



# INTERPRETACION DE ANALISIS DE SUELOS:

## III. DOSIS DE FERTILIZANTES

**Iván Vidal P.**

Ing. Agrónomo, M.Sc. Dr.

Irrifer Ltda.

[ividal@udel.cl](mailto:ividal@udel.cl)

# Dosis de Fertilizante

▪ ¿Qué rendimiento es posible?

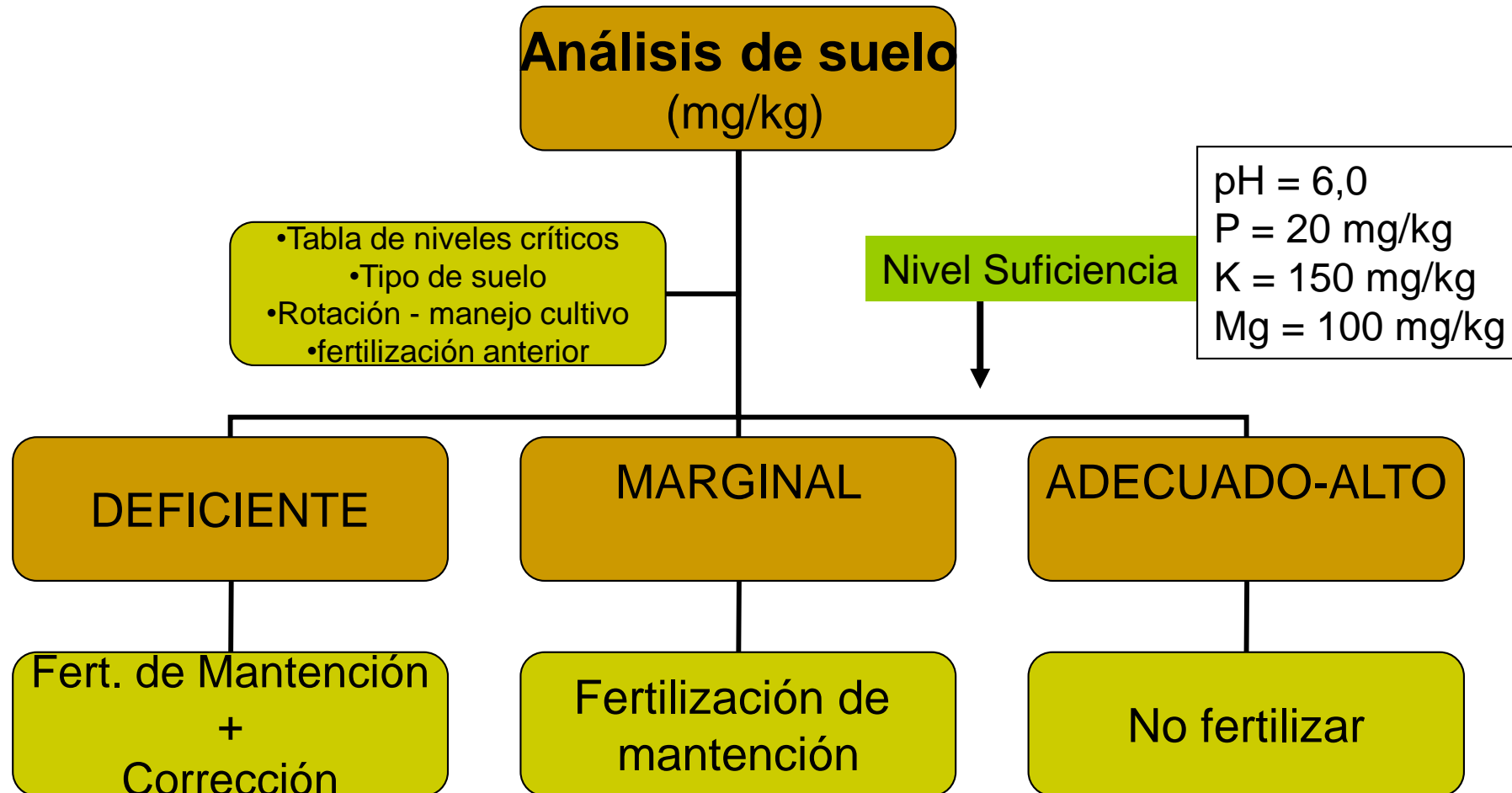
▪ Evaluar adecuadamente el suministro de nutrimentos por el suelo

$$\text{Cantidad de nutriente a aplicar} = \frac{(\text{demanda del cultivo} - \text{suministro por el suelo})}{\text{eficiencia}}$$

▪ ¿Con qué eficiencia se usarán o se recuperarán los nutrimentos?



# Guía para definir dosis de fertilizantes



# Demanda (kg/ha) de algunos cultivos

Especie	Demanda kg nutriente/ton cosecha/ha					Rto. ton/ha
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO	
Maiz grano	20	6,8	14	2,2	4,5	10-20
Trigo	24	7	24	4,3	7	5-10
Maravilla	34	11	37	8	15	2-4
Avena	22	7	20	5	8	5-7

**Aplicación Iphone: PlantCalc**



Timac AGRO

## Demanda (kg/ha) de algunos cultivos

Especie	Demanda kg nutriente/ton cosecha/ha					Rto. ton/ha
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO	
Canola	46	16	50	8,5	15	2-5
Frejol	20	14	40	10	15	2-5
Remolacha	2,2	0,8	3,0	0,4	0,8	90-140
Papas	3,8	1,0	4,0	0,9	1,6	25-50

## Demanda (kg/ton) de especies frutales por tonelada de producción



Especie	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO
Uva mesa	4.0	1.7	3.5	1.2	4.3
Manzano	1.5	0.5	1.9	0.8	1.3
Cítricos	2.7	0.6	4.2	0.6	1.0
Cerezos	6.4	1.7	5.0	2.5	4.8
Palto	6.2	2.9	8.0	2.5	4.8
Olivo	6.0	2.8	6.0	1.0	2.4



## Demanda (kg/ha) de especies frutales por tonelada de producción



Especie	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO
Nogal	22	3,7	10	4	22
Avellano Eur.	25	10,4	14,4	3,3	13,2
Peras	2,5	0,7	2,0	0,6	1,1
Durazno	3,5	1,4	5,3	1,0	2,2
Ciruelo	3,7	1,0	4,0	0,8	1,5
Kiwi	5,0	1,75	6,0	1,0	2,0

## Demanda de por tonelada de producción



Especie	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO
Espárragos	15	4.0	20.0	3.5	5.0
Tomate	3.3	0.8	5.0	0.4	0.4
Cebolla	4.0	1.2	4.0	0.9	1.6
Melón	4.5	1.6	6.5	0.7	1.3
Alcachofa	9.0	2.7	15.0	2.0	2.9
Capsicum	5.0	0.8	5.5	1.0	2.0
Frutilla	2,5	1,25	4,5	0,9	1,6



# Conceptos de eficiencia

## Eficiencia de Recuperación (ER)

$$ER = \frac{A_{TF} - A_{T0}}{F}$$

ER = Eficiencia de recuperación (kg absorbidos/kg aplicados).

$A_{TF}$  = Nutriente absorbido tratamiento fertilizado (kg absorbido/ha).

$A_{T0}$  = Nutriente absorbido tratamiento testigo cero (kg absorbido/ha).

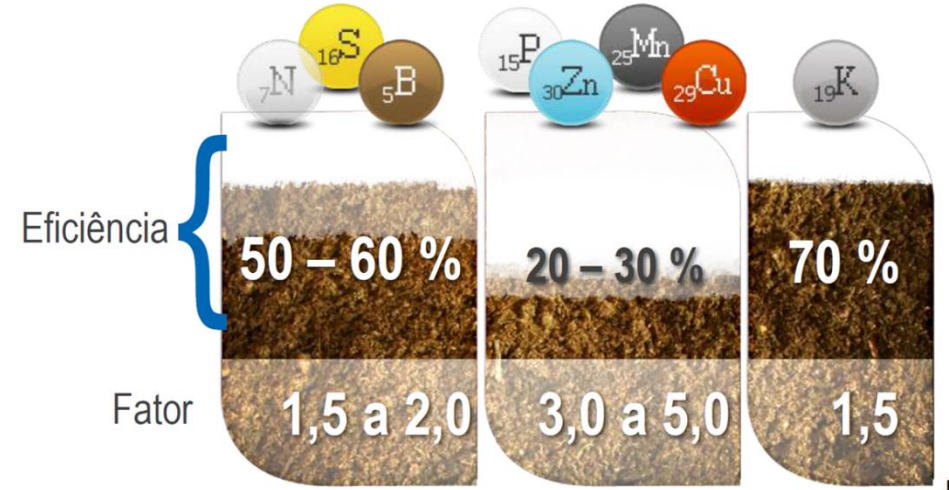
F = nutriente aplicado (kg/ha).

Ejemplo:

$$ER = \frac{A_{TF} - A_{T0}}{F} = \frac{38 \text{ kg P/ha} - 20 \text{ kg P/ha}}{80 \text{ kg P/ha}} = 0,22 \text{ kg P absorbido/kg P aplicado}$$

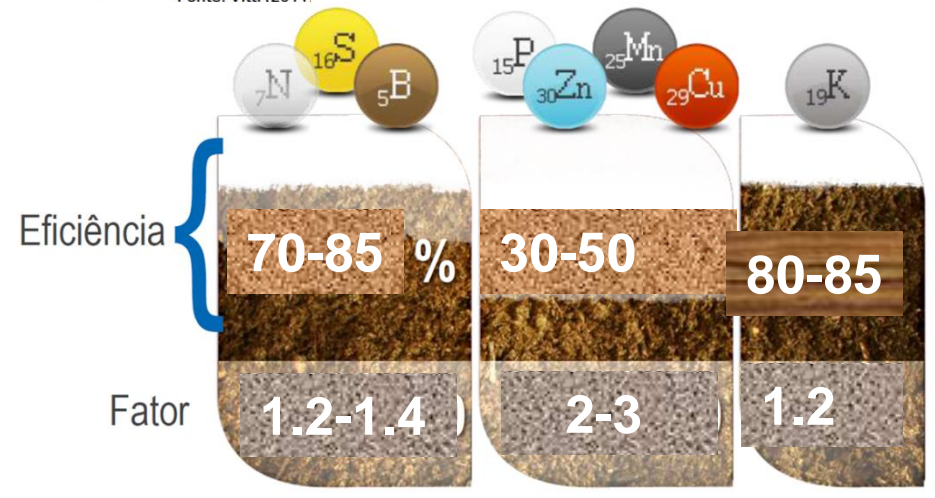
# Eficiencia de Recuperación

## CONVENCIONAL



Fonte: Vitti (2011)

## FERTILIZANTES NUEVA TECNOLOGÍA



Fonte: Vitti (2011)

# Conceptos de eficiencia

## Eficiencia Fisiológica (EF)

$$EF = \frac{R_{TF} - R_{T0}}{A_{TF} - A_{T0}}$$

EF = Refleja la eficiencia con que la planta transforma nutrientes absorbidos del fertilizante en rendimiento económico (kg producidos/kg nutriente absorbido).

$A_{TF}$  = absorción de nutriente en tratamiento fertilizado (kg/ha).

$A_{T0}$  = absorción de nutriente en tratamiento testigo cero (kg/ha).

Ejemplo:

$$EF = \frac{R_{TF} - R_{T0}}{A_{TF} - A_{T0}} = \frac{8.000 \text{ kg/ha} - 3.500 \text{ kg/ha}}{190 \text{ kg N/ha} - 80 \text{ kg N/ha}} = 41 \text{ kg grano/kg N absorbido}$$

# Conceptos de eficiencia

## Eficiencia Agronómica (EA)

$$EA = \frac{R_{TF} - R_{T0}}{F}$$

$$EA = ER \times EF$$

ER = Eficiencia agronómica (kg producidos/kg nutriente aplicado).

$R_{TF}$  = Rendimiento tratamiento fertilizado (kg/ha).

$R_{T0}$  = Rendimiento tratamiento testigo cero (kg/ha).

F = nutriente aplicado (kg/ha).

Ejemplo:

$$EA = \frac{R_{TF} - R_{T0}}{F} = \frac{8.000 \text{ kg/ha} - 3.500 \text{ kg/ha}}{180 \text{ kg N/ha}} = 25 \text{ kg grano/kg N aplicado}$$

Nutriente	Kg Cereal/kg Nutriente
N	20-30
P	30-50
K	10-20

# Fertilizantes de alta eficiencia

## *Timac Agro*

PRODUCTO	N	P205	K20	S	Ca	Mg	B	Zn	
BASIDUO STD	4	13	21	5	9	-	0,2	-	MPPA
BASIDUO MAX	6	24	10	6,5	6,5	-	0,2	-	MPPA
TOP PHOS	-	28	-	5	17	-	-	-	CSP
SULPAMMO	29	-	-	7	5	2	-	-	COM

MPPA= Moléculas polifenólicas activadas

CSP = Superfosfato complejo con sustancias húmicas

COM = recubrimiento doble membrana por complejo orgánico-mineral. Sal cálcica marina+MPPA

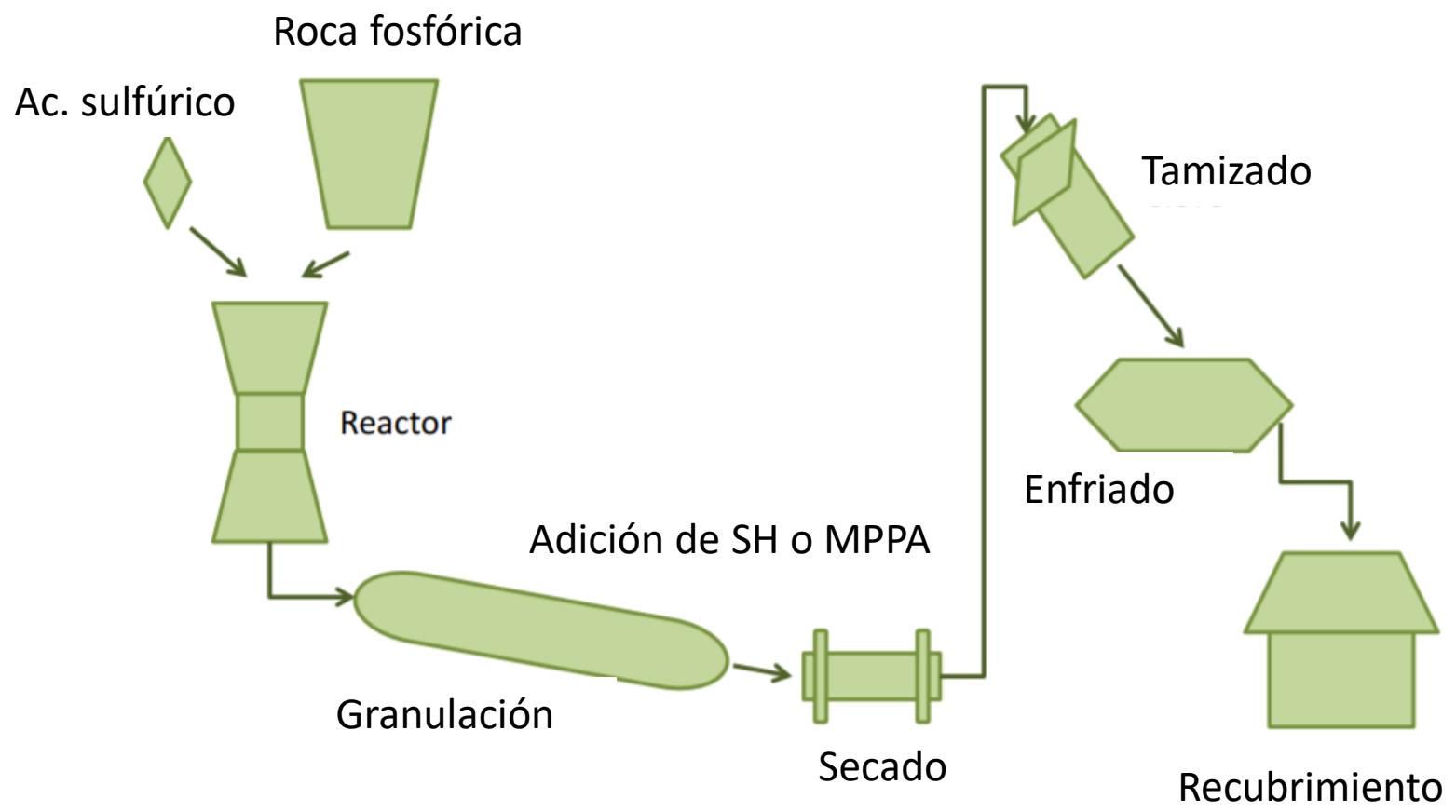
### Referencias bibliográficas

**Erro, J.; Urrutia, O.; Baigorri, R. et al. 2012.** *Organic Complexed Superphosphates (CSP): Physicochemical Characterization and Agronomical Properties* . J. Agric . Food Chem. 60, 2008 2017. <https://doi.org/10.1021/jf204821j>

**Giovannini, C.; Garcia Mina, J.; Ciavatta , C. et al. 2013.** *Effect of organic complexed superphosphates on microbial biomass and microbial activity of soil.* Biol Fertl Soils 49, 395 401. <https://doi.org/10.1007/s00374 012 0731 0>

**Erro J, Baigorri R, Urrutia O, Zamarreño AM, Yvin JC, Garcia-Míña JM (2010)** *Desarrollo y validación de nuevos fertilizantes de alta biodisponibilidad y pérdidas reducidas de nutrientes: Fertilizantes controlados por rizosfera (RCF).* En: Delgado A, Gil-Sotres F, Torrent J (eds) *Proceedings of the International Phosphorus Transfer Workshop, Sevilla, España, págs. 27–28*

## Método simplificado de producción de superfosfato TOP PHOS



\*with José Miguel Urbieta and Marcos Boya permission



Fertilizantes convencionales vs Fertilizantes de especialidad (Timac Agro).



**Mezcla Física**

Coeficiente de segregación 35-45%



**MEZCLA FISICA 15 – 15 - 30**

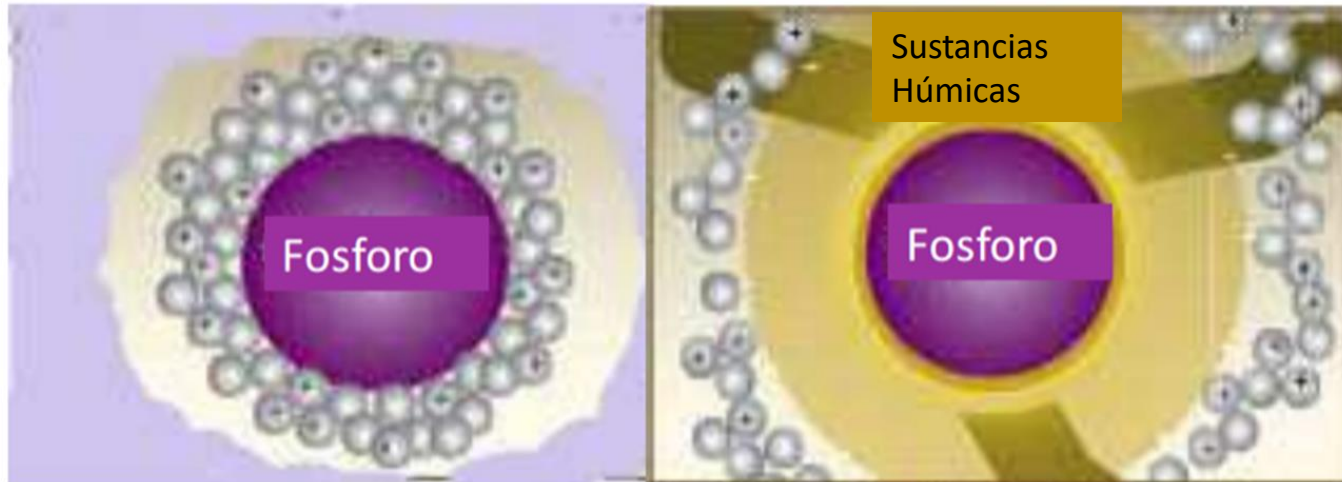


**Mezcla Química**



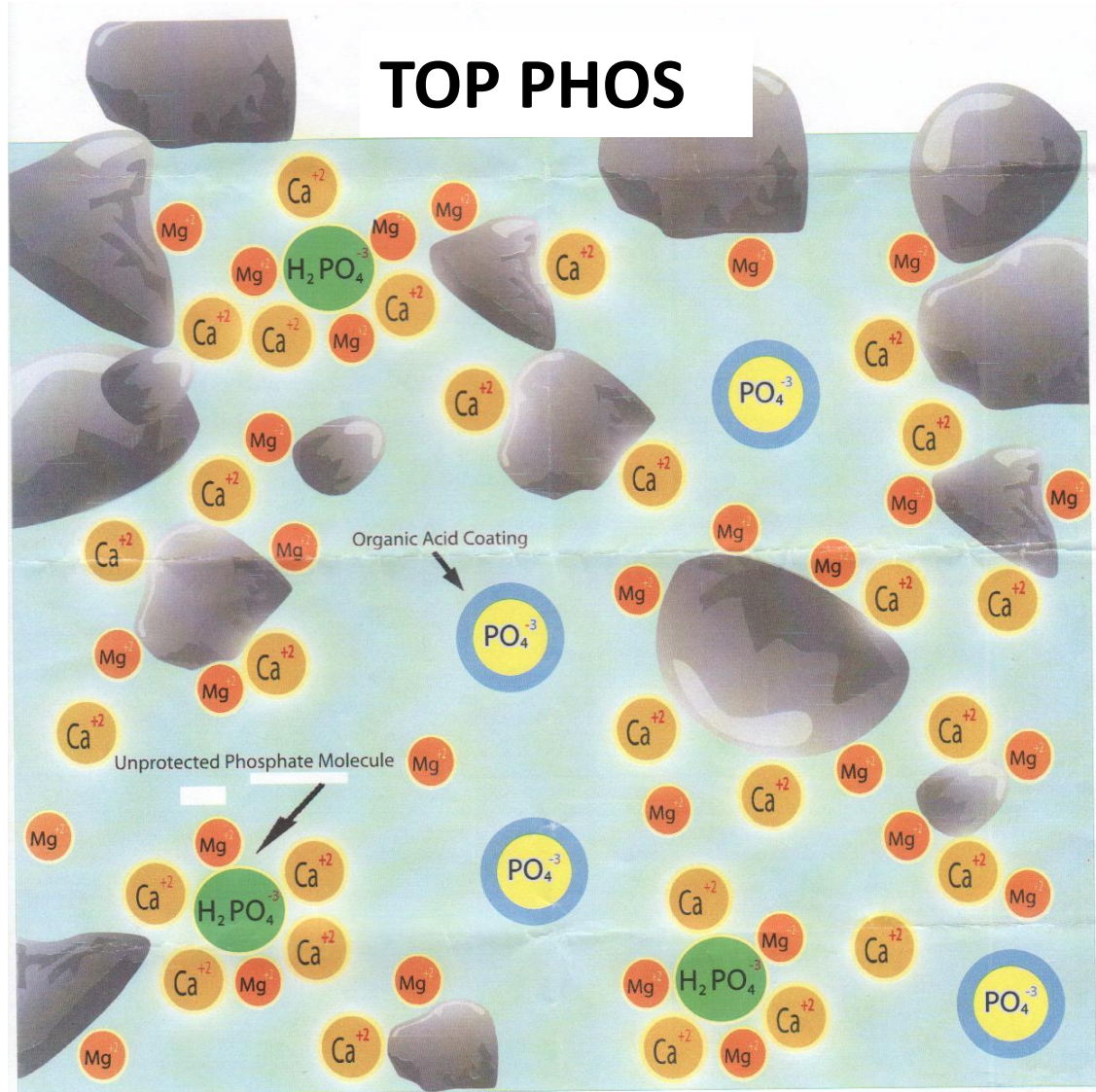
# FOSFORO PROTEGIDO (TOP PHOS)

- Nueva fuente de fósforo desarrollada por la industria para mejorar la eficiencia de este nutriente.
- En suelos alcalinos, no reacciona con el calcio. En suelos ácidos no es bloqueado por el aluminio ni el fierro.
- Activa biomasa microbiana y sustancias húmicas actúan como moléculas desencadenantes (“tigger”)





# ¿Porque es mas eficiente el TOP PHOS?





Timac AGRO

Fósforo en solución en cada tratamiento de fuentes de fósforo, medido 7 días después de aplicar los fertilizantes. (Vidal, 2014)

Tratamientos	P-en solución (ug L <sup>-1</sup> )
	Suelo Arcilloso
TESTIGO	105
SFT	158
SFT +Polímero	885
Suelo Volcánico	
TESTIGO	32
SFT	42
SFT+Polímero	81
Suelo Arenoso	
TESTIGO	25
SFT	179
SFT+Polimero	267

¿En que se traduce un incremento de la eficiencia?

# Ejemplo de ahorro fertilizantes con FNT

$$DOSIS N = \frac{DEMANDA - SUMINISTRO}{EFICIENCIA}$$

Dosis de N para 160 qq/ha de maíz

*Demanda por ton maíz : 20 kg N*

$$\text{Convencional} = \frac{320 \text{ kg N} - 120 \text{ kg N}}{0,50} = 400 \text{ kg N/ha}$$

$$\text{FNT} = \frac{320 \text{ kg N} - 120 \text{ kg N}}{0,80} = 250 \text{ kg N/ha}$$

**38% ahorro en la dosis de N**

FNT= fertilizantes de nueva tecnología Timac



¿En que se traduce un incremento de la eficiencia?

# Timac AGRO Ejemplo de ahorro fertilizantes con FNT

$$DOSIS P_2O_5 = \frac{DEMANDA - SUMINISTRO}{EFICIENCIA}$$

## Dosis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para 160 qq/ha de maíz

*Demanda por ton maíz = 6,9 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ton*

$$\text{Convencional} = \frac{110 \text{ kg P}_2\text{O}_5 - 80 \text{ kg P}_2\text{O}_5}{0,25} = 120 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$$

$$\text{FNT} = \frac{110 \text{ kg P}_2\text{O}_5 - 80 \text{ kg P}_2\text{O}_5}{0,40} = 75 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$$

**~40% ahorro en la dosis de fósforo**

FNT= fertilizantes de nueva tecnología Timac

## DOSIS FERTILIZACION N-P-K

- Cultivo = maíz grano
- N mineral = 40 ppm N-NO<sub>3</sub>
- P Olsen = 23 ppm
- K disponible = 180 ppm
- Meta Rendimiento = 18 ton /ha
- Densidad aparente = 1,0 g/cm<sup>3</sup>
- Enraizamiento de 40 cm
- Eficiencia fertilización (Timac) = 75%-45%-85% (N-P-K)

- Calcular peso de 1 ha de suelo de 40 cm de profundidad.

$$\begin{aligned} \text{Peso suelo} &= 10000 \text{ (m}^2\text{)} \times 0.40 \text{ (m)} \times Da \text{ (ton/m}^3\text{)} \\ &= 4000 \text{ m}^3 \times 1.0 \text{ ton/m}^3 \\ &= 4000 \text{ ton} \end{aligned}$$

- Calcular Suministro N

$$40 \text{ g N/ton} \times 4000 \text{ ton/ha} = 160.000 \text{ g/ha} = \underline{160 \text{ kg N/ha}}$$

- Calcular Suministro P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

$$(23-18) \text{ g P/ton} \times 4000 \text{ ton/ha} = 20.000 \text{ g/ha} = \underline{20 \text{ kg P/ha (46 kg P}_2\text{O}_5\text{/ha)}}$$

- Calcular Suministro K<sub>2</sub>O

$$(180-150) \text{ g K/ton} \times 4000 \text{ ton/ha} = 120.000 \text{ g/ha} = \underline{120 \text{ kg K/ha (144 kg K}_2\text{O/ha)}}$$

- Demanda para 18 ton/ha de grano

$$N = 18 \text{ ton/ha} \times 20,0 \text{ kg N/ton} = \underline{360 \text{ kg N/ha}}$$

$$P_2O_5 = 18 \text{ ton/ha} \times 6,8 \text{ kg P}_2O_5\text{/ton} = \underline{122 \text{ kg P}_2O_5\text{/ha}}$$

$$K_2O = 18 \text{ ton/ha} \times 14 \text{ kg K}_2O\text{/ton} = \underline{252 \text{ kg K}_2O\text{/ha}}$$

- Dosis para 18 ton/ha

$$\text{DOSIS N} = \frac{360 - 160}{0,75} = 267 \text{ kg N/ha (TIMAC)}$$

$$\text{DOSIS P}_{205} = \frac{122 - 46}{0,45} = 169 \text{ kg P}_{205}/\text{ha (TIMAC)}$$

$$\text{DOSIS K}_{20} = \frac{252 - 144}{0,85} = 127 \text{ kg K}_{20}/\text{ha (TIMAC)}$$

# DOSIS FERTILIZACION N-P-K

- Cultivo = **PAPAS**
- N mineral = 30 ppm N-NO<sub>3</sub>
- P Olsen = 18 ppm
- K disponible = 165 ppm
- Meta Rendimiento = 60 ton /ha
- Densidad aparente = 1,2 g/cm<sup>3</sup>
- Enraizamiento de 40 cm
- Eficiencia fertilización (Timac) = 75%-45%-85% (N-P-K)

*Resultado: 160 kg N/ha; 133 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha; 205 kg K<sub>2</sub>O/ha*



# Cuadro sinóptico

