



Síntese do conhecimento de fertilização em pinheiro bravo: recomendações e adaptação para Portugal



R. L. Pato, D. Ferreira, F. Gomes (ESAC / IPC)



N. Calado, P. Teixeira (Centro Pinus)

Síntese do conhecimento de fertilização em pinheiro bravo: recomendações e adaptação para Portugal

Países

- Portugal, França, Espanha
- Austrália, N. Zelândia
- Chile, Brasil, EUA (Geórgia)

Espécies

- *P. pinaster*
- *P. pinea*, *P. radiata*
- *P. sylvestris*, *P. taeda*

Litologia

- Areias
- Granito, Xisto
- Dioritos

Clima

- Atlântica, oceânico ou marítimo
- Continental
- Mesotérmico subtropical

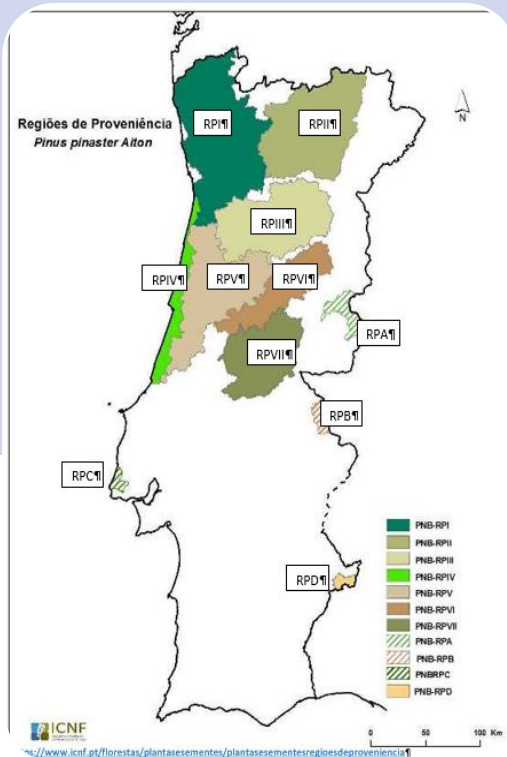
Solos

- Arenossolos, Podzois
- Cambissolos
- Luvisolos

Pesquisa

- Fertilização nas diferentes fases
- Extração de nutrientes
- Níveis nutricionais agulhas e solo
- Diagnose visual de carências

Síntese do conhecimento de fertilização em pinheiro bravo: recomendações e adaptação para Portugal



Regiões de proveniência

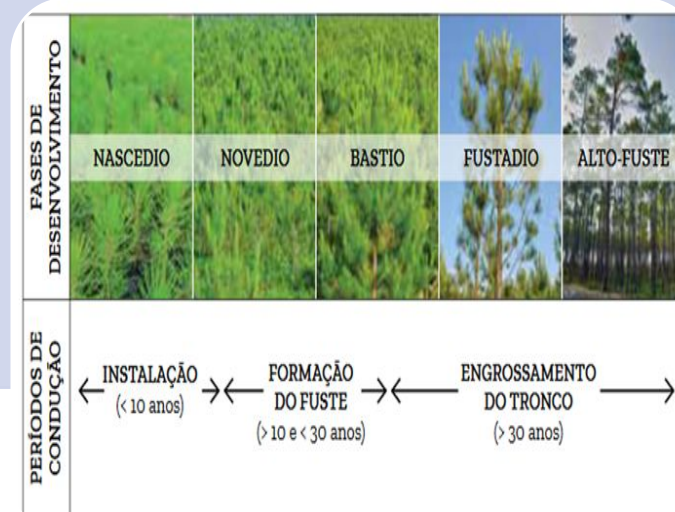
RP	Superfície km2	Altitude média (m)	Rocha mãe	Solos
PNB-RP IV	1348	70 (50-200)	Areia e calhaus rolados; Dunas e areias éólicas. Bolsas de rocha calcária	Podzóis orticos e Regossolos distrícticos; Bolsas de fluvissoles calcários e cambissolos calcicos

Paisagem

Pinhal de Leiria

Tipo de perfil

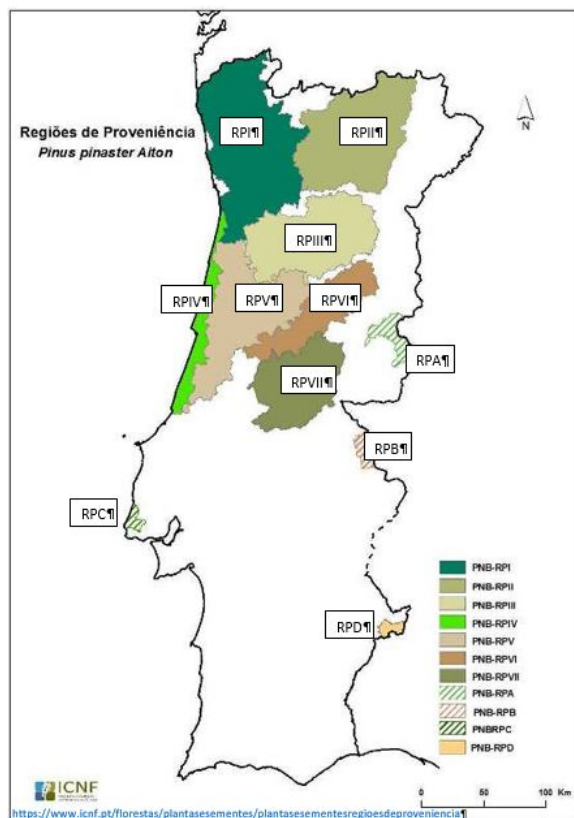
Condições edafoclimáticas



Fase de desenvolvimento do povoamento

Potencial produtivo da parcela

Síntese do conhecimento de fertilização em pinheiro bravo: recomendações e adaptação para Portugal



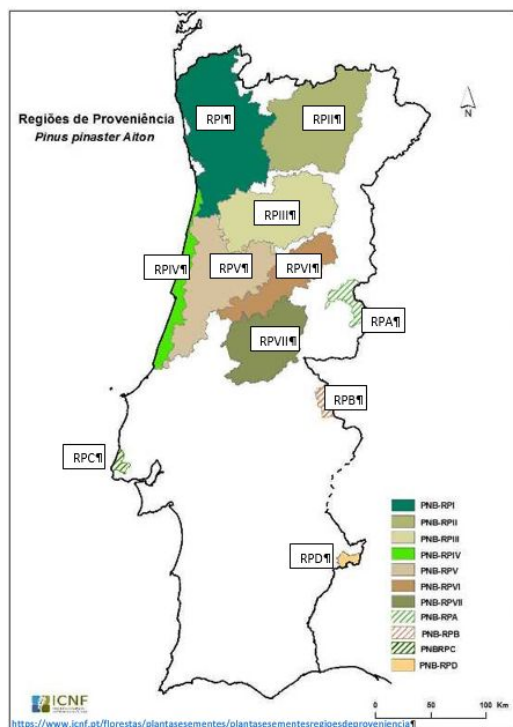
Regiões de proveniência e a sua Descrição

DESCRIÇÃO DAS REGIÕES DE PROVENIÊNCIA *Pinus pinaster* Aiton.

RP	Superfície km ²	Altitude média (m)	Rocha mãe	Solos	ph	Dados Climáticos				Classificação ecológica
						Precipitação média anual (mm)	N.º de dias com precipitação	Temperatura média anual °C	N.º dias com geada	
PNB-RP I	7608	450 (50-1400)	Granitos e rochas afins; Xistos, grauvaques. No litoral dunas e areias eólicas	Cambissolos húmicos	4.6-5.5	1400-1600 (800 a >2800)	75-100 (50 a >100)	12.5-15 (7.5-18)	10-20	Basal e Submontano
PNB-RP II	5974	680 (100-1300)	Xistos, grauvaques. Granitos e rochas afins	Cambissolos húmicos. Inclusões de Rankers	4.6-5.5	800-1000 (400-2000)	75-100 (50 a >100)	10-12.5 (7.5-18)	60-80	Submontano e Montano
PNB-RP III	5098	600 (100-1300)	Xistos, grauvaques	Cambissolos húmicos	4.6-5.5	1000-1400 (500-2000)	75-100 (50 a >100)	12.5-15 (7.5-18)	30-40	Submontano e Montano
PNB-RP IV	1348	70 (50-200)	Areia e calhaus rolados; Dunas e areias eólicas. Bolsas de rocha calcária	Podzóis orticos e Regossolos distrícos; Bolsas de fluvisolos calcários e cambissolos calcícos	4.6-5.5	700-800 (700-1400)	75-100 (75 a >100)	12.5-15 (12.5-18)	1-5	Basal
PNB-RP V	5337	270 (50-900)	Arenitos, calcários, calcários margosos e margas; Dunas e areias eólicas	Cambissolos húmicos e Podzóis orticos	6.6-7.3	700-800 (700-2000)	75-100 (75 a >100)	12.5-15 (7.5-18)	1-5	Mediterrânea com influência atlântica Basal
PNB-RP VI	2783	800 (100-1800)	Xistos, grauvaques. Granitos e rochas afins	Cambissolos distrícos e húmicos	5.6-6.5	1200-1400 (800-2000)	75-100 (75 a >100)	7.5-10 (<7.5-15)	30-40	Montano e Submontano
PNB-RP VII	3619	470 (50-1100)	Granitos e rochas afins; Xistos, grauvaques. Bolsas de areias e arenitos pouco consolidados	Litossolos éuticos Luvissolos orticos	4.6-5.5	1000-1200 (800-1800)	75-100 (50 a >100)	12.5-15 (7.5-18)	30-40	Basal e Submontano
PNB-RP A	592	570 (300-1000)	Xistos, grauvaques	Litossolos éuticos e férricos	5.6-6.5	800-1000 (500-1200)	75-100 (50 -100)	12.5-15 (10-18)	20-40	Montano e Submontano
PNB-RP B	270	700 (400-1000)	Xistos, grauvaques. Granitos e rochas afins	Cambissolos distrícos e húmicos	4.6-5.5	800-1000 (700-1000)	75-100	12.5-15 (10-17.5)	10-20	Montano e Submontano
PNB-RP C	170	150 (50-400)	Arenitos, calcários, calcários margosos e margas; Dunas e areias eólicas; granitos e rochas afins	Cambissolos calcícos, éuticos e húmicos	6.5-7.4	800-900 (400-1200)	75-100 (50 -100)	12.5-15 (10-17.5)	1-5	Basal
PNB-RP D	179	350 (200-500)	Xistos, grauvaques. Xistos argilosos	Litossolos éuticos	5.6-6.5	400-600	< 50	15-17 (16- >17.5)	20-30	Basal

In: <https://www.icnf.pt/florestas/plantasesementes/plantasesementesregioesdeproveniencia>

Síntese do conhecimento de fertilização em pinheiro bravo: recomendações e adaptação para Portugal



Paisagem	Tipo de solo ⁽¹⁾	Tipo de perfil	Regiões de proveniência
 <p>Pinhal de Leiria</p>	<p>Classificação Podzol órtico^(1a) Podzol^(1b)</p> <p>Material originário do solo: areias pH: Solo ácido</p> <p>Órtico sem presença de horizonte gley associado ao excesso de água / saturação de água em certo período do ano</p>		<p>Regiões de Proveniência: IV e V </p> <p>Áreas com tradição na produção de “pinheiro-bravo”, associadas a uma influência atlântica</p> <p>Nota: Informação sobre os Horizontes identificados no perfil do solo.</p> <p>A₁ – Horizonte superficial</p> <p>A₂ = E – Horizonte sub-superficial, mais claro, caracterizado pela saída /eluviação de material (matéria orgânica e/ou sesquióxidos de ferro e/ou alumínio)</p> <p>B_{h s} - Horizonte sub-superficial, mais escuro, caracterizado pela entrada / iluviação de matéria orgânica (h) e/ou sesquióxidos de ferro e/ou alumínio (s)</p> <p>C – Material originário do solo (desagregado)</p>

Regiões de proveniência

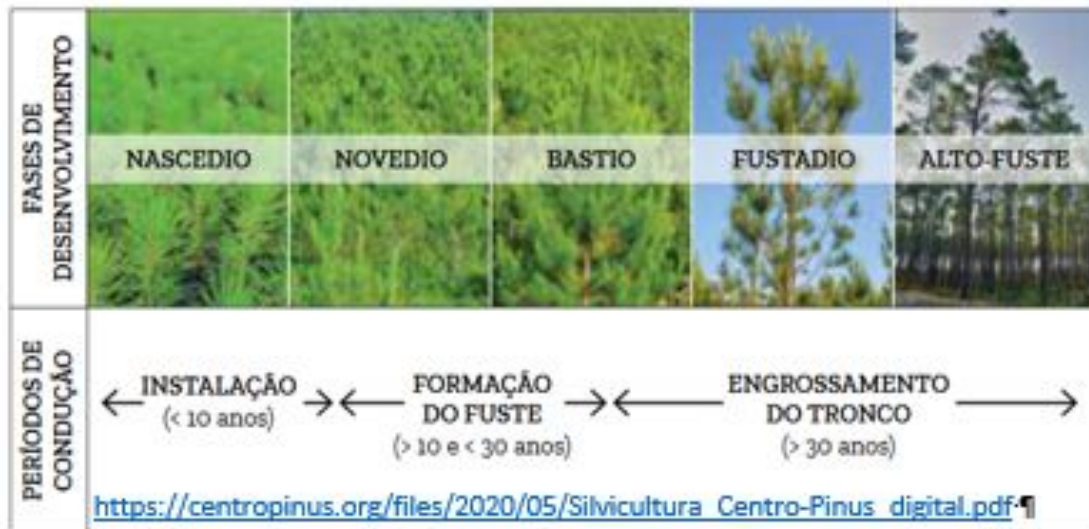
CARACTERIZAÇÃO: PAISAGEM, SOLO/PERFIL, MATERIAL ORIGINÁRIO DO SOLO

Síntese do conhecimento de fertilização em pinheiro bravo: recomendações e adaptação para Portugal



Síntese do conhecimento de fertilização em pinheiro bravo: recomendações e adaptação para Portugal

Fase de desenvolvimento do povoamento



Por Regiões de Proveniência (Grupos)

- Instalação (plantação)
- Fase de desenvolvimento
 - Nascedio (< 10 anos)
 - Novedio ao fustadio (10-30 anos)
- Avaliação da fertilidade
 - Amostras de solo
 - Amostras de agulhas
- Gestão de sobrantes

Síntese do conhecimento de fertilização em pinheiro bravo: recomendações e adaptação para Portugal

Estação

- Solo: profundidade, rocha-mãe, matéria orgânica
- Clima (água)
- Nutrientes

Plantas

- Material vegetal - plantas
- Região proveniência

e ...

- Tipo de intervenção no solo e época de plantação
- Práticas culturais

Síntese do conhecimento de fertilização em pinheiro bravo: recomendações e adaptação para Portugal

Como identificar as necessidades de nutrientes

- À plantação: análise de solo
- Durante a revolução:
 - Análise de solo
 - Diagnóstico visual
 - Análise foliar - Níveis nutricionais nas agulhas
- No Manual:
 - Regiões de proveniência + Condições edafoclimáticas + potencial produtivo
 - Fase de desenvolvimento povoamento
 - As recomendações deverão ser validadas após a análise do solo

Síntese do conhecimento de fertilização em pinheiro bravo: recomendações e adaptação para Portugal

Recomendação à plantação: Recomendações gerais

Recomendação à plantação (RPIV e transição para RPV)	Kg P ₂ O ₅ /ha	Superfosfato 18% (18% de P ₂ O ₅ e 10% de CaO)	
		kg/ha	Localizada (g/planta)
Potencial produtivo da estação	kg/ha	kg/ha	Localizada (g/planta)
Maior	80	440	150

- Identificar a Região de Proveniência e o correspondente Potencial produtivo da estação
- O valor nas tabelas (1ª coluna) de Kg P₂O₅/ha refere-se à quantidade recomendada de P₂O₅/ha;
- A 2ª coluna indica o valor correspondente ao adubo Superfosfato 18% em kg/ha (ou outro);
- A 3ª coluna refere-se à aplicação localizada do adubo (utilização do tubo plantador)
- A aplicação recomendada, em kg/ha, pode ser realizada de uma só vez e em toda a parcela.
 - .Localizada, cerca de 35%, do valor inicial recomendado (plantação).
 - .Na linha de plantação (ou projeção da copa), cerca de 67% a 82% (em função da área de desenvolvimento da copa: nascedio, novedio a fustadio)

Síntese do conhecimento de fertilização em pinheiro bravo: recomendações e adaptação para Portugal

Recomendação à plantação: Região de Proveniência (RP) IV e transição para a RP V

Recomendação à plantação (RPIV e transição para RPV)	Kg P ₂ O ₅ /ha	Superfosfato 18% (18% de P ₂ O ₅ e 10% de CaO)	
		kg/ha	Localizada (g/planta)
Potencial produtivo da estação	kg/ha	kg/ha	Localizada (g/planta)
Maior	80	440	150
Médio	60	330	100
Baixo	40	220	75
Reduzido	25	135	55

Nota: A resposta à fertilização será tanto maior e compensadora, em termos de investimento, quanto melhores foram as condições do solo (teor em argila, pH e matéria orgânica; ex: Fluvissois calcários e Cambissolos cálcicos nas áreas de contacto entre areias e calcários margosos e margas > Podzóis > Arenossolos/ Regossolos dístricos).

- **Adubação localizada:** duas covas em direções opostas, afastadas da planta cerca de 20-25 cm e à profundidade da planta
 - . Estimular o desenvolvimento das raízes
 - . Resistência aos ventos

Recomendações gerais

- teores no solo **inferiores a 100 mg P₂O₅/kg** - a fertilização com **fósforo (40 a 100 P₂O₅ kg/ha)**
- zonas **húmidas** e com teores altos de fósforo disponível (**>120 mg P₂O₅/kg**) - a fertilização fosfatada **40 a 60 kg P₂O₅/ha**

Síntese do conhecimento de fertilização em pinheiro bravo: recomendações e adaptação para Portugal

Recomendações de fertilização após à plantação

- A fertilização **após a plantação**: superficialmente, na projeção da copa
- Equilibrada: 1:1:1 ou 1:2:1 (N:P₂O₅:K₂O), respetivamente nas fases de nascedio e novedio/bastio; ou > % P e com Mg
- Doses excessivas de N aumento da parte aérea vs radicular – instabilidade e redução da resistência ao vento
- Quando: após os desbastes e antes do período de crescimento ativo das raízes
- Adubos elementares: privilegiar adubos PK, devido ao antagonismo P/N e de um sinergismo P/K
- Ureia (N) a evitar: perda por volatilização e < absorção de P e B

Síntese do conhecimento de fertilização em pinheiro bravo: recomendações e adaptação para Portugal

Recomendação à na fase de Nascedio (inferior a 10 anos): Região de Proveniência (RP) IV e transição para a RP V

- A **limpeza na entrelinha**, para eliminar **vegetação**
 - Corta-matos ou destroçador
 - Compensa as necessidades da planta em nutrientes
 - Contribuição anual em azoto (N) - 5 e 15 anos
 - O efeito da limpeza será tanto mais acentuado quanto mais seco for o local
- **Fertilização fosfatada**
- Razão de 60 - 100 Kg P₂O₅/ha

Casos de estudo, Landes, Podzol

- **Charneca húmida: 7 anos**
corte de vegetação: efeito no crescimento em altura/H (+16%) e DAP(+23%)
fertilização P e corte de vegetação: efeito no crescimento em H e DAP 42% e 44%.
- **Charneca seca: 4 aos 10 anos**
corte de vegetação: 4 anos, efeito significativo no crescimento em altura e 10 anos: H (+43%) e DAP (+46%)
fertilização P – não significativo (P>5%)

Síntese do conhecimento de fertilização em pinheiro bravo: recomendações e adaptação para Portugal

Recomendação à na fase de Nascedio (inferior a 10 anos): Região de Proveniência I, II, VI, RP B, RP C e parte na RP V

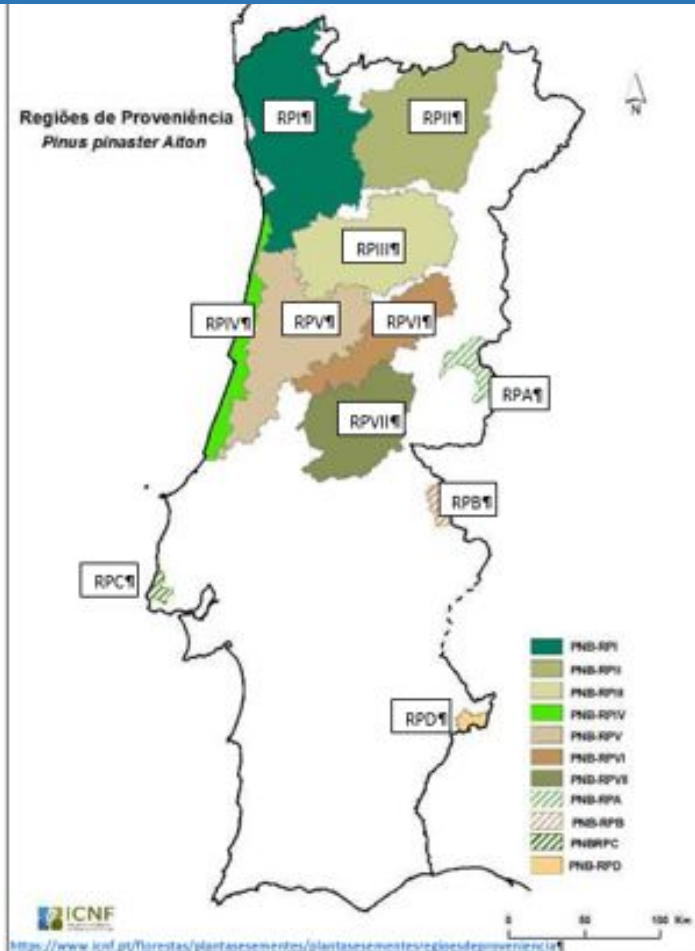


Tabela 4 - Indicação de fertilização na fase de desenvolvimento nascedio (idade < 10 anos; para N:P:K, macronutrientes principais), de acordo com o potencial produtivo do local (exemplo de adubo composto de libertação controlada, pa aplicação localizada).

Recomendação (nascedio) (RPI, II, III, VI, RP B, RP C e parte na RP V)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Adubação localizada (adubo de libertação controlada)
Potencial produtivo da estação	kg/ha	kg/ha	kg/ha	ex: 12:14:10 + Mg e B (≥8-9 meses) (g/planta)
Maior	40	40	40	100
Médio	30	30	30	70
Reduzido	15	15	15	35

Nota: A aplicação localizada do adubo deverá ser realizada na projeção da copa.

Síntese do conhecimento de fertilização em pinheiro bravo: recomendações e adaptação para Portugal

Recomendação à na fase de Novedio a Fustadio (10 a 30 anos): Região de Proveniência (RP) IV e transição para a RP V

Recomendação (Novedio a Fustadio)*	N	P₂O₅	K₂O	Calcário dolomítico	Adubação na entrelinha (adubo de libertação controlada)
Potencial produtivo da estação	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	ex: 11:22:9 + Mg (≥8-9 meses) (kg/ha)
Maior	20	60	25	100	220
Médio	15	50	20	80	180
Reduzido	10	30	10	50	110

*Para as Regiões de Proveniência RPIV e transição para RPV.

Nota: na fase de novedio a aplicação do adubo de libertação controlada deverá ser realizada na projeção da copa (aplicando-se nesse caso cerca de 75% a 82% do valor inicial recomendado em kg/ha, em função da área da copa). Calcário dolomítico a aplicar só em solos com pH muito ácido.

Síntese do conhecimento de fertilização em pinheiro bravo: recomendações e adaptação para Portugal

Extração de nutrientes, no final da revolução

Ensaio instalados NW de Espanha: solos ricos em matéria orgânica (teor alto de N); baixas concentrações de P, Ca, Mg e K extraíveis

Tabela 10 – Exportações estimadas de nutrientes (kg/ha) através do corte raso (madeira do tronco c/ casca) sob duas estratégias silvícolas diferentes: baixa densidade e alta densidade

Densidade	N	P	K	Ca	Mg
	Kg/ha				
Alta densidade	512,5	19,8	214,3	172,7	83,0
Baixa densidade	437,4	16,9	182,6	147,8	71,0

Nota: alta densidade: 2100-2500 árv./ha (à instalação), com 3-4 desbastes médios; baixa densidade: 1250-1300 árv./ha, com dois fortes desbastes.

Síntese do conhecimento de fertilização em pinheiro bravo: recomendações e adaptação para Portugal

Níveis de concentração em nutrientes (mg/g; N em %) para as agulhas

Tabela 13 - Níveis de concentração em nutrientes (mg/g; N em %) para o material vegetal (agulhas) de pinheiro bravo.

Nutriente	Níveis deficientes	Níveis marginais	Níveis satisfatórios
N	< 1	1 - 1,2	1,2 - 1,5
P	< 0,8	0,8 - 1,1	1,1 - 1,5
K	< 3	3- 5	> 5
Ca	< 0,6	1	1 - 1,2
Mg	< 0,7	0,7 - 1	> 1
S	-	-	0,5 - 1,6
Mn	0,007 - 0,01	-	> 0,014
Fe	< 0,024	0,024 - 0,065	0,065- 0,217
Cu	< 0,003	0,003 - 0,004	0,004 - 0,019
Zn	< 0,01	-	> 0,01
B	>0,006	0,006-0,016	>0,016

Fonte: Bonneau (1995), Boardman et al., (1997) e Balboa (2005).

Síntese do conhecimento de fertilização em pinheiro bravo: recomendações e adaptação para Portugal

Valores satisfatórios de macro e micronutrientes em folhas com 1 ano de idade

Tabela 14 - Valores satisfatórios de macro e micronutrientes nas folhas com 1 ano de idade.

Nutrientes	N (%)	P mg/g	K mg/g	Ca mg/g	Mg mg/g	S mg/g	Fe mg/g	Cu mg/g	Mn mg/g	Zn mg/g	B mg/g
Folhas com 1 ano	1,22	1,35	>5	>1,0	>1,0	>0,73	>0,07	>0,0035	>,014	>0,01	>0,016

Fonte: Fraga, C.E. (2016). Analysis of edaphic and ecophysiological parameters in relation to nutrient levels and growth of *P. pinaster* in acidic soils.

Fertipine: recomendações de fertilização para pinheiro bravo

Controlo da vegetação e Gestão de sobrantes

- O controlo de vegetação, com corta-matos durante o nascedio (até aos 10 anos) permite a reciclagem dos nutrientes
- Limpeza de mato nas linhas nos 2 primeiros anos e a manutenção das entrelinhas entre o 2º e o 4ºano, e, posteriormente, a cada 5 anos
- Nos desbastes ou corte final minimizar a exportação de material rico em minerais, como as bicadas (agulhas > casca > ramos)
- A extração de cepos tem efeito no balanço de P, K e Ca; enquanto a extração de ramos tem efeito no balanço de N e Mg, além de reduzir o teor em matéria orgânica no solo (nutrientes, N; retenção de água; atividade biológica do solo)
- Cinzas da combustão da caldeira de biomassa restitui ao solo o P, K, Ca e Mg (7,8 kg P/ha; 18,3 kg K/ha; 160,2 kg Ca/ha; 27,1 kg Mg/ha, por 5 t/ha de cinza, CNPF, CPFA, França). A aplicação de cinzas com a fertilização fosfatada à plantação.

Diagnose visual de carências

Tabela 12 – Sintomatologia de carências em coníferas em nutrientes e a indicação do período mais acentuado dos sintomas (Turner *et. al.*, 1979; Chapman, 2005)

Nutrientes	Sintomatologia de carência	Início mais grave dos sintomas
Azoto (N)	<p>Clorose geral, com folhagem uniformemente verde clara a amarela com agulhas curtas. A deficiência pode aparecer primeiro nas folhas mais velhas (porque o N é móvel na planta). Pode haver um tufo de folhagem verde mais longa no gomo principal dominante.</p> <p>As árvores são altas e delgadas com pequenas ramificações.</p> <p>Esta carência é provável em solos arenosos, sem matéria orgânica ou em áreas em que a camada superficial do solo tenha sido retirada.</p>	6-15 anos



Left: Pale green foliage typical of nitrogen deficiency.



Right: Short branching and thin crown caused by phosphorus deficiency.



Needle-tip yellowing caused by potassium deficiency.



Hedge-like growth distortion caused by boron deficiency.

Figuras Fonte: Chapman, S. 2005. Field guide to common pests, diseases and other disorders of radiata pine in New Zealand; **(only for student use)**

Síntese do conhecimento de fertilização em pinheiro bravo: recomendações e adaptação para Portugal

Recomendação à na fase de Plantação Região de Proveniência VII, RP A e RP D

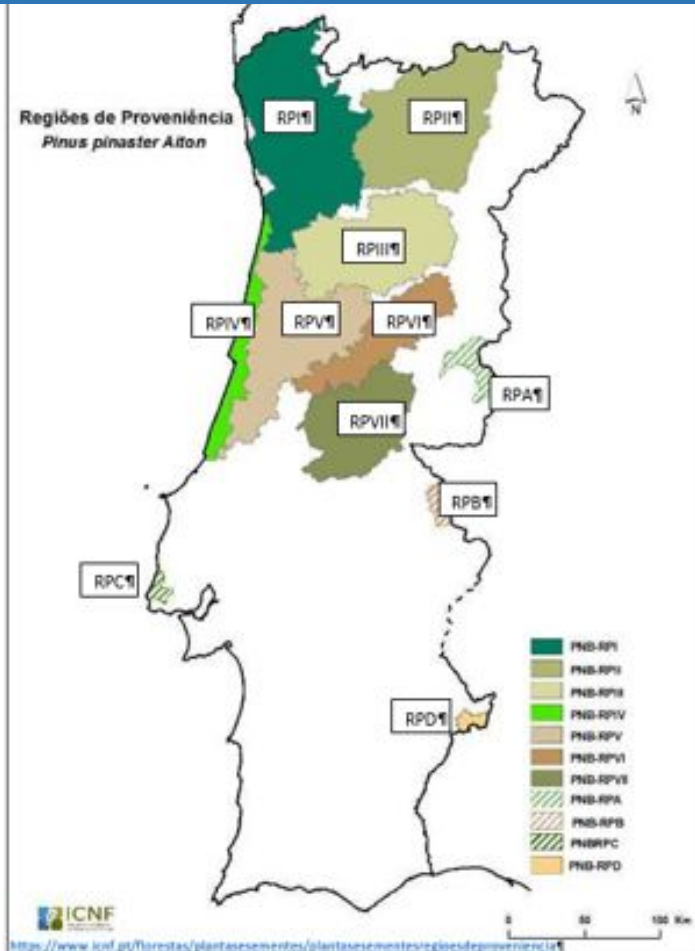


Tabela 8 – Indicação de fertilização fosfatada à plantação, de acordo com o potencial produtivo do local (exemplo com a aplicação de superfosfato 18%).

Recomendação à plantação (RP VII, RP A e RP D)	Kg P ₂ O ₅ /ha	Superfosfato 18% (18% de P ₂ O ₅ e 10% de CaO)	
		kg/ha	Localizada (g/planta)
Potencial produtivo da estação	kg/ha	kg/ha	Localizada (g/planta)
Maior*	90	500	200
Médio	70	380	150
Baixo	50	250	100
Reduzido**	20	110	45

*Luvissoles, mais profundos com argila e com maior teor de humidade; na preparação de terreno nunca se deve revirar as camadas argilosas (não utilizar charruas / lavoura);

**Litossolos, solos pouco profundos (e em particular nas zonas mais secas)

Síntese do conhecimento de fertilização em pinheiro bravo: recomendações e adaptação para Portugal

Tabela 8 – Indicação de fertilização fosfatada à plantação, de acordo com o potencial produtivo do local (exemplo com a aplicação de superfosfato 18%).

Recomendação à plantação (RP VII, RP A e RP D)	Kg P ₂ O ₅ /ha	Superfosfato 18% (18% de P ₂ O ₅ e 10% de CaO)	
		kg/ha	Localizada (g/planta)
Potencial produtivo da estação	kg/ha	kg/ha	Localizada (g/planta)
Maior*	90	500	200
Médio	70	380	150
Baixo	50	250	100
Reduzido**	20	110	45

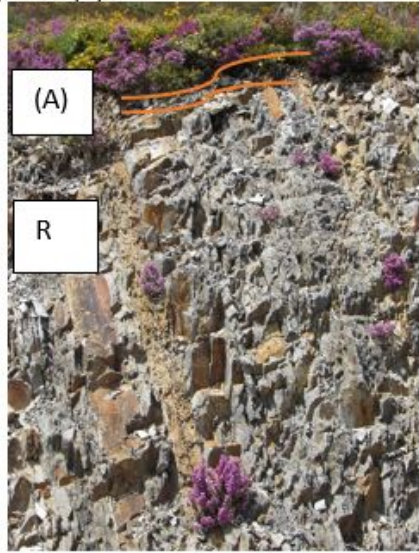
*Luvissolos, mais profundos com argila e com maior teor de humidade; na preparação de terreno nunca se deve revirar as camadas argilosas (não utilizar charruas / lavoura);

**Litossolos, solos pouco profundos (e em particular nas zonas mais secas)


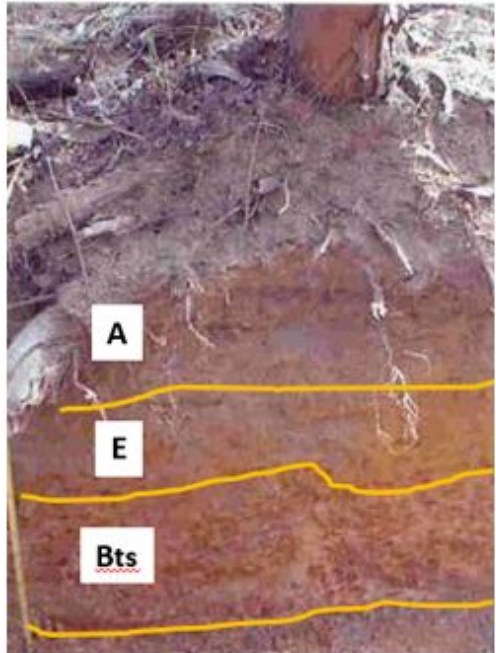
Paisagem



Barragem de Santa Luzia, Rio Zêzere encaixados em xistos e quartzitos

Tipo de solo ⁽¹⁾	Tipo de perfil	Regiões de proveniência
Classificação Litossolo ^(1a) Leptossolo ^(1b) Material originário: Solo pouco profundo com rocha-mãe dura Xisto ou Granito pH: função do tipo de rocha-mãe Êtrico – pH > 5.5 RP D Êtrico e férrico: RP A Dítrico – pH < 5.5 Reg. VII	Com desenvolvimento incipiente do perfil: (A)C 	Regiões de Proveniência: VII, RPA e RPD Nota: Horizontes (A) – horizonte superficial incipiente e muito pouco espesso / pouco profundo R – Rocha-mãe dura Os solos de xisto apresentam, em geral, maior aptidão comparado com o granito devido à presença de argila (retenção de água) e facilidade de meteorização da rocha

Síntese do conhecimento de fertilização em pinheiro bravo: recomendações e adaptação para Portugal

Paisagem	Tipo de solo ⁽¹⁾	Tipo de perfil	Regiões de proveniência
 <p>Oleiros</p>	<p>Classificação Luvisolos órticos^(1a) Luvissoles^(1b)</p> <p>Material originário: Xistos e grauvaques pH: > 5.5</p> <p>Rocha-mãe: Xisto</p> <p>Tipo de solo a – Litossolo b – Cambissolo c - Luvisolos</p> <p>Produtividade: - c > b > a</p>	<p>Perfil: A E <u>B_{ts}</u> C R</p> 	<p>Regiões de Proveniência: VII</p> <p>Nota: Horizontes no perfil do solo:</p> <p>A – Horizonte superficial</p> <p>E – Horizonte sub-superficial, mais claro, caracterizado pela saída /eluviação de material (argila e/ou sesquióxidos de ferro e/ou alumínio)</p> <p>B_{ts} - Horizonte sub-superficial, compacto, difícil para o desenvolvimento das raízes; caracterizado pela entrada / iluviação de argila (t) e/ou sesquióxidos de ferro e/ou alumínio (s), com cor vermelha ou parda intensa</p> <p>C – Material originário do solo (desagregado); R – Rocha-mãe dura (C e R não estão na Fig.)</p>



Obrigada
pela Vossa
atenção!

Síntese do conhecimento de fertilização em pinheiro bravo: recomendações e adaptação para Portugal



R. L. Pato, D. Ferreira, F. Gomes (ESAC / IPC)

N. Calado, P. Teixeira (C. Pinus)