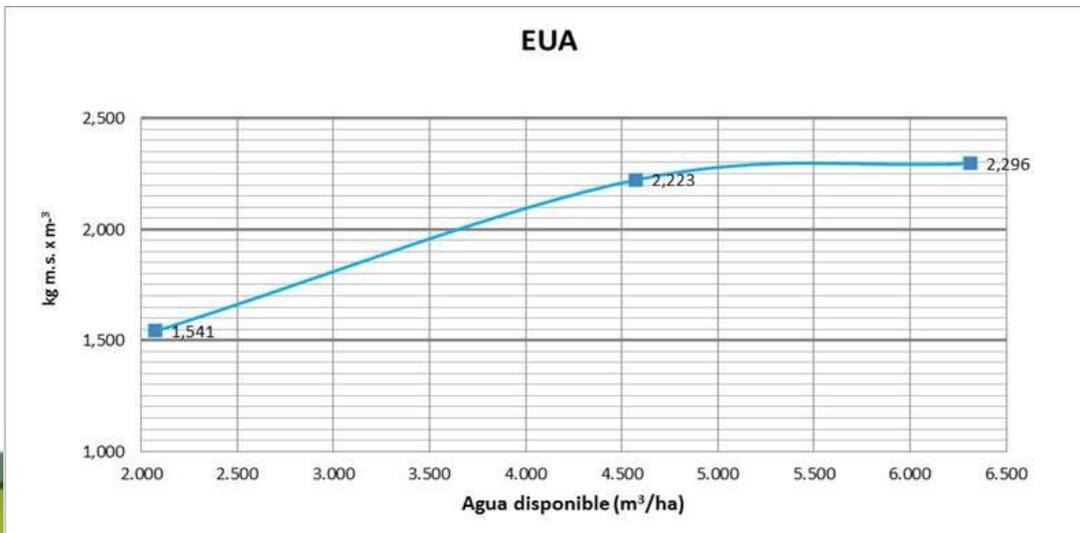
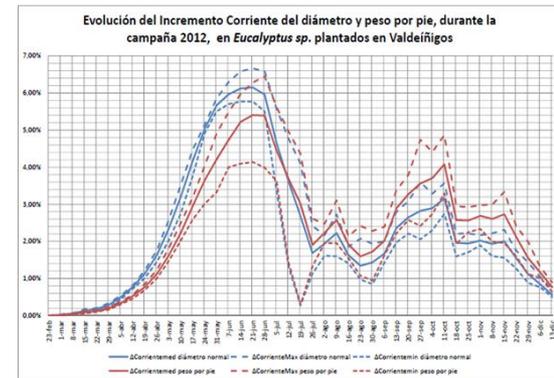
Distribución biomasa en tMS/ha



# Principios Selvícolas de los CE

## Gestión de riego

- Necesidad de monitorizar crecimientos
- Optimizar el uso eficiente del agua para cada material



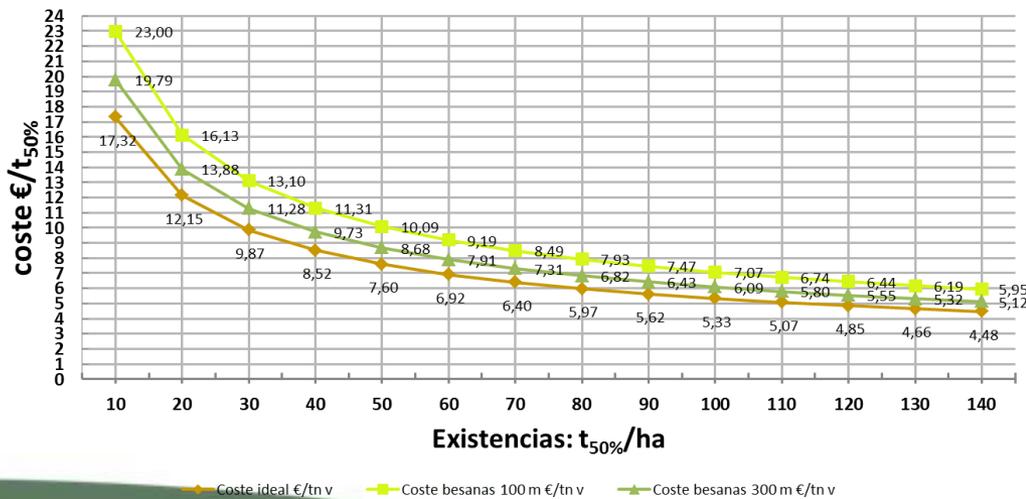
# Principios Selvícolas de los CE

## Cosecha

- Sistemas de cosecha en continuo aplicables en *Pupulus* pero con muchas limitaciones para *Eucalyptus*
- Sistemas feller y taladoras más adaptados a cultivos energéticos de eucalipto



Coste €/t<sub>50%</sub> vs. existencias t<sub>50%</sub>/ha

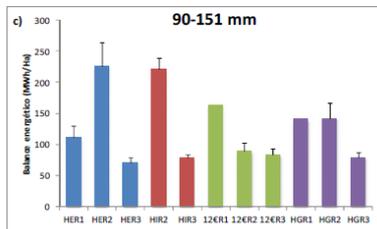
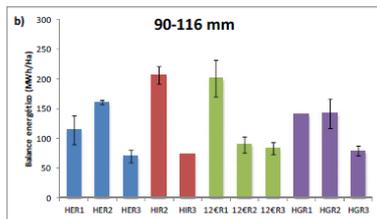
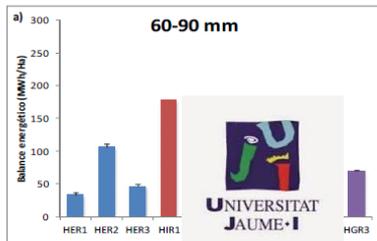
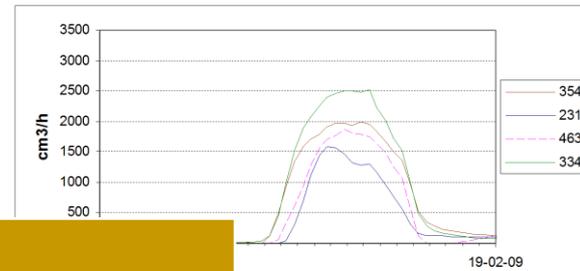


# Principios Selvícolas de los CE

## 🌿 Cosecha



# Eficiencia energética del proceso



## Balance energético de CE con *Eucalyptus sp.*

	Secano	Regadío					
Productividad (t verdes/ha-año)	11,8	22,5	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0
Necesidades Agua (m3/ha-año)	0	1.466	2.498	3.873	5.249	6.624	8.000
<b>Inputs</b>							
Gasto energético Bombeo (kWh/ha-año)	0,0	1.011,7	1.723,6	2.672,7	3.621,8	4.570,9	5.520,0
Gasto energético Nivelación (kWh/ha-año)	0,0	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
Gasto energético Prep Terreno (kWh/ha-año)	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2
Gasto energético Refino (kWh/ha-año)	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9
Material de riego (kWh/ha-año)	0,0	984,1	984,1	984,1	984,1	984,1	984,1
Gasto energético aplicación de fertilizantes (kWh/ha-año)	12,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gasto energético aplic. Herb. (kWh/ha-año)	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0
Gasto energético prod fertilizante (kWh/ha-año)	700,0	630,0	840,0	1.120,0	1.400,0	1.680,0	1.960,0
Gasto energético prod. Herbicidas (kWh/ha-año)	193,3	292,7	292,7	292,7	292,7	292,7	292,7
Gasto energético Cosecha (kWh/ha-año)	22,6	24,9	33,2	44,3	55,3	66,4	77,5
Gasto energético Saca (kWh/ha-año)	32,2	61,1	81,5	108,7	135,8	163,0	190,2
Gasto energético del transporte (kWh/ha-año)	51,5	97,8	130,4	173,9	217,4	260,8	304,3
<b>Total Gasto Energético anual (kWh/ha-año) [A]</b>	<b>1.148,8</b>	<b>3.245,0</b>	<b>4.228,1</b>	<b>5.538,9</b>	<b>6.849,8</b>	<b>8.160,6</b>	<b>9.471,4</b>
<b>Outputs</b>							
Producción energética (kWh/ha-año) [B]	62.295,1	118.381,8	157.842,4	210.456,5	263.070,6	315.684,7	368.298,8
Producción eléctrica (kWh/ha-año) [C]	18.065,6	34.330,7	45.774,3	61.032,4	76.290,5	91.548,6	106.806,7
<b>Balance</b>							
Balance energético Global (kWh/ha-año) [B]- [A]	61.146,3	115.136,8	153.614,2	204.917,5	256.220,8	307.524,2	358.827,5
Rendimiento energético [B] : [A]	54,23	36,48	37,33	38,00	38,41	38,68	38,89
Balance eléctrico (kWh/ha-año) [C]- [A]	16.916,8	31.085,7	41.546,2	55.493,4	69.440,7	83.388,0	97.335,3
Rendimiento eléctrico [C] : [A]	15,73	10,58	10,83	11,02	11,14	11,22	11,28



**Balance Energético Global de entre [Outputs:Inputs] 36-54**  
 Mayor eficiencia a mayores productividades en regadío

# Ensayo de especies de *Eucalyptus* para CE Cañada las Norias (C. Real)



**noviembre 2010. 5 meses**



**junio 2011. 12 meses**



**septiembre 2011. 15 meses**





Muchas gracias

