

# 14° Seminario Puebla

## Agricultura de conservación: Principios y técnicas para la fertilidad de suelos

---

ING. GERARDO LARA ROBLES  
COORDINADOR TECNICO DEL HUB VALLES ALTOS  
CIMMYT



**AGRICULTURA**

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



## EL SUELO

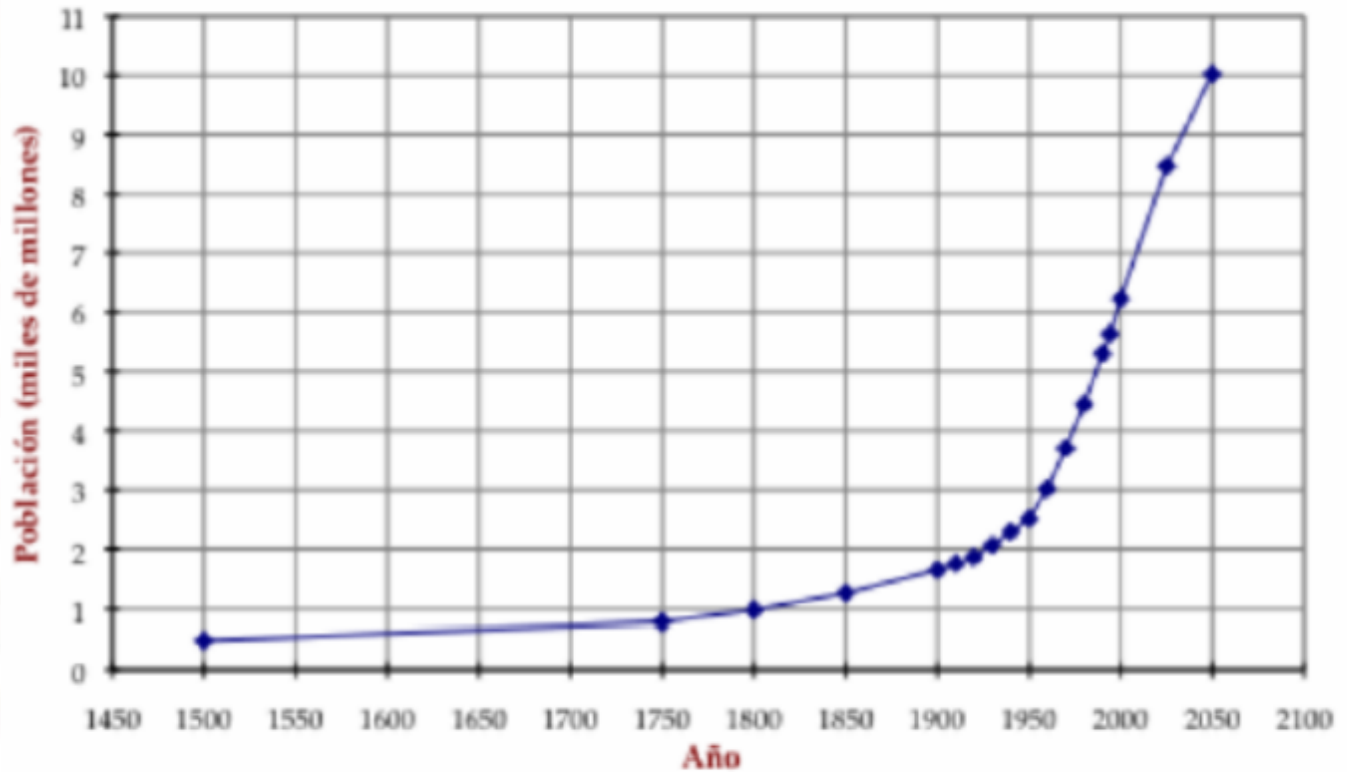
“ ES UN SER VIVO QUE TE  
DA DE COMER, A PESAR  
DE TU EMPEÑO EN  
DESTRUIRLO ”



# ¿Qué desafíos enfrenta la Agricultura?

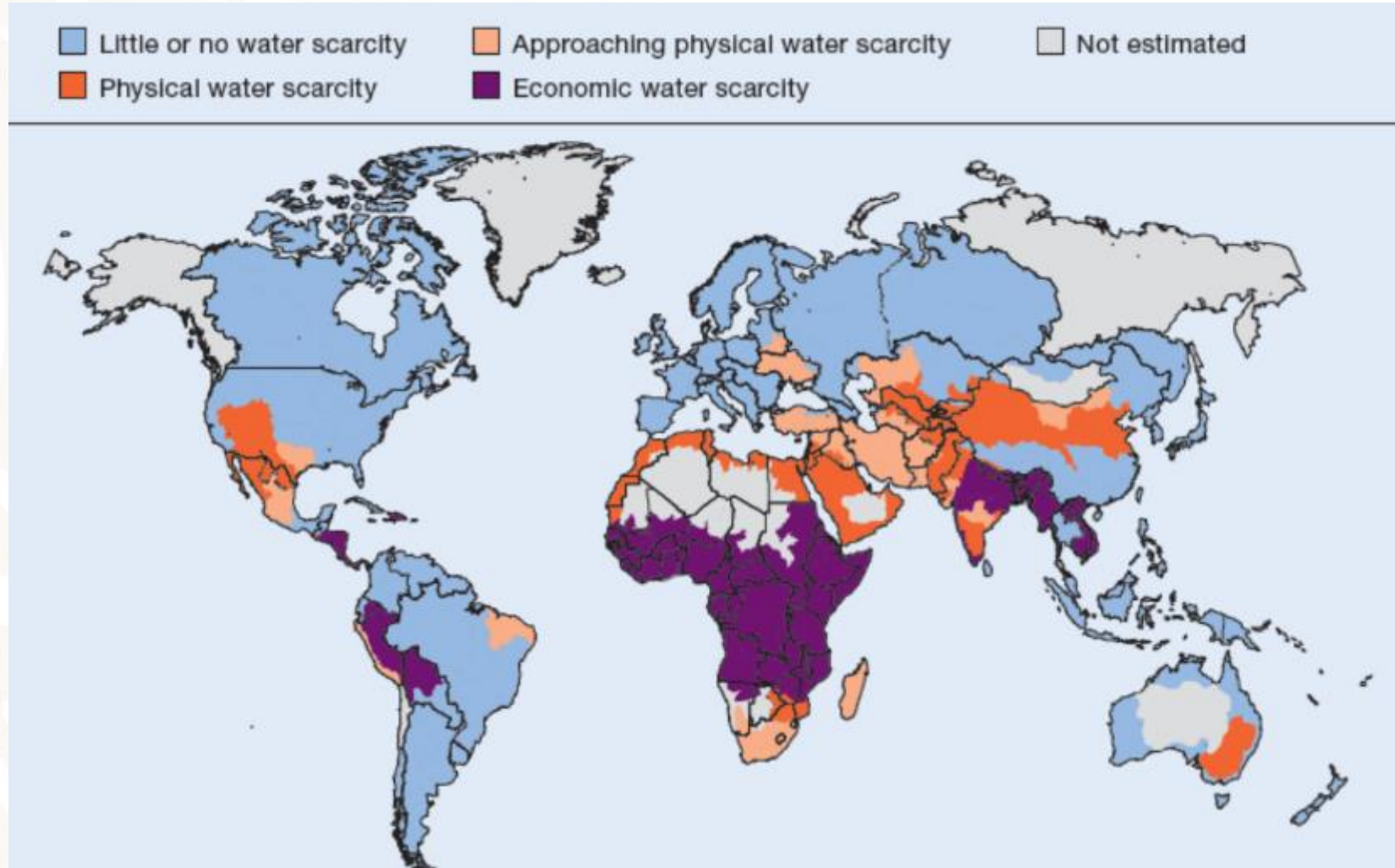
# Crecimiento Poblacional

## Evolución de la población mundial (1500-2050)

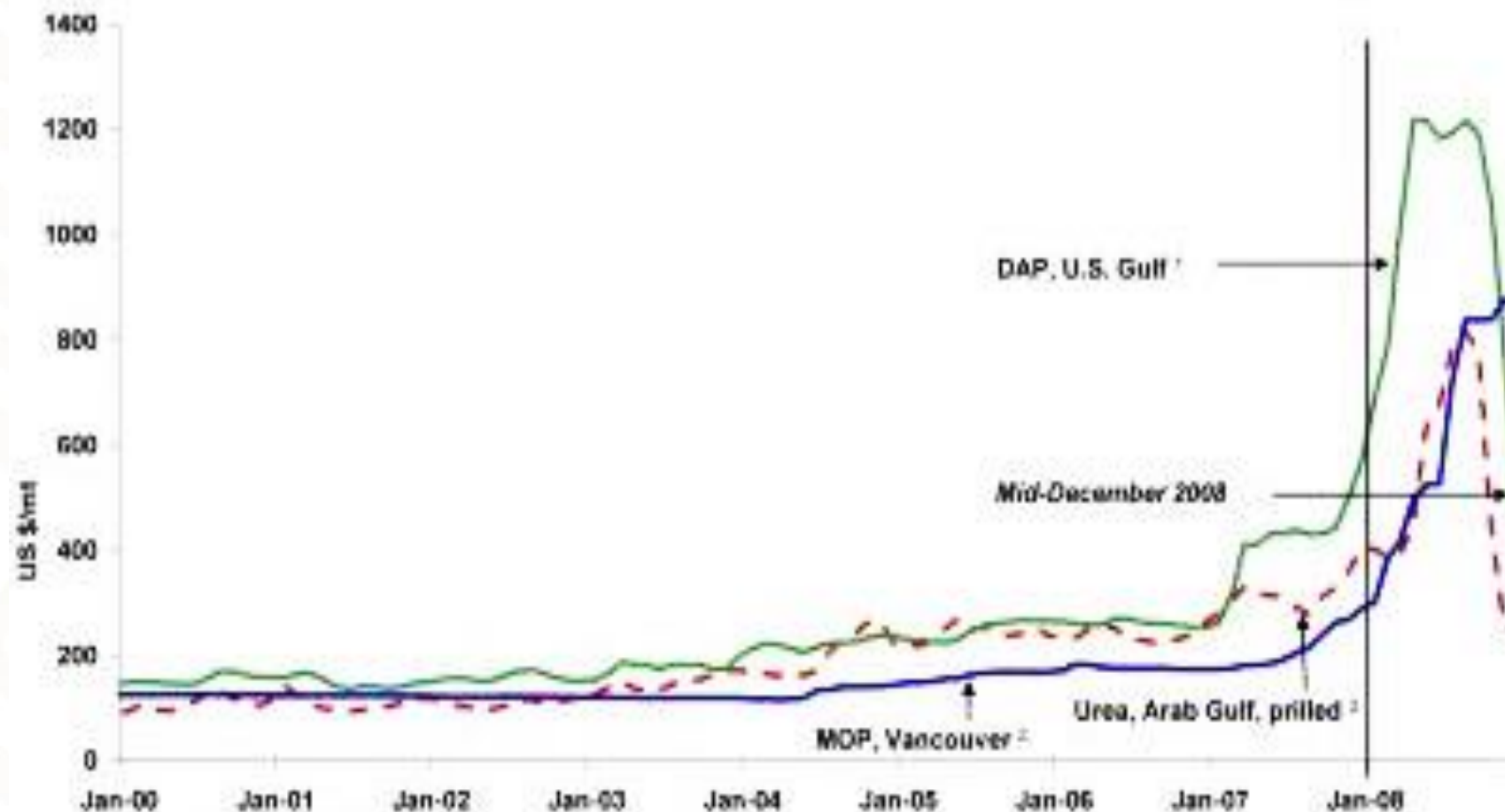


Fuentes: J.D. Durand (1974), United Nations (1966), United Nations (1973), United Nations (1992) y United Nations (1993)

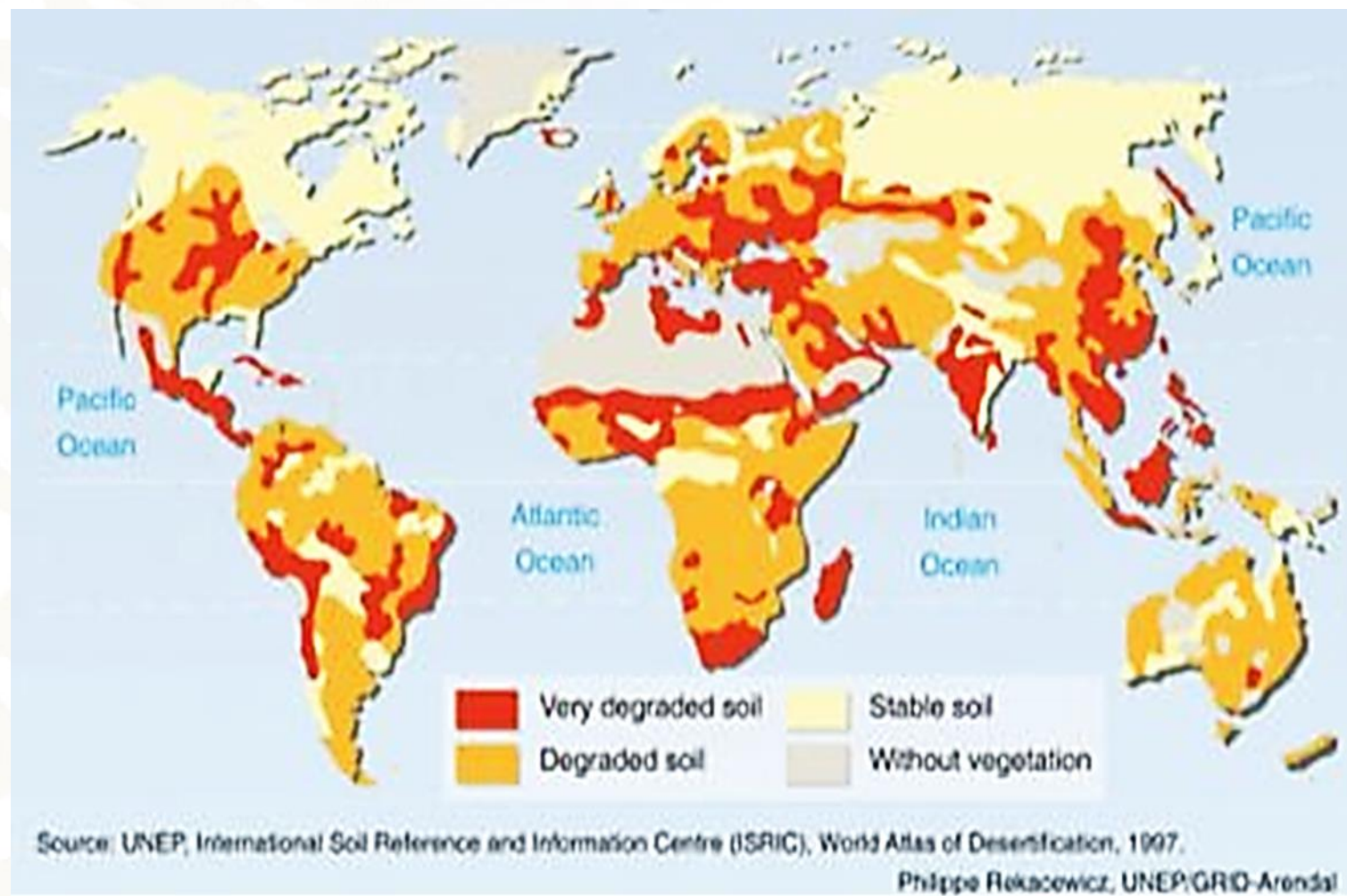
# Escases de agua



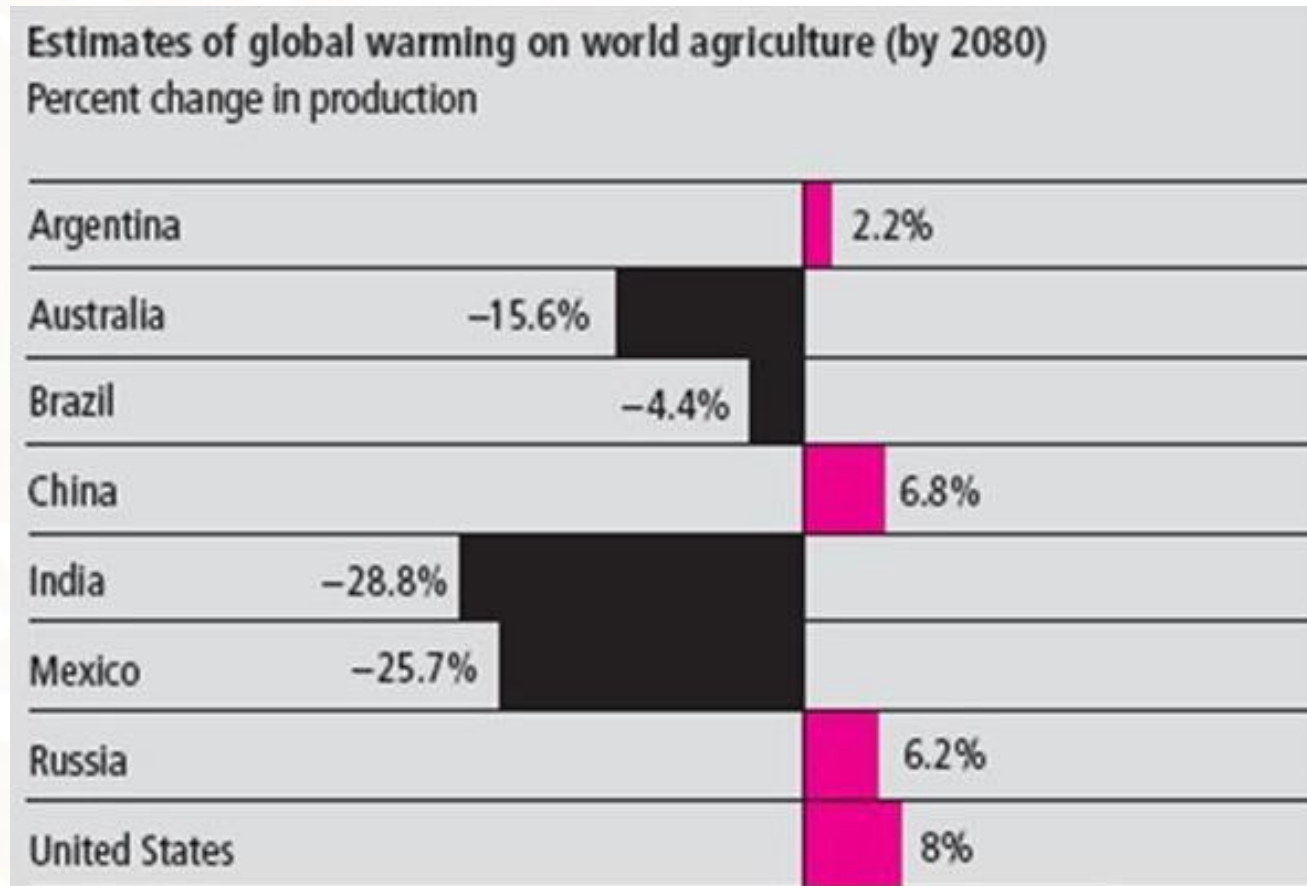
# Alza en el precio de los fertilizantes



# Degradación de los suelos



# Vulnerabilidad al cambio climático



Scientific American, September 2010



# “El Gran desafío del Siglo XXI, Aumentar la Producción con Recursos mas Escasos y en Forma Sustentable”

- Dr. Norman Borlaug

Posc-Almacenamiento hermético (bolsas, silos o contenedores plásticos):	AC-Implementos (discos cortadores etc.) para adaptar maquinaria convencional para uso en agricultura de conservación:	Aprovech. agua-Nivelación de suelos:	MIP/MAP-Monitoreo de plagas en campo (determinación de umbral económico):	Fertilidad-Abonos orgánicos como fuente de nutrientes (compostas, estiércoles, lixiviados, abonos orgánicos fermentados):	Semilla mejorada-Variedades mejoradas (incluye polinización abierta (OPV) maíz):
Posc-Desgranadora eficiente:	AC-Maquinaria multi-uso / multi-cultivo (en el sistema de agricultura de conservación) para operaciones en prácticas de labranza cero o reducido	Aprovech. agua-Obras de conservación de suelo y agua (presas filtrantes, barreras vivas, diques, contreo o pileteo):	MIP/MAP-Tratamientos de semillas (fungicidas, insecticidas, micorrizas):	Fertilidad-Aplicación del fertilizante en momentos adecuados (con uso de las curvas de demanda de los cultivos):	Semilla mejorada-Variedades híbridas (donde antes no se usaban o que son de Semilleras MasAgro):
Posc-Secado del grano:	AC-Rotación/Diversificación de cultivos (con cultivo no tradicional):	Aprovech. agua-Corrección de la compactación:	MIP/MAP-Uso de la biodiversidad funcional (enemigos naturales):	Fertilidad-Biofertilizantes como fuente de nutrientes:	Semilla mejorada-Variedades mejoradas de trigo:
Posc-Polvos inertes: cal micronizada, tierras diatomeas y silicio:	AC-Roturación vertical con subsuelo y arado de cinceles para preparar año cero:	Aprovech. agua-Nivelación de la parcela:	MIP/MAP-Maquinaria multi-uso y multi-cultivo (en un sistema diferente al de agricultura de conservación):	Fertilidad-Enmiendas de suelo: cal dolomita y yeso agrícola:	Comercialización-Incorporación de nuevos cultivos de alto valor con orientación al mercado:
Posc-Uso de feromonas sexuales (control en campo y en almacenamiento):	AC-Uso de camas permanentes:	Aprovech. agua-Riego por aspersión:	Cons. Suelo- Sistema Milpa Intercalado con Árboles Frutales (MIAF):	Fertilidad-Forma de aplicación del fertilizante para optimizar su efectividad: Enterrada manual, enterrada mecánica, enterrada con yunta, superficial, foliar, fertirriego:	Comercialización-Uso de agricultura por contrato:
AC-Cultivos de cobertura (canavalia, dolichos, mucuna, especies de la región, sesbania, cacahuate forrajero, etc.):	AC-Implementos adaptados a tractor de 2 ruedas para acondicionamiento de parcela (subsuelo y acamadora) para preparar año cero:	Aprovech. agua-Riego por goteo:	Cons. Suelo- Curvas a nivel:	Fertilidad-Fertilizantes inorgánicos como fuente de nutrientes (macronutrientes y micronutrientes) aplicados de manera correcta en cantidades correctas:	
AC-Manejo de rastrojo: uso de desmenuzadora manual o mecánica aplicada para poder dejar rastrojo sobre la superficie:	AC-Inclusión de nuevos cultivos en el sistema de producción de maíz y cereal grano pequeño como son típicamente soya, triticale, girasol, cártamo:	MIP/MAP-Feromonas para el control de plagas:	Arr. Topológico-Densidades de siembra óptimas:	Fertilidad-Herramientas de diagnóstico (análisis de suelos, análisis de tejidos, franja rica, GreenSeeker, GreenSat, entre otras):	
AC-Fertilizadora-reformadora aplicada para poder hacer agricultura de conservación:	Aprovech. agua-Curvas de nivel o desnivel:	MIP/MAP-Insectos benéficos:	Arr. Topológico-Siembras en hileras para grano pequeño:	Semilla mejorada-Criollos mejorados:	

# Agricultura de Conservación



- **Mínimo movimiento de suelo**
- **Mantener una cobertura permanente del suelo**
- **Diversificación de cultivos**
- **Cambio de pensamiento**



# Mínimo movimiento de suelo



**Objetivo:** Determinar el apropiado nivel de labranza para cada cultivo en cada sistema de producción y condiciones de suelo.

# Labranza convencional





# Cobertura permanente del suelo



Objetivo: Mantener una cobertura de suelo viva o muerta para reducir la erosión, mejorar la infiltración e incrementar el material orgánico del suelo.

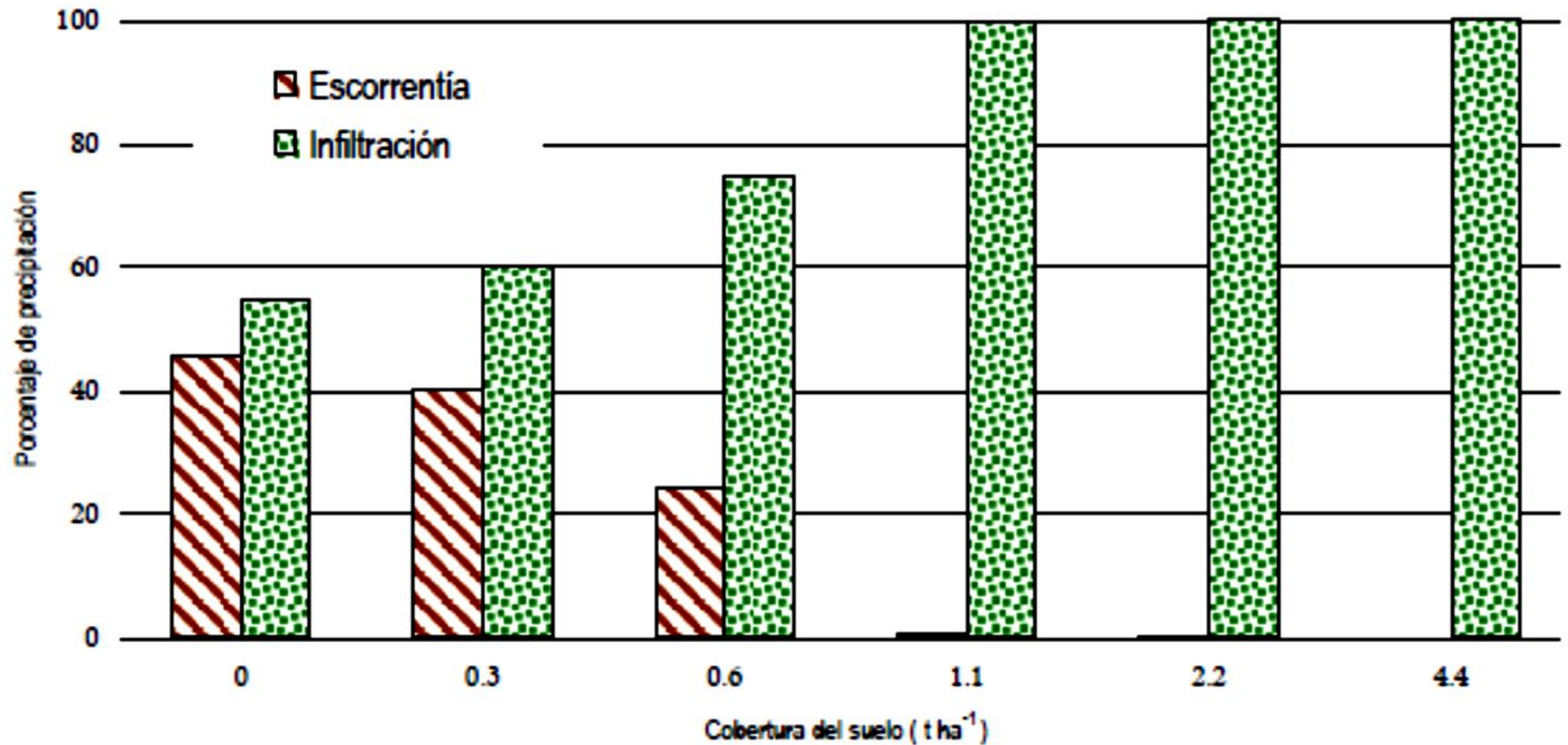


# Cobertura del suelo

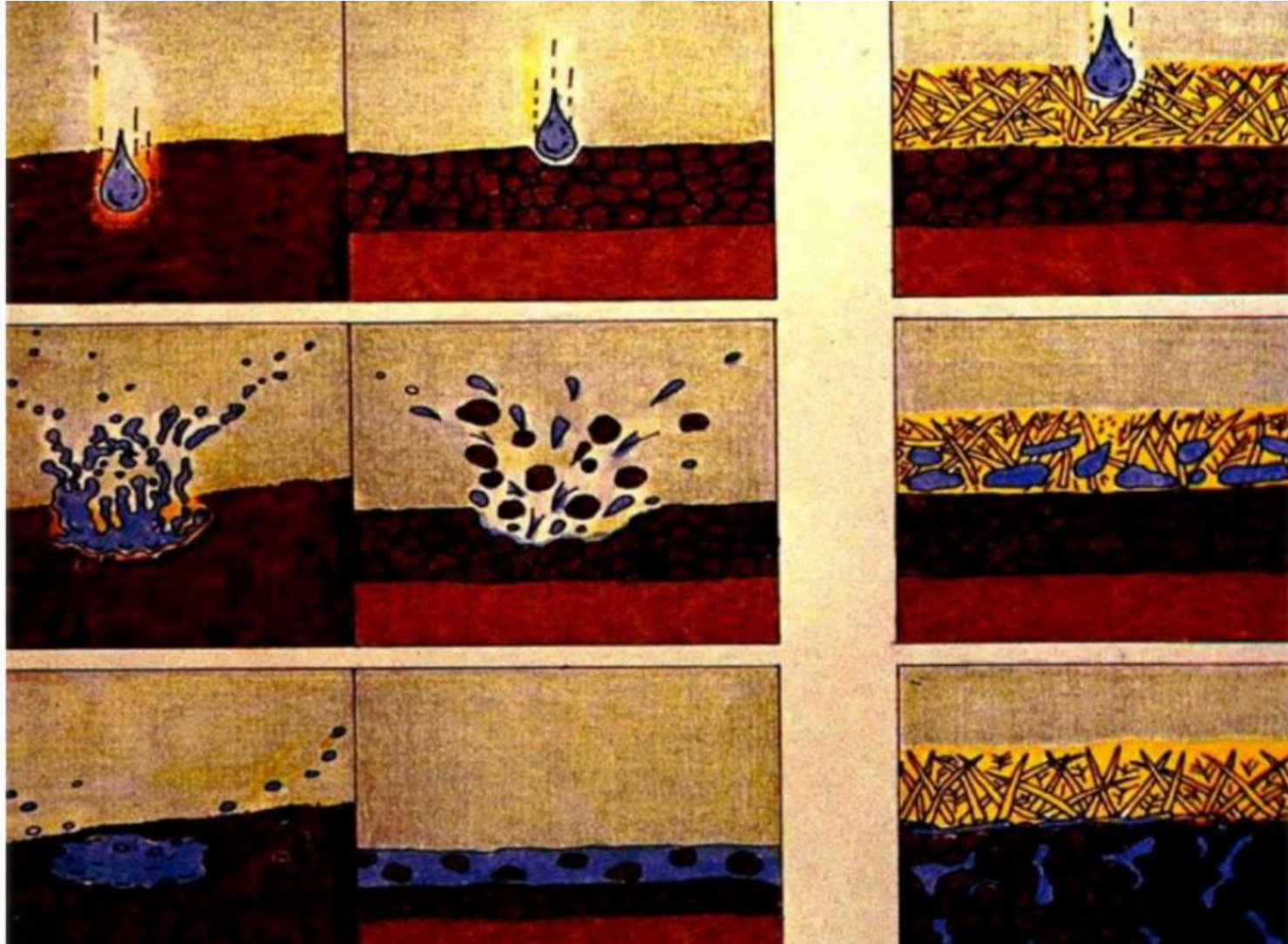


# Cobertura del suelo

Efecto de la cantidad de cobertura de suelo en la escorrentía e infiltración del agua de lluvia. (Ruedell, 1994)



# Efecto de la cobertura



# Diversificación de cultivos

**Objetivo:** Desarrollar tecnologías con base en AC para diversificar rotaciones que son viables económicamente y que ofrece oportunidades para minimizar el riesgo a los agricultores.



“ Cuando deseas poner en practica algo nuevo, el principal enemigo de este esfuerzo se haya dentro de ti mismo. Si no puedes vencer ha este enemigo no habrá progreso ”



Contaminación



Erosión.

Compactación.

Inversión.

### Propiedades Físicas del Suelo

Clase Textural	Franco Arcillo Arenoso		
Arena: 51.48 %	Arcilla: 28.52 %	Limo: 20 %	
Punto de Saturación	35.0 %	Mediano	
Capacidad de Campo	18.5 %	Mediano	
Punto March. Perm.	11.0 %	Mediano	
Cond. Hidráulica	5.80 cm/hr	Mod. Alto	
Dens. Aparente	1.11 g/cm3		

### Fertilidad del Suelo

Det	Result	Unid	Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Med.	Mod. Alto	Alto	Muy Alto
MO	1.36	%	■						
P-Bray	35.8	ppm	■						
K	432	ppm	■						
Ca	1158	ppm	■						
Mg	357	ppm	■						
Na *	9.12	ppm	■						
Fe	26.6	ppm	■						
Zn	0.46	ppm	■						
Mn	3.19	ppm	■						
Cu	0.79	ppm	■						
B	0.33	ppm	■						
S	2.84	ppm	■						
N-NO3	7.69	ppm	■						

### Propiedades Físicas del Suelo

Clase Textural	Franco Arcillo Arenoso		
Punto de Saturación	30.2 %	Mediano	
Capacidad de Campo	15.9 %	Mediano	
Punto March. Perm.	9.46 %	Mediano	
Cond. Hidráulica	6.70 cm/hr	Alto	
Dens. Aparente	1.31 g/cm3		

### Fertilidad del Suelo

Det	Result	Unid	Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Med.	Mod. Alto	Alto	Muy Alto
MO	0.73	%	■						
P-Bray	27.5	ppm	■						
K	75.8	ppm	■						
Ca	612	ppm	■						
Mg	99.7	ppm	■						
Na *	13.7	ppm	■						
Fe	30.3	ppm	■						
Zn	0.27	ppm	■						
Mn	6.87	ppm	■						
Cu	0.57	ppm	■						
B	0.10	ppm	■						
Al *	10.2	ppm	■						
S	32.1	ppm	■						
N-NO3	5.23	ppm	■						

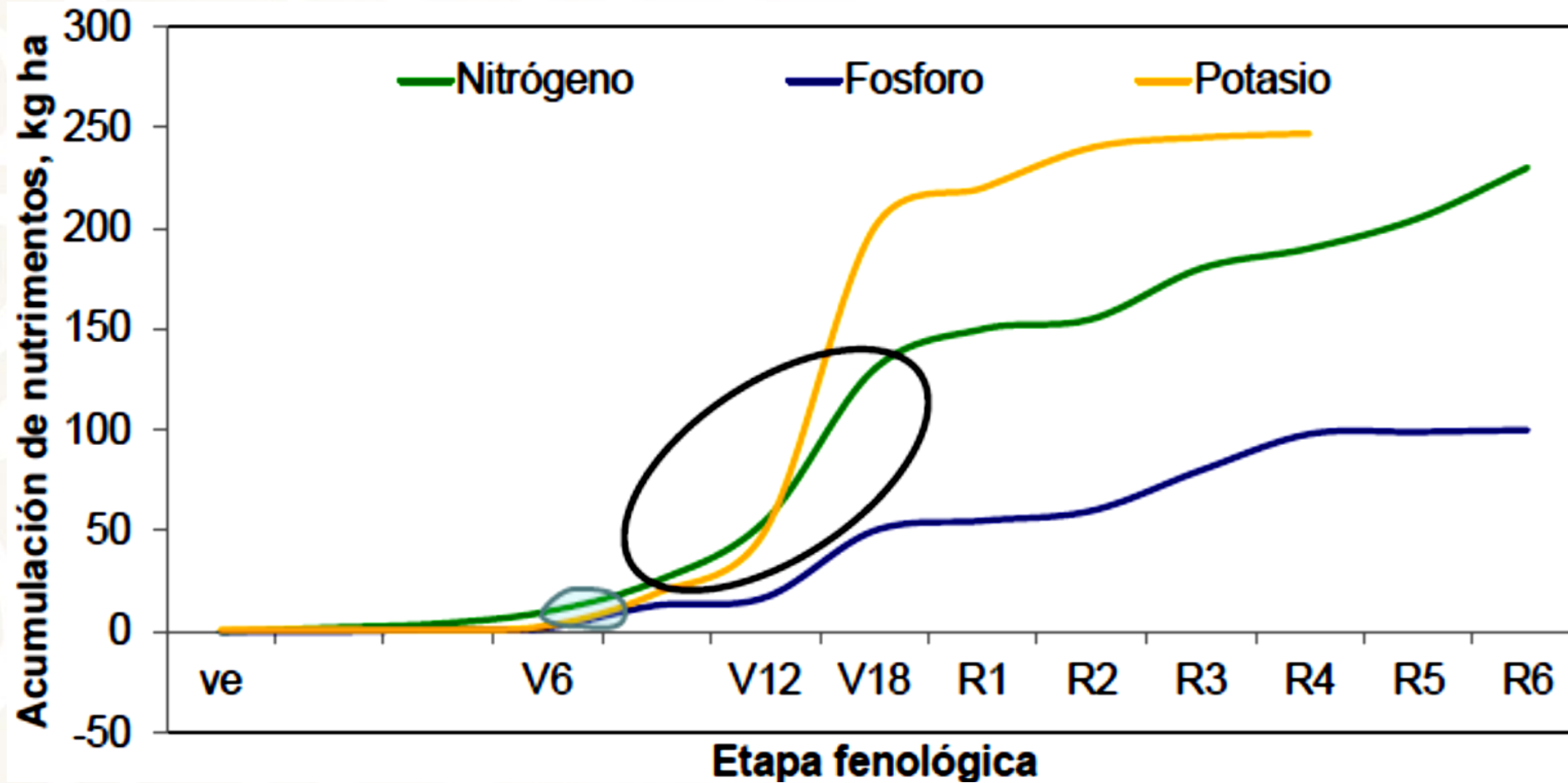
### Propiedades Físicas del Suelo

Clase Textural	Franco Arcillo Arenoso		
Arena: 51.48 %	Arcilla: 28.52 %	Limo: 20 %	
Punto de Saturación	36.0 %	Mediano	
Capacidad de Campo	19.1 %	Mediano	
Punto March. Perm.	11.4 %	Mediano	
Cond. Hidráulica	5.30 cm/hr	Mod. Alto	
Dens. Aparente	1.23 g/cm3		

### Fertilidad del Suelo

Det	Result	Unid	Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Med.	Mod. Alto	Alto	Muy Alto
MO	1.40	%	■						
P-Bray	49.0	ppm	■						
K	259	ppm	■						
Ca	1161	ppm	■						
Mg	203	ppm	■						
Na *	24.0	ppm	■						
Fe	23.2	ppm	■						
Zn	0.79	ppm	■						
Mn	4.52	ppm	■						
Cu	0.68	ppm	■						
B	0.39	ppm	■						
Al *	2.40	ppm	■						
S	17.0	ppm	■						
N-NO3	19.8	ppm	■						

# Nutrición Balanceada







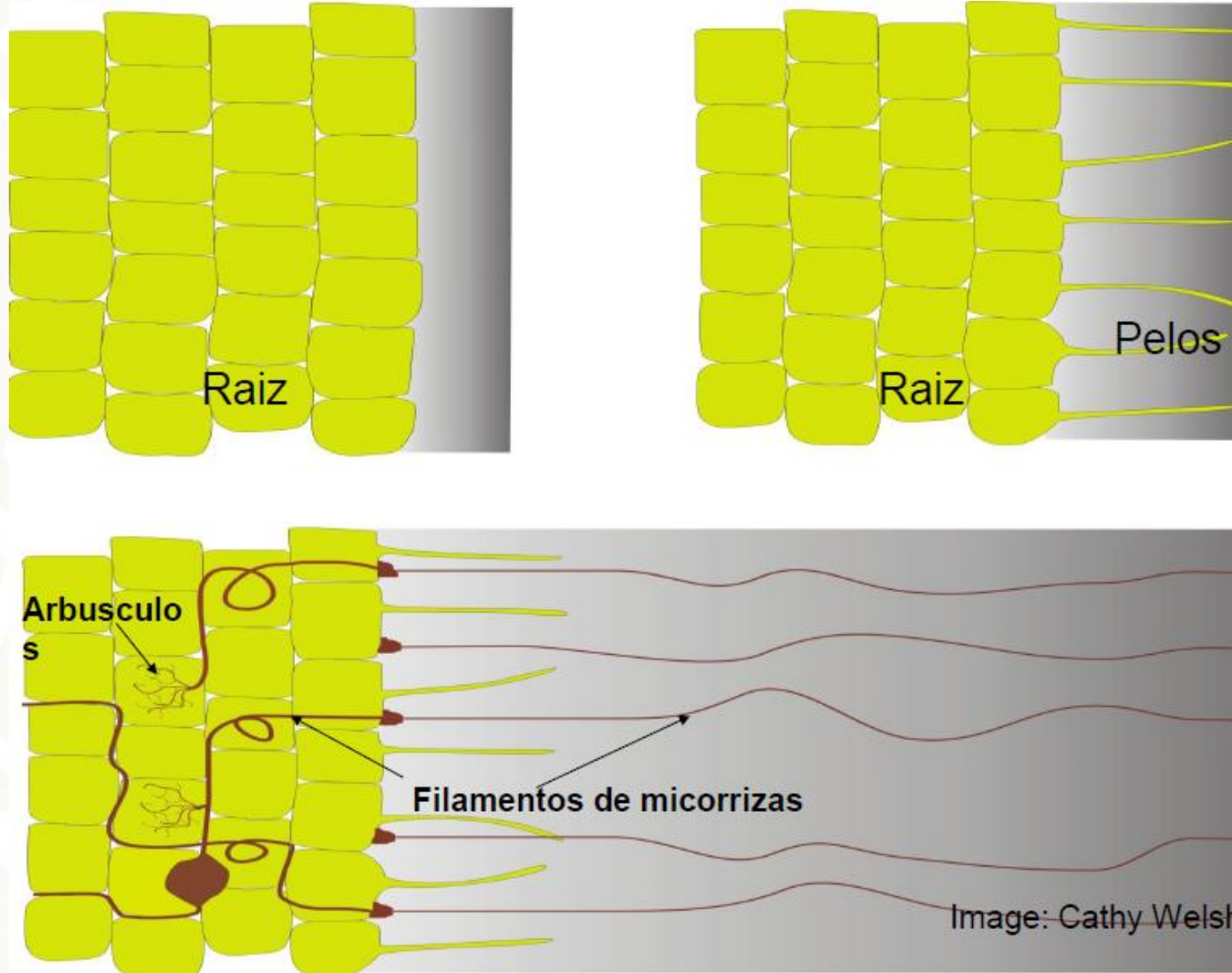


# Bioestimulantes

- Ácidos Húmicos y Fúlvicos.
- Compostas.
- Enmiendas con mejoradores.
- Bioestimulantes
  - Hongos
  - Bacterias

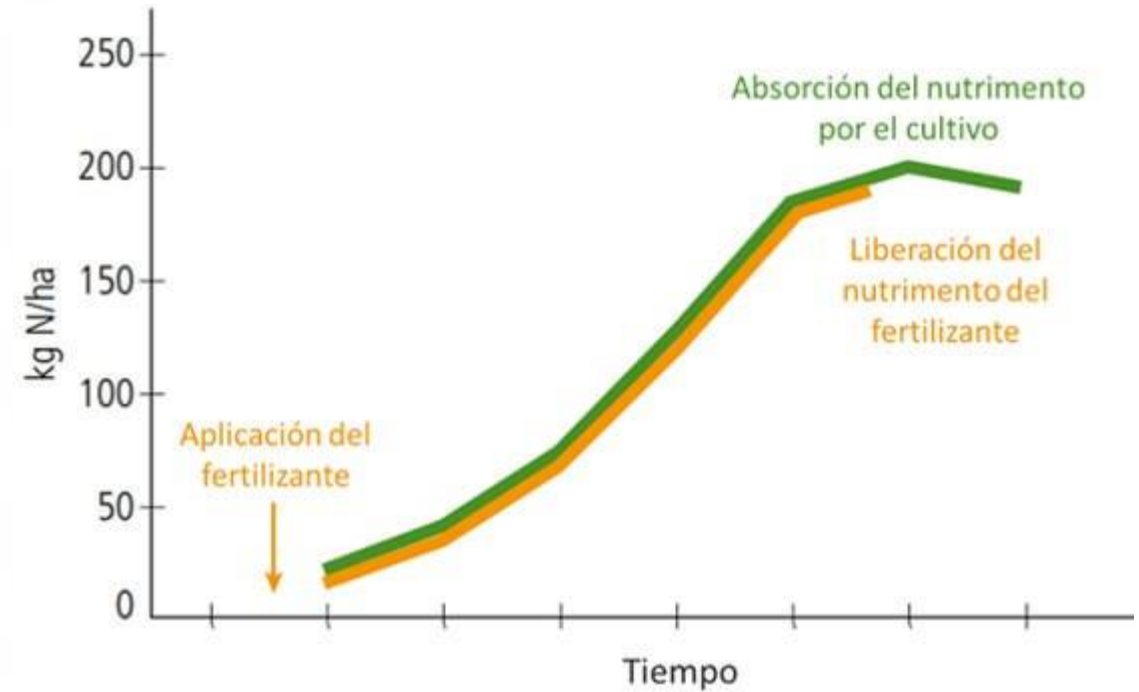


# Bioestimulantes



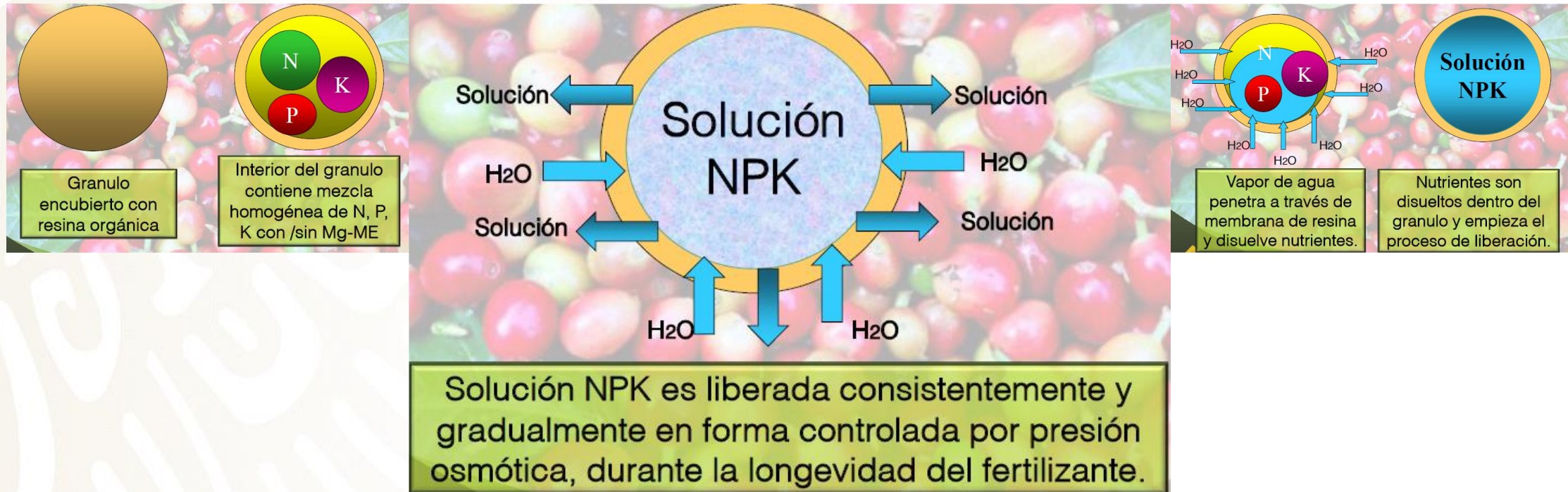
# Fertilizantes de LC, L y E.

El uso de fertilizantes de liberación controlada, lenta y estabilizados permite emplear menores dosis en comparación a fertilizantes convencionales sin reducir el rendimiento (INTAGRI S.C.)



# Características

Los FLC contienen a los nutrimentos encapsulados o recubiertos con diferentes materiales (orgánicos e inorgánicos) que controlan la velocidad, cantidad y duración de la liberación de los nutrimentos hacia el suelo.



- La velocidad, cantidad y duración de la liberación no están controlados
- Los FLL ocasionalmente pueden liberarse muy rápidamente cuando existe humedad excesiva y altas temperaturas en el mismo período.
- Fertilizantes estabilizados
  - Ureasa.
  - Nitrificación.
    - Estos productos resultan muy efectivos en suelos arenosos, para evitar el lavado de los nitratos y en suelos encharcados, para evitar la desnitrificación.

# Manejo Integral







### Capacitación y seguimiento en campo





## Agricultura de Conservación









# Manejo de Residuos



# Limitantes





## Valor del Rastrojo

Por cada tonelada de grano se produce 1.1 Ton de Rastrojo  
 $1.1 \times 7 \text{ Ton/Ha de Maíz} = 7.7 \text{ Ton de Rastrojo}$

Nutriente	Kg/Ton Rastrojo	Kg/Ha Nutriente	Cantidad de Fertilizante en Kg.		Precio por Kg	Precio Total
Nitrógeno	6.8	52.36	113.82	Urea	11	\$1,252.02
Fosforo	1.6	12.32	26.78	DAP	15	\$401.70
Potasio	15.9	122.43	204.05	Cloruro de Potasio	9.5	\$1,938.475
Calcio	2.1	16.17	62.19	Nitrato de Calcio	10.8	\$671.652
					<b>Total</b>	<b>\$4,264.027</b>

CONCEPTO	VECES	CANTIDAD	UNIDADES	COSTO/UN	COSTO TOTAL
<b>PREPARACION DEL TERRENO</b>					\$ 700.00
Manejo de rastrojo	1	1	HA	\$ 350.00	\$ 350.00
Formacion de camas	1	1	HA	\$ 350.00	\$ 350.00
<b>SIEMBRA</b>					\$ 3,273.75
Semilla	1	125	KG	\$ 11.87	\$ 1,483.75
Analisis de Suelo	1	1	HA	\$ 1,090.00	\$ 1,090.00
Siembra	1	1	HA	\$ 700.00	\$ 700.00
<b>FERTILIZACION</b>					\$ 2,040.00
Mezcla Cereales	1	200	KG	\$ 10.20	\$ 2,040.00
Aplicación Fertilizante					\$ -
<b>2DA Fertilización</b>					\$ 1,220.00
NITROMAG	1	100	KG	\$ 8.70	\$ 870.00
Aplicación	1	1	HA	\$ 350.00	\$ 350.00
<b>Fertilización Foliar</b>					\$ 250.00
PAQUETE DESARROLLO	1	1.0	PAQ	\$ 250.00	\$ 250.00
<b>CONTROL DE MALEZAS</b>					\$ 880.00
Peak TURBO	1	1	DOSIS	\$ 480.00	\$ 480.00
Adherente	1	0.25	LTS	\$ 200.00	\$ 50.00
Aplic. Herbicida	1	1	HA	\$ 350.00	\$ 350.00
<b>CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES</b>					\$ 575.00
SOLDIER	1	0.25	LTS	\$ 1,500.00	\$ 375.00
Adherente		0.25	LTS	\$ 200.00	\$ -
Aplicación	1	1	HA	\$ 200.00	\$ 200.00
<b>COSECHA</b>					\$ 1,937.50
Trilla	1	1	HA	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00
Acarreo	1	3.5	HA	\$ 125.00	\$ 437.50
Esquilmos / Subproductos					\$ -
<b>ESQUILMOS / SUBPTRODUCTOS</b>			PACAS (20 KGS)	\$ 10.00	\$ -
Otros					\$ -
SEGURO AGRICOLA		1	POLIZA	\$ 750.00	\$ -
<b>RENTA DE PREDIO</b>	1	1	HA	\$ 3,500.00	\$ 3,500.00
<b>COBERTURA DE PRECIOS</b>		1	HA	\$ 700.00	\$ -
<b>TOTAL</b>					\$ 14,376.25

CONCEPTO	VECES	CANTIDAD	UNIDADES	COSTO/UN	COSTO TOTAL
<b>PREPARACION DEL TERRENO</b>					\$ 4,000.00
Barbecho	1	1	HA	\$ 1,600.00	\$ 1,600.00
Rastreo	3	1	HA	\$ 800.00	\$ 2,400.00
<b>SIEMBRA</b>					\$ 2,580.50
Semilla	1	150	KG	\$ 11.87	\$ 1,780.50
Siembra	1	1	HA	\$ 800.00	\$ 800.00
<b>FERTILIZACION</b>					\$ 1,992.50
Urea	1	25	KG	\$ 11.20	\$ 280.00
18-46-00 (DAP)	1	100	KG	\$ 15.00	\$ 1,500.00
Cloruro de K	1	25	KG	\$ 8.50	\$ 212.50
Aplicación Fertilizante					\$ -
<b>2DA Fertilización</b>					\$ 1,240.00
Fosfonitrato	1	100	KG	\$ 10.40	\$ 1,040.00
Aplicación	1	1	JOR	\$ 200.00	\$ 200.00
<b>Fertilización Foliar</b>					\$ 400.00
20-30-10	1	2.0	KG	\$ 100.00	\$ 200.00
APLICACIÓN	1	1	JOR	\$ 200.00	\$ 200.00
<b>CONTROL DE MALEZAS</b>					\$ 750.00
Esteron	1	1	LTS	\$ 150.00	\$ 150.00
Peak	1	1	DOSIS	\$ 350.00	\$ 350.00
Adherente	1	0.25	LTS	\$ 200.00	\$ 50.00
Aplic. Herbicida	1	1	JOR	\$ 200.00	\$ 200.00
<b>CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES</b>					\$ 1,050.00
Folicur	1	1	LTS	\$ 800.00	\$ 800.00
Adherente	1	0.25	LTS	\$ 200.00	\$ 50.00
Aplicación	1	1	JOR	\$ 200.00	\$ 200.00
<b>COSECHA</b>					\$ 1,937.50
Trilla	1	1	HA	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00
Acarreo	1	3.5	HA	\$ 125.00	\$ 437.50
Esquilmos / Subproductos					\$ -
<b>ESQUILMOS / SUBPTRODUCTOS</b>			PACAS (20 KGS)	\$ 10.00	\$ -
Otros					\$ -
SEGURO AGRICOLA		1	POLIZA	\$ 750.00	\$ -
<b>RENTA DE PREDIO</b>	1	1	HA	\$ 3,500.00	\$ 3,500.00
<b>COBERTURA DE PRECIOS</b>		1	HA	\$ 700.00	\$ -
<b>TOTAL</b>					\$ 17,450.50



# Santa Inés Ahuatempan, Puebla



# Ocoatepec, Puebla



# Tenampulco, Puebla



# San Salvador el Seco, Puebla



# Cuyoaco, Puebla.



# Tlahuapan, Puebla.





# Calpan, Puebla.



# Molcaxac, Puebla.



# Tlachichuca, Puebla



# Cultivos de Cobertura (FLL)



# Mapa de Fertilidad Guadalupe Victoria



**CIMMYT, SADER Y GOBIERNO MUNICIPAL  
BUSCAN MEJORAMIENTO DEL CAMPO  
EN GUADALUPE VICTORIA, PUEBLA**



---

# ¡GRACIAS!

## AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



Ing. Gerardo Lara Robles  
Coordinador Técnico del Hub Valles Altos

Tel.: 7491100275, 5951255517  
Correo: [g.lara@cgiar.org](mailto:g.lara@cgiar.org)