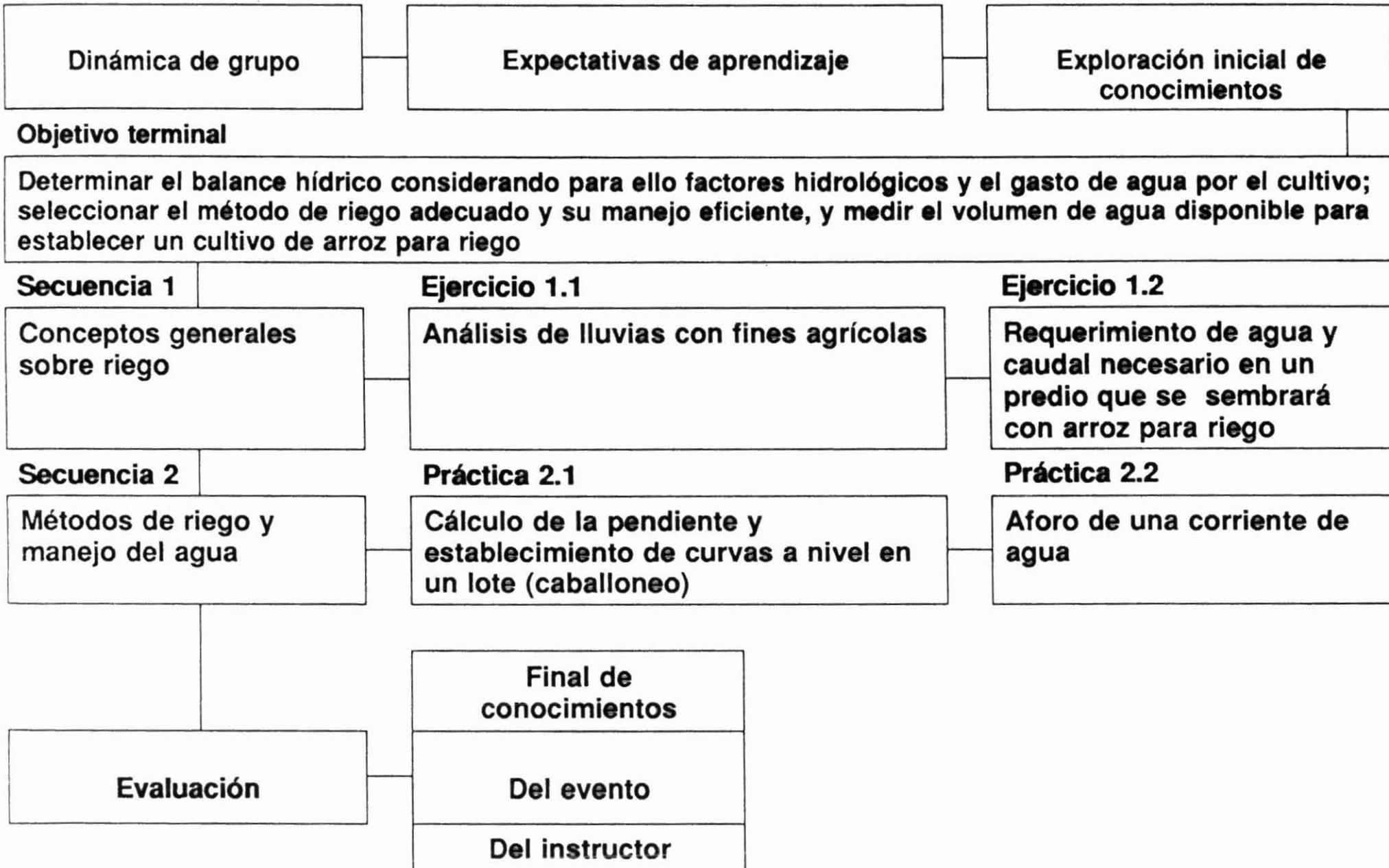


FLUJOGRAMA PARA EL ESTUDIO DE ESTA UNIDAD



OBJETIVO TERMINAL

Determinar el balance hídrico considerando para ello factores hidrológicos y el gasto de agua por el cultivo; seleccionar el método de riego adecuado y su manejo eficiente, y medir el volumen de agua disponible para establecer un cultivo de arroz para riego.

EXPLORACION INICIAL DE CONOCIMIENTOS

INFORMACION DE RETORNO

| Pregunta No. | Respuesta |
|--------------|--|
| 1 | d. Presión de vapor |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> - Escorrentía - Percolación profunda - Infiltración lateral - Pérdidas por conducción - Evapotranspiración |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> - Precipitación - Riego - Almacenamiento - Evapotranspiración - Excesos |
| 4 | <ul style="list-style-type: none"> - Lámina almacenada - Lámina de llenado - Lámina de embalse |
| 5 | <ul style="list-style-type: none"> - Topografía plana - Suelos de textura fina - Profundidad del suelo - Bajo a moderado contenido de Fe - Calidad del agua |
| 6 | <ul style="list-style-type: none"> - Correntómetro - Flotadores - Canaletas - Vertederos - Orificios - Químico - Radioactivo |

SECUENCIA 1

CONCEPTOS GENERALES SOBRE RIEGO

Objetivos

- Calcular, a partir de una serie de datos pluviométricos, la probabilidad de ocurrencia de lluvias durante el período de desarrollo del cultivo.
- Estimar los componentes del gasto de agua en un cultivo de arroz, teniendo en cuenta las características físicas del suelo y el manejo del agua.
- Calcular en el estudio de un caso, el requerimiento de agua y el caudal necesario en un predio donde se establecerá un cultivo de arroz para riego.

Contenido

- 1.1 Definición
- 1.2 Parámetros hidrodinámicos usados en riego
- 1.3 Hidrología
- 1.4 Gasto de agua
- 1.5 Balance hídrico
- 1.6 Cálculo de la lámina de riego

Bibliografía

Ejercicios

- 1.1 Análisis de lluvias con fines agrícolas
- 1.2 Requerimiento de agua y caudal necesario en un predio que se sembrará con arroz para riego.

Resumen Secuencia 1

Parámetros hidrodinámicos usados en riego

- **Textura**
- **Estructura**
- **Densidad**
- **Humedad de los suelos**
- **Agua disponible para las plantas**
- **Patrón de extracción de humedad del suelo**
- **Infiltración**
- **Conductividad hidráulica**

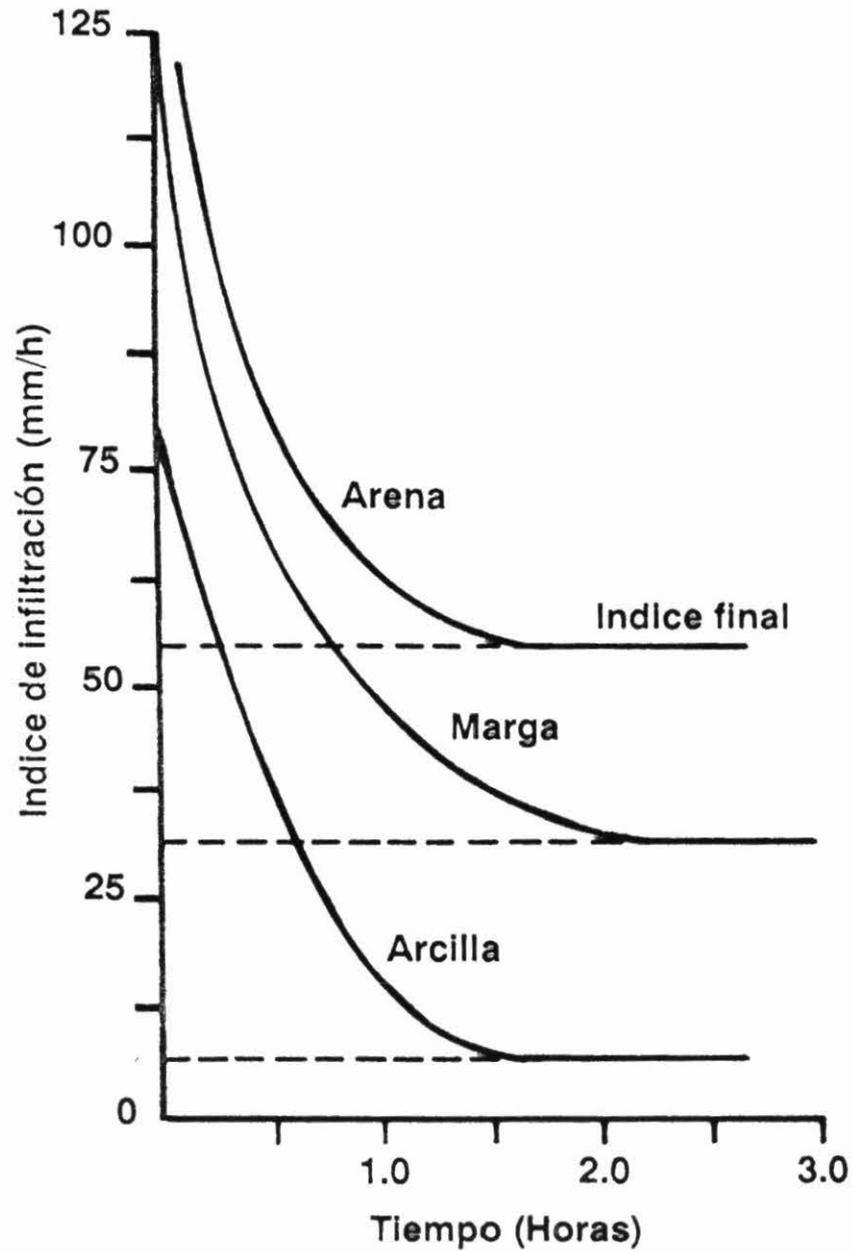
CLASIFICACION DE TEXTURAS

| U.S.D.A. | | Sistema internacional | |
|------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| Fracción | Diámetro efectivo de partículas (mm) | Fracción | Diámetro efectivo de partículas (mm) |
| Arena muy gruesa | 2 - 1 | Arena gruesa | 2 - 0.2 |
| Arena gruesa | 1 - 0.5 | Arena fina | 0.2 - 0.02 |
| Arena mediana | 0.5 - 0.25 | Limo | 0.02 - 0.002 |
| Arena fina | 0.25 - 0.1 | Arcilla | < 0.002 |
| Arena muy fina | 0.1 - 0.05 | | |
| Limo | 0.05 - 0.002 | | |
| Arcilla | < 0.002 | | |

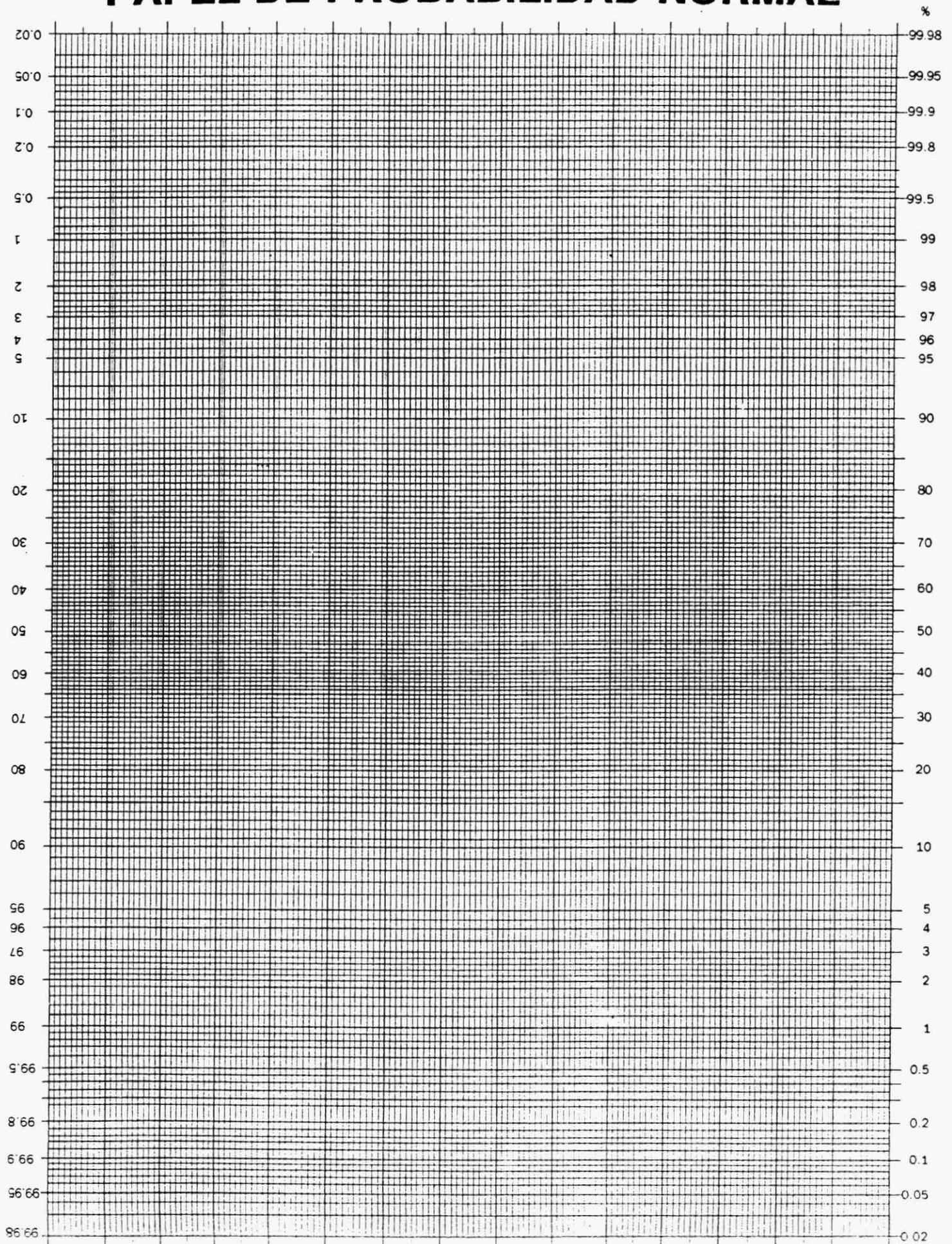
AGUA DISPONIBLE PARA DIFERENTES TIPOS DE SUELO

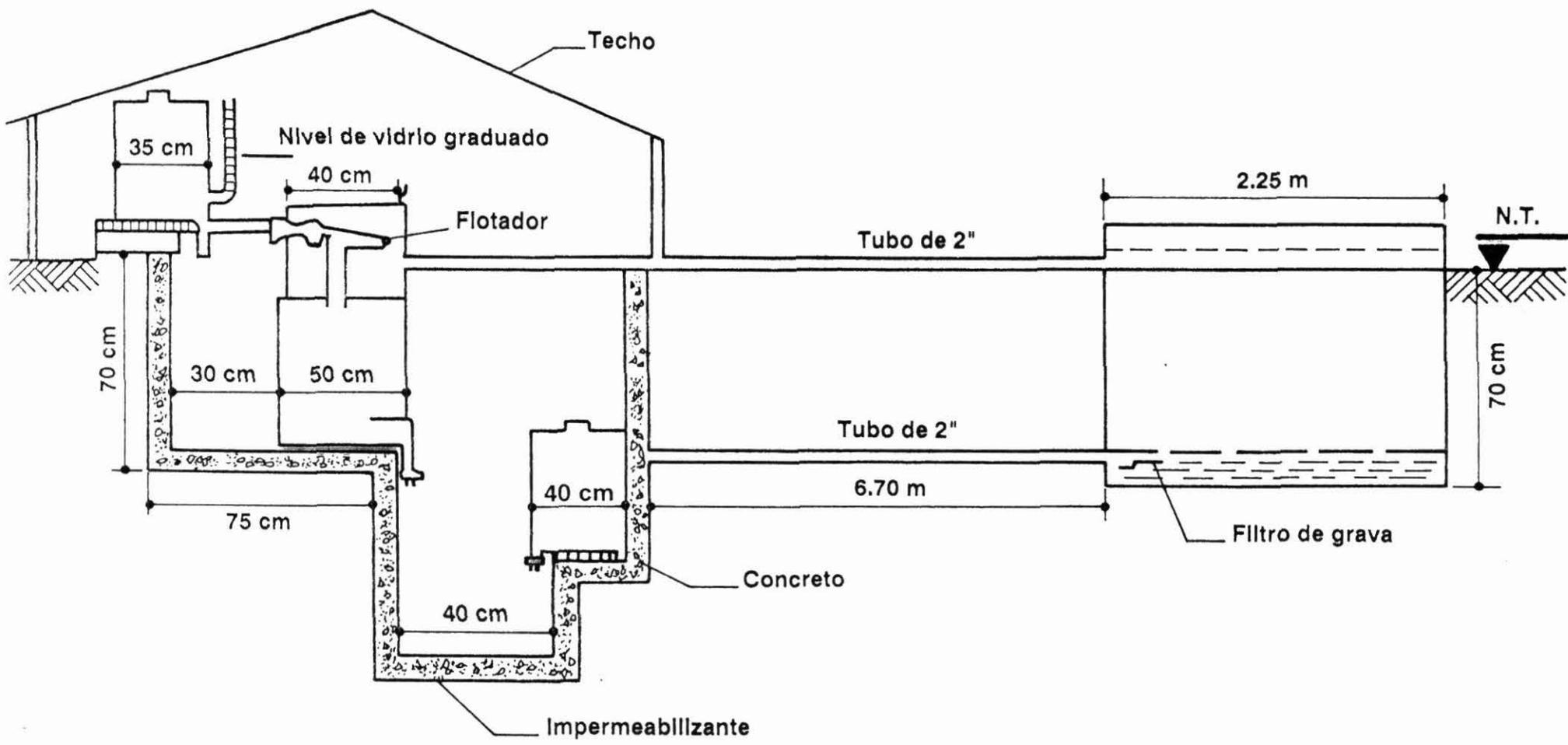
| Contenido de humedad (porcentaje por peso) | | | |
|--|--------------------|------------------------------------|------------------------|
| Tipo de suelo | Capacidad de campo | Punto de marchitamiento permanente | Agua disponible (mm/m) |
| Arcilla | 45 | 30 | 135 |
| Marga arcilla | 40 | 25 | 150 |
| Marga arenosa | 28 | 18 | 120 |
| Arena fina | 15 | 8 | 80 |
| Arena | 8 | 4 | 55 |

Curvas de infiltración de varios suelos



PAPEL DE PROBABILIDAD NORMAL





N.T. = Nivel de Tierra

Evapotranspiometro de Thornthwaite (modificado)

**REQUERIMIENTOS DE EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL
(mm/día) Y COEFICIENTE K_c, PARA
EL CULTIVO DEL ARROZ**

| Período de Crecimiento (%) | ET (mm/día) | K_c | ET (mm/día) | K_c |
|---------------------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| 01-10 | 3.75 | 0.73 | 3.86 | 0.96 |
| 11-20 | 3.92 | 0.89 | 3.33 | 0.87 |
| 21-30 | 4 | 1.05 | 2.59 | 0.77 |
| 31-40 | 9.58 | 2.25 | 2.76 | 0.77 |
| 41-50 | 8.5 | 2.08 | 2.88 | 0.95 |
| 51-60 | 7.33 | 1.47 | 3.06 | 0.92 |
| 61-70 | 9.17 | 2.21 | 4.47 | 0.98 |
| 71-80 | 6.67 | 1.25 | 3.98 | 1 |
| 81-90 | 2.92 | 0.53 | 3.54 | 1 |
| 91-100 | 1.25 | 0.32 | 3.76 | 0.93 |

LUGAR:

SALDAÑA

C.I. TURIPANA-ICA

AÑO:

1980

1983

METODO:

LISIMETRO

EVAPTRANSPIROMETRO

INVESTIGADOR:

C. VALDEZ

M. PALACIOS

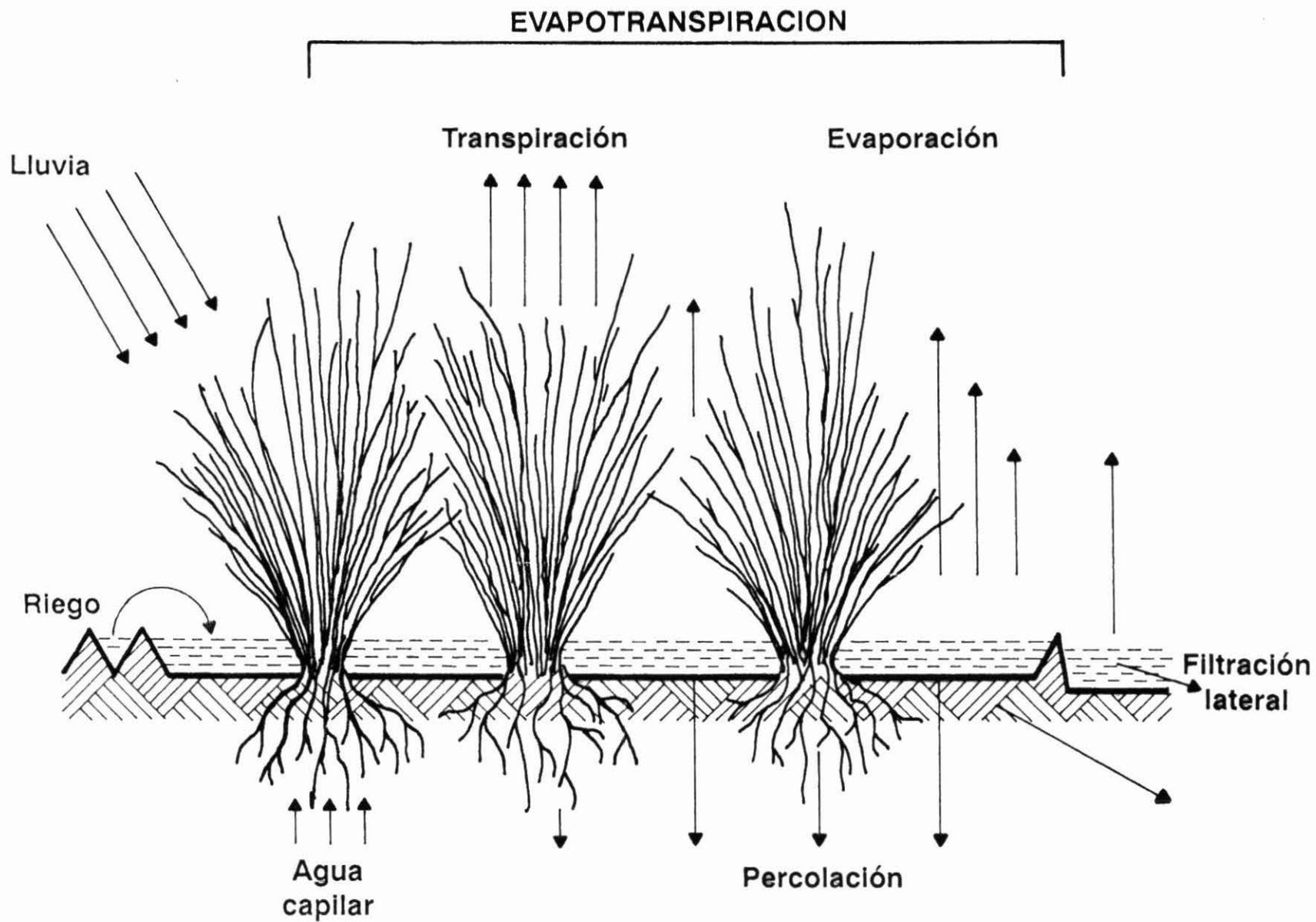
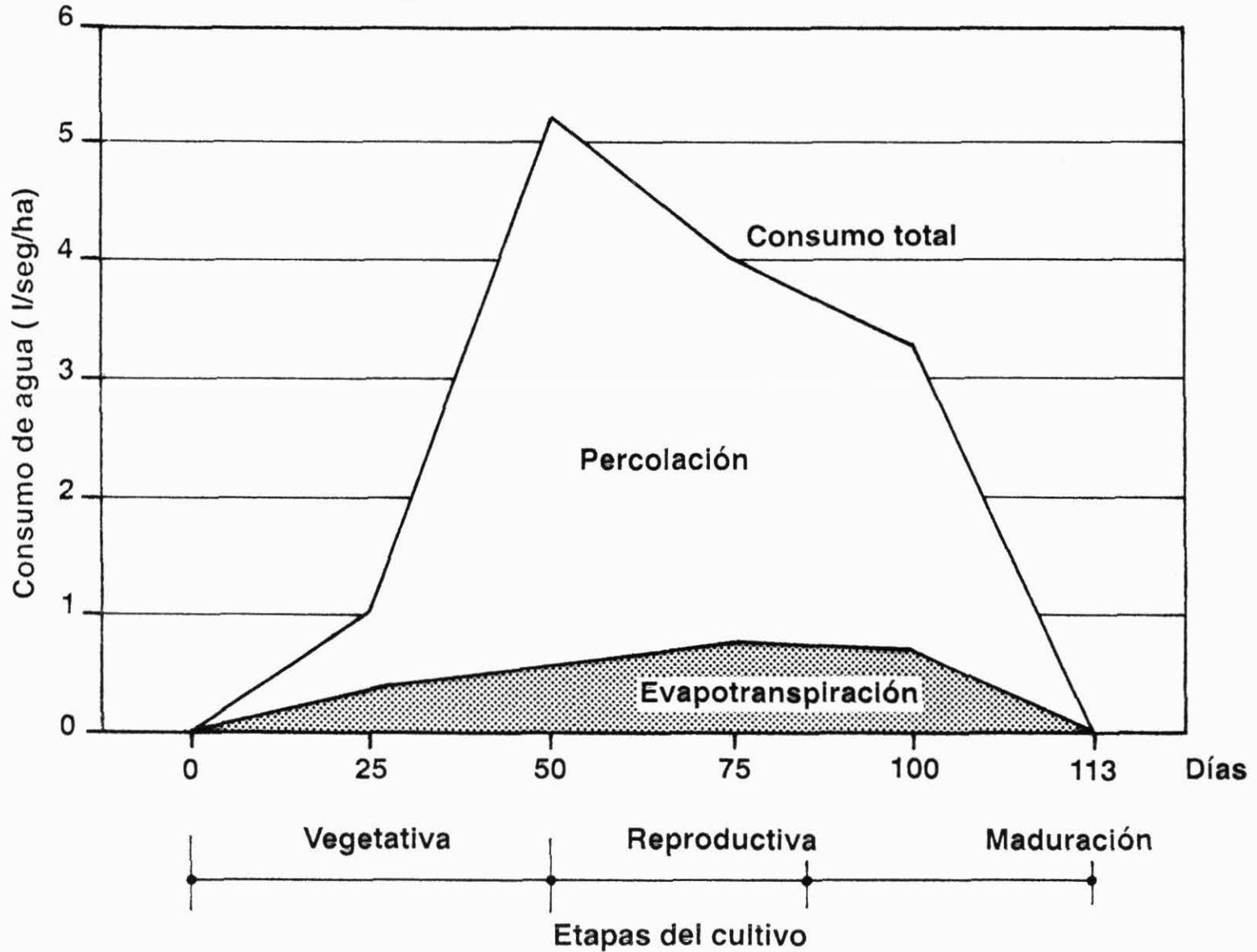


Diagrama del balance del agua en una parcela sembrada de arroz.

Distribución de Componentes del Consumo de agua en Arroz C.I. Nataima - ICA



PRECIPITACION Y ETP EN LA ESTACIÓN SAN PABLO

| Mes | Década | Precipitación (mm) | ETP (mm) |
|---------|--------|-----------------------|-------------|
| | | P.75 | |
| Enero | 1 | 0.0 | 37.8 |
| | 2 | 0.0 | 38.8 |
| | 3 | 0.0 | 44.8 |
| Febrero | 1 | 0.0 | 42.6 |
| | 2 | 0.0 | 43.7 |
| | 3 | 0.0 | 35.2 |
| Marzo | 1 | 0.0 | 44.2 |
| | 2 | 0.0 | 44.7 |
| | 3 | 0.0 | 49.3 |
| Abril | 1 | 0.0 | 44.9 |
| | 2 | 0.7 | 43.9 |
| | 3 | 21.3 | 42.0 |
| Mayo | 1 | 31.4 | 40.0 |
| | 2 | 26.7 | 39.0 |
| | 3 | 33.9 | 42.7 |

BALANCE HIDRICO POR DECADAS

| | Enero | | | Febrero | | | Marzo | | | Abril | | | Mayo | | |
|--------|-------|------|------|---------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| | I | II | III | I | II | III | I | II | III | I | II | III | I | II | III |
| ETP | 37.8 | 38.8 | 44.8 | 42.6 | 43.7 | 35.2 | 44.2 | 44.7 | 49.3 | 44.9 | 43.9 | 42.0 | 40.0 | 39.0 | 42.7 |
| Kc | 0.0 | 0.96 | 0.89 | 0.81 | 0.77 | 0.81 | 0.94 | 0.92 | 0.97 | 0.98 | 1.0 | 1.0 | 0.93 | 0.0 | 0.0 |
| UC | 41.6 | 37.2 | 39.9 | 34.5 | 33.6 | 28.5 | 41.5 | 41.1 | 47.8 | 44.0 | 43.9 | 42.0 | 37.2 | 0.0 | 0.0 |
| P (75) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 21.3 | 31.4 | 26.7 | 33.9 |
| ALM | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| DEF | | 37.2 | 39.9 | 34.5 | 33.6 | 28.5 | 41.5 | 41.1 | 47.8 | 44.0 | 43.2 | 20.7 | 5.8 | 0.0 | 0.0 |
| EXC | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

El balance hídrico nos da los requerimientos de agua para todo el ciclo vegetativo. Se obtiene al sumar los déficit en cada década (417.8 mm)

CALCULO DE LA LAMINA DE RIEGO

$$\text{LR} = \text{RR} + \text{LS} + \text{LE} + \text{Pérdidas}$$

LR : Lámina de riego (mm)

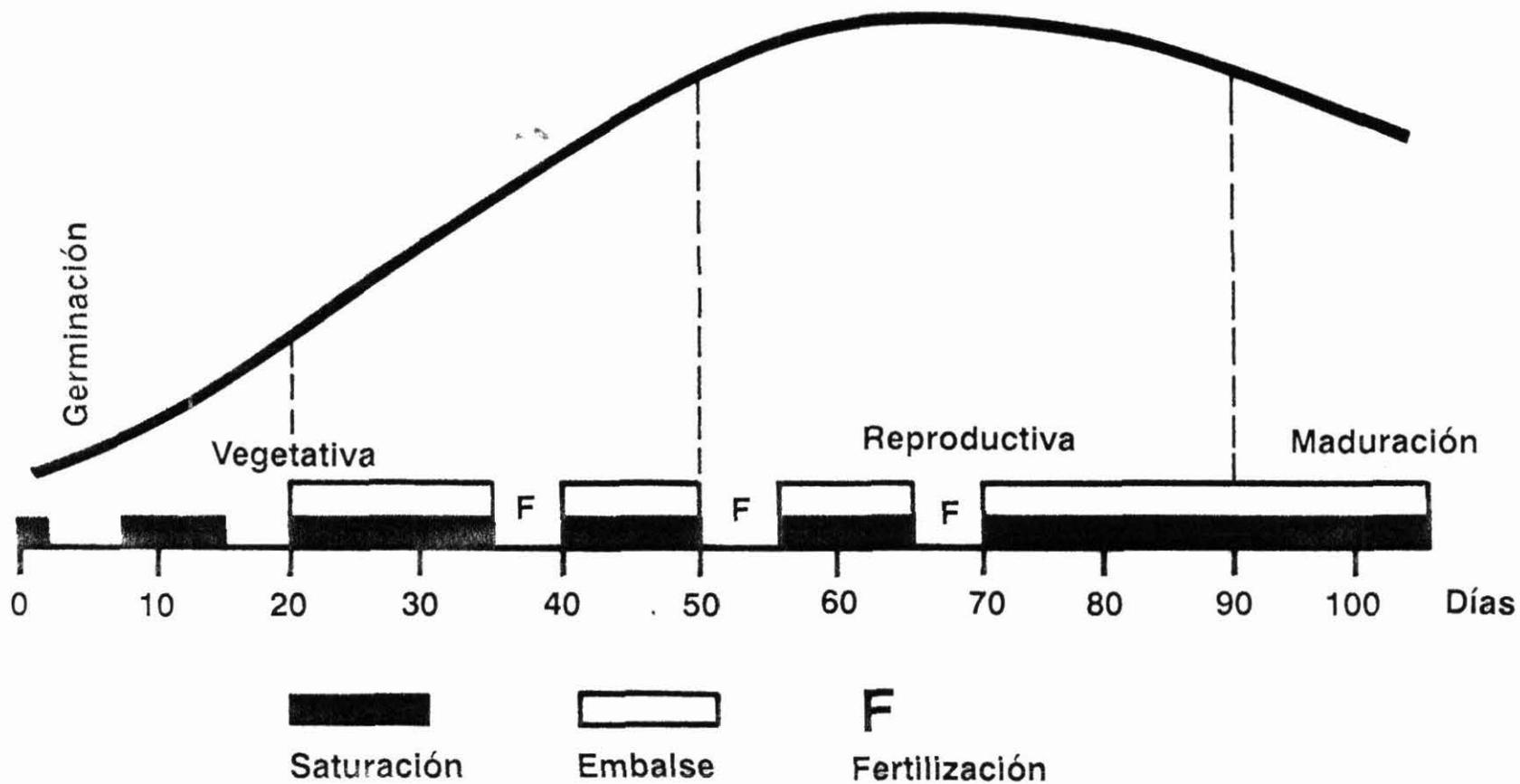
RR : Requerimiento de riego (mm)

LS : Lámina de saturación (mm)

LE : Lámina de embalse (mm)

Pérdidas : Escorrentía, percolación (mm)

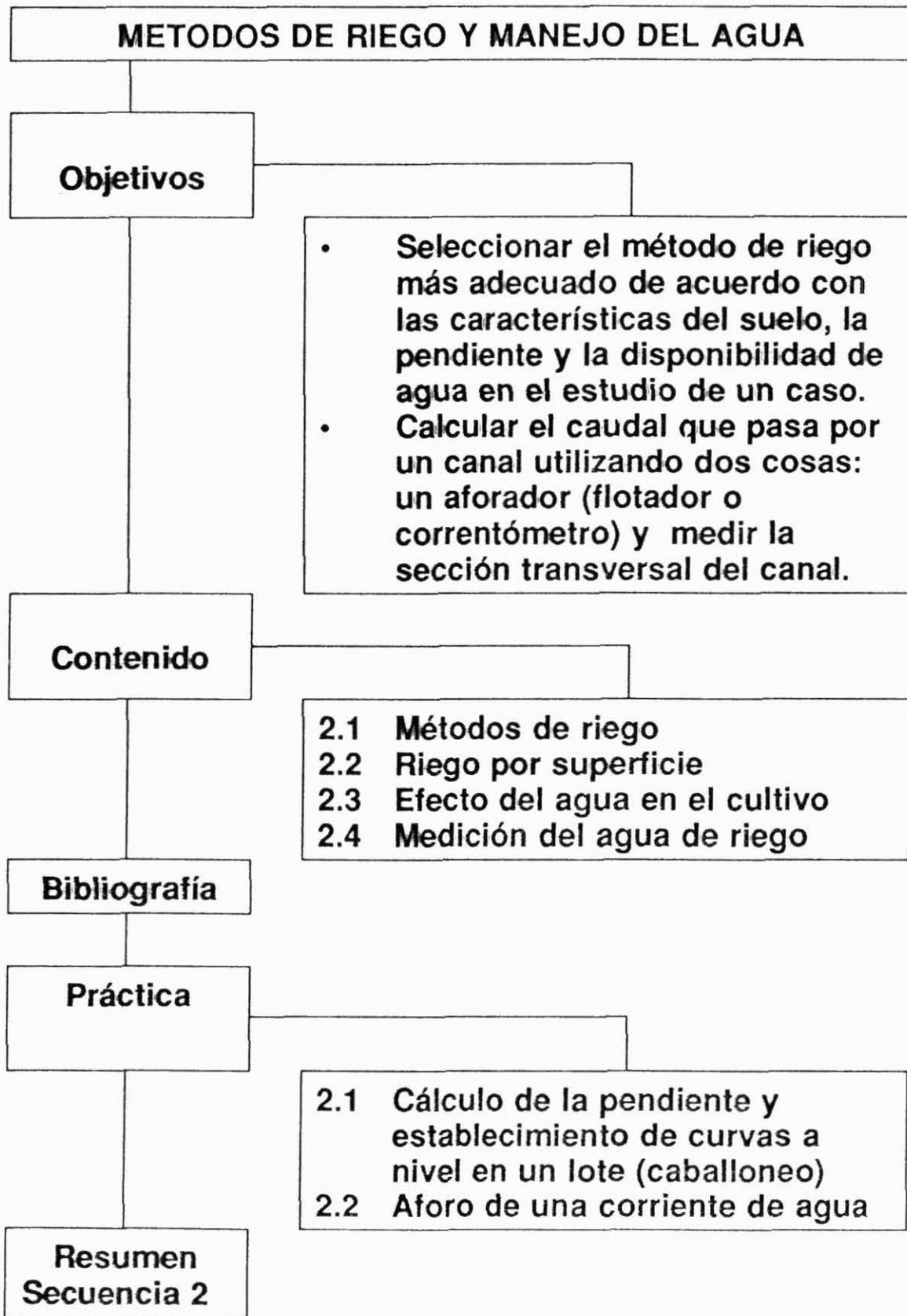
Manejo del agua en Arroz (Epocas de embalse)



MANEJO DE LA INUNDACION EN ARROZ

| Fase | Número de inundaciones | Epoca de embalse (d.d.d.s.) | Duración inundación (días) | Lámina aplicada (cm) |
|--------------|------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------|
| Vegetativa | 1 | 20-35 | 15 | 5 |
| | 1 | 40-50 | 10 | 5 |
| Reproductiva | 1 | 55-65 | 10 | 5 |
| | 1 | 70-90 | 20 | 5 |
| Maduración | 1 | 90-105 | 15 | - |
| Total | 5 | | 70 | 20 |

SECUENCIA 2

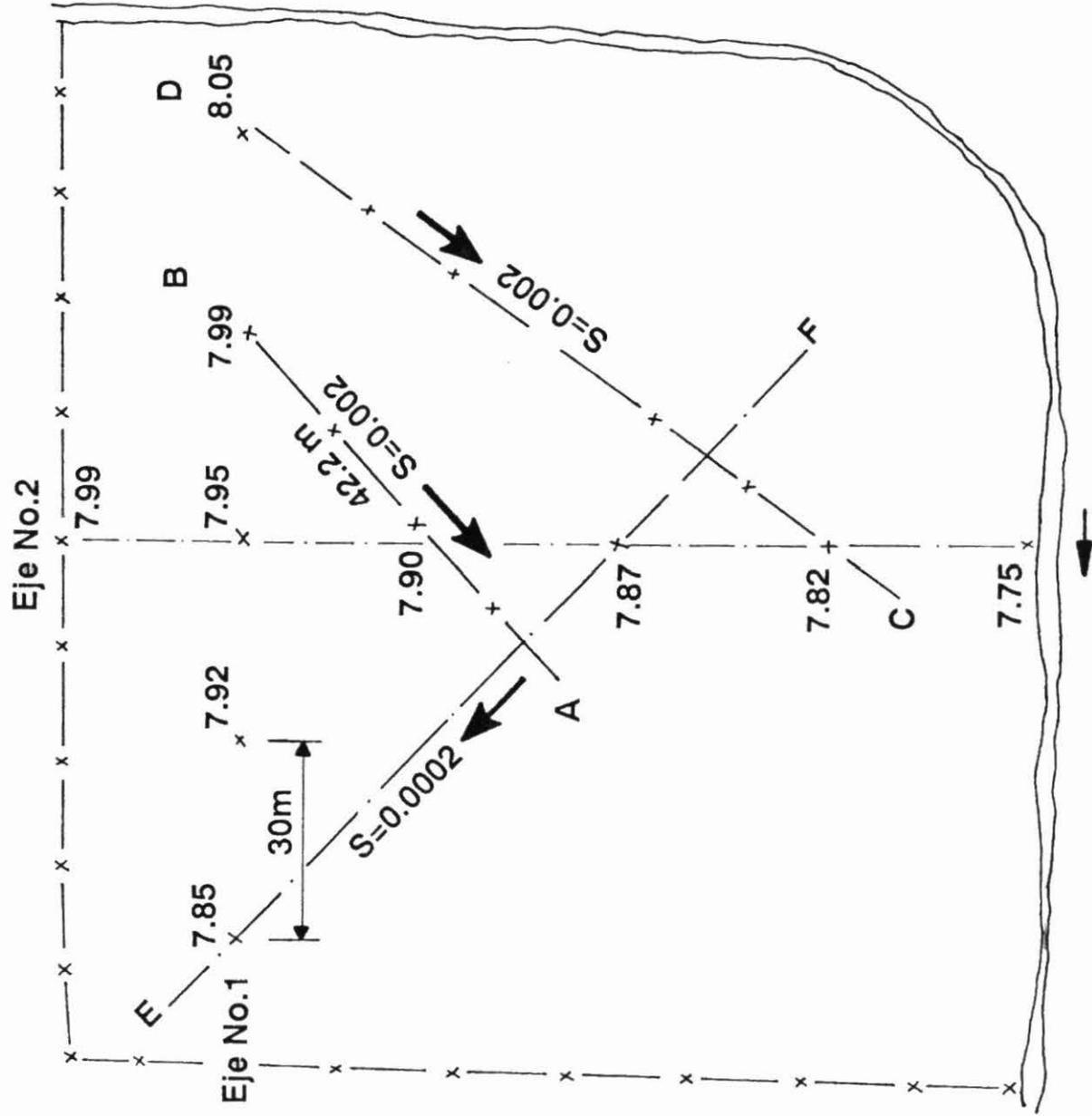


METODOS DE RIEGO

- 1. Superficiales o gravedad**
 - Inundación controlada
 - Inundación sin control
 - Surcos

- 2. Subsuperficiales**

- 3. A presión**
 - Aspersión
 - Goteo



Determinación de las Pendientes de un Lote

**EFFECTOS DE LA ALTURA DEL AGUA Y DEL DRENAJE
(7 DÍAS) EN LA PRODUCCIÓN DE ARROZ
(SIEMBRA DIRECTA) ADAPTADO DE IRRI (1971)^{1/}**

| Altura del agua (cm) | Manejo | Rendimiento (t/ha) | |
|-------------------------|--|--------------------|--------------------|
| | | Estación seca | Estación húmeda |
| 2.5 | Inundación continua | 6.4 bc | - |
| 2.5 | Inundación continua con drenaje una semana | 6.7 abc | - |
| 5 | Inundación continua | 6.5 abc | 5.2 a |
| 5 | Inundación continua Drenaje al máximo macollamiento | 6.9 ab | - |
| 5 | Inundación continua Drenaje al máximo panojamiento al máximo macollamiento 1 m cont. | 6.4 bc | - |
| 5 | Drenaje 2 semanas antes de panjoamiento | 6.2 c | - |
| 10 | Inundación continua | 6.3 c | 4.9 ab |
| 20 | Inundación continua | 5.8 d | 4.0 c |
| - | Lluvia | - | 5.2 a |

1/ Suelos fangueados

**EFFECTO DE LA LÁMINA DE AGUA (ROTACIONAL) EN EL
RENDIMIENTO DEL ARROZ Y EN EL VOLUMEN DE AGUA APLICADO
(ADAPTADO DE TASCÓN, 1978)**

| Manejo | Epoca húmeda | | Epoca seca | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| | Agua aplicada | Rendimiento | Agua aplicada | Rendimiento |
| 5 cm cada 3-4 días | 5030 a | 8571 a | 6654 ab | 7723 a |
| 5 cm cada 7 días | 4353 a | 7687 a | 6616 ab | 7262 a |
| 10 cm cada 14 días | 4650 a | 7586 a | 8286 a | 6775 ab |
| 0 cm cada 7 días | 2092 b | 7586 a | 3646 b | 5917 b |

**EFFECTO DE LA LÁMINA DE INUNDACIÓN, DE LA
RENOVACIÓN DE LÁMINA Y DE LOS PERÍODOS DE
DRENAJE, EN EL RENDIMIENTO DE ARROZ (ORYZICA 1)
EN NATAIMA - ESPINAL, TOLIMA^{2/}**

| Tratamiento | | Rendimiento kg/ha | |
|------------------------------|--------------------|-------------------|--------|
| | | 1983-B | 1984-A |
| Lámina (cm) | 5 | 6142 | 6319 |
| | 10 | 6160 | 6195 |
| | 15 | 6138 | 6160 |
| Renovación (l/seg/ha) | 0.0 | 6288 | 6252 |
| | 1.5 | 6032 | 6204 |
| | 3.0 | 6185 | 6218 |
| Período de drenaje (días) | Sin | 5944 | 6202 |
| | 5 (50-55) | 6335 | 6225 |
| | 10 (50-55) y 65-70 | 6204 | 6246 |

2/ López y Caicedo, 1988

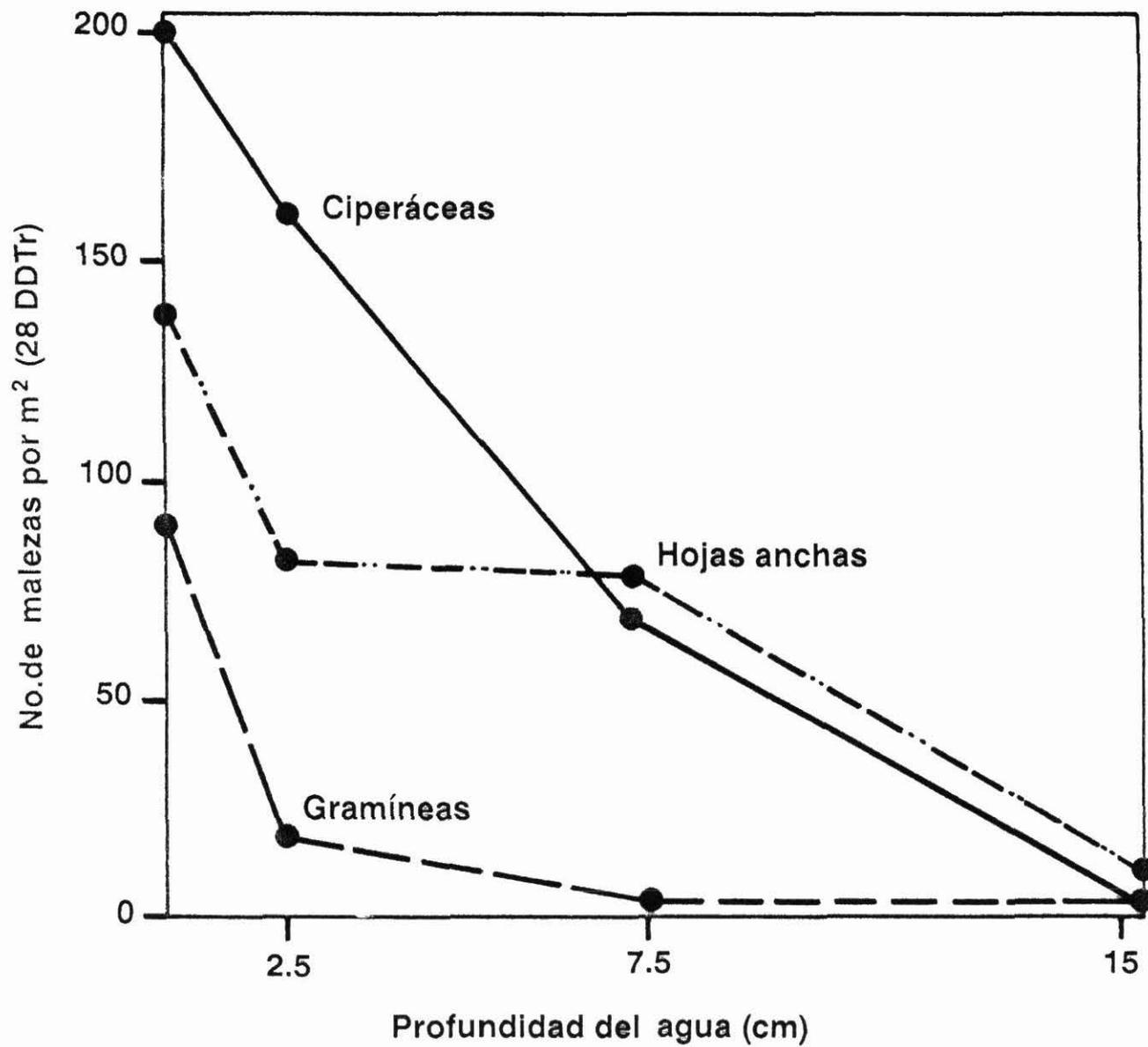
**EFFECTO DEL ANEGAMIENTO RETARDADO EN LA
RESPUESTA AL NITROGENO 100 Kg/ha, (CIAT, 1972)**

| Demora en la inundación (días) | Rendimiento kg/ha |
|---|------------------------------|
| 0 | 6.923 |
| 3 | 6.200 |
| 6 | 6.064 |
| 9 | 5.400 |
| Sin nitrógeno | 5.800 |

EFECTOS DEL AGUA EN LA NUTRICIÓN DE LAS PLANTAS

| Condición inicial | Resultante |
|--|---|
| 1. Inundación del suelo | Aumento de la disponibilidad de silicio, fósforo |
| 2. Inundación del suelo | Disminuye disponibilidad de zinc, cobre y potasio |
| 3. Inundación del suelo | Transformación de compuestos de nitrógeno a formas amoniacales, y mayor estabilidad |
| 4. Suelos con manejo de agua Inundación - Secado | El amonio pasa a nitrato, y se lava o pasa a amoníaco y se presentan pérdidas de N por volatilización |
| 5. Aplicación al cultivo de formas amoniacales y demora en la aplicación del riego (sequía) | Pérdida parcial o total del nitrógeno aplicado |
| 6. Aplicación de riego en presencia de drenaje adecuado | Eliminación del exeso de sales solubles |
| 7. Aplicación de riego y ausencia de drenaje | Acumulación de sales |
| 8. Riego en suelos alcalinos | Liberación de hierro y corrección de deficiencias temporales de este |
| 9. Riego en suelos ácidos con alto contenido de Hierro | Incrementa la forma ferrosa ocasionando toxicidad a la planta |
| 10. Riego en suelos ácidos con contenidos altos de aluminio y toxicidad del mismo | Disminución de la concentración y de la toxicidad del aluminio |
| 11. Inundación de suelos con alto contenido de materia orgánica y pobre drenaje | Origina compuestos tóxicos como el gas metano e incrementa la toxicidad del Fe y Mn; habrá anhídrido sulfuroso si el contenido de Fe es bajo |

Efecto de la profundidad de la lámina de agua en la población de malezas



EFFECTO DEL AGUA EN LOS INSECTOS PLAGA

| Suelo drenado | Suelo inundado |
|---|---------------------------|
| <i>Agrotis ipsilon</i> | <i>Lissorhoptrus</i> spp. |
| <i>Spodoptera frugiperda</i> | <i>Oryzophagus</i> spp. |
| <i>Phyllophaga</i> sp. | <i>Hydrellia</i> spp. |
| <i>Blissus</i> sp. | |
| <i>Scapteriscus</i> sp. (<i>Gryllotalpa</i> sp.) | |
| <i>Euethiola</i> sp. | |
| <i>Elasmopalpus</i> sp. | |
| Hormigas y comejenes | |

EFFECTO DE DIFERENTES LÁMINAS DE INUNDACIÓN EN EL AÑUBLO DE LA VAINA³

| Lámina de inundación (cm) | Severidad | Rendimiento (kg/ha) |
|--------------------------------------|------------------|--------------------------------|
| 0 | 3.486 a | 7195.8 a |
| 5 | 4.082 b | 6587.5 b |
| 10 | 4.596 c | 6058.3 c |

3/ Tomado de ICA, 1992

EVALUACION FINAL DE CONOCIMIENTOS

INFORMACION DE RETORNO

| Pregunta | Respuesta |
|-----------------|------------------|
| 1 | d |
| 2 | c |
| 3 | b |
| 4 | c-d |
| 5 | d |
| 6 | a |
| 7 | a |
| 8 | c |
| 9 | d |
| 10 | b |