

# ANALISIS DE PLANTAS

Curso de Fertilidad de Suelos  
Facultad de Agronomía

# Introducción

Herramientas de evaluación del estado nutricional sistema suelo-planta:

- Análisis de suelo
- Análisis de plantas
- Síntomas visuales de deficiencia de nutriente
- Información de condiciones climáticas, manejo, vigor de plantas
- Experiencia del técnico asesor

En producciones muy intensivas:

- Análisis de solución del suelo
- Análisis de agua de riego

# Análisis de plantas

- Primeros estudios fueron para determinar cuáles eran los elementos esenciales
- De los elementos que hay en la naturaleza la planta utiliza algunos.

## Elementos esenciales:

- C (40-45% del peso seco de la planta), O (40 - 45%), H, (5%)
- N, P, K, Ca, S, Mg, Fe, Mn, Zn, B, Cu, Mo, Cl, Sí y Co. Representan entre el 5% y el 10% del peso seco total de una planta, y son precisamente los que se determinan en el análisis de planta.

# Actualmente:

## Agricultura Precisión

Potenciales problemas del análisis de suelos en situaciones de laboreo reducido o SD (de dónde sacar las muestras y a qué profundidad).

Identificar innecesaria aplicación de nutrientes: evidencias de excesos de nutrientes: costos económicos y ambientales.

# Análisis de plantas

Determinación de la concentración de un elemento o una fracción del mismo, en una parte particular de una planta, tomada a un momento determinado de su estado de desarrollo.

# Análisis de plantas

Diagnóstico directo: se “pregunta” a la planta sobre problemas nutricionales.

La planta es el árbitro final. (AS es un método indirecto)

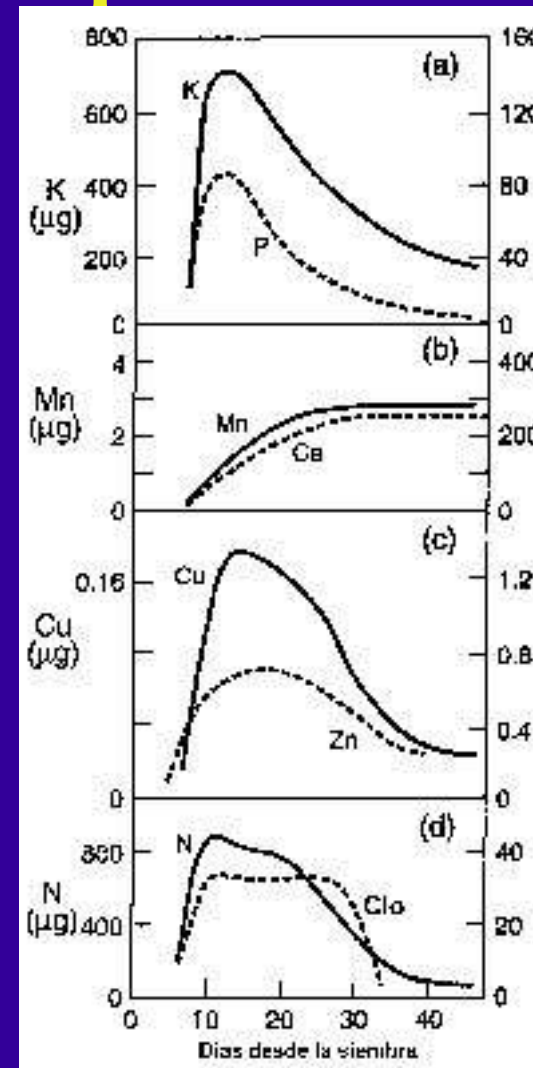
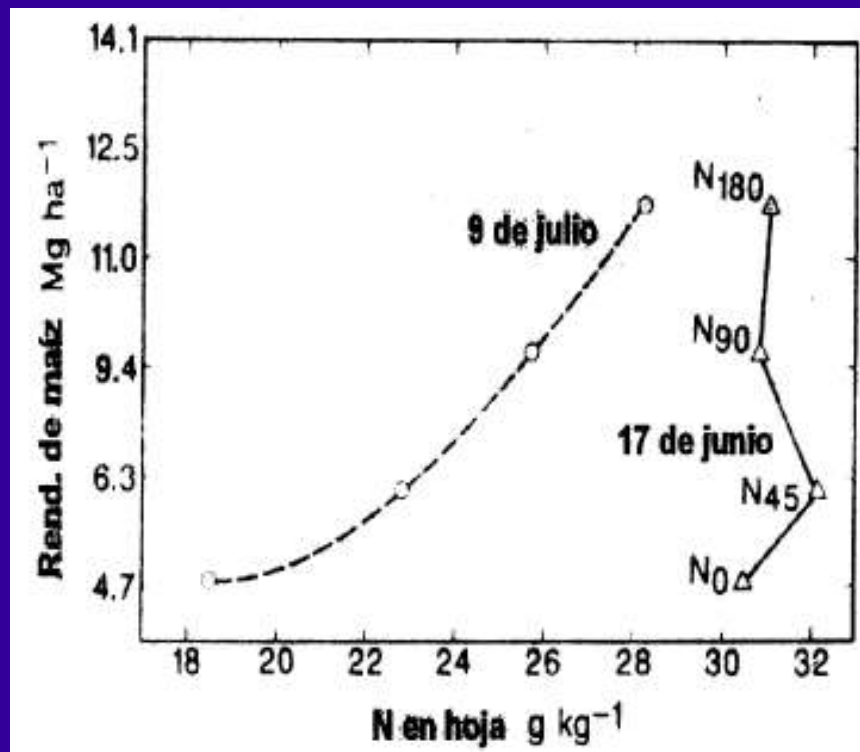
An Suelo: sustancias químicas extraen los nutrientes

An Pl: la propia planta los extrae.

An Pl: Es un valor que integra todos los factores que han afectado su crecimiento: suelo, clima, planta, manejo y disponibilidad

# Factores que afectan la concentración de nutrientes en la planta

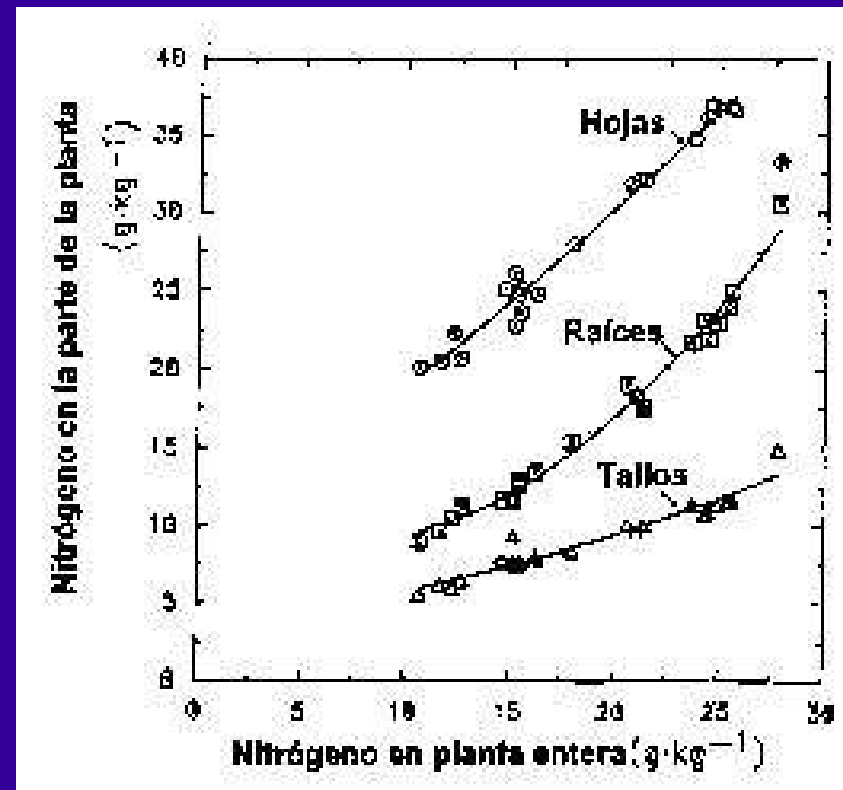
- Estado fisiológico





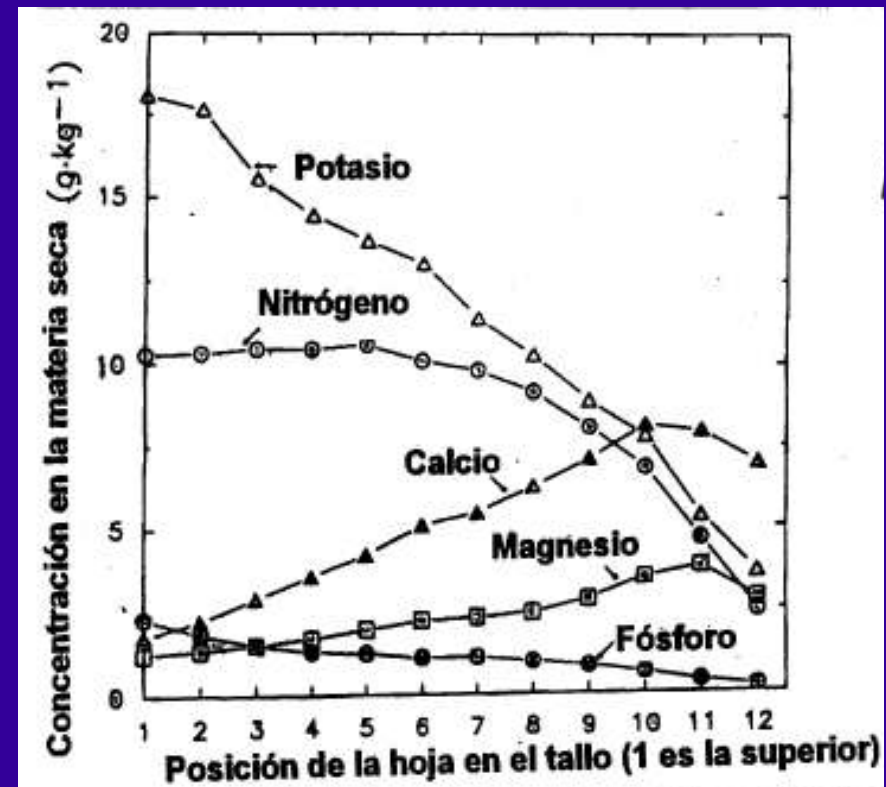
# Factores que afectan la concentración de nutrientes en la planta

- Órgano muestreado



# Factores que afectan la concentración de nutrientes en la planta

- Posición en la planta



# Factores que afectan la concentración de nutrientes en la planta

- Estado fisiológico
- Órgano muestreado
- Posición en la planta
- Otras consideraciones:
  - variedades, portainjertos, edad,
  - nivel productivo, condiciones ambientales

# Diferentes técnicas de análisis

## Análisis de plantas o foliar o de tejido

- Análisis y test

  - Análisis: en laboratorio sobre planta secada y molida (Plant analysis)

  - Test: análisis rápido sobre tejido fresco o savia, puede ser hecho en el campo (Plant testing, tissue testing)

- Métodos no destructivos:

  - medidores de clorofila, monitoreo remoto, imágenes satelitales, fotografías aéreas geo-refenciadas, índices de vegetación

# Qué analizar

- Contenido total de un nutriente determinado (N, P, K, Ca, Mg y micronutrientes)
- Una fracción del mismo: el contenido de las fracciones solubles:

N .....contenido de nitratos ( $\text{NO}_3^-$ )

P .....contenido de fosfatos no metabolizados ( $\text{PO}_4^{-3}$ )

K ..... $\text{K}^+$  valor similar al K total

# Cómo se expresa

- Concentración en peso seco:
  - % , g/kg, ppm (mg/kg) de peso seco:
    - 0.2 % es 0.2 g de elemento en 100 g de material seco = 2 g / kg
    - ppm : 10000 ppm = 10000 mg en 1 kg = 10 g / kg = 1%
- Concentración en peso fresco: incluye el agua del tejido

## Análisis de plantas

- Se basa en la existencia de una RELACIÓN entre: la concentración de nutriente en la planta y el rendimiento.

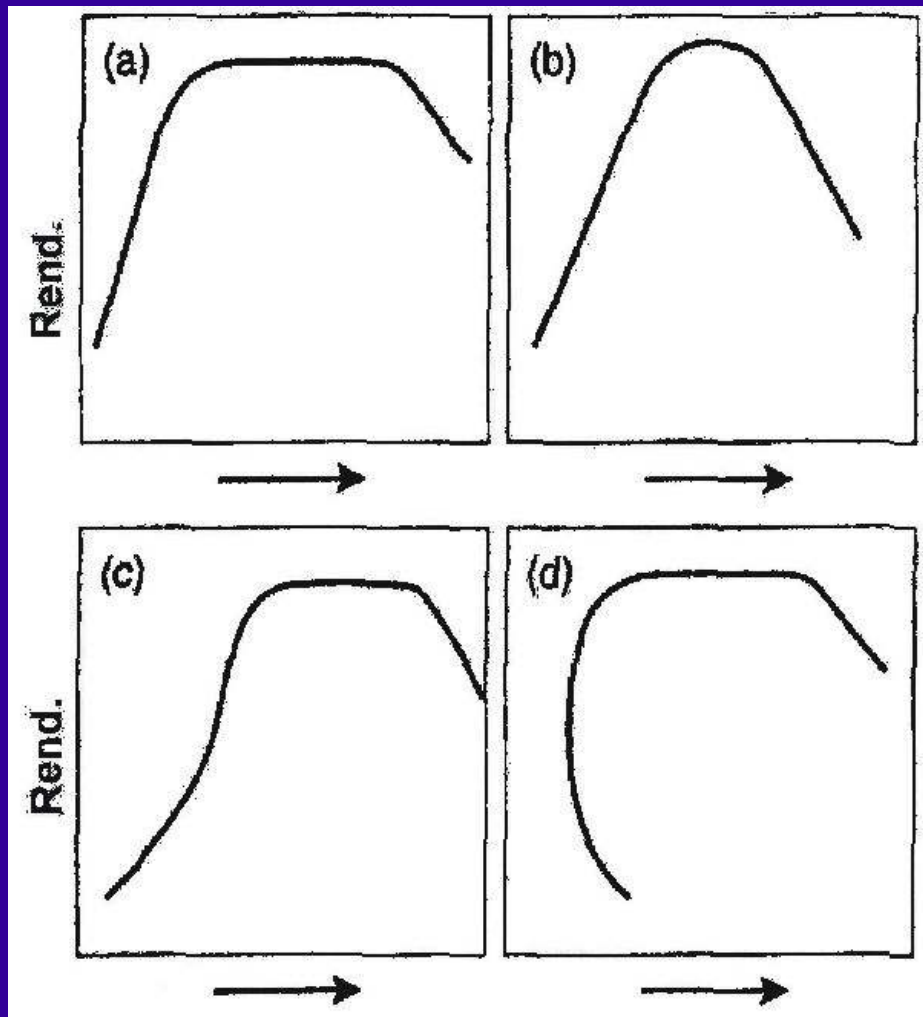
*-una baja concentración de nutriente implica que si no se toman medidas de corrección, el rendimiento del cultivo será bajo*

# **Para establecer las relaciones entre concentración de un nutriente y rendimiento (en la etapa de investigación):**

- a) Se hacen crecer plantas en condiciones ambientales controladas, dentro de un rango de disponibilidad del nutriente de interés, por ej en distintas parcelas
- b) Se toman muestras de plantas o partes de ellas en un momento dado y se determinan las concentraciones del nutriente.
- c) A la cosecha se mide el rendimiento (o calidad).
- d) Se grafican el rendimiento (o calidad) en función de las concentraciones identificando una zona de deficiencia, una zona de transición y una zona adecuada.



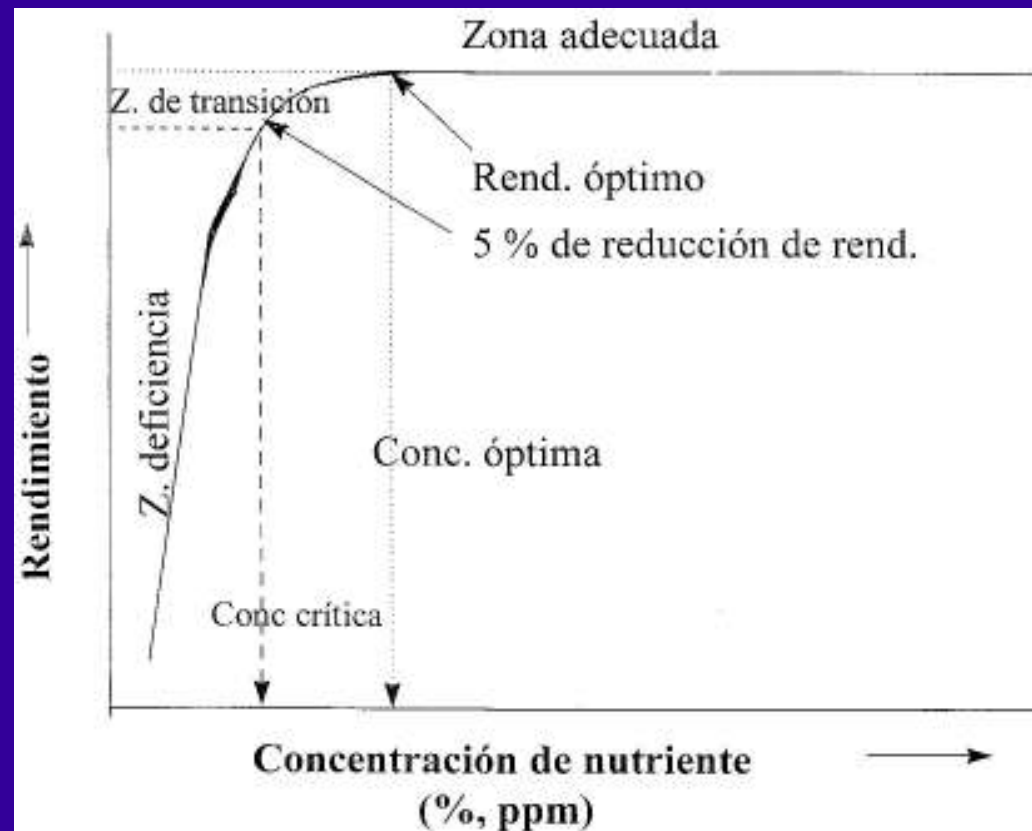
# Curvas encontradas entre concentración de nutriente y rendimiento



Todas tienen en común una zona de incremento de rendimiento rápido, una zona donde el rendimiento se estabiliza y una zona de descenso

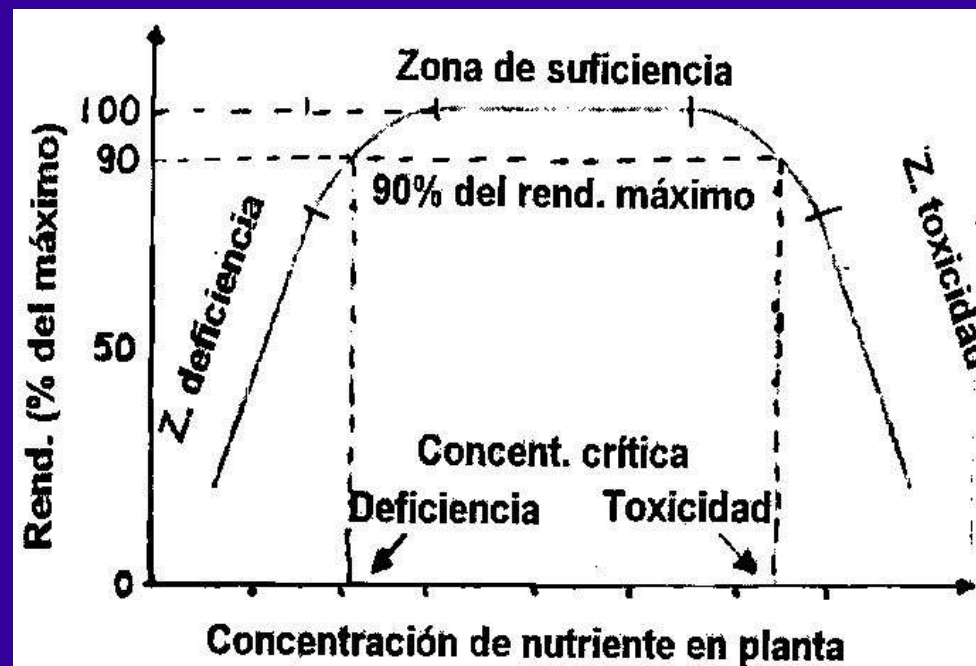
# Interpretación del análisis de planta: diagnostico

- Nivel crítico



# Interpretación del análisis de planta: diagnostico

- Nivel crítico
- Rangos de suficiencia de concentraciones



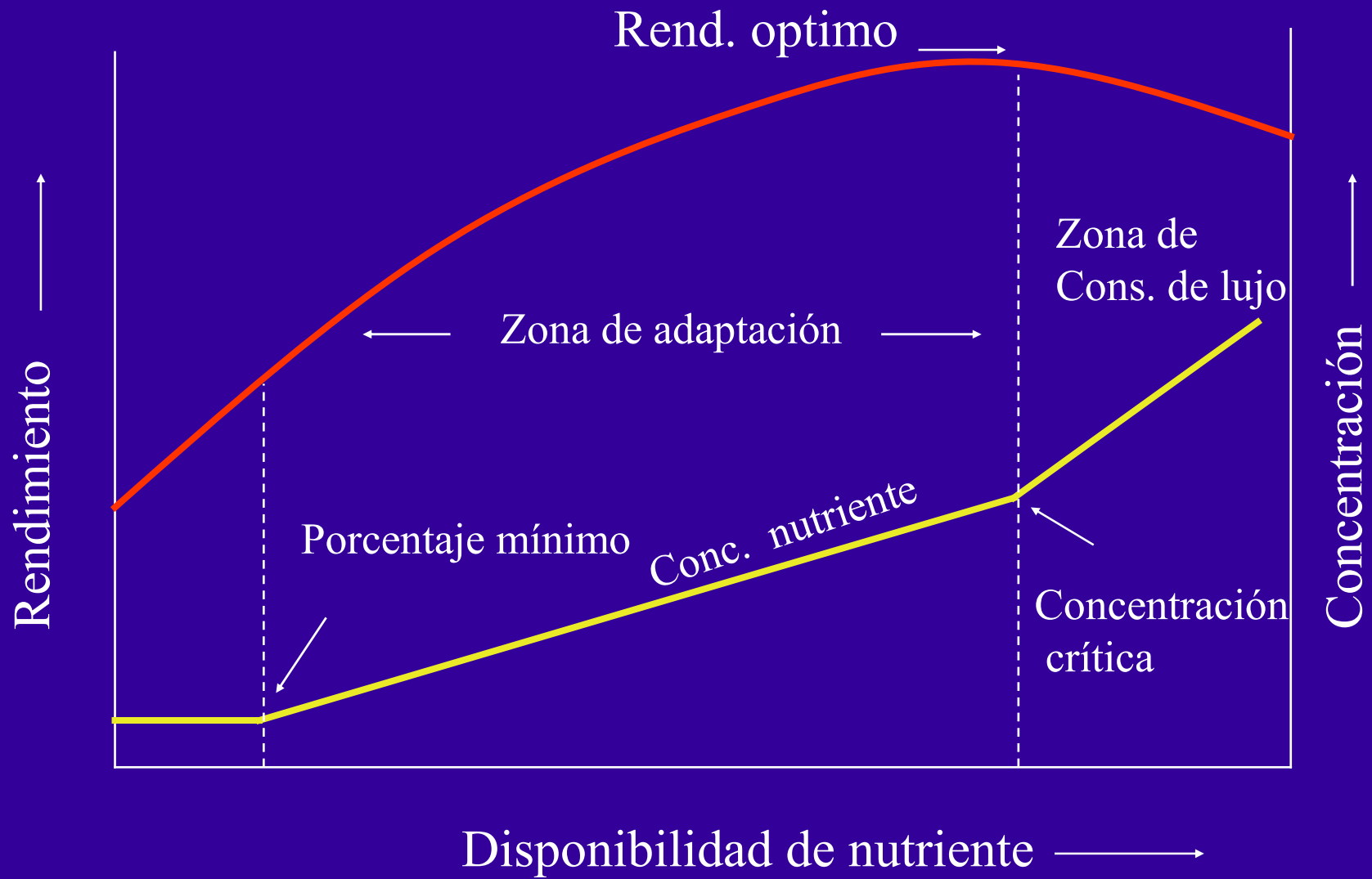
# Interpretacion del analisis de planta: diagnostico

- Nivel crítico
- Rangos de suficiencia de concentraciones
- Relaciones entre elementos (DRIS)

## Ejemplo de una guía de diagnóstico

**Tabla 4. Guía para el diagnóstico foliar en naranja.**

Elemento		Rango Deficiente	Bajo	Optimo	Alto	Exceso
N	%	2.2	2.2-2.3	2.4-2.6	2.7-2.8	2.8
P	%	0.09	0.09-0.11	0.12-0.15	0.17-0.29	0.3
K	%	0.4	0.4-0.7	0.7-1.1	1.1-2.0	2.4
Ca	%	1.5	1.5-2.9	3.0-5.5	5.6-5.9	7.0
Mg	%	0.15	0.15-0.25	0.26-0.6	0.7-1.1	1.2
S	%	0.14	0.14-0.19	0.2-0.3	0.4-0.5	0.5
B	mg/kg	21	21-30	31-100	101-260	260
Fe	mg/kg	35	35-59	60-100	130-200	250
Mn	mg/kg	16	16-24	25-200	300-500	1000
Zn	mg/kg	16	16-24	25-100	110-200	300
Cu	mg/kg	3.6	3.6-4.9	5-15	17-22	100



# Términos usados en análisis de plantas

**Porcentaje mínimo:** el agregado de un nutriente incrementa el rendimiento pero no la concentración de nutriente en la planta.

- **Ajuste a la escasez o zona de adaptación:** el agregado de un nutriente incrementa la concentración y el rendimiento.
- **Concentración crítica:** valor de referencia o Standard. Valor por debajo del cual el rendimiento decrece significativamente.
- **Consumo de lujo:** el agregado de nutriente produce un incremento en la concentración del nutriente sin aumentar el rendimiento.
- **Hambre oculta:** la planta presenta deficiencias pero no aparecen síntomas.

# Términos usados en análisis de plantas

- **Efecto dilución y concentración:** usados para explicar resultados experimentales de agregado de nutriente cuando la concentración de un elemento en la planta disminuye o aumenta respecto al rendimiento. Cambios atribuidos a condiciones ambientales (agua, temperatura, luz, etc).

Rendimiento	Concentración	Efecto
Baja	Sube	Concentración
Sube	Baja	Dilución



# Usos del análisis de plantas

- Recomendaciones de fertilización en unidades de producción
  - Fruticultura
  - Horticultura
  - Cereales
  - Pasturas

# Usos del análisis de plantas

- Recomendaciones de fertilización en unidades de producción
- Confirmar causas de problemas
- Relevamientos nutricionales
- Determinación de la extracción total de nutrientes por el cultivo:  
$$\text{Rendimiento} \times \text{Concentración} = \text{Extracción}$$
- Otros usos: dietas, calidad de productos, apoyo a la investigación..

# Usos de análisis de plantas en Uruguay

Cereales: concentraciones críticas de N al final del macollaje

Trigo: 1.5% de N para 1500 kg/ha, 4.5% para 4500 kg/ha

Cebada: 3.0% N total en planta entera a Z-30

Frutales: Citrus: Naranja Valencia zona norte, rangos para hoja de rama fructífera y no fructífera

N: 2.1-2.4 % HF 2.51-2.74% HnF

P : 0.12-0.15% HF 0.16-0.19 HnF

K: 0.65-0.75% HF 1.15-1.32% HnF

Vid: nitrato en pecíolo

Pasturas: importancia del análisis de plantas pero para animales

Horticultura: poca información. Tiene sentido?

# Muestreo y manejo de las muestras

- Diferenciar poblaciones según suelos, topografía, variedades, portainjertos, edad, producción.
- Muestra representativa. Diferentes puntos cardinales
- No muestrear: tejido enfermo o dañado por insectos, muy jóvenes o viejos, pl. bajo stress.
- Precauciones en la manipulación de las muestras
- Limpieza
- Preparación de las muestras

# Guía de muestreo de algunos cultivos

Cultivo	Momento de muestreo	Parte de la planta a muestrear	Nº de hojas
Alfalfa, lotus, treboles	1/10 de floración	Parte aérea	45-55
Cebada	Z30	Parte aérea	50-75
Arroz	Antes macollaje	4 hojas superiores	50-100
Maíz	V6	Parte aérea	20-30
Manzanos, ciruelos, membrillos, perales	8-12 semanas luego de plena floración	Hoja de la parte medio de la rama del año	75-100
Cítricos	Abril-junio	Hoja de la rama no fructífera	40-50

## Problemas del análisis de plantas

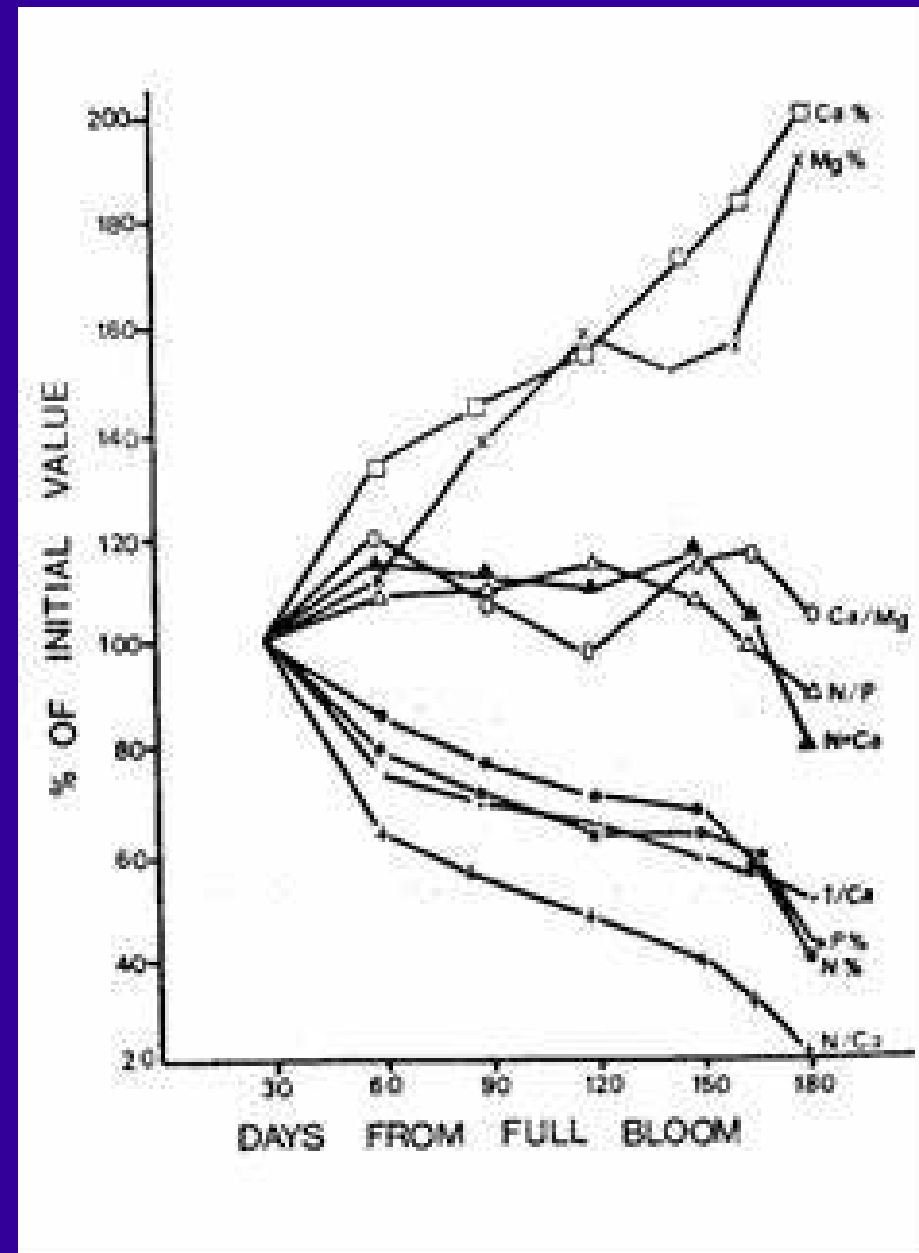
- basado en niveles críticos o rangos de suficiencia:  
La concentración de los nutrientes cambia al incrementarse la edad de la planta
- Por lo tanto, los niveles o rangos son válidos solamente durante un período estrecho
- Cultivos anuales: el período de muestreo es demasiado tarde como para que aplicaciones del nutriente incrementen el rendimiento.

SISTEMA INTEGRADO DE  
DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIÓN  
(DRIS, Diagnosis and recommendation  
integrated system)

*Beaufils 1957,1971,1973*) propuso el uso del DRIS en caucho, Vietnam

Observó que:

- las relaciones N/P, N/K, K/P permanecen “constantes” con el tiempo
- la relación Ca/Mg permanece “constante” con el tiempo
- el producto  $N \times Ca$  permanece “constante” con el tiempo



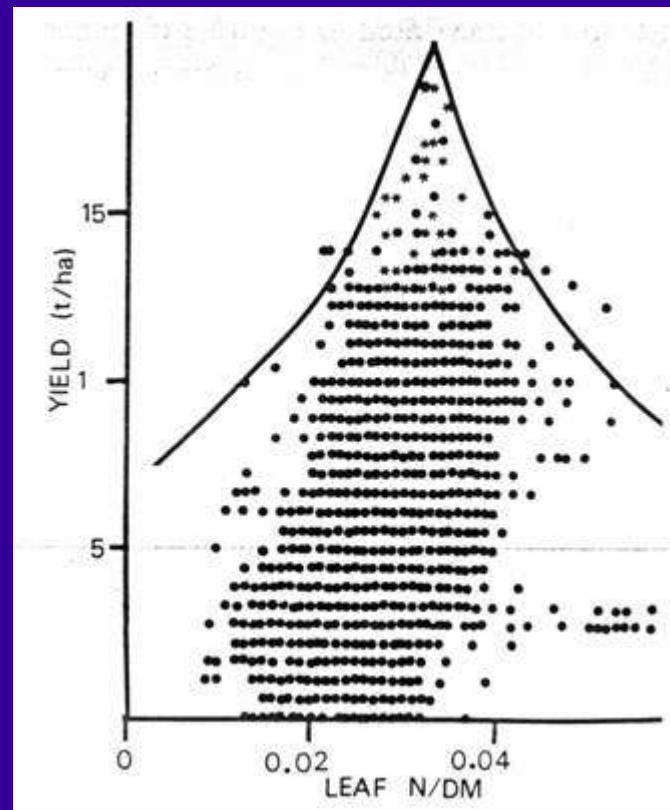


# Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS)

- Interpreta relaciones entre nutrientes N/P, K/P, etc.
- Más sensible que NC y Rangos
- Independiente de la edad
- Involucra todos los factores que afectan el rendimiento

Las normas *DRIS* (equivale a la concentración crítica en Análisis de plantas) se obtienen a partir de un relevamiento, no a partir de ensayos de respuesta, como en el caso de concentración crítica .

Para que la norma tenga validez, ese relevamiento tiene que ser de cientos o miles de individuos.



# Interpretación de los Índices *DRIS*

- Para un índice específico, cuanto más negativo sea un índice, más “deficiente” estará ese nutriente en relación a los demás. Cuanto más positivo, más en “exceso”.
- La sumatoria de los Índices *DRIS* es cero.