

NUTRICIÓN VEGETAL Y FERTILIZACIÓN



Ley del mínimo (1840)



Justus Von Liebig (1803-1873)

Esta ley establece que el crecimiento y el rendimiento de los cultivos están determinados por el elemento nutritivo que se encuentra en menor disponibilidad en el suelo. Si se incrementa el elemento en cuestión, el rendimiento aumenta en forma lineal hasta el punto de toxicidad o que otro elemento actúe como mínimo.

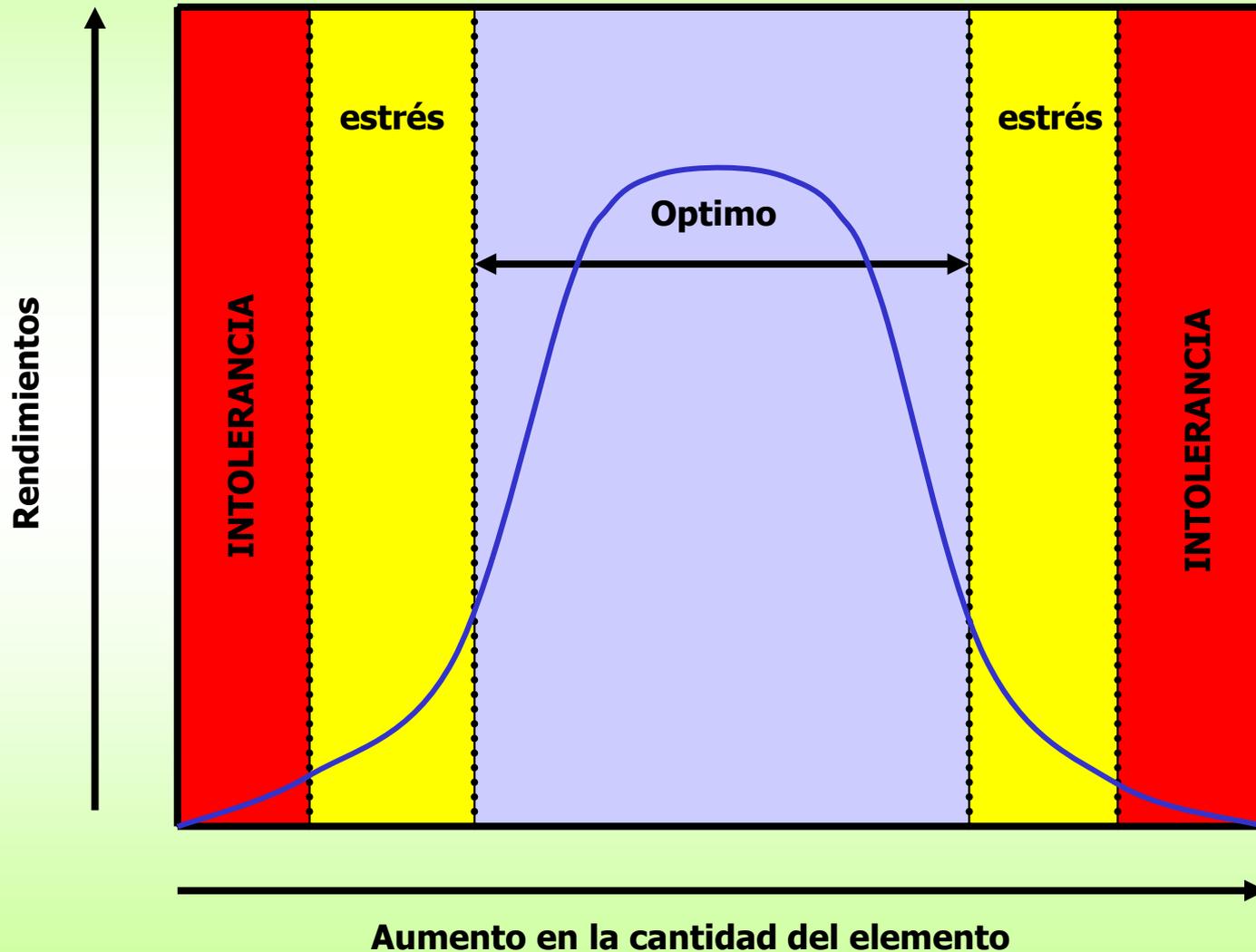
Ley de la tolerancia de Shelford (1911)



**Victor Ernest Shelford
(1877-1968)**

Esta ley demuestra que el crecimiento y rendimiento de un cultivo se da entre un límite mínimo y un límite máximo del contenido de los elementos nutritivos en el suelo. En otras palabras, el máximo rendimiento está limitado por deficiencias y excesos nutrimentales y se produce con un contenido óptimo.

Ley de la tolerancia de Shelford (1911)



Ley de la Restitución (1860)

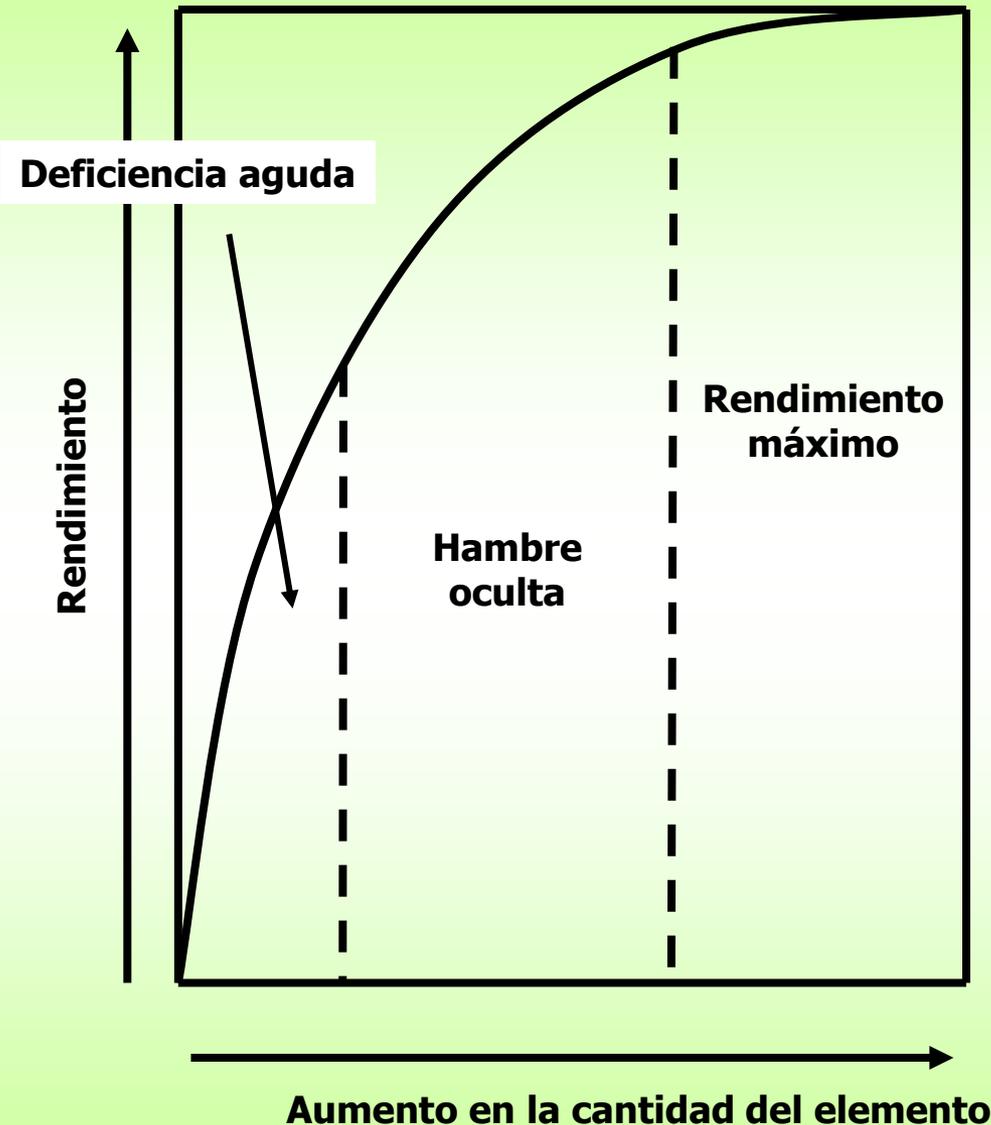


**Jean-Baptiste Joseph Dieudonné
Boussingault (1801-1887)**

Esta ley nos indica que si se desea mantener la fertilidad de un suelo es necesario restituir todos los elementos nutritivos que por las siguientes causas son extraídos:

- **Extracción de los cultivos**
- **Consumo por las malezas**
- **Lixiviación**
- **Fijación química**
- **Transformación a compuestos orgánicos**
- **Consumo por los microorganismos**

Hambre oculta



El hambre oculta merma una una proporción mucho mayor del rendimiento que la deficiencia aguda porque es más generalizada y pasa inadvertida y no produce síntomas en la planta.

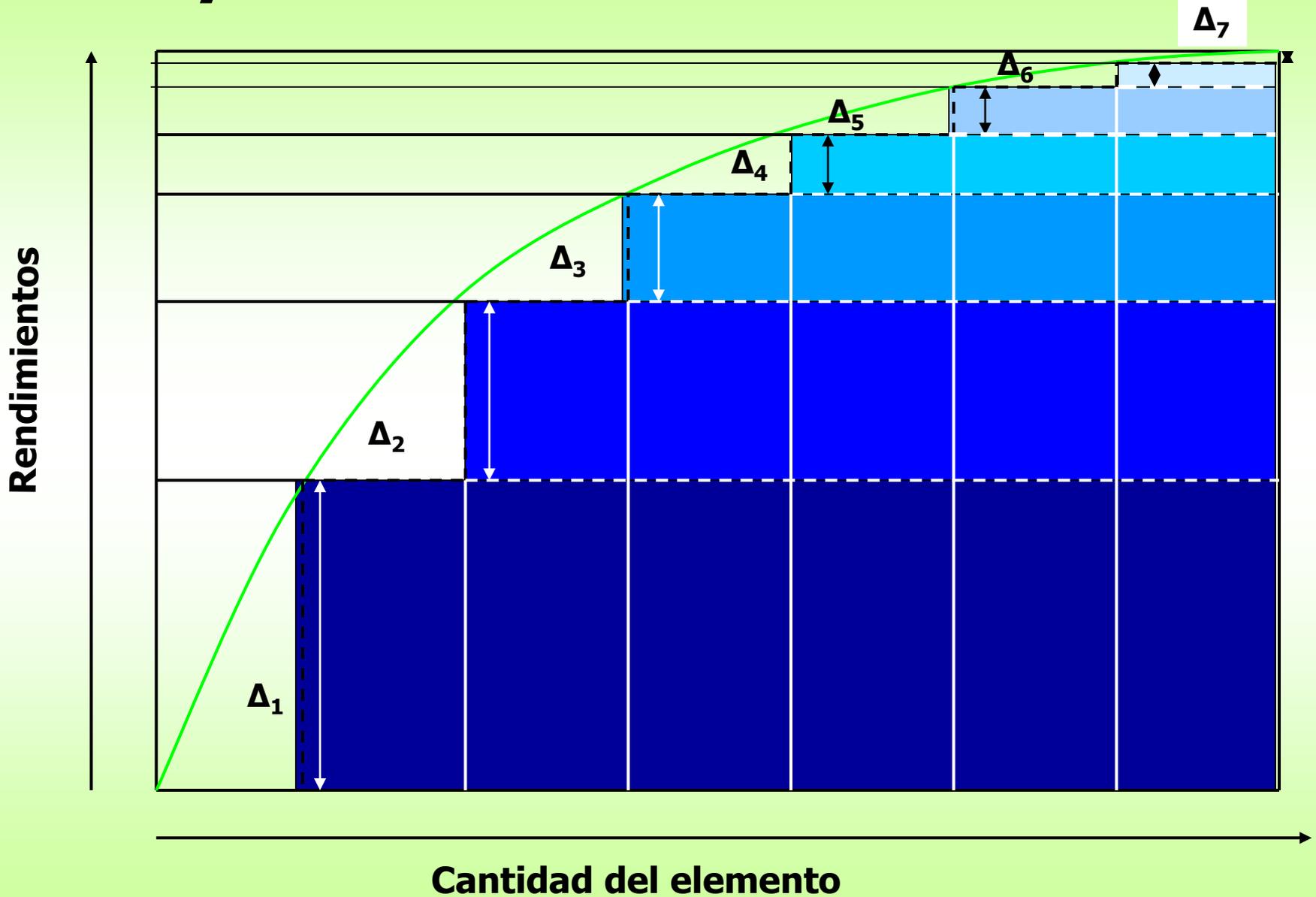
Ley de los rendimientos decrecientes (1839)



**Mitscherlich Eilhard
(1794-1863)**

Cuando se aportan dosis crecientes de elementos fertilizantes, los incrementos en rendimiento cada vez son más pequeños a medida que se incorporan cantidades mayores del elemento

Ley de los incrementos decrecientes



Elementos que intervienen en la nutrición vegetal

Las plantas requieren para su desarrollo 16 de los elementos que se cuentan en la tabla periódica a los cuales se les considera esenciales de acuerdo a los siguientes criterios:

- a) En ausencia de alguno de ellos el desarrollo de las plantas es anormal y éstas no logran completar su ciclo de vida.**
- b) Ningún otro elemento puede sustituir al elemento en cuestión.**
- c) Cada uno de los elementos esenciales tienen una función específica en el metabolismo o en la estructura de los tejidos vegetales.**
- d) Con limitaciones severas de alguno de los elementos esenciales se observan síntomas característicos de la deficiencia.**

Los elementos esenciales

Los elementos
que la planta toma
del aire y del agua

O, C y H

Elementos
Primarios
o
Macroelementos

N, P₂O₅ y K₂O

Elementos
secundarios

Ca, Mg, S y Cu

Elementos menores
o microelementos

Fe, B, Mn, Mo, Zn y Cl

NITRÓGENO

- **Constituyente de los aminoácidos y de las proteínas**
- **Constituyente de los ácidos nucleicos, coenzimas, y fitohormonas**
- **Constituyente de las clorofilas y de los citocromos**
- **Interviene en la síntesis de proteínas**

FÓSFORO

- **Se encuentra en los ácidos nucleicos**
- **Constituyente de las coenzimas como NADP y NADPH**
- **Forma parte de los ADP y ATP**
- **Constituyente de las membranas celulares**
- **Esencial en el la división celular y crecimiento meristemático**

POTASIO

- **Interviene en la apertura estomática**
- **Activa la absorción de nitratos**
- **Estimula la síntesis de proteínas**
- **Incrementa la presión osmótica de la células**
- **Interviene en la síntesis de azúcares**

CALCIO

- Forma parte de la paredes celulares en los pectatos
- Interviene en la mitosis
- Activador enzimático
- Promueve el transporte de carbohidratos
- **Forma parte de la lámina media de las membranas celulares**

MAGNESIO

- **Forma parte de la molécula de clorofila**
- Es activador de enzimas en la síntesis de ácidos nucleicos
- Es transportador en el metabolismo de glúcidos

AZUFRE

- Forma parte de los aminoácidos azufrados y proteínas
- Parte de vitaminas sulfuradas
- Se encuentra en los grupos sulfidrilos de muchas enzimas
- **Estabilizador de la estructura de las proteínas**

COBRE

- Componente de fenolasas, lacasas y oxidasas
- Promueve la absorción de CO₂
- **Es constituyente del aceptor plastocianina**

HIERRO

- Forma parte de diversas cromoproteínas
- **Promueve la nodulación en las raíces de leguminosas (leghemoglobina).**
- Interviene en la síntesis de clorofila
- Interviene en la síntesis de proteínas en el cloroplasto

MANGANESO

- Activador de la hidrogenasa málica en las plantas C₄
- Interviene en la reducción de nitratos
- Estimula la fotosíntesis
- **Agente oxidante del ácido indol-3-acético (AIA)**

BORO

- Interviene en el transporte de azúcares
- Influye en la absorción de fósforo, formación de ácidos nucleicos
- Interviene en la división celular de los meristemos apicales
- Presente en la biosíntesis de lignina y sustancias pécticas
- **Interviene en la actividad de los nódulos fijadores de nitrógeno**

ZINC

- **Interviene en la biosíntesis de auxinas**
- **Actúa como activador de la anhidrasa carbónica**
- **Juega un papel muy importante en la síntesis de proteínas**
- **Interviene en la síntesis de clorofila**

MOLIBDENO

- **Forma parte del grupo prostético de las enzimas que interviene en la evolución del nitrógeno en la planta**
- **Indispensable en la fijación de nitrógeno atmosférico por las bacterias simbióticas de las leguminosas**
- **Interviene en la síntesis de ácido ascórbico**
- **Interviene en el metabolismo del fósforo**

CLORO

- **Contribuye a mantener turgentes las células**
- **Proporciona resistencia a la sequía**
- **En cantidades muy altas puede ser fitotóxico**

Métodos de diagnóstico

a) Análisis de fertilidad del suelo

b) Análisis de plantas

*** Análisis de pecíolos**

*** Análisis de ápices**

*** Análisis de hojas**

c) Observación de síntomas de deficiencias

SINTOMATOLOGÍA DE DEFICIENCIAS NUTRIMENTALES

TIPO DE HOJA	CARACTERÍSTICAS	NUTRIMENTO	
VIEJA O INFERIOR	Síntoma generalizado	Decoloración verde pálido	N
		Tonalidades moradas	P
	Síntoma localizado	Clorosis marginal	K
		Clorosis intervenal	Mg
JOVEN O SUPERIOR	Yema terminal muerta		Ca/B
	Yema terminal viva	Hojas jóvenes No marchitas	Clorosis y necrosis { Mn
		Hojas jóvenes marchitas	Clorosis sin necrosis { Fe/S → Cu
	VIEJA Y/O JOVEN	Generalmente hoja joven	
Generalmente hoja vieja			Zn

Fuentes de nutrimentos

- **ABONOS ORGÁNICOS**

- **FERTILIZANTES QUÍMICOS**

Abonos orgánicos

Son generalmente las deyecciones sólidas y líquidas del ganado o otros animales y los restos de vegetales incorporados al suelo.

Su incorporación al suelo mejora la actividad microbiana así como las características físicas y su capacidad de intercambio catiónico.

Contenido de macronutrientes del estiércol

Contenido (0/00)	Vaca	Caballo	Cerdo	Estiércol fresco*	Estiércol seco*
Agua	800	750	750	-----	-----
Nitrógeno	4	6	5	4	6
P₂O₅	1.8	3	1-2	2	3
Potasio	4.5	5	5	4	5

*** Estiércol con paja resultante del establo.**

FUENTE: BAEYENS. 1970. Nutrition des plantes de culture.

Fertilizantes químicos

Simples: Contienen un solo elemento primario. Pueden ser nitrogenados, fosfóricos o potásicos.

Compuestos

Binarios: Con dos elementos.

a) N-P

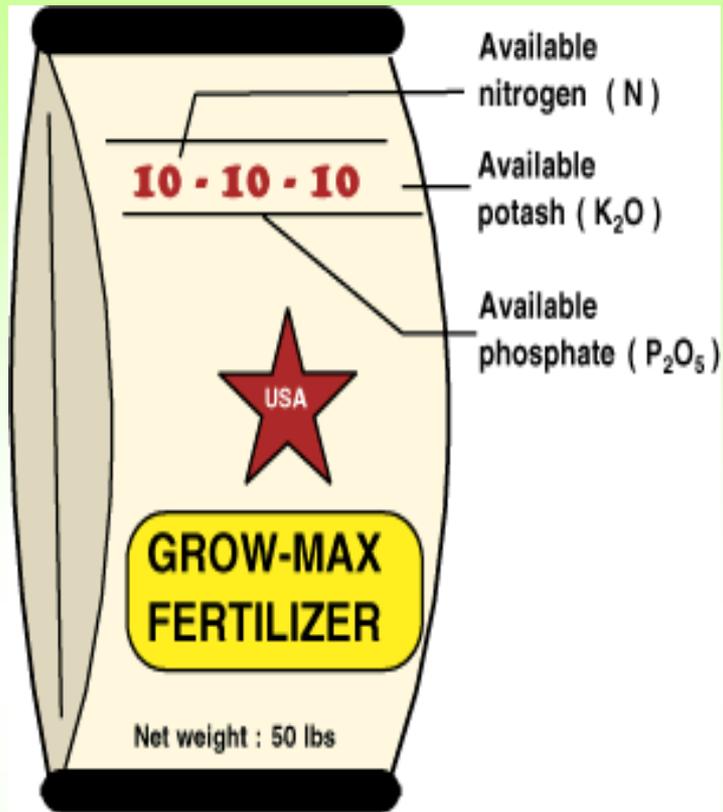
b) N-K

c) P-K

Ternarios: Con los tres macroelementos.

Mezclas complejas: 18-9-18, 18-12-6, 17-17-17, 25-25-25

Nombre comercial	Fórmula	Concentración (%)			Otros elementos
		N	P	K	
Sulfato de amonio	$\text{SO}_4(\text{NH}_2)_2$	20.5	-	-	S
Nitrato de amonio	NO_3NH_4	33.5	-	-	-
Urea	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	46	-	-	-
Amoniacó Anhídó	NH_3	82	-	-	-
Cianamida cálcica	CN_2Ca	14-20	-	-	Ca
Cianamida hidrogenada	H_2CN_2	10	-	-	-
Superfosfato de calcio simple	(20% P_2O_5)	-	20	-	Ca
Superfosfato de calcio triple	(46% P_2O_5)	-	46	-	Ca
Cloruro de potasio	KCl	-	-	60	Cl
Sulfato de potasio	SO_4K_2	-	-	50	S
Nitrato de potasio	NO_3K	13	-	44	-
Fosfato diamónico	$(\text{PO}_4\text{H})(\text{NH}_4)_2$	18	46	-	-

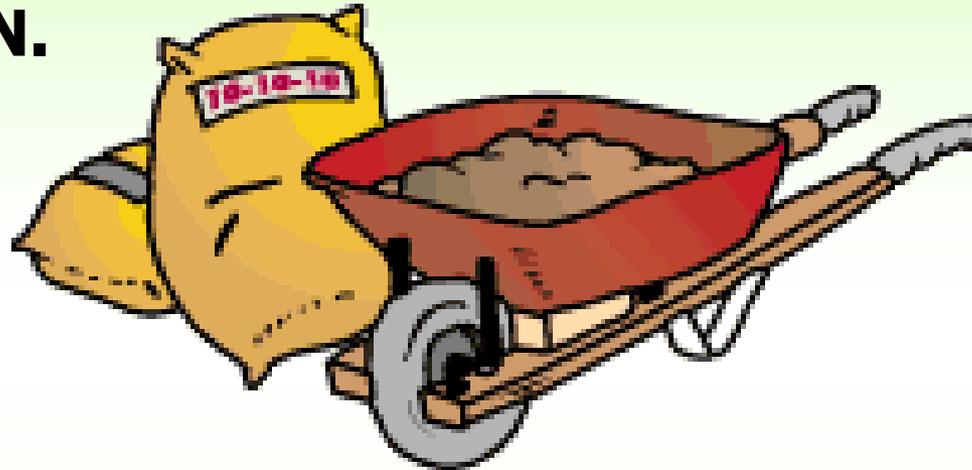


Los fertilizantes comerciales portan en su envase una formulación que aparece en tres cifras separadas por dos guiones.

La primera cifra es la concentración en % de nitrógeno, la segunda es la concentración de fósforo y la tercera es la concentración de potasio.

No toda la cantidad de fertilizante corresponde a los elementos nutritivos para la planta, ya que los elementos no existen en forma pura en la naturaleza.

Para el cálculo de la cantidad de fertilizante a aplicar a una determinada superficie es necesario considerar las fuentes comerciales y sus concentraciones y además LA FÓRMULA GENERAL DE FERTILIZACIÓN.



Una FÓRMULA GENERAL DE FERTILIZACIÓN es una recomendación técnica de la cantidad de macroelementos (Kg) que debemos aplicar para cierto cultivo y variedad, en una determinada zona y para una hectárea (10 000 m²).

APLICACIÓN DE FERTILIZANTES AL CULTIVO

