

Aubos especiais

- Aubos com macronutrientes secundários e micronutrientes
- Aubos contendo nutrientes vegetais e outros produtos
- Aubos estabilizados (inibidores de nitrificação e de urease)
- Aubos de libertação lenta (SRF: slow-release fertilizers)
- Aubos de libertação controlada (CRF: controlled-release fertilizers)

Henrique Manuel Filipe Ribeiro
henriqueribe@isa.utl.pt

Fertilizantes contendo magnésio

Disponibilização relativamente rápida:

- **Sulfato de magnésio** - Sal de Epsom - 10% Mg
Solúvel, usado em fertilização de fundo, fertirrega e adubação foliar
- **Cloreto de magnésio** - $MgCl_2 \cdot 6H_2O$
Utilizado em adubação foliar, pois na presença do ião Cl^- é mais rapidamente absorvido do que com NO_3^- ou SO_4^{2-}
- **Nitrato de magnésio** - 11% N e 16% MgO
Apesar de ter azoto nítrico (elementar azotado), é utilizado com o objetivo de veicular o magnésio.
Solúvel, tendo azoto nítrico é usado, sobretudo, em fertirrega.
- **Quelatos de magnésio** - ex. Glucoheptonato de Mg com 4% Mg
Solúvel, usado em fertirrega, hidroponia e adubação foliar
- **CANs com calcário dolomítico** - ex- nitromagnésio 20,5%

Outros fertilizantes que veiculam Mg:

- **Óxido de magnésio** - MgO - 40 a 60% Mg
- **Calcário dolomítico**

Fertilizantes contendo cálcio

Disponibilização relativamente rápida:

- **Cloreto de cálcio** - $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Utilizado em adubação foliar, pois na presença do íon Cl^- o Ca é mais rapidamente absorvido do que com NO_3^- ou SO_4^{2-}
- **Quelatos de cálcio** - ex. EDTA de Ca e Na com 9-10% Ca Solúvel, usado em fertirrega, hidroponia e adubação foliar
- **Nitrato de cálcio** - é um adubo elementar azotado

Vários adubos minerais e correctivos minerais veiculam Ca:

- Alguns adubos minerais compostos
- Superfosfatos
- Fosforite
- CANs - diluições de nitrato de amónio com calcário
- Calcários agrícolas
- Gesso

Fertilizantes contendo enxofre

Aubos minerais azotados, fosfatados e potássicos:

- Sulfato de amônio
- Sulfonitrato de amônio
- Sulfato de potássio
- Superfosfato simples

Vários adubos minerais compostos

Adubo	Azoto (N)	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potássio (K ₂ O)	Cálcio* (CaO)	Magnésio (MgO)	Enxofre (SO ₂)
111 CAMPEÃO	10%	10%	10%	-	-	13%
122 AMPOR	7%	14%	14%	3%	2%	9%
7-12-7	7%	12%	7%	-	-	5%
7-18-27	7%	18%	27%	-	-	-
8-15-15	8%	15%	15%	-	-	5%
8-16-8	8%	16%	8%	-	-	7%
8-24-8	8%	24%	8%	-	-	11%

Correctivos minerais:

- Gesso
- Enxofre elementar

Aubos especiais: contendo apenas micronutrientes

Tabela 11.17. Alguns sais com micronutrientes.

Composto	Teor do micronutriente
Sulfato de cobre, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	25% Cu
Sulfato de ferro (II), $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	20% Fe
Sulfato de manganésio, $\text{MnSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}, 1-4$	24-32% Mn
Sulfato de zinco, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	35% Zn
Molibdato de sódio, $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	40% Mo
Borax, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	11% B

Aubos especiais: quelatos

INTRODUÇÃO

QUELATOS

MICRONUTRIENTES - são elementos essenciais às plantas em pequenas quantidades, podendo a sua deficiência conduzir a elevadas perdas de produção. Por outro lado, os micronutrientes tornam-se fitotóxicos para teores na planta que são por vezes ligeiramente superiores aos necessários.

Ferro, manganês, cobre, zinco, níquel, boro, molibdénio e cloro.

À medida que o pH sobe, aumenta a tendência para estes elementos precipitarem na forma de óxidos e hidróxidos pouco solúveis

Fornecimento à planta tem que ser feito à parte aérea, ou através de produtos em que os metais ficam protegidos dos constituintes do solo que os poderiam adsorver ou precipitar.

BIODISPONIBILIDADE NO SOLO MICRONUTRIENTES CATIONES

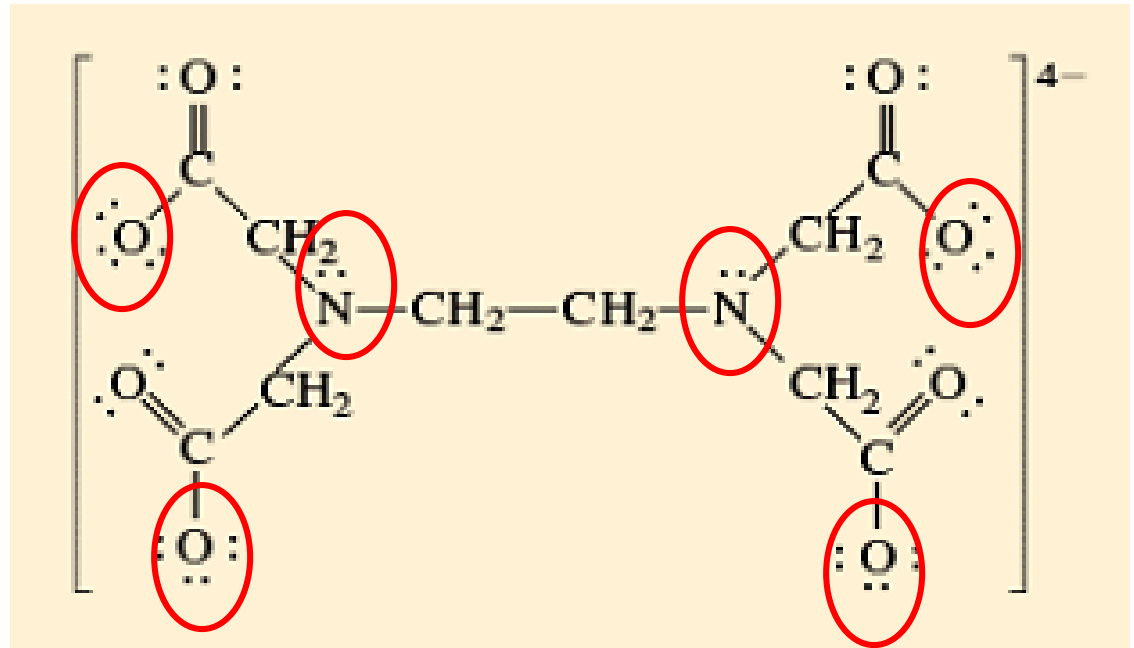
Potencial redox

Teor de Matéria Orgânica

Reacção (pH)

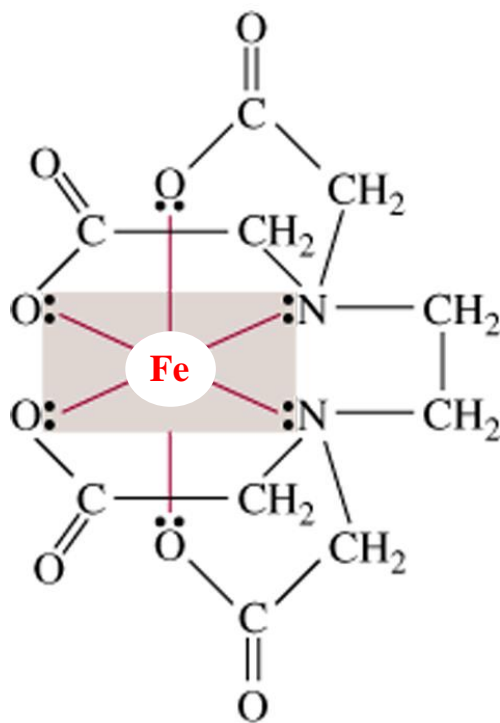
Aubos especiais: quelatos

Ião etilenodiaminotetraacetato (EDTA)



Aubos especiais: quelatos

Os complexos com ligandos bidentados e polidentados têm a designação de *quelatos ou agentes quelantes*, vocábulo de origem grega, que significa garra (*chele*), uma vez que os ligandos podem actuar como garras prendendo-se ao *átomo central* (catião metálico).



EDTA Fe

ligando polidentado
(EDTA)

Quelatos ou agentes quelantes — ligandos bidentados e ligandos polidentados

Aubos especiais: quelatos

OS AGENTES QUELANTES MAIS USADOS EM AGRICULTURA SÃO:



- EDTA - Ácido etilenodiaminotetraacético
- DTPA - Ácido dietilenotriaminotetraacético
- HEDTA ou HEEDTA - Ácido hidroxietilenodiaminotriacético
- EDDHA - Ácido etilenodiaminodiortohidroxofenilacético
- EDDHMA - Ácido etilenodiaminodiortohidroxoparametilfenilacético
- EDDHCA - Ácido etilenodiaminodiortohidroxoparacarboxofenilacético

**ESTES 6 QUELATOS ENCONTRAM-SE DENTRO DOS DENOMINADOS
AGENTES POLIAMINOCARBOXILICOS**

Aubos especiais: quelatos

A Utilização de Quelatos na Correção de Deficiências de Micronutrientes Catiões em Solos Alcalinos



O quelato dissocia-se parcialmente nos seus constituintes (micronutriente e ligando) É necessário que o quelato aplicado, seja estável, isto é, que se dissocie em pequena extensão (alta constante de estabilidade - K_{est})

Porquê?

Se o quelato não for estável, ele dissociar-se-á em grande extensão e a quantidade de micronutriente libertada pode ser suficientemente elevada para permitir que se atinja o produto de solubilidade dos seus sais ocorrendo então a precipitação, o que não resolveria o problema.

Sendo estável, as quantidades dos micronutrientes libertadas são pequenas, sendo progressivamente absorvidas pelas plantas à medida das suas necessidades.

Adubos especiais: Adubos contendo diferentes tipos de nutrientes vegetais

Macro principais, macro secundários e micronutrientes:

Adubos tradicionais aos quais se adicionam um certo tipo de nutrientes com um fim específico: **7:21:21 com S, Mg, B, Cu e Zn.**

Adubo		Azoto (N)%	Fósforo (P ₂ O ₅)%	Potássio (K ₂ O)%	Cálcio (CaO)%	Magnésio (MgO)%	Enxofre (SO ₃)%	Boro (B)%	Cobre (Cu)%	Ferro (Fe)%	Manganês (Mn)%	Zinco (Zn)%
CV 31		5	15	5	17	-	8	-	-	-	-	-
CV 32 Fertigaftsa	 	-	26,5%	-	29	-	-	-	-	-	-	-
CV 33		6	16	6	12	-	18	-	-	-	-	-
CV 39		8	12	12	10	2	14	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01
CV 41		10	24	-	19	-	7	-	-	-	-	-
CV 44		-	20	17	16	2	3	0,02	-	-	-	-
CV 45	 	6	8	20	8	2	8	0,2	0,01	-	0,01	0,01
CV 46		6	12	20	7	2	10	0,03	-	-	-	0,01
CV 50	 	12	18	10	7	-	9	-	-	-	-	0,1

Aubos especiais: Aubos contendo diferentes tipos de nutrientes vegetais

Macro principais, macro secundários e micronutrientes:

Aubos contendo praticamente todos os nutrientes vegetais. Normalmente são sólidos solúveis ou líquidos, muito utilizados em fertirrega:

- não é necessário proceder à mistura de aubos;
- é necessário que em cada fase de desenvolvimento da cultura se tenha um adubo com equilíbrio adequado;
- geralmente não contêm cálcio, para evitar precipitações.



GUARANTEED ANALYSIS

NET WEIGHT 25 POUNDS (11.34 Kg)

PETERS® CONIFER FINISHER 4 - 25 - 35

GUARANTEED ANALYSIS

TOTAL NITROGEN (N)	4%
1.6% NITRATE NITROGEN	
1.6% AMMONIACAL NITROGEN	
1.8% UREA NITROGEN	
AVAILABLE PHOSPHORIC ACID (P ₂ O ₅)	25%
SOLUBLE POTASH (K ₂ O)	35%

Primary Plant Nutrient Sources: Urea, Ammonium Sulfate, Potassium Phosphate, Potassium Chloride.

CHELATED TRACE ELEMENTS SOURCE: A chelated metal complex of sodium ethylenediamine tetraacetate EDTA micronutrient content 11%

Potential Acidity 63 lbs. Calcium Carbonate Equivalent Per Ton

Manufactured by: Peters® Fertilizer Products, W. R. GRACE & CO., Espinola, Pa. 19857

Aubos especiais: Aubos contendo diferentes tipos de nutrientes vegetais

Aubos contendo elementos benéficos:

- $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$; $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
- NaCl ;
- Fosfito de potássio com silício - 0:29:19,4 + 0,15% Si

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

- Fósforo (P_2O_5) - 406 g/l ou 29%
- Potássio (K_2O) - 272 g/l ou 19,4%
- Cálcio (Ca) quelatado EDTA - 2,10 g/l ou 0,15%

- Magnésio (MgO) quelatado EDTA - 2,10 g/l ou 0,15%
- Silício (Si) - 2,10 g/l ou 0,15%
- Densidade: 1,40

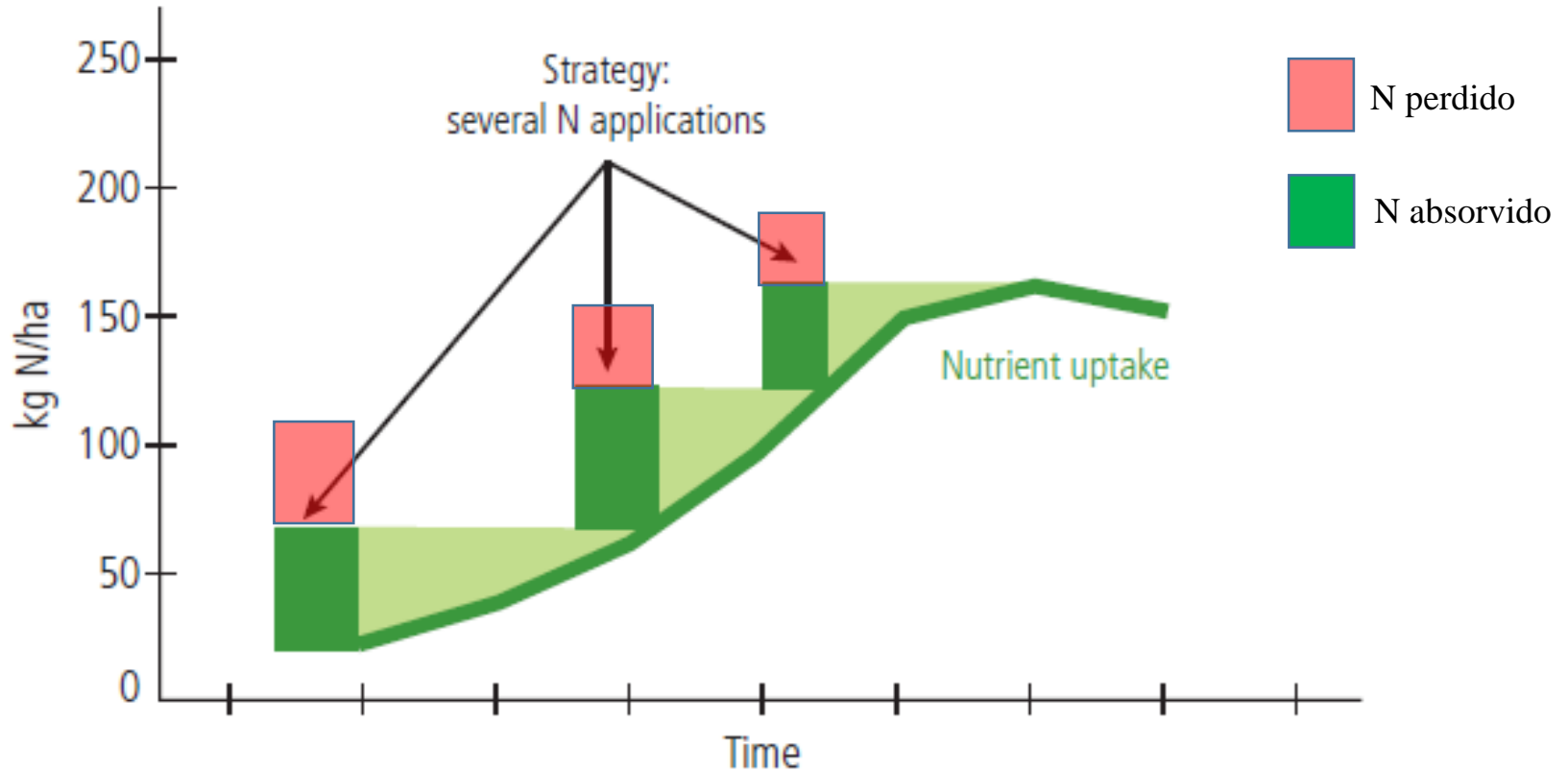
Aubos especiais: Aubos contendo nutrientes vegetais e outros produtos

- ADUBOS CONTENDO REGULADORES DE CRESCIMENTO
- ADUBOS CONTENDO MICRORGANISMOS BENÉFICOS
- ADUBOS CONTENDO PESTICIDAS
- ADUBOS CONTENDO HERBICIDAS

Aubos especiais

- **ADUBOS ESTABILIZADOS (Inibidores da nitrificação e da urease)**
- **ADUBOS DE LIBERTAÇÃO LENTA (Produtos de baixa solubilidade)**
- **ADUBOS DE LIBERTAÇÃO CONTROLADA (Produtos revestidos)**

Estratégia tradicional: várias aplicações de azoto



Enhanced-efficiency fertilization concept: fertilizer application in several N dressings

O adubo ideal

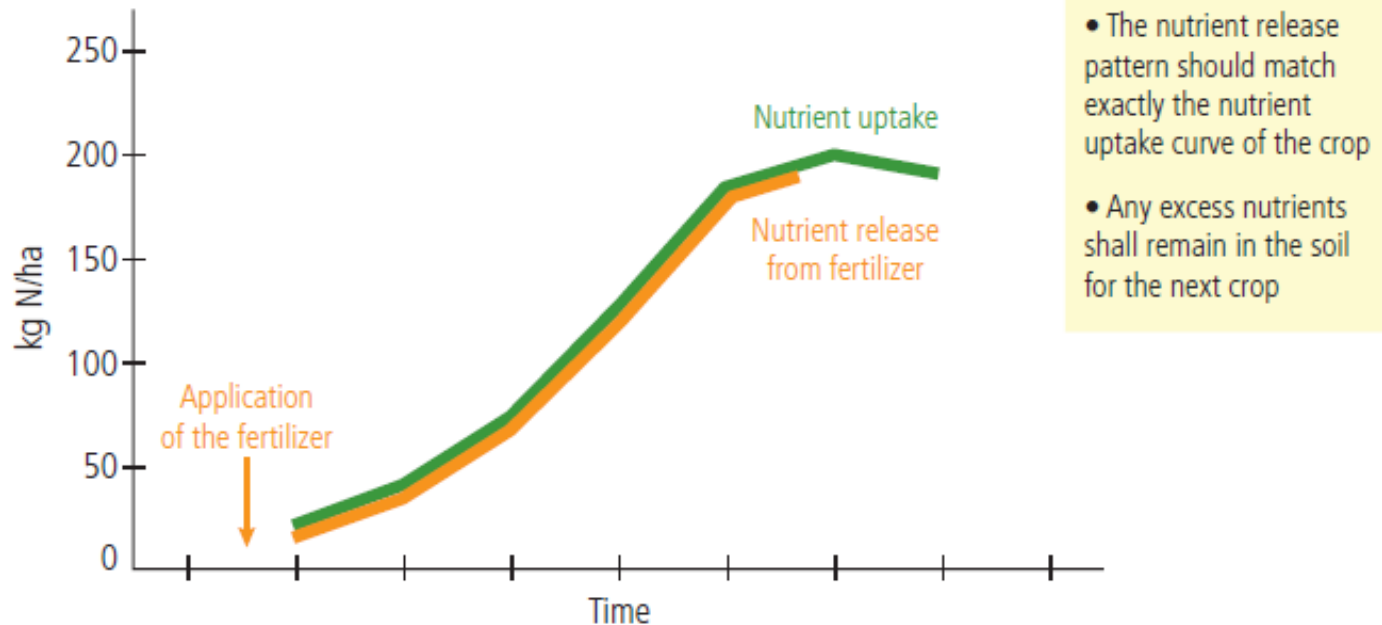


Figure 1. The 'ideal fertilizer': the nutrient release is synchronized with the crop's nutrient requirements (Adapted from Lammel, 2005).

Sincronização: libertação nutriente pelo adubo / absorção pela planta

Aplicação única

Máximo coeficiente de utilização

Minimização dos efeitos negativos sobre o ambiente

Aubos especiais

Aubos Estabilizados

- Inibidores de nitrificação
- Inibidores de Urease

Aubos de Libertaçã Lenta (SRF - slow-release fertilizer)

- Produtos naturalmente com baixa solubilidade
- Produtos derivados da ureia

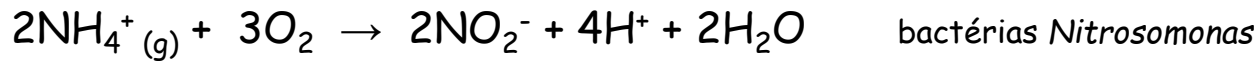
Aubos de Libertaçã Controlada (CRF - controlled-release fertilizer)

- Produtos revestidos ou encapsulados

ADUBOS ESTABILIZADOS

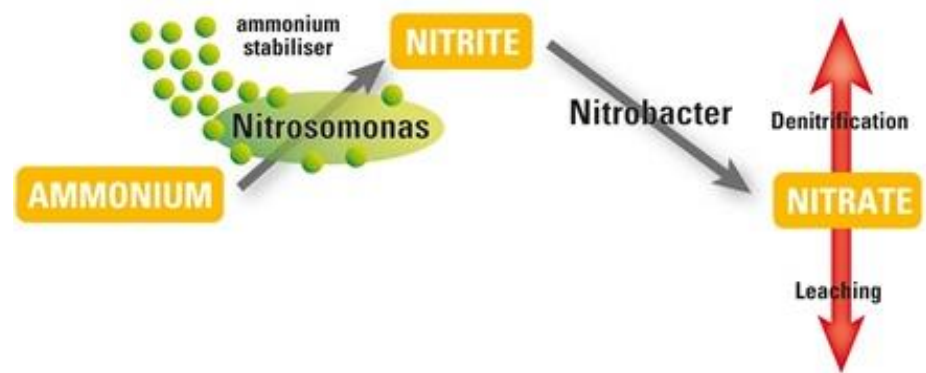
Inibidores da Nitrificação

Nitrificação ocorre em duas etapas:



Inibidores da nitrificação:

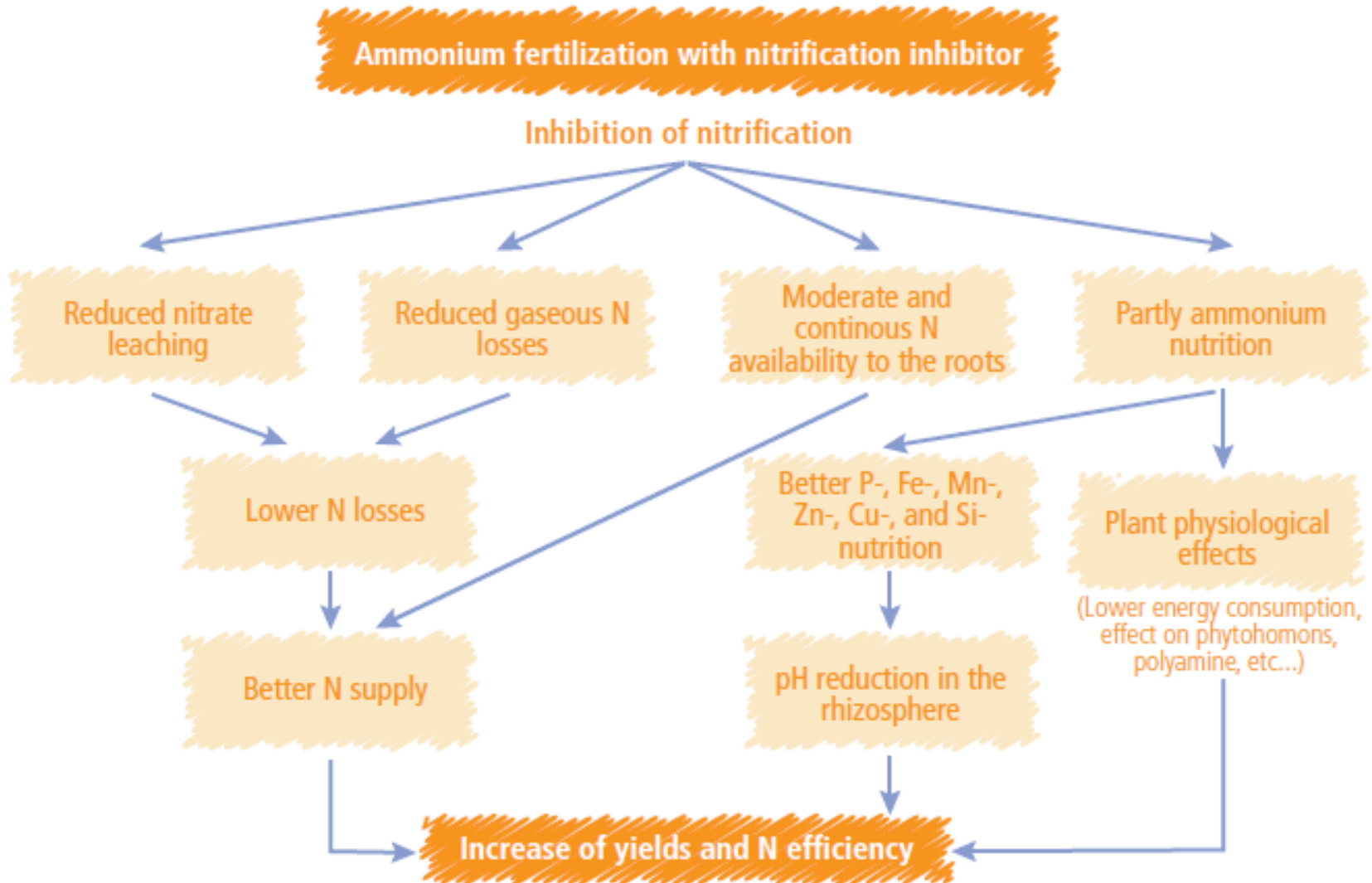
retardam a oxidação bacteriana do NH_4^+ reduzindo a actividade das bactérias Nitrosomonas.



O azoto permanece mais tempo no solo na forma amoniacal (NH_4^+), permitindo uma maior retenção física e reduzindo as perdas:

- por lixiviação
- por desnitrificação.

ADUBOS ESTABILIZADOS - Inibidores da Nitrificação



ADUBOS ESTABILIZADOS - Inibidores da Nitrificação

Outras vantagens:

- Evitam a acumulação de nitratos nos produtos vegetais
- Tornam o período de aplicação de fertilizantes mais flexível e possibilitam a redução do n.º de aplicações
- Muito importante nas primeiras fases do desenvolvimento das plantas

Principais características:

- Não ser tóxico para as plantas, outros organismos do solo e peixes
- Retardar a conversão de NH_4^+ em NO_3^- reduzindo a actividade no solo das Nitrosomonas durante um certo período.
- Não afetar a transformação do NO_2^- em NO_3^- pelas Nitrobacter
- Ser possível incorporá-lo nos adubos ou soluções nutritivas de modo que seja distribuído na zona do solo em contacto com o adubo
- Ser suficientemente estável para poder actuar adequadamente durante um certo período de tempo
- Ser relativamente barato
- Ser eficiente em concentrações relativamente baixas

ADUBOS ESTABILIZADOS - Inibidores da Nitrificação

PRINCIPAIS INIBIDORES DE NITRIFICAÇÃO

DCD: Dicianamida $[\text{HN}=\text{C}(\text{NH}_2)\text{-NH-CN}]$

- estado sólido, cristalina e de cor branca
- solúvel em água (23 g/L)
- 67% de N
- Persistência pode ir até dois ou três meses
- dose de aplicação 5-10% do azoto do adubo

Exemplo: Linha NITROTOP (ex-CUF)
Alzon 46



Nitrapirina: N-Serve® [2-cloro-6-triclorometilpiridina]

- sólido cristalino de cor branca
- muito pouco solúvel em água
- solúvel em vários solventes orgânicos
- solúvel em amoníaco (NH_3) - muito utilizado em países que utilizam o amoníaco como adubo (EUA)
- doses de aplicação 1,4 a 5,6 L/ha
- persistência - 6 a 8 semanas (30 semanas baixa temperatura solo)

ADUBOS ESTABILIZADOS - Inibidores da Nitrificação

PRINCIPAIS INIBIDORES DE NITRIFICAÇÃO

DMPP [Fosfato de 3,4 -Dimetilpirazol]

- Pó branco acinzentado
- Solubilidade a pH 7 e 20°C - 46 g/L
- Persistência - 4 a 10 semanas
- Dose de aplicação - 0,5-1,5 kg/ha
- Inibidor que apareceu recentemente no mercado:
 - dose de aplicação baixa (comparado com DCD);
 - baixa mobilidade no solo

Exemplo: adubos da linha ENTEC



OUTROS INIBIDORES DE NITRIFICAÇÃO

TZ - Triazol [1H-1,2,4-triazol]

Misturado com DCD reduz a quantidade de DCD necessária

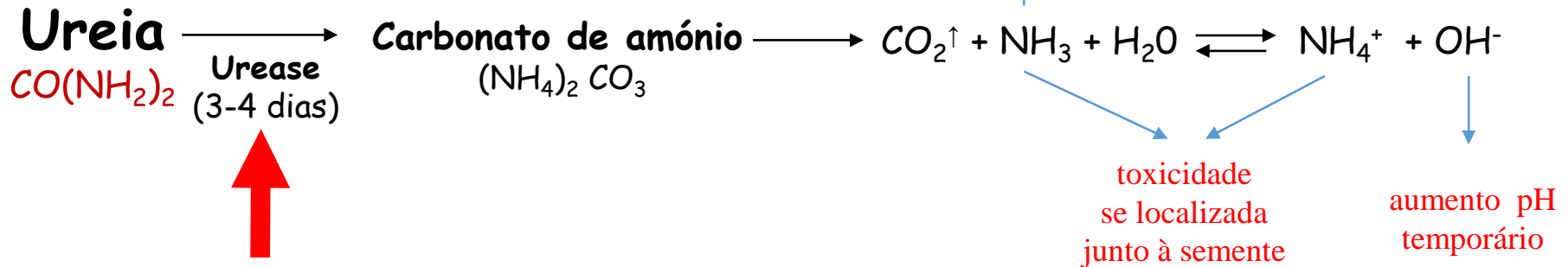
AST - Tiosulfato de amónio

3-MP - 3-metilpirazol

AM - 2-amino-4-cloro-metilpiridina

ADUBOS ESTABILIZADOS

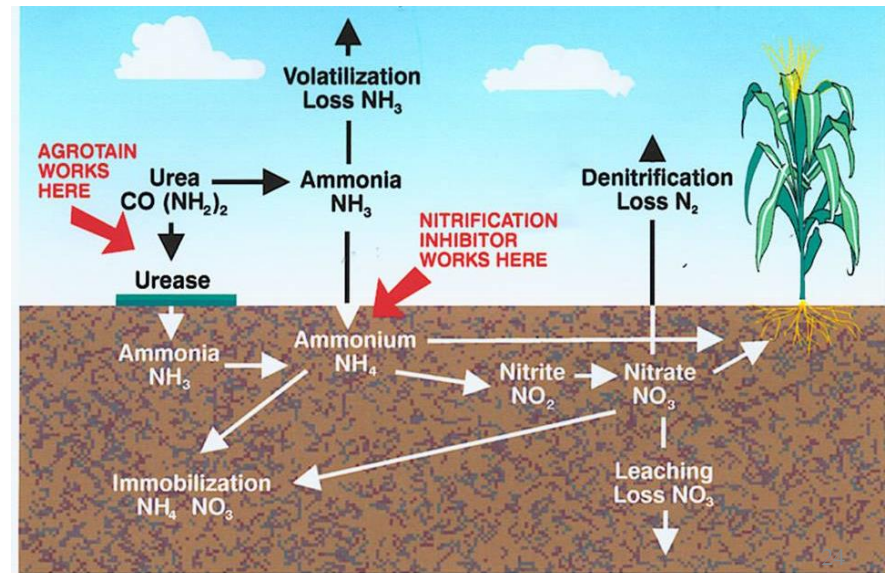
Inibidores da Urease



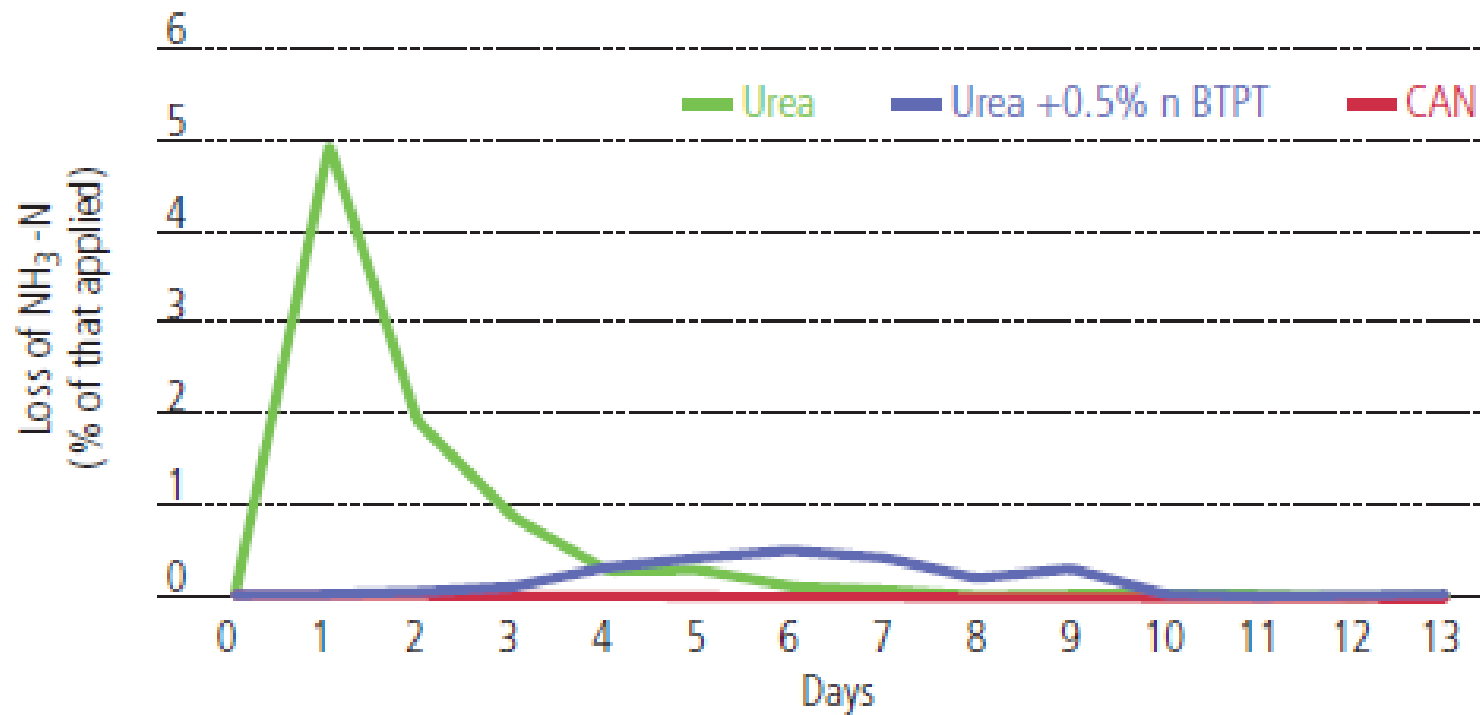
Inibidores da urease:

Atrasam a hidrólise enzimática da ureia (7 a 14 dias):

- plantas absorvem ureia na forma molecular;
- diminui as perdas de azoto por volatilização de amoníaco;
- evita ou diminui o possível efeito de toxicidade sobre a germinação das plântulas.



ADUBOS ESTABILIZADOS - Inibidores da Urease



ADUBOS ESTABILIZADOS - Inibidores da Urease

PRINCIPAIS INIBIDORES DE UREASE

nBTPT: Agrotain® [N-(n-butil) tiofosfórica triamida]

- Líquido não aquoso
- Comercializado como líquido ou concentrado sólido
- Adicionado durante o fabrico da ureia
- Adicionado às soluções UAN (aplicar imediatamente após mistura)
- Eficiente a baixas concentrações <0,3%
- Persistência 3 a 15 dias (função temperatura e humidade)

<http://vimeo.com/60478851>

OUTROS INIBIDORES DE UREASE

2-NPT [N-fenilfosfórica triamida]

Em desenvolvimento na Europa

Elevada eficiência biológica a baixas concentrações 0,02 a 0,05%

HQ - [hidroquinona]

Em desenvolvimento na China

ADUBOS DE LIBERTAÇÃO LENTA DE NUTRIENTES - SRF

Produtos com baixa solubilidade em água, libertando os nutrientes lentamente, à medida que se vão dissolvendo. A libertação dos nutrientes depende das condições do solo e do clima e é difícil de prever.

1 - Produtos que, só por si, apresentam baixa solubilidade

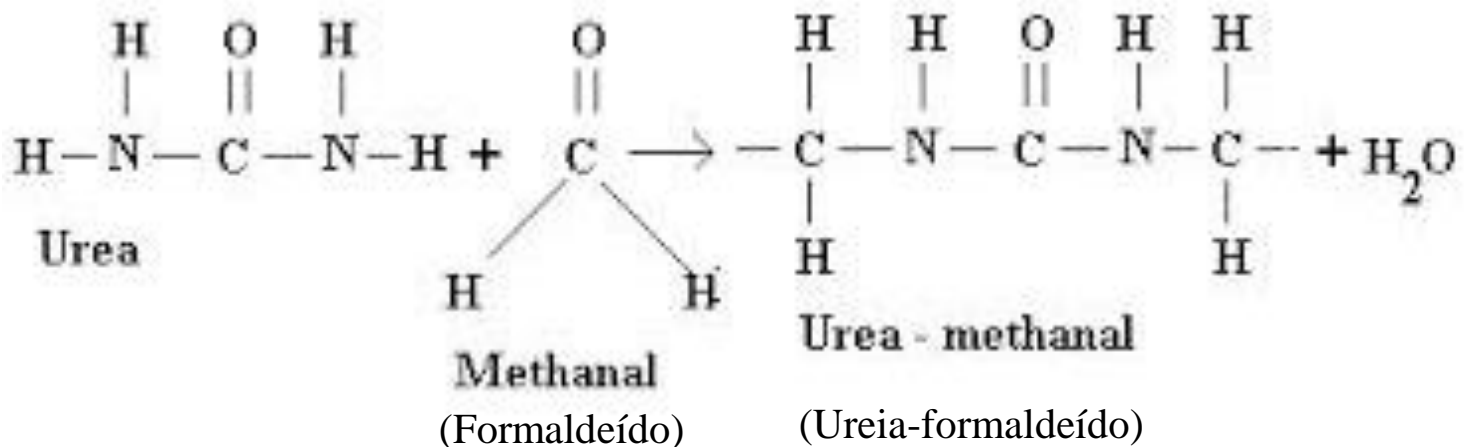
- **Fosfato de amónio e magnésio** - NH_4MgPO_4
- **Rocha fosfatada parcialmente atacada com ácidos minerais**
- **Micronutrientes "fritted"**, micronutrientes incorporados em vidro **macio** (misturados com os ingredientes utilizados para fazer o vidro e sujeitos ao cozimento)
- **Compostos iónicos pouco solúveis de micronutrientes**, por exemplo o adubo Micromax.

ADUBOS DE LIBERTAÇÃO LENTA DE NUTRIENTES - SRF

2. Derivados da ureia (solúvel) que, por tratamento químico, originam adubos de libertação lenta de N

Ureia-formaldeído - Ureiaform - UF

Obtém-se fazendo reagir o formaldeído (metanal) com um excesso de ureia, em condições controladas (pH, temperatura, proporção molar de cada reagente, tempo de reacção etc.), resultando numa mistura de metileno ureia (MU) com diferentes polímeros de cadeia longa.



ADUBOS DE LIBERTAÇÃO LENTA DE NUTRIENTES - SRF

Solubilidade da ureia-form

Fractions	
Cold water soluble (CWS)	Cold water insoluble (CWI ¹)
	Hot water soluble (HWS) Hot water insoluble (HWI)
(I)	(II) (III)
The Activity Index (AI) is only concerned with cold water insolubility	

Fração de libertação extremamente lenta ou mesmo não disponível

¹ appears as "W.I.N." on United States Labels.

$$AI = [(\% N \text{ CWI} - \% N \text{ HWI}) / \% N \text{ CWI}] * 100$$

Reflete a velocidade com que o N insolúvel em água fria se torna disponível.

AAPFCO (Association of American Plant Food and Control Officials) estabeleceu como limite mínimo para a utilização destes produtos como fertilizante:

- pelo menos 60% do N tem que ser CWI
- um valor de AI de 40
- um teor mínimo de azoto total de 35%.

O N da ureia que não reagiu é normalmente < 15% do total de N.

ADUBOS DE LIBERTAÇÃO LENTA DE NUTRIENTES - SRF

Padrão de liberação de N dos fertilizantes UF é um processo de dissolução e decomposição:

- primeiro há alguma proporção de azoto de liberação rápida (N da fracção I);
- seguida por uma liberação mais gradual por um período de 3-4 meses (N fracção II) dependendo do tipo de produto.
- é influenciado pela temperatura e humidade, assim como pelos microrganismos do solo e sua actividade.

De uma forma geral o adubo ureia-formaldeído apresenta:

- uma apreciável liberação lenta de azoto
- uma boa compatibilidade com a maior parte das culturas
- baixa toxicidade para a germinação das sementes
- um teor de azoto de 38%
- maior eficiência a temperaturas mais altas

Exemplos de adubos comerciais com Ureia-Form

Sierraform - 18:24:5 30-50% de UF

Greencare 15:9:15 :20 SO₃ + 3 MgO 4% de N na forma de UF

Azoton especial - 15% de N - 6% na forma de UF

ADUBOS DE LIBERTAÇÃO LENTA DE NUTRIENTES - SRF

IBDU - isobutileno diureia

Produto da condensação da ureia com aldeído isobutírico. Ao contrário do que se passa com a ureia-form, neste caso a condensação dá origem apenas a um oligómero simples:

- teor de N- 32%
- solubilidade em água - muito baixa
- pelo menos 90% do N deve ser insolúvel em água fria (AAPFCO)
- a libertação de azoto dá-se pela hidrólise do IBDU a ureia
- a disponibilização do azoto depende do tamanho das partículas, humidade, temperatura e pH
- a resposta agrónómica e a margem de segurança é boa em relvados, mas em culturas em estufa têm ocorrido alguns problemas de fitotoxicidade

Muito usado no Japão misturado com adubos complexos em horticultura, fruticultura e principalmente na cultura do arroz

Exemplos de adubos comerciais com IBDU

Os adubos da gama FLORANID, como o Floranid turf 20:5:8 (47% N é IBDU-N)

ADUBOS DE LIBERTAÇÃO LENTA DE NUTRIENTES - SRF

CDU - ciclo-diureia

Resulta da reacção em meio ácido da ureia com o acetaldeído (ou crotonaldeído):

- 32,5 % de N
- o tamanho das partículas tem grande influência na disponibilidade do azoto (libertação de azoto muito lenta quando as partículas são muito grandes)
- CDU decompõe-se quer por hidrólise quer por processos microbiológicos no solo
- a temperatura, a humidade e a actividade biológica afectam a taxa de libertação do N, embora mesmo em solos ácidos a degradação seja mais lenta que a do IBDU.

Tem um desempenho agronómico semelhante ao do IBDU.

Exemplos de adubos comerciais com CDU

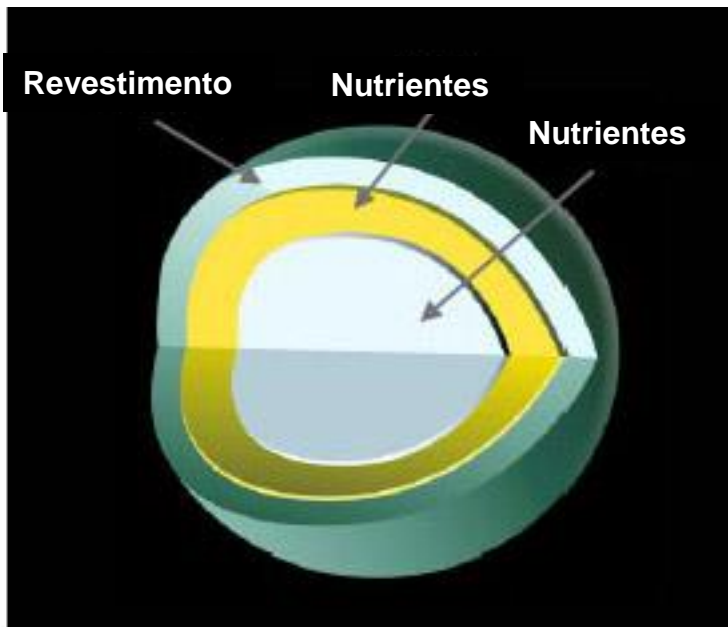
Os adubos da gama TRIABON



ADUBOS DE LIBERTAÇÃO CONTROLADA DE NUTRIENTES - CRF

São adubos convencionais, solúveis em água, a cujos grânulos se aplica um revestimento para controlar a penetração da água e, desta forma, controlar a velocidade de dissolução e a liberação do nutriente

“adubos contendo fontes de nutrientes solúveis em água, cuja liberação de nutrientes no solo é controlada pelo revestimento aplicado ao adubo” (AAPFCO,1995).



ADUBOS DE LIBERTAÇÃO CONTROLADA DE NUTRIENTES - CRF

São adubos convencionais, solúveis em água, a cujos grânulos se aplica um revestimento para controlar a penetração da água e, desta forma, controlar a velocidade de dissolução e a liberação do nutriente

“adubos contendo fontes de nutrientes solúveis em água, cuja liberação de nutrientes no solo é controlada pelo revestimento aplicado ao adubo” (AAPFCO,1995).

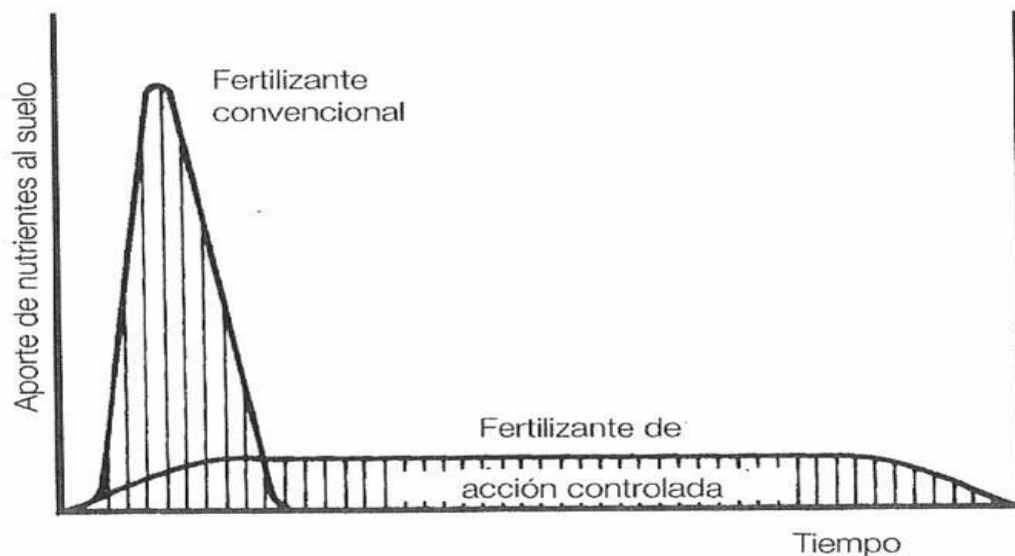


Fig. I.1 Diferencia de comportamiento entre un fertilizante convencional y otro de acción controlada.

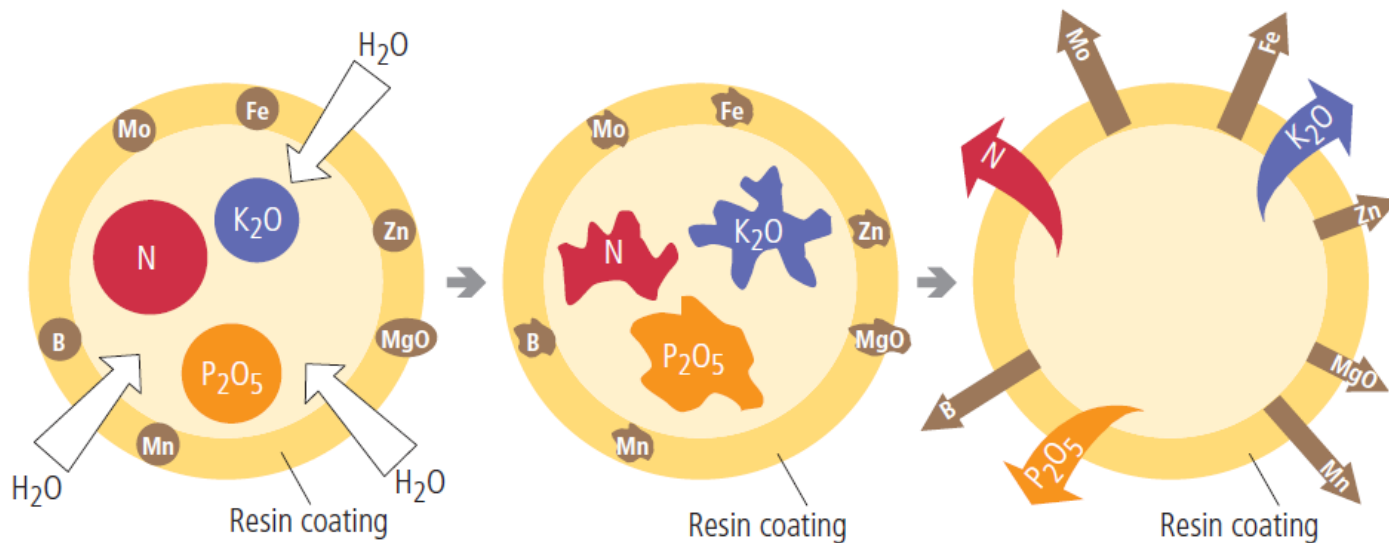
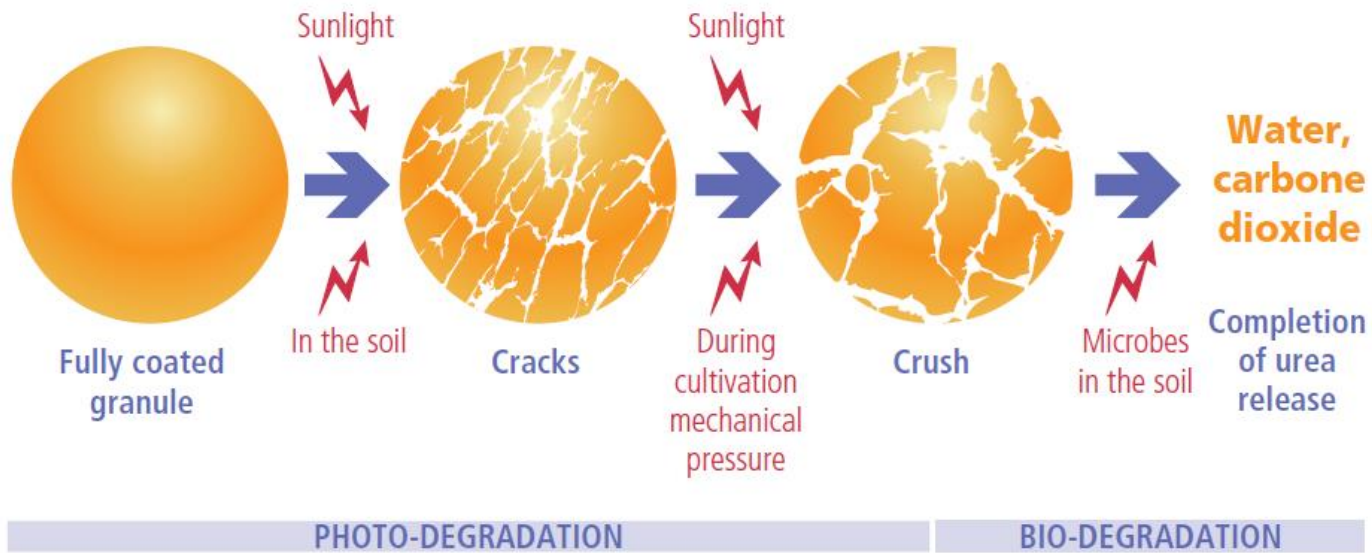
ADUBOS DE LIBERTAÇÃO CONTROLADA DE NUTRIENTES - CRF

Principais características dos revestimentos:

- eficazes em pequenas concentrações
- não devem ser tóxicos para as plantas nem contaminar o solo
- a dissolução deve ser facilmente controlada
- fácil aplicação
- resistentes à aplicação
- o material de revestimento que fica no solo deve ser degradado e “absorvido” pelo solo.

Tipos de revestimentos:

- 1- membranas sólidas impermeáveis - são constituídas por materiais que são degradados pelos microrganismos do solo (biodegradação) e/ou pela luz solar (fotodegradação), criando desta forma aberturas através das quais os nutrientes dissolvidos passam para o exterior
- 2- membranas semi-permeáveis - a água difunde-se através da membrana dissolvendo os sais no interior do grânulo provocando um aumento da pressão osmótica, o que origina que os nutrientes atravessem a membrana passando para a solução do solo.
- 3- membranas impermeáveis perfuradas - os orifícios permitem a passagem dos nutrientes para o exterior



ADUBOS DE LIBERTAÇÃO CONTROLADA DE NUTRIENTES - CRF

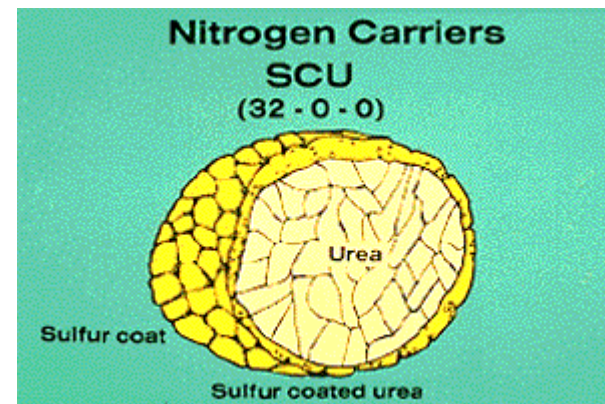
Ureia revestida com enxofre (SCU - sulphur coated urea)

A ureia é envolvida por uma película de enxofre seguido de pulverização com enxofre fundido.

A película de enxofre degrada-se lentamente por processos, físicos, químicos e biológicos.

O padrão de libertação depende:

- espessura do revestimento;
- qualidade do revestimento.



Porquê esta combinação ureia/enxofre?

- ureia doseia 46% de N logo o produto obtido deve ser bastante concentrado em N, com cerca de 30 a 40% N.
- a ureia origina muitas perdas de N por lavagem e volatilização. Revestindo os grânulos com uma membrana impermeável de S consegue-se uma efectiva redução das perdas
- o S é barato
- o S é também um nutriente vegetal

ADUBOS DE LIBERTAÇÃO CONTROLADA DE NUTRIENTES - CRF

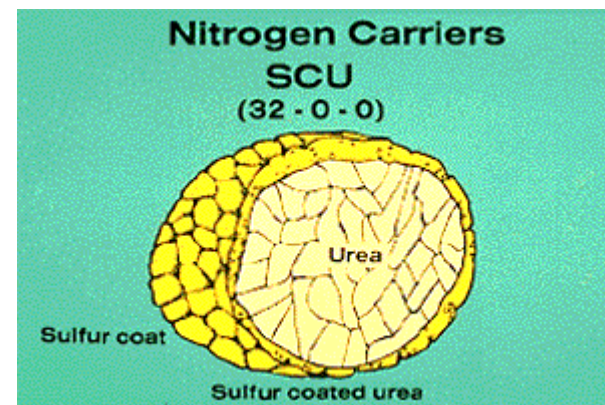
Ureia revestida de enxofre (SCU - sulphur coated urea)

Utilização

Nas situações em que é necessário fazer frequentes coberturas azotadas ao longo do ciclo vegetativo das culturas especialmente em solos arenosos.

A SCU dominou o mercado dos adubos de liberação controlada durante vários anos, no entanto tem perdido importância pois:

- o controlo da libertação não é muito eficiente;
- nos adubos com outro tipo de revestimento (polímeros, resinas, etc.), há um controlo mais eficiente da libertação de nutrientes



ADUBOS DE LIBERTAÇÃO CONTROLADA DE NUTRIENTES - CRF

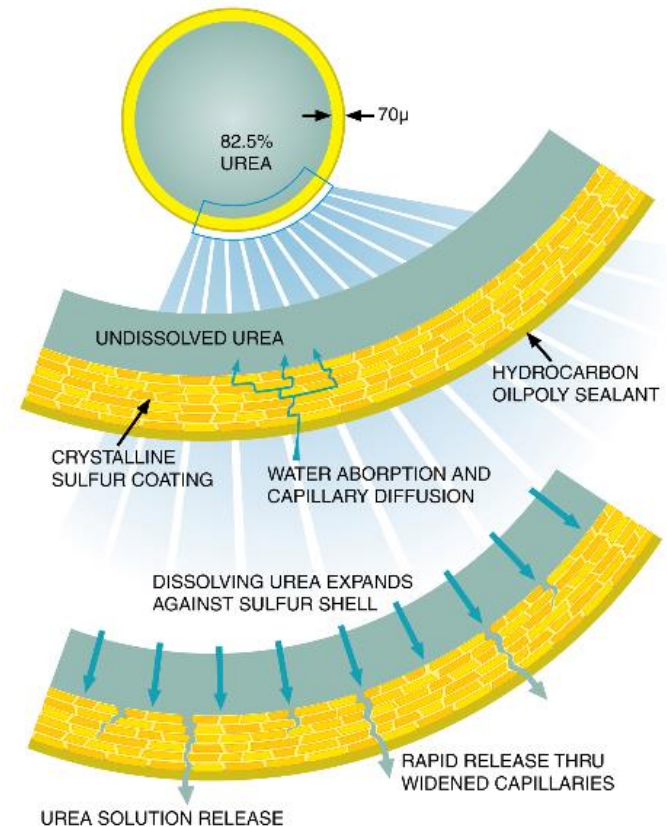
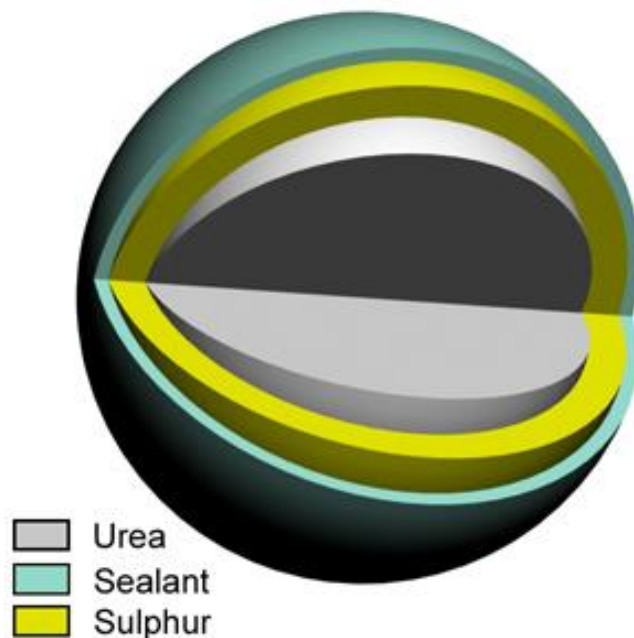
Ureia revestida com enxofre recoberta com um polímero (PSCU)

Para ultrapassar o problema da liberação irregular de azoto por parte da SCU, desenvolveu-se um sistema híbrido de revestimento com:

- enxofre
- uma fina camada de polímero (selante).

Assim, combina-se:

- a qualidade de um revestimento com polímero;
- o baixo custo do revestimento com enxofre.



ADUBOS DE LIBERTAÇÃO CONTROLADA DE NUTRIENTES - CRF

A adubos revestidos/encapsulados com polímeros

Os revestimentos com polímeros podem ser:

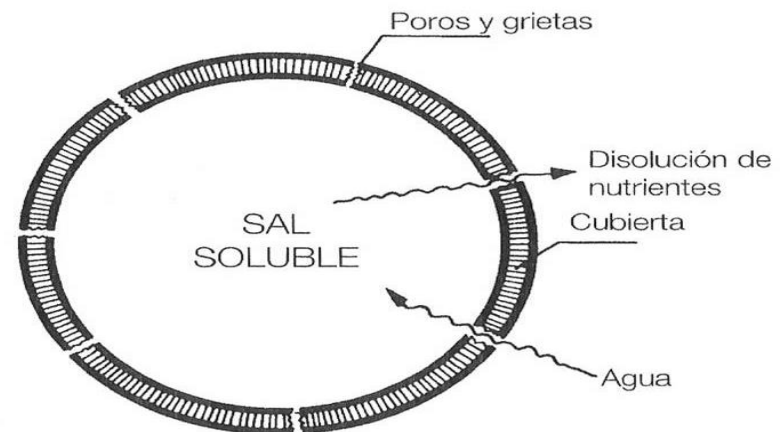
- membranas semipermeáveis
- membranas impermeáveis com pequenos poros.

A liberação de nutrientes através da membrana de polímeros depende essencialmente:

- temperatura;
- permeabilidade da membrana à água

Existem várias formulações que variam:

- na composição em nutrientes;
- no período de liberação de nutrientes;
- no tipo de curva de liberação de nutrientes.



ADUBOS DE LIBERTAÇÃO CONTROLADA DE NUTRIENTES - CRF

Adubos revestidos/encapsulados com polímeros



ADUBOS DE LIBERTAÇÃO CONTROLADA DE NUTRIENTES - CRF

Adubos revestidos/encapsulados com polímeros

Produto	Composição	Características				
Adubos de Liberação Controlada						
Osmocote Exact	Rilascio	3-4 meses	5-6 meses	8-9 meses	12-14 meses	16-18 meses
	 Hi.Start		15+10+10 +3MgO+Oligo.	15+10+10 +3MgO+Oligo.	15+10+10 +3MgO+Oligo.	
	 Standard	16+11+11 +3MgO+Oligo.	15+9+9 +3MgO+Oligo.	15+9+9 +3MgO+Oligo.	15+9+9 +3MgO+Oligo.	
	 Lo.Start		15+8+10 +3MgO+Oligo.	15+8+10 +3MgO+Oligo.	15+8+10 +3MgO+Oligo.	15+8+10 +3MgO+Oligo.
	 Standard		10+11+18 +2MgO+Oligo.	9+11+18 +2MgO+Oligo.	9+11+18 +2MgO+Oligo.	

Software para previsão da disponibilidade em função da temperatura

http://www.haifa-group.com/knowledge_center/expert_softwares/floramatch/

ADUBOS DE LIBERTAÇÃO CONTROLADA DE NUTRIENTES - CRF

Adubos revestidos/encapsulados com polímeros



Outros ADUBOS ESPECIAIS

Mistura de adubos tradicionais com adubos encapsulados

Ureia recoberta com extrato da árvore do Neem (Índia)

Supergrânulos

Fertilizantes impregnados numa matriz

SRF e CRF

Vantagens:

- 1 - Reduzir de forma significativa as perdas de nutrientes, especialmente as de azoto não só por lixiviação como também as perdas por volatilização de NH_3 e de N_2O :
 - aumenta a eficiência de utilização do N
 - reduz a quantidade de fertilizantes a aplicar (20 a 30%)
- 2- Sendo a libertação de nutrientes efectuada de forma controlada:
 - reduz os riscos de salinização;
 - reduz os riscos de toxicidade, nomeadamente na germinação
- 3- Em cada aplicação é possível aplicar uma maior quantidade de adubo. É possível através de uma aplicação fornecer todos os nutrientes necessários ao desenvolvimento de uma cultura:
 - facilidade e comodidade;
 - redução dos custo de trabalho, tempo e energia.

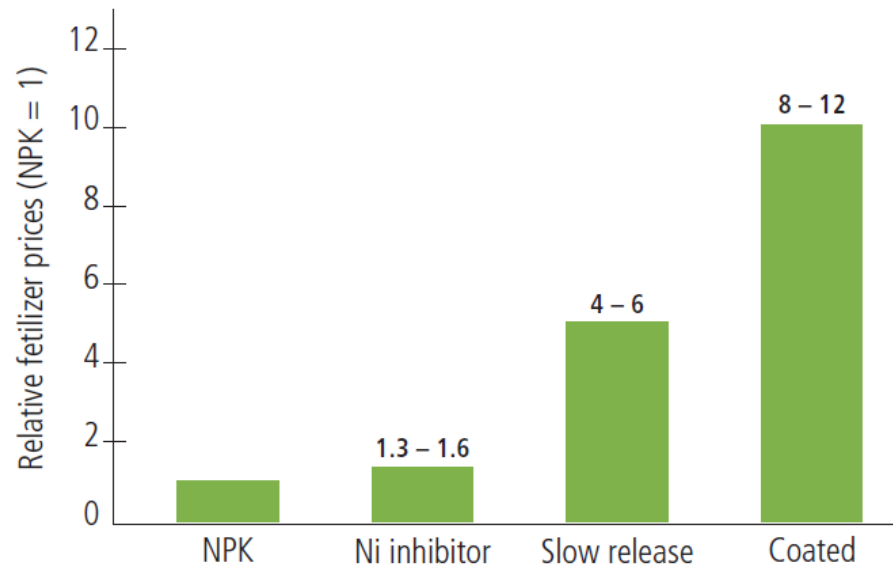
Vantagens:

- 4- O padrão de libertação de nutrientes dos CRF é relativamente previsível:
- possibilidade de o fazer coincidir com as necessidades das plantas;
 - utilização de modelos e software nas recomendações de fertilização;
- 5- Não é necessário a existência de equipamento especializado como acontece com a fertirrega
- 6 - Há libertação de nutrientes, mesmo durante os meses húmidos, altura em que não se faz fertirrega ou não é possível entrar nos "campos".

SRF e CRF

Desvantagens:

- 1 - O custo deste tipo de produtos, principalmente dos CRF, ainda é elevado quando comparado com a produção convencional de adubos minerais;
- 2- Alguns adubos obtidos a partir da reacção da ureia com formaldeído podem ter uma pequena fracção de azoto que é muito pouco solúvel e que portanto não se vai disponibilizar enquanto a cultura permanece no solo;
- 3- Alguns adubos de libertação controlada podem deixar no solo resíduos de material sintético (cápsula) de difícil degradação.



Biofertilizantes

Fertilizante contendo microrganismos vivos que, quando aplicados às sementes, às plantas ou ao solo, aumentam a disponibilidade de nutrientes vegetais:

- **Microrganismos fixadores de N atmosférico**
(Azolla sp. ou Azospirillum sp. na cultura do arroz)
(Rizobium sp. nas leguminosas)

- **Microrganismos que solubilizam as combinações químicas de fósforo insolúvel existente no solo**
(Phosphate-solubilizing bacteria)

- **Microrganismos que aumentam a disponibilidades de outros nutrientes do solo (K, S, micronutrientes)**

(<http://www.agrinaturals.com/Biofertilizers.htm>)

- **Micorrizas**



Por vezes, sobretudo nos países lusófonos, os fertilizantes para Agricultura Biológica são, também, chamados biofertilizantes.

Bibliografia

Slow- and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers

Autor: M. E. Trenkel

Editora: International Fertilizer Industry Association (IFA)

Ano: 2010

Fertilização, fundamentos da utilização de adubos e correctivos (4ª edição)

Autor: J. Quelhas dos Santos

Editora: Publicações Europa-América

Ano: 2012