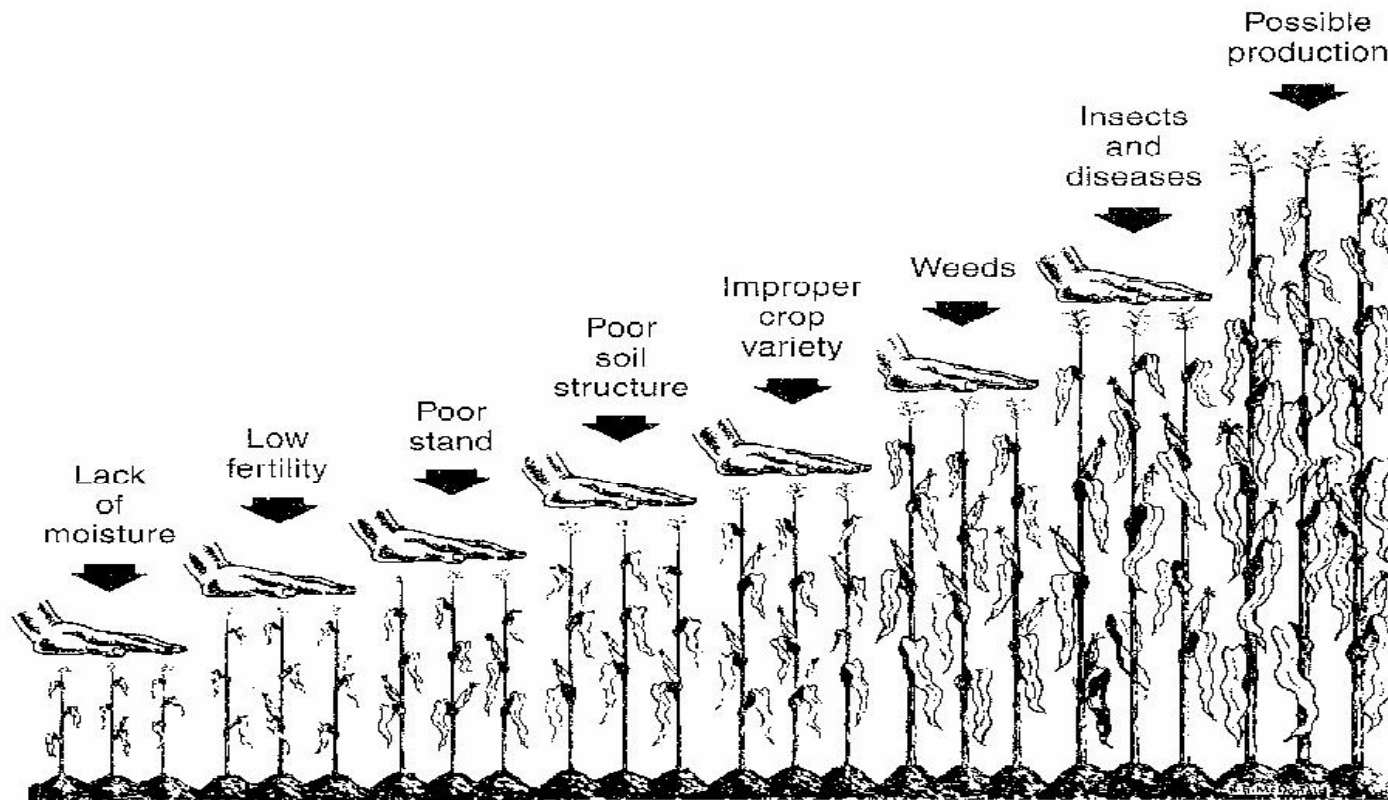


# FERTILIDAD DE SUELOS - Definición

**Un suelo es fértil cuando:**

- a – Es capaz de proveer todos los nutrientes que las plantas necesitan en cantidad y en un balance adecuado,
- b – No posee sustancias tóxicas en cantidades que puedan restringir el crecimiento de las plantas o el rendimiento,
- c – Su textura , estructura y drenaje son satisfactorios para el desarrollo adecuado de las raíces.

# RESPUESTA DE LOS CULTIVOS A LOS FACTORES DE CRECIMIENTO (J. Von Liebig, 1855)

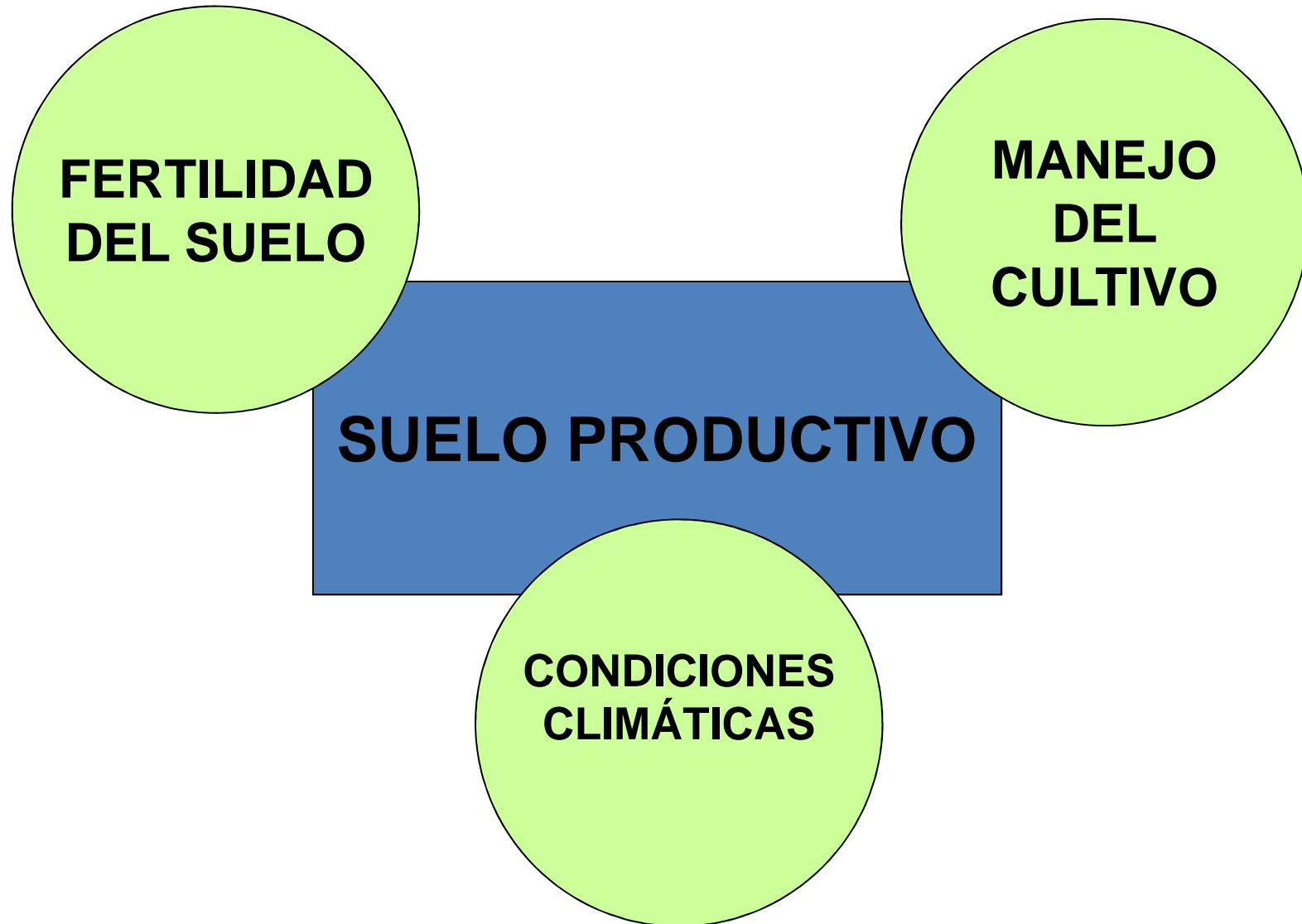


**Figure 1-10** Liebig's Law of the Minimum states that the most limiting factor determines yield potential. Producers should minimize or eliminate the most limiting factor first, then the second most limiting factor, and so forth. Only in this manner can maximum yield potential be achieved (Source: Potash and Phosphate Institute).

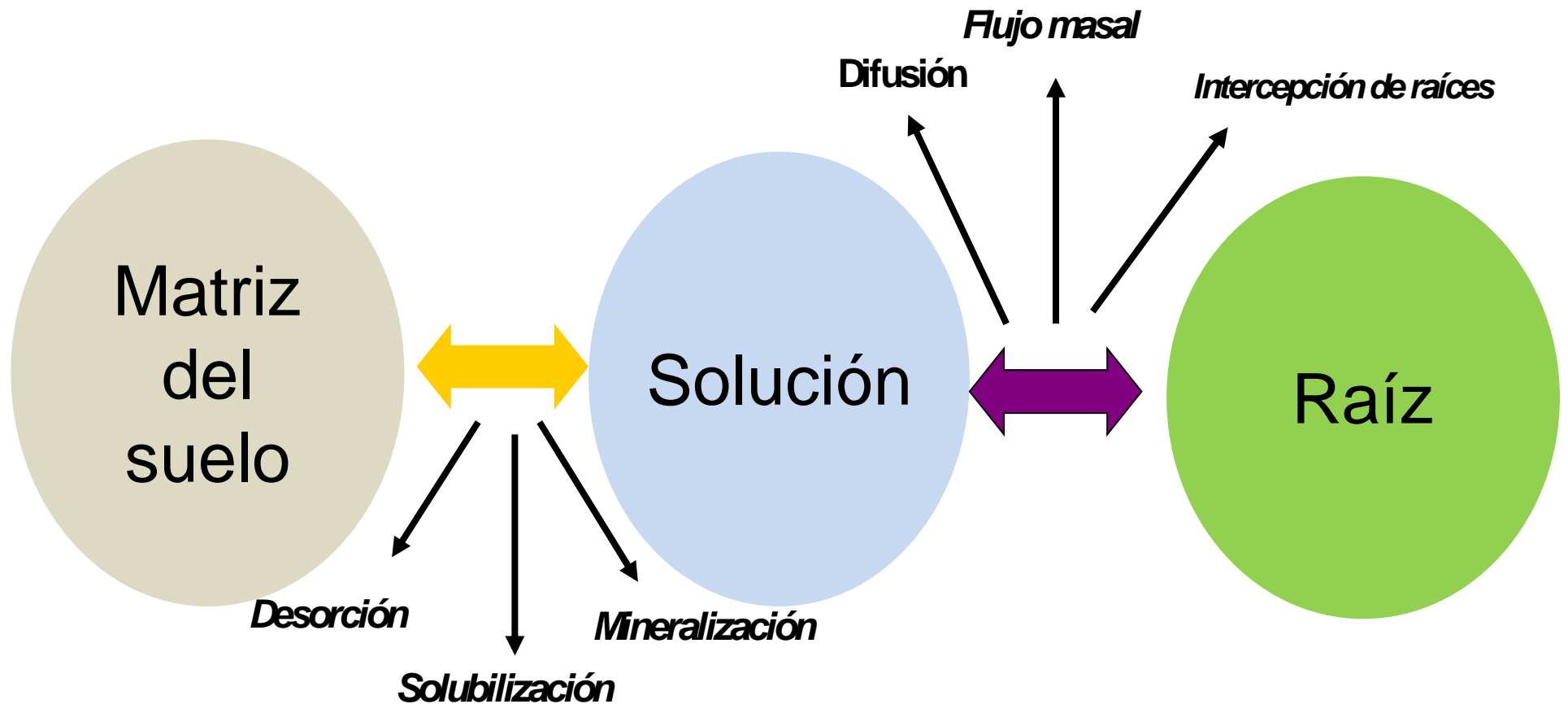
## Factores determinantes del rendimiento y tecnologías de producción



# FERTILIDAD DE SUELOS Y PRODUCTIVIDAD DEL SISTEMA AGRÍCOLA



# ABASTECIMIENTO DE NUTRIENTES A LAS PLANTAS



# ABASTECIMIENTO DE NUTRIENTES A LAS PLANTAS

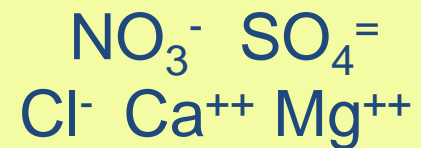
## FLUJO EN MASA

$$q = -K \frac{d_m}{dx}$$

Transporte en solución del nutriente hacia la raíz, a medida que el agua es absorbida

$$J_{FM} = -K \left[ \frac{d_m}{dx} \right] C_E$$

$$J_{FM} = f(ET)$$



Donde  $J_{FM}$  es la cantidad del nutriente aportado por FM

$C_E$  es la concentración del nutriente en la solución del suelo

# ABASTECIMIENTO DE NUTRIENTES A LAS PLANTAS

## DIFUSIÓN

$$J_D = -D_E \frac{dC_E}{dx}$$

Donde

$J_D$  es la cantidad del nutriente aportado por D

$C_E$  es la concentración del nutriente en la solución del suelo

$D_E$  es el coeficiente de difusión del ión

Movimiento espontáneo del nutriente hacia la raíz por un gradiente de concentración

$K^+$   $NH_4^+$   
 $PO_4H_2^-$   $PO_4H^-$   
 $Ca^{++}$   $Mg^{++}$   
micronutrientes

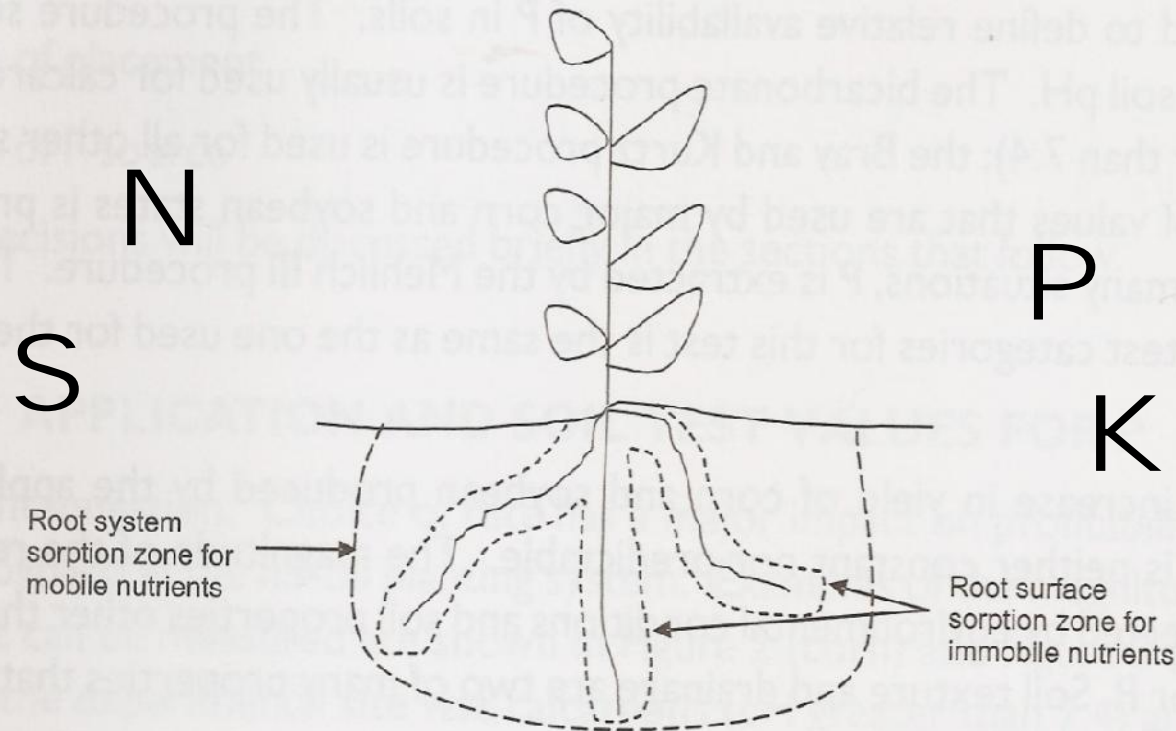
## Participación relativa en el abastecimiento de nutrientes

Cant. Necesaria (Kg/ha)		Cantidad aproximada (Kg/ha)		
Nutriente		Intercepción	Flujo masal	Difusión
N	190	2	188	0
P	40	1	2	37
K	194	4	39	151
Ca	40	67	168	0
Mg	45	17	112	0
S	22	1	21	0

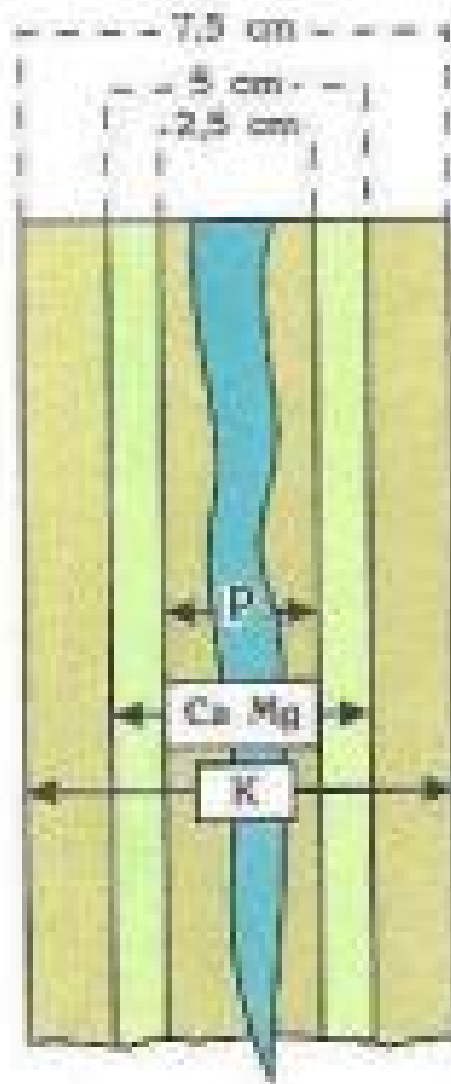


# Conceptos de movilidad y elasticidad

Figure 1. General concept of nutrient mobility in soils in relation to actively growing plant roots.



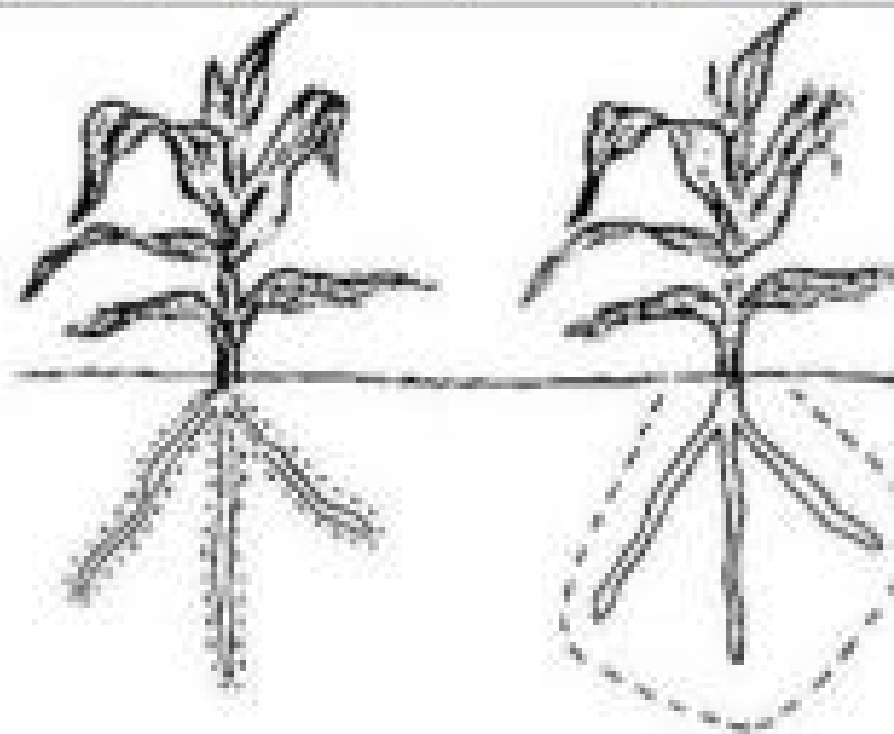
## Regiones de captación de nutrientes por las raíces



### Nutrientes

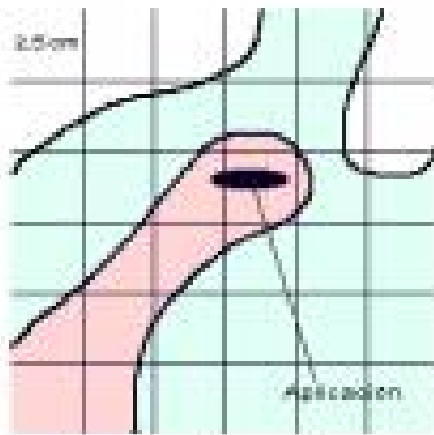
**Inmóviles**  
(P, K, Ca, Mg, Zn, Fe)

**Móviles**  
(N, S, Cl, B)



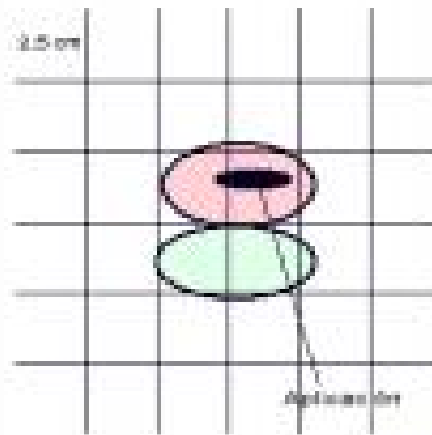
## Movimiento del NPK en el suelo

### NITROGENO



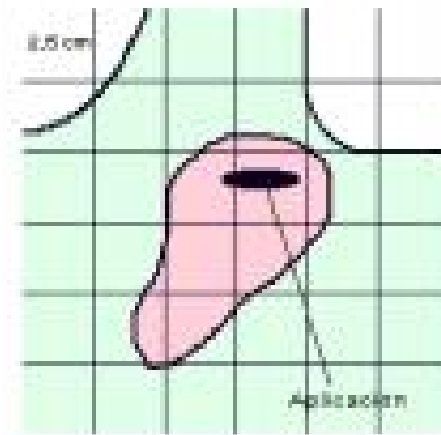
Se mueve libremente

### FOSFORO



Aplicación localizada

### POTASIO



Más eficiente al voleo

 Sin efecto

 Concentración media

 Concentración alta

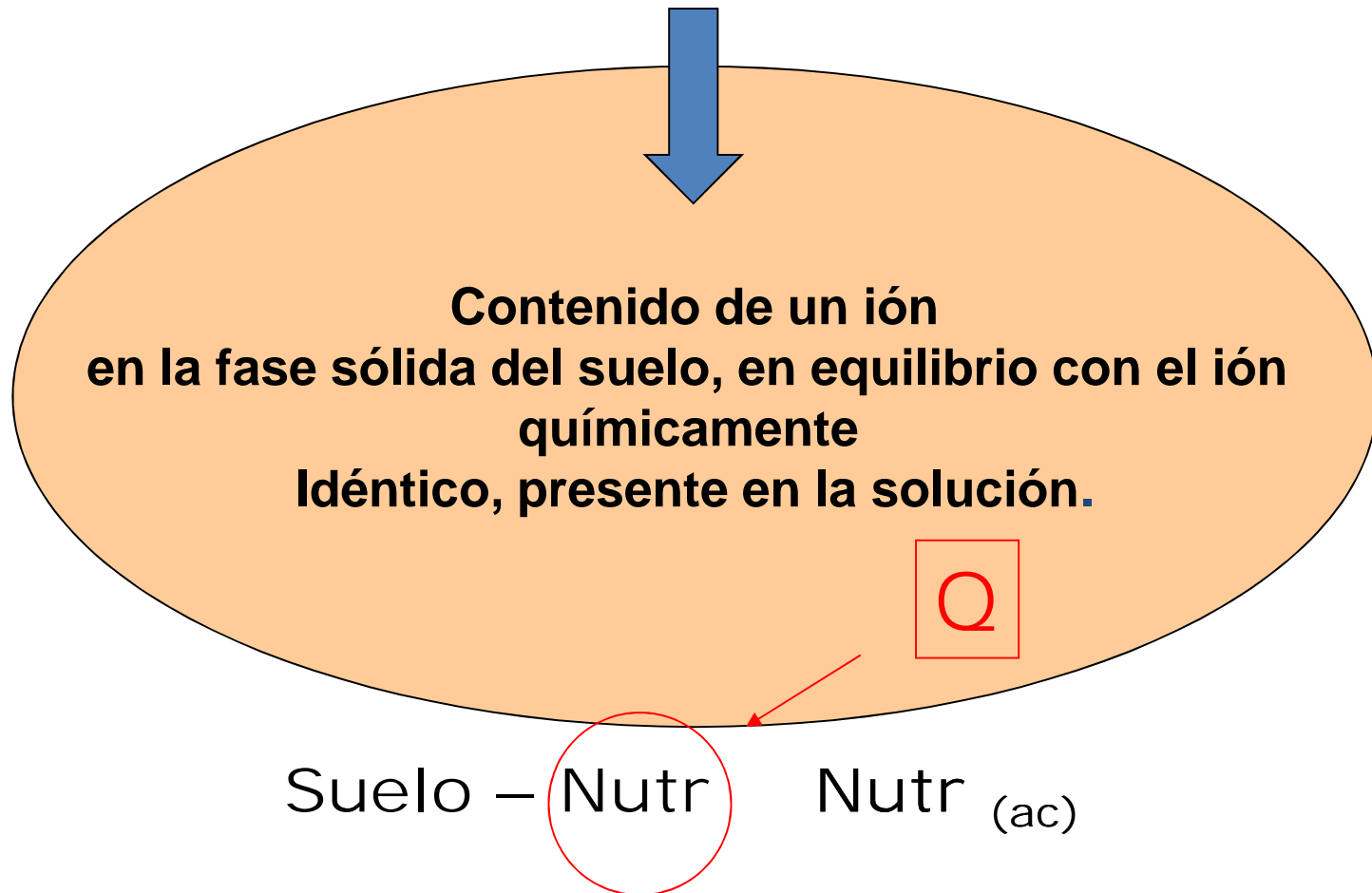
# Formas de contacto de los nutrientes con las raíces

Nutriente	%		
	Intercepción	Flujo de masa	Difusión
N	1	99	-
P	2	4	94
K	3	25	72
Ca	27	73	-
Mg	13	87	-
S	5	95	-
B	0.03	99.97	-
Cu	70	20	10
Fe	50	10	40
Mn	15	5	80
Mo	0.5	99.5	-
Zn	20	20	60

Malavolta y col. (1985)

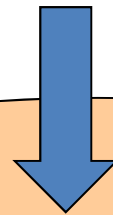
**ABASTECIMIENTO DE NUTRIENTES A LAS PLANTAS**  
**FACTORES**

**DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES EN EL SUELO**  
**FACTOR CANTIDAD**



**ABASTECIMIENTO DE NUTRIENTES A LAS PLANTAS**  
**FACTORES**

**DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES EN EL SUELO**  
**FACTOR INTENSIDAD**



**Concentración del ión en la solución del suelo., en equilibrio con el ión en la matriz del suelo**


**I**

Suelo – Nutr

**Nutr** (ac)

# ABASTECIMIENTO DE NUTRIENTES A LAS PLANTAS DEFINICIONES

## DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES EN EL SUELO FACTOR CAPACIDAD

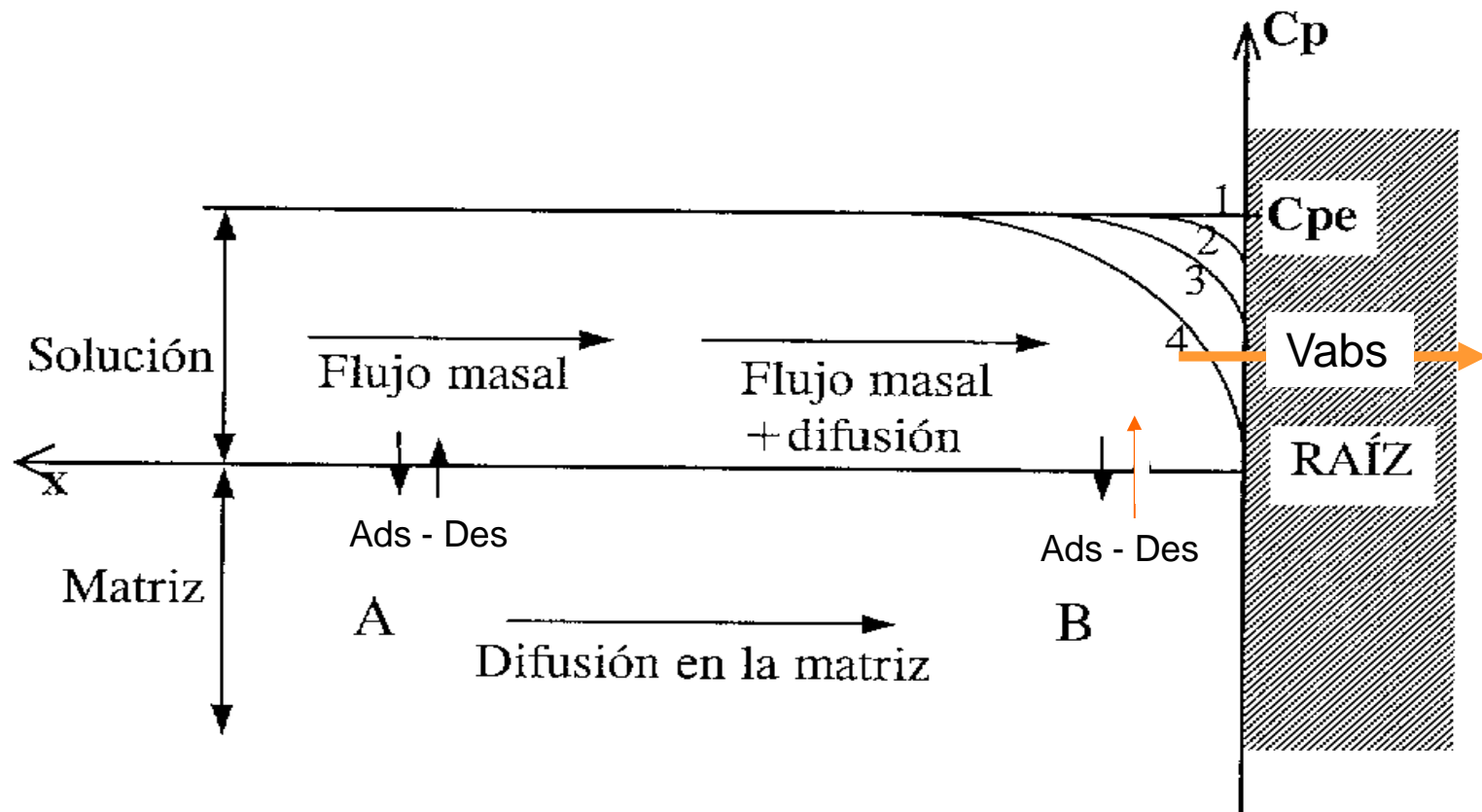


Habilidad del suelo ( $Q$ ) de mantener un definido nivel de nutriente en solución ( $I$ ) cuando éste es deprimido por la extracción que efectúan las raíces o por lavado

$Q / I$

Suelo – Nutr  Nutr (ac)

# ABASTECIMIENTO DE NUTRIENTES A LAS PLANTAS



Donde

$C_{pe}$  es la concentración de equilibrio del nutriente (límite de solubilidad)

$V$  son velocidades de cambio del nutriente (adsorción, desorción, absorción)

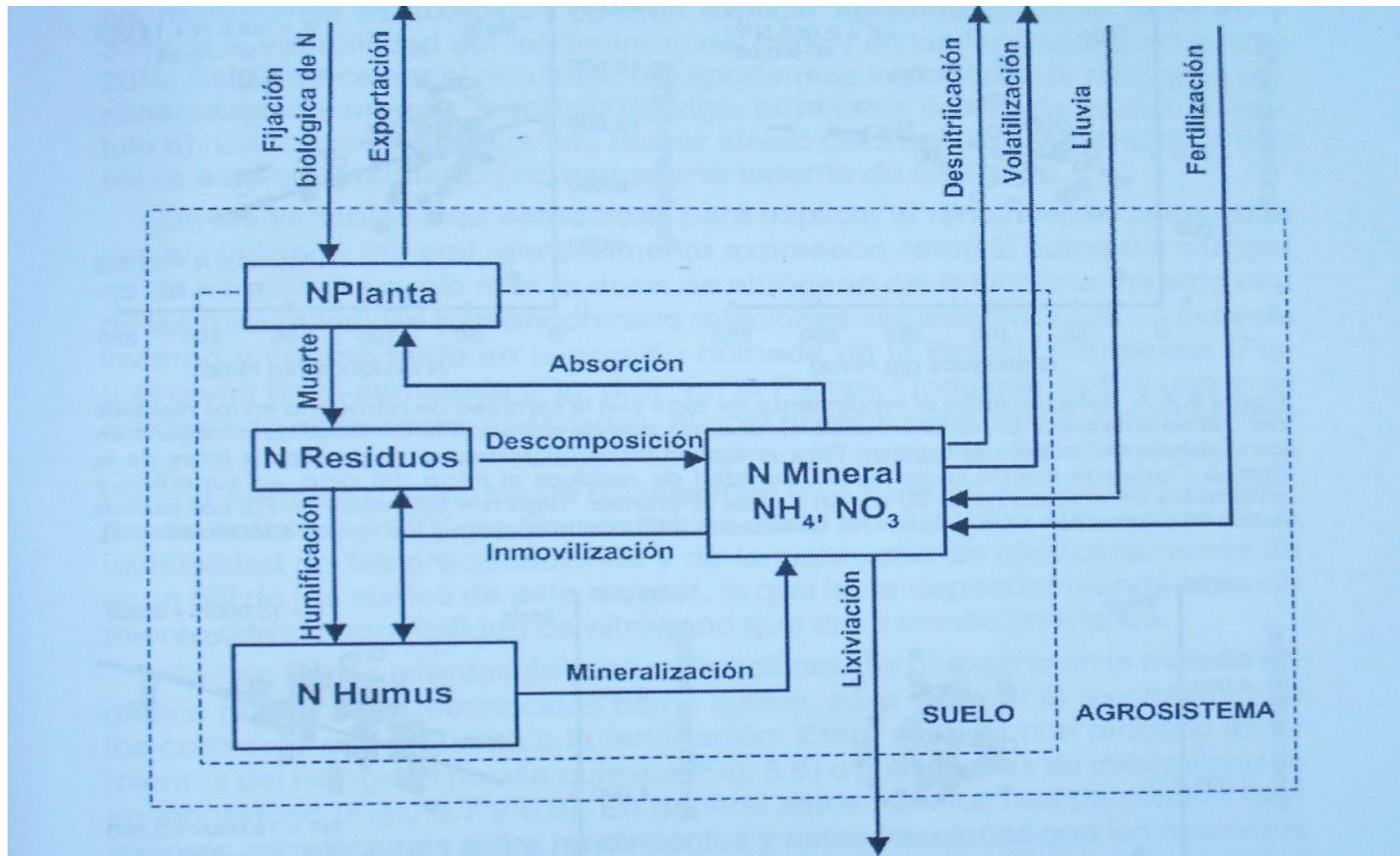


# Identificar en la siguiente figura los factores: Cantidad, Intensidad y Capacidad para N

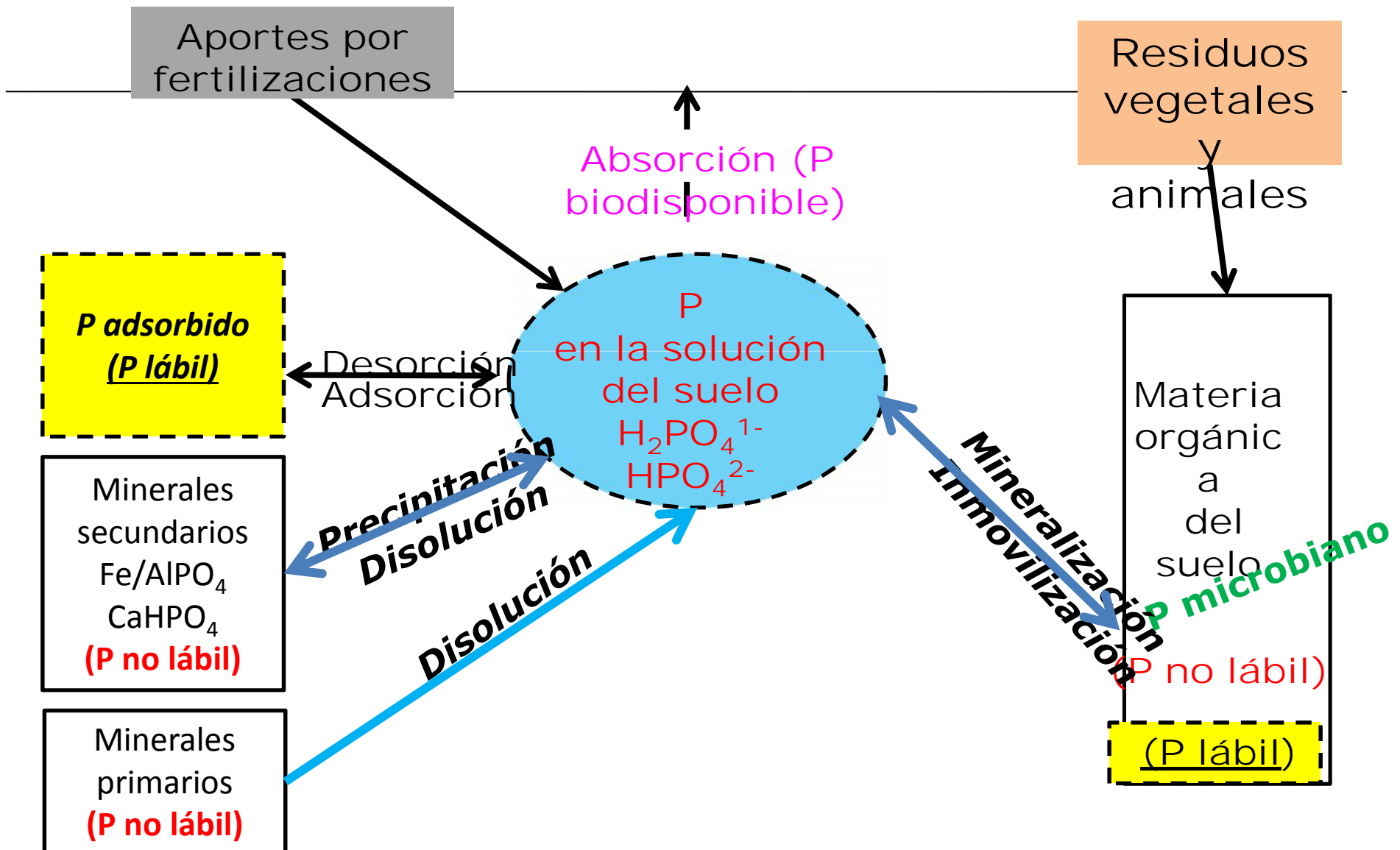
Cantidad

Capacidad

Intensidad

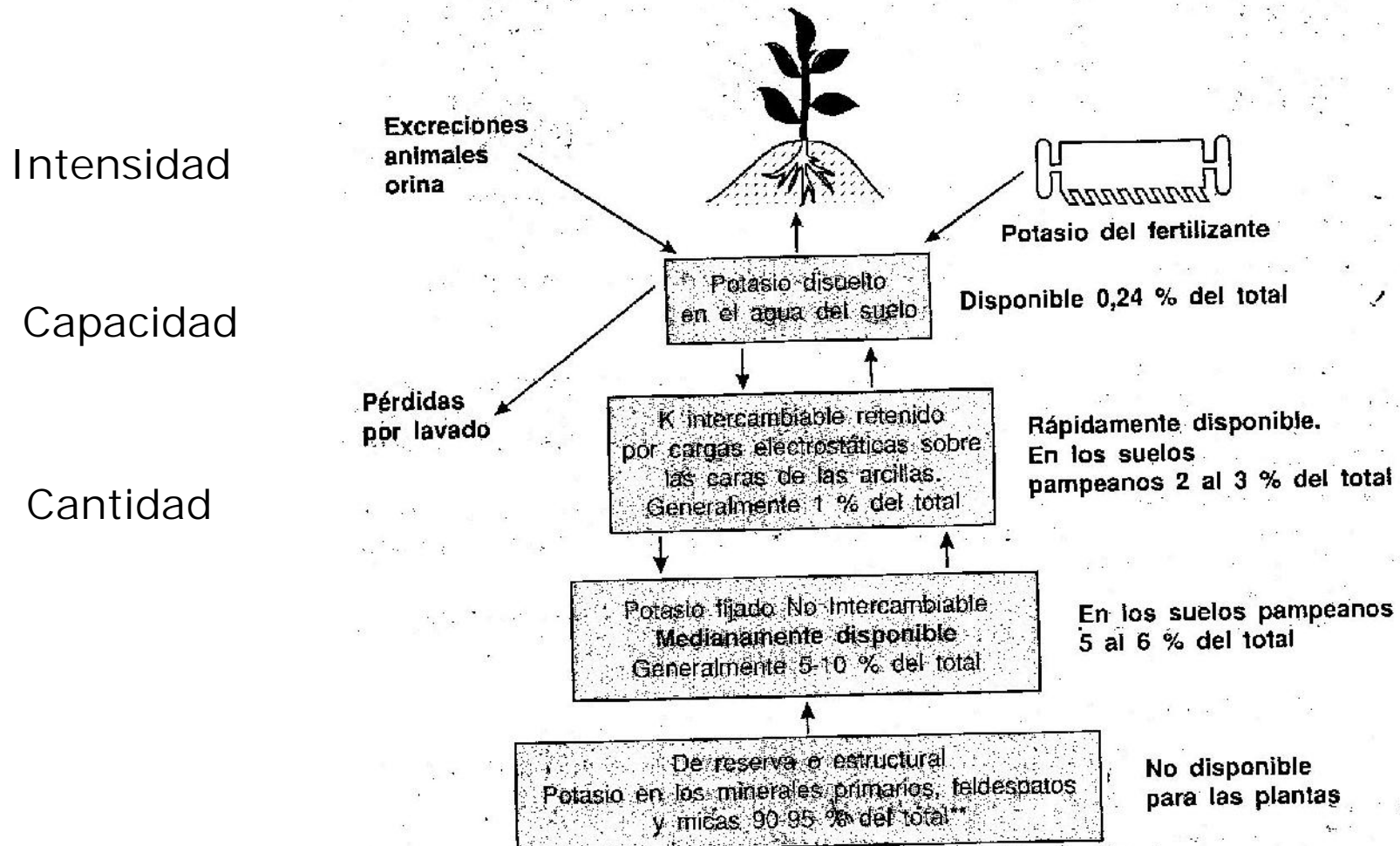


# Identificar en la siguiente figura los factores: Cantidad, Intensidad y Capacidad para P



# Identificar en la siguiente figura los factores: Cantidad, Intensidad y Capacidad para K

Figura 6.1 - Formas del Potasio en el Suelo



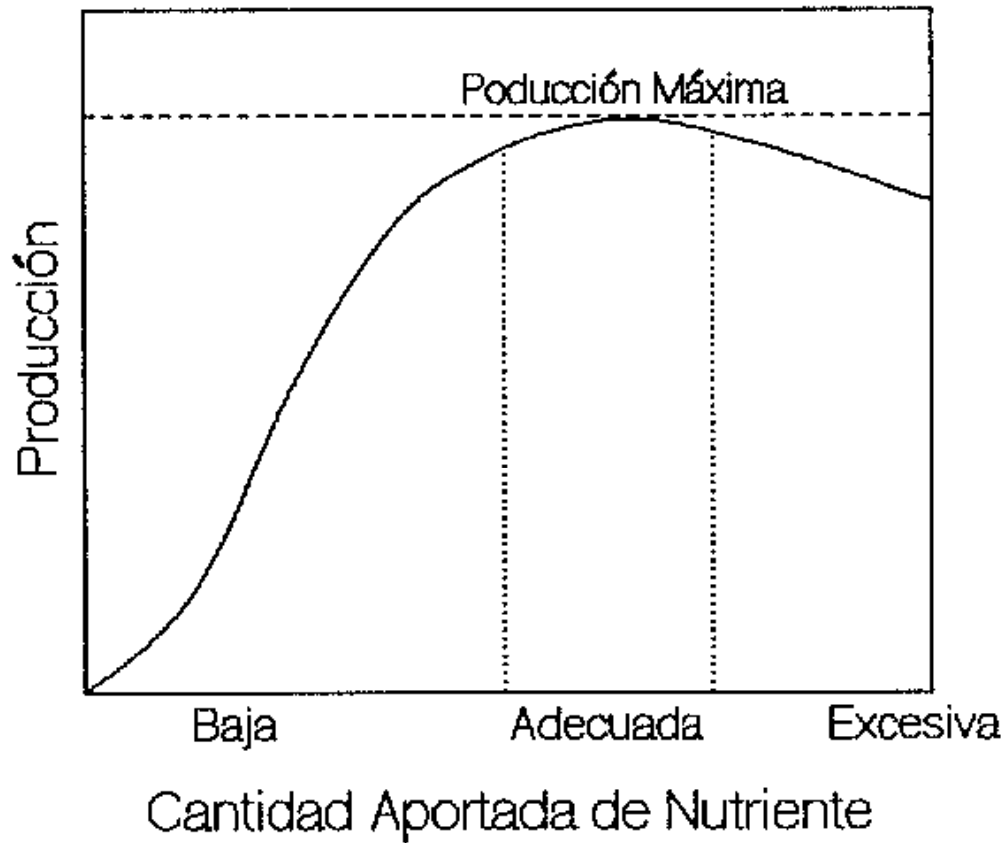
Intensidad

Capacidad

Cantidad

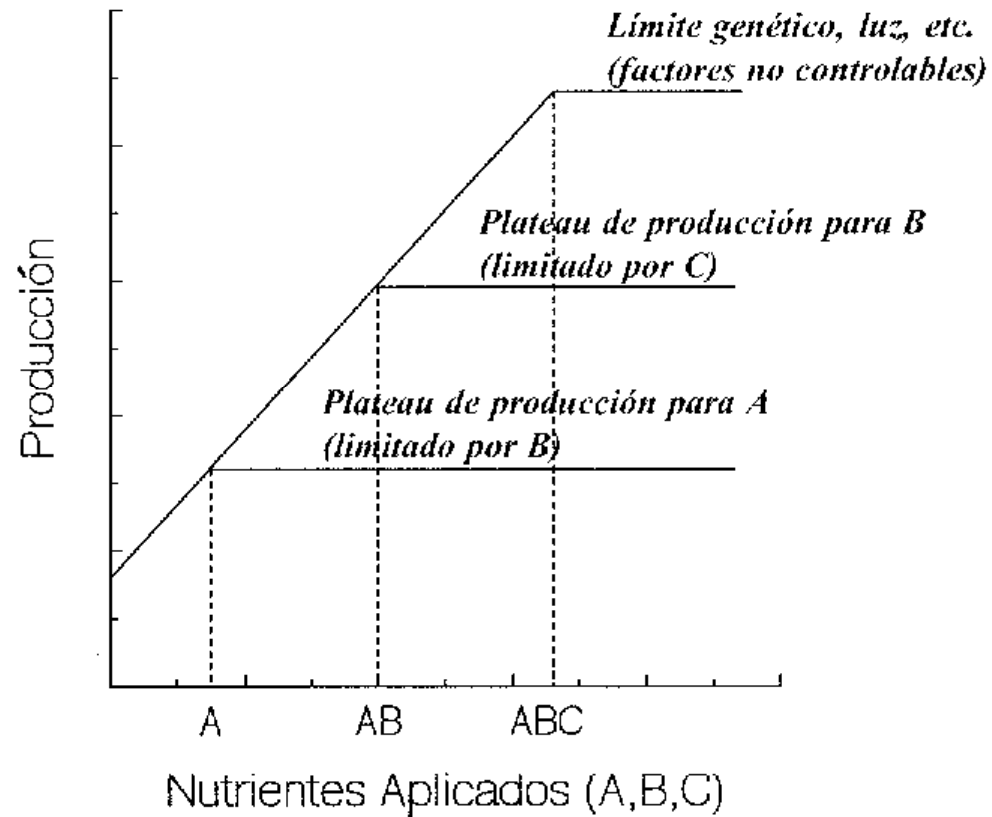
\*\* Muy lentamente disponible. No aprovechable en un ciclo de cultivo

## RESPUESTA DE LOS CULTIVOS A LOS FACTORES DE CRECIMIENTO CURVA SIGMOIDE

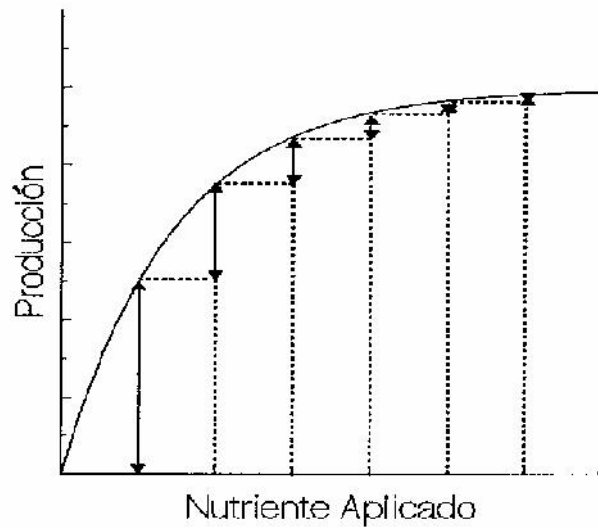


# RESPUESTA DE LOS CULTIVOS A LOS FACTORES DE CRECIMIENTO

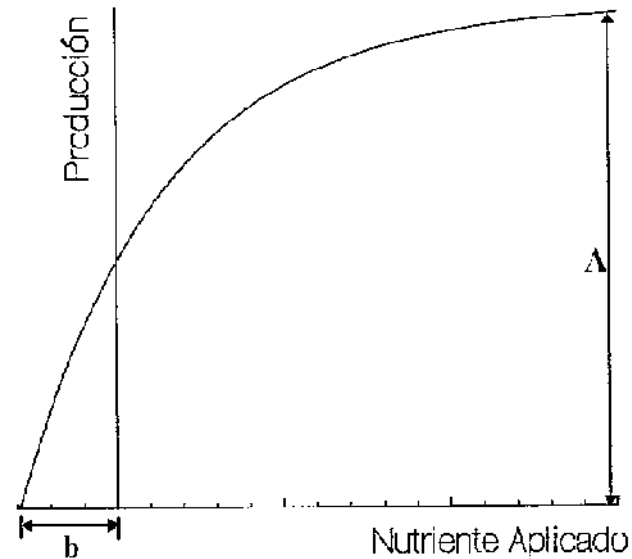
## LEY DEL MÍNIMO (J. Von Liebig, 1855)



## RESPUESTA DE LOS CULTIVOS A LOS FACTORES DE CRECIMIENTO LEY DE LOS INCREMENTOS DECRECIENTES (Mitscherlich, 1910-1930)



*Figura 11.7: Curva de respuesta según la Ley de los Incrementos Decrecientes.*



*Figura 11.8: Representación gráfica de la ecuación de Mitscherlich.*

y = Rendimiento

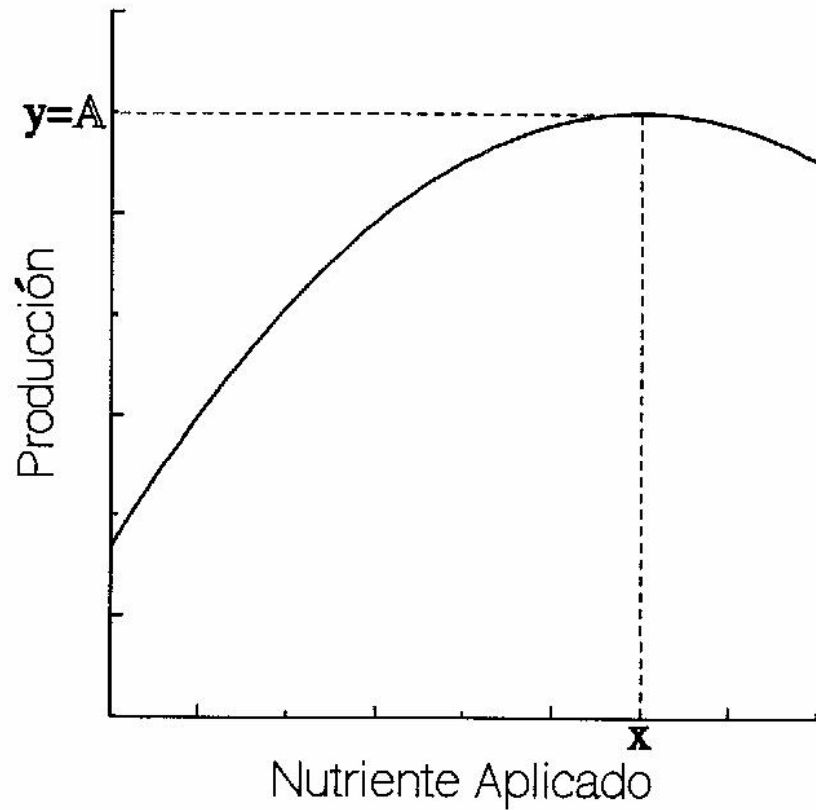
A = Rendimiento máximo

b = Disponibilidad del nutriente

x = Nutriente aplicado

$$y = A \left[ 1 - 10^{-\frac{c(b+x)}{b}} \right]$$

## RESPUESTA DE LOS CULTIVOS A LOS FACTORES DE CRECIMIENTO LEY DEL MÁXIMO



$$y = a + bx - cx^2$$

*Figura 11.10: representación gráfica de la ecuación de segundo grado para la Ley del máximo.*

# Balance de N

**N extraído cultivo =**

***N mineral inicial + N mineralizado suelo + N mineralizado residuos + N fertilizante***

- N extraído cultivo : estimación de rendimiento (Región, época de siembra, clima, manejo...)
- N mineral inicial:  $\text{N-NO}_3^-$  ( $\text{NH}_4^+$ ). Profundidad/es
- N mineralizado suelo : Tasas de mineralización a partir de N-orgánico. Profundidad/es, época del año, clima, tipo de suelo.
- N mineralizado de residuos : Cantidad, calidad, clima.
- N fertilizante : Grado, eficiencia de utilización (%).



## FERTILIDAD QUIMICA DE SUELOS- NITROGENO-C/N-FOSFORO-POTASIO-AZUFRE

- En base al análisis de suelo provisto, estimar la concentración de N mineral (soluble) a la siembra y a los 45 días desde la siembra (el análisis se realizó muy próximo a la siembra). Expresar los resultados en kg de N/ha.
- Determinar si sería necesario fertilizar con P y K en base a la información del análisis.

### Datos

Tasa de mineralización del Nt (0-20)= 2,2%-Nt(20-40)=0,8%

Umbral crítico para P= 14 ppm (fertilización: considerar req. cultivo, ambiente: pp, suelo, fertiliz. anteriores)

K= fertilización si  $K_{\text{suelo}} < 250$  ppm.

MUESTRA N°	PROF. Cm	Dap g/cm <sup>3</sup>	%COg/100 g suelo	Nt %	P Bray ppm	pH	CE dS/m	N-NO <sub>3</sub> -ppm	K meq/100g suelo
1	0-20	1,3	0,64	0,050	7,1	7,75	0,92	4,2	1,78
10	20-40	1,26	0,50	0,060	1,5	8,2	0,84	4,0	1,48

- Cuando la Inmovilización excede a la Mineralización, prácticamente no hay N soluble (mineral, nitratos) disponible en la solución del suelo.
- Explicar a qué se debe la deficiencia de N mineral.
- De qué forma se podría acortar el periodo de deficiencia. Explicarlo