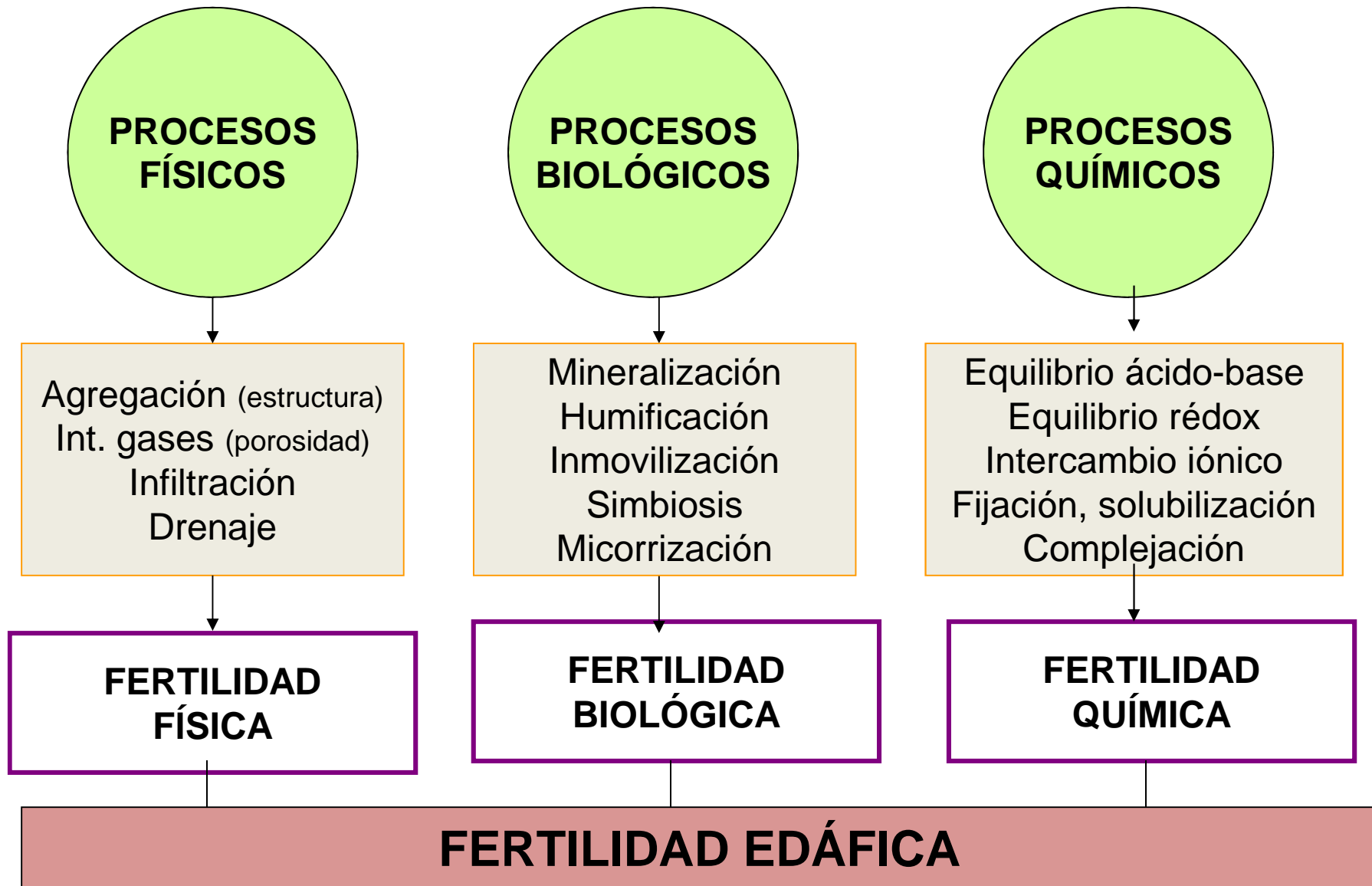


Fertilidad del Suelo

Objetivos:

- Caracterizar las formas de los nutrientes en el suelo, su dinámica y disponibilidad
- Conocer los mecanismos de abastecimientos de nutrientes.
- Cálculos básicos (datos necesarios, datos posible de estimar) para determinación de requerimientos.

COMPONENTES DE LA FERTILIDAD DEL SUELO



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)

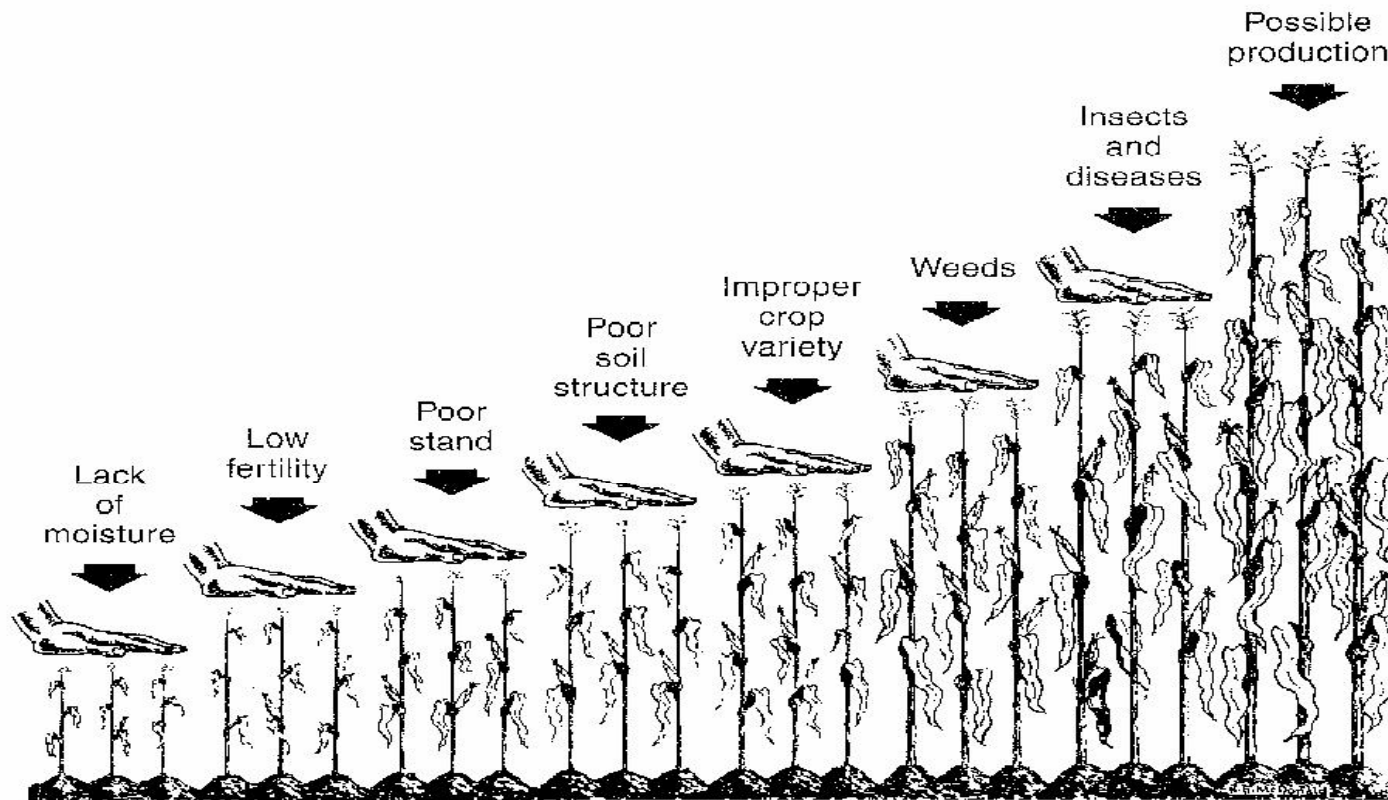
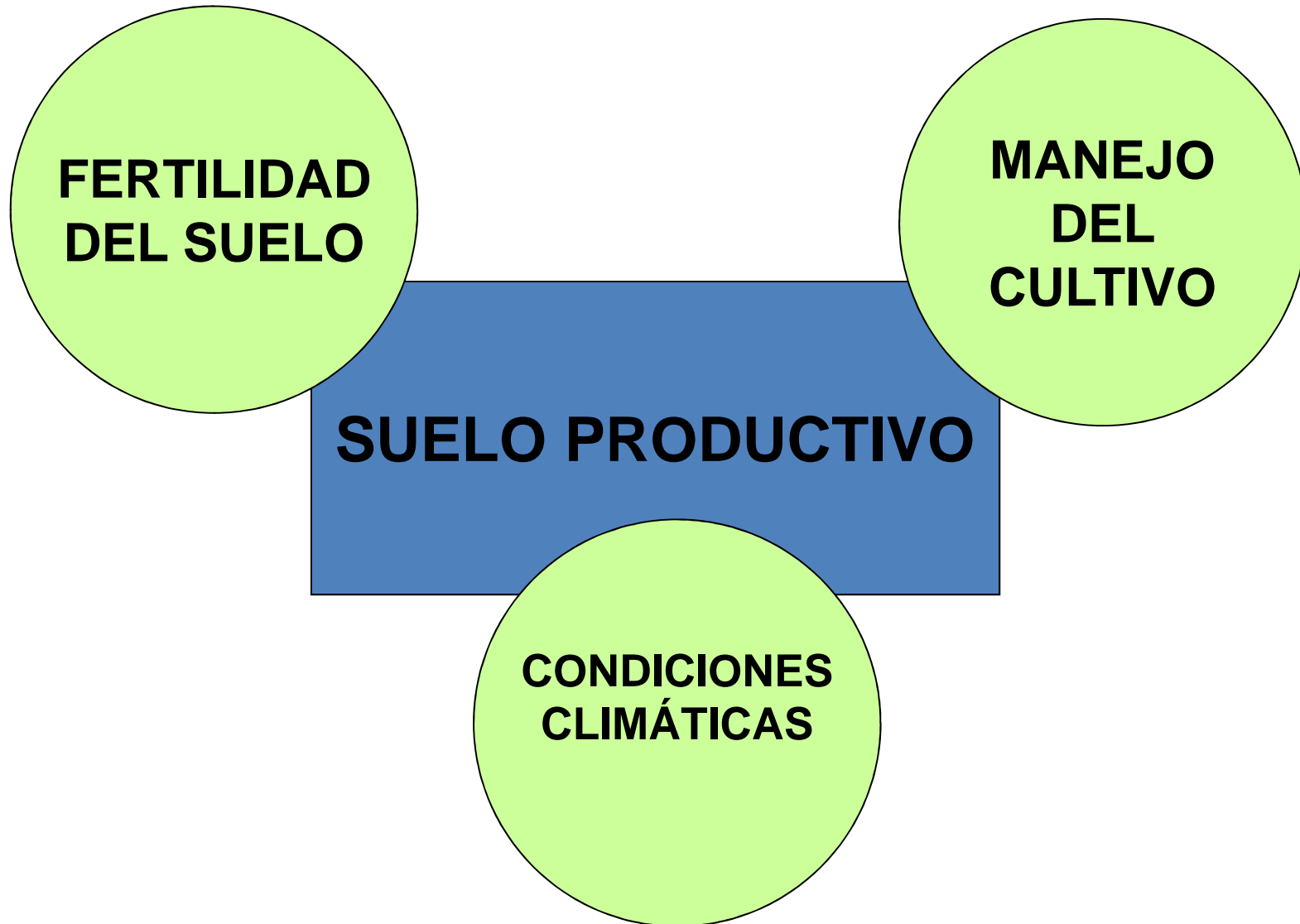


Figure 1-10 Liebig's Law of the Minimum states that the most limiting factor determines yield potential. Producers should minimize or eliminate the most limiting factor first, then the second most limiting factor, and so forth. Only in this manner can maximum yield potential be achieved (Source: Potash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

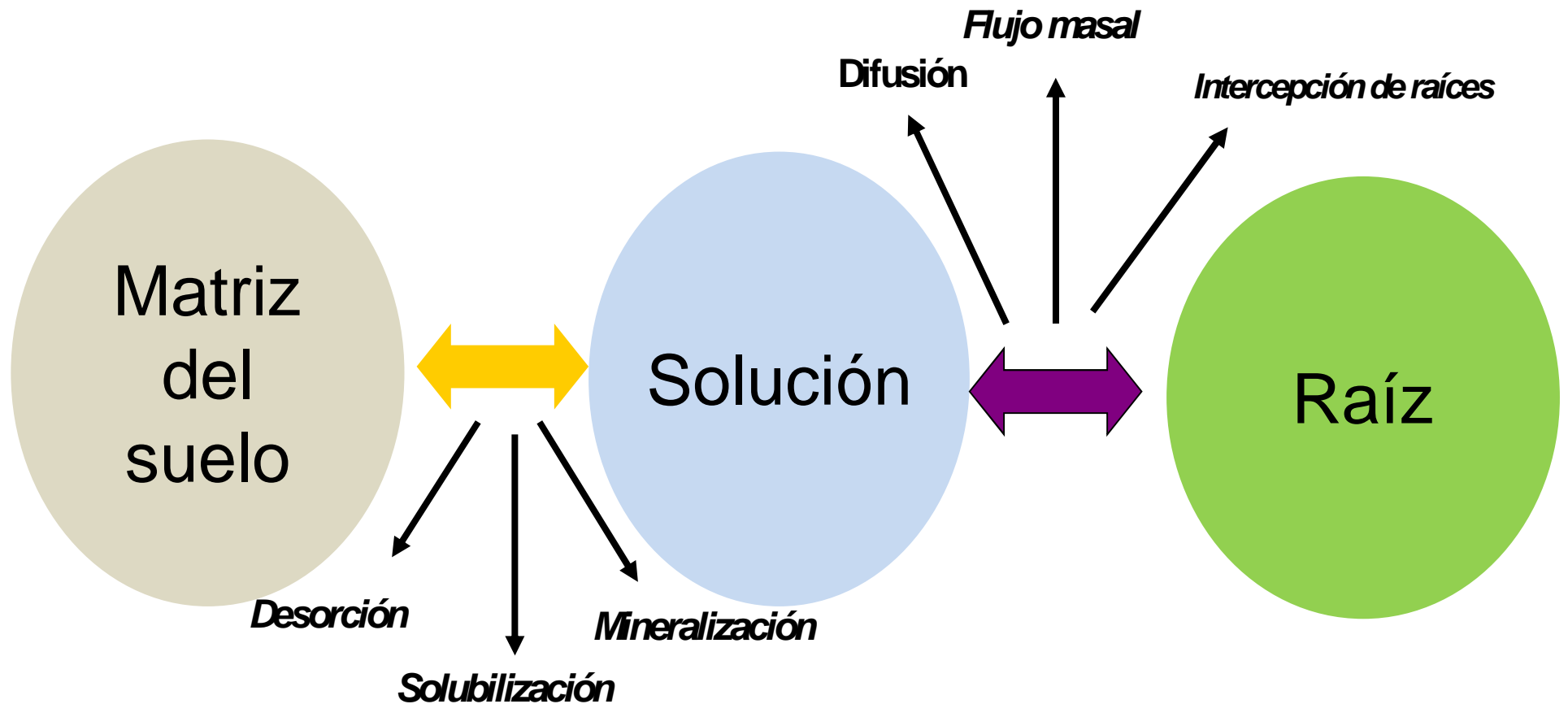
Factores determinantes del rendimiento y tecnologías de producción



FERTILIDAD DE SUELOS Y PRODUCTIVIDAD DEL SISTEMA AGRÍCOLA



ABASTECIMIENTO DE NUTRIENTES A LAS PLANTAS



ABASTECIMIENTO DE NUTRIENTES A LAS PLANTAS

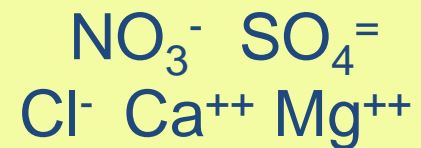
FLUJO EN MASA

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

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

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

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

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

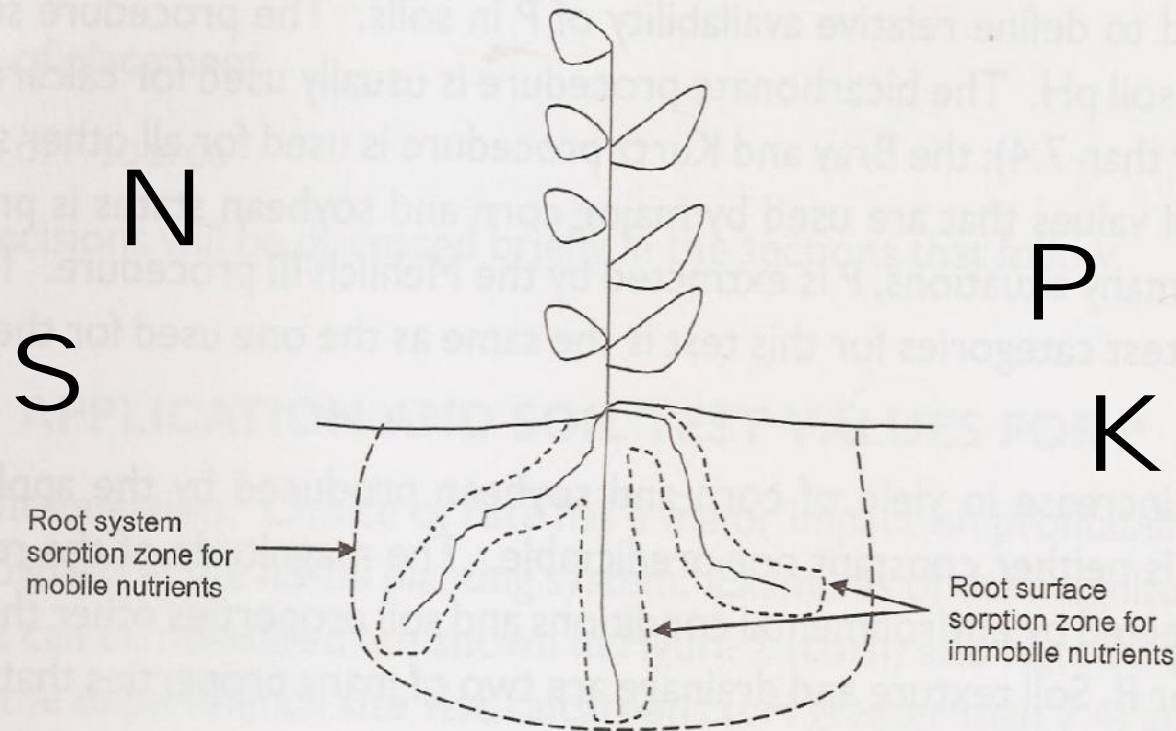
K^+ NH_4^+
 $PO_4H_2^-$ PO_4H^-
 Ca^{++} Mg^{++}
micronutrientes

Participación relativa en el abastecimiento de nutrientes

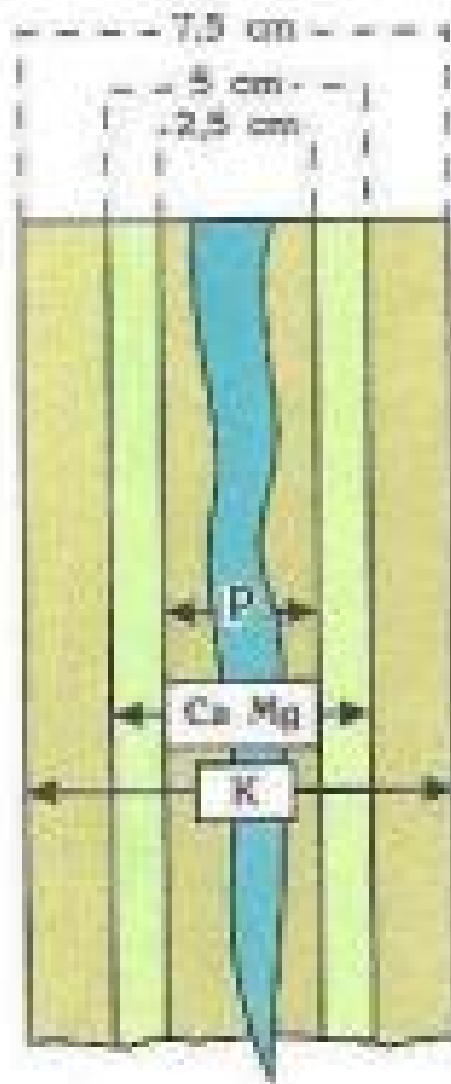
| Cant. Necesaria (Kg/ha) | | Cantidad aproximada (Kg/ha) | | |
|-------------------------|-----|-----------------------------|-------------|----------|
| Nutriente | | Intercepción | Flujo masal | Difusión |
| N | 190 | 2 | 188 | 0 |
| P | 40 | 1 | 2 | 37 |
| K | 194 | 4 | 39 | 151 |
| Ca | 40 | 67 | 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.



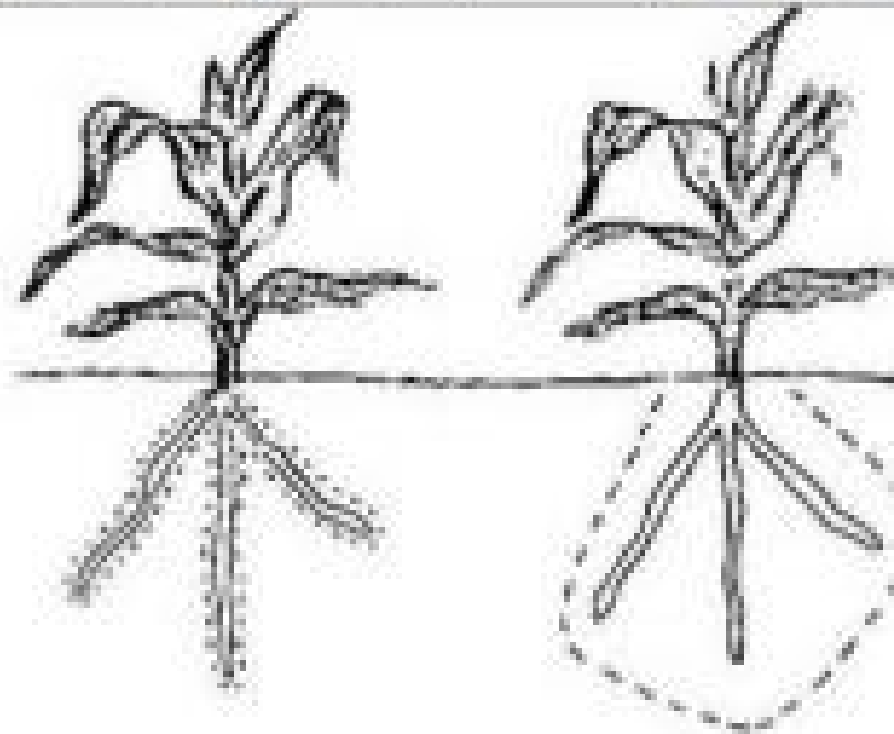
Regiones de captación de nutrientes por las raíces



Nutrientes

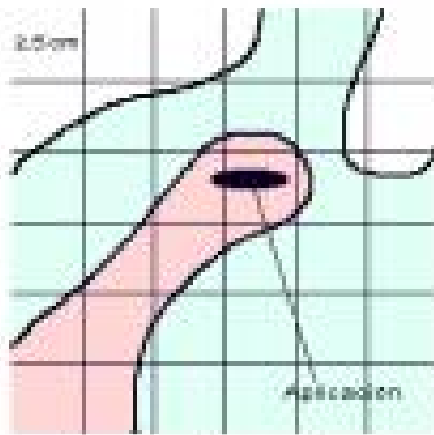
Inmóviles
(P, K, Ca, Mg, Zn, Fe)

Móviles
(N, S, Cl, B)



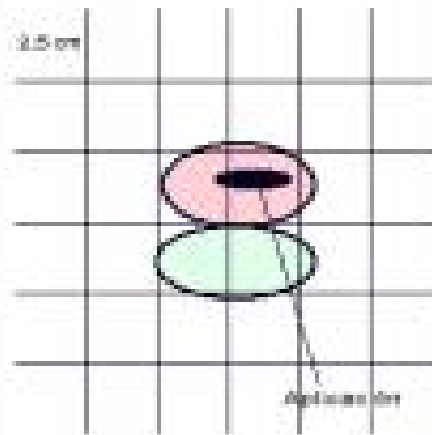
Movimiento del NPK en el suelo

NITROGENO



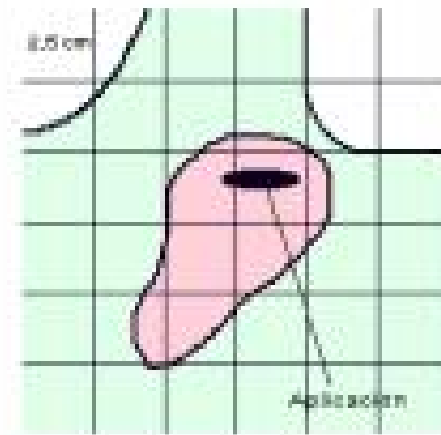
Se mueve libremente

FOSFORO



Aplicación localizada

POTASIO



Más eficiente al voleo

 Sin efecto

 Concentración media

 Concentración alta

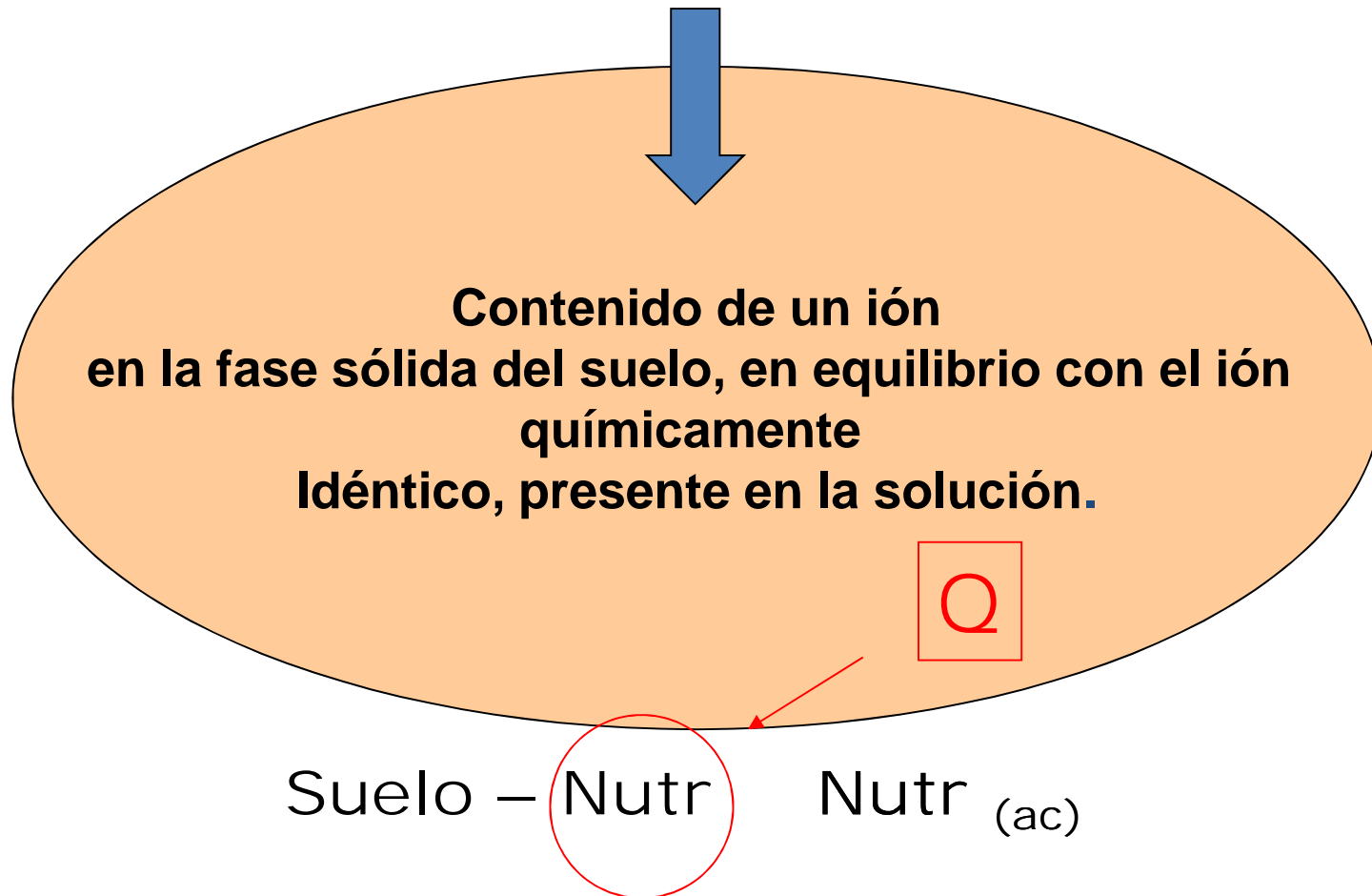
Formas de contacto de los nutrientes con las raíces

| 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)

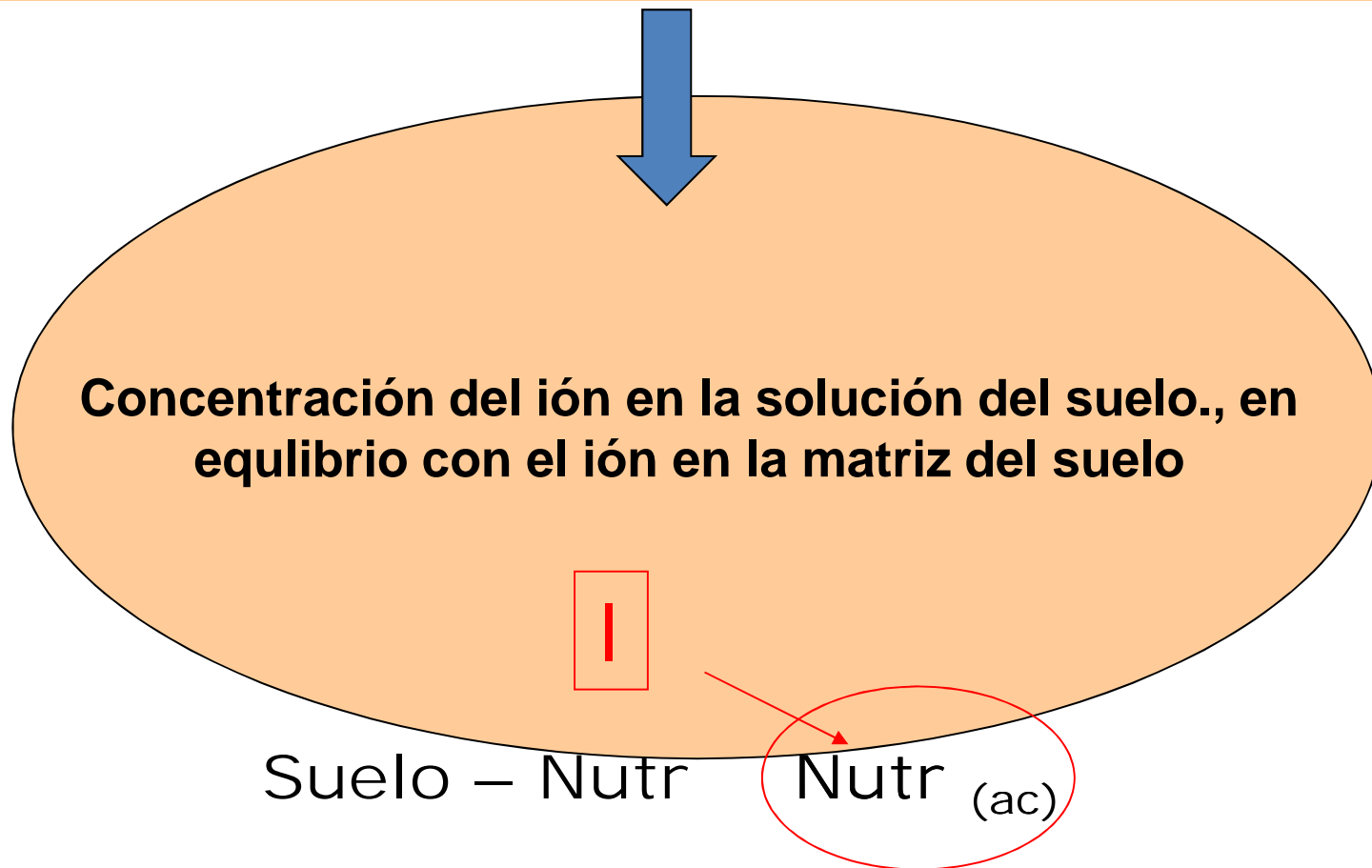
ABASTECIMIENTO DE NUTRIENTES A LAS PLANTAS
FACTORES

DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES EN EL SUELO
FACTOR CANTIDAD




ABASTECIMIENTO DE NUTRIENTES A LAS PLANTAS
FACTORES

DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES EN EL SUELO
FACTOR INTENSIDAD



ABASTECIMIENTO DE NUTRIENTES A LAS PLANTAS DEFINICIONES

DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES EN EL SUELO FACTOR CAPACIDAD

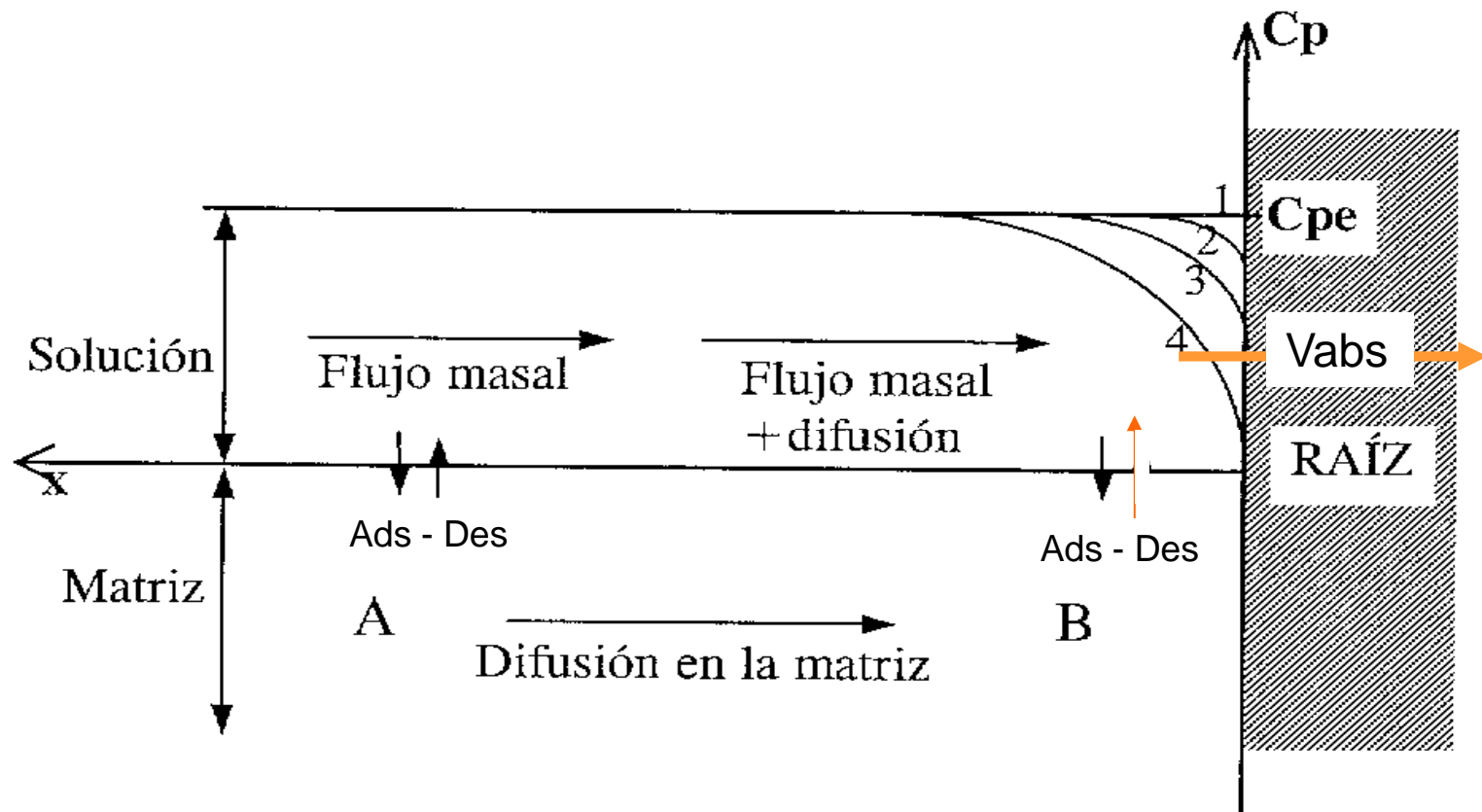


Habilidad del suelo (Q) de mantener un definido nivel de nutriente en solución (I) cuando éste es deprimido por la extracción que efectúan las raíces o por lavado

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)

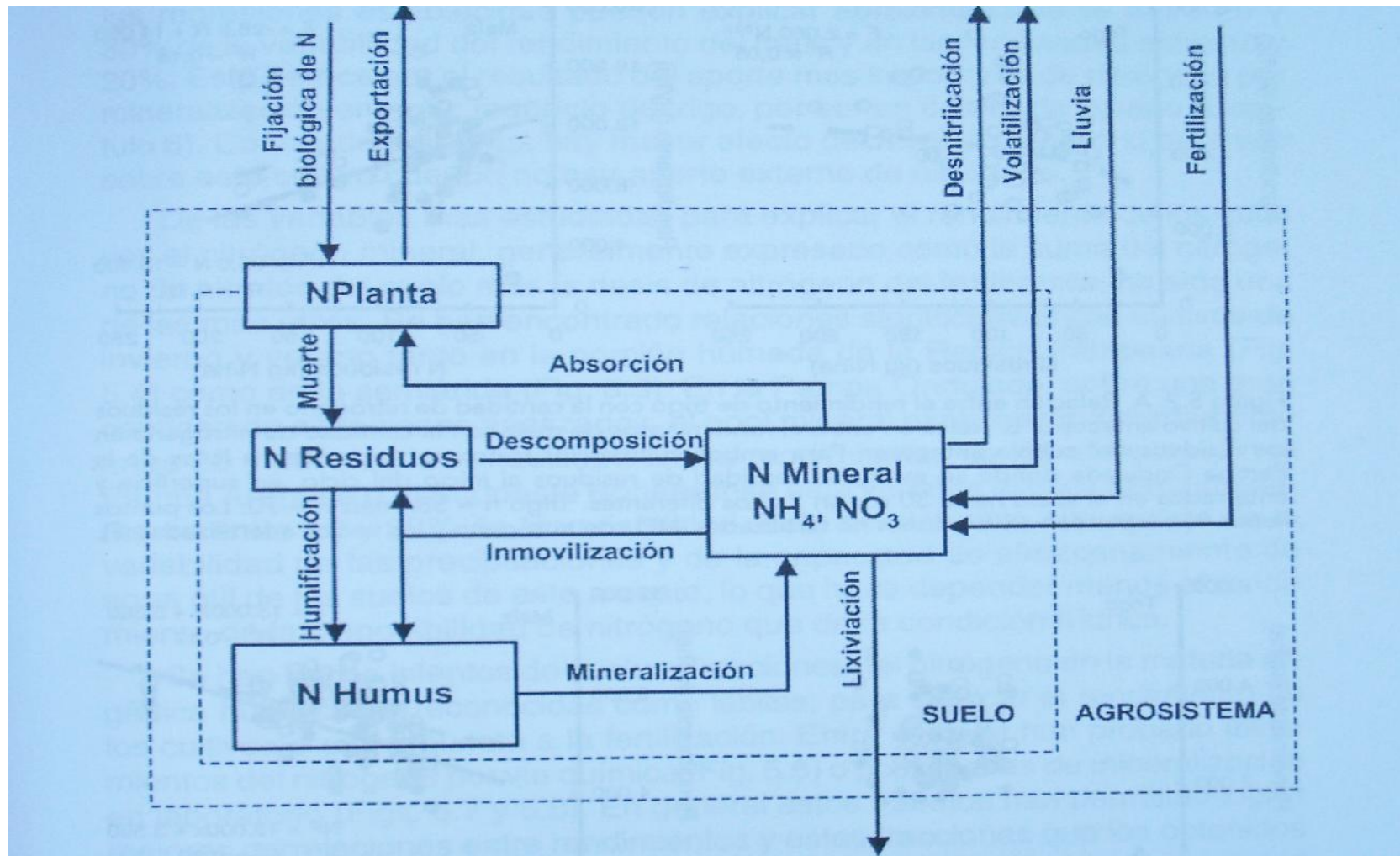
V son velocidades de cambio del nutriente (adsorción, desorción, absorción)

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

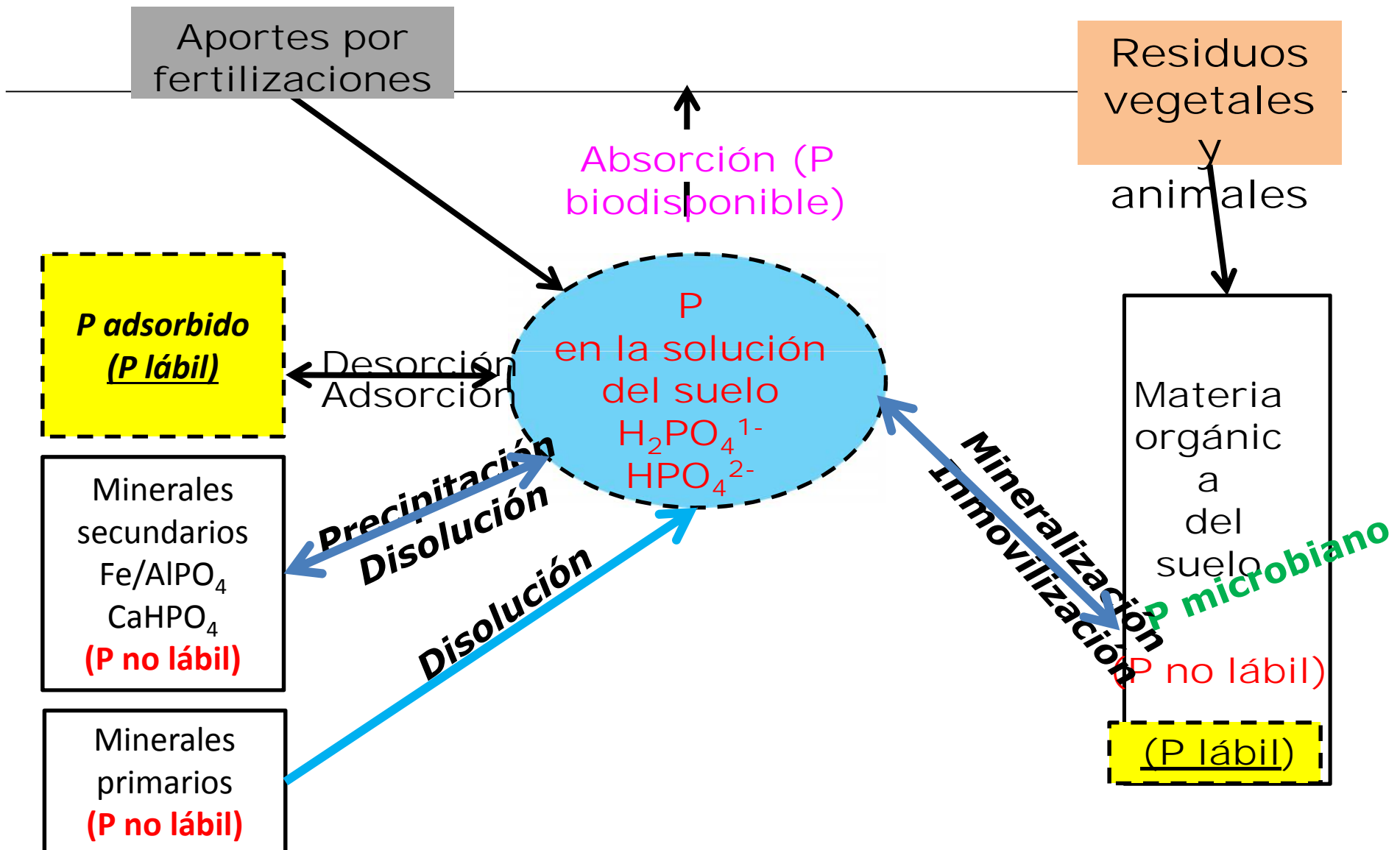
Cantidad

Capacidad

Intensidad

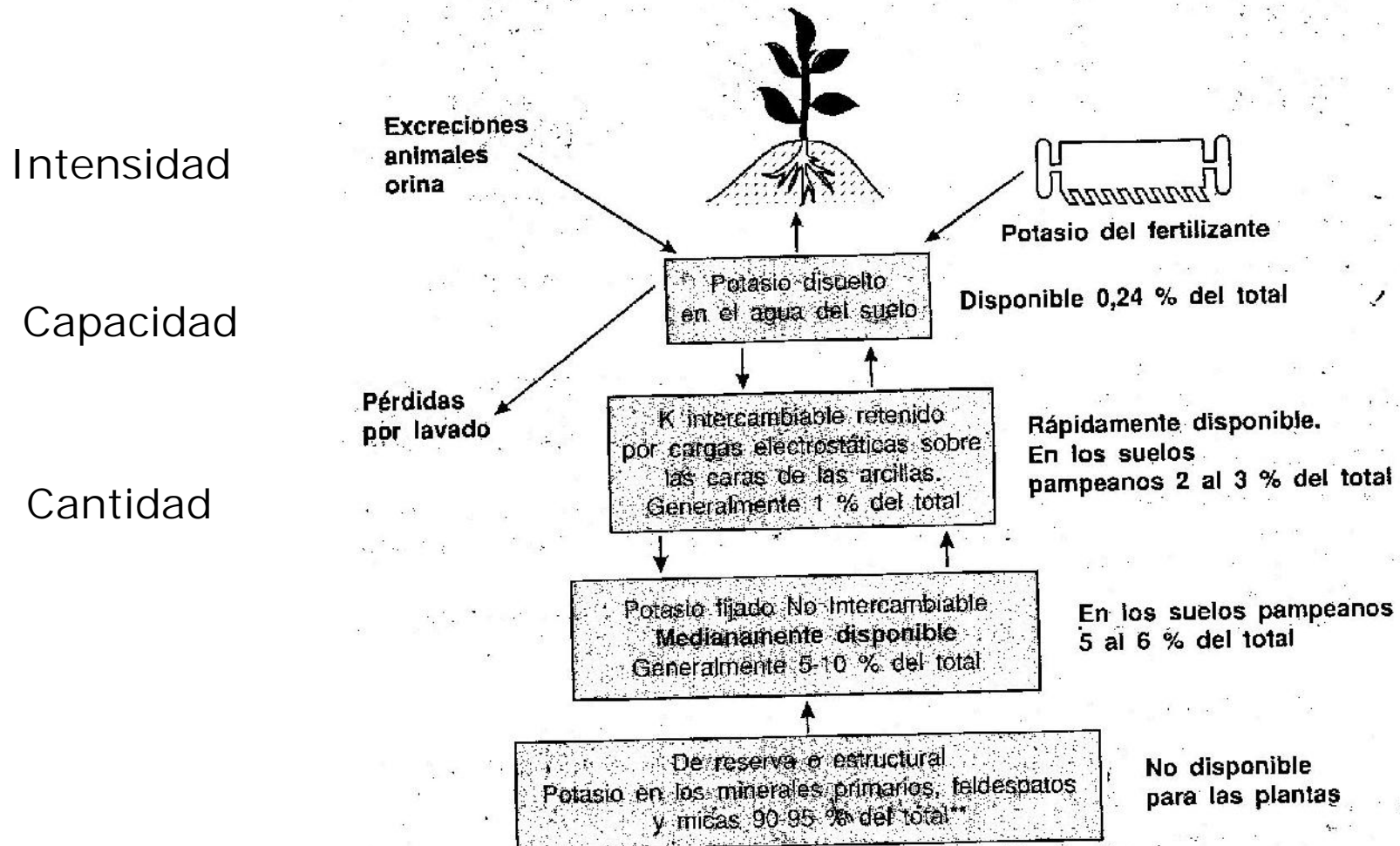


Identificar en la siguiente figura los factores: Cantidad, Intensidad y Capacidad para P



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

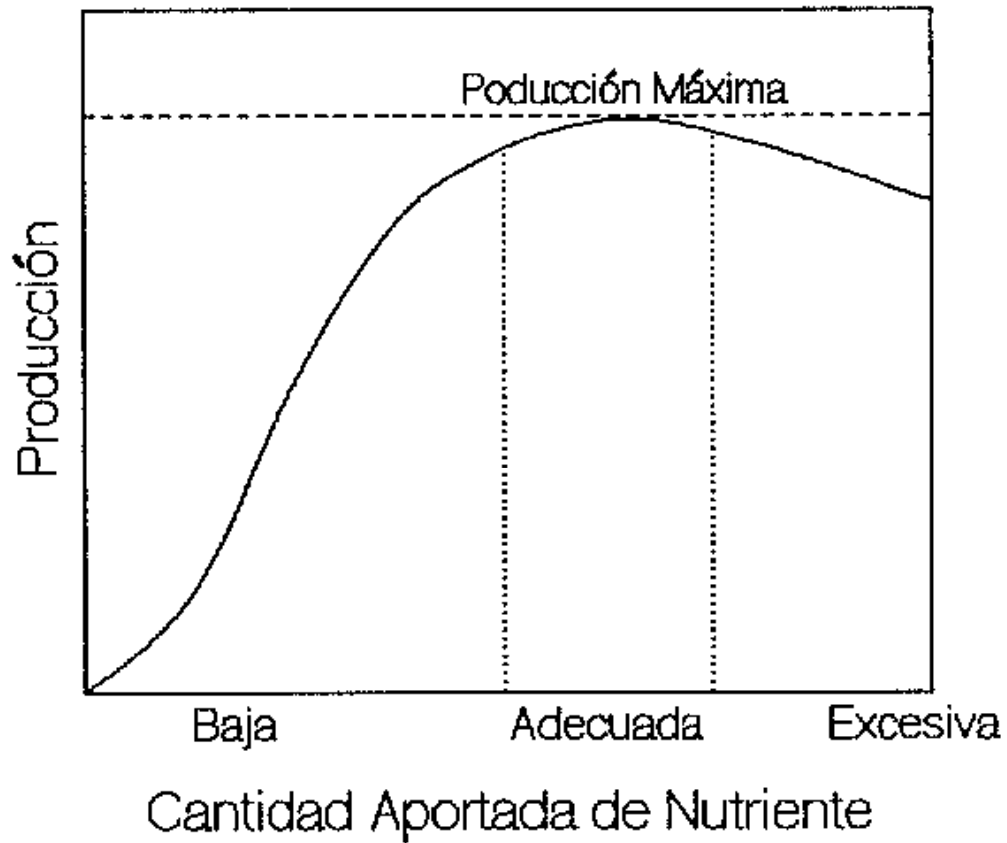
Figura 6.1 - Formas del Potasio en el Suelo



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

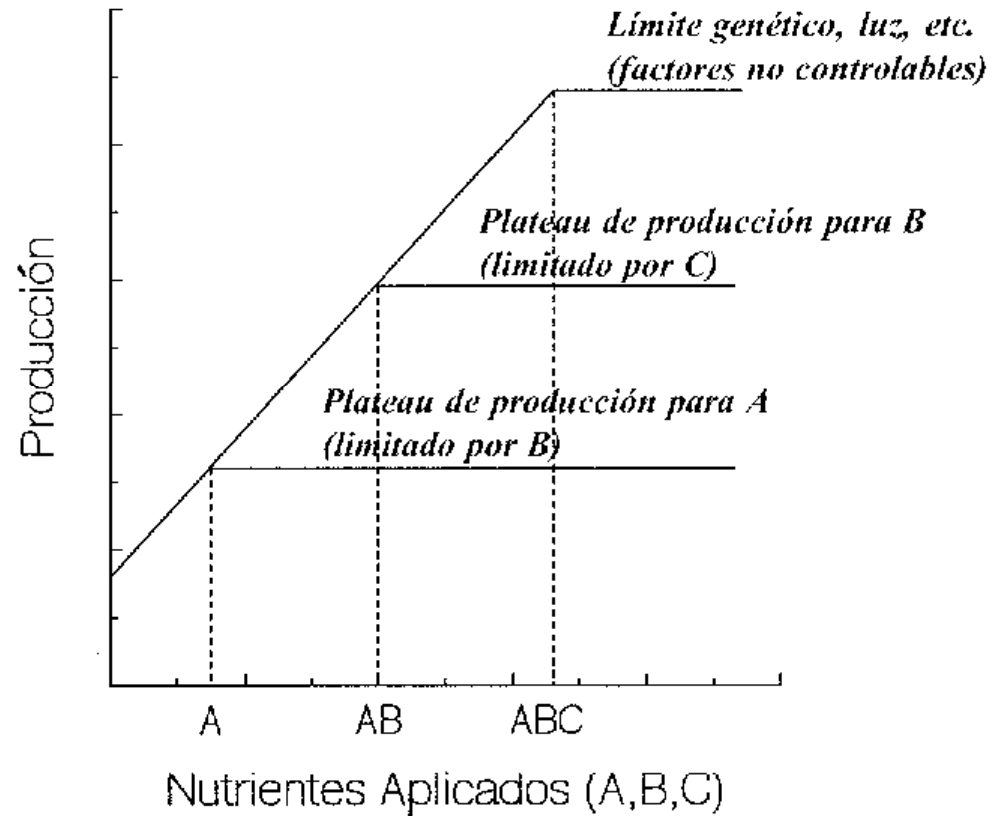
Intensidad
Capacidad
Cantidad

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)

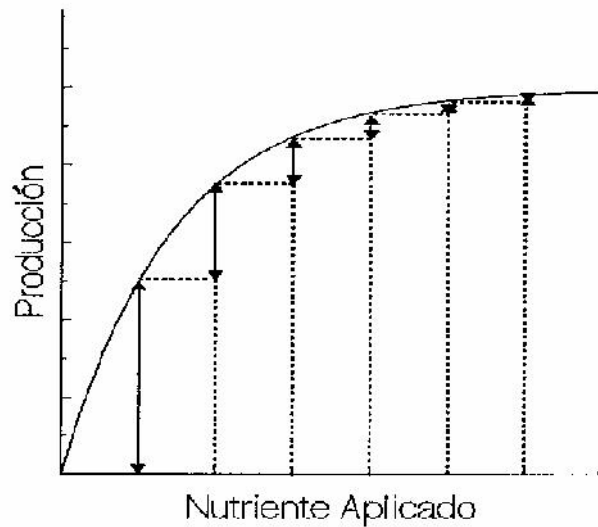


Figura 11.7: Curva de respuesta según la Ley de los Incrementos Decrecientes.

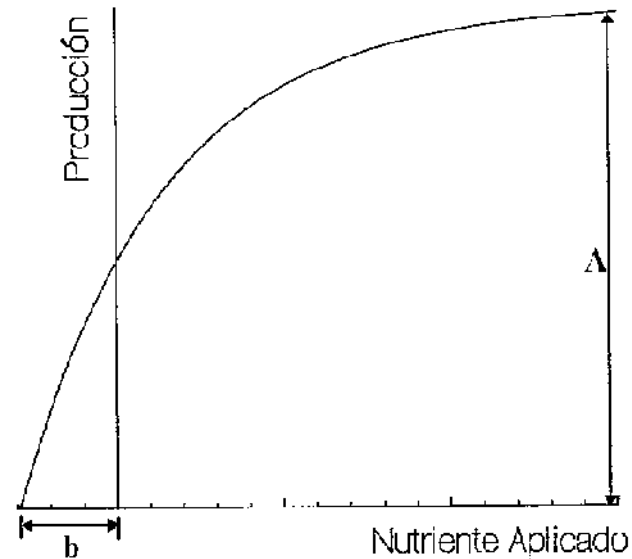


Figura 11.8: Representación gráfica de la ecuación de Mitscherlich.

y = Rendimiento

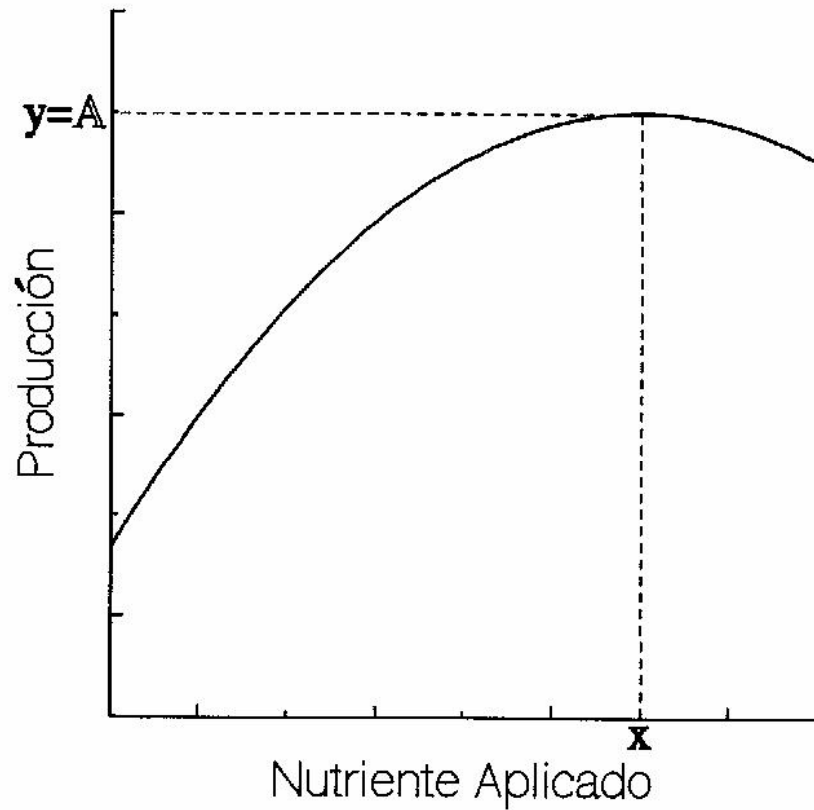
A = Rendimiento máximo

b = Disponibilidad del nutriente

x = Nutriente aplicado

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

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: N-NO_3^- (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 ³ | %COg/100 g suelo | Nt % | P Bray ppm | pH | CE dS/m | N-NO ₃ -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