

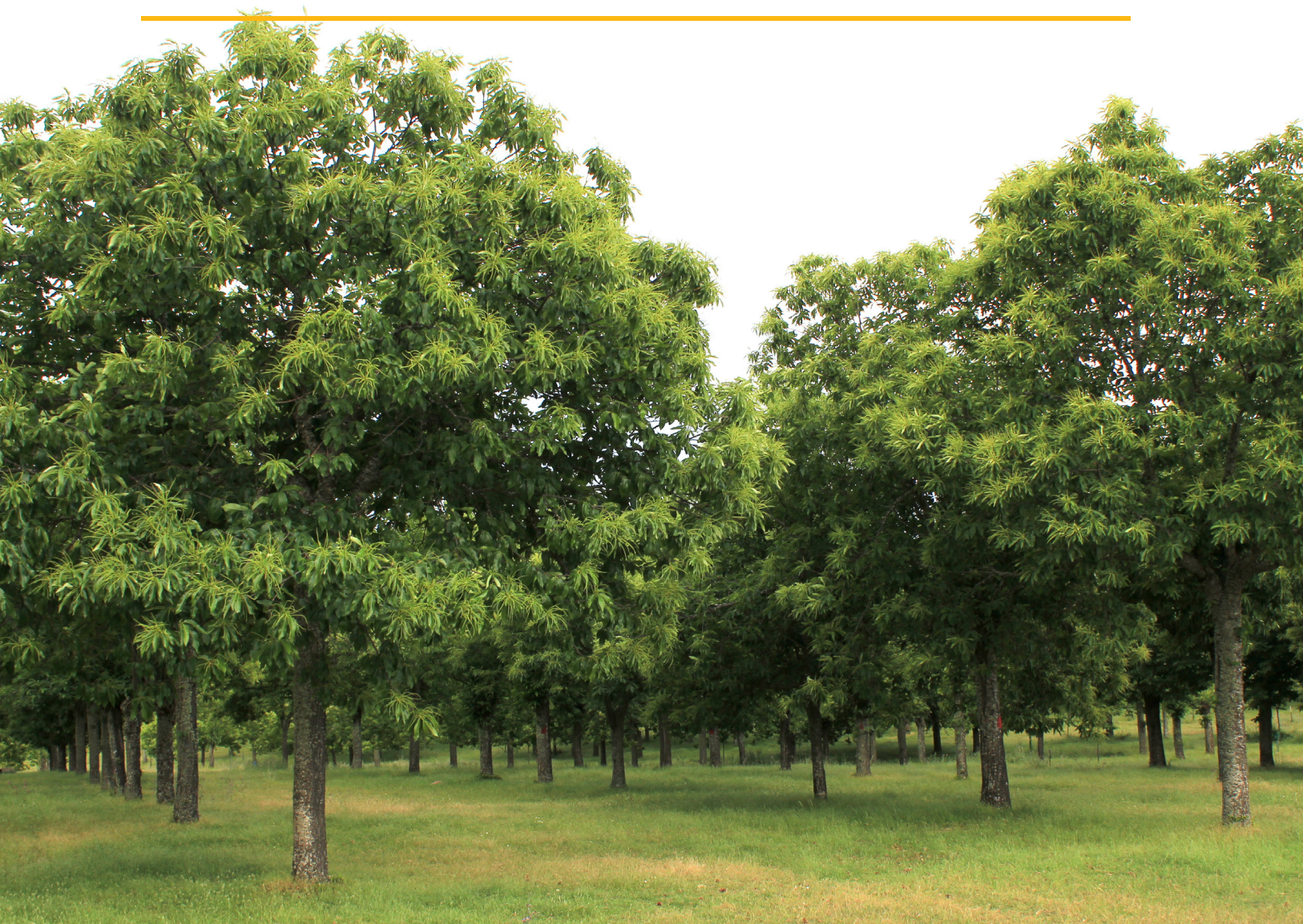
---

MANUAL DE  
BOAS PRÁTICAS DO **Castanheiro**

---

MANUAL DE  
BUENAS PRÁCTICAS DEL **Castaño**

---



---

MANUAL DE  
BOAS PRÁTICAS DO **Castanheiro**

---

MANUAL DE  
BUENAS PRÁCTICAS DEL **Castaña**

---



Dezembro de 2020  
Diciembre de 2020

MANUAL DE  
BOAS PRÁTICAS DO

MANUAL DE  
BUENAS PRÁCTICAS DEL

# Castanheiro

# Castaño



- Título:** Manual de boas práticas do Castanheiro  
Manual de buenas prácticas del castaño
- Editores:** Albino Bento  
António Castro Ribeiro  
Centro de Investigação de Montanha, Instituto Politécnico de Bragança
- Cordenação:** TRANSTEC - Associação Transmontana para Transferência de Tecnologia
- Propriedade / Edição:** Comunidade Intermunicipal das Terras de Trás-os-Montes  
Rua Visconde da Bouça, apartado 238 – 5300-318 Bragança  
Telef. +351 273 327 680 – www.cim-ttm.pt
- Coordenação do projeto:** Rui Caseiro; Isabel Andrade  
Comunidade Intermunicipal das Terras de Trás-os-Montes
- Tradução:** David Santos Barreales  
Centro de Investigação de Montanha, Instituto Politécnico de Bragança
- Design:** Atilano Suarez  
Serviços de Imagem do Instituto Politécnico de Bragança
- Impressão:** Bringráfica - Indústrias Gráficas, Lda.
- Tiragem:** 2000 exemplares
- ISBN:** 978-989-33-1088-5
- Depósito legal:** 470877/20
- 1ª Edição:** Dezembro de 2019
- 2ª Edição:** Dezembro de 2020



[www.frontur.pt](http://www.frontur.pt)  
[www.frontur.es](http://www.frontur.es)

Os textos e fotografias são da responsabilidade dos autores do Manual de Boas Práticas do Castanheiro

PROYECTO 0113\_FRONTUR\_2\_E: Este projeto é co-financiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) através do Programa Interreg V-A Espanha-Portugal (POCTEP) 2014-2020  
PROYECTO 0113\_FRONTUR\_2\_E financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del Programa Interreg V-A España - Portugal (POCTEP) 2014 - 2020.

# Índice

Índice.....	3	Índice.....	3
Autores .....	9	Autores .....	9
Nota de abertura.....	11	Nota de abertura.....	11
Introdução .....	13	Introducción .....	13
Caracterização da região .....	17	Caracterización de la región .....	17
Introdução.....	17	Introducción.....	17
Território .....	17	Territorio .....	17
Geografia física.....	19	Geografía física .....	19
Demografia .....	21	Demografía .....	21
Economia .....	25	Economía.....	25
Comércio Externo .....	28	Comercio Exterior.....	28
Bibliografia .....	29	Bibliografía .....	29
<b>Sistemática, morfologia, fenologia e biologia da reprodução .....</b>	<b>31</b>	<b>Sistemática, morfología, fenología y biología de la reproducción .....</b>	<b>31</b>
<b>Sistemática, distribuição e ecologia.....</b>	<b>31</b>	<b>Sistemática, distribución y ecología .....</b>	<b>31</b>
Evolução e sistemática .....	31	Evolución y sistemática.....	31
Distribuição atual .....	37	Distribución actual.....	37
Ecologia atual e pretérita .....	38	Ecología actual y pasada .....	38
<b>Morfologia, fenologia e biologia da reprodução ..</b>	<b>42</b>	<b>Morfología, fenología y biología de la reproducción.....</b>	<b>42</b>
Morfologia e fisionomia .....	42	Morfología y fisionomía .....	42
Tipologia e dormência dos gomos .....	52	Tipología y latencia de las yemas.....	52
Biologia da reprodução .....	56	Biología de la reproducción .....	56
Ciclo fenológico anual.....	63	Ciclo fenológico anual.....	63
<b>Bibliografia .....</b>	<b>70</b>	<b>Bibliografía .....</b>	<b>70</b>
<b>Agroecologia do castanheiro.....</b>	<b>73</b>	<b>Agroecología del castaño .....</b>	<b>73</b>
Introdução.....	73	Introducción.....	73
Origem do castanheiro e distribuição atual .....	73	Origen del castaño y distribución actual .....	73
O castanheiro em Portugal.....	75	El castaño en Portugal .....	75
El castaño en Portugal .....	75	Preferencias climáticas y edáficas del castaño ...	77
Preferências climáticas e edáficas do castanheiro	77	De la ecología de la especie a las técnicas de cultivo .....	79
Da ecologia da espécie às técnicas de cultivo.....	79	Bibliografía .....	83
Bibliografia .....	83		



<b>Instalação da cultura</b> .....	<b>85</b>	<b>Instalación del cultivo</b> .....	<b>85</b>
<b>Introdução</b> .....	<b>85</b>	<b>Introducción</b> .....	<b>85</b>
<b>Preparação do terreno</b> .....	<b>85</b>	<b>Preparación del terreno</b> .....	<b>85</b>
<b>Desenho da plantação</b> .....	<b>86</b>	<b>Diseño de la plantación</b> .....	<b>86</b>
<b>Execução da plantação</b> .....	<b>88</b>	<b>Ejecución de la plantación</b> .....	<b>88</b>
<b>Bibliografia</b> .....	<b>92</b>	<b>Bibliografía</b> .....	<b>92</b>
<b>Porta-enxertos e variedades</b> .....	<b>93</b>	<b>Portainjertos y variedades</b> .....	<b>93</b>
<b>Introdução</b> .....	<b>93</b>	<b>Introducción</b> .....	<b>93</b>
<b>Propagação do castanheiro</b> .....	<b>93</b>	<b>Propagación del castaño</b> .....	<b>93</b>
Multiplicação via seminal (reprodução sexual) .....	94	Multiplicación mediante semilla (reproducción sexual) .....	94
Multiplicação vegetativa (reprodução vegetativa) .....	95	Multiplicación vegetativa (reproducción vegetativa) .....	95
Enxertia .....	101	Injerto .....	101
<b>Principais porta-enxertos</b> .....	<b>105</b>	<b>Principales porta-injertos</b> .....	<b>105</b>
Porta-enxertos seminais de <i>C. sativa</i> .....	105	Portainjertos de semilla de <i>C. sativa</i> .....	105
Porta-enxertos híbridos clonais .....	106	Portainjertos híbridos clonales .....	106
<b>Principais variedades</b> .....	<b>109</b>	<b>Varieties principales</b> .....	<b>109</b>
Principais variedades de castanha, cultivadas em Portugal .....	111	Principales variedades de castañas cultivadas en Portugal .....	111
<b>Bibliografia</b> .....	<b>118</b>	<b>Bibliografía</b> .....	<b>118</b>
<b>Gestão do solo</b> .....	<b>119</b>	<b>Gestión del suelo</b> .....	<b>119</b>
<b>Gestão do solo em fruticultura de regadio</b> .....	<b>119</b>	<b>Gestión del suelo en fruticultura de regadío</b> .....	<b>119</b>
<b>Gestão do solo em pomares de sequeiro</b> .....	<b>119</b>	<b>Gestión del suelo en fruticultura de secano</b> .....	<b>119</b>
<b>Gestão do solo em castanheiro</b> .....	<b>123</b>	<b>Gestión del suelo en castaño</b> .....	<b>123</b>
<b>Gestión del suelo en castaño</b> .....	<b>123</b>	<b>Bibliografía</b> .....	<b>128</b>
<b>Bibliografia</b> .....	<b>128</b>		
<b>Fertilização</b> .....	<b>131</b>	<b>Fertilización</b> .....	<b>131</b>
<b>Princípios da fertilização das culturas</b> .....	<b>131</b>	<b>Principios de la fertilización de los cultivos</b> .....	<b>131</b>
<b>Diagnóstico da necessidade de fertilização</b> .....	<b>133</b>	<b>Diagnóstico de las necesidades de fertilización</b> ..	<b>133</b>
Análises de terras .....	134	Análisis de suelos .....	134
Análises de tecidos vegetais .....	136	Análisis de tejidos vegetales .....	136
<b>Fertilidade do solo e estado nutricional dos soutos em Trás-os-Montes</b> .....	<b>138</b>	<b>Fertilidad del suelo y estado nutricional de las plantaciones en Trás-os-Montes</b> .....	<b>138</b>
<b>Fertilização do castanheiro</b> .....	<b>141</b>	<b>Fertilización del castaño</b> .....	<b>141</b>
Fertilização à instalação e em soutos jovens .....	141	Fertilización antes de la instalación y en plantaciones jóvenes .....	141
Fertilização de pomares adultos .....	143	Fertilización en plantaciones adultas .....	143
Fertilización en plantaciones adultas .....	143	<b>Bibliografía</b> .....	<b>148</b>
<b>Bibliografia</b> .....	<b>148</b>		



# Autores

---

## **Albino Bento**

Centro de Investigação de Montanha (CIMO),  
Instituto Politécnico de Bragança.  
Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança.  
Email: bento@ipb.pt

## **Ana Santos**

Centro Nacional de Competências dos Frutos Secos  
(CNCFS)  
Edifício do Brigantia EcoPark, Avenida Cidade de León,  
nº 506, 5300-358 Bragança.  
Email: ana.santos@cncfs.pt

## **Andreia Afonso**

Deifil - Green biotechnology  
Rua do Talho, 80 – Serzedelo,  
4830-704 Póvoa de Lanhoso.  
Email: deifil.technology@gmail.com

## **António Castro Ribeiro**

Centro de Investigação de Montanha (CIMO),  
Instituto Politécnico de Bragança.  
Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança.  
Email: antrib@ipb.pt

## **Arlindo Almeida**

Centro de Investigação de Montanha (CIMO),  
Instituto Politécnico de Bragança.  
Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança.  
Email: acfa@ipb.pt

## **Carlos Aguiar**

Centro de Investigação de Montanha (CIMO),  
Instituto Politécnico de Bragança.  
Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança.  
Email: cfaguiar@ipb.pt

## **Eugénia Gouveia**

Centro de Investigação de Montanha (CIMO),  
Instituto Politécnico de Bragança.  
Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança.  
Email: egouveia@ipb.pt

## **Elsa Ramalhosa**

Centro de Investigação de Montanha (CIMO),  
Instituto Politécnico de Bragança.  
Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança.  
Email: elsa@ipb.pt

## **Ermelinda L. Pereira**

Centro de Investigação de Montanha (CIMO),  
Instituto Politécnico de Bragança.  
Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança.  
Email: epereira@ipb.pt

## **Filipe Pereira**

Associação Regional dos Agricultores  
das Terras de Montenegro (ARATM).  
Rua do Parque nº 1, 5445-110 Carrazedo de Montenegro.  
Email: cगतmpereira@hotmail.com



**Manuel Ângelo Rodrigues**

Centro de Investigação de Montanha (CIMO),  
Instituto Politécnico de Bragança.  
Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança.  
Email: angelor@ipb.pt

**Margarida Arrobas**

Centro de Investigação de Montanha (CIMO),  
Instituto Politécnico de Bragança.  
Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança.  
Email: marrobas@ipb.pt

**Maria de Fátima Lopes da Silva**

Centro de Investigação de Montanha (CIMO),  
Instituto Politécnico de Bragança.  
Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança.  
Email: lopes.silva@ipb.pt

**Maria do Sameiro Patrício**

Centro de Investigação de Montanha (CIMO),  
Instituto Politécnico de Bragança.  
Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança.  
Email: sampat@ipb.pt

**Paula Cabo**

Centro de Investigação de Montanha (CIMO),  
Instituto Politécnico de Bragança.  
Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança.  
Email: paulacabo@ipb.pt

**Rosalina Marrão**

Centro Nacional de Competências dos Frutos Secos  
(CNCFS)  
Edifício do Brigantia EcoPark, Avenida Cidade de León,  
nº 506, 5300-358 Bragança.  
Email: rosalina.marrao@cncfs.pt



# Fertilização

## Fertilización

Margarida Arrobas; Manuel Ângelo Rodrigues

### Princípios da fertilização das culturas

Para o desenvolvimento de uma planta superior são necessários dezassete elementos nutrientes. Na ausência de qualquer um deles a planta não se desenvolve ou não consegue completar o seu ciclo biológico, pelo que são designados de elementos essenciais. A lista de elementos que a ciência reconhece como sendo essenciais às plantas superiores são carbono, oxigénio, hidrogénio, azoto, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, ferro, manganês, zinco, cobre, molibdénio, cloro e níquel (Varenes, 2003).

Felizmente na natureza, de uma maneira geral, todos os elementos essenciais estão disponíveis no solo e/ou na atmosfera, o que permite que as plantas se desenvolvam nos diversos ecossistemas naturais sem a intervenção do homem. Contudo, nos campos agrícolas, o homem retira todos os anos quantidades que podem ser apreciáveis desses nutrientes através das colheitas e, eventualmente, da lenha de poda (Figura 7.1). Isto é, quando o homem leva para casa os produtos agrícolas, como a castanha, e/ou a lenha de poda, carrega os nutrientes que foram absorvidos a partir do solo. Por outro lado, às plantas cultivadas exigem-se produtividades elevadas, o que significa que as quantidades de nutrientes que têm de estar disponíveis no solo para satisfazer as suas necessidades são maiores que nos ecossistemas naturais. Assim, em campos agrícolas torna-se necessário aplicar fertilizantes para repor os nutrientes exportados e manter o potencial produtivo das culturas (Quadro 7.1).

Nem todos os nutrientes identificados como essenciais colocam os mesmos problemas ao agricultor. Alguns estão disponíveis na atmosfera (como o dióxido de carbono) e outros são obtidos a partir da molécula da água (oxigénio

### Principios de la fertilización de los cultivos

Para el desarrollo de una planta superior son necesarios diecisiete elementos nutrientes. En la ausencia de cualquiera de ellos, la planta no se consigue desarrollar y ni completar su ciclo biológico, por lo que son designados como elementos esenciales. La lista de elementos que la ciencia reconoce como esenciales en las plantas superiores son: carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, boro, hierro, manganeso, zinc, cobre, molibdeno, cloro y níquel (Varenes, 2003).

Felizmente en la naturaleza, de una manera general, todos los elementos esenciales están disponibles en el suelo y/o en la atmosfera, lo que permite que las plantas se desarrollen en los diversos ecosistemas naturales sin la intervención del hombre. Sin embargo, en los campos agrícolas, el hombre extrae todos los años cantidades de estos nutrientes que pueden ser importantes a través de las cosechas y eventualmente de los restos de poda (Figura 7.1). Así, cuando un hombre lleva para casa los productos agrícolas, como la castaña y/o la lena de poda, está llevándose los nutrientes que fueron absorbidos a partir del suelo. Por otro lado, las plantas cultivadas exigen productividades elevadas, lo que significa que las cantidades de nutrientes que tienen que estar disponibles en el suelo para satisfacer las necesidades son mayores que en los ecosistemas naturales. Así, en los campos agrícolas se hace necesario aplicar fertilizantes para reponer los nutrientes exportados y mantener el potencial productivo de los cultivos (Cuadro 7.1).

No todos los nutrientes identificados como esenciales pueden llegar a provocar problemas al agricultor. Algunos





**Figura 7.1** – A lenha de poda e a produção exportam nutrientes que devem ser repostos pela fertilização.  
La leña de poda y la producción exportan nutrientes que deben ser repuestos por la fertilización.

**Quadro 7.1** – Concentração de nutrientes em folhas e frutos de castanheiro.

**Cuadro 7.1** – Concentración de nutrientes en hojas y frutos de castaño (Arrobas *et al.*, 2018).

Nutriente	Folhas / Hojas	Frutos
Azoto / Nitrogeno (g kg <sup>-1</sup> )	19 – 28	7,7 – 11,5
Fósforo (g kg <sup>-1</sup> )	1 – 3	1,2 – 1,8
Potássio / Potasio (g kg <sup>-1</sup> )	7 – 19	6,5 – 10,3
Cálcio (g kg <sup>-1</sup> )	4,5 – 15	0,8 – 1,4
Magnésio (g kg <sup>-1</sup> )	1,3 – 6	0,7 – 0,8
Boro (mg kg <sup>-1</sup> )	13 – 122	8 – 13
Cobre (mg kg <sup>-1</sup> )	4 – 53	4 – 15
Ferro / Hierro (mg kg <sup>-1</sup> )	15 – 333	23 – 64
Zinco / Zinc (mg kg <sup>-1</sup> )	11 – 75	11 – 19
Manganês / Manganeso (mg kg <sup>-1</sup> )	180 – 2210	67 – 185



e hidrogénio) pelo que não são uma preocupação habitual dos planos de fertilização, apesar de existirem em grandes quantidades nos tecidos vegetais. Estes existem no ambiente em quantidades em que é virtualmente impossível esgotarem-se, pelo que não será necessário aplicá-los como fertilizantes. Outros, porém, esgotam-se rapidamente com o cultivo, e o solo deixa de poder assegurar um adequado desenvolvimento das plantas. Por outro lado, os solos não apresentam todos a mesma fertilidade, fornecendo, de forma variável, cada um dos nutrientes essenciais. Além disso, as plantas cultivadas também necessitam de quantidades diferenciadas de cada um dos nutrientes essenciais.

Para além do carbono, oxigénio e hidrogénio, os restantes, azoto, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre são considerados macronutrientes por entrarem em concentrações consideráveis na composição dos tecidos. Azoto, fósforo e potássio são ainda classificados de macronutrientes principais por, de uma maneira geral, não existirem nos solos agrícolas em quantidades suficientes para satisfazer as necessidades das plantas cultivadas. Os restantes são classificados de micronutrientes, não por serem menos importantes para o crescimento das plantas, mas por serem necessários em menores quantidades e por frequentemente existirem nos solos em quantidades suficientes ao normal crescimento das plantas (Santos, 2015).

## Diagnóstico da necessidade de fertilização

Nas plantas cultivadas programar um plano de fertilização que permita restabelecer anualmente as necessidades das plantas é uma tarefa complexa. O programa de fertilização deve estar baseado em métodos de diagnóstico da fertilidade do solo (é necessário estimar a que nível o solo consegue fornecer nutrientes) e do estado nutricional das plantas (avalia a concentração dos nutrientes nos tecidos, uma medida da forma como os nutrientes estão a ser absorvidos). Análises de terras e análises de plantas não são métodos de diagnóstico alternativos, mas sim complemen-

están disponibles en la atmosfera (como el dióxido de carbono) y otros son obtenidos a partir de la molécula del agua (oxígeno e hidrogeno) por lo que no son una preocupación habitual de los programas de fertilización, a pesar de existir en grandes cantidades en la composición de los tejidos vegetales. Estos elementos están en el ambiente en cantidades que es virtualmente imposible agotar, por lo que no es necesario aplicarlos en la fertilización. Por el contrario, otros elementos se pueden agotar rápidamente con el cultivo y el suelo deja de poder asegurar un adecuado desarrollo de las plantas. Así, no todos los suelos tienen la misma fertilidad, aportando, de forma variable, cada uno de los nutrientes esenciales. También, hay que tener en cuenta que las plantas cultivadas necesitan cantidades diferenciadas de cada uno de los nutrientes esenciales.

Además de carbono, oxígeno e hidrogeno, los restantes elementos; nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre son considerados macronutrientes por formar parte de la composición de los tejidos en concentraciones considerables. Nitrógeno, fósforo y potasio son además clasificados como macronutrientes principales porque, de una manera general, no existen en suelos agrícolas en cantidades suficientes para satisfacer las necesidades de las plantas cultivadas. Los restantes nutrientes son clasificados como micronutrientes, no por ser menos importantes para el crecimiento de las plantas sino por ser necesarios en menores cantidades y por existir de forma frecuente en los suelos en cantidades suficientes para el desarrollo normal de las plantas (Santos, 2015).

## Diagnóstico de las necesidades de fertilización

En las plantas cultivadas hacer un programa de fertilización que permita reestablecer anualmente las necesidades de las plantas es una tarea compleja. El programa de fertilización debe estar basado en métodos de diagnóstico de la fertilidad del suelo (es necesario estimar a que nivel el suelo consigue aportar nutrientes) y del estado nutricional de las



tares. Eles não fornecem o mesmo tipo de informação. Em árvores, como o castanheiro, devido à extensão do sistema radicular e à dificuldade em amostrar toda a zona onde se encontram as raízes, a avaliação do estado nutricional através da análise de tecidos vegetais tende a fornecer mais informação que a análise de terras. O solo, porém, não fornece apenas nutrientes às plantas. O solo suporta as plantas, assegura oxigénio ao sistema radicular, e cria os mecanismos que determinam a biodisponibilidade de nutrientes. Em alguns solos podem estar criadas condições para haver nutrientes em excesso e alguns deles podem tornar-se tóxicos para as plantas. Alguns destes diagnósticos só se conseguem com a análise de terras.

A qualidade dos diagnósticos e, por último, a intervenção de fertilização começa no momento da recolha das amostras, uma vez que estas devem representar o solo de uma parcela ou as árvores de todo um pomar. É necessário ter em conta que todo o processo deve ser padronizado. Com erros no processo de amostragem, os laboratórios não poderão fazer bons diagnósticos.

## Análises de terras

O processo de análise ao solo inicia-se com a recolha da amostra de uma determinada área, esperando-se que os resultados analíticos obtidos representem toda a parcela. A colheita de amostras de terras para análise deve iniciar-se com o estabelecimento de zonas homogéneas na parcela, no que diz respeito a topografia, aspeto do solo, tamanho das árvores e desenvolvimento da vegetação herbácea. O número de amostras a recolher deve ser ajustado ao tamanho da parcela e à sua uniformidade. Por regra, dentro de cada zona homogénea deve proceder-se à colheita de cerca de 15 subamostras parciais, percorrendo o solo em ziguezague, que servirão para formar uma amostra compósita representativa da parcela. Estas subamostras devem ser colocadas num recipiente e no final devem ser devidamente misturadas para, a partir desta mistura, se retirar cerca de 1 kg de solo. Este procedimento é aconselhado para amostrar o solo antes da instalação da cultura e nos primeiros anos antes da entrada do souto em produção.

plantas (evaluar la concentración de los nutrientes en los tejidos, una forma de determinar cómo los nutrientes están siendo absorbidos). Análisis de suelos y de plantas no son métodos de diagnóstico alternativos, pero sí complementarios. Ellos no aportan el mismo tipo de información. En árboles, como el castaño, debido a la extensión del sistema radicular y a la dificultad en muestrear toda la zona donde se encuentran las raíces, la evaluación del estado nutricional a través del análisis de tejidos vegetales tiende a aportar más información que el análisis de suelo. El suelo no solo aporta nutrientes a las plantas, también proporciona soporte, asegura oxígeno al sistema radicular y crea los mecanismos que determinan la biodisponibilidad de nutrientes.

En algunos suelos pueden crearse condiciones para tener nutrientes en exceso y algunos de ellos, pueden llegar a ser tóxicos para las plantas. Para diagnosticar algunos de estos casos es necesario un análisis de suelo.

La calidad de los diagnósticos comienza en el momento de la recogida de muestras. Estas deben representar el suelo de una parcela o los árboles de toda una plantación. Es necesario tener en cuenta que todo el proceso debe ser estandarizado. Con errores en el proceso de muestreo, los laboratorios no podrán hacer buenos diagnósticos.

## Análisis de suelos

El proceso de análisis del suelo debe iniciarse con la recogida de muestras de una determinada superficie para que los resultados analíticos obtenidos representen toda la parcela. La recogida de muestras de suelo para análisis se debe iniciar con el establecimiento de zonas homogéneas en la parcela, en lo que respecta a la topografía, aspecto visual del suelo, tamaño de los árboles y desarrollo de la vegetación espontánea. El número de muestras a recoger debe ser ajustado al tamaño de la parcela y a su uniformidad. Por regla general, dentro de cada zona homogénea se debe proceder a la recogida de cerca de 15 sub-muestras parciales, recorriendo el suelo en zig-zag, que servirán para formar una muestra representativa de toda la parcela. Estas sub-muestras deben ser colocadas en un recipiente y en el final deben ser debidamente mezcladas para, a partir



Nos soutos em produción, em que se proceda à fertilización localizada debaixo da copa, será nessa zona que deverão ser colhidas as amostras parciais. Em soutos em que a fertilización é feita com distribuidores centrífugos de adubos por todo o terreno, aínda que pouco frecuente, as amostras podem ser colhidas no límite exterior de proxección da copa das árbores marcadas. Com árbores adultas, pode ser vantajoso proceder à marcação, de forma máis ou menos permanente, de cerca de 15 árbores representativas do estado de desenvolvemento do souto, sendo o solo colhido próximo das árbores marcadas.

de esta mezcla coger 1 kg de suelo aproximadamente. Este procedimiento es aconsejado para muestrear el suelo antes de la instalación del cultivo y en los primeros años antes de la entrada en producción.

En las plantaciones en producción, en las que se aplica la fertilización localizada debajo de la copa, será en esa zona donde deberán ser recogidas las muestras parciales. En plantaciones en que la fertilización es aplicada con distribuidores centrífugos por todo el terreno, las muestras pueden ser recogidas en el límite exterior de proyección de la copa de los árboles marcados. Con árboles adultos, puede ser



**Figura 7.2** – Colheita de amostras de solos usando uma sonda ou uma pá.  
Recogida de muestras de suelo usando una sonda o una pala.



Apesar da elevada profundidade do sistema radicular, a colheita pode restringir-se à camada arável (15 a 20 cm), sendo que esta fornece a informação relevante sobre as propriedades do solo que se podem obter a partir de uma análise de terras. Adicionalmente deverá ser fornecida ao laboratório toda a informação considerada relevante sobre o proprietário, a parcela e a cultura, normalmente prevista em impresso próprio fornecido pelo laboratório (Figura 7.2).

Relativamente à época mais indicada para a recolha das amostras, o produtor deve habituar-se a colher sempre na mesma altura do ano, de preferência deixando margem ao laboratório para lhe fornecer um diagnóstico e uma recomendação de fertilização que possa utilizar no início da estação de crescimento, normalmente no início de abril.

### Análises de tecidos vegetais

A análise de tecidos vegetais é um método de diagnóstico do estado nutricional das árvores conceituado, na medida em que se aceita que a concentração de um nutriente num tecido específico da planta íntegra, para além da disponibilidade desse nutriente no solo, todos os fatores que afetam o crescimento das plantas. No castanheiro, como na maioria das culturas, são utilizadas as folhas no diagnóstico do estado nutricional. No entanto, é necessário ter em conta que a concentração de nutrientes nas folhas varia com a sua idade e posição na copa. Assim, na colheita da amostra só algumas folhas devem ser consideradas, designadamente folhas jovens, mas em que o limbo já esteja integralmente expandido (Figura 7.3).

No castanheiro, a época em que as folhas devem ser colhidas é entre o fim de julho e o início de agosto. A amostra de folhas que chega ao laboratório deve representar o melhor possível o estado nutricional do souto. Assim, recomenda-se a marcação de 15 árvores com aspeto representativo da parcela e que a colheita seja feita sempre nessas árvores ao longo dos anos. Devem evitar-se folhas do interior da copa e com menor exposição à luz. Deve também evitar-se a colheita de folhas após a aplicação de caldas foliares. Podem colher-se 4 a 8 folhas por árvore em volta da copa.

Na marcação das árvores devem evitar-se aquelas que

ventajoso proceder a la marcación, de forma más o menos permanente, de aproximadamente 15 árboles representativas del estado de desarrollo de la plantación, recogiendo las muestras de suelo cerca de los árboles marcados.

A pesar de la elevada profundidad del sistema radicular, la recogida puede restringirse a la capa arable (15 a 20 cm), ya que esta nos proporciona la información relevante sobre las propiedades del suelo que se pueden obtener a partir de un análisis. Adicionalmente deberá ser aportada al laboratorio toda la información considerada relevante sobre el propietario, la parcela y el cultivo, normalmente escrita en un impreso propio proporcionado por el laboratorio (Figura 7.2).

En relación a la época más indicada para la recogida de las muestras de suelo, el productor debe habituarse a recoger siempre en la misma altura del año el productor debe habituarse a recoger, preferentemente, siempre en la misma altura del año, y así dejando margen al laboratorio para que le pueda proporcionar un diagnóstico y una recomendación de fertilización que pueda utilizar en el inicio de la estación de crecimiento, normalmente a principios del mes de abril.

### Análisis de tejidos vegetales.

El análisis de los tejidos vegetales es un método de diagnóstico del estado nutricional de los árboles reconocido en la medida en que se acepta que la concentración de un nutriente en un tejido específico de la planta íntegra, además de la disponibilidad de ese nutriente en el suelo, todos los factores que afectan al crecimiento de las plantas. En el castaño, como en la mayoría de los cultivos, son utilizadas las hojas en el diagnóstico del estado nutricional. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que la concentración de nutrientes en las hojas varía con la edad y la posición de las mismas en la copa. Así, en la recogida de muestras solo algunas hojas deben ser consideradas, concretamente las hojas jóvenes, pero siempre con el limbo completamente expandido (Figura 7.3).

En el castaño, la época en que las hojas deben ser recogidas es entre finales del mes de julio y el inicio del mes de





**Figura 7.3** – Colheita de folhas jovens com o limbo completamente expandido do terço médio do ramo do ano.  
Recogida de hojas jóvenes con el limbo completamente expandido del tercio medio del ramo del año.



**Figura 7.4** – Castanheiro aparentando problemas fitossanitários, desadequado para diagnósticos de estado nutricional (esquerda) e castanheiros aparentemente saudáveis, próprios para análise (direita).  
Castaño que aparenta problemas fitosanitarios, inadecuado para diagnóstico del estado nutricional (izquierda) y castaños aparentemente saludables, propios para análisis (derecha).



estão situadas nas bordaduras da parcela e árvores atípicas com sintomas de doenças ou outros problemas de desenvolvimento (Figura 7.4). As amostras devem entrar no laboratório devidamente identificadas, se possível nas 24 horas que se seguem à colheita.

## Fertilidade do solo e estado nutricional dos soutos em Trás-os-Montes

Trabalhos recentes efetuados no interior norte de Portugal (Arrobas *et al.*, 2018) fornecem já uma visão global sobre as principais características químicas dos solos ocupados com castanheiros. Tendo por base mais de 1000 amostras de solos analisadas, os solos com castanheiros possuem valores de pH classificados como ácidos ou muito ácidos (86%), teores de matéria orgânica baixos (82%), teores de fósforo classificados de muito baixos e baixos (74%) e teores de potássio muito variáveis, entre baixos a altos. Os teores de cálcio e magnésio são também frequentemente classificados de baixos (48% e 37%, respetivamente), bem como os teores de boro (40%).

O estado nutricional dos castanheiros foi também avaliado com base em mais de 200 amostras de folhas (Arrobas *et al.*, 2018). A maioria dos soutos (63%) encontrava-se com concentração de azoto nas folhas abaixo do intervalo de suficiência. No caso do fósforo, apesar dos teores do elemento no solo serem maioritariamente baixos, 81% das amostras de folhas apresentaram concentrações adequadas e apenas 18% das amostras revelaram concentrações abaixo do intervalo de suficiência. O potássio nas folhas apresentou-se nas concentrações adequadas em 64% das amostras, mas uma percentagem ainda relativamente elevada (34%) encontrava-se abaixo do intervalo de suficiência. No caso do cálcio e do magnésio as concentrações estavam dentro da gama adequada respetivamente em 73% e 72% das amostras. Para o boro, 54% e 40% das amostras encontravam-se respetivamente na zona de concentrações adequadas e deficientes. Relativamente aos restantes micronutrientes justifica-se apenas uma referência para o manganês, em que 12% das

agosto. La muestra de hojas que llega al laboratorio debe representar de la mejor manera posible el estado nutricional de la plantación. Así, se recomienda la marcación de 15 árboles con aspecto representativo de la parcela y en estos será realizada la recogida de hojas a lo largo de los años. Deben evitarse hojas del interior de la copa y con menor exposición a la luz. Como es lógico, también, debe evitarse la recogida de hojas después de la aplicación de productos fitosanitarios. Se pueden recoger entre 4 y 8 hojas por cada árbol alrededor de la copa.

En la marcación de los árboles se deben evitar aquellos que están situados en los bordes de las parcelas y árboles atípicos con síntomas de enfermedades u otros problemas en su desarrollo normal (Figura 7.4). Las muestras deben entrar en el laboratorio debidamente identificadas, si es posible antes de que pasen 24 horas desde el momento de la recogida.

## Fertilidad del suelo y estado nutricional de las plantaciones en Trás-os-Montes

Trabajos recientes efectuados en el interior Norte de Portugal (Arrobas *et al.*, 2018) aportan ya una visión global sobre las principales características químicas de los suelos ocupados con castaños. Teniendo como base más de 1000 muestras de suelos analizados, los suelos con castaños poseen valores de pH clasificados como ácidos o muy ácidos (86%), contenidos en materia orgánica bajos (82%), contenidos de fósforo clasificados como muy bajos o bajos (74%) y contenidos de potasio muy variables, entre bajos a altos. Los contenidos de calcio y magnesio son frecuentemente clasificados como bajos (48% y 37%, respetivamente) y también los contenidos de boro suelen ser bajos (40%).

El estado nutricional de los castaños fue también evaluado en base a más de 200 muestras de hojas (Arrobas *et al.*, 2018). La mayoría de las plantaciones (63%) se encuentran con concentraciones de nitrógeno en las hojas por debajo del nivel de suficiencia. En el caso del fósforo, a pesar de que los contenidos del elemento en el suelo son



amostras surgiu na zona de concentrações excessivas, a revelar o carácter maioritariamente ácido ou muito ácido destes solos.

À margem dos diagnósticos referidos, a fertilização do castanheiro tem estado baseada na aplicação de calcários, devido ao facto dos solos onde se cultivam os castanheiros tenderem a ser ácidos. Contudo, os resultados de investigação mostram alguma tolerância do castanheiro à acidez (Arrobas *et al.*, 2017), refletida nos valores maioritariamente adequados de cálcio e magnésio nas folhas. Contudo, é também de referir que já foram identificadas carências de magnésio em solos ácidos do interior norte de Portugal (Portela *et al.*, 2011). Assim, apesar da evidência de que o castanheiro é uma planta bem adaptada a solos ácidos, poderá ser benéfico aplicar calcários se o pH do solo for muito baixo. Aplicar calcários e elevar um pouco o pH pode disponibilizar nutrientes que tendem a ser limitantes em solos ácidos, designadamente cálcio, magnésio e fósforo, e reduzir os riscos de toxicidade de manganês e/ou alumínio.

Com a informação atualmente disponível, o azoto parece ser o elemento a que se deve dar maior importância nos programas de fertilização para o castanheiro. Embora no passado tenha havido tendência para lhe retirar importância, por se recear alguma interação negativa com aspectos fitossanitários da cultura, estudos recentes apontam em sentido contrário (Arrobas *et al.*, 2017; 2018; Grade, 2018; Rodrigues *et al.*, 2019). Os soutos têm revelado teores de azoto nas folhas baixos, e parecem responder com aumento de produção à aplicação do nutriente. O azoto é elemento que mais frequentemente limita o crescimento e produção das culturas em ecossistemas naturais e agrícolas e o castanheiro parece não ser exceção.

A informação disponível sobre o fósforo tem evoluído significativamente. De uma maneira geral, os solos do norte de Portugal tendem a ter teores em fósforo baixos quando determinados pelo método Egner-Riehm, o método de rotina em Portugal. Esta informação levou as empresas e o meio técnico a recomendar a aplicação regular de fósforo ao solo. Presentemente há evidência experimental de que o castanheiro dificilmente poderá responder à aplicação

majormente baixos, el 81% de las muestras de hojas presentan concentraciones adecuadas y solo el 18% de las muestras revelan concentraciones por debajo del nivel de suficiencia. El potasio en las hojas se presentó en concentraciones adecuadas en el 64% de las muestras, pero un porcentaje relativamente elevado (34%) se encuentra por debajo del intervalo de suficiencia. En el caso del calcio y del magnesio, las concentraciones estaban dentro de los niveles adecuados en el 73% y 72% de las muestras, respectivamente. Para el boro, el 54% de las muestras se encontraban con valores adecuados. Relativamente a los restantes micronutrientes, cabe destacar solo una referencia para el manganeso, para él cual, el 12% de las muestras tienen concentraciones excesivas, consecuencia del carácter predominante de suelos ácidos y muy ácidos.

Al margen de los diagnósticos referidos, la fertilización del castaño se ha basado en la aplicación de enmiendas calizas, debido al hecho de que en los suelos en que se cultivan el castaño tienden a ser ácidos. Así, los resultados de investigación mostraron tolerancia del castaño a la acidez (Arrobas *et al.*, 2017), reflejada en los valores bastante adecuados de calcio y magnesio en las hojas. Sin embargo, hay que mencionar que ya fueron detectadas carencias de magnesio en suelos ácidos del interior Norte de Portugal (Portela *et al.*, 2011). A pesar de la evidencia de que el castaño es una planta bien adaptada a suelos ácidos, puede ser beneficioso aplicar calcáreos si el pH del suelo fuera muy bajo. Aplicar calcáreos y elevar el pH puede favorecer la disponibilidad de nutrientes que tienden a ser limitantes en suelos ácidos, particularmente calcio, magnesio y fósforo, y reducir los riesgos de toxicidad de manganeso y/o aluminio.

Con la información actualmente disponible, el nitrógeno parece ser el elemento al cual se debe dar mayor importancia en los programas de fertilización para el castaño. Aunque en el pasado haya habido una tendencia para reducir su importancia, por relacionarlo con algunas interacciones negativas en cuanto a algunos aspectos fitosanitarios del cultivo, estudios reciente apuntan en sentido contrario (Arrobas *et al.*, 2017; 2018; Grade, 2018; Rodrigues *et al.*, 2019). Las plantaciones han revelado bajos conteni-



de fósforo uma vez que uma parte significativa dos souts tem níveis de fósforo nas folhas adequados. Por outro lado, o castanheiro exporta quantidades reduzidas de fósforo (Quadro 6.1). Apesar de classificado como macronutriente principal tudo indica que as aplicações de fósforo nos souts devam ser moderadas a reduzidas.

A aplicação de potássio no castanheiro deverá merecer alguma atenção. Apesar de por vezes os solos mostrarem teores de potássio elevados quando determinados pelo método Egner-Riehm, as plantas necessitam de quantidades elevadas de potássio na fase de crescimento do fruto. Esta fase ocorre no mês de agosto e início de setembro, quando a falta de água no solo dificulta a absorção do elemento. Parece ser importante que os solos estejam bem providos de potássio para que este possa ser absorvido em quantidades elevadas na janela de oportunidade que é a primavera. A aplicação de produtos foliares na fase de crescimento dos frutos pode auxiliar no fornecimento de potássio, embora ainda não esteja demonstrada a eficácia da aplicação de produtos foliares em castanheiro nesta fase de elevada desidratação dos tecidos foliares.

O elemento sobre o qual há maior evidência experimental da necessidade de aplicação é o boro, apesar de ser um micronutriente (Portela *et al.*, 2011; Arrobas *et al.*, 2017; 2018; Rodrigues *et al.*, 2019). Em Trás-os-Montes, a importância do boro está também documentada no olival (Rodrigues *et al.*, 2011) e na amendoeira (Arrobas *et al.*, 2019). De qualquer forma, este elemento exige precaução na aplicação uma vez que em doses elevadas é tóxico para as plantas. Em plantações jovens é relativamente fácil aplicar boro em níveis que possam originar toxicidade.

Os restantes nutrientes não têm estado sujeitos a atenção particular. Em solos mantidos em boas condições culturais, sobretudo com pH acima de 5,5 não é expectável que surjam problemas com outros nutrientes para além de azoto, fósforo, potássio e boro.

dos de nitrogénio en las hojas, y parecen responder con un aumento significativo de la producción cuando se aplica el nutriente. El nitrógeno es el elemento que más frecuentemente limita el crecimiento y la producción de los cultivos en ecosistemas naturales y agrícolas y el castaño no parece ser una excepción.

La información disponible sobre el fósforo ha evolucionado significativamente. De una manera general, los suelos del norte de Portugal tienden a tener contenidos de bajos de fósforo cuando este nutriente es determinado por el método Egner-Riehm, el método más utilizado en Portugal. Esta información llevó a las empresas y a los técnicos a recomendar la aplicación regular de fósforo al suelo. Actualmente hay evidencias experimentales de que el castaño, difícilmente podrá responder a la aplicación de fósforo ya que una parte significativa de las plantaciones tiene niveles de fósforo adecuados en las hojas. Por otro lado, el castaño exporta cantidades reducidas de fósforo (Cuadro 1). A pesar de estar clasificado como un macronutriente principal, todo indica que las aplicaciones de fósforo en las plantaciones deben ser moderadas y reducidas.

Se debe prestar especial atención a la aplicación de potasio en el castaño. A pesar de que los suelos muestran contenidos de potasio elevados cuando se realiza la determinación por el método Egner-Riehm, las plantas necesitan de cantidades elevadas de potasio en la fase de crecimiento del fruto. Esta fase ocurre en el mes de agosto e inicio de septiembre, cuando la falta de agua en el suelo dificulta la absorción del elemento. Parece ser importante que los suelos estén bien provistos de potasio para que este elemento pueda ser absorbido en cantidades elevadas durante la primavera. La aplicación de productos foliares en la fase de crecimiento de los frutos puede auxiliar al aporte de potasio, aunque aún no esté demostrada la eficacia de este tipo de aplicaciones en castaño durante esta fase, dada la elevada deshidratación de los tejidos foliares.

El elemento sobre el cual hay mayor evidencia experimental de la necesidad de aplicación es el boro, a pesar de ser un micronutriente (Portela *et al.*, 2011; Arrobas *et al.*, 2017; 2018; Rodrigues *et al.*, 2019). En Trás-os-Montes, la



## Fertilização do castanheiro

Por fertilização é habitual entender-se a prática de aplicação de corretivos e/ou adubos ao solo. Os adubos podem também ser aplicados na água de rega ou diretamente sobre as plantas em caldas foliares. Com o uso de corretivos pretende-se melhorar propriedades físicas, químicas e/ou biológicas do solo que reduzam a biodisponibilidade dos nutrientes e/ou dificultem o normal desenvolvimento das plantas. Com os adubos pretende-se sobretudo fornecer às plantas nutrientes que não se encontrem no solo nas quantidades adequadas (Santos, 2015).

A fertilização do souto deve permitir maximizar o potencial produtivo da cultura e assegurar a perenidade da árvore. Nas culturas arbóreas (e arbustivas) interessa estabelecer uma estratégia de fertilização para a fase de instalação e primeiros anos da cultura e outra para a fase de plena produção.

### Fertilização à instalação e em soutos jovens

Na instalação do souto deve proceder-se à aplicação de corretivos *minerais* alcalinizantes sempre que os resultados da análise de terras o aconselhem. O castanheiro parece ser uma cultura bem adaptada a solos ácidos. Contudo, em solos com  $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})} < 5,5$  devem ser aplicados calcários. A acidez do solo pode afetar a produtividade, devido sobretudo à reduzida disponibilidade de nutrientes no solo, como cálcio, magnésio e fósforo, e à presença provável de quantidades excessivas de alumínio e/ou manganês na forma iónica que podem ser tóxicas para as plantas.

Os calcários são substâncias pouco solúveis em água, pelo que a correção do solo deve fazer-se à instalação da cultura quando os calcários podem ser adequadamente incorporados no solo. Os calcários são valorizados pelo seu valor neutralizante e conteúdo em magnésio. Na correção da acidez deve dar-se preferência aos calcários dolomíticos que, para além de fornecerem cálcio às plantas, fornecem também magnésio. O tamanho das partículas afeta a reatividade, sendo que os calcários de partículas mais finas têm um efeito mais rápido no solo. Assim, calcários em pó ou em

importancia del boro esta también documentada en el olivo (Rodríguez *et al.*, 2011) y en el almendro (Arrobas *et al.*, 2019). De cualquier forma, este elemento exige precaución en su aplicación, ya que en dosis elevadas es tóxico para las plantas. En plantaciones jóvenes es relativamente fácil aplicar boro en niveles que puedan provocar toxicidad.

Los restantes nutrientes no han estado sujetos a una atención detallada, pues en suelos con buenas condiciones culturales, sobre todo con pH por encima de 5,5 no se espera que surjan problemas con otros nutrientes más allá del nitrógeno, fósforo, potasio y boro.

## Fertilización del castaño

Por fertilización es habitual entender la práctica de la aplicación de correctivos y/o abonos al suelo. Los abonos, también, pueden ser aplicados en el agua de riego o directamente sobre las plantas en aplicaciones foliares. Con el uso de correctivos se pretenden mejorar las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del suelo que reduzcan la biodisponibilidad de los nutrientes y/o dificulten el normal desarrollo de las plantas. Con los abonos se pretende sobretudo suministrar a las plantas nutrientes que no se encuentran en el suelo en las cantidades adecuadas (Santos, 2015).

La fertilización de una plantación debe permitir maximizar el potencial produtivo del cultivo y garantizar la continuidad del árbol. En los cultivos arbóreos (y arbustivos) interesa establecer una estrategia de fertilización para la fase de instalación y los primeros años del cultivo y otra para la fase de plena producción.

### Fertilización antes de la instalación y en plantaciones jóvenes

En la fase de instalación de una plantación debe procederse a la aplicación de *correctivos minerales* alcalinizantes siempre que los resultados del análisis de suelo lo aconsejen. El castaño parece ser un cultivo bien adaptado a los suelos ácidos. Sin embargo, en suelos con  $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})} < 5,5$  se debe aplicar caliza. La acidez del suelo puede afectar a la productividad, debido sobre todo a la reducida disponibili-



*pellet* (obtidos a partir de materiais pulverizados) são mais reativos que os calcários de partículas mais grosseiras.

Na instalação de pomares é frequente equacionar-se a aplicação de corretivos orgânicos, sobretudo em regiões em que os teores de matéria orgânica no solo são baixos. Os substratos orgânicos favorecem as propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos. Genericamente, a matéria orgânica liberta nutrientes para as plantas e melhora a capacidade de armazenamento de água, a drenagem do solo, o arejamento e a atividade biológica, com efeitos potencialmente benéficos em todo o ecossistema. Se a exploração tiver este recurso deverá utilizá-lo. Contudo, é irrealista admitir-se que a aplicação de matéria orgânica antes da instalação do pomar pode dar algum contributo significativo no incremento do teor de matéria orgânica do solo. Para produtores que não disponham de estrumes, se estes se encontrarem na região a preços acessíveis, a aplicação deve restringir-se às covas onde se irão colocar as plantas. Neste caso, o corretivo deve ser misturado adequadamente no solo não devendo nunca ser colocado em camadas no fundo ou junto às paredes das covas de plantação.

Na plantação é frequente recomendar-se a aplicação de quantidades elevadas de fósforo sempre que as análises de solos revelem valores baixos do nutriente. A ideia é constituir um reservatório de fósforo no solo que fique disponível para vários anos. No entanto, atendendo ao preço elevado dos fertilizantes, ao elevado número de mecanismos de imobilização do nutriente no solo, à reduzida exportação do nutriente pela cultura e à falta de estudos que comprovem as vantagens desta estratégia de fertilização, recomenda-se muita moderação com os custos despendidos. De uma maneira geral, a eficiência de uso dos nutrientes aumenta sempre que se aplicam próximos de momentos de elevada absorção radicular.

Nos anos imediatos à plantação, as jovens árvores exploram um reduzido volume de solo, sendo difícil estabelecer uma estratégia adequada de adubação ao solo. Nos primeiros anos, as estratégias de fertilização ao solo devem ser conservadoras (aplicação reduzida de fertilizantes) e complementadas com estratégias de adubação foliar. Os

de nutrientes como el calcio, el magnesio y el fósforo y la presencia de cantidades excesivas de aluminio y/o manganeso en la forma iónica que pueden llegar a ser tóxicas para las plantas.

Los calcáreos son sustancias poco solubles en agua, por lo que la corrección del suelo debe hacerse durante la instalación del cultivo, cuando estos compuestos se pueden incorporar adecuadamente al suelo. Los calcáreos son valorizados por su valor neutralizante y por el aporte de magnesio. En la corrección de la acidez se debe dar preferencia a los calcáreos dolomíticos que, además de aportar calcio a las plantas, aporta magnesio. El tamaño de las partículas afecta a la reactividad, siendo los calcáreos de partículas más finas la que tiene un efecto más rápido en el suelo.

Así, calcáreos en polvo o en *pellet* (obtenidos a partir de materiales pulverizados) son más reactivos que los calcáreos de partículas más gruesas.

En la instalación de plantaciones es frecuente considerar la aplicación de correctivos orgánicos, sobre todo en regiones en las que los contenidos en materia orgánica en el suelo son bajos. Los sustratos orgánicos favorecen las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos. Generalmente, la materia orgánica libera nutrientes para las plantas y mejora la capacidad de almacenamiento del agua, el drenaje del suelo, el aireamiento y la actividad biológica, con efectos potencialmente beneficiosos en todo el ecosistema. Si la explotación agrícola tuviera este recurso deberá utilizarlo. Sin embargo, es irrealista admitir que la aplicación de materia orgánica antes de la instalación de la plantación puede contribuir de forma significativa en el incremento del contenido de materia orgánica del suelo. Para productores que no dispongan de estiércol, si estos se encuentran en la región a precios razonables, la aplicación debe restringirse a los hoyos donde se irán a colocar las plantas. En este caso, el correctivo se debe mezclar adecuadamente con el suelo, nunca se debe colocar en capas en el fondo o junto a las paredes del hoyo de plantación.

En la plantación es frecuente recomendar la aplicación de cantidades elevadas de fósforo siempre que los análisis de suelo revelen valores bajos del nutriente. La idea es



custos da operação são mínimos já que se gasta pouca calda devido à reduzida área foliar das plantas.

Enquanto as plantas são jovens o boro deve justificar atenção especial. É frequente surgirem sintomas de carência de boro pouco tempo após a plantação. Por outro lado, o boro é particularmente tóxico para as plantas quando em excesso. Assim, em plantações muito jovens deve evitar-se a aplicação de boro ao solo na forma de adubos concentrados em boro. Em alternativa devem ser aplicados adubos compostos que contenham boro em baixa concentração ou preferencialmente adubos foliares. Esta estratégia visa apenas reduzir o risco de dano na planta enquanto jovem, já que em árvores adultas a aplicação ao solo é preferível.

### Fertilização de pomares adultos

A adubação dos soutos deve ser efetuada anualmente. O sistema solo/planta perde regularmente nutrientes, sobretudo exportados na castanha e na lenha de poda. Quando as árvores são ainda jovens e estão em crescimento é necessário repor também os nutrientes que ficam retidos na estrutura perene da planta. Acresce que a natureza não tem mecanismos próprios de recuperação rápida da fertilidade do solo. Para manter o solo produtivo é necessário adicionar fertilizantes para repor alguns dos nutrientes que anualmente se perdem.

Na prática da adubação interessa considerar a dose a aplicar, a data de aplicação, a localização dos fertilizantes e as opções de fornecimento de nutrientes às plantas, seja por aplicação ao solo, por via foliar ou em fertirrega, embora estas últimas estratégias sejam pouco comuns nos soutos.

A quantidade de fertilizante a aplicar é um dos aspetos mais importantes dos sistemas de recomendação de fertilização. Doses insuficientes podem reduzir o crescimento e a produtividade das árvores. Adubação em excesso pode reduzir a produtividade, aumentar a estrutura de custos e causar danos ambientais não negligenciáveis. No entanto, a definição da dose de fertilizante a aplicar em um dado contexto agroecológico não é fácil de estabelecer. Nem as análises de solos nem as análises de plantas fornecem informação suficiente para quantificar os nutrientes a aplicar.

constituir un reservorio de fósforo en el suelo para que esté disponible a lo largo de los años. Sin embargo, como consecuencia de los elevados precios de los fertilizantes, del elevado número de mecanismos de bloqueo del nutriente en el suelo, de la reducida exportación del nutriente por el cultivo y por la falta de estudios que demuestren las ventajas de esta estrategia de fertilización, se recomienda ser moderado con esta técnica. De una manera general, la eficiencia del uso de los nutrientes aumenta siempre que se aplican cerca de la época de mayor absorción radicular.

En los años siguientes a la instalación de una plantación, los árboles jóvenes exploran un reducido volumen del suelo, siendo difícil establecer una estrategia adecuada de abonado al suelo. En los primeros años, las estrategias de fertilización al suelo deben ser conservadoras (aplicación reducida de fertilizantes) y complementadas con estrategias de abonado foliar. Los costes de la operación son mínimos ya que se gasta poco caldo debido a la reducida área foliar de las plantas.

En cuanto las plantas son jóvenes se debe prestar atención al boro. Es frecuente que aparezcan síntomas de carencia de boro poco tiempo después de la plantación. Por otro lado, el boro es particularmente tóxico para las plantas cuando está en exceso. Así, en plantaciones muy jóvenes, debe evitarse la aplicación al suelo en forma de abonos concentrados de boro. En forma alternativa se deben aplicar abonos compuestos que contengan boro en baja concentración o preferencialmente abonos foliares. Esta estrategia sirve para reducir el riesgo de daño en las plantas cuando son jóvenes, ya que en árboles adultos es preferible la aplicación al suelo.

### Fertilización en plantaciones adultas

El abonado de las plantaciones debe ser efectuado anualmente. El sistema suelo/planta pierde regularmente nutrientes, sobre todo exportados con la castaña y con la lenha de poda. Cuando los árboles son todavía jóvenes y están en crecimiento es necesario reponer también los nutrientes que se quedan retenidos en la estructura perenne de la planta. Hay que tener en cuenta que la naturaleza no tiene



A quantidade de nutrientes a repor pelos fertilizantes pode ser muito variável dependendo da idade do pomar e, em soutos adultos, da quantidade de castanha produzida. Em anos de produção elevada a exportação de nutrientes aumenta, sendo necessário reequilibrar o estado nutritivo da árvore com a aplicação de uma dose maior de fertilizante.

Nos soutos em plena produção o principal fator a ter em conta na quantificação da dose a aplicar é a remoção de nutrientes nos frutos e na lenha de poda. Estudos anteriores (Arrobas *et al.*, 2018) mostraram que os valores removidos pela castanha por hectare e ano podem variar entre 3 a 20 kg de azoto, 0,5 a 5 kg de fósforo ( $P_2O_5$ ) e 2,5 a 25 kg de potássio ( $K_2O$ ). Cálcio e magnésio são extraídos em quantidade ainda menores. O boro é extraído em quantidades que rondam 25 g ha<sup>-1</sup>. Na lenha da poda sai uma quantidade significativa de cálcio, para além de azoto e potássio. Portela *et al.* (2007) reporta valores exportados por hectare na castanha e na lenha de poda que podem atingir 29 kg de azoto, 10 kg de  $P_2O_5$ , 30 kg de  $K_2O$ , 12 kg de cálcio e 2,8 kg de magnésio. O laboratório pode ajustar estes valores em função da informação que tiver do pomar (fertilidade do solo, estado nutricional das árvores, aplicação de fertilizantes orgânicos e minerais nos anos anteriores) e da região (relacionados à eficiência de uso dos nutrientes).

A data de aplicação dos fertilizantes deve permitir que os nutrientes estejam disponíveis no solo quando é elevada a absorção radicular, que normalmente coincide com períodos de elevada atividade biológica das plantas e elevada demanda de nutrientes pelas partes em crescimento. Contudo, por questões práticas, relacionadas com o regime pluviométrico da região mediterrânica, nos soutos a aplicação de fertilizantes ao solo restringe-se ao início da primavera.

A data de aplicação dos fertilizantes estabelece-se em função dos elementos móveis no solo como o azoto e o boro. Tendo em conta que o início da absorção ativa de nutrientes pelo castanheiro ocorre a partir de maio, e que estes nutrientes correm riscos elevados de lixiviação se ocorrer excesso de precipitação após a aplicação, deve ter-se como referência a aplicação dos fertilizantes a partir do início de abril. A data de aplicação de fósforo e potássio é

mecanismos propios de recuperación rápida de la fertilidad del suelo. Para mantener el suelo productivo es necesario adicionar fertilizantes para reponer algunos nutrientes que anualmente se pierden.

En la práctica del abonado es interesante considerar la dosis a aplicar, la fecha de aplicación, la localización de los fertilizantes y las diferentes opciones de aporte de nutrientes a las plantas; sea por aplicación al suelo o mediante aplicación foliar o fertirrigación; aunque estas últimas estrategias sean poco comunes en las plantaciones de castaño.

La cantidad de fertilizante a aplicar es uno de los aspectos más importantes en los sistemas de recomendación de fertilización. Dosis insuficientes pueden reducir el crecimiento y la productividad de los árboles. Abonado en exceso puede reducir la productividad, aumentar los costes y causar daños ambientales significativos. Sin embargo, la definición de la dosis de fertilizante a aplicar en un determinado contexto agroecológico no es fácil de establecer. Ni los análisis de los suelos, ni los análisis de plantas aportan información suficiente para cuantificar los nutrientes a aplicar. La cantidad de nutrientes a reponer por los fertilizantes puede ser muy variable dependiendo de la edad de la plantación y, en plantaciones adultas, de la cantidad de castaña producida. En años de producción elevada la exportación de nutrientes aumenta, siendo necesario reequilibrar el estado nutritivo del árbol con la aplicación de una dosis mayor de fertilizantes.

En las plantaciones en plena producción, el principal factor a tener en cuenta en la cuantificación de la dosis a aplicar es la extracción de los frutos y de la leña de poda. Estudios anteriores (Arrobas *et al.*, 2018) mostraron que los valores extraídos por la castaña por hectárea y año pueden variar de 3 a 20 kg de nitrógeno; de 0,5 a 5 kg de fósforo ( $P_2O_5$ ) y de 2,5 a 25 kg de potasio ( $K_2O$ ). El calcio y el magnesio son extraídos en cantidades todavía menores. El boro es extraído en cantidades que rondan los 25 g/ha. En la leña de poda sale una cantidad significativa de calcio, además de nitrógeno y potasio. Portela *et al.* (2007) reporta valores exportados por hectárea en la castaña y en la leña de poda que pueden llegar a alcanzar 29 kg de nitrógeno, 10 kg de



menos importante. Usando adubos compostos devem respeitar-se as recomendações seguidas para os elementos móveis no solo.

Se forem aplicados calcários durante a idade adulta do pomar estes poderão ser aplicados bastante mais cedo, se possível desde o outono. É necessário ter em conta que os calcários devem ser incorporados no solo. Aplicados durante o repouso vegetativo reduz-se o stresse provocado nas árvores com a destruição de raízes provocada pela mobilização.

Os corretivos orgânicos (Figura 7.5) devem também ser aplicados mais cedo que os fertilizantes minerais. O mês de fevereiro pode ser uma boa referência para estrumes bem compostados e de razão carbono/azoto equilibrada. Se forem materiais grosseiros de pior qualidade devem aplicar-se ainda mais cedo. É necessário ter em conta que os fertilizantes orgânicos devem ser incorporados no solo, pelo que a aplicação deve ser feita num período em que haja humidade no solo, mas não em excesso.

Os fertilizantes podem ser distribuídos por todo o terreno ou aplicados de forma localizada debaixo da copa das árvores. A opção por cada um dos métodos depende de vários fatores, como a quantidade e tipo de fertilizante a

$P_2O_5$  y 30 kg de  $K_2O$ , 12 kg de calcio y 2,8 kg de magnesio. El laboratorio puede ajustar estos valores en función de la información que tuviera de la plantación (fertilidad del suelo, estado nutricional de los árboles, aplicación de fertilizantes orgánicos y minerales en los años anteriores) y de la región (relacionados a la eficiencia del uso de los nutrientes).

La fecha de aplicación de los fertilizantes debe permitir que los nutrientes estén disponibles en el suelo cuando la absorción radicular es elevada, normalmente este momento coincide con los periodos de máxima actividad biológica de las plantas y elevada demanda de nutrientes por los órganos en crecimiento. Sin embargo, por cuestiones prácticas, relacionadas con el régimen pluviométrico de la región mediterránea, en las plantaciones la aplicación de fertilizantes al suelo se restringe al inicio de la primavera.

El momento de aplicación de los fertilizantes se establece en función de los elementos móviles en el suelo como el nitrógeno y el boro. Teniendo en cuenta que el inicio de la absorción activa de nutrientes por el castaño acontece a partir del mes de mayo, y que estos nutrientes corren riesgo elevado de lixiviación cuando hay exceso de precipitación después de la aplicación, se debe tener como referencia la aplicación de los fertilizantes a partir del inicio del abril. El momento de



**Figura 7.5** – Distribuição de estrume em soutos para posterior incorporação.  
Distribución de estiércol en plantaciones de castaño para posterior incorporación.



aplicar, o sistema de manutenção do solo, a área das explorações e as condições técnicas de aplicação.

A distribuição homogénea por todo o terreno é uma técnica utilizada para aplicar corretivos minerais como os calcários devido à grande quantidade de fertilizante a distribuir e à conveniência de alterar as características do solo em toda a área. Em geral, utilizam-se distribuidores centrífugos de adubos. Na aplicação de adubos é frequente a aplicação localizada na área de projeção da copa. Deve evitar-se a aplicação muito concentrada junto ao tronco. Nessa zona há poucas raízes finas, sendo baixa a oportunidade de absorção. A distribuição dos adubos por toda a área é menos frequente, embora possa ocorrer em explorações que usam distribuidores centrífugos de adubos (Figura 7.6). Do ponto de vista técnico, a localização pode aumentar a eficiência de uso dos nutrientes. No caso dos elementos mais móveis como azoto e boro, a localização dos nutrientes numa zona de maior densidade radicular aumenta a oportunidade de absorção radicular e reduz a concorrência das infestantes pelo fertilizante. No caso dos elementos menos móveis no solo como o fósforo, a localização pode melhorar a eficiência de uso do nutriente através da saturação dos mecanismos de imobilização do

aplicación de fósforo y potasio es menos importante. Usando abonos compuestos se deben respetar las recomendaciones seguidas para los elementos móviles en el suelo.

Si fueran aplicadas enmiendas calizas durante la edad adulta de la plantación, estas aportaciones podrán ser aplicadas bastante más temprano, si es posibles desde el otoño. Es necesario tener en cuenta que las calizas deben ser incorporadas al suelo. Aplicadas durante el reposo vegetativo se reduce el estrés provocado en los árboles con la destrucción de las raíces a consecuencia de la movilización.

Los correctivos orgánicos (Figura 7.5) deben también ser aplicados más temprano que los fertilizantes minerales. El mes de febrero puede ser una buena referencia para estiércoles bien madurados y de relación carbono/nitrógeno equilibrada. Si fueran materiales más groseros y de peor calidad, deben aplicarse antes. Es necesario tener en cuenta que los fertilizantes orgánicos deben ser incorporados al suelo, por lo que la aplicación se debe hacer en un periodo en que haya humedad en el suelo, pero no en exceso.

Los fertilizantes pueden ser distribuidos por todo el terreno o aplicados de forma localizada debajo de la copa de los árboles. La opción escogida va a depender de varios factores, como la calidad y el tipo de fertilizantes a



**Figura 7.6** – Aplicação de fertilizantes de forma manual e com distribuidor centrífugo.  
Aplicación de fertilizantes de forma manual y con distribuidor centrífugo.



nutriente, devido ao aumento da quantidade de fertilizante aplicado na unidade de área.

A adubação foliar baseia-se na capacidade das folhas em absorber nutrientes de forma rápida e efetiva. No entanto, a base da fertilização de um pomar de sequeiro, como são a generalidade dos soutos, deve ser feita a partir da aplicação dos fertilizantes ao solo. A adubação ao solo estimula o desenvolvimento do sistema radicular e os fertilizantes tendem a ser mais baratos. A adubação foliar não permite aplicar cantidades satisfactorias de macronutrientes, devendo ser vista como um complemento da adubação ao solo e não como una alternativa.

Os nutrientes aplicados por via foliar têm efeito mais rápido na vegetação. Em situações de carência nutricional comprobada durante a estação de crecimiento, a adubação foliar pode ser equacionada. As caldas devem ser aplicadas de acuerdo com as recomendações previstas no rótulo dos productos para evitar riesgos de toxicidade nas plantas. Na aplicación de caldas foliares deve ter-se em atenção as previsões meteorológicas para evitar que a água da chuva arraste os fertilizantes antes de serem absorbidos.

Nos soutos, em que o potencial de produção é baixo, será difícil encontrar justificación técnica para a aplicação de adubos foliares. Contudo, durante a fase de crecimiento dos frutos, as plantas têm elevadas necesidades em potássio. Em sequeiro, e em anos particularmente secos, a planta pode ter dificultad em obter potássio devido à extrema desidrataçao do solo. Nestas condições, aplicações foliares ricas em potássio podem fornecer o nutriente de forma mais efetiva que a aplicación ao solo e promover a produtividade e o calibre dos frutos.

aplicar, el sistema de mantenimiento del suelo, el área de las explotaciones y las condiciones técnicas de aplicación.

La distribución homogénea por todo el terreno es una técnica utilizada para aplicar correctivos minerales como los calcáreos debido a una gran cantidad de fertilizante a distribuir y la conveniencia de alterar las características del suelo en toda la superficie. En general, se utilizan abonadoras centrífugas. En la aplicación de abonos es frecuente la aplicación localizada en la superficie de proyección de la copa. Se debe evitar la aplicación muy concentrada junto al tronco. En esa zona hay pocas raíces finas, reduciéndose así la capacidad de absorción. La distribución de los abonos por toda la superficie es menos frecuente, aunque puede realizarse en explotaciones que utilizan abonadoras centrífugas (Figura 7.6). Desde el punto de vista técnico, la localización puede aumentar la eficiencia de uso de los nutrientes. En el caso de los elementos más móviles como el nitrógeno y el boro, la localización de los nutrientes en una zona de mayor densidad radicular aumenta la oportunidad de absorción radicular y reduce el desarrollo de las plantas adventicias por el fertilizante. En el caso de los elementos con menor movilidad en el suelo como el fósforo, la localización puede mejorar la eficacia del uso del nutriente a través de la saturación de los mecanismos de bloqueo de nutriente, debido al aumento de la cantidad de fertilizante aplicado por unidad de superficie.

La aplicación de abonos foliares se basa en la capacidad de las hojas de absorber nutrientes de forma rápida y efectiva. No obstante, la base de la fertilización de una plantación de castaño, como son generalmente las plantaciones de castaño, se debe realizar a partir de la aplicación de los fertilizantes al suelo. El abonado al suelo estimula el desarrollo del sistema radicular y los fertilizantes suelen ser más baratos. El abonado foliar no permite aplicar cantidades satisfactorias de macronutrientes, debiendo ser tratada como un complemento del abonado al suelo y no como una alternativa.

Los nutrientes aplicados por vía foliar tienen efecto más rápido en la vegetación. En situaciones de carencia nutricional comprobada durante la fase de crecimiento, el abonado foliar puede ser necesario. Las aplicaciones deben ser reali-



zadas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante para evitar los riesgos de toxicidad en las plantas. También es importante prestar atención a las previsiones meteorológicas antes de hacer aplicaciones foliares para evitar la lluvia arrastre los fertilizantes antes de ser absorbidos.

En las plantaciones de castaños, en que el potencial productivo es bajo, será difícil encontrar justificación técnica para la aplicación de abonos foliares. Sin embargo, durante la fase de crecimiento de los frutos, las plantas tienen elevadas necesidades de potasio. En secano y en años particularmente secos, la planta puede tener dificultades para cubrir sus necesidades de potasio del suelo debido a la extrema deshidratación del suelo. En estas condiciones, aplicaciones foliares ricas en potasio pueden aportar este nutriente de forma más efectiva que la aplicación al suelo, mejorando la productividad y el calibre de los frutos.

## Bibliografia

### Bibliografía

- Arrobas M., Ribeiro A., Barreales D., Pereira E., Rodrigues M., 2019. Soil and foliar nitrogen and boron fertilization of almond trees grown under rainfed conditions. *European Journal of Agronomy*, 106, 39-48.
- Arrobas M., Afonso S., Rodrigues M., 2018. Diagnosing the nutritional condition of chestnut groves by soil and leaf analyses. 2018. *Scientia Horticulturae*, 228, 113-121.
- Arrobas M., Afonso S., Ferreira I., Moutinho-Pereira J., Correia C., Rodrigues M., 2017. Liming and application of nitrogen, phosphorus, potassium, and boron on a young plantation of chestnut. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 41, 441-451.
- Grade, V., 2018. Efeito de fertilizantes com mecanismos de libertação gradual de nutrientes na cultura do castanheiro (*Castanea sativa*). Tese de Mestrado em Agroecologia. Instituto Politécnico de Bragança.
- Portela, E., Ferreira-Cardoso, J.V., Louzada, J.L., 2011. Boron application on a Chestnut orchard: effect on yield and quality of nuts. *Journal of Plant Nutrition*, 34, 1245-1253.
- Portela, E., Martins, A., Pires, A.L., Raimundo, F., Marques, G., 2007. Cap 6 – Práticas culturais no souto: o manejo do solo. Soil management practices in chestnut orchards. In: Gomes-Laranjo, J., Ferreira-Cardoso, J., Portela, E., Abreu, C.G. (Eds.), *Castanheiros [Chestnuts]*. Programa AGRO 499 Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal, pp. 207-264.
- Rodrigues, M.A., Pavão, F., Lopes, J.I., Gomes, V., Arrobas, M., Moutinho-Pereira, J., Ruivo, S., Cabanas, J.E., Correia, C.M., 2011. Olive yields and tree nutritional status during a four year period without nitrogen and boron fertilization. *Communications in Soil Science Plant Analysis*, 42 (7), 803 - 814.
- Rodrigues, M.A., Grade, V., Barroso, V., Pereira, A., Cassol, L.C., Arrobas, M., 2019. Chestnut response to organo-mineral and controlled-release fertilizers in rainfed growing conditions. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* (in press).
- Santos, J.Q., 2015. Fertilização. Fundamentos agroambientais da utilização dos adubos e corretivos. Publíndústria. Porto.
- Varennes, A., 2003. Produtividade dos solos e ambiente. Escolar Editora, Lisboa.

