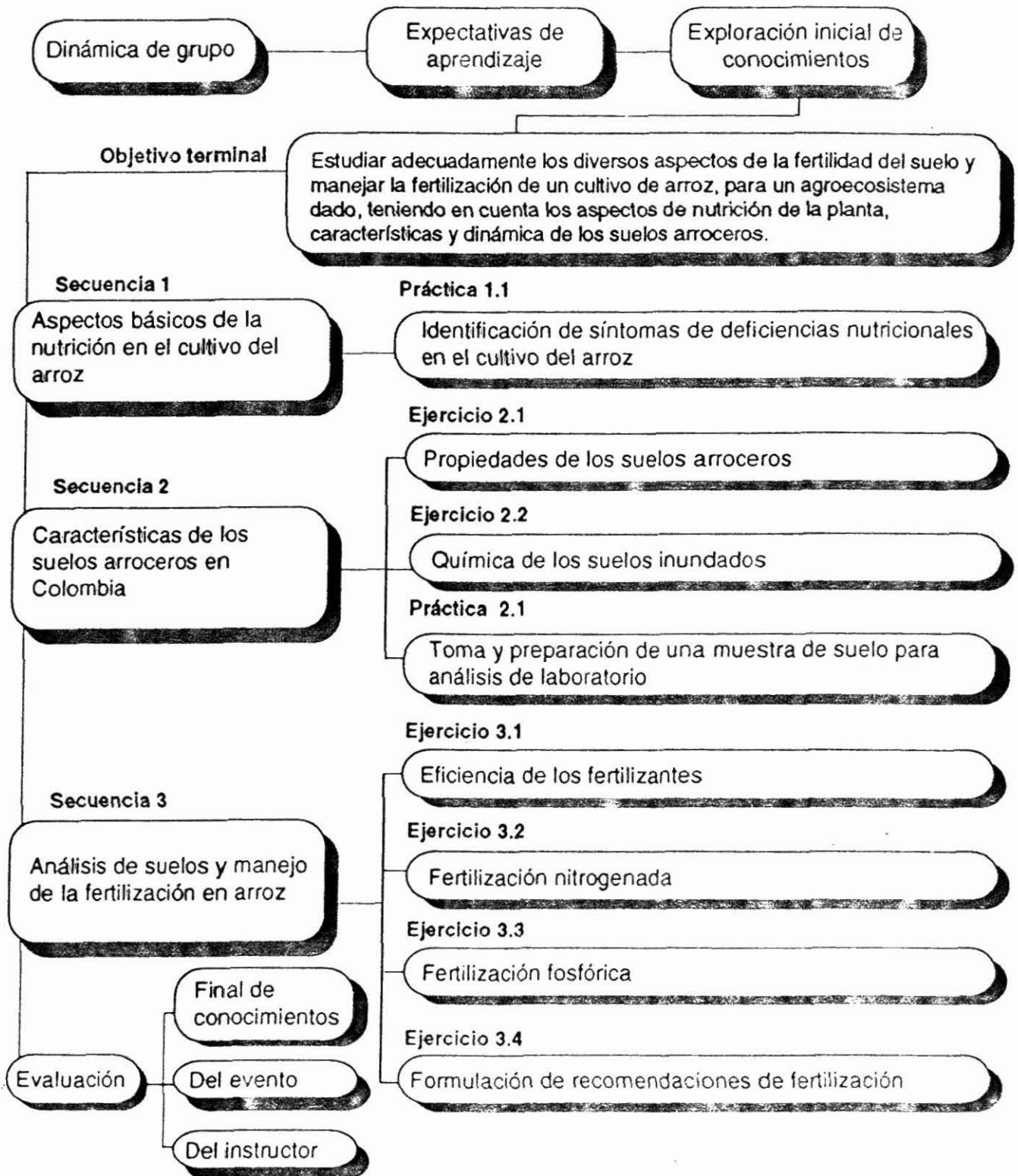


# Flujograma para el estudio de esta Unidad



## **Objetivo terminal**

Estudiar adecuadamente los diversos aspectos de la fertilidad del suelo y manejar la fertilización en un cultivo de arroz, para un adecuado manejo de los aspectos de nutrición de la planta, características y dinámica de los suelos arroceros.

## EXPLORACION INICIAL DE CONOCIMIENTOS

### INFORMACION DE RETORNO

1. Síntesis de proteína
2. Color verde azulado en las hojas
3. P
4.
  - a. La temperatura incide en su variación
  - b. El contenido de materia orgánica incide en su variación
  - e. En un suelo con pH ácido su valor se incrementa
5.
  - a. Es necesario establecer unidades de muestreo
  - c. Las submuestras deben provenir de una misma profundidad
  - d. Evitar el muestreo cerca de caminos y canales



11. a. Suelos ácidos con arcillas 1:1 y alofánicas con altos niveles de Fe y Al.
  
12. Análisis de suelo y niveles críticos, zona agroecológica, características del suelo (morfológicas, físicas), manejo anterior del suelo, agroecosistema, variedad, incidencia de enfermedades, plagas y vuelco, información experimental local, beneficio/costo. Información requerida para recomendaciones de fertilización a cultivo de arroz.

# Flujograma Secuencia 1

Aspectos básicos de la nutrición en el cultivo del arroz

## Objetivos

- Enumerar por lo menos dos funciones que desempeñan en la planta los nutrimentos N, P, K y Mg.
- Identificar los síntomas visuales de las deficiencias nutricionales de N, P, K y Mg en una serie de plantas afectadas, en contraste con plantas normales, en condiciones de invernadero.
- Describir la absorción de los nutrimentos N, P y K por la planta de arroz, durante las etapas de crecimiento y desarrollo de la planta.

## Contenido

- Generalidades
- Funciones de los nutrimentos en la planta de arroz
- Absorción y distribución de los nutrimentos en la planta de arroz durante las etapas de desarrollo
- Requerimientos nutricionales del cultivo
- Síntomas de deficiencias nutricionales

## Bibliografía

## Práctica 1.1

- Identificación de síntomas de deficiencias nutricionales en el cultivo del arroz
- Objetivo
  - Recursos necesarios
  - Instrucciones
  - Hoja de trabajo
  - Información de retorno

Resumen  
Secuencia 1

# IMPORTANCIA Y FUNCIONES DE LOS NUTRIMENTOS N, P y K

## Componentes del rendimiento

### Nitrógeno (N)

- Constituyente básico de proteínas, vitaminas, enzimas y síntesis de clorofila.

### Fosforo (P)

- Transferencia de energía, crecimiento de raíces, maduración y fecundación.

### Potasio (K)

- Transpiración, metabolismo de carbohidratos, cofactor enzimático, paredes celulares.

# **IMPORTANCIA Y FUNCIONES DE LOS NUTRIMENTOS Ca, Mg, S Y MICRONUTRIMENTOS**

## **Calcio, Magnesio y Azufre (Ca, Mg y S)**

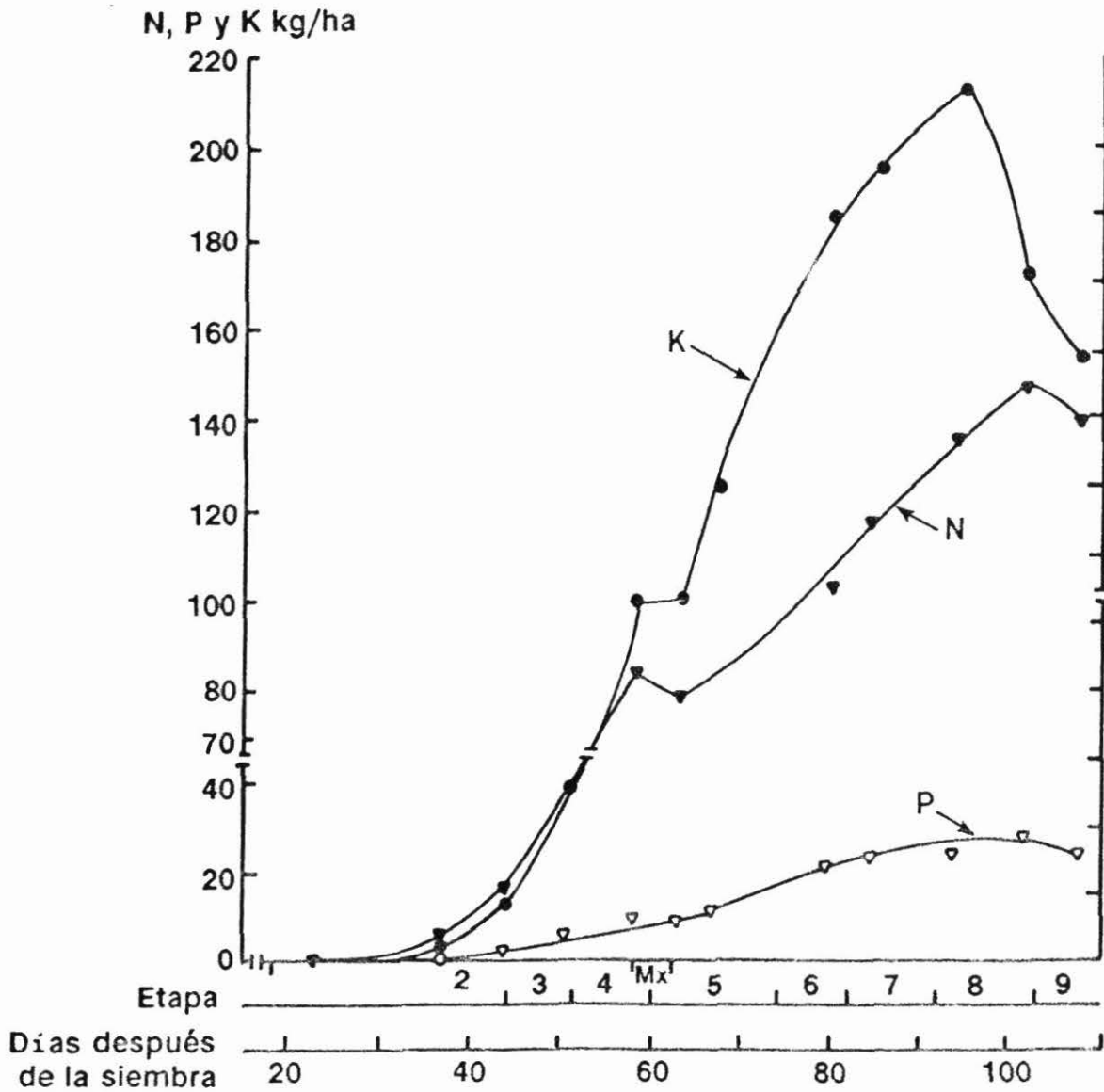
- Desarrollo de raíces, hojas y paredes de las células
- Componentes de la clorofila, fotosíntesis, grasas y aceites
- Formación de proteínas y síntesis de las vitaminas

## **Micronutrientes (Zn, B, Cu, Fe, Mo, Mn)**

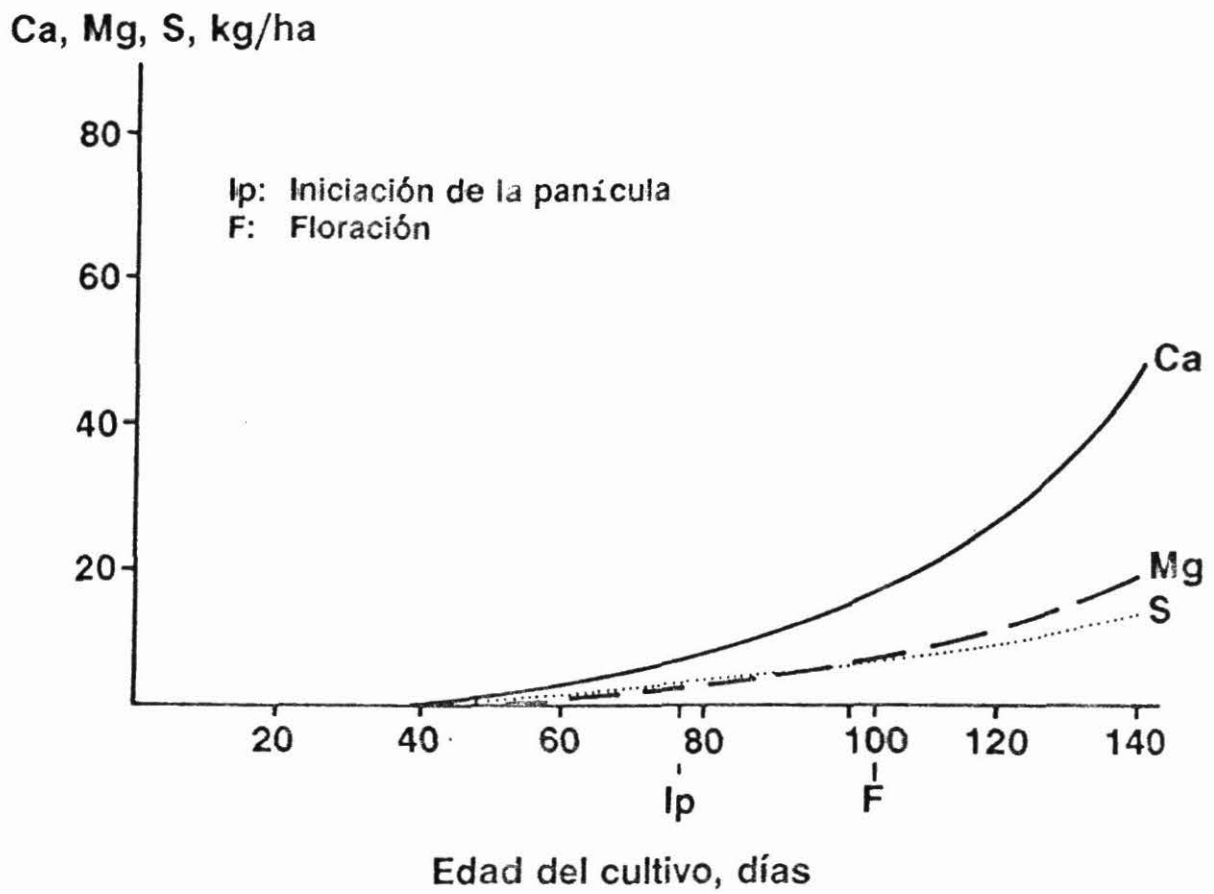
- Constituyentes de las enzimas, crecimiento
- Activador enzimático, desarrollo radicular
- Producción de clorofila
- Síntesis de proteínas
- Síntesis de clorofila



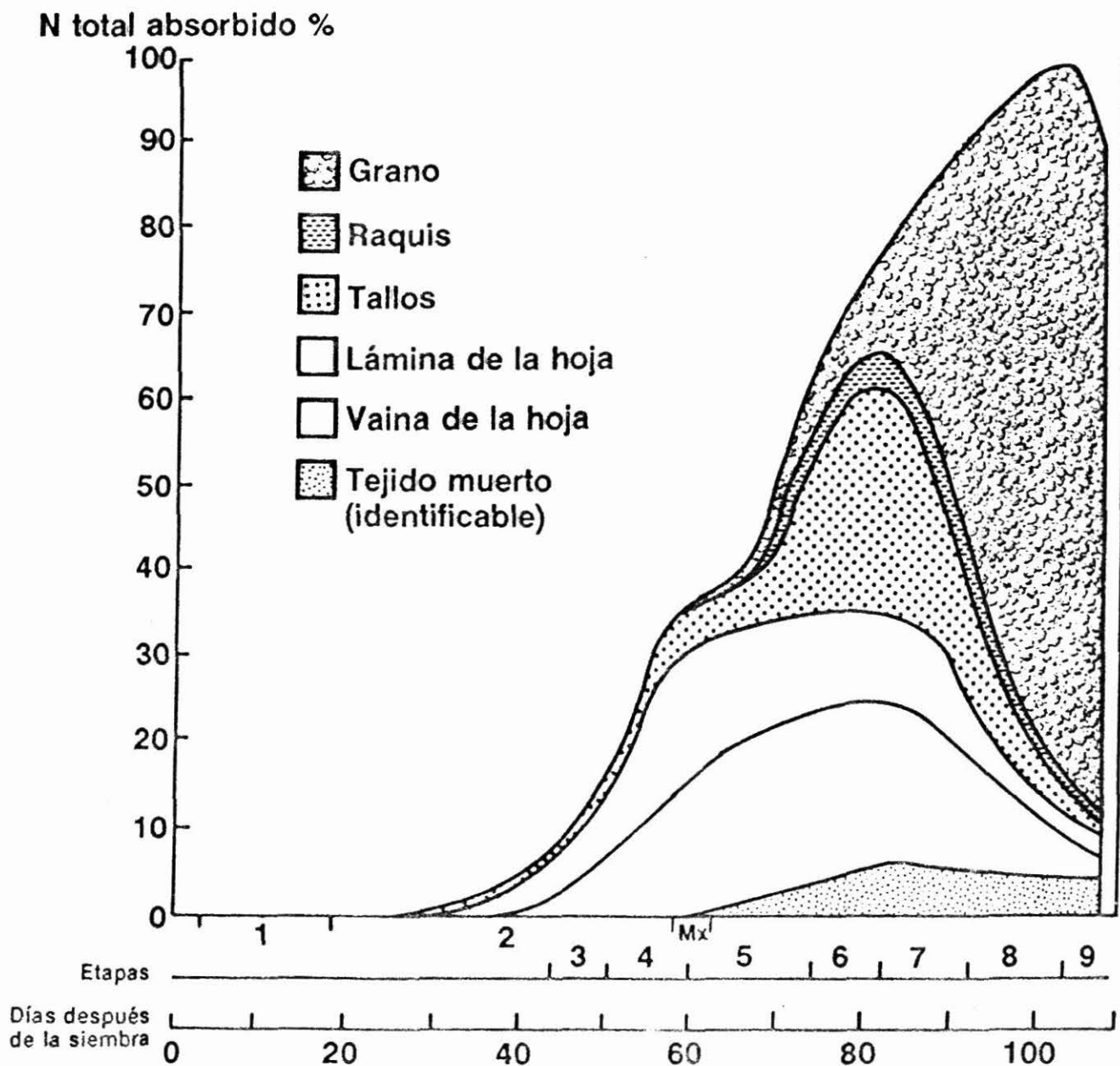
## Absorción de N, P y K a través de las etapas de desarrollo de la variedad IR-36 bien fertilizada (Fernandez, 1978)



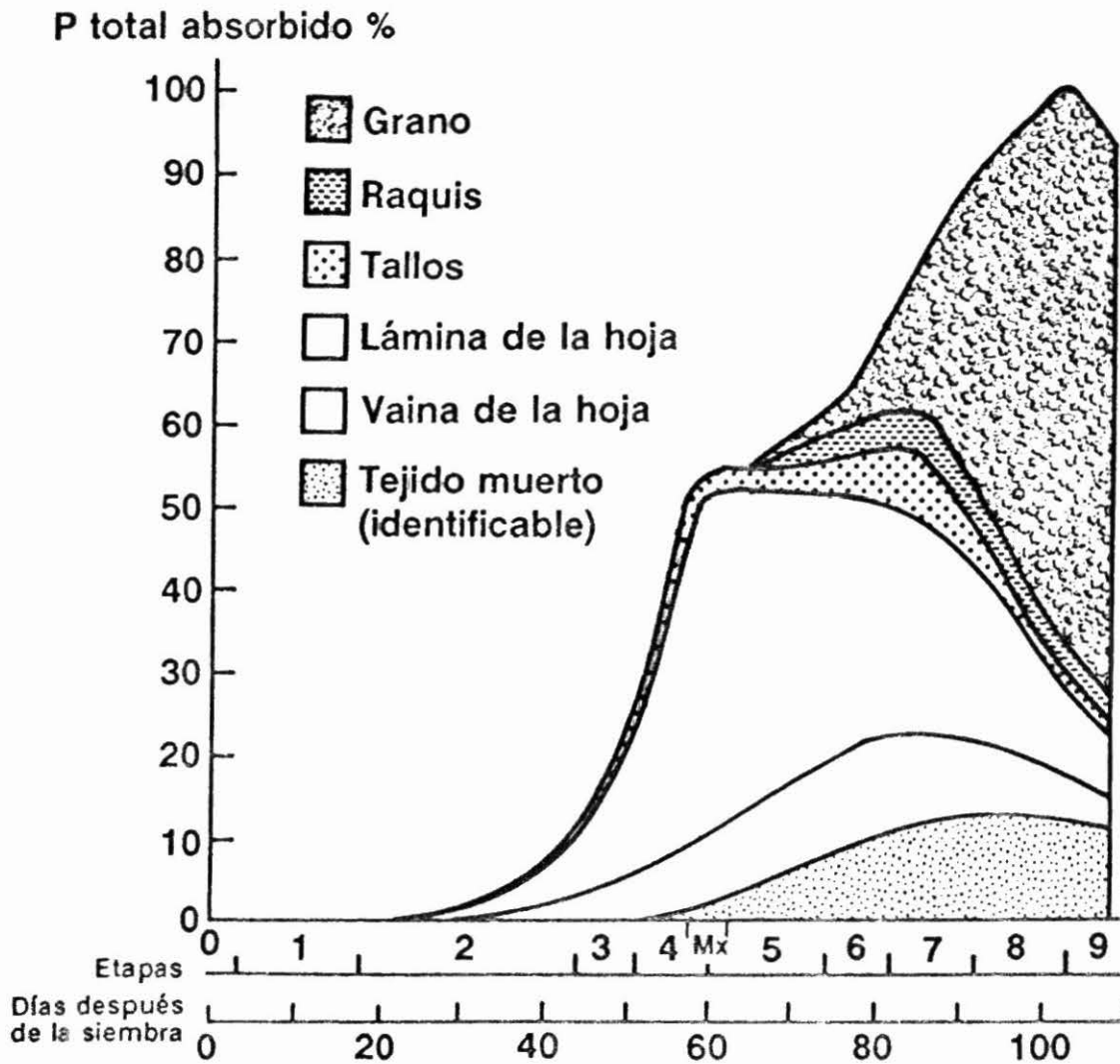
## Absorción de Ca, Mg y S por la planta de arroz (Perdómo et al., 1982)



## Distribución del N en una planta de arroz de la variedad IR-36 a través de las etapas de desarrollo (Fernández et al., 1978)

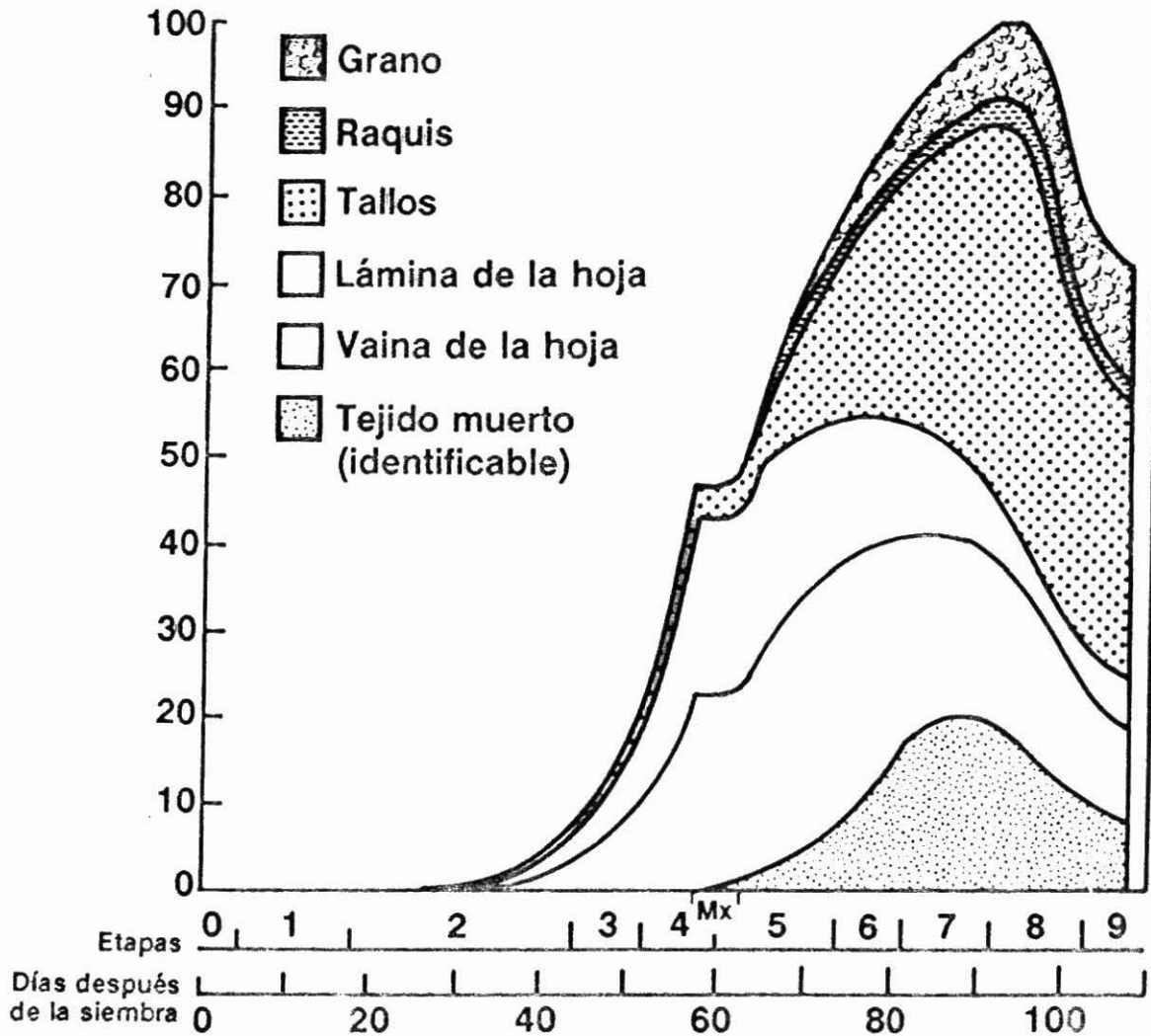


## Distribución del P en una planta de arroz de la variedad IR-36 a través de las etapas de desarrollo (Fernández et al., 1978)



## Distribución del K en una planta de arroz de la variedad IR-36 a través de las etapas de desarrollo (Fernández et al., 1978)

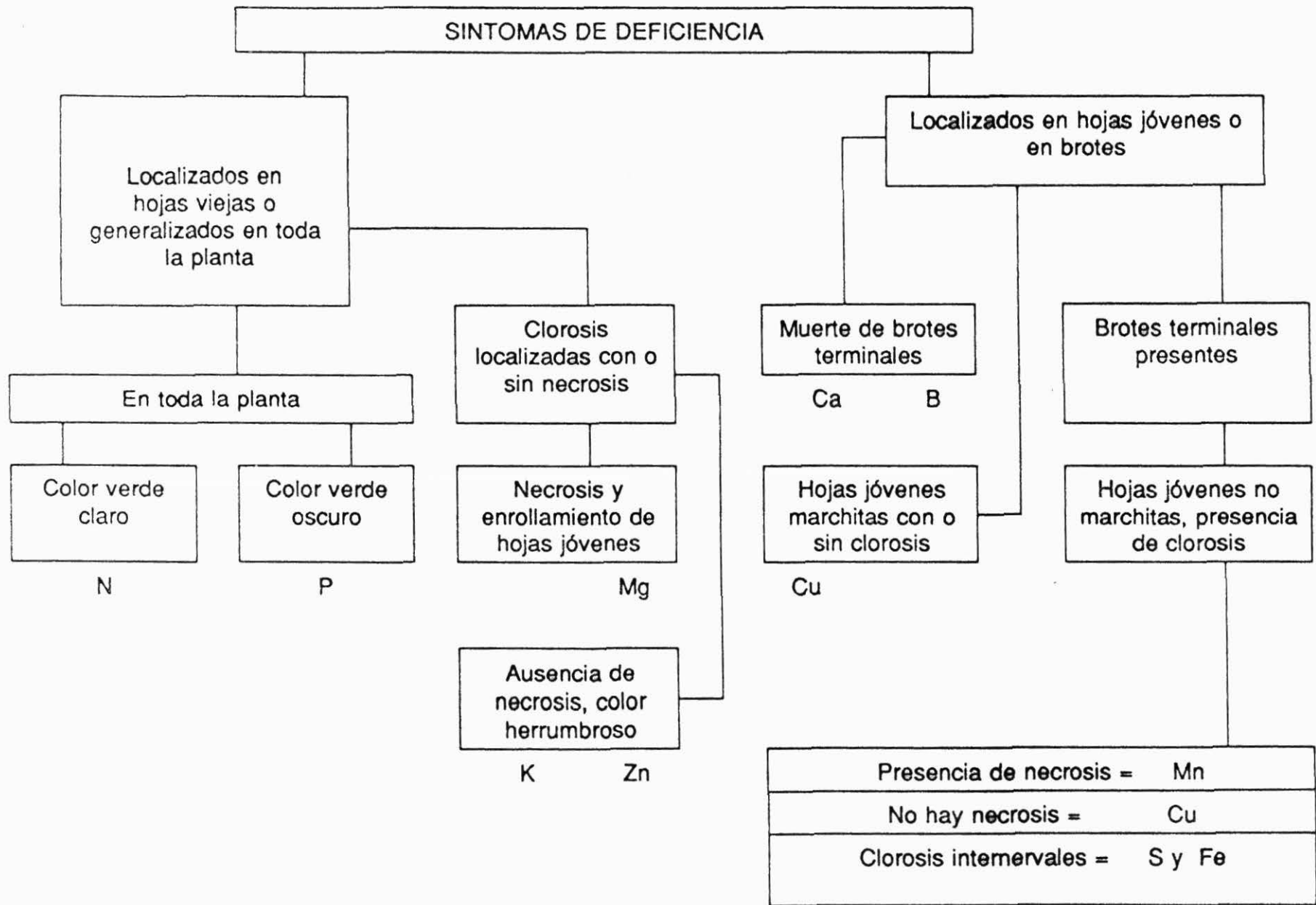
K total absorbido %



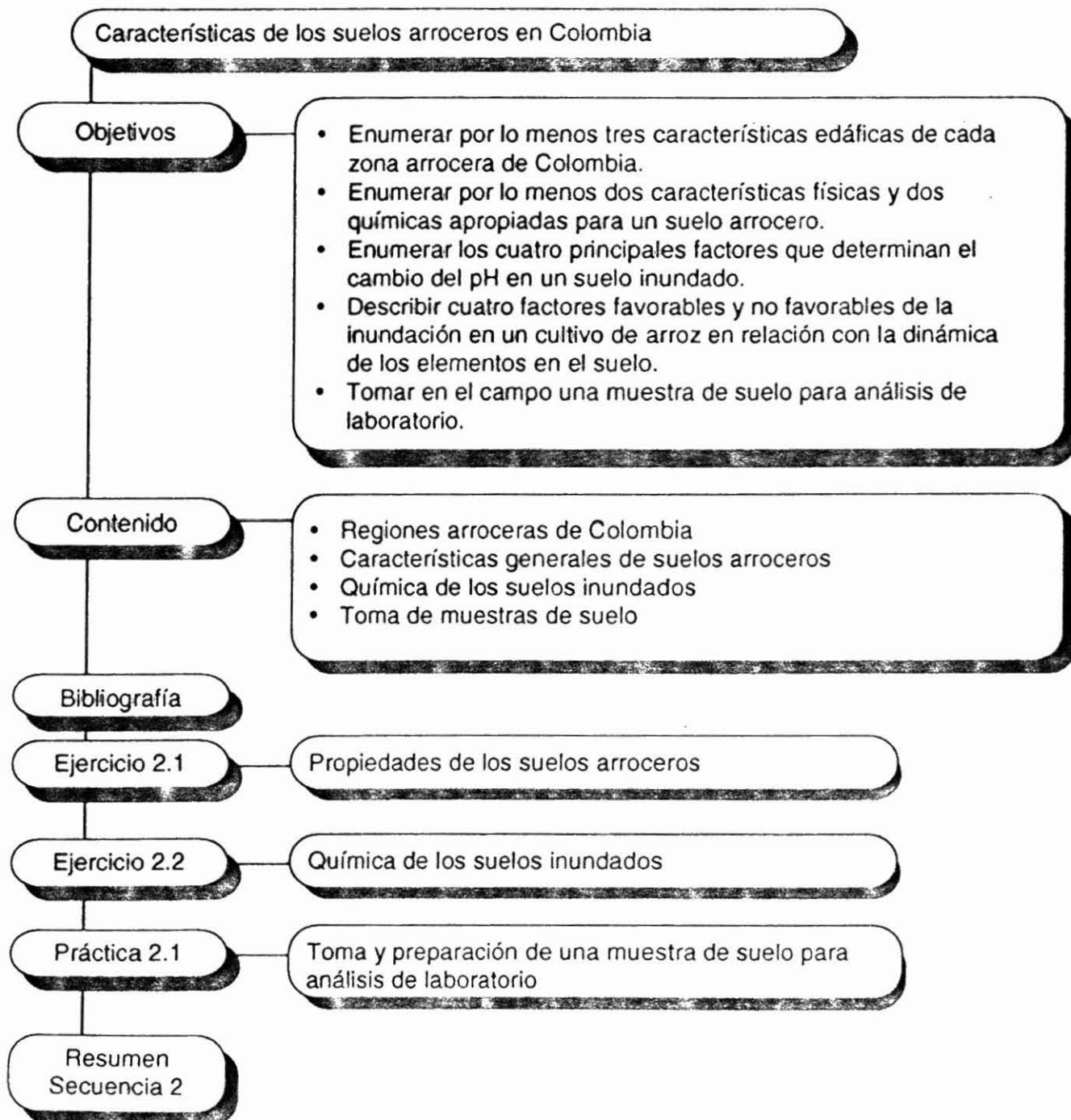
## Nutrientes removidos del suelo por el arroz para producir 5 t/ha de grano

Nutriente	Variedad	
	IR-8 (kg)	CICA 8 (kg)
N	94	135
P	26	18
K	177	75
Ca	16	40
Mg	19	15
S	9	11
Si	510	316

Fuente: Arroz: Investigación y producción. CIAT, 1985.

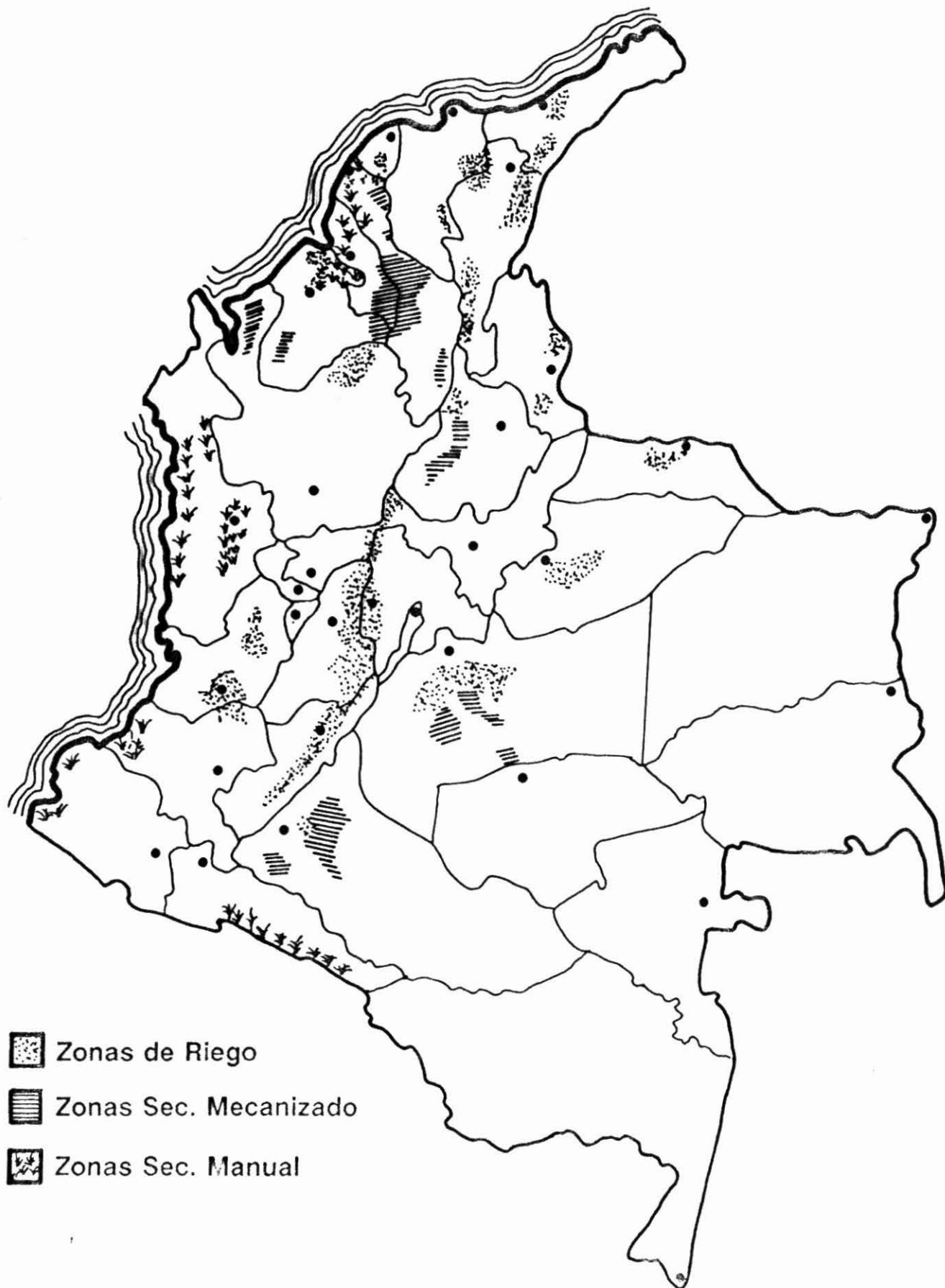


## Flujograma Secuencia 2





# Zonas Arroceras en Colombia



**TABLA DE DISTRIBUCION PORCENTUAL  
DE pH, P, K y Ca/Mg**

Departamentos	pH			P			K			Ca/Mg		
	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A
Bolívar	33	66	1	22	29	49	51	18	31	20	80	0
Cesar	18	70	12	19	22	59	77	15	8	3	46	51
Córdoba	24	75	1	58	26	16	57	20	23	13	87	0
Huila	20	74	6	36	15	49	81	9	10	0	58	42
Magdalena	14	83	3	11	16	73	85	7	8	67	0	33
Meta	89	10	1	65	22	13	93	3	4	27	30	43
N. Santander	26	68	6	33	32	35	89	11	0	17	25	58
Tolima	8	78	14	38	26	36	74	14	12	1	52	47
Valle del Cauca	25	60	15	49	15	36	55	10	35	15	77	8

# **SUELOS ARROCEROS**

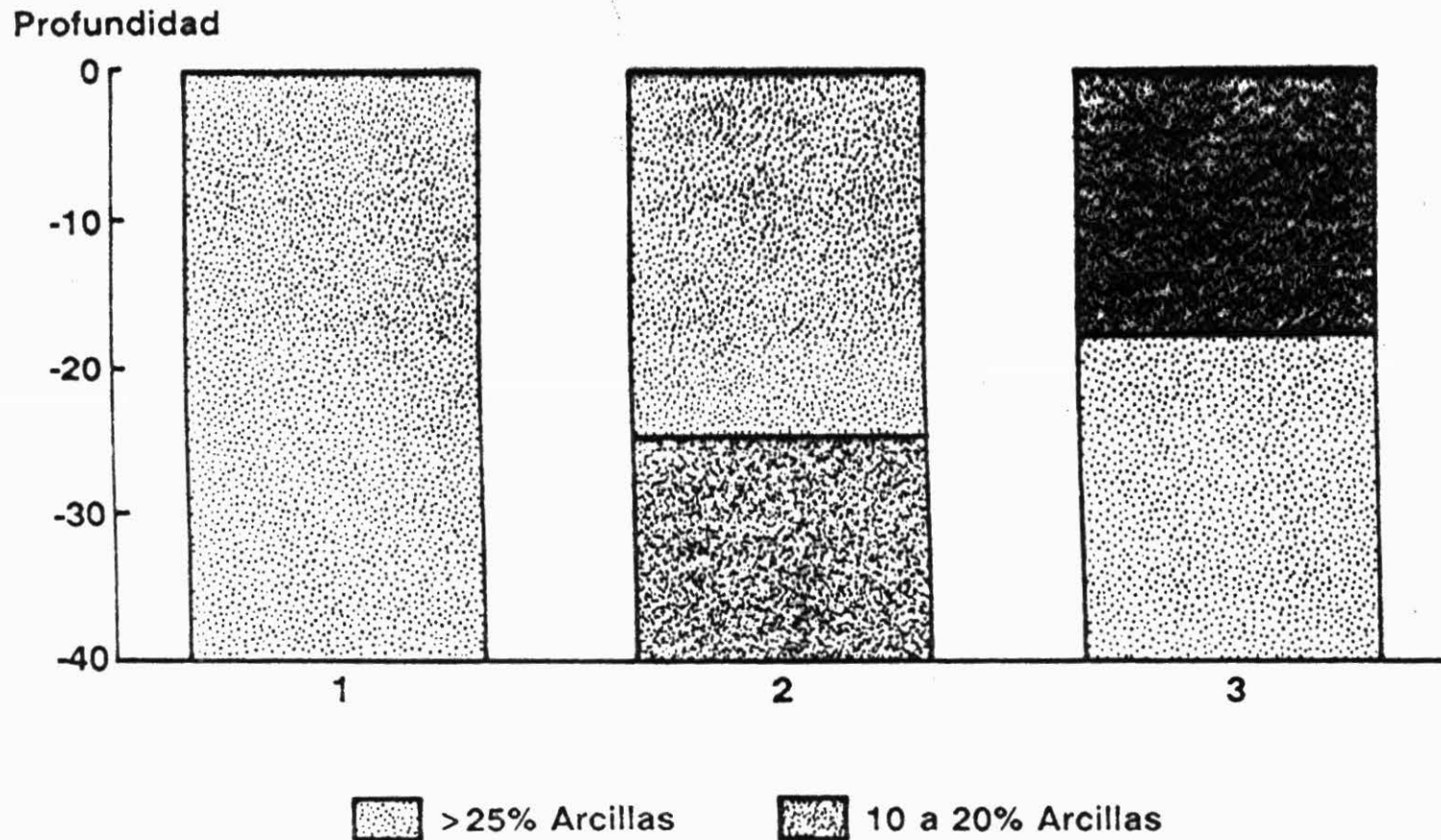
## **Características físicas**

- Alta absorción y retención de agua (textura fina).
- Baja permeabilidad (estructura fina a media, inestable).
- Compactación moderada (densidad 1,6 - 1,8 g/cc).

## **Características químicas favorables**

- Contenido bajo de aluminio, sodio y sales solubles.
- Contenido medio de materia orgánica, hierro y manganeso.
- Alta capacidad de suministro de nutrientes.

# Perfiles de Texturas para Suelos Arroceros



1 y 2: Cultivo en secano o con riego  
3: Cultivo con riego

# **QUIMICA DE SUELOS INUNDADOS**

## **Efectos primarios**

- Difusión de oxígeno
- Producción de gases
- Capas oxidada y reducida

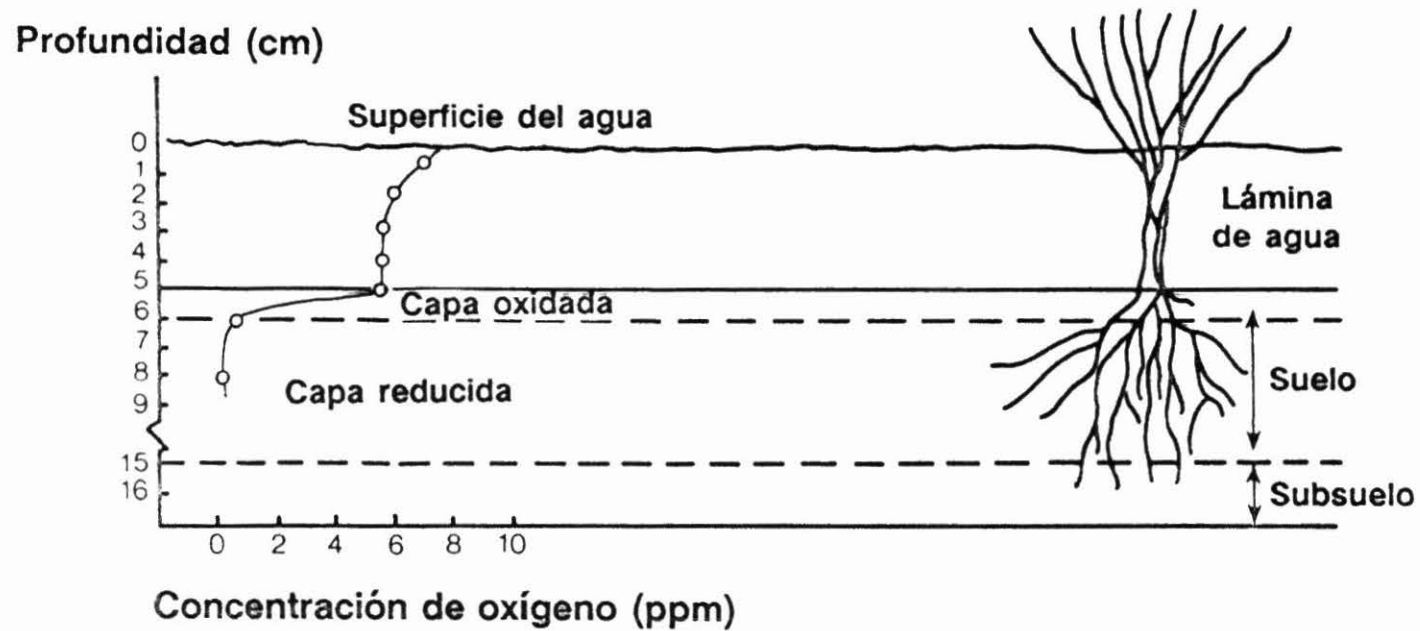
## **Cambios fisicoquímicos**

- Variación del pH
- Disminución del potencial redox
- Aumento en la conductividad eléctrica

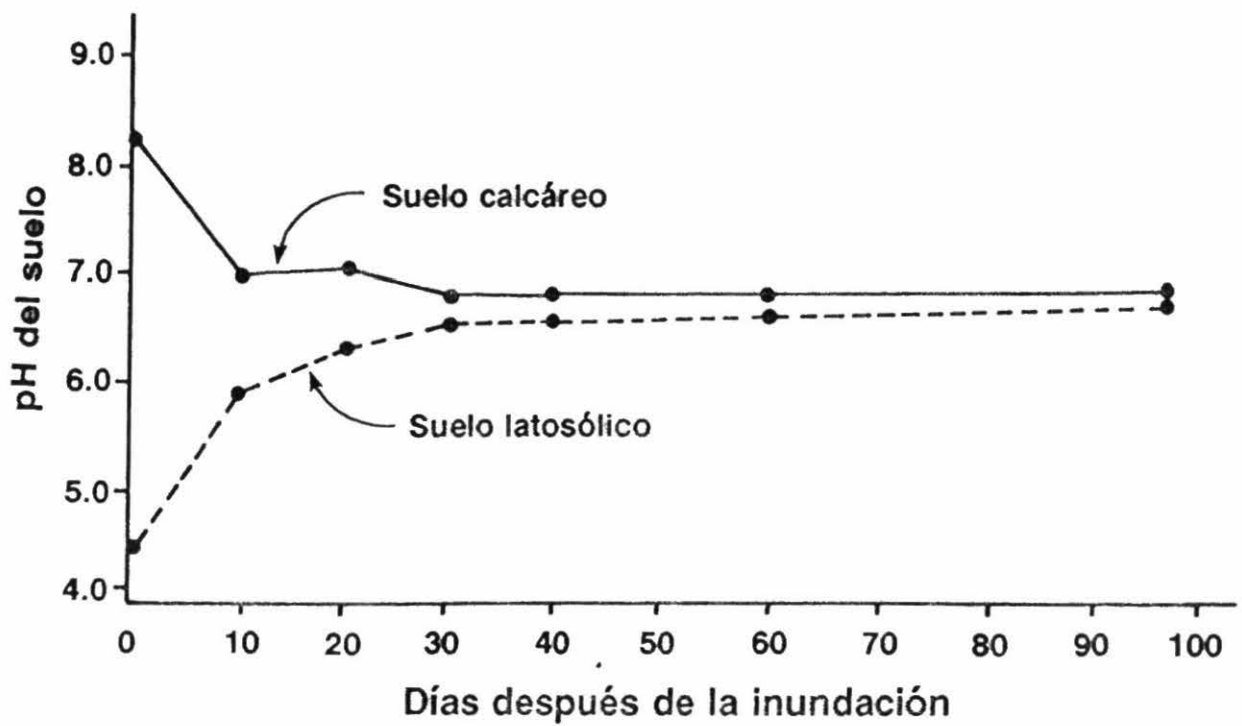
## **Cambios químicos**

- Transformaciones del nitrógeno
- Transformaciones del hierro y manganeso
- Incremento de la solubilidad del fosforo

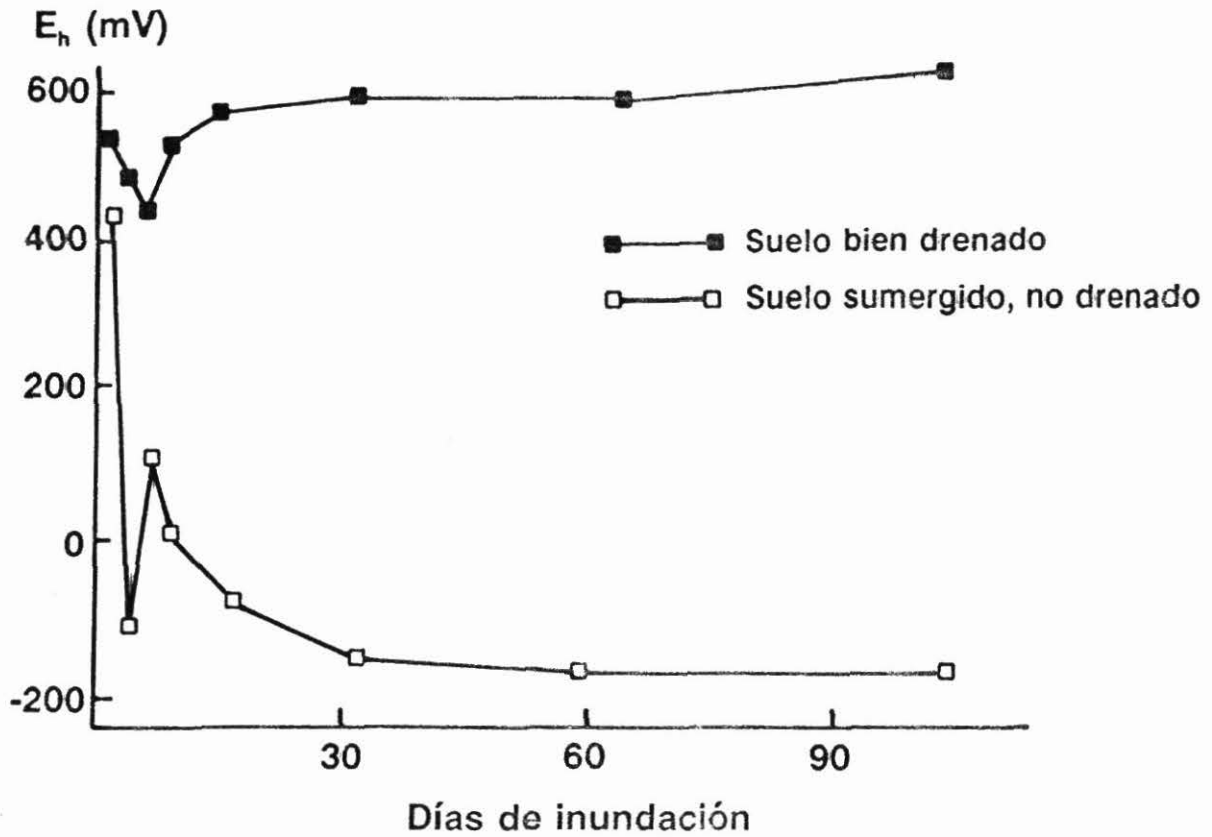
## Concentración de oxígeno en las capas oxidadas y reducida de un suelo inundado



## Cambios del pH de dos suelos bajo inundación constante



**Cambios con el tiempo del potencial redox de un suelo bien drenado y de otro inundado (Ponnamperuma, F.M., 1985)**

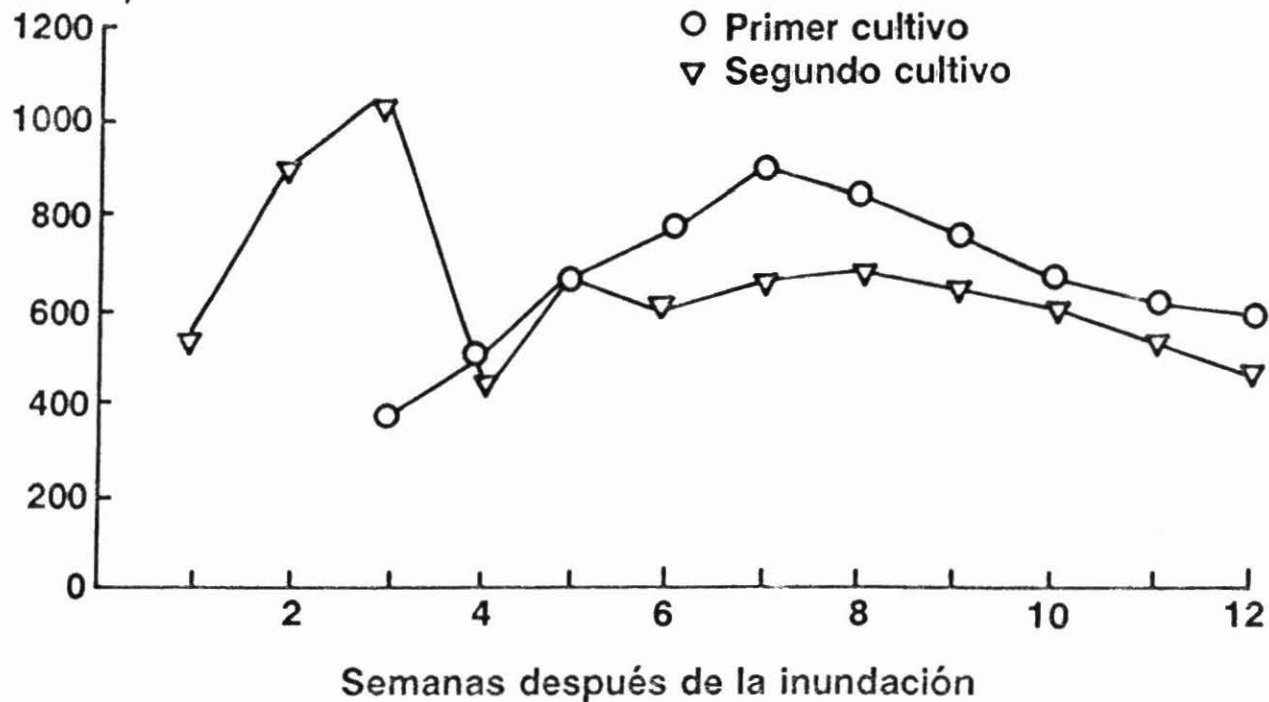




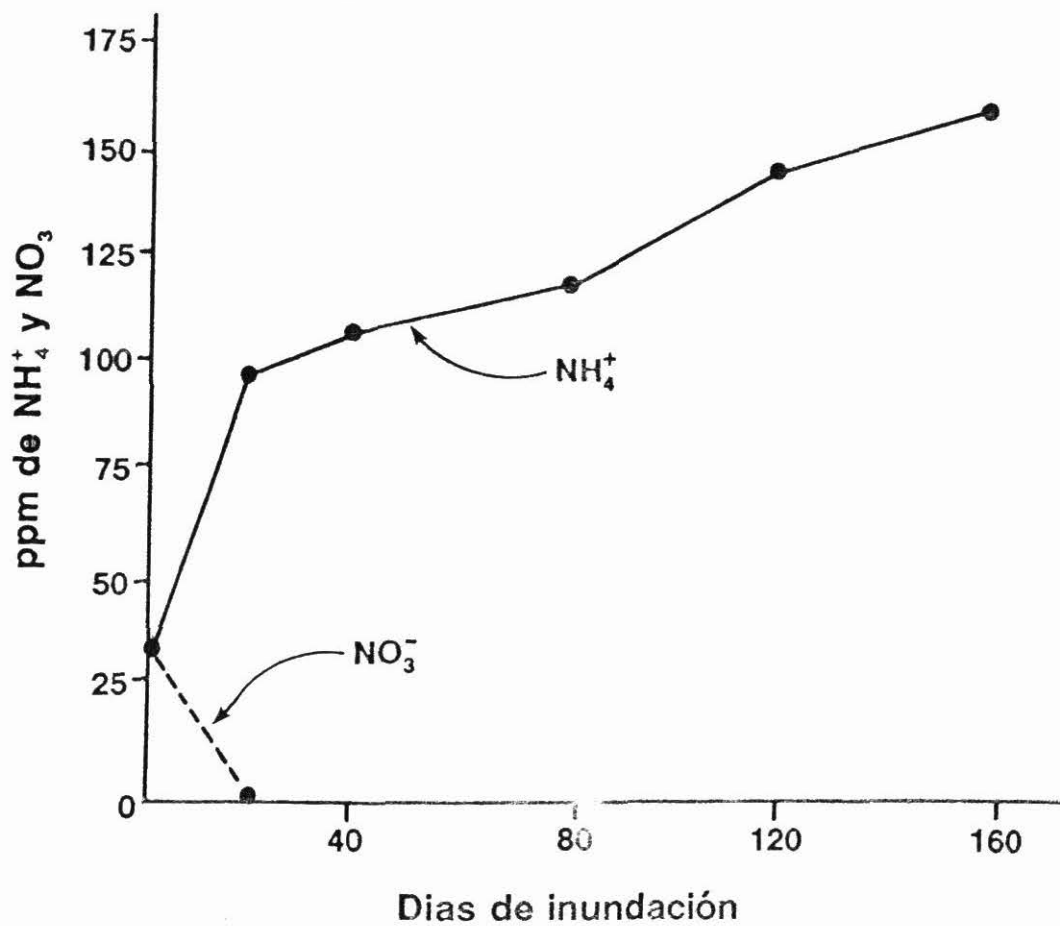
## Cambios en la conductividad eléctrica de un suelo después de ser inundado en dos semestres de cultivo

Conductividad en la solución

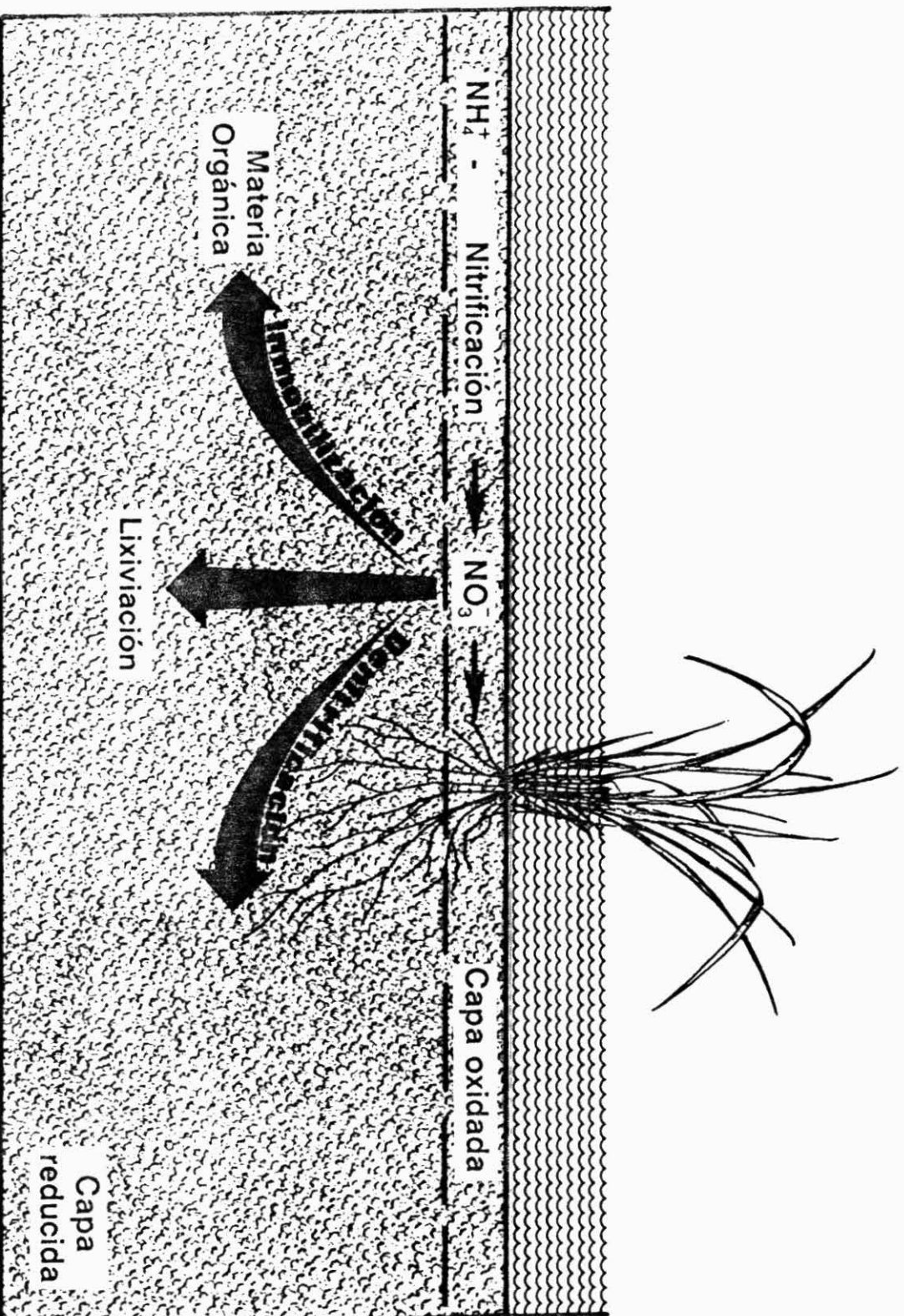
Mhos/cm<sup>2</sup>

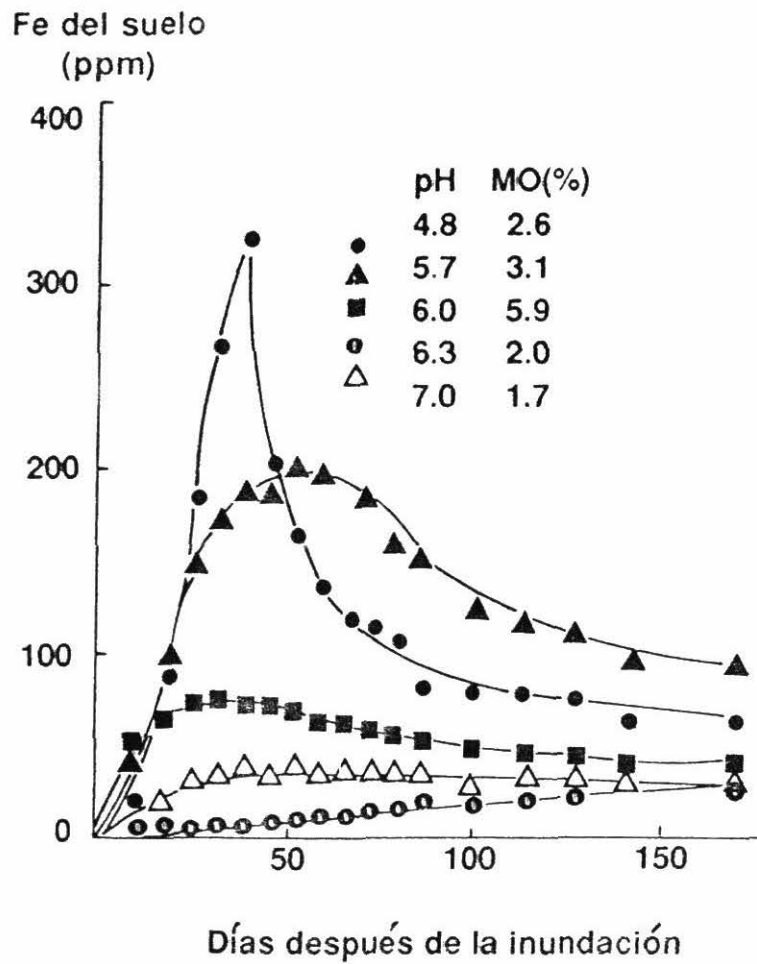


**Efecto de la inundación constante sobre la  
concentración de los iones  $\text{NH}_4^+$  y  $\text{NO}_3^-$   
(Sánchez, 1972)**



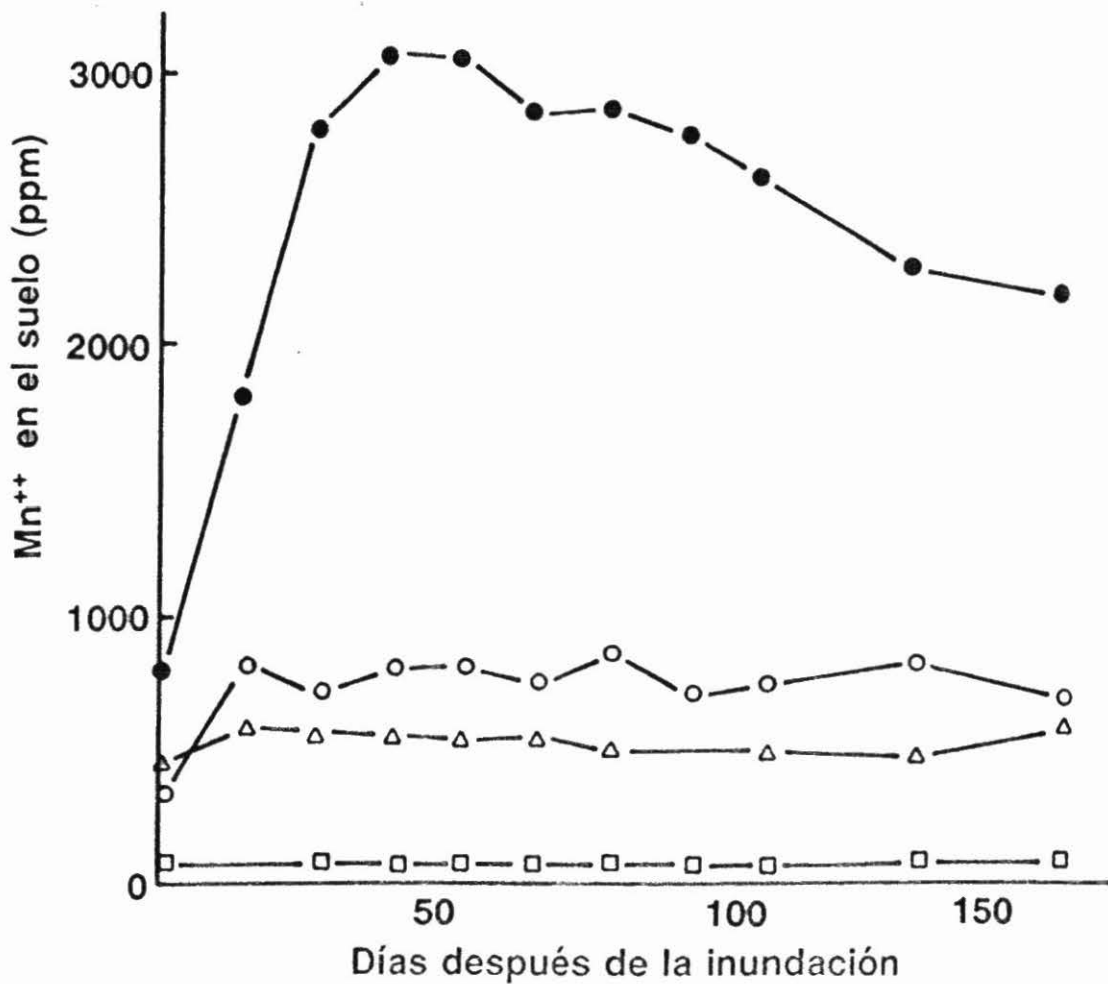
# Suelo inundado y caminos del nitrógeno



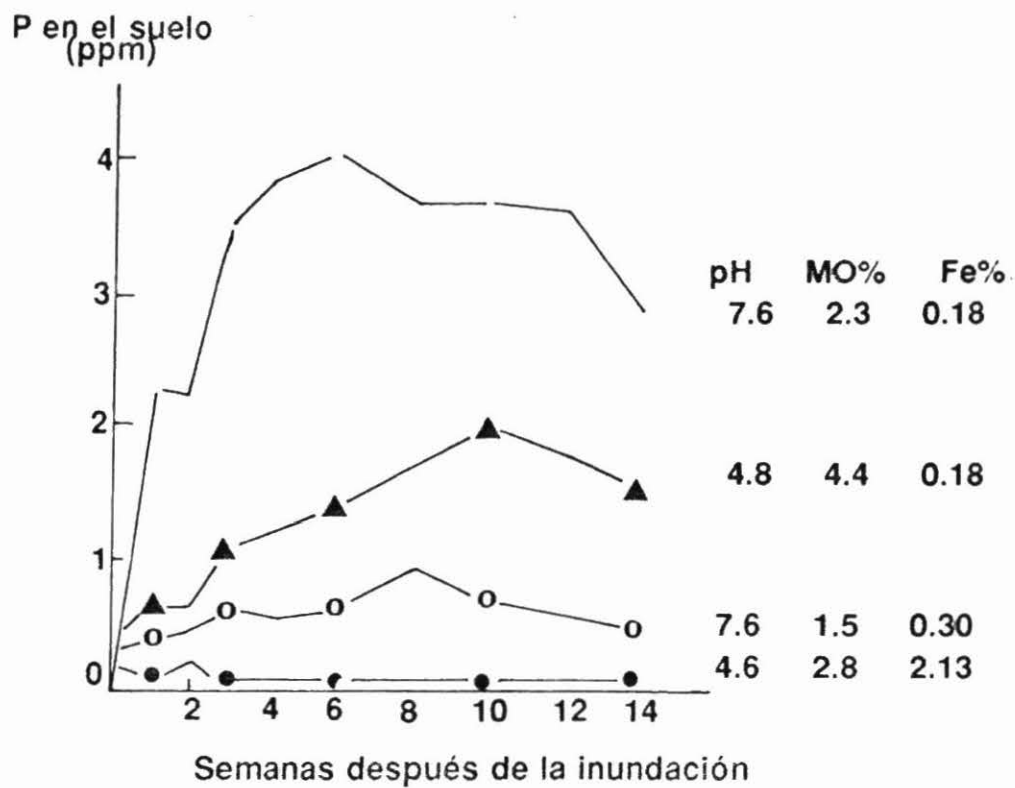


Cambios en la concentración de  $Fe^{+2}$  en la solución de varios suelos después de la inundación

Efectos de la inundación en la concentración de manganeso soluble, en varios suelos (Ponnamperuma, 1955).



Suelo	pH	MO %	Mn activo %
●	5.6	1.2	0.378
○	5.4	2.9	0.088
△	6.2	1.8	0.063
□	5.6	6.2	0.005

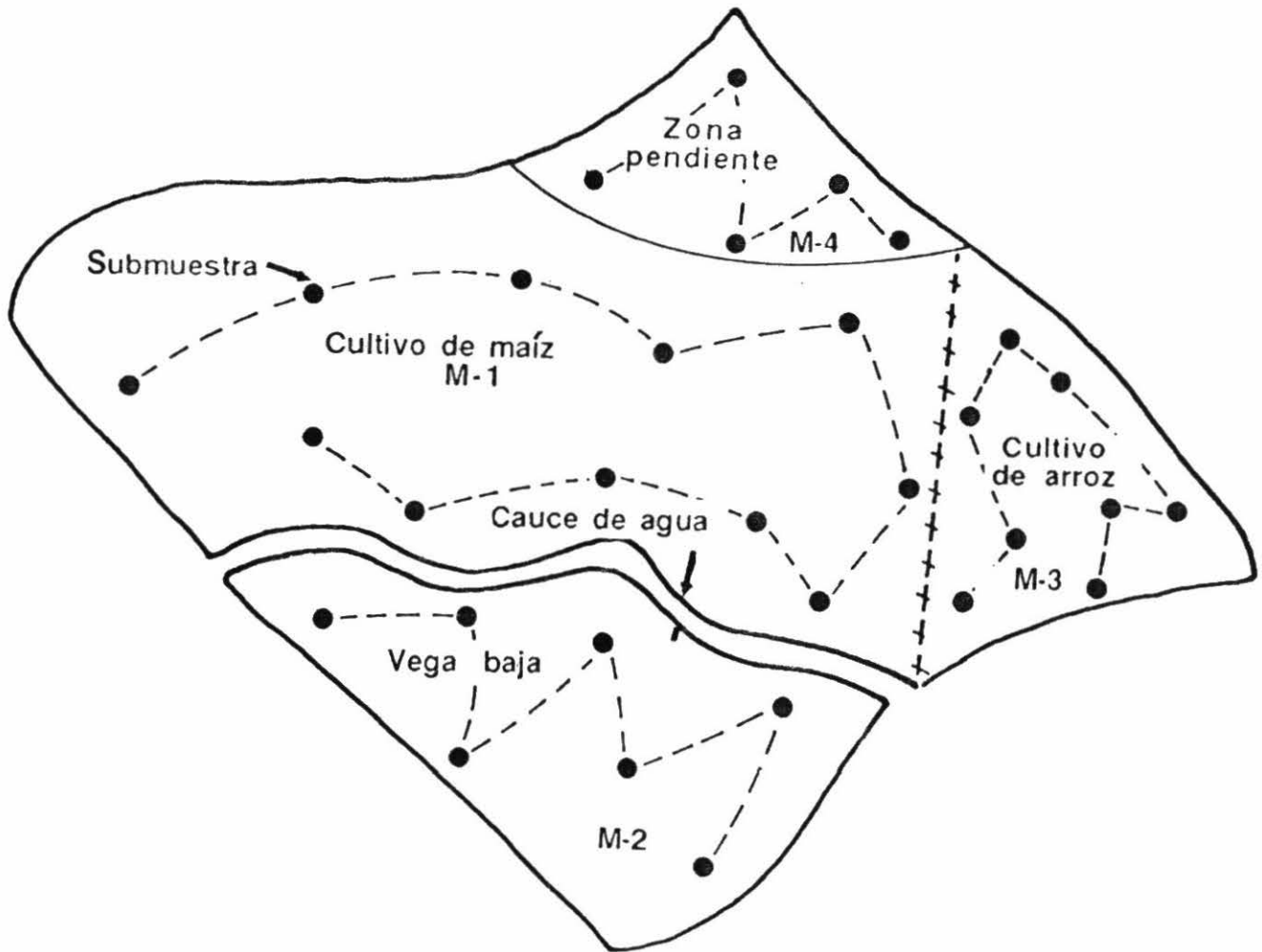


**Cambios en la concentración de P en la solución  
de varios suelos después de la inundación**

# MUESTREO DE SUELOS

## Requisitos:

1. Identificación: geográfica, finca, lote, sector, profundidad.
2. Representativa: submuestras y unidades.
3. Homogénea: suelo, terreno, profundidad, manejo y mezcla.
4. No contaminada: materiales o suelo extraño.
5. Cantidad de muestra: 0.5 - 1 kg.
6. Información técnica: uso, manejo, fertilización, rendimiento, cultivo, problemas.
7. Enviar muestra con suficiente anterioridad a la siembra.



**Ejemplo de la división de una finca en áreas y recolección de submuestras**



## Flujograma Secuencia 3

### Análisis de suelos y manejo de la fertilización en arroz

#### Objetivos

- Reconocer las ventajas del análisis de suelos como uno de los recursos fundamentales para la toma de decisiones en la fertilización del cultivo.
- Mencionar situaciones que impliquen altas pérdidas de N en cada uno de los siguientes aspectos: características del suelo, fuentes, épocas de aplicación y manejo del riego.
- Mencionar situaciones que impliquen alta fijación de P en cada uno de los siguientes aspectos: características del suelo, fuentes, sistemas de aplicación y agroecosistemas.
- Formular recomendaciones de fertilización con macronutrientes (N,P,K) para un cultivo de arroz dado (estudio de caso), precisando las dosis, fuentes, sistemas y épocas de aplicación, teniendo en cuenta los resultados del análisis de suelos, la variedad y la zona agroecológica.

#### Contenido

- Análisis de suelos
- Eficiencia en el uso de fertilizantes
- Recomendaciones de fertilización y manejo de los fertilizantes

#### Bibliografía

#### Ejercicios 3.1

Eficiencia de los fertilizantes

#### Ejercicios 3.2

Fertilización nitrogenada

#### Ejercicios 3.3

Fertilización fosfórica

#### Ejercicios 3.4

Formulación de recomendaciones de fertilización

#### Resumen Secuencia 3

# ANALISIS DE SUELOS

## Fundamentos

- Solución extractora apropiada
- Expresa capacidad de suministro de los nutrimentos
- Indica probabilidad de respuesta
- Requiere establecimiento de niveles críticos: valor límite entre alta y baja probabilidad de respuesta

## Utilidad

- Conocer elementos limitantes de la producción (déficit o exceso)
- Determinar fertilización adecuada y/o uso de correctivos
- Racionalizar el uso de fertilizantes

## Eficiencia en el uso de fertilizantes

Elemento	Eficiencia (%)	Causas principales
Nitrógeno	40 a 60	Denitrificación, volatilización, lixiviación, inmovilización y ubicación.
Fósforo	5 a 20	Insolubilización, bloqueo, retención, inmovilización, ubicación.
Potasio	30 a 50	Lixiviación, bloqueo, retención, ubicación.

# Eficiencia del nitrógeno

## Formas

- N-orgánico
- $\text{NH}^+4$
- $\text{NH}^-3$

## Manejo

- Riego inmediato o retrazado
- Aplicaciones tempranas
- Dosis altas y baja CIC
- Nitratos

## Factores respuesta

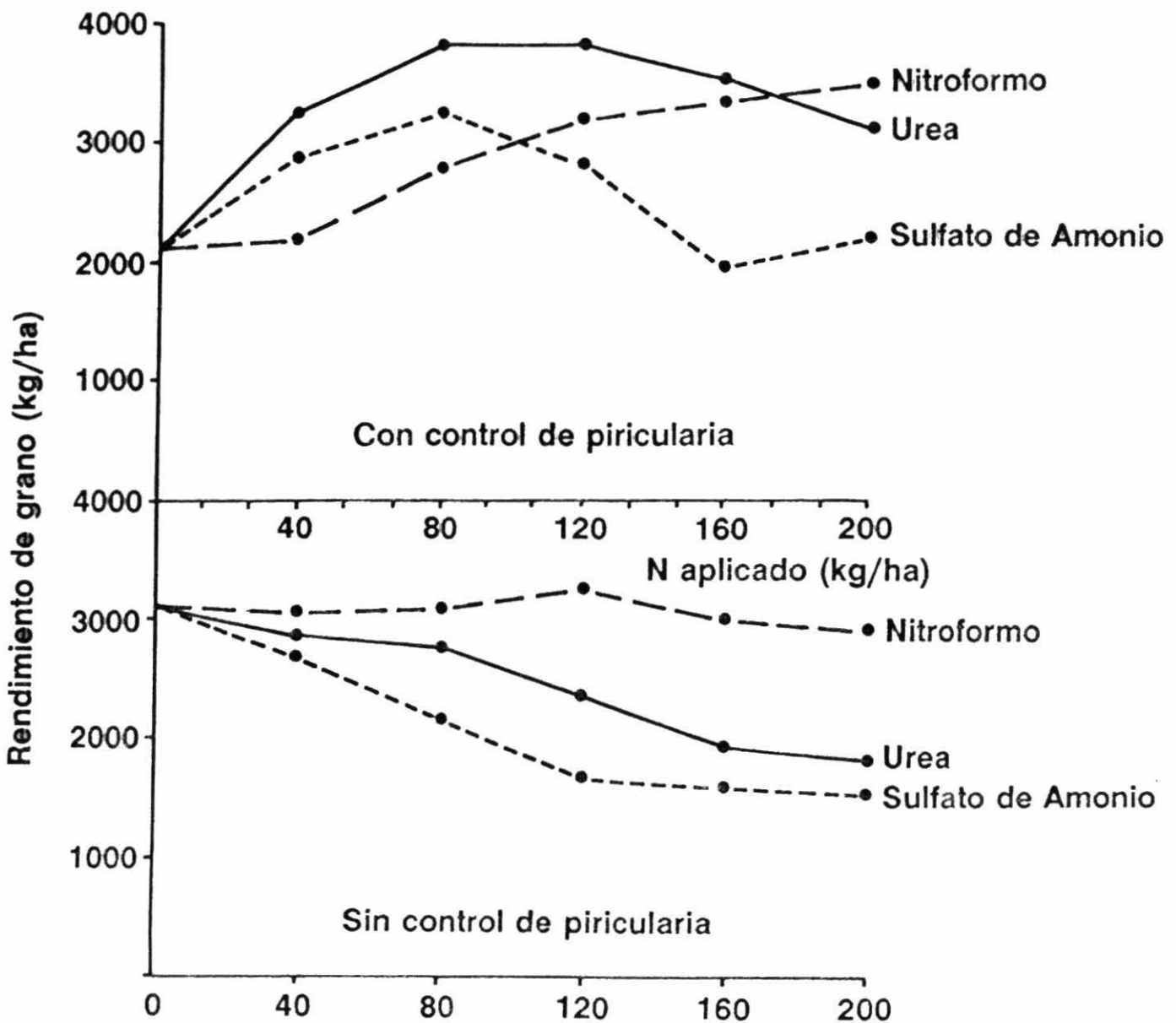
- Sustancias nocivas
- Deficiencia otros nutrimentos (P,K,Zn,Cu)
- Malezas e insectos
- Variedades
- Sistemas de cultivos (riego, seco)

## Efecto del control de malezas e insectos y de la aplicación de nitrógeno (100 kg/ha) en los rendimientos del arroz<sup>1</sup>

Práctica cultural	Rendimiento ton/ha	Diferencia con el testigo, kg/ha	
Testigo	3.3	-	-
Nitrógeno	2.9	-	377
Control de malezas	3.8	+	520
Control de insectos	3.6	+	234
N + control de malezas	4.6	+	1269
N + control de insectos	4.3	+	977
Control de malezas e insectos	3.4	+	118
N + control de malezas e insectos	5.1	+	1770

<sup>1</sup> CIAT, 1974

## Efecto de fuentes y dosis de nitrógeno sobre el rendimiento de grano de la variedad CICA 9 en condiciones de riego en suelos de los Llanos Orientales



## DOSIS MEDIAS DE NITROGENO EN ZONAS ARROCERAS

Orinoquía y Caquetá	60 - 120 kg/ha de N
Norte de Santander	100 - 150 kg/ha de N
Valle del Cauca y Costa Atlántica	100 - 180 kg/ha de N
Tolima y Huila	150 - 200 kg/ha de N

## RECOMENDACION DE NITROGENO EN ARROZ

1. **Dosis por regiones y agroecosistemas**  
**Factores:** suelo, clima, variedad, manejo, condiciones fitosanitarias
  
2. **Mayor respuesta**
  - Riego "corrido" o por "mojes"
  - Percolación alta
  - Buen manejo del cultivo
  - Baja materia orgánica
  
3. **Menor respuesta**
  - Condiciones adversas
  - Incidencia de enfermedades
  - Ocurrencia de volcamiento
  - Deficiencia de K, S, Zn, P ó Mg
  
4. **Epocas de aplicación**
  
5. **Fuentes y métodos de aplicación**



# EFICIENCIA DEL FOSFORO

## **Fijación**

Formas insolubles y adsorbidas

- Arcillas caolinita y alofana (suelos ácidos)
- Hidróxidos de Fe y Al
- Solubilidad según pH (<5.7 ó 7.0)

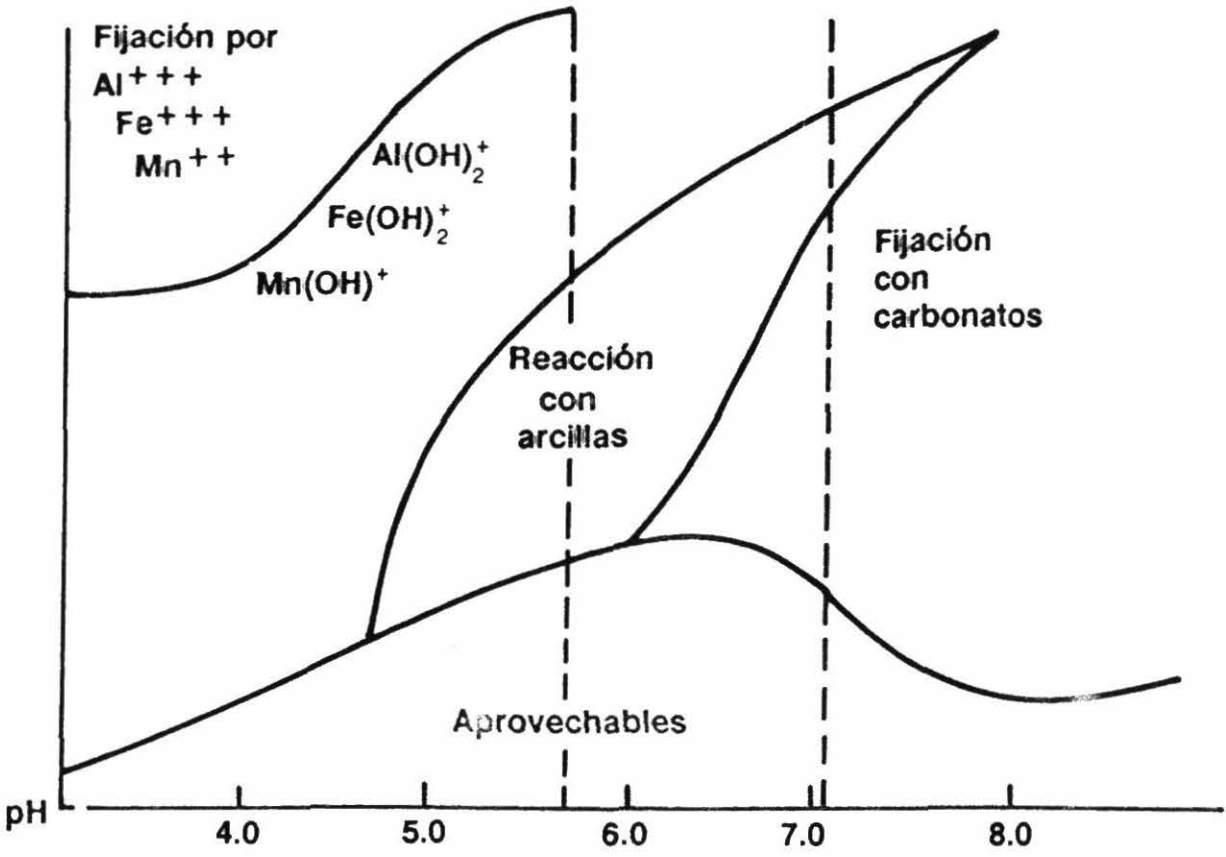
## **Sistemas de producción**

- Riego: mayor disponibilidad
- Secano: mayor fijación

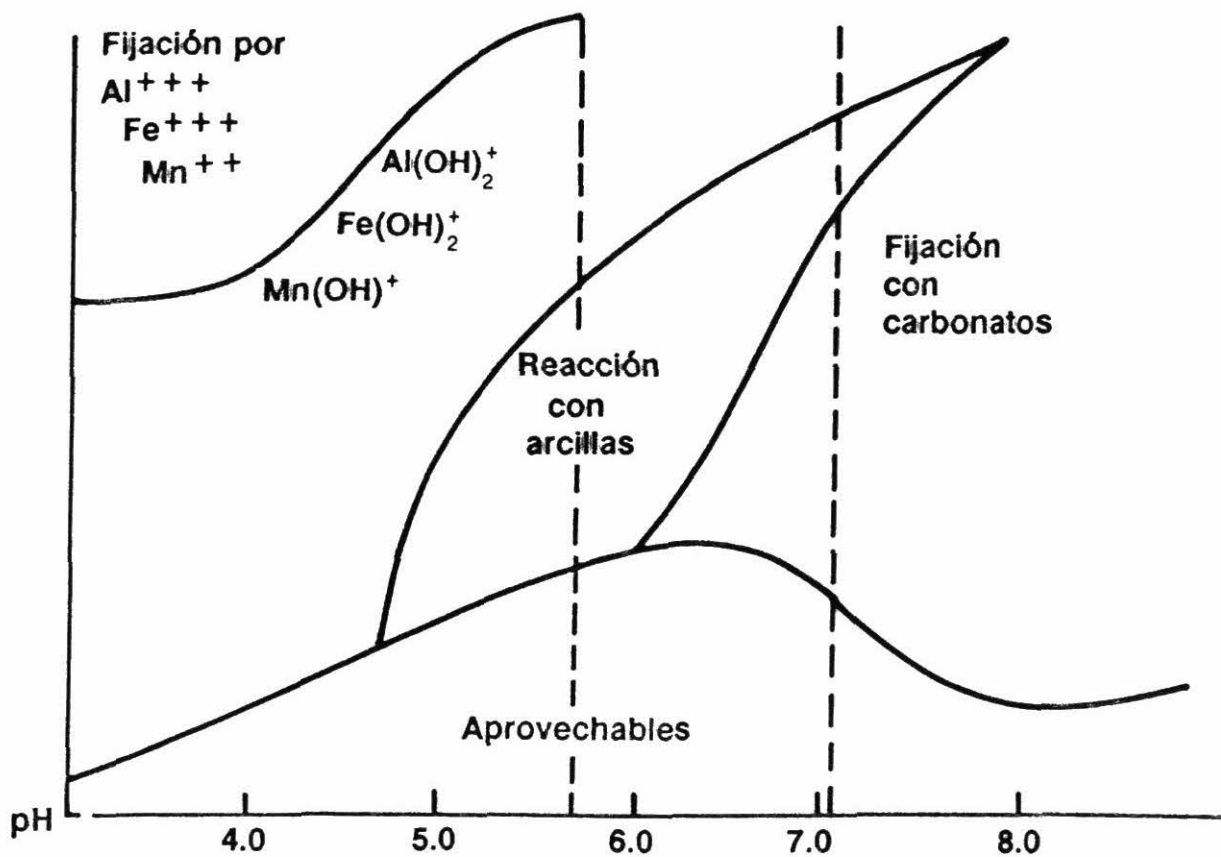
## **Manejo de la fertilización**

- Epocas y fuentes

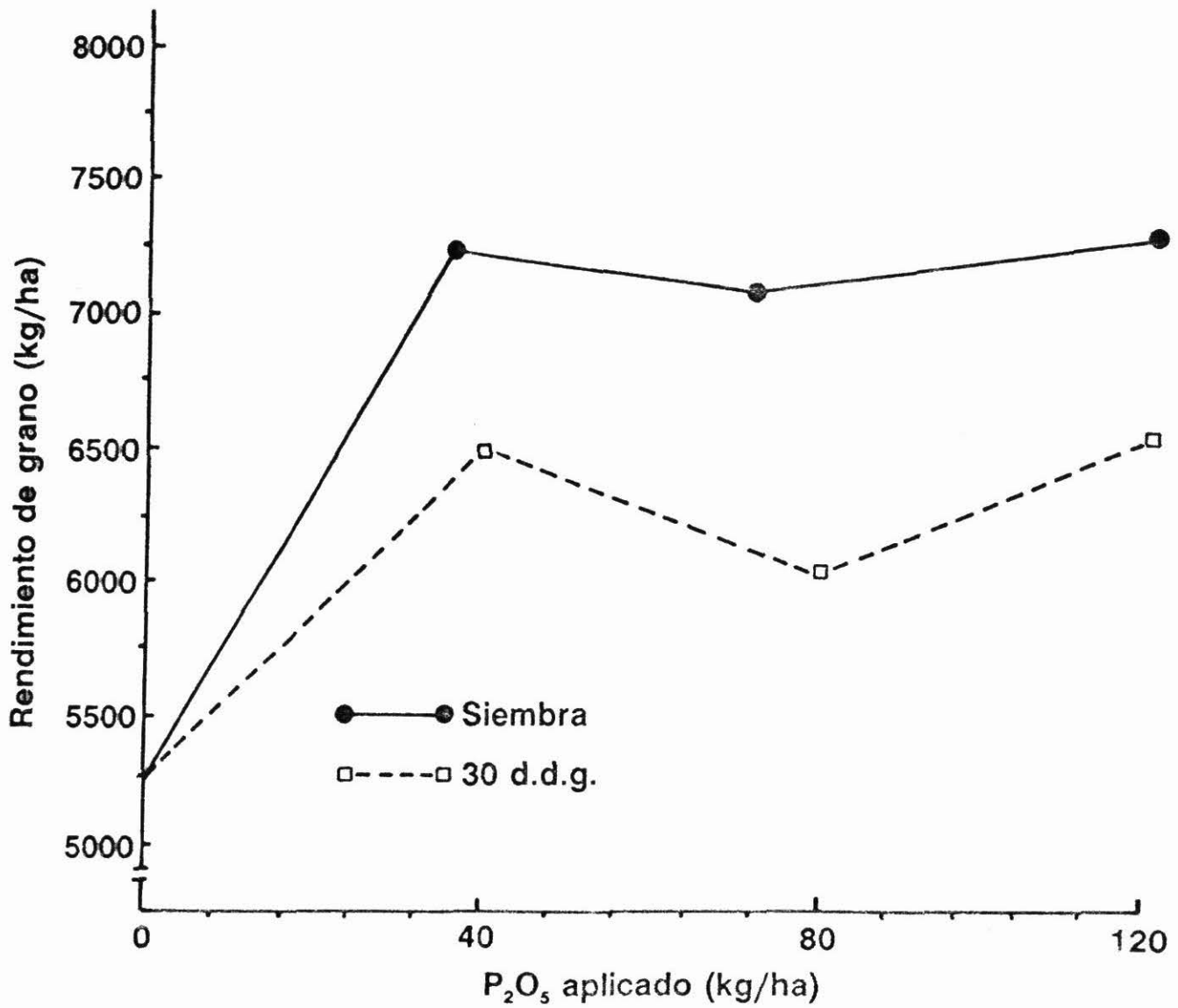
# Disponibilidad de fósforo en el suelo según su pH



## Disponibilidad de fósforo en el suelo según su pH



**Efecto de la época y dosis de aplicación de fósforo sobre el rendimiento del grano de la variedad CICA 8 en condiciones de riego en suelos de los Llanos Orientales**



# RECOMENDACIONES DE FOSFORO EN ARROZ

1. **Dosis por regiones y agroecosistemas**  
Factores: suelo, variedad, manejo, condiciones fitosanitarias.
2. **Mayor respuesta**
  - Valor menor de fósforo
  - Acidez o alcalinidad
  - Fe y Ca activos muy altos
  - Interrupción o deficit de agua
  - Materia orgánica baja
  - Fertilizantes de baja solubilidad
3. **Menor respuesta**
  - Condiciones contrarias
  - Deficiencia de N, Zn, Cu y Mg
4. **Epocas de aplicación**
5. **Fuentes y métodos de aplicación**

# EFICIENCIA DEL POTASIO

1. Fijación por arcillas 2:1
2. Bloqueo por Ca y Mg
3. Lixiviación y escorrentía
  - Baja retención
  - Alta percolación
  - Escorrentía

## **RECOMENDACIONES DE POTASIO EN ARROZ**

### **1. Dosis por regiones y agroecosistemas**

Factores: suelo, manejo, condiciones fitosanitarias.

### **2. Mayor respuesta**

- Relación  $(Ca + Mg)/K$  mayor de 50
- Valor menor de K
- Incremento en dosis de N
- Lixiviación o escorrentías altas
- Enfermedades o volcamiento
- Fe y Mn muy altos
- Interrupción o deficit de agua
- Exportación del tamo

### **3. Menor respuesta**

- Condiciónes contrarias
- Deficiencia de N, Mg, Zn, Mn y B

### **4. Epocas de aplicación**

### **5. Fuentes y métodos de aplicación**

# **RECOMENDACIONES DE CALCIO EN ARROZ**

## **1. Dosis generales aproximadas**

Factores: suelo, encalamiento.

## **2. Mayor respuesta**

- Relación Ca/Mg menor de 1
- Valor menor de Ca

## **3. Menor respuesta**

- Condiciones contrarias
- Deficiencia de K, Mg, B, Zn y P

## **4. Epocas de aplicación**

## **5. Fuentes y métodos de aplicación**



# RECOMENDACIONES DE MAGNESIO EN ARROZ

1. **Dosis generales aproximadas**  
Factores: suelo, variedad.
2. **Mayor respuesta**
  - Relación Ca/Mg > 6
  - Valor menor de Mg
  - Dosis muy altas de Ca y/o K
3. **Menor respuesta**
  - Condiciones contrarias
  - Deficiencia de K, Ca, N, Zn y P
4. **Epocas de aplicación**
5. **Fuentes y métodos de aplicación**

# **RECOMENDACIONES DE AZUFRE EN ARROZ**

## **1. Dosis generales aproximadas**

Factores: suelo.

## **2. Mayor respuesta**

- Lixiviación o escorrentía altas
- Materia orgánica baja
- Condiciones de sequía
- Dosis altas de N

## **3. Menor respuesta**

- Condiciones contrarias
- Deficiencia de N

## **4. Épocas de aplicación**

## **5. Fuentes y métodos de aplicación**

# **RECOMENDACIONES DE MENORES EN ARROZ**

## **1. Dosis generales aproximadas**

Factores: suelo, ambiente.

## **2. Mayor respuesta**

- pH mayor de 7
- Carbonatos de calcio libres
- Materia orgánica baja o muy alta (acidez)
- P, K, Ca o N muy altos
- Desequilibrio entre Fe, Mn, Zn, Cu
- Suelos gruesos lavados (Zn, B, Cu)
- Abonamiento orgánico fuerte (B, Cu, Mn)
- Condiciones de sequía (B)
- Luminosidad (Mn, B)

## **3. Epocas y sistema de aplicación**

## **4. Fuentes y métodos de aplicación**

## Efecto de la fertilización foliar en Oryzica 1 en condiciones de riego en suelos de la zona centro

Tratamiento	Dosis P.C./ha	Rendimiento (t/ha)*	
		Huila <sup>1/</sup>	Tolima <sup>2/</sup>
Wuxal	12 lt	7.3 a	5.4 a
Elkach	8 lt	7.6 a	5.7 a
Nutrimins	8 lt	7.6 a	6.1 a
Multimineral	1 lt	7.7 a	5.6 a
Zinc	1 lt	7.5 a	5.9 a
Cosmocel	8 kg	7.3 a	7.1 a
Fosfacel	45 kg	7.8 a	5.6 a
Microcoljab - 12	8 lt	7.8 a	6.3 a
Coljab - 1	8.6 kg + 12 lt	7.5 a	-
Coljab - 2	7.6 kg + 10 lt	7.6 a	-
Kelatos - 1	1.7 kg	7.3 a	6.4 a
Kelatos - 2	1.9 kg	7.4 a	5.7 a
Cosmocel + Kelatos 2	2 kg + 2.3 kg	7.6 a	6.1 a
Top - sul	6 lt	7.4 a	6.8 a
Nitrofosca	2 gl	7.4 a	6.2 a
Klip Arroz	2 gl	7.5 a	6.1 a
Elosal	6 lt	7.7 a	-
Basfoliar combi	2 kg	7.6 a	-
Testigo	0	7.6 a	7.0 a

\* Promedios con letras iguales no son significativamente diferentes según D.M.R.T.

<sup>1/</sup> Campo alegre

<sup>2/</sup> Espinal

Fuente: FEDEARROZ. Informe anual 1988-1989

## EVALUACION FINAL DE CONOCIMIENTOS

### INFORMACION DE RETORNO

1. N - a                      P - e                      K - f  
Mg - b                      Zn - d                      B - c

2. a. Potasio  
b. Nitrógeno  
c. Fósforo

3. a. V                      b. F                      c. V

4. 1                      2                      5

5. a. El pH inicial del suelo  
b. La cantidad de naturaleza de los compuestos oxidados del suelo  
c. La cantidad y clase de materia orgánica  
d. La temperatura

6. 1. F                      2. V                      3. F  
4. F                      5. V

7. 1. V                      2. F                      3. F  
4. F                      5. V

8. No, porque falta la información del análisis de suelo

9. a. Por pendiente  
b. Por textura  
c. Por cultivo  
d. Por manejo

10. a. Fertilizante a base de nitratos

11. a. Bajo seco  
b. Suelo ácido  
c. Soluble  
d. Diques en contorno  
e. Al voleo