



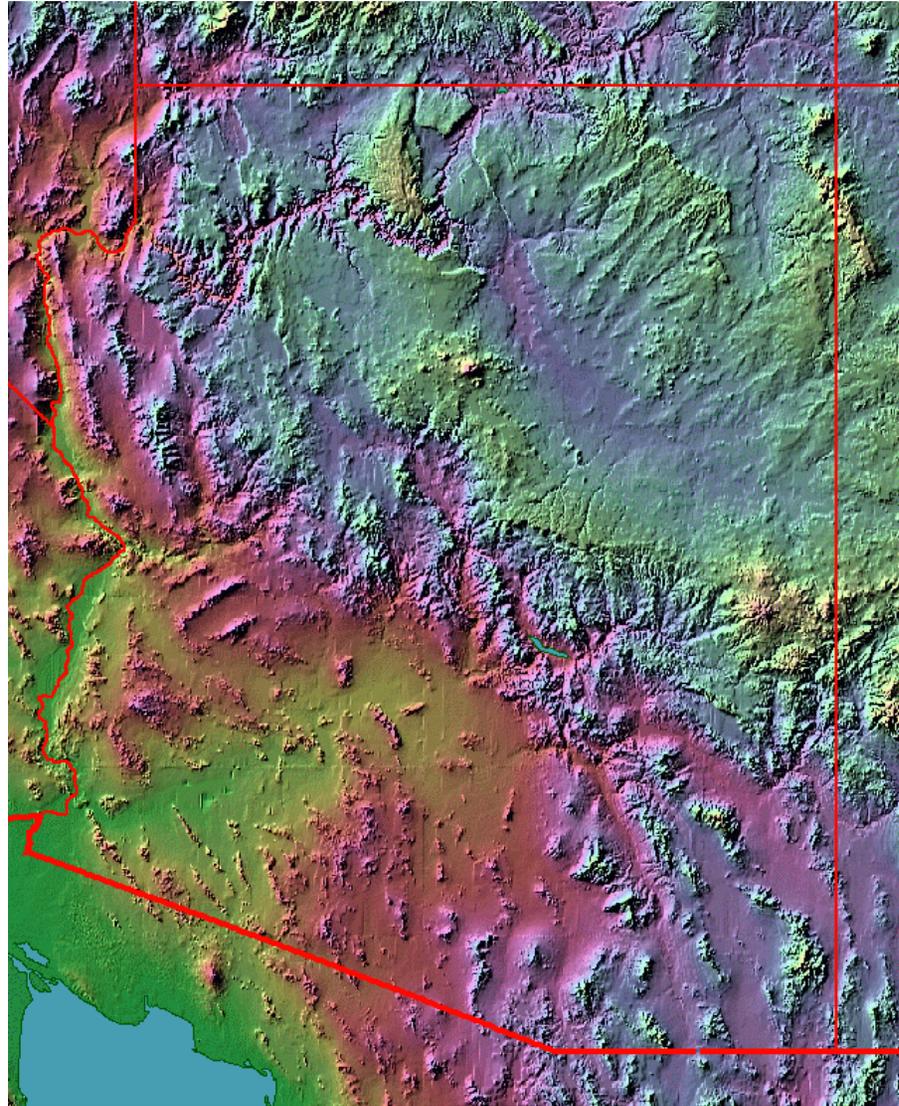
*Manejo de Nutrientes y
Salinidad del Algodonero*

**Jeffrey C. Silvertooth
Universidad de Arizona
Tucson, Arizona
Estados Unidos**



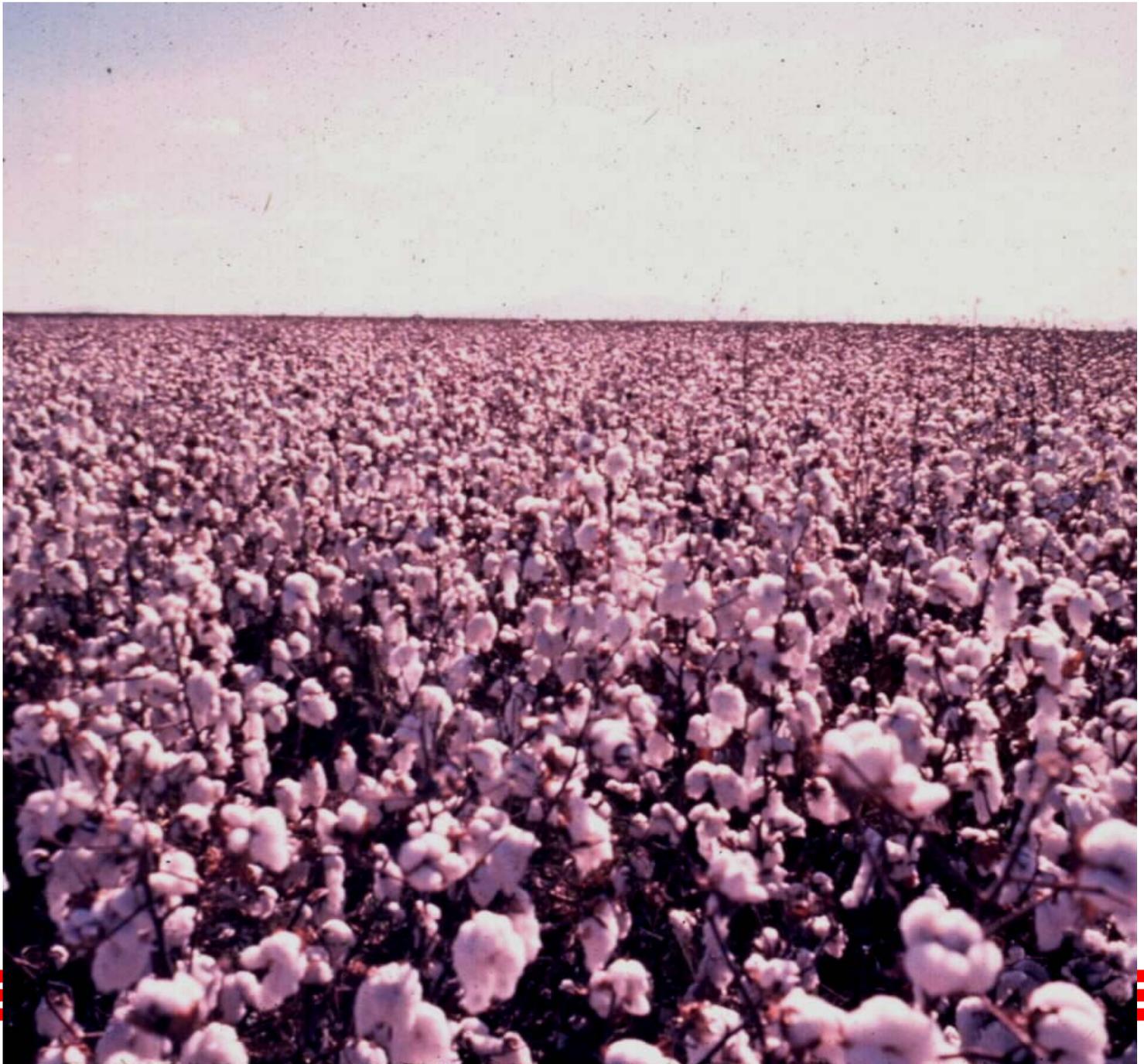


El Estado de Arizona











Manejo de la Fertilidad del Suelo/Nutrición de Plantas- Algodonero Arizona.

- La mayoría de los suelos en Arizona son por sí muy fértil (de nutrientes).
 - Suelo aluviales jóvenes (geologicamente)
 - Condiciones nativas
 - Bajo M.O.- y bajo N total (N-inorg & N-org)
 - Muy salinos ($CE_e > 30.0$ dS/m comun).
 - Muy productivos después de la recuperación de sales/ Na^+ ;
 - Especial manejo para el sistema de corto a largo plazo.
- 

Meta en el Uso de Nutrientes

- 1. Costo-producción efectiva de plantas de alta-calidad.**
 - 2. Uso eficiente y conservación de fuente de nutrientes.**
 - 3. Mantenimiento y mejoramiento de calidad del suelo.**
 - 4. Protección del medio-ambiente mas alla del suelo.**
-
-



Problemas - Potencial por Fertilización

- **Toma ineficiente y recuperación de nutrientes por el cultivo.**
 - Pérdida al medio-ambiente
- **Inapropiada o sobre-fertilización**
- **Evite el desbalance-ineficiencia de nutrientes.**

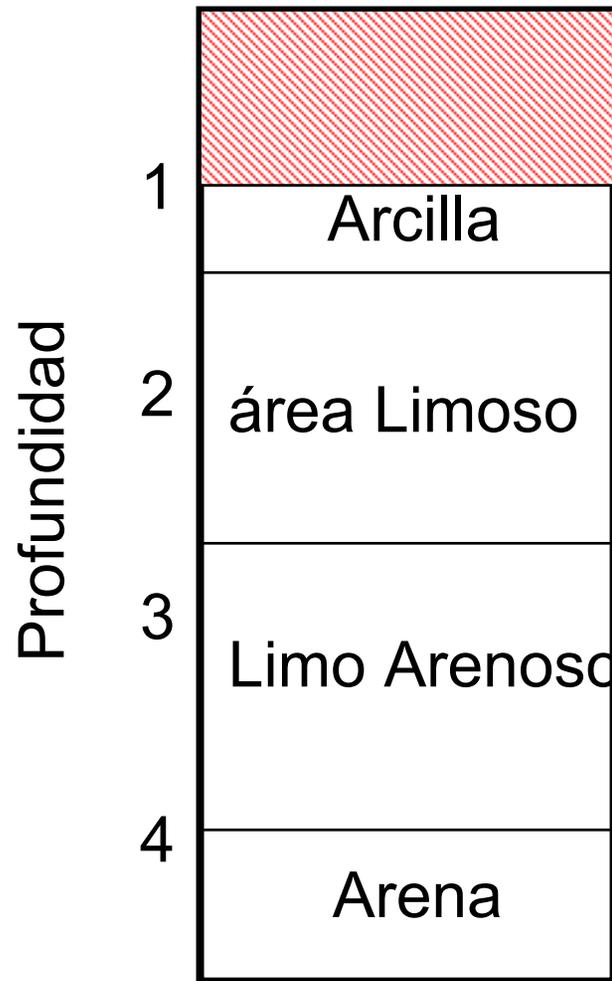




Puntos Clave en Conservación de Nutrientes en el Sistema Suelo-Planta.

- **Hacer una estimación de formas de nutrientes disponibles para la planta.**
 - Usar análisis de suelo con sus índices apropiados.
 - **Aplique los nutrientes de acuerdo a la utilización y toma por la planta.**
 - El tiempo, el método y la dosis de aplicación de nutrientes es crítico.
- 

área de Muestreo de Suelo 10-12"
(primero paso)





Fertilidad del Suelo/Guías para Análisis de Suelo - Algodonero Arizona (Nivel Crítico-UA-JCS)

<u>Nutriente</u>	<u>Análisis de Suelo (extracción)</u>	<u>Nivel Crítico (ppm)</u>
N	1:1 soln.(ISE)	10 (NO ₃ - N)
P	NaHCO ₃	5
K	NH ₄ acetato	150
Zn	DTPA	0.6
Fe	DTPA	5.0
Mn	DTPA	1.0
B	Agua Caliente	0.5

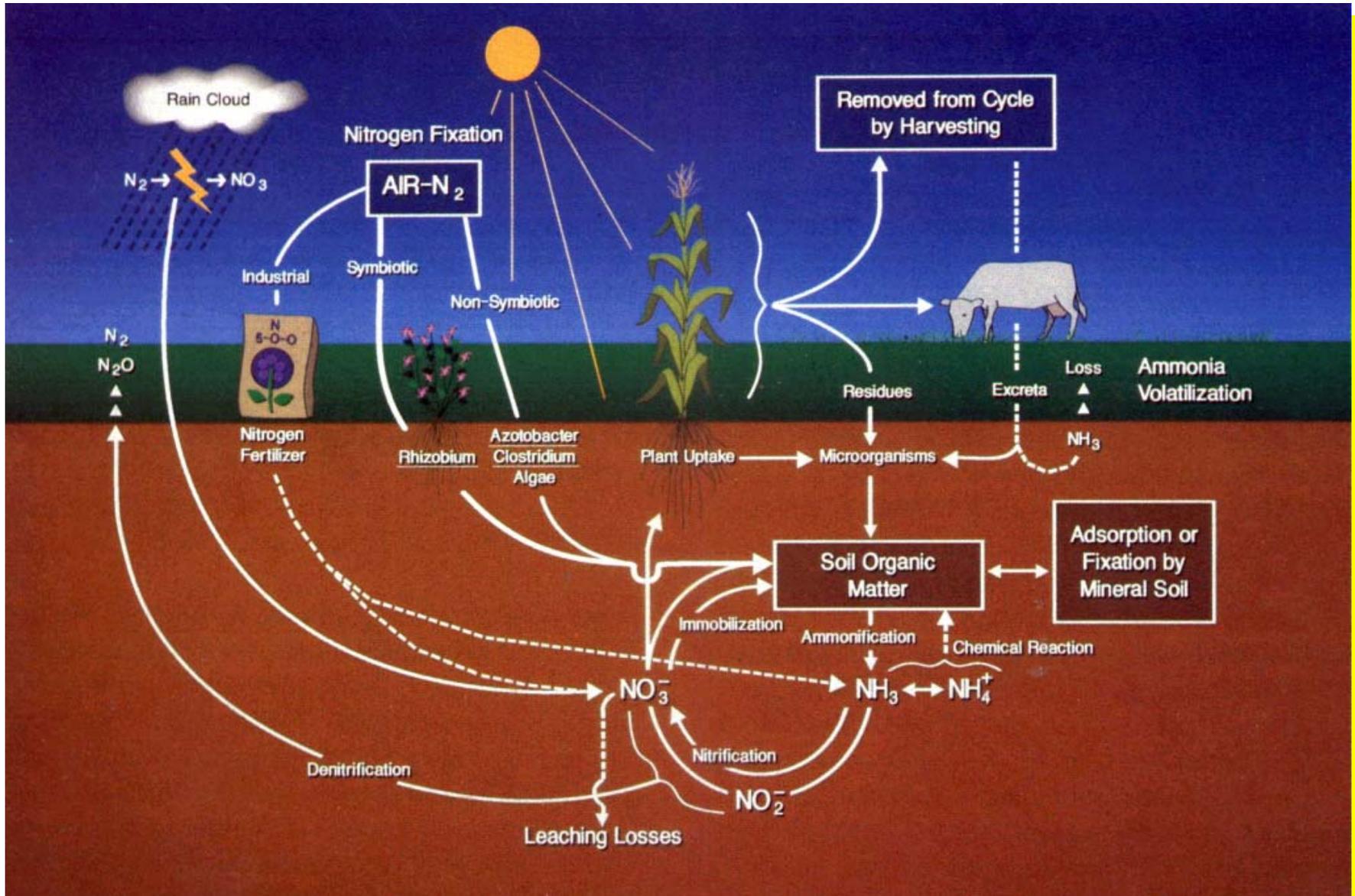




Producción de Algodonero en Arizona - Condiciones Normales

- **Análisis de suelo indican:**
 - niveles adecuados de disponibilidad de nutrientes (basado en guías de la Universidad de Arizona) para macro, secundarios, y micronutrientes.
 - **El principal fertilizante requerido N**
 - Dosis?
 - Época de aplicación?
 - Método de aplicación?
- 

Ciclo de Nitrógeno





Sistemas de Riego - Perdida Potencial por Lixiviación al Medio-Ambiente

- **Nutrientes móviles están sujetos a pérdidas del sistema suelo-planta por lixiviación.**
 - **La pérdida se lleva a cabo por percolación del agua a través del perfil del suelo depositando nutrientes por debajo del sistema radicular.**
 - **El lavado ocurre bajo condiciones de saturación.**
- 

Debe considerarse la interacción N X H₂O

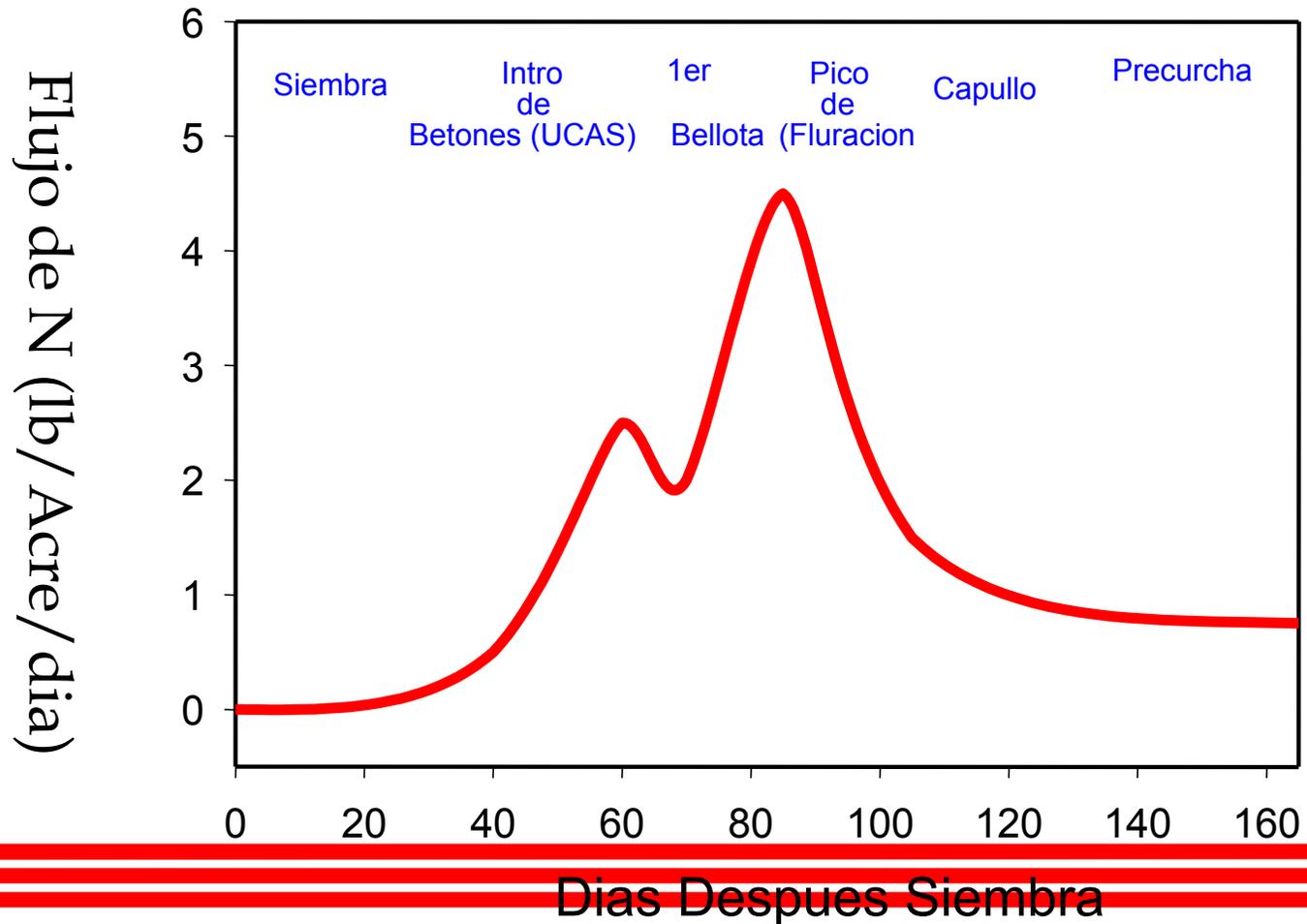




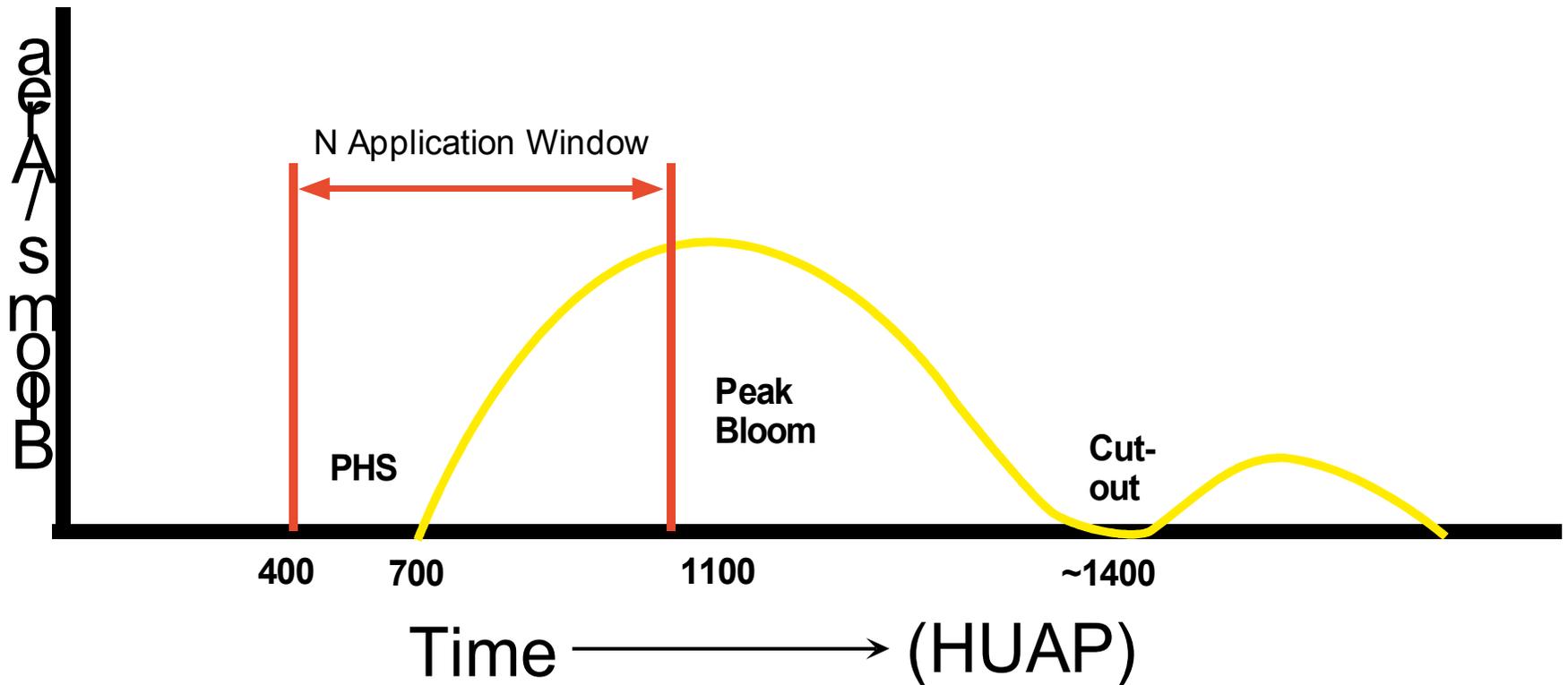
Balance de Nitrógeno - Concepto Básico para Conservar N.

- **Considerar el requerimiento de N-cultivo.**
 - e.g. kg N/ha para producir 1 paca
 - Aprox. 27-34 kg N/paca (~30 kg N/paca).
 - **Estimar el rendimiento proyectado**
 - **Cantidad residual de N-disponible**
 - **Comportamiento de toma de N-por el cultivo (cuando se requiere el N?)**
 - **Monitorear durante el ciclo estatus del cultivo**
 - **Carga de fructificaciones, vigor el cultivo, etc.**
- 

Toma de Nitrógeno/Curva De Flujo Para Algodonero



Ventana General de Aplicación de Nitrógeno.





Métodos/estrategias de uso de N

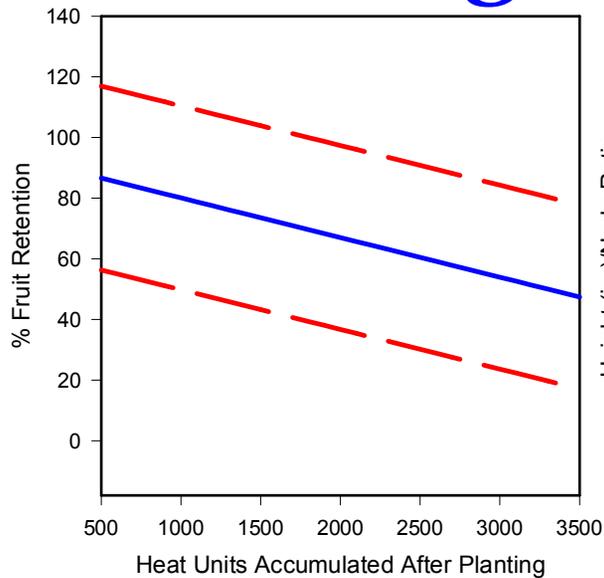
- **Fertilización programada**
 - Etapa de crecimiento
 - Calendario de aplicación

 - **Retroalimentación**
 - Condición del cultivo (A/R, RF, Nivel de N)
 - Etapa de crecimiento (UCAS)
 - Referencia al líneas guías establecidas
- 

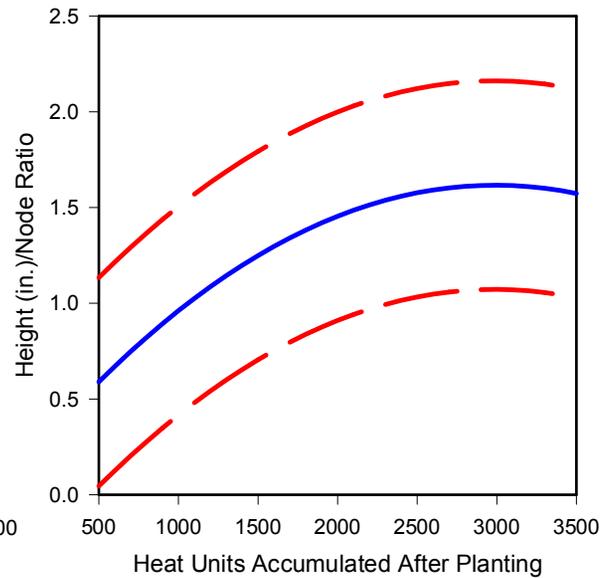
Monitoreo del Algodonero - Herramientas/técnicas

- **Carga de fructificaciones -
Retención de frutas (RF⁰%)**
 - **Vigor del cultivo-balance veg./
reproductivo**
 - Relación altura/número de nudos (A/R)
 - **Etapa de crecimiento**
 - RAUF
 - UCAS
-
-

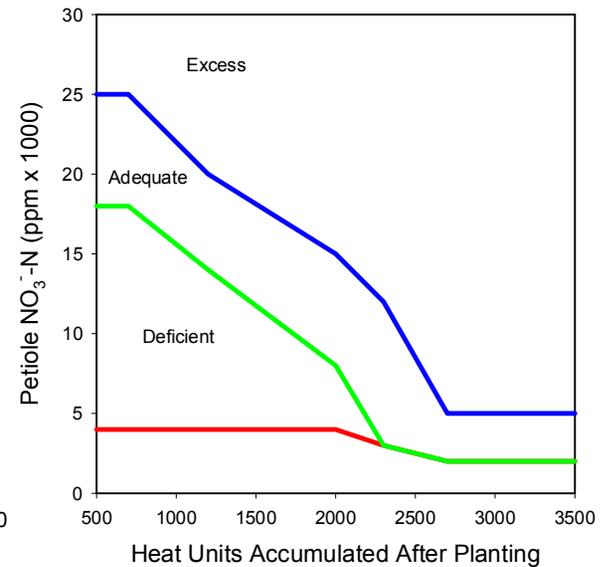
Herramientas de Monitoreo del Cultivo en el Manejo de N en Algodonero



retención de frutas
(RF%)



altura/número de
nudos (A/R)



NO₃-N pecíolos

Manejo óptimo de N

1. Usar un estimación de rendimiento reales

- 27 - 34 kg N/paca (~30 kg N/paca)
- Unruh, B.L. and J.C. Silvertooth. 1992.
Agron. J.
 - Algodones delta pine y Pima-Arizona
- Mullins, G.L. and C.H. Burmester. 1990.
Agron J.
 - Algodones delta pine-Alabama
- Fije el nivel superior de necesidades de N.
 - Asumir alta eficiencia de fertilizante N.



Manejo óptimo de N

1. Usar un estimación de rendimiento reales

- 27-34 kg N/paca (~30 kg N/paca)
- rendimiento proyectado = 6 pacas/ha
- 6 pacas / ha * 30 kg N/paca = 180 kg N/ha

Fije el nivel superior de necesidades de N

Manejo óptimo de N-cont.

2. Tome en consideración los $\text{NO}_3\text{-N}$ residual del suelo.

- **También $\text{NO}_3\text{-N}$ del agua de riego.**
- **$1.2 \times \text{ppm } \text{NO}_3\text{-N} = \text{kg N/ha}$**
 - **(15 cm de agua)**
 - **$2.7 \times \text{ppm } \text{NO}_3\text{-N} = \text{lbs. N/acre}$**
- **Reste del total de N-requerido de fertilizante**



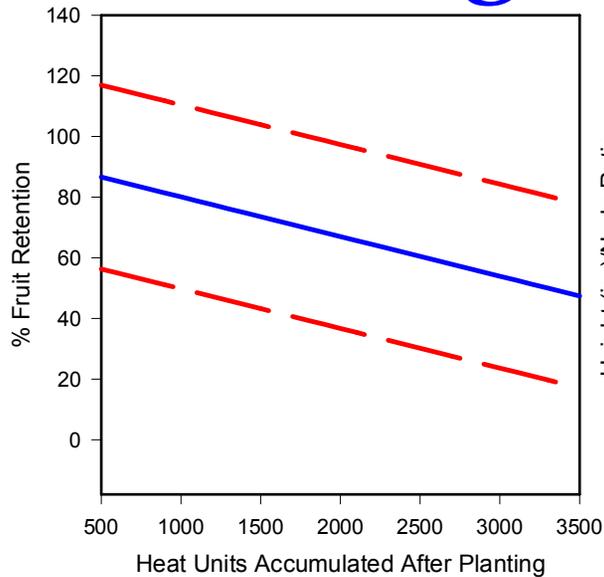
Manejo Optimo de N. cont.

3. Aplicaciones divididas de N.

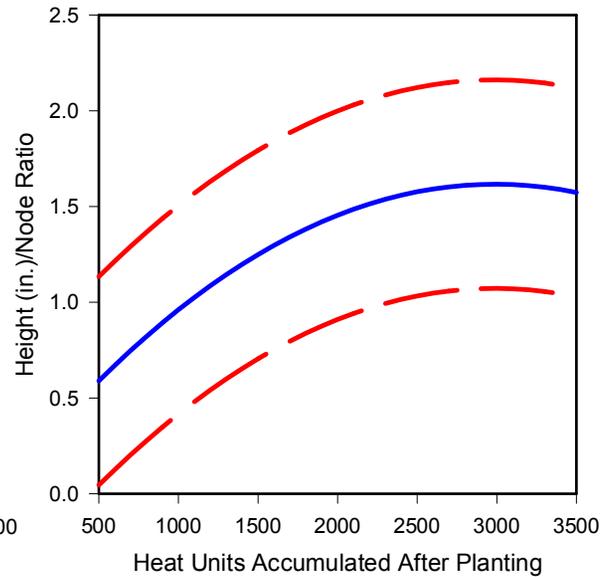
- **Evite aplicaciones de pre-emergencia**
 - **Menos eficiente-sujeto a perdidas.**
- **Aplicar desde inicio betones a p ico de floraci n**
 - **Tenga disponibilidad de N-para el p eriodo de maxima demanda.**
 - **Aproximadamente 600-2000 UCAS (86/55^o F)**
- **Monitoree las condiciones del cultivo**
- **Vigor (A/R), RF, NO₃-N peciolos.**



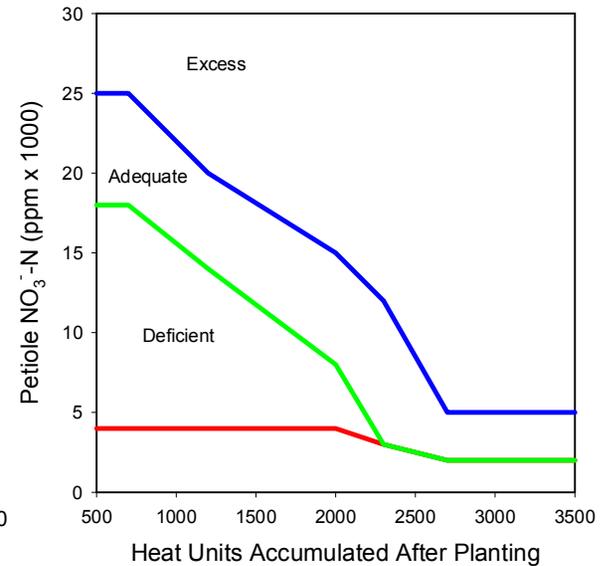
Herramientas de Monitoreo del Cultivo en el Manejo de N en Algodonero



retención de frutas
(RF%)



altura/número de
nudos (A/R)



NO₃-N peciolo

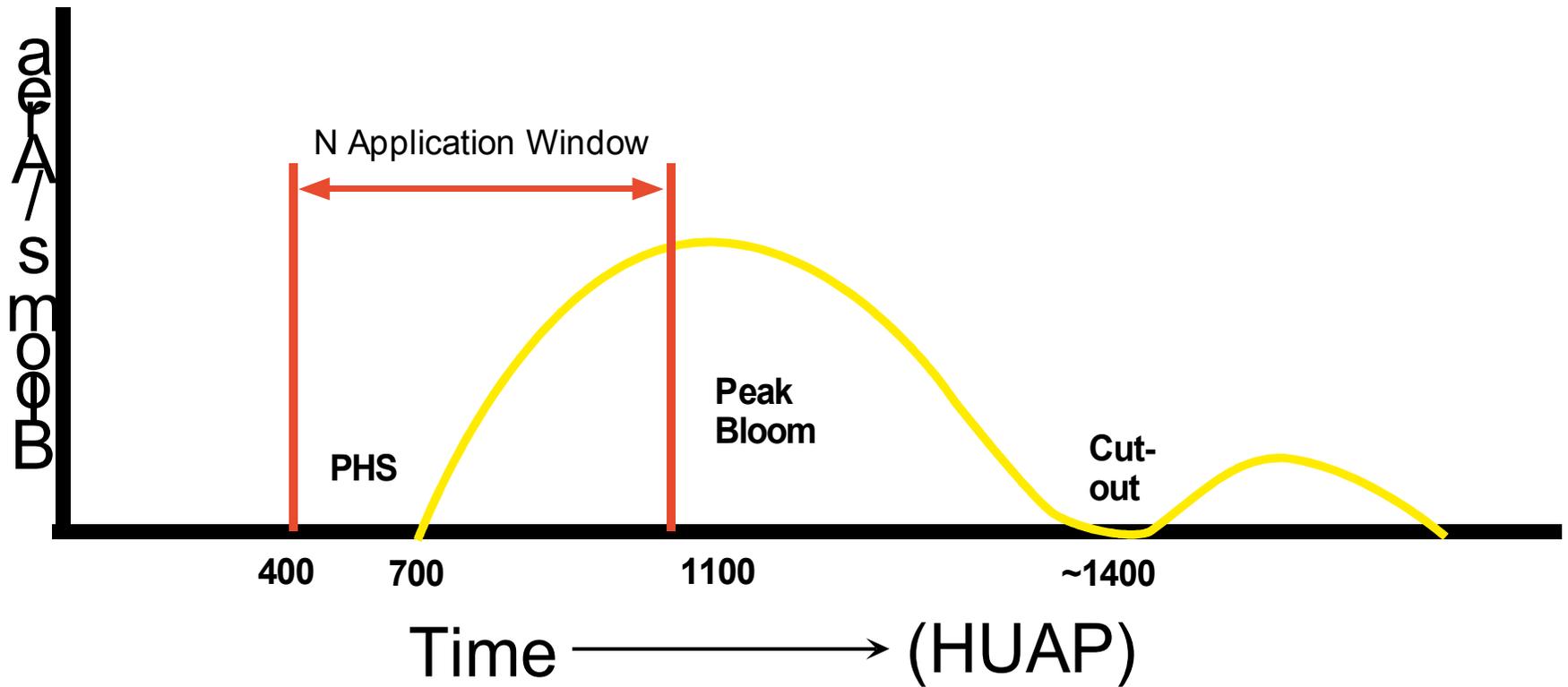


Respuesta a Fertilizantes Nitrogenados

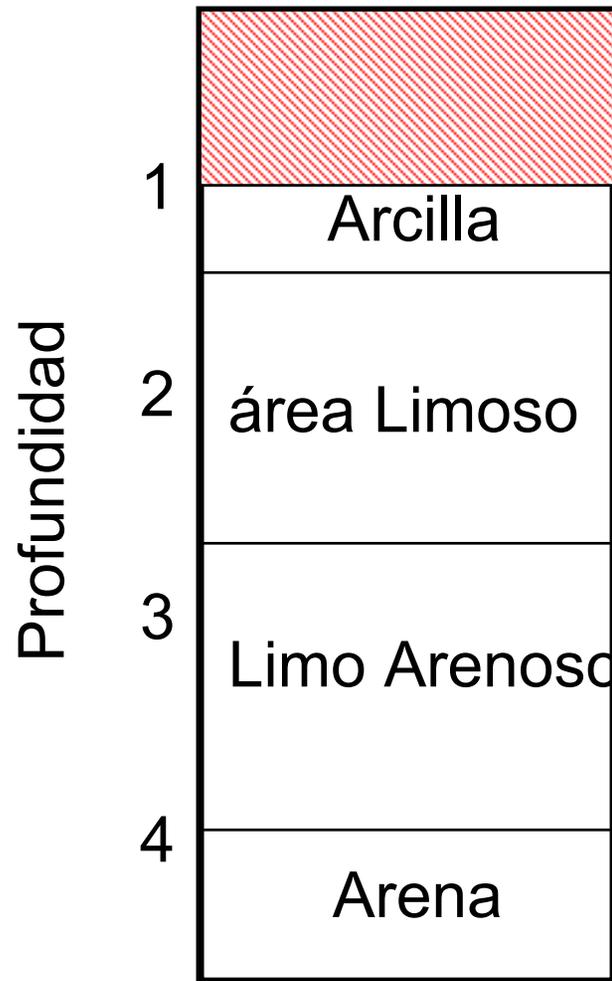
- **Algodonera en Arizona**
 - **150 - 200 kg N/ha**
 - **Aplicaciones divididas de N**
 - **Aplicar desde inicio betones a p ico de floraci n**



Ventana General de Aplicación de Nitrógeno.



área de Muestreo de Suelo 10-12"
(primero paso)





Fertilidad del Suelo/Guías para Análisis de Suelo - Algodonero Arizona (Nivel Crítico-UA-JCS)

<u>Nutriente</u>	<u>Análisis de Suelo (extracción)</u>	<u>Nivel Crítico (ppm)</u>
N	1:1 soln.(ISE)	10 (NO ₃ - N)
P	NaHCO ₃	5
K	NH ₄ acetato	150
Zn	DTPA	0.6
Fe	DTPA	5.0
Mn	DTPA	1.0
B	Agua Caliente	0.5









*Manejo de Suelos Afectados
por Sales y Sodio*

Jeffrey C. Silvertooth

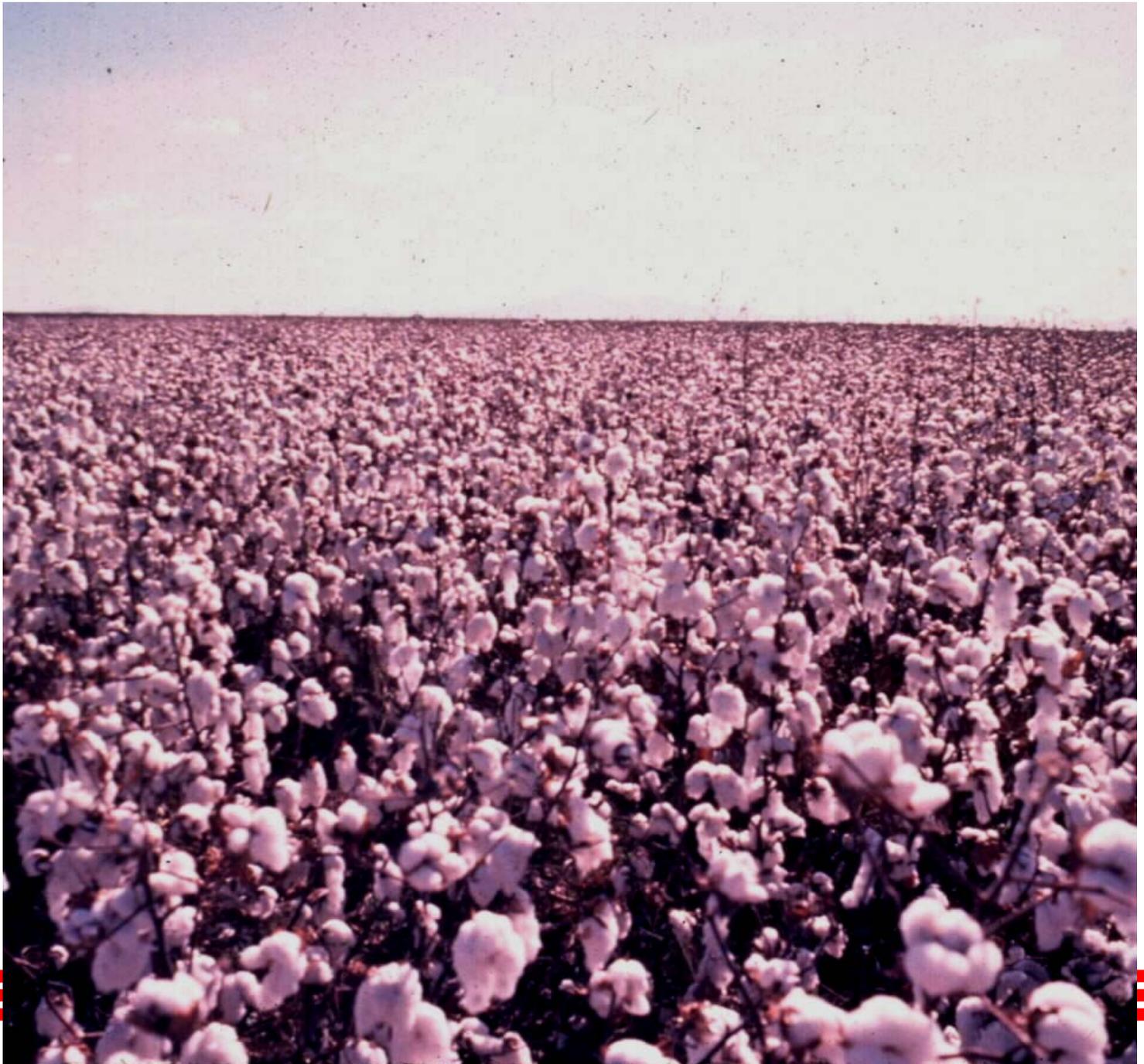


Arizona Regional Image Archive











Puntos Generales

- **Suelos alcalinos y afectados por sales se encuentran principalmente en regiones áridas y semi-áridas**
 - **mas de 50% del suelo arable del mundo**
 - **~ 11% de la tierra del mundo es arable**
 - **<500 mm anual de precipitacion**
 - **muy diverso grupo de condiciones**





Suelos Afectados por Sales en Diferentes Regiones

Region	Area (x10⁶ ha)
Africa	69.5
Near and Middle East	53.1
Asia and Far East	19.5
America Latina	59.4
Australia	84.7
America del Norte	16.0
Europa	20.7
Total	322.9

From Beek et al. (1980); N.C. Brady (1997)



Puntos Generales

- **El potencial agrícola de suelos áridos y semi-áridos se incrementa marcadamente con irrigación**
- **La disponibilidad del agua de riego es el factor mas limitante**
 - **La calidad del agua es importante**





General

- **La calidad del agua es crítica**
 - **Puede contribuir con cantidades significantes de sales**
 - **Sin apropiado manejo y drenaje – la salinidad se puede incrementar a niveles intolerables**
 - **Nos lleva a problemas químicas y físicas**
- 

Medidas - Salinidad de Suelos conductividad eléctrica (CE)

- **Unidad CE: dS/m = decisiemes por metro**
- **dS/m = mmhos/cm (unidades pasado)**
 - **1 S = 1 mho**
 - **1dS/m = 1 mmho/cm**





CE y sales solubles totales (SST) - Calidad de Agua

CE = conductividad eléctrica

Regla general (USDA, 1954)

$CE_w \times 640 \sim SST \text{ (ppm)} = \text{sales solubles totales}$

Recuerde: ppm = mg/litro





Salinidad de Suelos

(Definiciones formal y práctica)

Suelo Salino: ≥ 4 dS/m

Definición práctica:

Sales solubles suficientes que afecten adversamente el crecimiento del cultivo en cuestión.



Tolerancia a Sales de Los Siguietes Cultivos

Cultivo	CE _e mmhos /cm, 25°C al cual el rendimiento decrece en		
	10%	25%	50%
Lechuga (<i>Latuca Sativa</i> L.)	2	3	5
Brócoli (<i>Brassica Oleraceae</i> L.)	4	6	8
Algodon (<i>Gossypium hirsutum</i> L.)	10	12	16
Cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	12	16	18

Source: L. Bernstein, Salt Tolerance of Plants. USDA Bull. 283. 1964.



Síntomas de salinidad en campo

- **Plantas pequeñas, achaparradas con poco vigor**
- **Dificultad en germinación y establecimiento de plántulas**
 - **Más sensibles en etapa de plántula**
- **Variabilidad en campo es común (no es uniforme en campo)**











Sodio (Na)

PSI = Porcentaje Na Intercambiable

$$\mathbf{PSI} = \frac{\mathbf{Na\ Intercambiable\ (cmol_c / kg)}}{\mathbf{Capacidad\ de\ Intercambio\ Catiónico\ (CIC)\ (cmol_c / kg)}}$$

- **PSI > 15; pH > 8.5 común**
- **PSI >> 15; pH > 10 puede ocurrir**



Relacion de Adsorción de Sodio (RAS)

$$RAS = \frac{[Na^+]}{\left[\frac{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}{2} \right]^{1/2}}$$

- RAS es la concentración comparativa de Na^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} en la solución del suelo (meq/litro ó mmoles/litro)

Sodio (Na)

PSI > 15; pH > 8.5 común

PSI >> 15; pH > 10 puede ocurrir

Relacion de Adsorción de Sodio (RAS)

RAS > 13





Suelos Sódicos -

Características del suelo

- Alta concentración de Na^+ , OH^- , y HCO_3^-
- Baja permeabilidad al agua
- Suelos duro
- Corteza de suelo



Baja permeabilidad al agua y suelos duros

Corteza de suelo



Baja permeabilidad al agua

Corteza de suelo



*Resumen Básico**

Suelos salinos: requerimiento de lavado (no requiere mejoradores)

Suelos sódicos: dos etapas

1) Intercambio/remplazo de Na en el suelo - requiere mejoradores

2) Lavado de Na soluble del suelo



Requerimiento de Lavado

- **Requerimiento de lavado (RL)**
cantidad de agua necesaria para remover el exceso de sales
 - RL depende de
 - Tolerancia del cultivo a establecer
 - Calidad del agua de riego
 - Características del suelo



El lavado de suelo con agua es necesaria para remover el exceso de sales





Calculo del Requerimiento de Lavado (RL) - ecuación

$$RL = \frac{CE_w}{5(CE_e) - CE_w}$$

(Ayers and Westcott, FAO 29)



Requerimiento de Lavado

- **RL (0.45) se multiplica por la cantidad de agua necesaria para mojar el perfil del suelo (capacidad de campo (CC)).**
 - **Ejemplo: 8 cm de agua necesitan**
 - **$8\text{cm} * 0.45 = 3.6 \text{ cm}$ agua**
 - **3.6 cm adicionales de agua para satisfacer el RL**
 - **$8.0 \text{ cm} + 3.6 \text{ cm} = 11.6 \text{ cm}$ de agua**
 - **se asume buena distribución**
 - **condición de suelo uniforme**



Manejo de Suelo y Agua

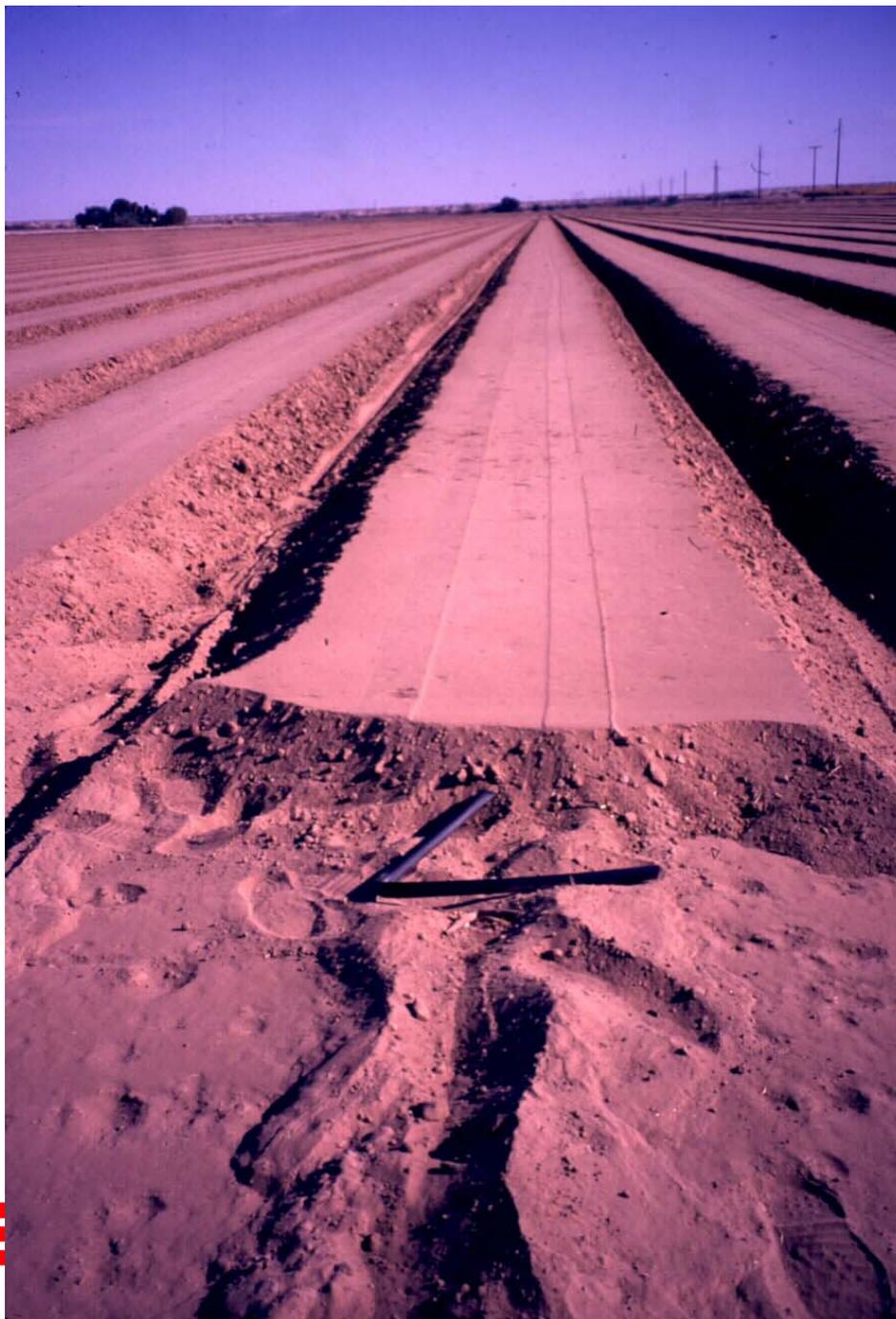
- El método de riego y su manejo son muy importantes en suelos salinos y sódicos.
- La distribución y movimiento del agua es crítico.
 - Se afecta la distribución y concentración de sales en el suelo







Riego Gateo



Cada dos surcos



Furrow Irrigation

▼ point of water application

Soil Salinity Level

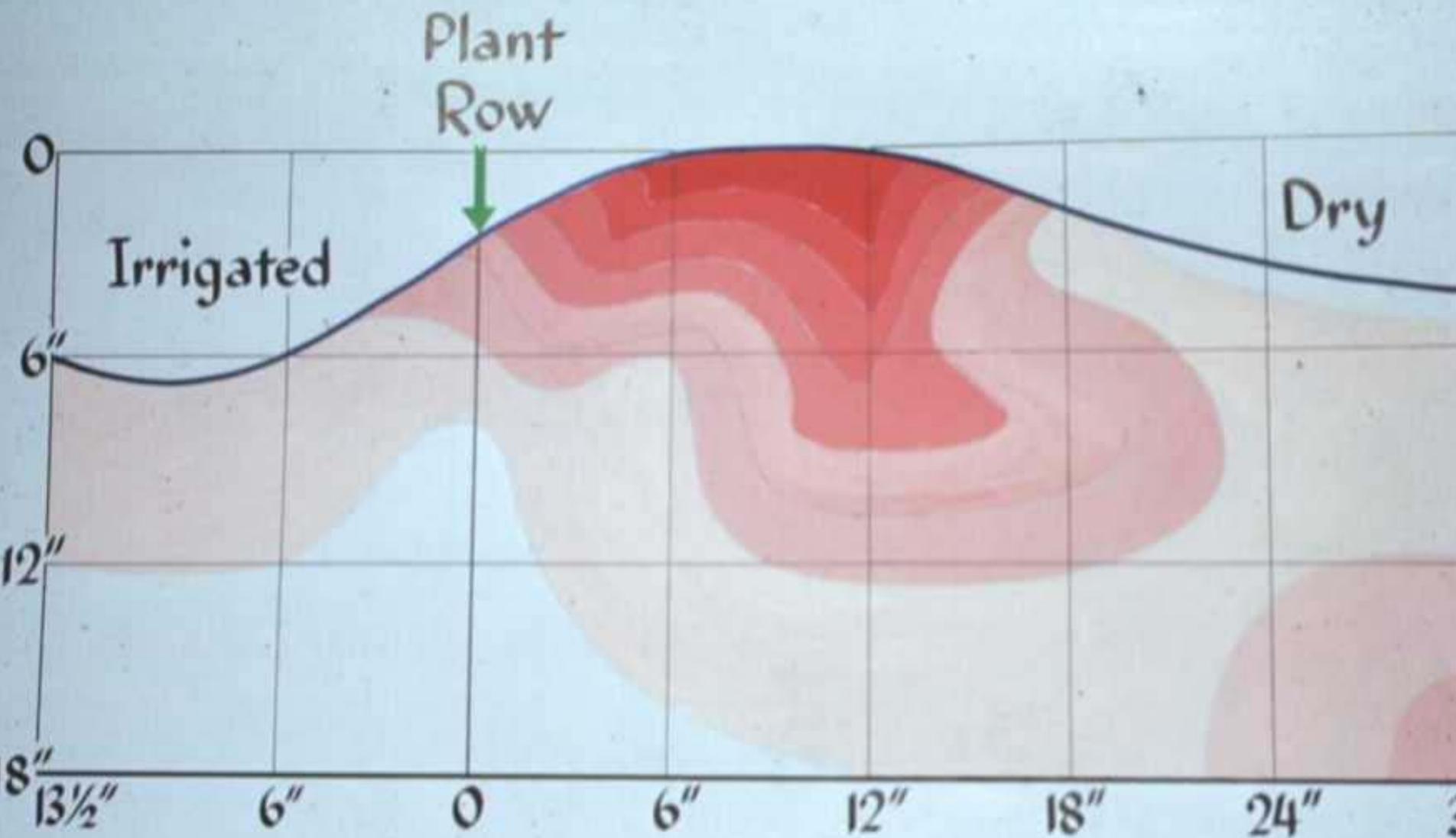


Low Medium High Extreme



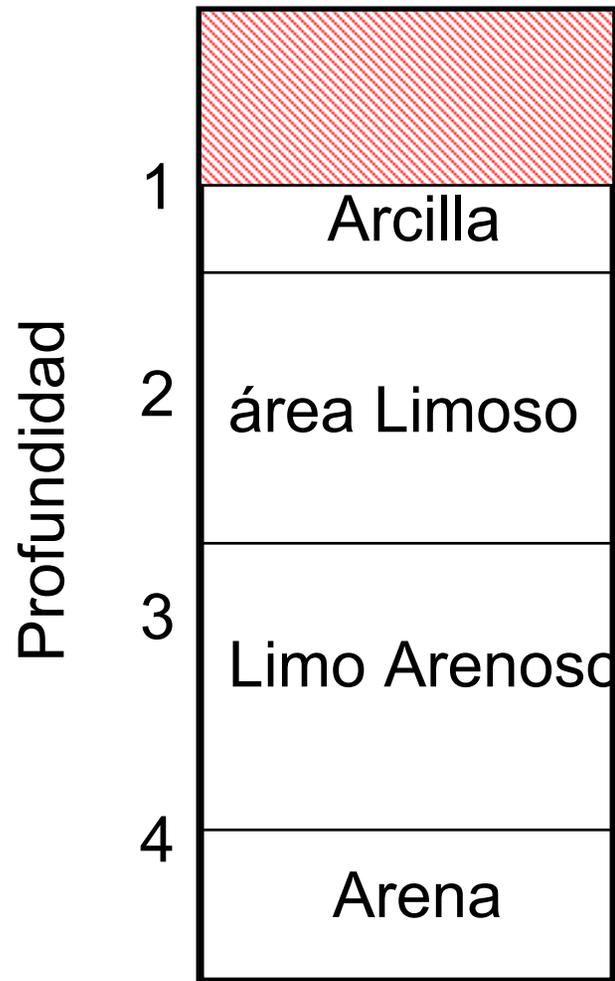
Cada dos surcos





Salt Distribution in Bed Profile
VARIABLE ROW SPACING

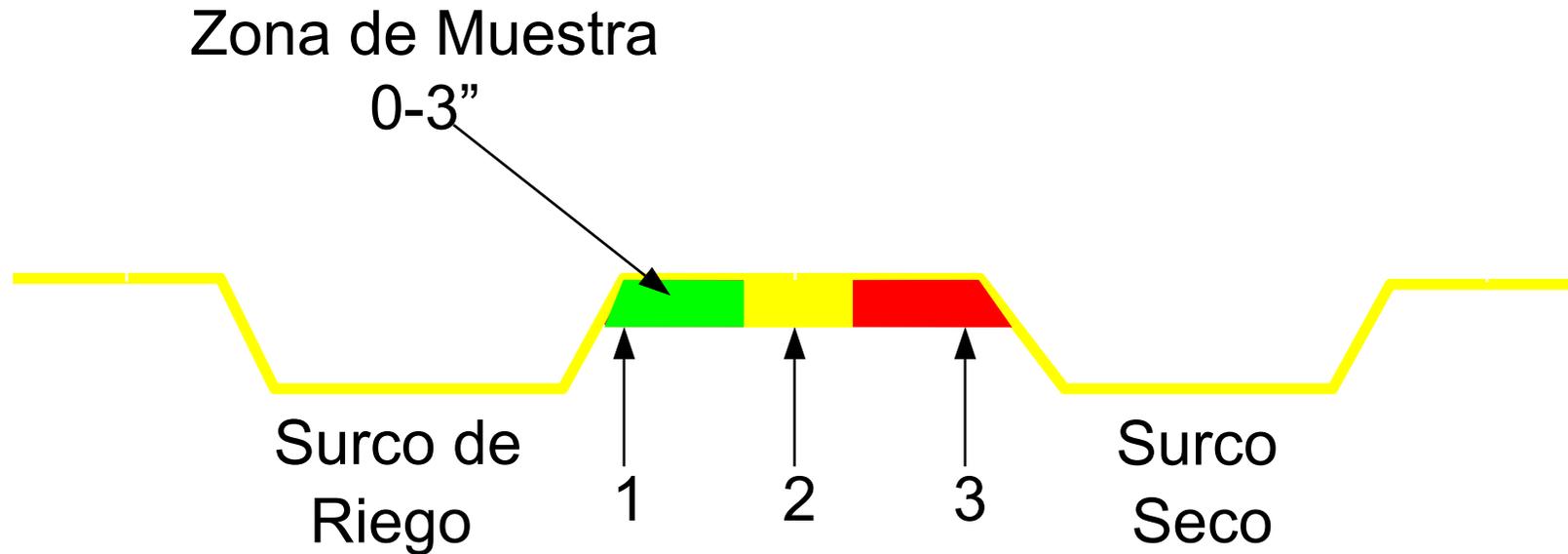
área de Muestreo de Suelo 10-12"



Cada dos surcos



Zonas de Muestra para evaluar la salinidad/sodicidad de un suelo - AZ



CE_e Zona buena (ds/m)

1 = 9.3

2 = 14.0

3 = 14.0

CE_e Zona malo (ds/m)

1 = 14.3

2 = 26.3

3 = 26.3



Efecto de Amonia - Aplicada en el Riego

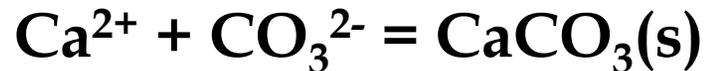
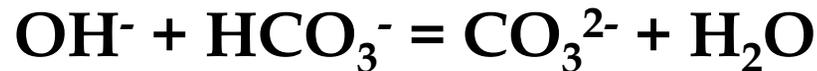
- **Aplicación de NH_3 anhidro tiene algunos efectos negativos en el suelo**
 - **aplicación de NH_3 anhidro en el agua de riego incrementa el pH**
 - **Precipitación de Ca**
 - **Incremento del RAS en agua**





Efecto de Amonia - Aplicada en el Riego

- Reacción de amonia anhidro NH_3



→ Relación de Adsorción de Sodio (RAS) mas alta



Relación de Adsorción de Sodio (RAS)

$$RAS = \frac{[Na^+]}{\left[\frac{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}{2} \right]^{1/2}}$$

- RAS es la concentración comparativa de Na^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} en la solución del suelo (meq/litro ó mmoles/litro)



Efecto de Amonia - Aplicada en el Riego

- **Agregar H_2SO_4 en el agua de riego con NH_3 para contrarestar el cambio en pH**
 - **se reduce la precipitación de Ca**



Resumen Básico

Suelos salinos: requerimiento de lavado (no requiere mejoradores)

Suelos sódicos: dos etapas

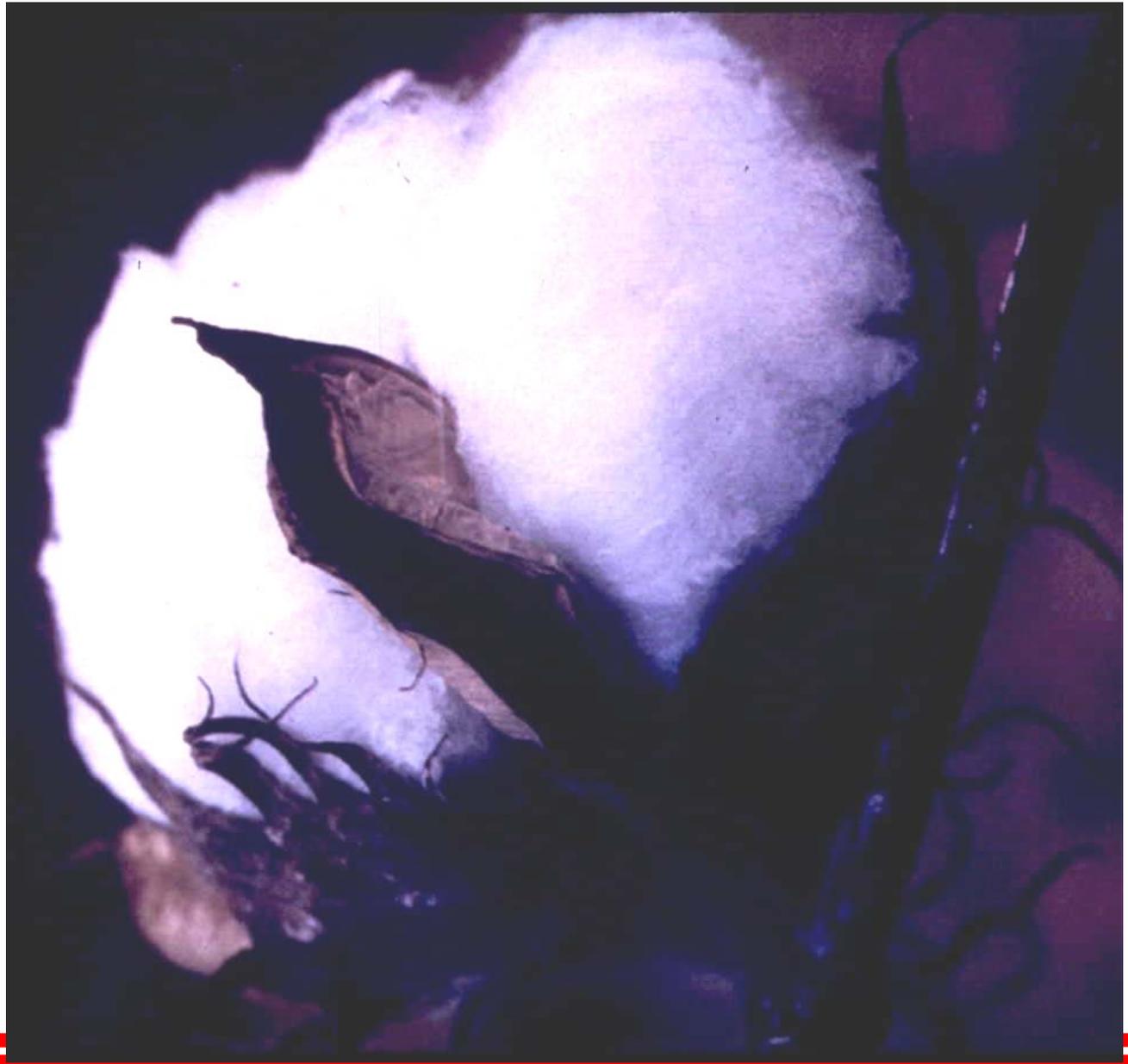
1) Intercambio/remplazo de Na en el suelo - requiere mejoradores (ej. CaSO_4)

2) Lavado de Na soluble del suelo

El lavado de suelo con agua es necesaria para remover el exceso de sales















Generaciones de futuro



Prevención de suelos malos









NORTH AMERICA





P L A N E T E A R T H

© 1996 National Geographic Society. All rights reserved. National Geographic is a registered trademark of National Geographic Society. All other trademarks are the property of their respective owners.