



Fertilização Racional da Vinha:

- Avaliação/Monitorização do estado nutricional das videiras;
- **Recomendações de fertilização.**

Henrique Manuel Filipe Ribeiro
Professor Auxiliar

(henriqueribe@isa.ulisboa.pt)



Composição média de uma planta

Elemento	Concentração (g kg ⁻¹)	Elemento	Concentração (g kg ⁻¹)
Hidrogénio	60	Cloro	0,1
Carbono	450	Ferro	0,1
Oxigénio	450	Boro	0,02
Azoto	15	Manganês	0,05
Fósforo	2	Zinco	0,02
Potássio	10	Cobre	0,006
Cálcio	5	Molibdénio	0,0001
Magnésio	2	Níquel	0,0001
Enxofre	1		



Classificação dos nutrientes vegetais

Macronutrientes

- **principais** - azoto (N), fósforo (P) e potássio (K)
- **secundários** - enxofre (S), cálcio (Ca) e magnésio (Mg)
- (C, H, O)

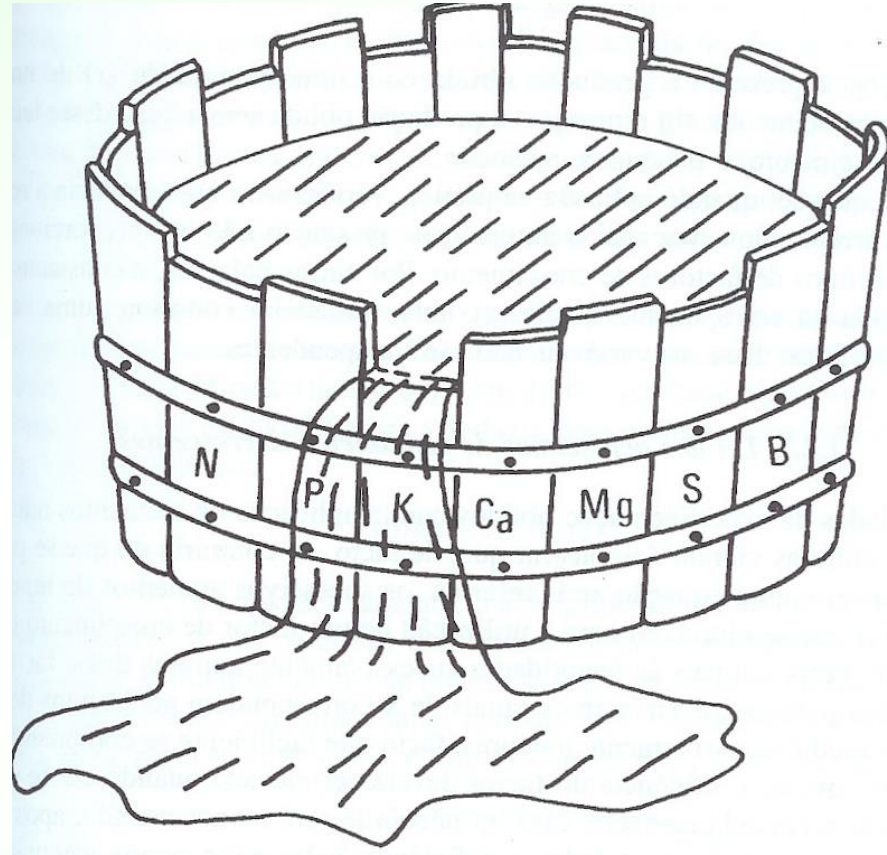
Micronutrientes (oligoelementos ou elem. mínimos)

- **catiões** - ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu) e níquel (Ni)
- **aniões** - cloro (Cl), boro (B) e molibdénio (Mo)



O sucesso da produção vegetal depende:

- da presença de **todos** os nutrientes vegetais
- de um correto **equilíbrio** entre eles





Fertilização da vinha:

1 - Fertilização de instalação - antes da plantação dos bacelos ou dos enxertos-prontos:

- correção mineral (correção do pH) do solo;
- correção orgânica;
- adubação - aplicação dos nutrientes pouco móveis e/ou não sujeitos a perdas por lixiviação (K, P e Mg).

2 - Fertilização de formação - para assegurar o bom desenvolvimento da estrutura perene das videiras

3 - Fertilização de produção - para assegurar uma nutrição equilibrada, que permita:

- obter a produção pretendida;
- evitar o crescimento vegetativo excessivo.



1 - Fertilização de instalação

A recomendação de fertilização é baseada na
Análise de Terra (solo)

Parâmetros a avaliar na análise:

- pH (H₂O);
- necessidade de cal, se necessário;
- matéria orgânica;
- fósforo e potássio e magnésio *assimiláveis*;
- manganês, zinco, cobre e boro *assimiláveis*;
- bases de troca e capacidade de troca catiónica;
- calcário total e calcário activo, se a pesquisa de carbonatos for positiva;
- análise granulométrica.



1 - Fertilização de instalação

(recomendação baseada na análise de terra)

1.1 - Corretivos minerais:

Solos ácidos - pH (H₂O) for inferior a 5,5

- CALAGEM - aplicar corretivo mineral alcalinizante (calcário, cal, etc.);
- quantidade de corretivo a aplicar "**Necessidade em Cal**", deve ser a indicada pelo laboratório.
- teores de **magnésio** no solo "baixos" ou "muito baixos", aplicar um corretivo magnesiano (ex. calcário magnesiano ou dolomítico).

Solos alcalinos (sobretudo calcários)

Por norma não se faz correção, escolher um porta-enxerto tolerante



1 - Fertilização de instalação (escolha do porta-enxerto)

Porta-enxerto	Calcário total (%)	Calcário ativo (%)
RIPARIA	10	4
101.14 3309	15	5
4453	15	10
RUPESTRI L.	20	15
1103P SO4	30	15
420A	30	18
110R	40	18
181	40	18
418	50	18
140RU	60	20
FERCAL	60	30

Pouget et Delas (1989)



1 - Fertilização de instalação

(recomendação baseada na análise de terra)

1.2 - Corretivos orgânicos

Os solos portugueses são pobres em matéria orgânica:

- aplicar corretivo orgânico sempre que os teores são inferiores a 1,5%
- até 30 toneladas por hectare estrume de bovino bem curtido ou de outro corretivos orgânico de qualidade bem maturados;
- resíduos orgânicos (Lamas de ETAR, composto de RSU);
- cumprir os requisitos legais relativos à sua aplicação:
 - ✓ Portaria 79/2022 relativa aos efluentes pecuários (estrumes e chorumes);
 - ✓ Portaria 185/2022 relativa aos corretivos composto;
 - ✓ Decreto-Lei 276/2009 relativa a Lamas de ETAR.



Lamas de ETAR

Elemento	Valores máximos admissíveis de metal pesado no solo (mg kg ⁻¹ matéria seca)			Valores limite de concentração de metal na lama (mg kg ⁻¹ matéria seca)
	pH ≤ 5,5	5,5 ≤ pH < 7	pH ≥ 7	
Cádmio	1	3	4	20
Chumbo	50	300	450	750
Cobre	50	100	200	1000
Crómio	50	200	300	1000
Mercúrio	1	1,5	2	16
Níquel	30	75	110	300
Zinco	150	300	450	2500

Lamas de ETAR (Decreto-Lei 276/2009 de 2 de Outubro)

Compostos/compostados

Parâmetro	Composto			
	Classe I	Classe II	Classe II A	Classe III
Cádmio (mg/kg)	0,7	1,5	3	5,0
Chumbo (mg/kg)	100	150	300	500
Cobre (mg/kg)	100	200	400	600
Crómio (mg/kg)	100	150	300	400
Mercúrio (mg/kg)	0,7	1,5	3	5,0
Níquel (mg/kg)	50	100	200	200
Zinco (mg/kg)	200	500	1000	1500
Materiais inertes antropogénicos (%)*	0,5	1,0	2,0	3,0
Pedras > 5 mm (%)	5,0	5,0	5	-
<i>Salmonella</i> spp.	Ausente em 25 g	Ausente em 25 g	Ausente em 25 g	Ausente em 25g
<i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	1000	1000	1000	1000

Classe I - uso genérico em agricultura até 50 t/ha por ano

Classe II - uso genérico em agricultura até 25 t/ha por ano

Classe IIA - culturas arbóreas e arbustivas 10 t/ha por ano

Classe III - culturas não destinadas a alimentação humana e animal



1 - Fertilização de instalação

(recomendação baseada na **análise de terra**)

1.3 - Adubação - em função da disponibilidade de nutrientes no solo

Classes de Fertilidade - para os elementos extraíveis do solo pelos métodos utilizados oficialmente em Portugal (mg/kg solo)

Classes de fertilidade	Fósforo ¹	Potássio ¹	Magnésio ²	Boro ³
	P ₂ O ₅ (mg/kg)	K ₂ O (mg/kg)	Mg (mg/kg)	B (mg/kg)
MB	≤ 25	≤ 25	≤ 30	≤ 0,20
B	26 - 50	26 - 50	31 - 60	0,21 - 0,60
M	51 - 100	51 - 100	61 - 90	0,61 - 1,20
A	101 - 200	101 - 200	91 - 125	>1,20
MA	>200	>200	>125	

Observações:

- (1) Método de Egner-Riehm,
- (2) Método do acetato de amónio a pH=7;
- (3) Boro extraível em água fervente.

MB - muito baixa; **B** - baixa; **M** - média; **A** - alta; **MA** - muito alta





1 - Fertilização de instalação

(recomendação baseada na análise de terra)

1.3 - Adubação, em função da disponibilidade de nutrientes no solo

Recomendação de Fertilização (kg/ha)
fósforo (P_2O_5), potássio (K_2O) e magnésio (Mg)

(Fonte: Manual de Fertilização das Culturas 2022 – INIAV)

Nutriente no solo (classe de fertilidade)	Fósforo (kg P_2O_5 ha ⁻¹)	Potássio* (kg K_2O ha ⁻¹)	Magnésio (kg Mg ha ⁻¹)
Muito baixo	200	300	60
Baixo	150	225	45
Médio	100	150	30
Alto	50	50	0
Muito alto	0	0	0

* em solos de textura grosseira e de baixa capacidade de troca catiónica não aplicar mais de 120 kg/ha de K_2O à plantação. Caso a quantidade recomendada seja superior, aplicar o restante após a plantação.

Atenção: nas Normas Técnicas de Produção Integradas e em outra bibliografia nacional mais antiga, estes valores estão desatualizados.

1 - Fertilização de instalação

(recomendação baseada na análise de terra)

1.3 - Adubação, em função da disponibilidade de nutrientes no solo

Recomendação de fertilização: boro.

Recomendações de boro (kg/ha de B) para aplicação ao solo, de acordo com o nível de exigência das culturas e o valor do pH do solo

Classes de fertilidade	pH $\leq$ 6,5		pH $>$ 6,5	
	Nível de exigência das culturas(*)		Nível de exigência das culturas(*)	
	Medianamente exigentes	Muito exigentes	Medianamente exigentes	Muito exigentes
Muito baixa	1,0	2,0	1,5	3,0
Baixa	1,0	1,0	1,0	1,5
Média	0,5	1,0	1,0	1,0
Alta	—	0,5	—	0,5

* A vinha é muito exigente em Boro

Para evitar problemas relacionados com a dificuldade de efetuar uma distribuição homogénea, aplicar em solução ao solo

1 - Fertilização de instalação

(recomendação baseada na análise de terra)

Técnica de aplicação dos fertilizantes

Distribuição a lanço:

- metade incorporada com a mobilização profunda
- metade com a regularização do terreno

Vinhas instaladas em patamares: a distribuição só deve ser efetuada após a construção dos mesmos.

Quando a surriba é desaconselhada, espalhados à superfície e incorporados com a operação mais adequada.



1 - Fertilização de instalação

Tableau 24 – Effets de l'apport de matières fertilisantes avant plantation
en sol acide du Bordelais
(DELAS, MOLOT et SOYER, 1983)

Traitements	% de pieds remplacés	Rendement en hl/ha (moyenne des quatre premières récoltes)
Témoin	82,4	2,5
Amendement organique (80 t/ha de fumier de ferme)	56,5	2,5
Amendement calcaire (2 t/ha en CaO)	43,5	11,1
Fumure phosphopotassique (400 unités/ha de P_2O_5 et 200 unités/ha de K_2O)	46,3	15,2
Amendement organique et fumure phosphopotassique	20,4	13,7
Amendement calcaire et fumure phosphopotassique	35,2	14,9
Fumure de fond complète : amendement organique et amendement calcaire et fumure phosphopotassique	0,9	29,0



2 - Fertilização de formação

Se for feita uma correta fertilização de instalação, não é necessário aplicar K, P e Mg nos primeiros anos. Excepto o K, no caso dos solos arenosos sem matéria orgânica.

Se for feita a estrumação à instalação, não é necessário efetuar adubação azotada antes do 2º ano (após enxertia ou plantação dos enxertos prontos)

Se não foi feita a estrumação, devem aplicar-se, anualmente, doses moderadas de azoto:

Quantidades de azoto (N) recomendadas até à entrada em produção da vinha (kg/ha) (a)

Nutriente	Idade (anos após a enxertia)			
	1	2	3	4
Azoto (N)	20	30	20	20

(a) Doses máximas a aplicar ao solo consoante o estado de desenvolvimento vegetativo da vinha.

Se não foi feita a estrumação, **em solos pobres em matéria orgânica**, após a plantação dos bacelos aplicar 10 a 15 kg N



3 - Fertilização de produção

A recomendação de fertilização é baseada na Análise Foliar

Plena floração, **pecíolos** das folhas opostas ao cacho basal

Valores adequados (suficientes) dos teores de nutrientes

Época	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
Plena Floração	0,90	0,20	1,50	1,30	0,30
	a 1,20	a 0,40	a 2,50	a 2,80	a 0,60



3 - Fertilização de produção

3.1 - Azoto

Em função:

- **produção esperada;**
- **teor foliar de azoto.**

Recomendação de fertilização azotada (kg N/ha)

Produção Esperada (t ha ⁻¹)	Quantidade de Azoto (kg N ha ⁻¹)		
	N pecíolo ¹ baixo (insuficiente)	N pecíolo ¹ adequado (suficiente)	N pecíolo ¹ alto (elevado)
<5	40-45	30	0-20
5-10	45-50	35	0-20
10-15	50-65	40	0-25
15-20	65-80	50	0-30
>20	80-100	60	0-40



¹ Teor de azoto em pecíolos de folhas oposta ao cacho basal, recolhidos na plena floração

3 - Fertilização de produção

3.1 - Azoto

A recomendação N deve ser ajustada

$$FN = N - Na - Ns$$

FN - quantidade de azoto a fornecer pela fertilização (kg/ha);

N - Recomendação de fertilização, a necessidade da cultura em azoto para atingir determinada produção (kg/ha);

Na - azoto fornecido ao solo pela água de rega (kg/ha);

Ns - uma estimativa da disponibilidade de azoto mineral do solo (kg/ha);





3 - Fertilização de produção

3.1 - Azoto

A recomendação N deve ser ajustada: água de rega

$$Na = 0,000226 \times T \times V \times F$$

Na é o azoto fornecido pela água de rega (kg N/ha);

T é o teor médio de nitratos da água de rega (mg NO₃⁻/L);

V é o volume total de água utilizada na rega (m³/ha);

F é o fator que depende da eficiência da rega e será igual à unidade se não houver quaisquer perdas de água; em rega localizada um valor de 0,90 -0,95 é considerado bom.

Dedução obrigatória nas Zonas Vulneráveis (Portaria 259/2012 de 28/8)

Dedução recomendada em Produção Integrada



3 - Fertilização de produção

3.1 - Azoto

A recomendação N deve ser ajustada:

N proveniente da mineralização da matéria orgânica do solo

Culturas Arbóreas ou Arbustivas (Ns)

Quantidade de azoto (kg N ha^{-1}) a subtrair (-) à recomendação para culturas arbóreas e arbustivas, por cada 1% de matéria orgânica do solo (consideram-se apenas os teores superiores a 1,5% de matéria orgânica)

Textura do solo	Quantidade a subtrair por cada 1% de matéria orgânica do solo a mais (kg N ha^{-1})
Grosseira	35
Média	25
Fina	20

Dedução obrigatória nas Zonas Vulneráveis (Portaria 259/2012 de 28/8)
Dedução recomendada em Produção Integrada





3 - Fertilização de produção

3.1 - Azoto

Exemplo: cálculo fertilização azotada

Cultura: vinha

Produção prevista: 8 toneladas/ha

Teor de N no pecíolo: 0,70%

Rega:

- teor de nitratos na água: 10 mg NO₃⁻/L

- dotação de rega gota-a-gota: 2 500 m³/ha

Análise terra (solo):

- teor de matéria orgânica: 2,0%

- textura: argilosa (fina)

N pecíolo (0,70%) → slide 18 ▷ → baixo (insuficiente)

Recomendação (N pecíolo baixo e 8 t/ha) → slide 19 ▷ 45 a 50 kg N/ha

$$FN = N - Na - Ns$$

$$\begin{aligned} Na &= 0,000226 \times T \times V \times F \\ &= 0,000266 \times 10 \times 2500 \times 0,90 \\ &= 5 \text{ kg N/ha} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ns: 2\% \text{ MO} &\rightarrow 0,5\% \text{ MO acima de } 1,5\% \\ &\text{Solo de textura fina} \\ Ns &= 0,5 \times 20 = 10 \text{ kg N/ha} \end{aligned}$$

$$FN = 50 - 5 - 10 = 35 \text{ kg N/ha}$$

3 - Fertilização de produção

3.2 - Fósforo e potássio

Em função:

- **produção esperada;**
- **recomendação de “fertilização de referência”** (situação ideal);
- **fator de correção da “fertilização de referência”** (situação real):
 - teor foliar de elemento
 - disponibilidade de elemento no solo
 - outras características do solo



3 - Fertilização de produção

3.2 - Fósforo e potássio

Recomendação de fertilização de referência para o
fósforo, potássio e magnésio (kg/ha)

Produção Esperada t ha ⁻¹	Fósforo (kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹) P pecíolo ¹ adequado (suficiente)	Potássio (kg K ₂ O ha ⁻¹) K pecíolo ¹ adequado (suficiente)	Magnésio (kg Mg ha ⁻¹) Mg pecíolo ¹ adequado (suficiente)
<5	20	40	10
5-10	20	50	15
10-15	25	60	15
15-20	30	80	20
>20	40	100	20

¹Teores em pecíolos de folhas oposta ao cacho basal, recolhidos na plena floração

Esta recomendação é multiplicada por **um factor de correção** (slides seguintes),
que tem em conta:

- o resultado da análise de pecíolos
- as características do solo



3 - Fertilização de produção

3.2 - Fósforo e potássio

Correção da recomendação de fertilização fosfatada

Quadro I - Fatores de correção para a fertilização com fósforo de acordo com a análise foliar e algumas características do solo

Teor de fósforo extraível do solo	Teor foliar de fósforo	% de calcário total		
		< 2	2 - 20	> 20
		Multiplicar a quantidade de P_2O_5 recomendada por:		
Muito baixo	Insuficiente	1,8	2,0	2,2
	Suficiente	1,6	1,8	2,0
Baixo	Insuficiente	1,6	1,8	2,0
	Suficiente	1,4	1,6	1,8
Médio	Insuficiente	1,2	1,3	1,4
	Suficiente	1,0	1,1	1,2
	Elevado	0,8	0,9	1,0
Alto	Suficiente	0,6	0,5	0,6
	Elevado	Não aplicar fósforo		
Muito Alto	Suficiente	0,2	0,3	0,4
	Elevado	Não aplicar fósforo		





3 - Fertilização de produção

3.2 - Fósforo e potássio

Exercício: cálculo fertilização fosfatada

Cultura: vinha

Produção prevista: 8 toneladas/ha

Teor de P no pecíolo: 0,10%

Análise de terra:

- P extraível do solo (Égner-Rhiem): 45 mg P_2O_5 /kg

- Calcário total: 10%



Recomendação de referência (8 t/ha) → slide 25 → 20 kg/ha P_2O_5

Fator de correção (slide 26):



P extraível solo (45 mg P_2O_5 /kg) → slide 12 → Baixo



Teor foliar P = 0,10% → slide 18 → Baixo (insuficiente)

Calcário total = 10%



Fator de correção

1,8

(slide 26)

$$\begin{aligned}\text{Recomendação de fertilização} &= 20 \text{ kg/ha} \times 1,8 = \\ &= 36 \text{ kg } P_2O_5/\text{ha}\end{aligned}$$

3 - Fertilização de produção

3.2 - Fósforo e potássio

Correção da recomendação de fertilização potássica

Quadro II - Fatores de correção para a fertilização com potássio de acordo com a análise foliar e algumas características do solo

Teor de potássio extraível do solo	Teor foliar de potássio	Textura do solo		
		Grosseira	Média	Fina
		Multiplicar a quantidade de K ₂ O recomendada por:		
Muito baixo	Insuficiente	1,8	1,9	2,0
	Suficiente	1,6	1,7	1,8
Baixo	Insuficiente	1,4	1,5	1,6
	Suficiente	1,3	1,4	1,6
Médio	Insuficiente	1,2	1,3	1,4
	Suficiente	1,0	1,0	1,0
	Elevado	0,5	0,6	0,7
Alto	Suficiente	Não aplicar potássio	0,1	0,2
	Elevado	Não aplicar potássio		
Muito Alto	Suficiente	Não aplicar potássio		
	Elevado			





3 - Fertilização de produção

3.2 - Fósforo e potássio

Exercício: cálculo fertilização potássica

Cultura: vinha

Produção prevista: 8 toneladas/ha

Teor de K no pecíolo: 2,8%

Análise de terra:

- K extraível do solo (Égner-Rhiem): 80 mg K_2O /kg
- Textura: argilosa (fina)



Recomendação de referência (8 t/ha) → slide 25 → 50 kg/ha K_2O

Fator de correção (slide 28):



K extraível solo (80 mg K_2O /kg) → slide 12 → Médio



Teor foliar K = 2,8 % → slide 18 → Alto (elevado)

Textura argilosa (fina)



Fator de correção

0,7

(slide 28)

$$\begin{aligned}\text{Recomendação de fertilização} &= 50 \text{ kg/ha} \times 0,7 = \\ &= 35 \text{ kg } K_2O/\text{ha}\end{aligned}$$

3 - Fertilização de produção

3.3 - Magnésio

Recomendação de fertilização de referência para o
fósforo, potássio e magnésio (kg/ha)

Produção Esperada t ha ⁻¹	Fósforo (kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹)	Potássio (kg K ₂ O ha ⁻¹)	Magnésio (kg Mg ha ⁻¹)
	P pecíolo ¹ adequado (suficiente)	K pecíolo ¹ adequado (suficiente)	Mg pecíolo ¹ adequado (suficiente)
<5	20	40	10
5-10	20	50	15
10-15	25	60	15
15-20	30	80	20
>20	40	100	20

Correção da recomendação de fertilização magnesiana

Se o teor foliar de Mg for baixo (insuficiente): aplicar o dobro da quantidade recomendada (slide 25) para o mesmo nível de produção.

Se o teor foliar de Mg for alto: não aplicar

Se os teores de K no solo forem elevados: reforçar a quantidade de Mg a aplicar até ao máximo de 30 a 40 kg/ha.



3 - Fertilização de produção

3.4 - Micronutrientes

Sempre que se detetem carências, poderão ser aplicados:

- ao solo (por vezes pouco eficiente como, por exemplo, os sais solúveis de micronutrientes catiões em solos calcários);
- por via foliar.

3 - Fertilização de produção

3.4 - Corretivos orgânicos

Sempre que o solo tenha um teor de matéria orgânica inferior a 1,5%, recomenda-se a aplicação de corretivos orgânicos, à razão de 10 t/ha, de 2 em 2 ou de 3 em 3 anos.

Os nutrientes veiculados pelos corretivos devem ser tidos em conta nos planos de fertilização.

Fertilização de produção

Época de aplicação dos fertilizantes.

Aplicação ao solo - período de repouso vegetativo.

- K, P e Mg durante o inverno;
- N no fim do inverno início da primavera, antes rebentação;
- N, P e K em simultâneo, para minimizar as perdas de N, aplicar no final do Inverno, antes da rebentação.

Aplicação ao solo - durante o período vegetativo.

- **Cobertura** - parte do N em cobertura com adubos sólidos;
- **Fertirrega** - permite fracionar a aplicação dos nutrientes ao longo do ciclo e exige equipamento e adubos solúveis;
- Evitar excesso de N na parte final do ciclo.

Boro: até meados de Março. Para evitar problemas relacionados com a dificuldade de efetuar uma distribuição homogénea, aplicar em solução ao solo.

Aplicação foliar: durante o período de crescimento vegetativo. Evitar o período de floração.



Escolha dos adubos

Recomendação:

35 kg N
36 kg P_2O_5
35 kg K_2O } **Equilíbrio 1:1:1**

Utilizar um adubo composto ternário como: {
8-8-8
10-10-10
12-12-12
15-15-15

UNIDADES FERTILIZANTES

Indicam a percentagem (em massa) de
azoto (N), fósforo (P_2O_5) e potássio (K_2O)

Adubo **12-12-12** $\Rightarrow$ 12% de N; 12% P_2O_5 ; 12% K_2O

Adubo **0-14-14** $\Rightarrow$ 0% de N; 14% P_2O_5 ; 14% K_2O

Adubo **7-21-0** $\Rightarrow$ 7% de N; 21% P_2O_5 ; 0% K_2O

Alguns adubos composto têm outros nutrientes, como Mg, B, S, Ca...

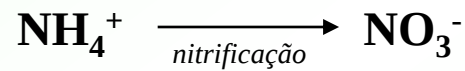
13:11:21 + 2MgO + 0,2B



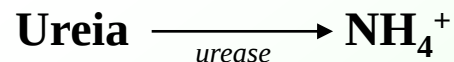
Escolha dos adubos

Forma do azoto nos adubos:

- **Nítrico** - NO_3^- mais sujeito a perdas por lixiviação
- **Amoniacal** - NH_4^+ menos sujeito a perdas, mas no solo sofre nitrificação



- **Nitríco-amoniacal** - NH_4^+ e NO_3^- comportamento intermédio
- **Ureico** – **Ureia** solúvel em água, no solo transforma-se em NH_4^+



Aplicações fim do inverno: NH_4^+ (ou Ureia se não chover em 7-10 d)
Adubos compostos têm N maioritariamente nestas formas

Aplicação durante o período vegetativo:

Cobertura – as 4 formas;

Fertirrega – solúveis, usualmente ureia ou nítrico (nitrato de cálcio)



<https://www.youtube.com/watch?v=HmEyyymGXOfI>