



SilvaPlus

promoción del uso sostenible de biomasa forestal para fines energéticos en el norte de Portugal y sur de Galicia

Parcelas de ensayo y demostración para la producción de biomasa

- GALICIA
 - Estás y Amorín (Tomiño)
 - Vilasobroso (Mondariz)
 - Parada de Achas (A Cañiza)

- PORTUGAL
 - Riba de Mouro (Monção)
 - Lanhelas (Caminha)
 - Vale (Arcos de Valdevez)



Código de buenas prácticas para la producción de biomasa

En el ámbito forestal, se entiende por buenas prácticas una serie de recomendaciones relacionadas con la gestión sostenible de los recursos naturales que generan los montes. La producción de biomasa forestal primaria¹ para fines energéticos debe tener en cuenta, no sólo las buenas prácticas asociadas a la actividad forestal, sino también las buenas prácticas específicas derivadas del aprovechamiento de este recurso.

El propietario forestal, de acuerdo con sus objetivos y expectativas, debe planificar los trabajos procurando seguir orientaciones técnicas correctas, adaptadas a los condicionantes de cada sitio y también debe tratar de que los montes puedan ser certificados, respetando los criterios de gestión forestal sostenible.

Planificación

- Contemplar todas las fases del ciclo de aprovechamiento y considerar todas las cuestiones ambientales, sociales, paisajísticas y de mercado.
- Seleccionar adecuadamente las especies forestales y los modelos de silvicultura a seguir.
- Garantizar el cumplimiento de la legislación vigente aplicable.
- Tomar las medidas oportunas para optimizar las infraestructuras existentes y necesarias como es la red viaria forestal, la red de defensa contra incendios forestales, obras de drenaje, etc.

Plantación y reforestación

- Utilizar siempre material vegetal de origen conocido y con garantía, de rodales selectos o de huertos semilleros.
- Evaluar cuidadosamente los impactos de las nuevas plantaciones.
- Promover la compartimentación de las áreas a plantar siempre que la superficie sea muy extensa.
- Identificar las preparaciones de suelo y las técnicas de drenaje adecuadas, teniendo en cuenta las condiciones específicas del lugar.
- Identificar correctamente las necesidades de fertilización y respetar las buenas prácticas de aplicación de fertilizantes.

Mantenimiento y gestión de las plantaciones

- Promover el mantenimiento de la biodiversidad, asegurando la sostenibilidad de los recursos existentes en las plantaciones forestales.
- Evaluar cuidadosamente la oportunidad de la ejecución de operaciones de control de la vegetación bajo cubierta, de podas y aclareos, entre otros. Cuando se produzca material que pueda ser utilizado con fines energéticos, las operaciones deben ser ejecutadas de manera que se facilite la recogida, el procesamiento y el transporte.

- En los tratamientos fitosanitarios, siempre que sea posible, se debe recurrir a técnicas de lucha integrada. En los tratamientos químicos deben utilizarse productos y dosis que estén legalmente autorizados y aplicados por personal con toda la formación obligatoria por ley para el uso de los mismos.
- Dejar en el terreno la mayor cantidad de hojas y ramillos ya que estas fracciones de biomasa proporcionan valiosos nutrientes durante el proceso de descomposición y ayudan a mantener la cantidad de materia orgánica en el suelo.

Aprovechamiento forestal

- Asegurar la regeneración después de cada aprovechamiento recurriendo siempre que sea posible a la regeneración natural.
- Adoptar las medidas necesarias para minimizar los impactos en la vegetación que se pretende conservar, con particular atención a la vegetación ripícola o con interés de conservación.
- Asegurar una adecuada accesibilidad, minimizando el paso por cursos de agua y por otras zonas sensibles y garantizar que las condiciones iniciales se mantengan después de la ejecución de los trabajos.
- Realizar los trabajos de aprovechamiento de la biomasa de una forma correcta, en particular cuando se trate de zonas de elevada pendiente y/o con escasa profundidad de suelo donde exista riesgo de erosión.
- Evitar la mezcla de diferentes tipos de biomasa forestal, para que tengan características semejantes, garantizando una mayor calidad. Evitar impurezas, como es el caso de piedras, arenas, tierra, etc.
- Elegir lugares adecuados para cargaderos, no sólo del material leñoso a extraer, sino también para los restos que se hayan retirado.
- Evitar la acumulación de grandes cantidades de restos, siempre que existan riesgos de incendio o fitosanitarios.
- Dejar la biomasa apeada sobre el terreno, siempre que sea posible, para reducir su humedad y para que los ramillos y hojas se incorporen al suelo reponiendo nutrientes.

En cualquier operación, siempre que se recurra a empresas prestadoras de servicios forestales, estas deben cumplir con la legislación en vigor en materia de riesgos laborales, disponiendo de operarios y de equipos de seguridad homologados así como con los demás requisitos de seguridad y salud en el trabajo. También en el uso de máquinas se deben cumplir las medidas de protección propias de la máquina y de su operario. Se debe recurrir siempre a operarios cualificados que acepten por escrito seguir el presente código de buenas prácticas.

¹ La biomasa forestal primaria es la fracción biodegradable de los productos generados en el monte que son procesados con fines energéticos. Esta definición y estas recomendaciones pueden ser consultadas en su versión completa en www.silvaplus.com.

Áreas de ensayo y demostración del proyecto Silvaplus

La necesidad de diversificar la producción de los montes y de encontrar nuevas fuentes de ingresos para sus propietarios, así como la disminución de la dependencia de los combustibles fósiles mediante el uso de la biomasa forestal, son las principales razones que impulsan la valorización de los productos energéticos forestales primarios. En regiones templadas con una productividad vegetal leñosa elevada, es donde puede resultar más interesante potenciar su uso y desarrollar modelos de silvicultura y gestión que permitan maximizar la producción de biomasa para destino energético de una forma rentable y compatible con otros usos vigentes en la actualidad.

Entre las acciones realizadas dentro del proyecto Silvaplus “Promoción del uso sostenible de biomasa forestal para fines energéticos en el norte de Portugal y sur de Galicia”, se han instalado cinco áreas de ensayo y demostración para la producción mixta de biomasa y madera y dos áreas dedicadas a cultivos energéticos forestales con una superficie total de 20,7 ha. Esta iniciativa ha sido desarrollada por la Asociación Forestal de Galicia, Forestis-Associação Florestal de Portugal, el Ayuntamiento de Pontearreas, la Agência Regional de Energia e Ambiente do Alto Minho, la Associação Florestal do Lima y la Associação de Produtores Florestais do Vale do Minho y se ha contado con el apoyo científico del Centro de Investigación Forestal de Lourizán para el diseño de los ensayos.

Producción mixta madera-biomasa

La región transfronteriza del sur de Galicia y norte de Portugal presenta una alta proporción de masa forestal arbolada respecto a la superficie territorial. El monte está formado principalmente por pino del país (*Pinus pinaster*, pino marítimo o pino bravo) y eucalipto (*Eucalyptus globulus*), destinados a una producción principal de madera. En montes de estas características se han establecido áreas de ensayo y demostración, instalando parcelas con fajas de producción de madera intercaladas con otras de producción de biomasa a fin de lograr ciclos productivos más cortos utilizando distintas alternativas. Se busca en los ensayos encontrar cuales son las características óptimas y equilibradas para un aprovechamiento mixto madera-biomasa.

Masa forestal aprovechada por el sistema mixto madera-biomasa por fajas



Las principales variables objeto de ensayo y análisis estadístico son las siguientes: especie (eucalipto o pino), opción productiva (madera o biomasa) y ancho de la faja (con dos alternativas para el caso de producción de madera, 10 y 20 metros, y tres para la opción de producción biomasa, 10, 20 y 40 metros). Otras variables podrán ser estudiadas en paralelo desde un punto de vista comparativo-demostrativo como son los sistemas de regeneración, modelo de selvicultura, densidad de pies, orientación de las fajas, rendimientos de los trabajos, dimensiones de los productos, efecto del viento e interacciones o influencia lateral entre las fajas.

Para cada una de las áreas de ensayo se diseñó un plan de selvicultura y aprovechamientos acorde para cada modelo, tratando de lograr la máxima rentabilidad. Al finalizar cada ciclo productivo se evaluará el balance de ingresos y gastos para conocer el resultado económico y su viabilidad en comparación con los modelos tradicionales de producción de madera.

Cultivos energéticos

En la región transfronteriza, existen espacios rasos de montaña o áreas afectadas por incendios forestales en los que se puede recurrir a la forestación y al aprovechamiento de cultivos energéticos leñosos (terrenos dedicados a la producción exclusiva de biomasa para energía).

Las principales variables objeto de ensayo y análisis estadístico de los cultivos energéticos son la especie (tres eucaliptos y cinco frondosas) y la densidad de plantación (3.200, 1.600 y 800 pies/ha). Además, el ensayo servirá para testar sistemas de regeneración, riesgos de instalación, adaptación de especies a la estación, productividad, caracterización de biomasa y capacidad de regeneración. En el sur de Galicia y norte de Portugal se ha optado por especies con una buena capacidad de rebrote para reducir los costes de regeneración. Las frondosas son especies autóctonas, de las cuales una es un arbusto y cuatro son de porte arbóreo.

Área de ensayo y demostración de Estás (Tomiño)



Faja de madera de 15 años recién clareada en Estás, en donde se redujo la densidad de 6.000 pies por hectárea a 1.000.



Ejemplo de interpretación del código de ensayo:
1.5 a (1 código de área de ensayo, 1.5 código de parcela, 1.5 a código de subparcela o faja)

Tipo de ensayo	Producción mixta de biomasa y madera
Localización	Monte vecinal de Estás, Tomiño, Pontevedra
Especie	Pino del país, pino bravo (<i>Pinus pinaster</i>)
Superficie	5,3 ha

El objetivo del ensayo es analizar las características de las fajas y métodos de regeneración más adecuados para la producción mixta de biomasa y madera con pino del país (*Pinus pinaster*).

Se han planteado distintas divisiones según el sistema de regeneración utilizado (diseminación natural, plantación y siembra) y el ancho de faja para los distintos destinos: madera o biomasa. La preparación del terreno se ha realizado por medio de subsolado lineal.

Los turnos de corta previstos son de 30 años para la producción de madera y 10 años para la de biomasa.

Las características físicas del sitio son:

- Exposición: Suroeste
- Altitud: de 25 a 50 m
- Pendiente: terreno algo ondulado, con pendiente entre el 10 y el 20%
- Clase de suelo: depósitos aluviales
- Profundidad de suelo: más de 50 cm

Área de ensayo y demostración de Amorín (Tomiño)



Ejemplo de interpretación del código de ensayo:
 2.1 a (2 código de áreas de ensayo, 2.1 código de parcelas, 2.1 a código de subparcelas o faja)



Preparación del terreno antes de la instalación del área de ensayo de Amorín.

Leyenda	
	Curvas de nivel
	Caminos
	Cursos de agua
	Entrada parcelas
Fajas de biomasa	
	Plantación abril 2013. Densidad 833 pies/ha
	Plantación abril 2013. Densidad 1.666 pies/ha
Fajas de madera	
	Plantación abril 2013. Densidad 833 pies/ha

Tipo de ensayo	Producción mixta de biomasa y madera
Localización	Monte vecinal de Amorín, Tomiño, Pontevedra
Especie	Pino del país, pino bravo (<i>Pinus pinaster</i>)
Superficie	1,3 ha

El objetivo del ensayo es analizar las características de las fajas y métodos de regeneración más adecuados para la producción mixta de biomasa y madera con pino del país (*Pinus pinaster*).

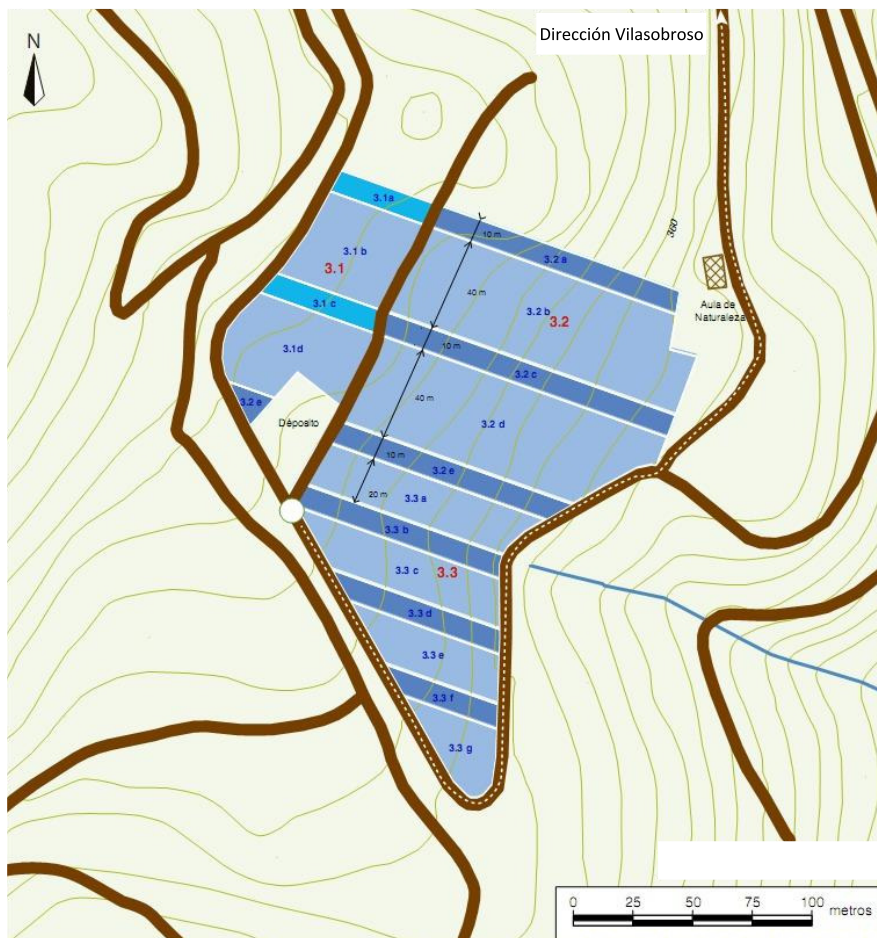
Se trata de repoblaciones por medio de ahoyado mecanizado en las que se han efectuado divisiones en parcelas según la densidad de plantación y el ancho de faja para los distintos destinos: madera o biomasa. También se prueban los efectos del cambio de orientación en las fajas.

Los turnos de corta previstos son de 30 años para la producción de madera y 10 años para la de biomasa.

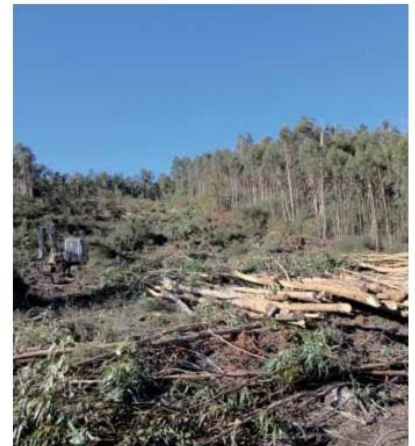
Las características físicas del sitio son:

- Exposición: a todos los vientos con predominio del Este
- Altitud: de 10 a 23 m
- Pendiente: terreno ondulado muy irregular con predominio de pendiente inferior al 20%
- Clase de suelo: depósitos aluviales alterados por excavaciones
- Profundidad de suelo: más de 30 cm

Área de ensayo y demostración de Vilasobroso (Mondariz)



Ejemplo de interpretación del código de ensayo:
3.1 a (3 código de área de ensayo, 3.1 código de parcela, 3.1 a código de subparcela o faja)



Cortas antes de la instalación del área de ensayo de Vilasobroso.

Leyenda	
	Curvas de nivel
	Caminos
	Cursos de agua
	Entrada parcelas
Fajas de biomasa	
	Área de corta de octubre 2013
Fajas de madera	
	Regeneración natural de corta 2006-07
	Plantación <i>E. nitens</i> de octubre 2013

Tipo de ensayo	Producción mixta de biomasa y madera
Localización	Monte del Castillo de Vilasobroso propiedad del Ayuntamiento de Pontearreas, Mondariz, Pontevedra
Especie	Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i> y <i>Eucalyptus nitens</i>)
Superficie	2,6 ha

El objetivo del ensayo es analizar las características de las fajas más adecuadas para la producción mixta de biomasa y madera con eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

Es un regenerado natural de eucalipto aprovechado por brote de cepa dividido en parcelas según el ancho de faja para los distintos desti-

nos: madera o biomasa. En una proporción pequeña se ha sustituido la regeneración de cepa por una plantación con la especie *Eucalyptus nitens*.

Los turnos de corta previstos son de 15 años para la producción de madera y 5 años para la de biomasa.

Las características físicas del sitio son:

- Exposición: Este
- Altitud: entre 350 y 395 m
- Pendiente: entre el 25 y el 50%
- Clase de suelo: ranker/pardo forestal sobre granitos
- Profundidad de suelo: más de 40 cm pero con abundantes afloramientos

Área de ensayo y demostración de Parada de Achas (A Cañiza)



Trabajos de plantación de abedul en el área de ensayo y demostración de Parada de Achas.

Leyenda	
	Curvas de nivel
	Caminos
	Cursos de agua
	Entrada parcelas
Especies ensayadas:	
	Au, <i>Arbutus unedo</i> , madroño
	Bc, <i>Betula celtiberica</i> , abedul
	Sa, <i>Salix atrocinerea</i> , sauce
	Paulonia y otras
	Ec, <i>Eucalyptus camaldulensis</i>
	Ed, <i>Eucalyptus dunii</i>
	Eo, <i>Eucalyptus obliqua</i>
	<i>Cytisus striatus</i> y <i>scoparius</i> , xesta

Ejemplo de interpretación del código de ensayo:
36 Sa 800 (parcela nº 36, especie Sa, *Salix atrocinerea*, densidad 800 pies/ha)

Tipo de ensayo	Cultivos energéticos forestales
Localización	Monte vecinal de Parada de Achas, A Cañiza, Pontevedra
Superficie	3,0 ha

El objetivo del ensayo es probar las aptitudes de distintas especies y las densidades de plantación más adecuadas para la producción de biomasa a partir de cultivos energéticos leñosos. Además se pretenden testar sistemas de regeneración, riesgos de instalación (ganado, fauna silvestre, sequía, etc.), adaptación de especies a la estación, productividad, caracterización de biomasa y capacidad de rebrote.

Se han plantado distintas especies para la producción de biomasa con diseño experimental: tres eucaliptos, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus dunii*, *Eucalyptus obliqua*, madroño (*Arbutus unedo*), abedul (*Betula celtiberica*) y sauce (*Salix atrocinerea*). También se

ha establecido un cultivo demostrativo con *Cytisus striatus*, *Cytisus scoparius* (escoba o xesta), *Paulownia elongata* x *P. fortunei* (COT2) y otras especies en pequeñas muestras.

En esta parcela se pretende estudiar la producción en función de la especie y la densidad del cultivo, para lo que se han establecido tres densidades de plantación, 800, 1.600 y 3.200 pies por hectárea, con el fin de evaluar la especie y densidad más productiva, la capacidad de rebrote, el turno óptimo y el número de ciclos de corta.

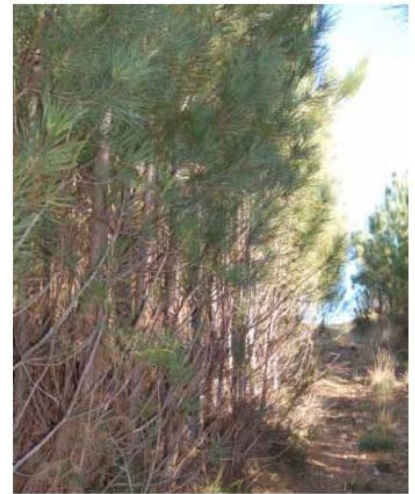
Las características físicas del sitio son:

- Exposición: Noroeste
- Altitud: 750 a 815 m
- Pendiente: del 15 al 35%
- Profundidad de suelo: más de 30 cm
- Clase de suelo: ranker/pardo forestal sobre granitos

Área de ensayo y demostración de **Riba de Mouro** (Monção)



Ejemplo de interpretación del código de ensayo:
S.1 a (S código de áreas de ensayo, S.1 código de parcela, S.1 a código de subparcela o faja)



Estado original del área de ensayo y demostración de Riba de Mouro.

Leyenda	
	Curvas de nivel
	Caminos
	Cursos de agua
	Entrada parcelas
Fajas de biomasa	
	Regeneración natural tras incendio de 2006. Parcela experimental
	Regeneración natural tras incendio de 2006. Parcela demostrativa
Fajas de madera	
	Regeneración natural tras incendio de 2006. Parcela experimental

Tipo de ensayo	Producción mixta de biomasa y madera
Localización	Baldío de Riba de Mouro, parroquia de Riba de Mouro, Monção, distrito de Viana do Castelo
Especie	Pino del país, pino bravo (<i>Pinus pinaster</i>)
Superficie	3,9 ha

El objetivo del ensayo es analizar las características de las fajas más adecuadas para la producción mixta de biomasa y madera con pino del país (*Pinus pinaster*).

Se parte de un regenerado natural en estado de latizal de 6 años, sin intervenciones anteriores, en el que se han planteado distintas

divisiones según el ancho de faja, la densidad de pies y los distintos destinos: madera o biomasa.

Los turnos de corta se han establecido en 30 años para la producción de madera y 10 años para la de biomasa.

Las características físicas del sitio son:

- Exposición: principalmente Nordeste y algo de Suroeste
- Altitud: de 420 a 465 m
- Pendiente: terreno con pendiente entre el 15 y el 45%
- Clase de suelo: ranker/pardo forestal sobre granitos
- Profundidad de suelo: más de 40 cm

Área de ensayo y demostración de Lanhelas (Caminha)



Estado original del área de ensayo de Lanhelas.

Leyenda	
	Curvas de nivel
	Caminos
	Cursos de agua
	Entrada parcelas
Fajas de biomasa	
	Regeneración natural de semilla tras incendio en 2007 y de brote de cepa tras corta en 2010. No se ha intervenido para reducir el número de árboles.
Fajas de madera	
	Regeneración natural de semilla tras incendio en 2007 y de brote de cepa tras corta en 2010. Densidad reducida hasta 600 árboles por hectárea.

Ejemplo de interpretación del código de ensayo:
6.1 a (6 código de área de ensayo, 6.1 código de parcela, 6.1 a código de subparcela o faja)

Tipo de ensayo	Producción mixta de biomasa y madera
Localización	Baldío de Lanhelas, parroquia de Lanhelas, Caminha, distrito de Viana do Castelo
Especie	Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>)
Superficie	1,7 ha

El objetivo del ensayo es analizar las características de las fajas más adecuadas para la producción mixta de biomasa y madera con eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

Es un regenerado de eucalipto tras el incendio ocurrido en el año 2007 formado por un diseminado natural de 6 años de edad y por brotes de cepa de 3 años procedentes de la corta realizada en el año 2010. Para el ensayo se hicieron divisiones según el ancho de faja y

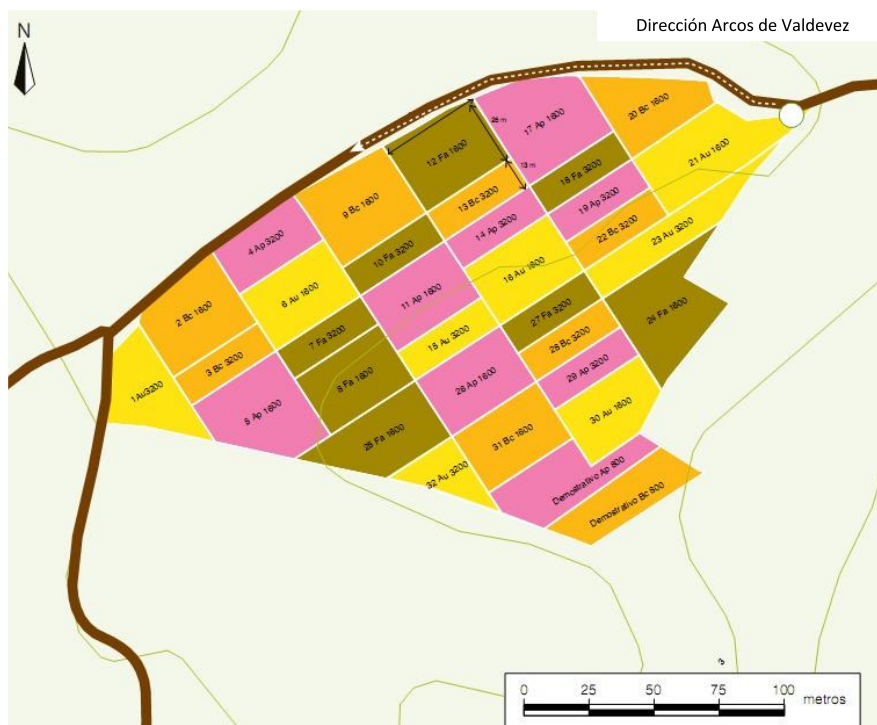
los distintos destinos: madera o biomasa. En las fajas de madera la densidad fue reducida a 600 árboles por hectárea.

Los turnos de corta se han establecido en 12 años para la producción de madera y 4-6 años para la de biomasa.

Las características físicas del sitio son:

- Exposición: Noroeste
- Altitud: entre 105 y 140 m
- Pendiente: entre el 20 y el 40%
- Clase de suelo: ranker/pardo forestal sobre granitos
- Profundidad de suelo: entre 20 y 40 cm

Área de ensayo y demostración de Vale (Arcos de Valdevez)



Estado original del área de ensayo y demostración de Vale.



Ejemplo de interpretación del código de ensayo:
5Ap 1600 (parcela nº 5, especie Ap, *Acer pseudoplatanus*, densidad 1.600 pies/ha)

Tipo de ensayo	Cultivos energéticos forestales
Localización	Parroquia de Vale, Arcos de Valdevez, distrito de Viana do Castelo
Superficie	2,9 ha

El objetivo del ensayo es probar las aptitudes de distintas especies y las densidades de plantación más adecuadas para la producción de biomasa a partir de cultivos energéticos leñosos. Además se pretenden testar sistemas de regeneración, riesgos de instalación (ganado, fauna silvestre, sequía, etc.), adaptación de especies a la estación, productividad, caracterización de biomasa y capacidad de rebrote.

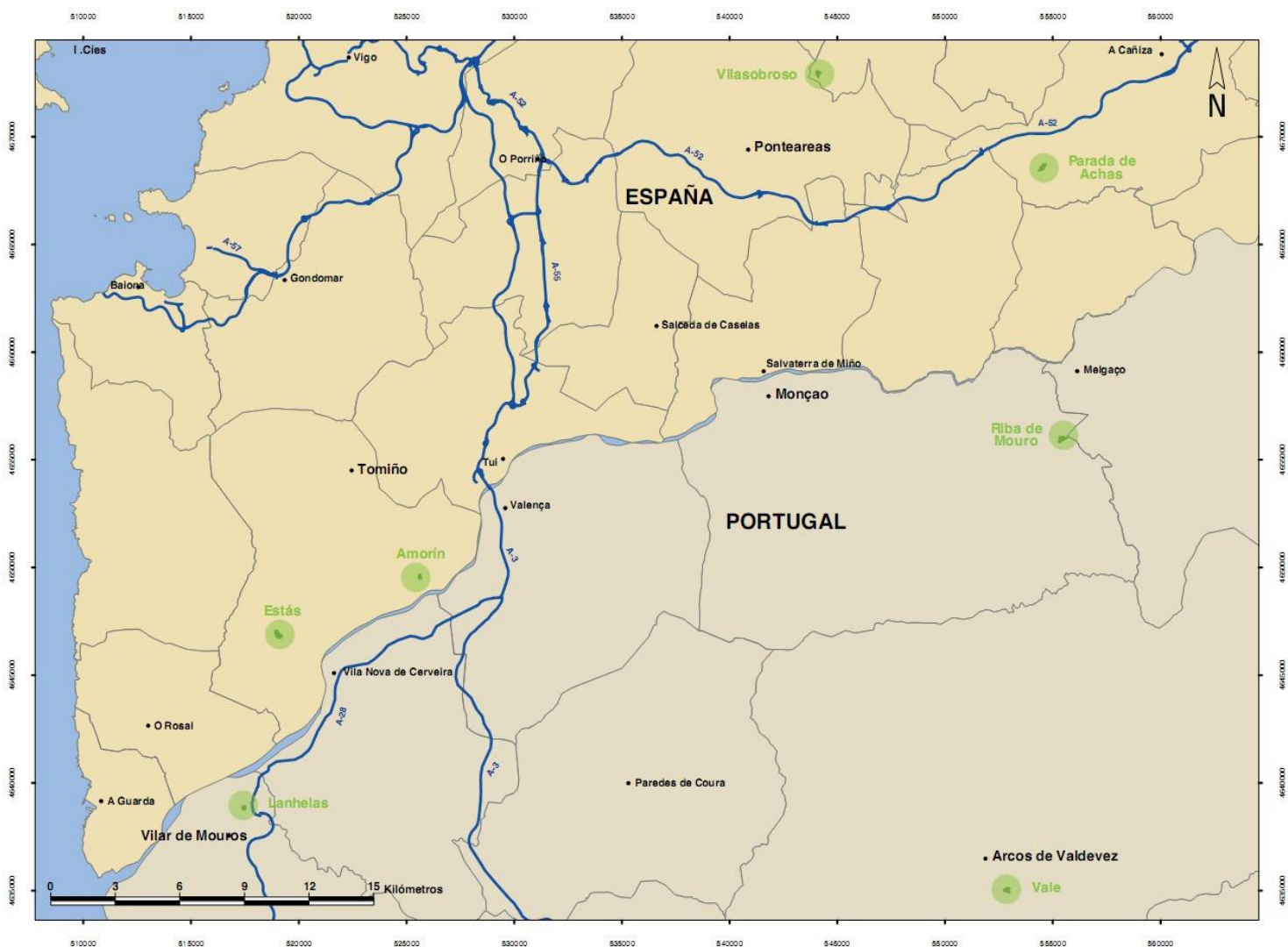
Se han plantado cuatro especies para la producción de biomasa con diseño experimental: arce (*Acer pseudoplatanus*), madroño (*Arbutus unedo*), abedul (*Betula celtiberica*) y fresno (*Fraxinus angustifolia*).

En esta área de ensayo y demostración se pretende estudiar la producción en función de la especie y la densidad del cultivo, para lo que se han establecido dos densidades de plantación, 1.600 y 3.200 pies por hectárea, con el fin de evaluar la especie y densidad más productiva, la capacidad de rebrote, el turno óptimo y número de ciclos de corta.

Las características físicas del sitio son:

- Exposición: Sureste
- Altitud: 375 a 400 m
- Pendiente: del 10 al 30%
- Clase de suelo: ranker sobre granitos
- Profundidad de suelo: más de 40 cm

Situación de las parcelas de ensayo de demostración del proyecto Silvaplus



GALICIA
 Estás y Amorín (Tomiño)
 Vilasobroso (Mondariz)
 Parada de Achas (A Cañiza)

PORTUGAL
 Riba de Mouro (Monção)
 Lanhelas (Caminha)
 Vale (Arcos de Valdevez)