

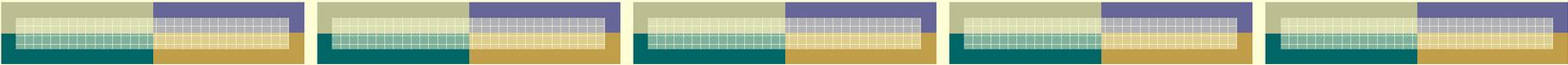


# DIAGNÓSTICO AGRÍCOLA

*Antonio L. Alarcón Vera*

*Dpto. Ciencia y Tecnología Agraria. ETSIA*

*Universidad Politécnica de Cartagena*



- **¿Qué es el diagnóstico agrícola?**

- **Definición:** herramienta de trabajo que nos permite en base a unos análisis relacionar la nutrición de la planta con el aporte de fertilizantes para optimizar la fertilización bajo unas condiciones agroclimáticas determinadas

- **Relevancia en agricultura intensiva**

- **Acción sinérgica de numerosos factores:** “Este año he utilizado un fertilizante que ha hecho aumentar un 10% mi cosecha de tomates”

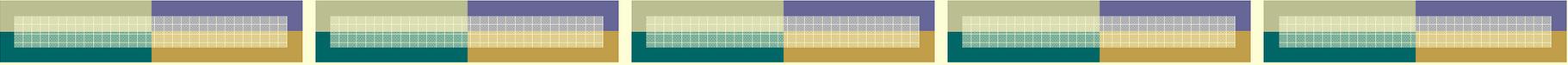
- **Además el rendimiento ya no se mide en Kg/Ha sino en \$/Ha**



# PRIORIDADES EN LA LIMITACIÓN DE UN CULTIVO CON DETERMINADAS CARACTERÍSTICAS GENÉTICAS

- Climatología
- Sanidad
- Labores culturales
- Riego
- Nutrición
- Otros





- **Procesos principales en los métodos de diagnóstico**

- Adquisición de datos: recopilación de información, muestreos y análisis

- Interpretación de datos adquiridos: el diagnóstico es algo más complejo que una simple comparación de valores

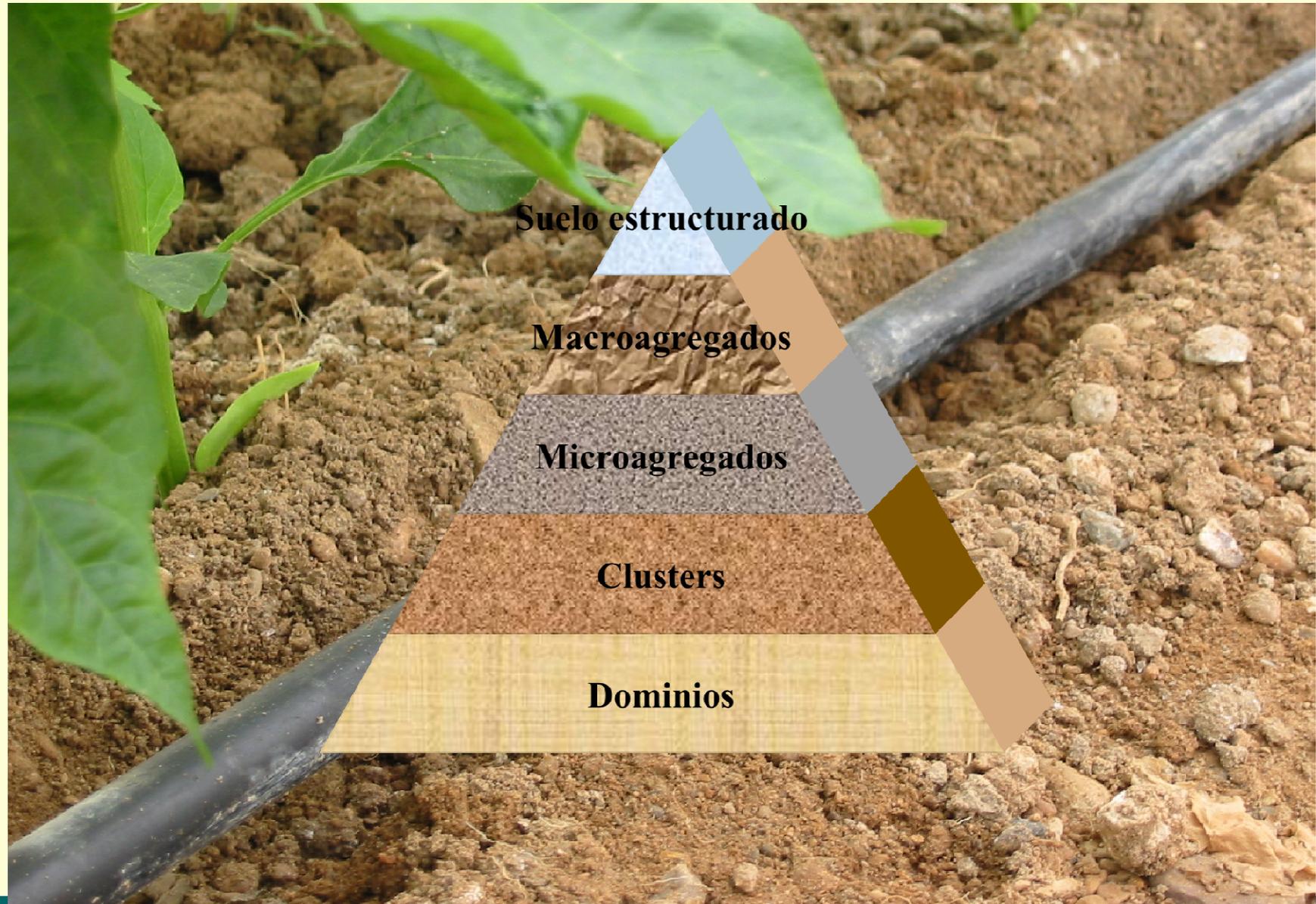
- **Suelos bajo fertirrigación vs suelos no fertirrigados**

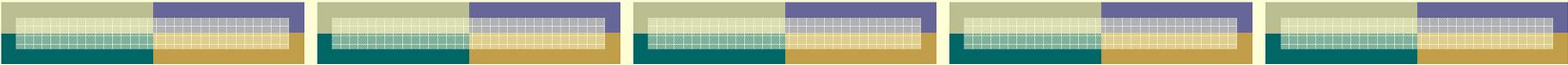
- Enfoque del diagnóstico

- Importancia de las propiedades físicas del suelo



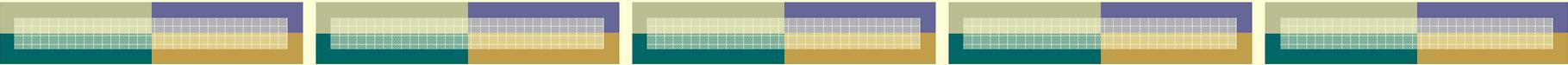
# NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL SUELO





• **El diagnóstico agrícola debe dar respuesta a preguntas tales como:**

- ¿Está el nutriente X en nivel deficiente?
  - ¿Están los nutrientes en su correcto equilibrio y cantidad?
  - ¿Existen problemas de salinidad?
  - ¿Existe alguna toxicidad?
  - ¿El programa actual de riego y abonado es correcto?
  - ¿Existe un correcto monitoreo de riego y la fertilización?
  - ¿Tendré problemas de calidad en los productos cosechados por desórdenes nutricionales?
  - Si existe alguno de estos problemas, ¿cómo se resuelve?
- 



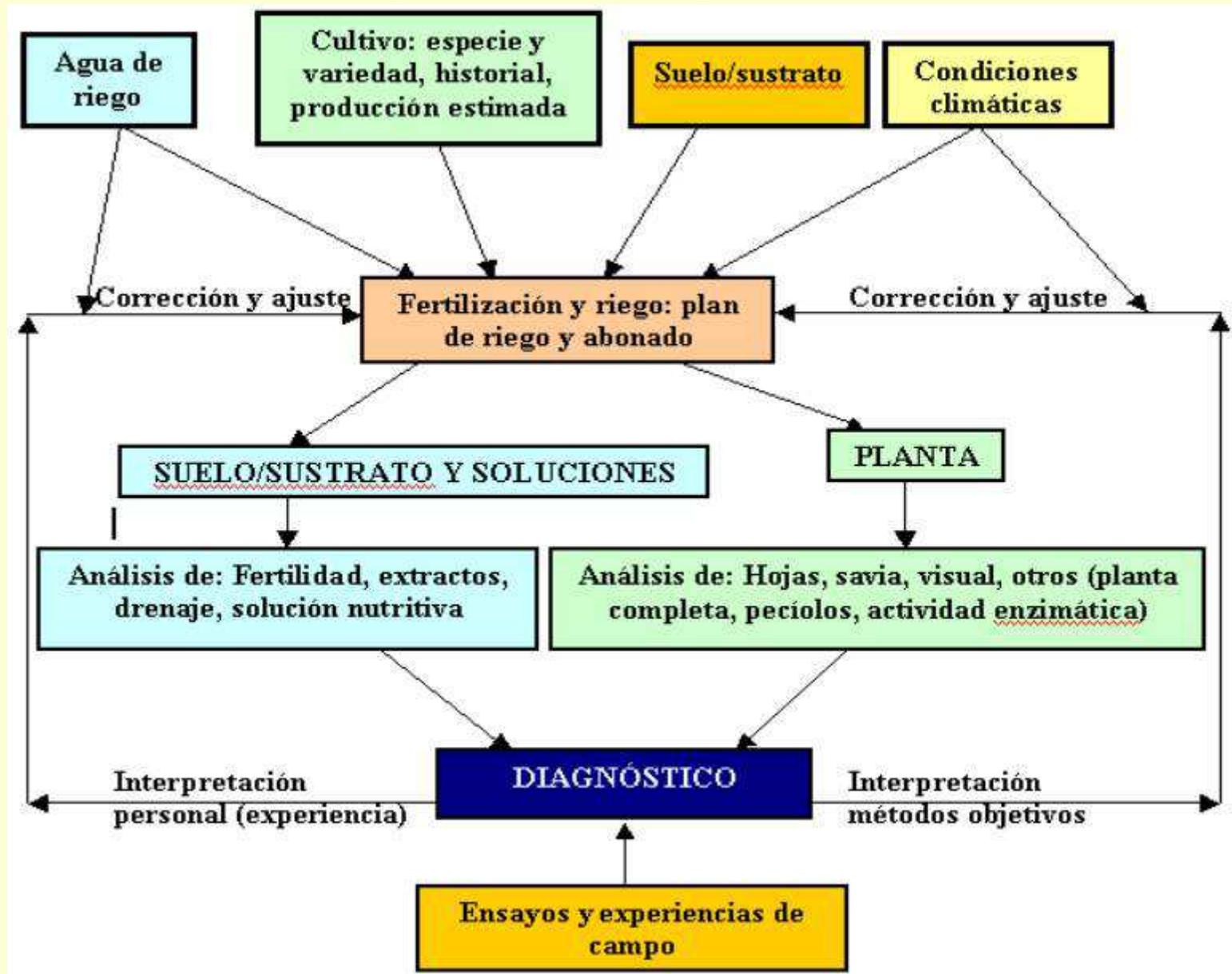
- **Clasificación de los métodos de diagnóstico utilizados**

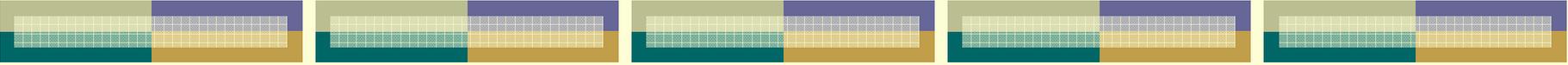
- Métodos indirectos: análisis de suelo, aguas, material vegetal, tests de actividad enzimática, técnicas con radioisótopos
- Métodos directos: experiencias de campo, diagnóstico visual
- Otros (también podrían incluirse en indirectos): métodos integrados basados en relaciones (DRIS, BNE, DOP, CND), técnicas de absorción de nutrientes (Neubauer, Stanford y De Ment, extrapolación de Dean), test biológicos

- **Los métodos de análisis están normalizados, pero no su aplicación e interpretación: definir unos adecuados PNT**



# Esquema de operación





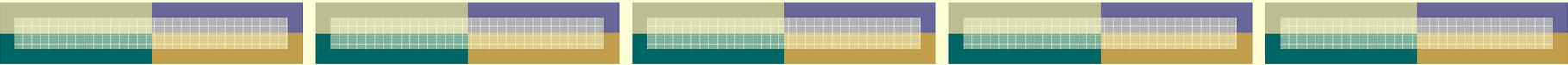
# Información aportada y extraída de los diferentes tipos de análisis

## • Agua de riego

- ✓ Determinación de su calidad agronómica
- ✓ Dosificación de fertilizantes según su composición
- ✓ Ajuste o corrección de sus propiedades analíticas

## • Suelo / Sustrato

- ✓ Caracterización y determinación de su idoneidad
  - ✓ Ajuste de dosis y frecuencia de riego
  - ✓ Ajuste o corrección de sus propiedades físico-químicas (enmiendas)
  - ✓ Determinar el abonado de fondo
  - ✓ Corrección del plan de abonado en base al agotamiento de nutrientes
  - ✓ Determinación de pérdidas de nutrientes a lo largo del perfil del suelo
- 

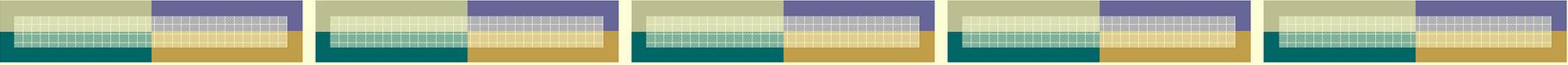


## • **Extractos y soluciones**

- ✓ Comprobación y corrección de la dosificación de fertilizantes (solución nutritiva)
- ✓ Conocer la composición real de la disolución disponible para la planta
- ✓ Corrección de la fertilización o solución nutriente a aportar en base al conocimiento de las extracciones o consumos de la planta
- ✓ Control de los procesos de lavado, estudio de la salinización progresiva
- ✓ Determinación de dosis y frecuencias de riego
- ✓ Determinación de porcentajes necesarios de lixiviación

## • **Material vegetal**

- ✓ Comprobación y corrección de la eficacia de la fertilización mediante comparación con índices de referencia
  - ✓ Evaluaciones rápidas del proceso de nutrición vegetal (savia, actividades enzimáticas)
  - ✓ Evaluación de las reservas nutritivas de la planta
  - ✓ Detección de problemas puntuales de nutrición mineral: carencias, excesos, antagonismos, desequilibrios
  - ✓ Confirmación de diagnósticos visuales y/o detección de deficiencias incipientes
- 



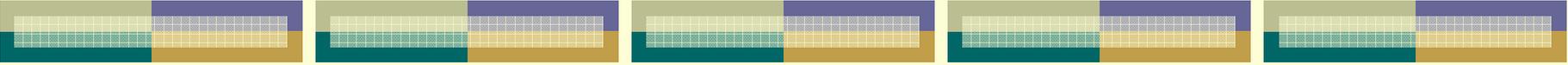
# Métodos indirectos: tipos, ventajas e inconvenientes

## • **Análisis de suelo: ventajas**

- ✓ Composición más homogénea y en consecuencia muestras más representativas que las del material vegetal
- ✓ Permite corregir deficiencias antes y durante el ciclo de cultivo
- ✓ El análisis del perfil permite evaluar las pérdidas de nutrientes

## • **Análisis de suelo: críticas**

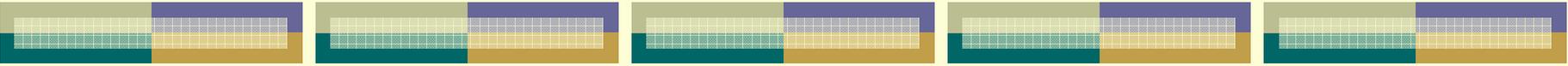
- ✓ El volumen de suelo explorado por las raíces difiere entre cultivos
  - ✓ El espesor de cada horizonte está sujeto a variaciones importantes
  - ✓ El desarrollo de las raíces difiere con la edad y propiedades del suelo para una misma especie
- 



# Métodos indirectos: tipos, ventajas e inconvenientes

- **Análisis de suelo: críticas**

- ✓ La capacidad de la planta para absorber nutrientes del suelo varía con la especie, edad, temperatura, régimen hídrico, plagas, radiación, etc.
  - ✓ Existe dificultad para el muestreo y la preparación de muestras
  - ✓ No es recomendable para el seguimiento del N
  - ✓ Bajo fertirriego pasa a ser un mero transmisor, sólo requiriendo buenas propiedades físicas
  - ✓ Dificultad de encontrar los extractantes adecuados (extractante de micronutrientes, EUF)
- 



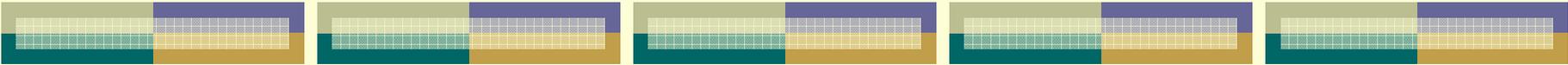
# Métodos indirectos: tipos, ventajas e inconvenientes

- **Análisis de material vegetal: ventajas**

- ✓ El estudio de todos los factores que condicionan la producción vegetal, deben estar contrastado con la respuesta en la planta
- ✓ En estado óptimo de desarrollo, el análisis de material vegetal permite determinar las necesidades nutritas
- ✓ Se pueden analizar diferentes partes de la planta, detectando alteraciones fisiológicas y metabólicas originadas por factores adversos

- **Análisis de material vegetal: críticas**

- ✓ La concentración de nutrientes varía con la especie, la parte analizada, el estado fenológico, estado de las raíces, condiciones ambientales, etc.
  - ✓ Fenómenos de dilución y antagonismos pueden llevar a conclusiones erróneas
  - ✓ No existen estándares adecuados
  - ✓ Los análisis foliares en cultivos anuales pueden servir de poco
- 



## Métodos indirectos: otros

### • **Isótopos radioactivos**

✓ Fried y Dean: cuando una planta absorbe un nutriente de más de una fuente, lo hace en proporción directa a las cantidades asimilables de cada una de ellas

$$A = B (1 - y) / y$$

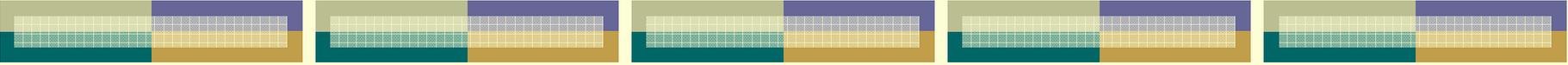
A: cantidad de nutriente asimilado

B: Cantidad de nutriente radioactivo (fertilizante) aplicado

y: proporción de nutriente en la planta que procede del fertilizante marcado

✓ A es independiente de la cantidad de nutriente aplicado, no es preciso cultivar en condiciones de deficiencia extrema, y (en cierta medida) de factores climáticos

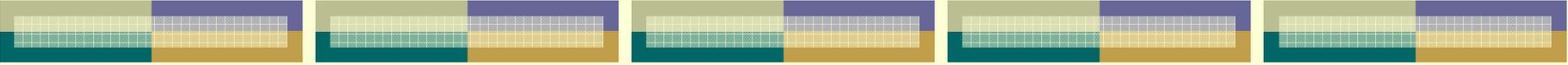




## Métodos indirectos: otros

- **Actividades enzimáticas**

- ✓ Requisitos: especificidad del sistema enzimático para ese elemento y posibilidad de medida de la actividad enzimática mediante técnicas simples y precisas
  - ✓ Peroxidasa: Fe
  - ✓ Ascórbico oxidasa: Cu
  - ✓ Ribonucleasa y anhidrasa carbónica: Zn
  - ✓ Nitrato reductasa: Mo (y también N)
  - ✓ Aconitasa: Fe y Mn (pierde rotundidad el primer principio)
  - ✓ Piruvato quinasa: Desequilibrios K-Ca-Mg (también pierde validez el principio de especificidad)
- 



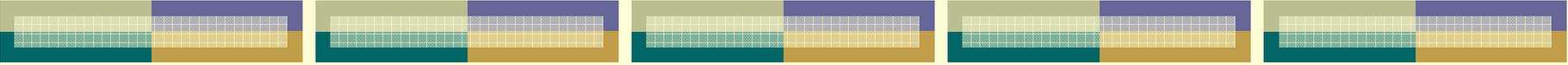
## Métodos indirectos: otros

- **Productos metabólicos como indicadores de deficiencia**

- ✓ Deficiencia de Mo, conlleva una acumulación de nitratos
- ✓ Deficiencia de K, conlleva una acumulación de aminos

- **Análisis de savia**

- ✓ Determinación de los elementos minerales (en sus diferentes formas metabólicas) y compuestos orgánicos, para seguir la absorción de nutrientes y su incorporación a moléculas orgánicas
  - ✓ Necesario establecer un órgano representativo: Bien definido (edad, posición, orientación), que posea pequeñas variaciones diarias en su composición, que pueda tomarse en diferentes estados fenológicos
- 



# Métodos directos

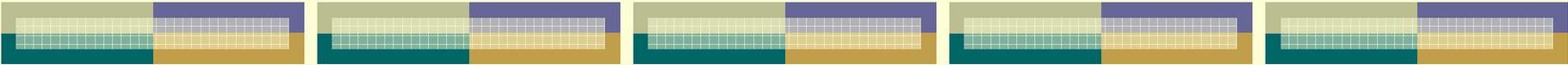
- **Ensayos y experiencias de campo**

- ✓ Largo plazo

- ✓ Válido sólo para las condiciones agroclimáticas bajo las que se desarrollan

- **Diagnóstico visual**





## Otros métodos

### • **Métodos integrados DRIS**

- ✓ Utiliza relaciones de concentración de nutrientes como parámetros para diagnosticar las deficiencias, excesos y desequilibrios nutritivos (N/P, K/P, etc.)
- ✓ Los parámetros se seleccionan en base a diferencias significativas de dos plantaciones de alto y bajo rendimiento pertenecientes a una misma especie.
- ✓ Presentan la ventaja de cierta independencia de factores como la edad del tejido, posición de la hoja, variedad, etc., factores éstos que sí afectan sensiblemente al análisis de material vegetal directo.
- ✓ Se ha venido aplicando relacionado con análisis foliar, aunque los resultados hallados en el caso de análisis de suelos son prometedores.
- ✓ Es necesario un extenso banco de datos constituido por los análisis foliares o de suelos de un gran número de muestras y los rendimientos de cosecha correspondientes.

### • **Otros métodos que utilizan relaciones entre nutrientes**

- ✓ BNE: Balance Nutriente Evolutivo
  - ✓ .DOP: Desviación del Óptimo Porcentual. Utiliza la desviación en porcentaje para establecer una ordenación en función del efecto limitante de cada nutriente.
  - ✓ CND: Compositional Nutrient Diagnosis. Similar al DRIS.
- 

## Otros métodos

- **Técnicas de absorción de nutrientes**

- ✓ Desarrollo de plantas en condiciones controladas (cámaras de cultivo). No son técnicas rápidas y precisan de una confirmación posterior en campo.

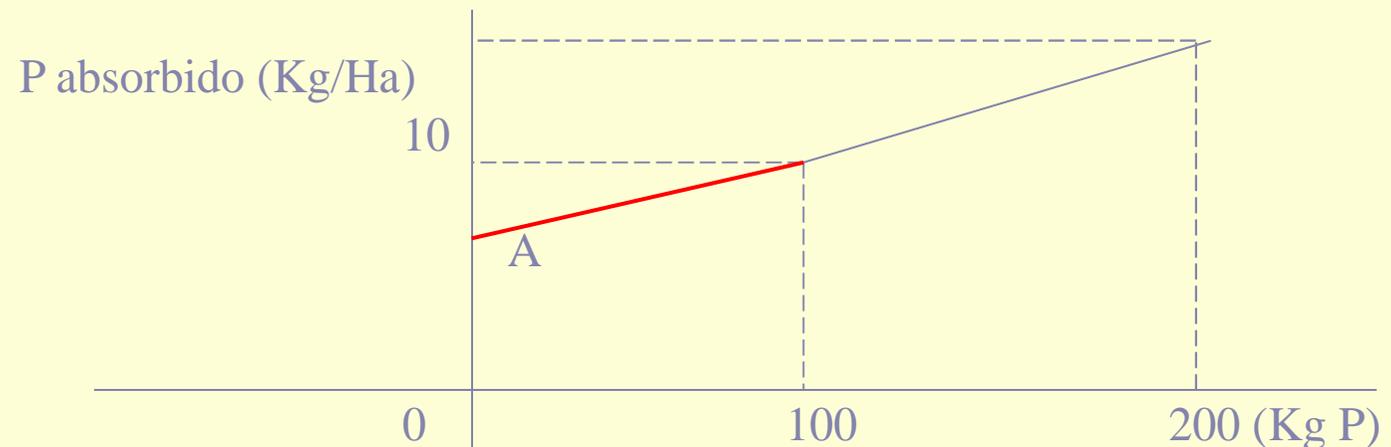
- ✓ Neubauer: ensayos en contenedores.

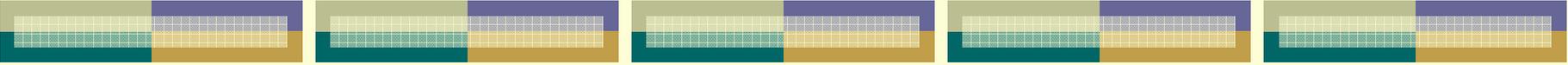
Nutrientes en planta = nutrientes en semilla + nutrientes extraídos del suelo

- ✓ Stanford y De Ment: ensayos con un desarrollo inicial en arena (contenedores) y posteriormente en el suelo a ensayar.

Nutrientes absorbidos = adicionados + presentes – lixiviados

- ✓ Extrapolación de Dean: utilización de curvas de absorción del nutriente por la planta en respuesta a la fertilización con el mismo.





## Otros métodos

- **Tests biológicos**

- ✓ Son técnicas para diagnosticar la fertilidad de los suelos empleando organismos inferiores (algas, hongos, fundamentalmente).
  - ✓ Técnicas de incubación: ejemplo se puede medir el nitrógeno mineral producido al incubar el suelo a la temperatura adecuada.
  - ✓ Técnicas microbiológicas: se conoce que *Azotobacter* y *Aspergillus* se desarrollan en condiciones aerobias en función de la concentración del elemento que actúa como factor limitante.
- 