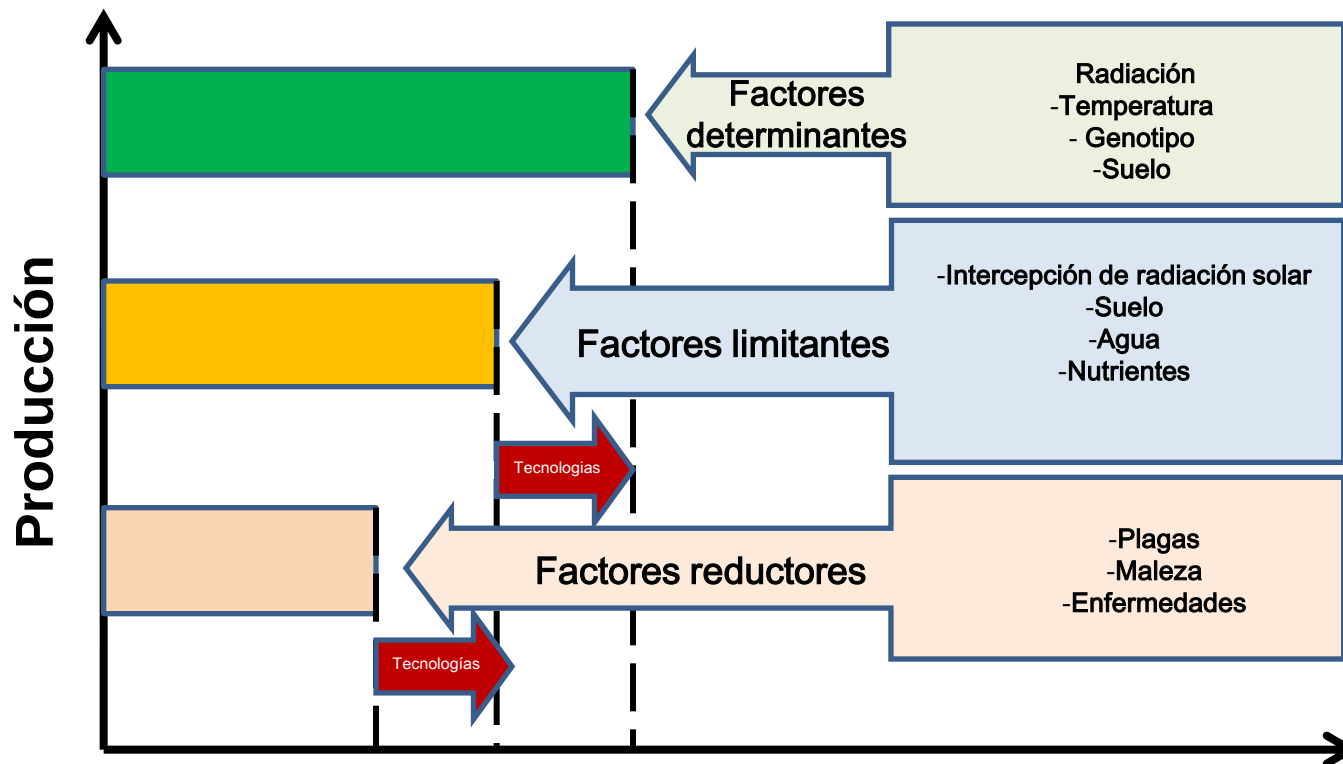




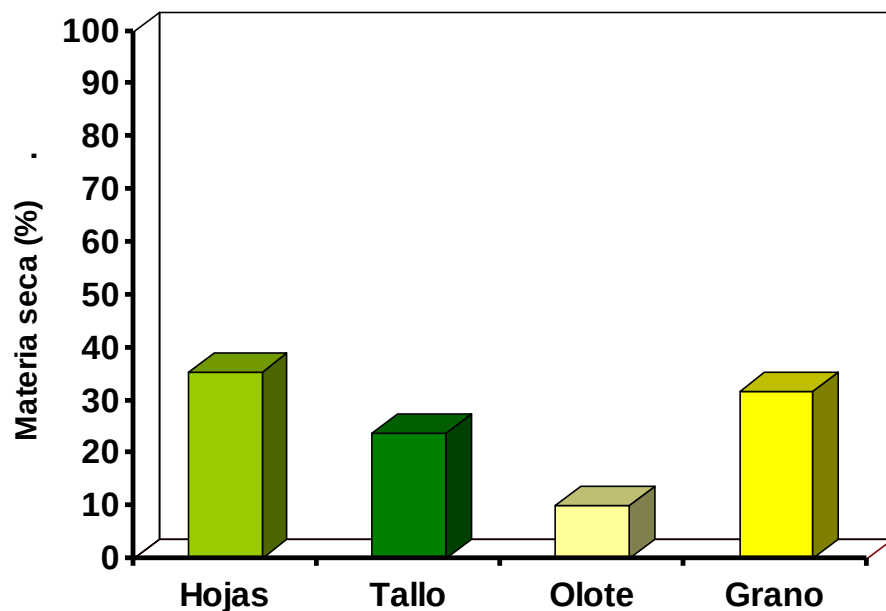
Producción de maíz forrajero

**Dr. Gregorio Núñez Hernández, Dr. Uriel Figueroa V, M.C.
RodolfoFaz, David, G. Reta S, C, Dr. Urbano Nava C. y
M.C. Eduardo Castro M.**

Modelo de producción del cultivo



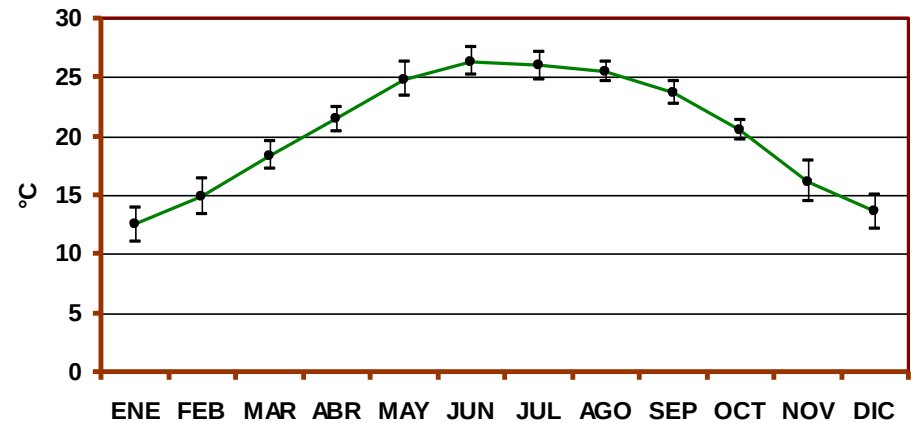
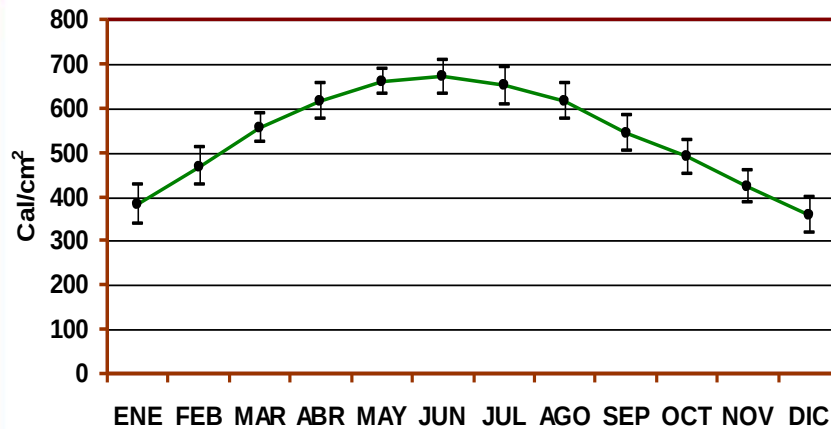
¿Qué estamos produciendo en maíz forrajero?



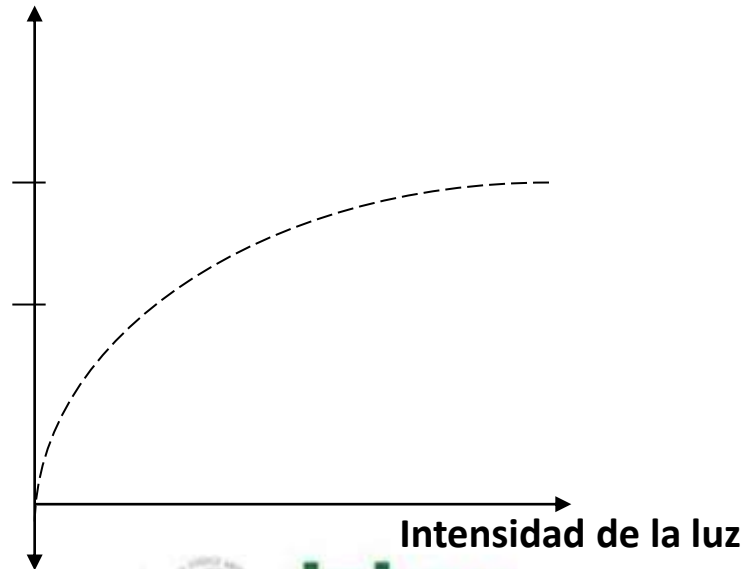
Grano 2.04 Mcal/kg MS

Forraje 1.16 Mcal/kg MS

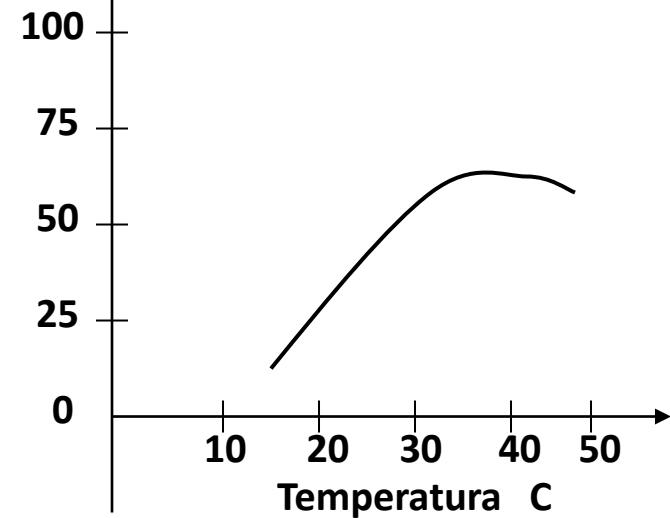
¿Como afecta el ambiente el maíz forrajero?



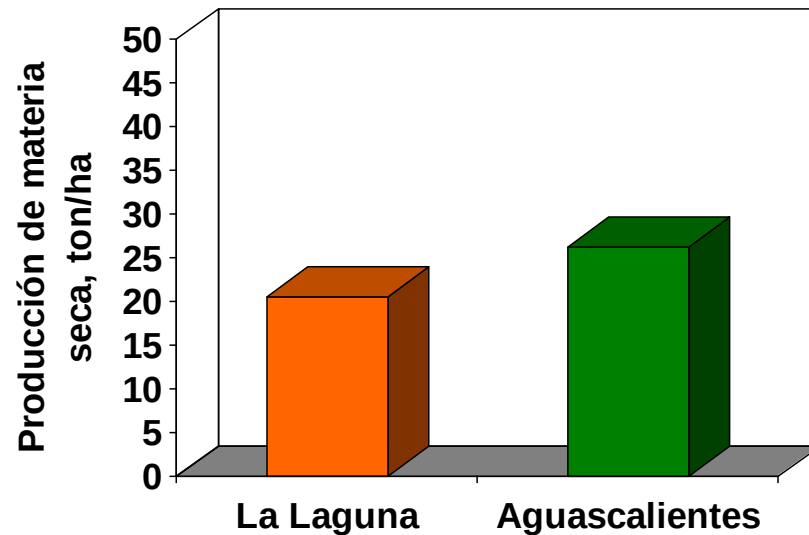
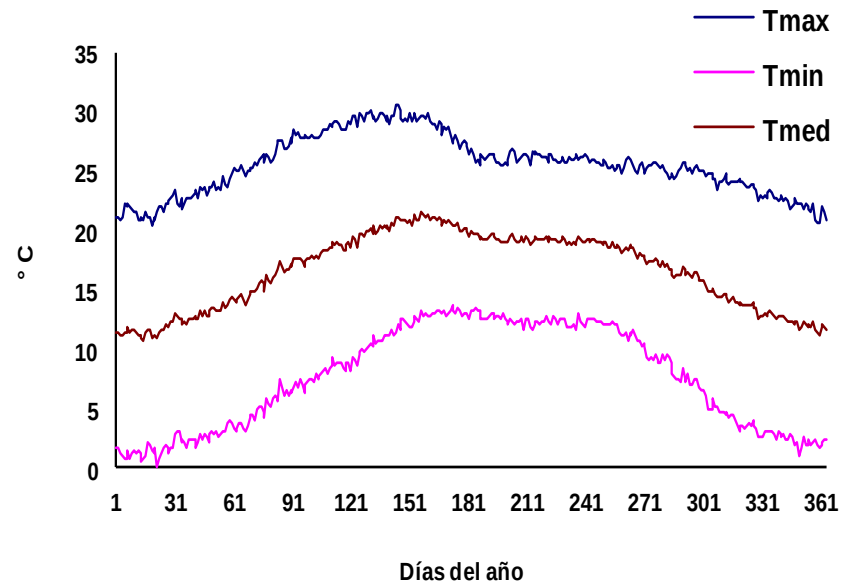
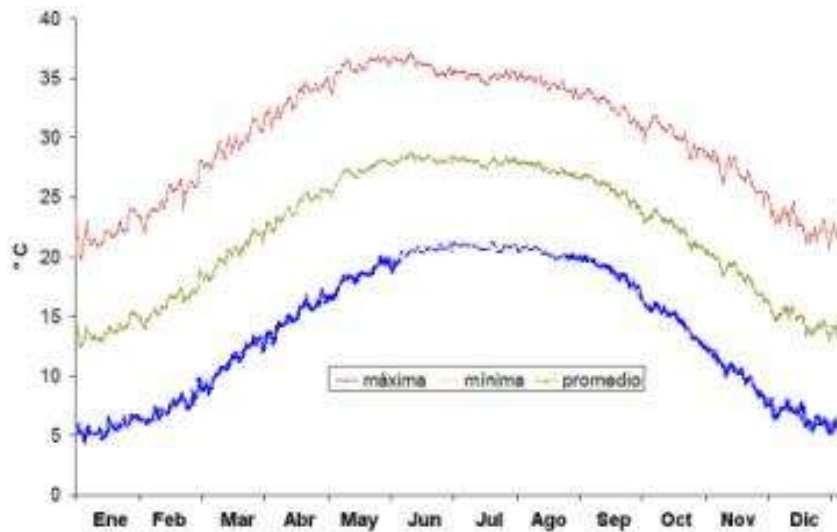
Fijación de CO₂



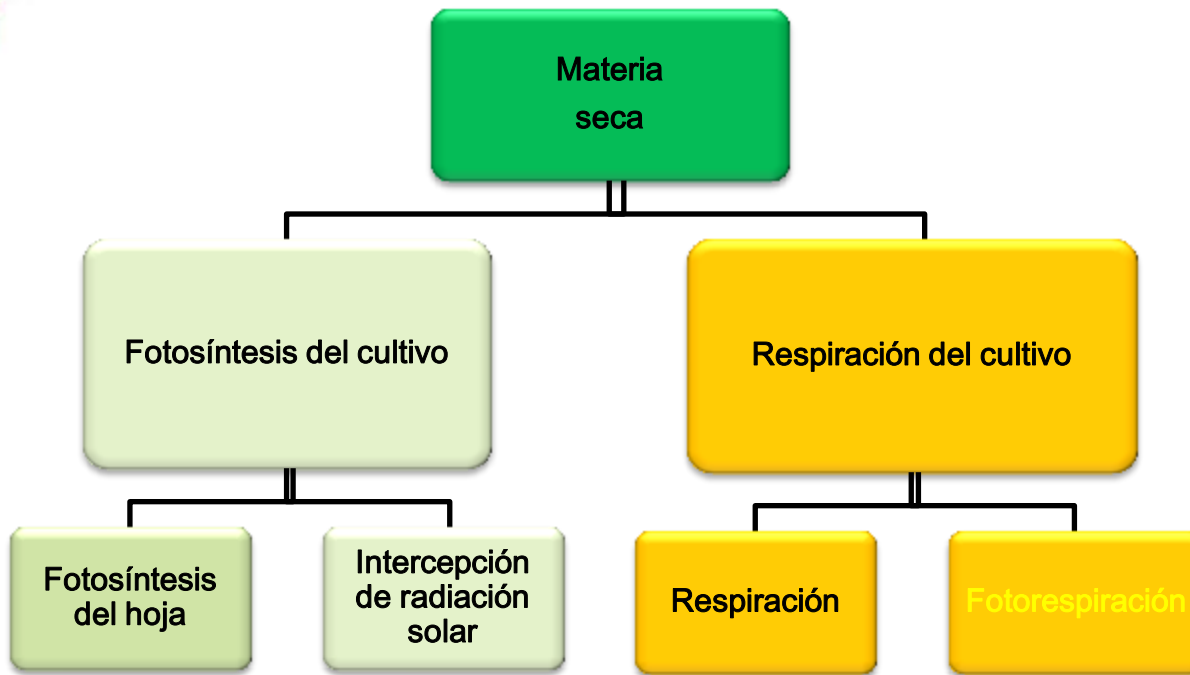
Indice de asimilación
(kg CO₂ ha⁻¹ h⁻¹)



¿Porqué hay diferencias entre localidades?

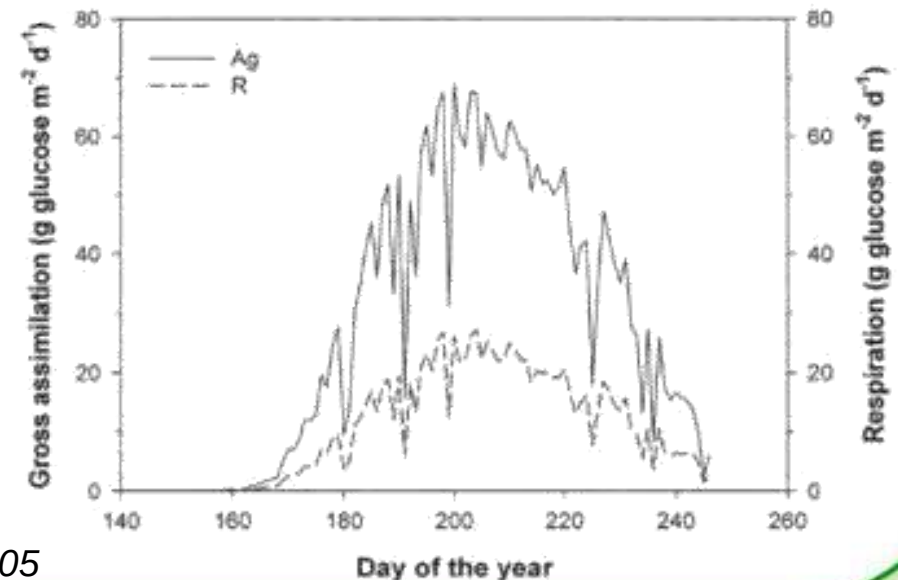


Factores determinantes de la producción

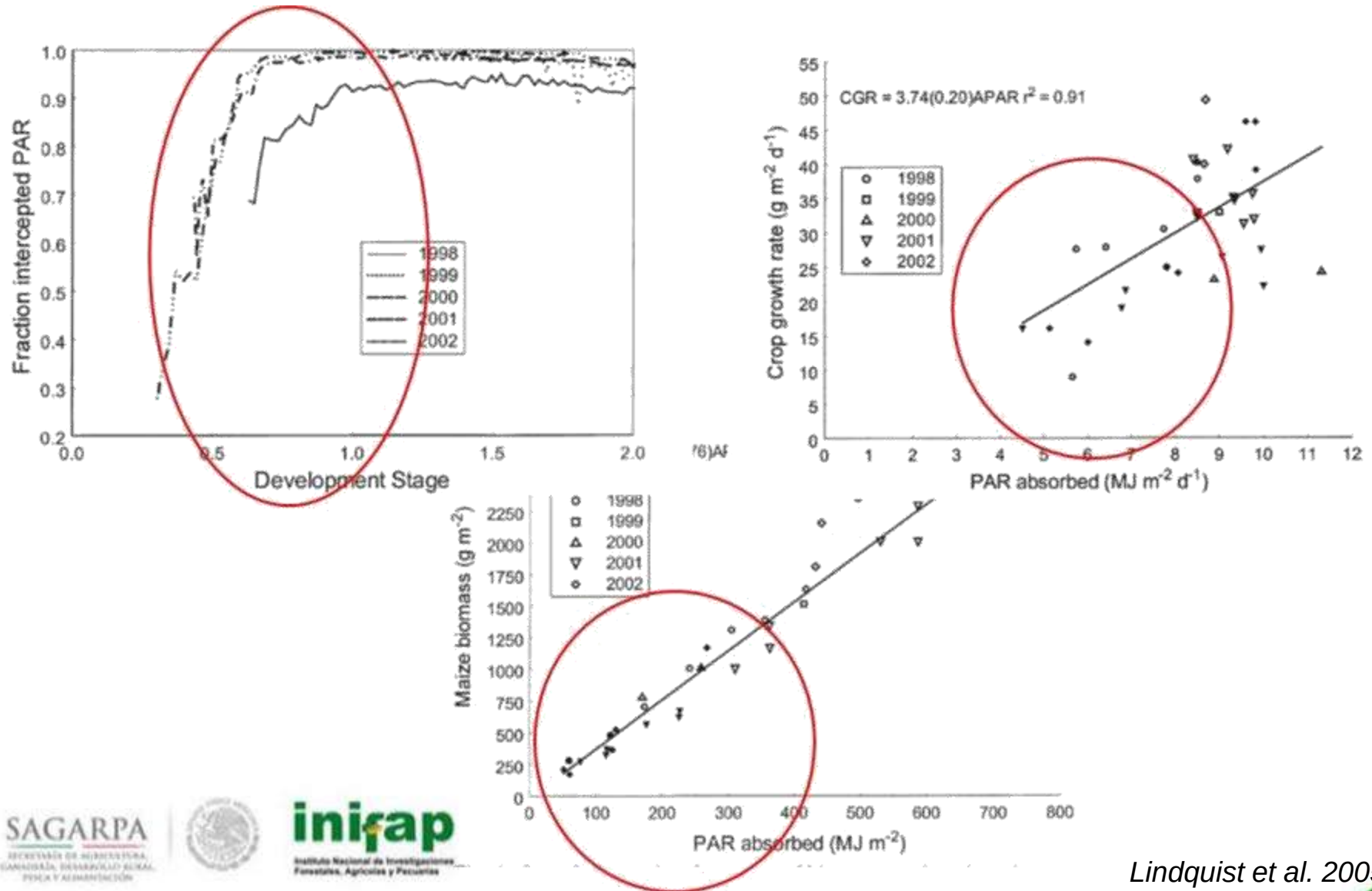


¿Qué determina la acumulación de materia seca?

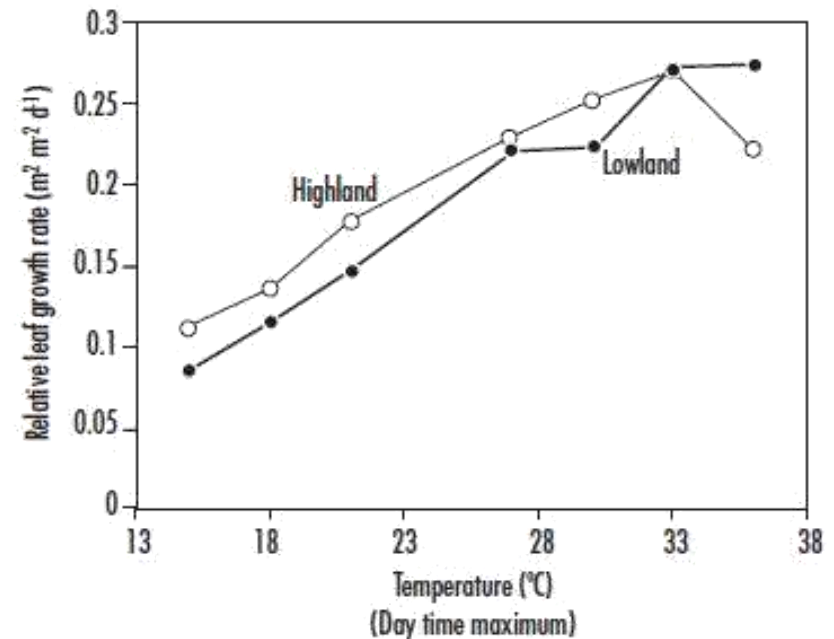
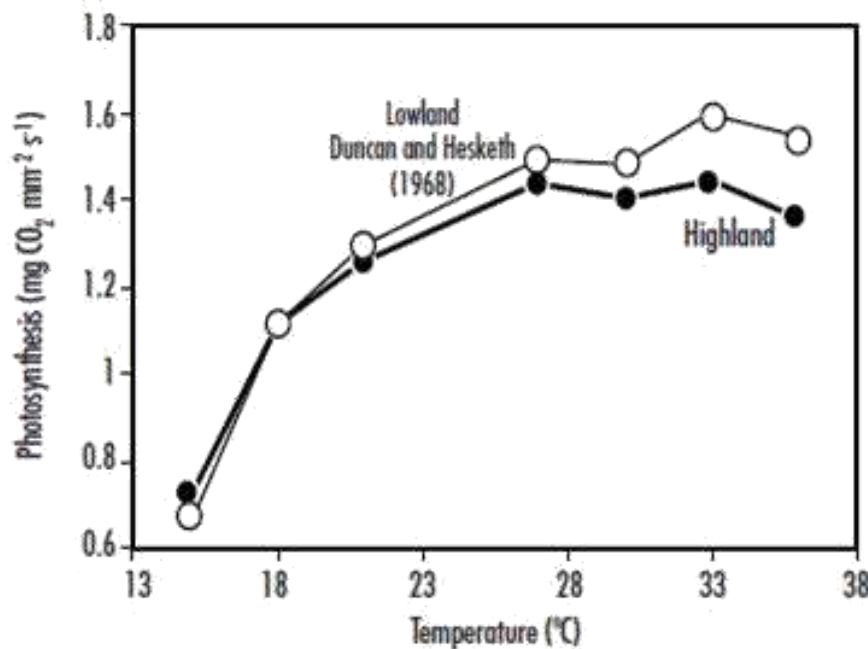
Lizaso, 2005



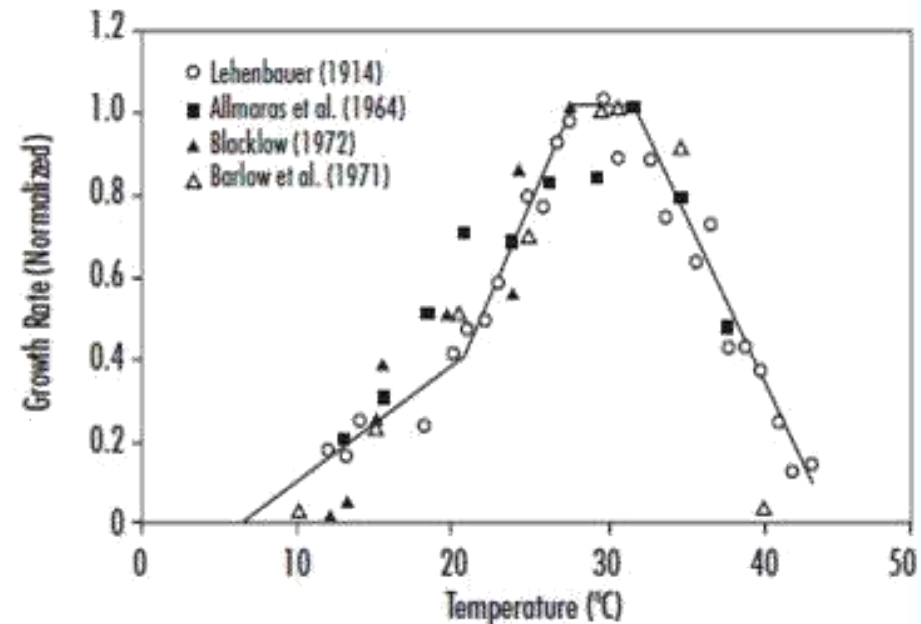
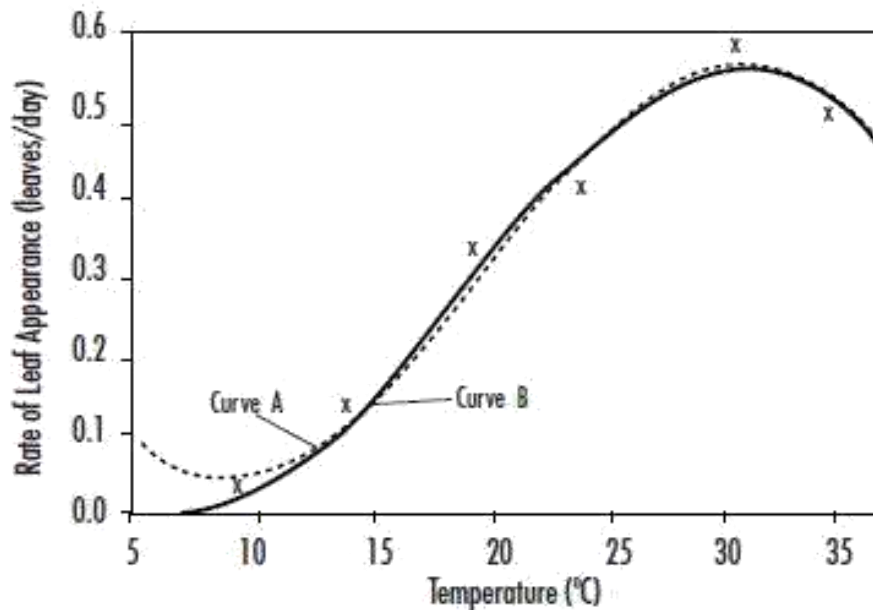
¿Cuándo ocurre más fotosíntesis y producción?



¿Como afecta la temperatura la fotosíntesis y crecimiento?

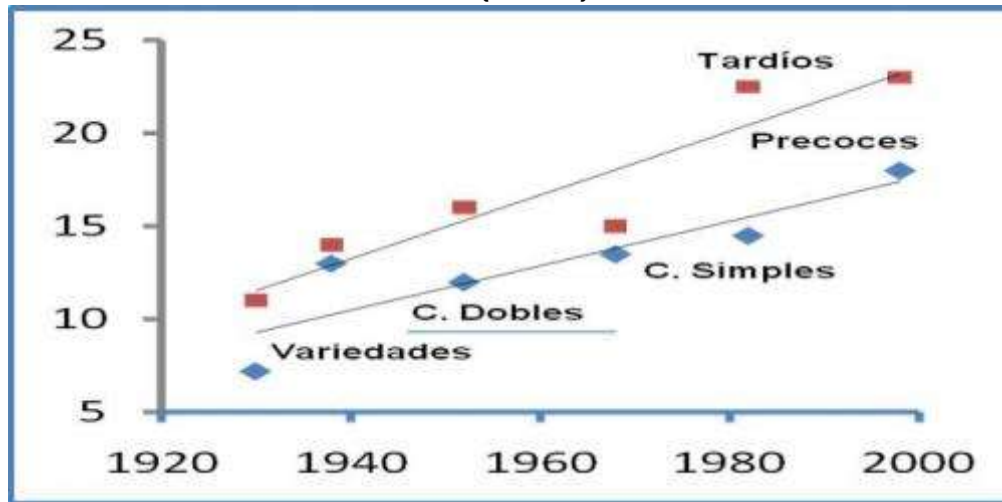


¿Como afecta la temperatura el desarrollo foliar y crecimiento?

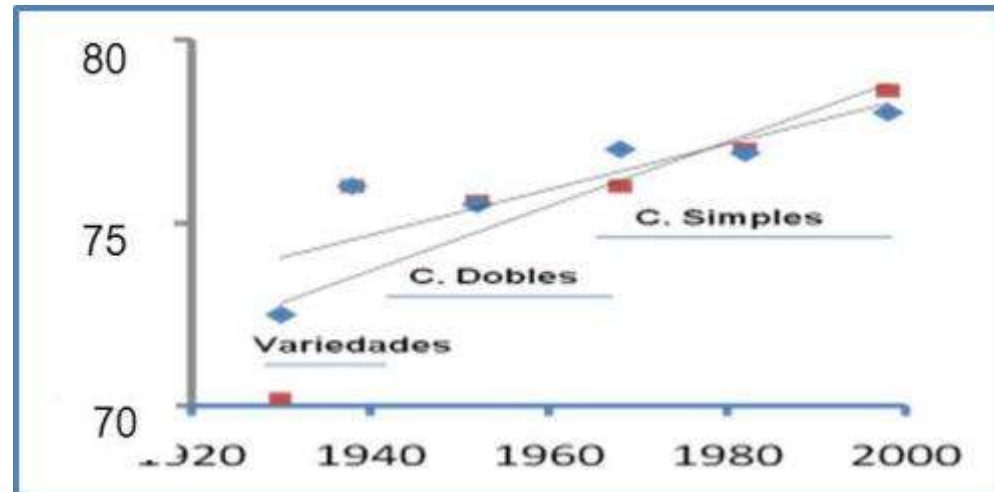


¿Ha aumentado el potencial genético?

MST (t/ha)



DIV (%)



¿Qué características considerar en la selección de híbridos de maíz para forraje?

- ✓ Producción de materia seca por hectárea.
- ✓ Calidad nutricional.
 - Alto contenido de grano.
 - Concentración de fibra.
 - Fibra digestible.
 - Digestibilidad.
 - Energía neta de lactancia.
- ✓ Resistencia al acame y enfermedades.

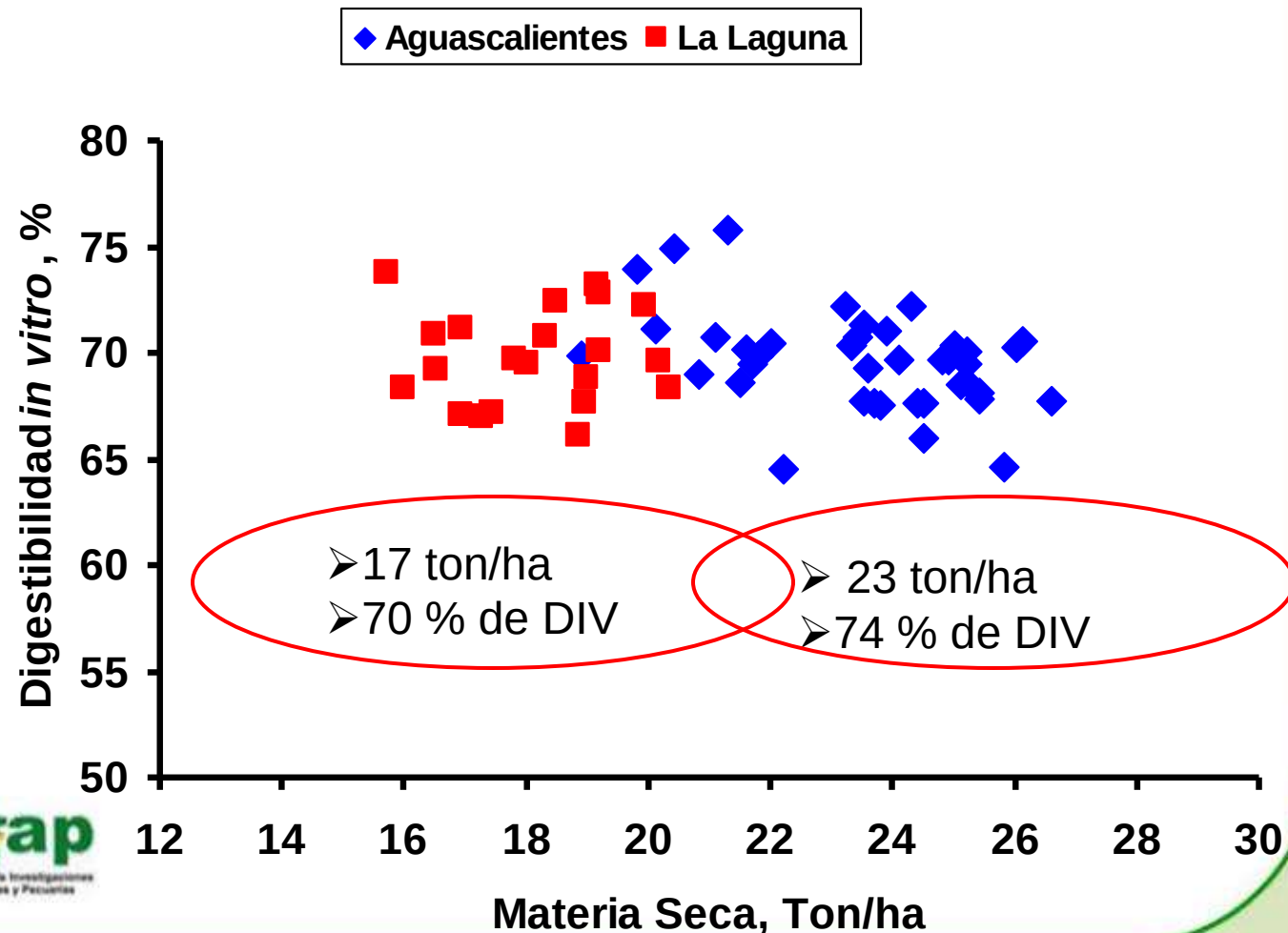
¿Como se relacionan entre sí las características de los genotipos?

	Altura	Días	MZ	DIV	ENI	RMS
Altura						
Días	++					
PMZ1	--	---				
DIV	--	---	+++			
ENI	--	---	+++	+++		
RMS	+	+	-	-	-	

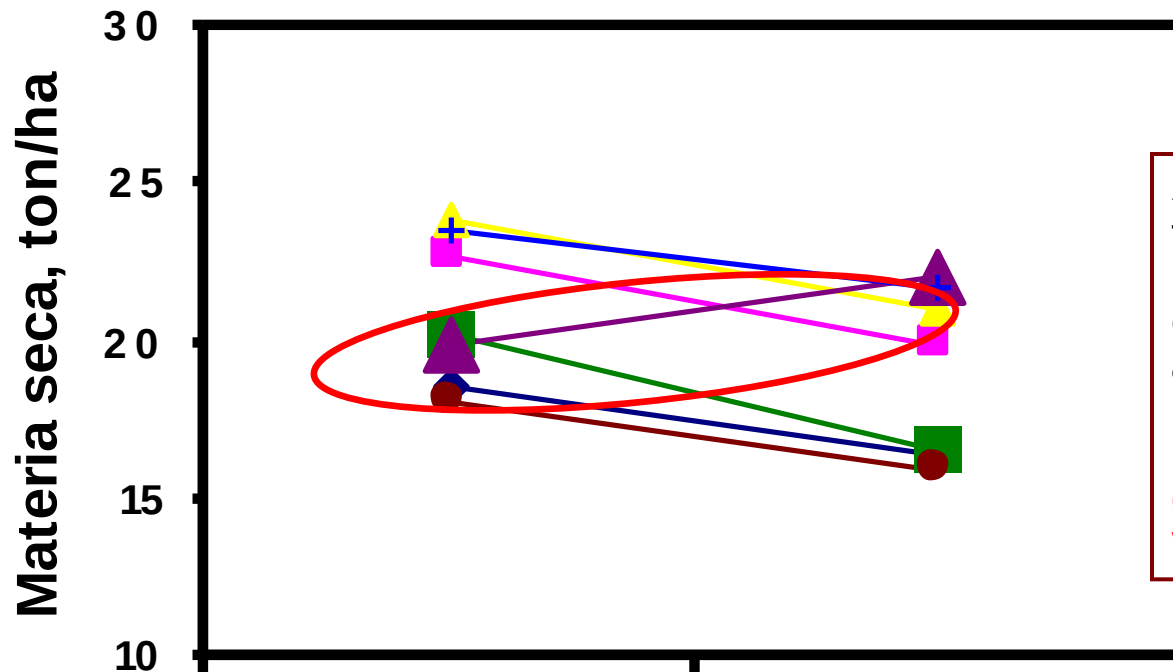
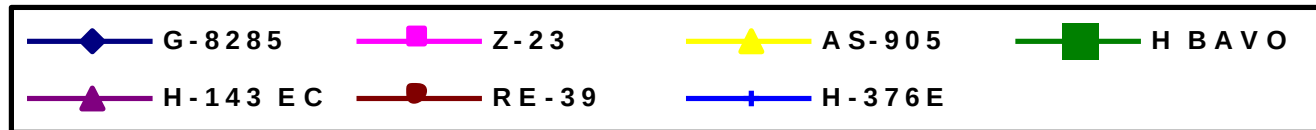
+ asociación positiva en una año;
 ++ asociación positiva en dos años y
 +++ asociación positiva en tres años.
 - asociación negativa en un año;
 --- asociación negativa en dos años y
 - - - asociación negativa en tres años.

¹ RMS- rendimiento de materia seca;
 MS- materia seca;
 PMZ- porcentaje de mazorca; porcentaje de mazorca;
 DIV- digestibilidad *in vitro*;
 ENI – energía neta de lactancia.

¿Como se comportan los genotipos en regiones diferentes?



¿Qué es la interacción genotipo x medio ambiente?



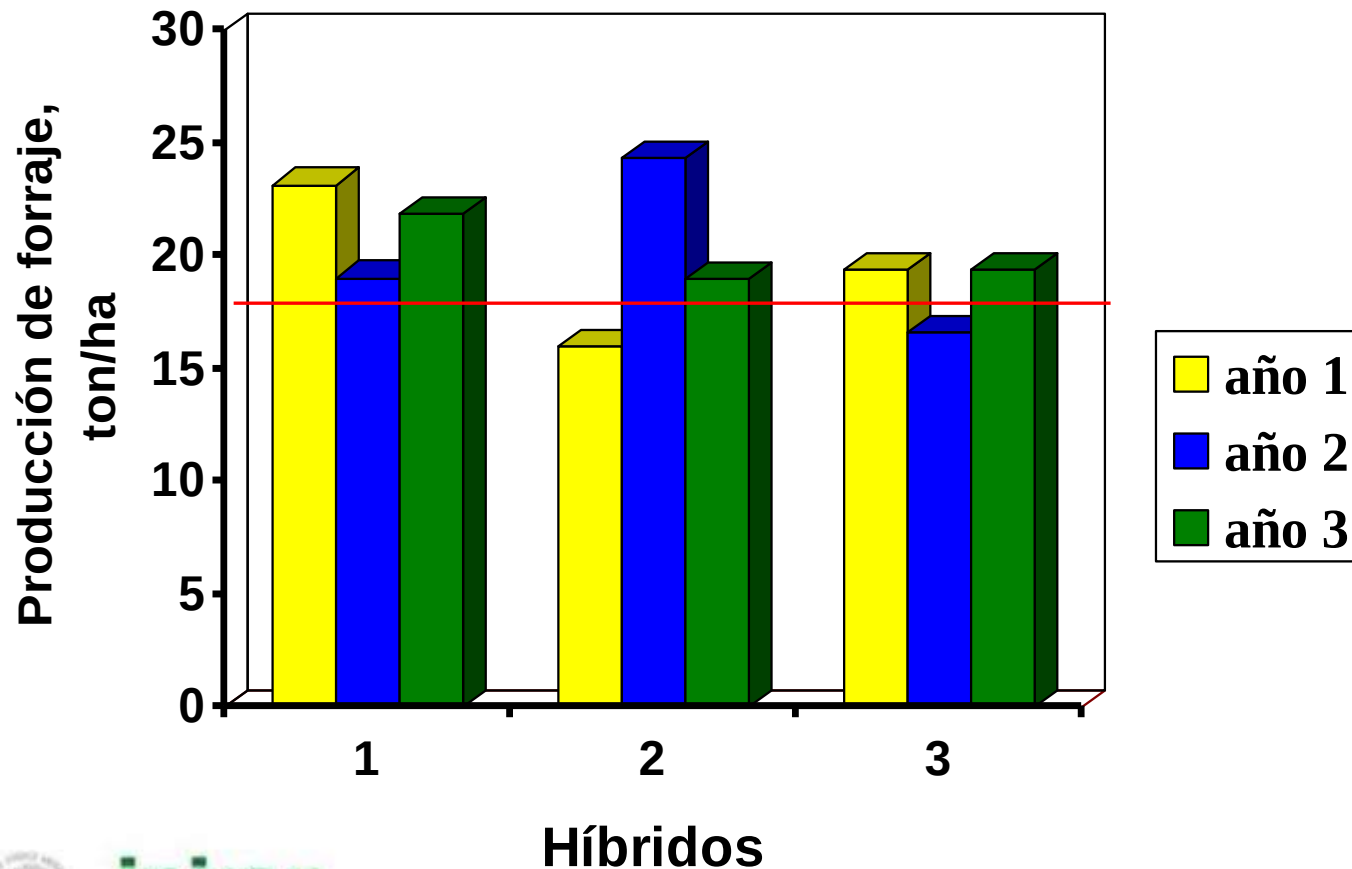
Algunas variedades de forrajes pueden dar resultados diferentes dependiendo de la época del año y localidad. **ES IMPORTANTE EVALUARLAS EN EL LUGAR Y CONDICIONES EN QUE SE VAYAN A UTILIZAR.**

Pab

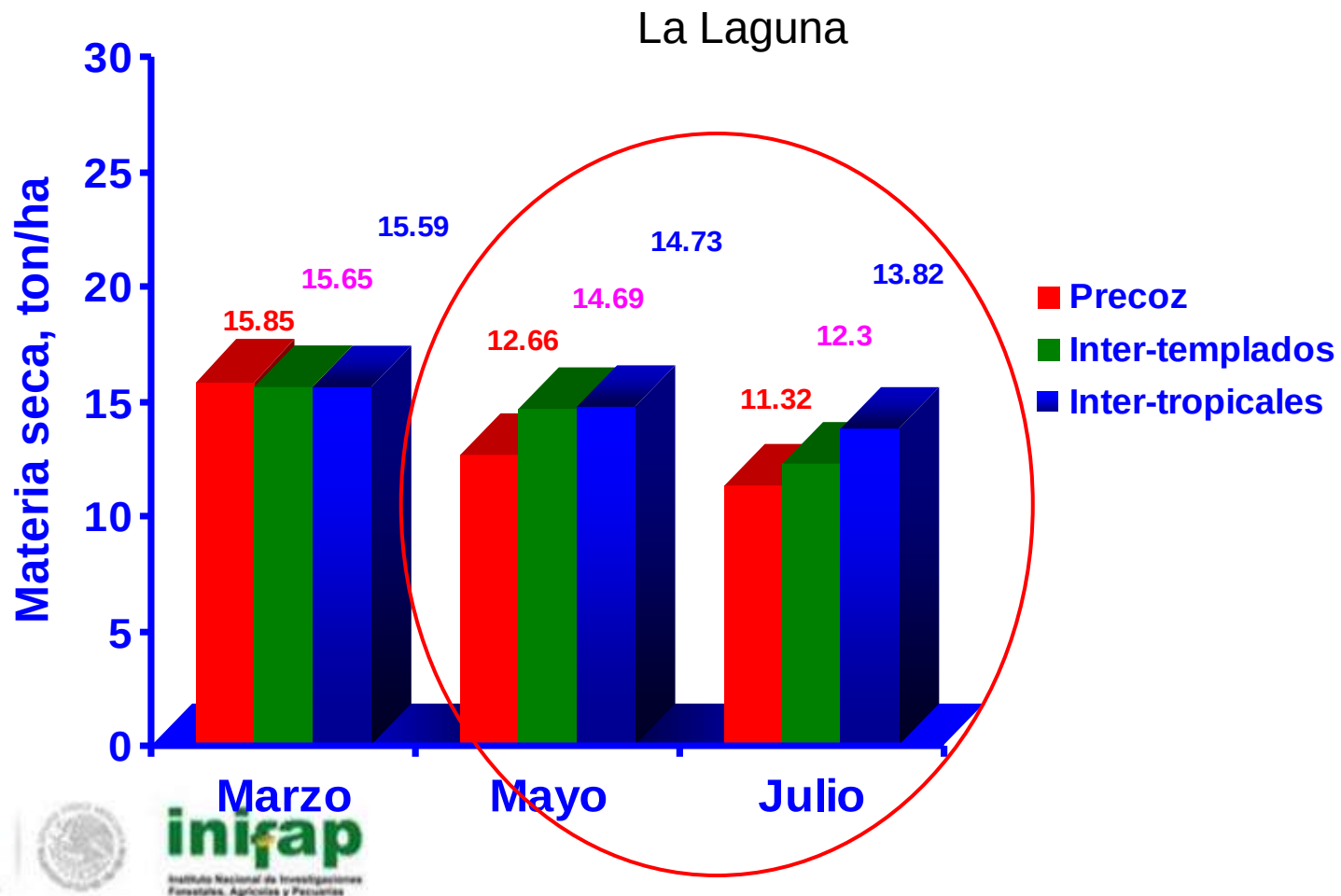
Torr

Localidades

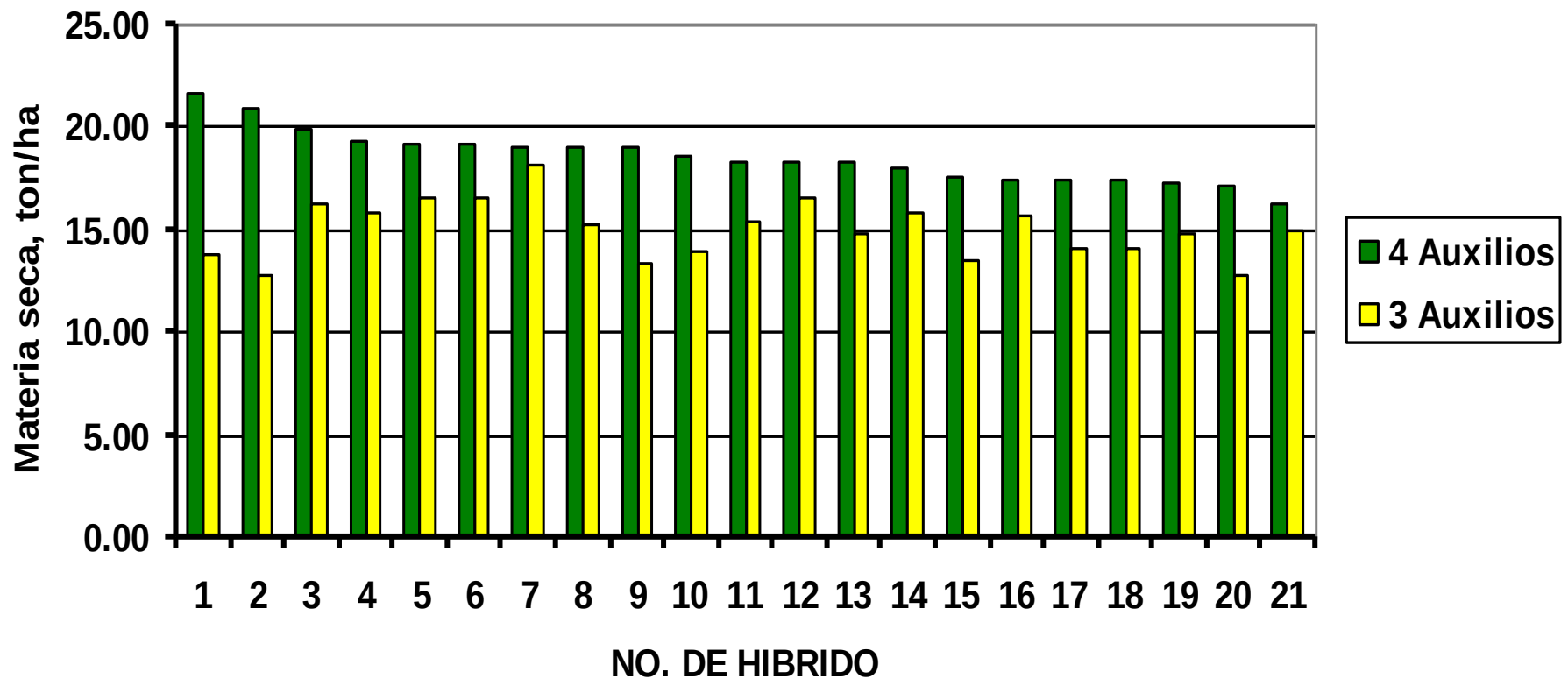
¿Como se comportan los híbridos de maíz año con año?



¿Como se comportan los híbridos de maíz para forraje en fechas de siembra diferentes?



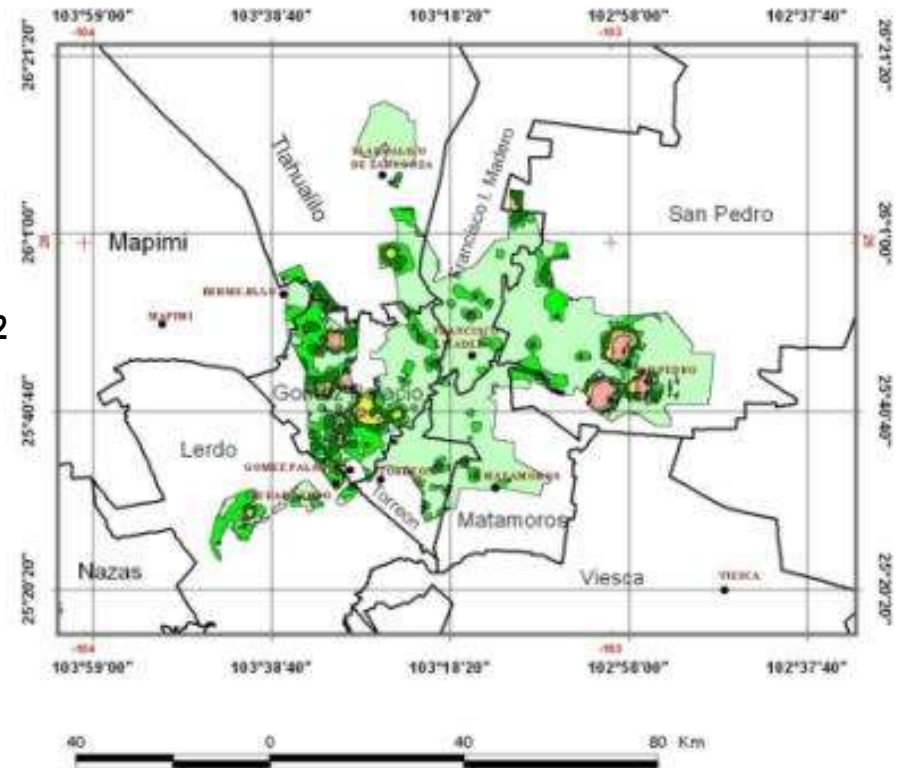
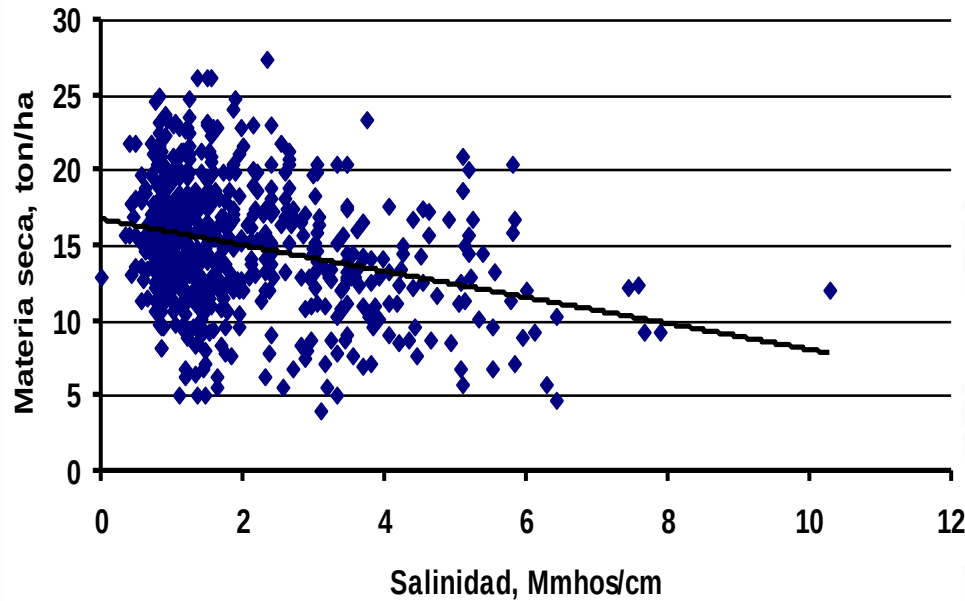
¿Como se comportan los híbridos de maíz para forraje en calendarios de riego diferentes?



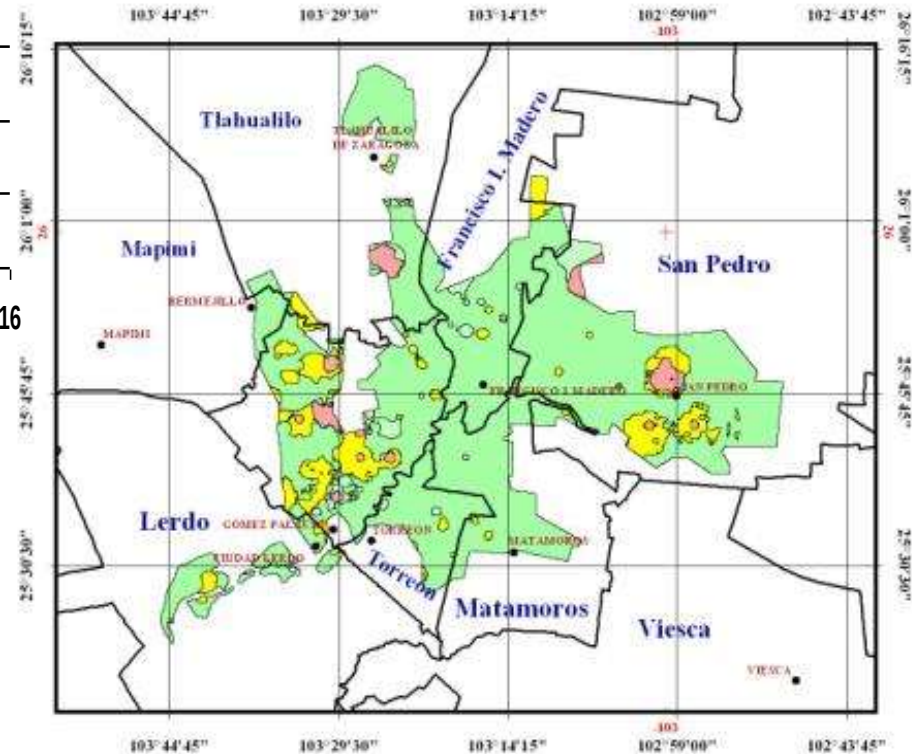
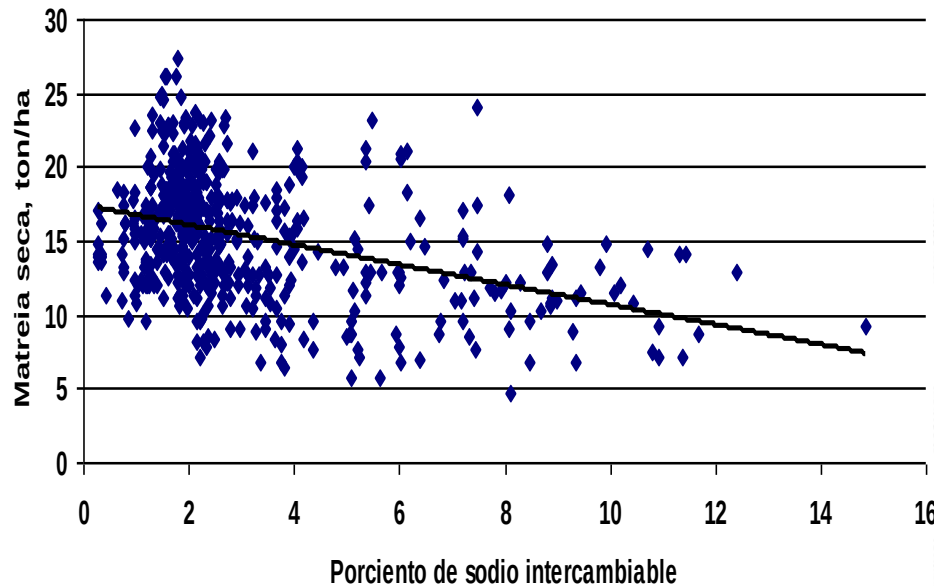
¿Como afecta la textura del suelo la producción en un sitio?

Textura en la capa sub-superficial	Textura en la capa superficial				
	Arenosa	Franco-arenosa	Franca	Franca-arcillosa	Arcillo-limosa
	----- Potencial productivo (%)-----				
Arenosa	50	55	65	60	55
Franco-arenosa	60	70	80	75	65
Franca	70	80	95	90	75
Franco-arcillosa	70	80	90	90	75
Arcillo-limosa	65	70	80	80	70

¿Cuánto afecta la salinidad del suelo la producción?



¿Cuanto afecta el sodio intercambiable del suelos la producción?



Resumen de factores determinantes de la producción y calidad nutricional

- **El potencial de producción esta determinado por factores climáticos, genotipo y su interacción con el medio ambiente.**

¿Cómo preparar el suelo?



- 1. Barbecho**
- 2. Rastreo**
- 3. Nivelación**
- 4. Trazo de riego**

¿Porqué preparamos el suelo así?

- ✓ Preparación de la cama de siembra.
- ✓ Promover el crecimiento radicular.
- ✓ Control de maleza.
- ✓ Temperatura del suelo.
- ✓ Incorporación de residuos.
- ✓ Contrarestar la compactación del suelo.

¿Qué características del suelo afectamos con la labranza?

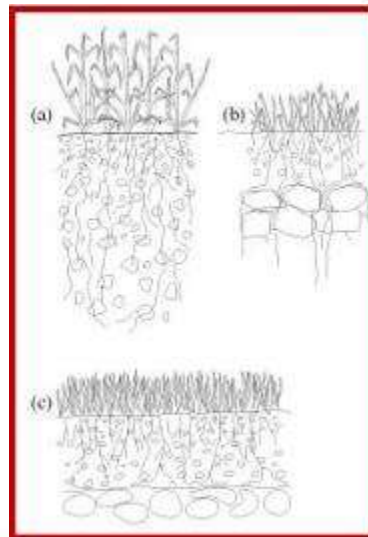
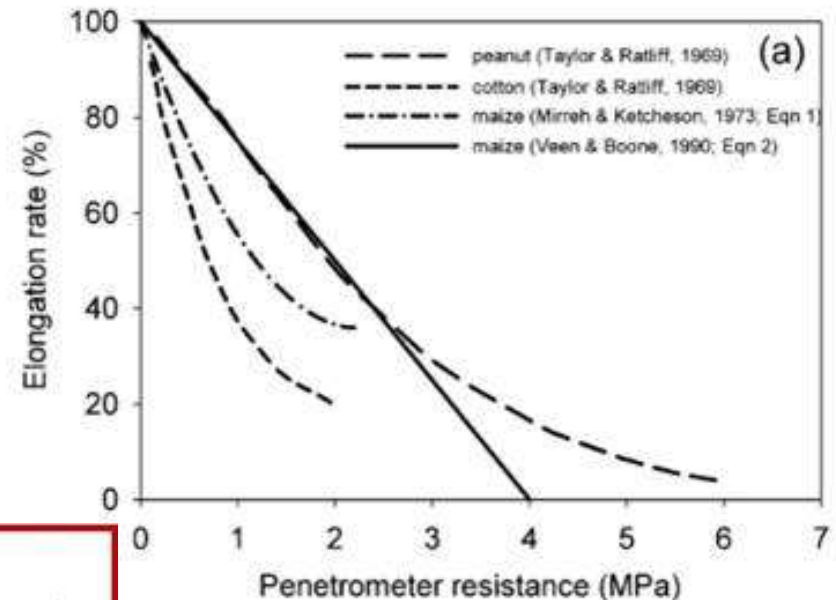
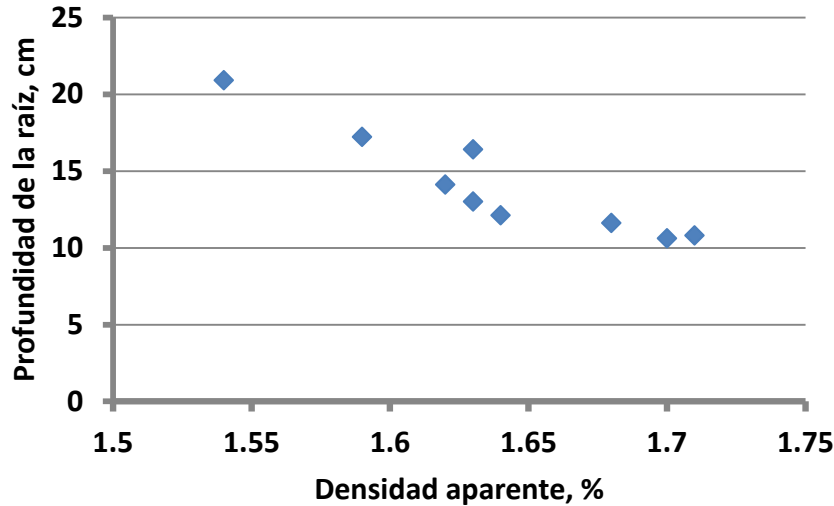
- **Propiedades físicas (estructura, aereación, resistencia mecánica, infiltración, etc.).**
- **Materia orgánica (fertilidad, retención de humedad, actividad microbiológica, etc.).**

¿Porqué es importante la estructura del suelo?

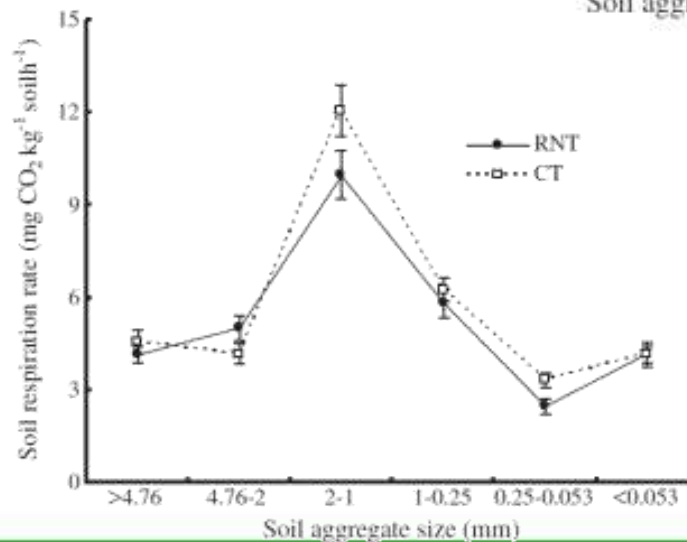
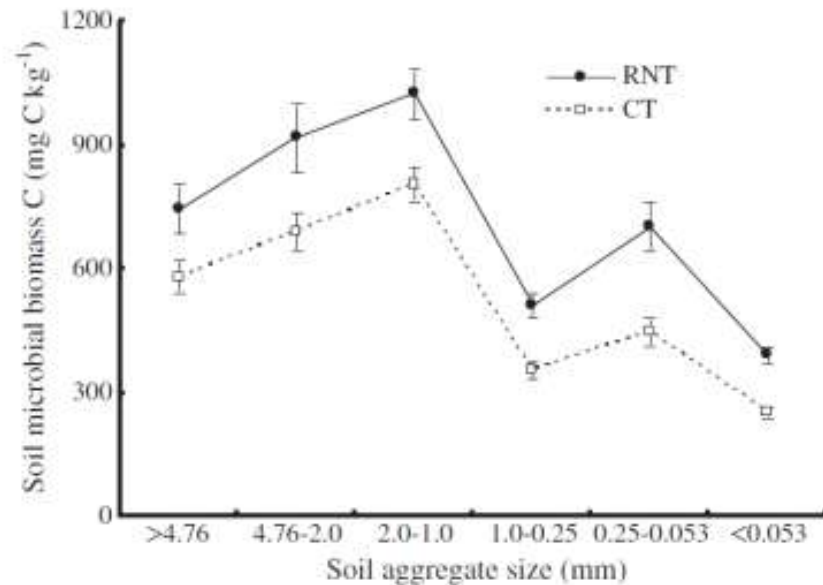
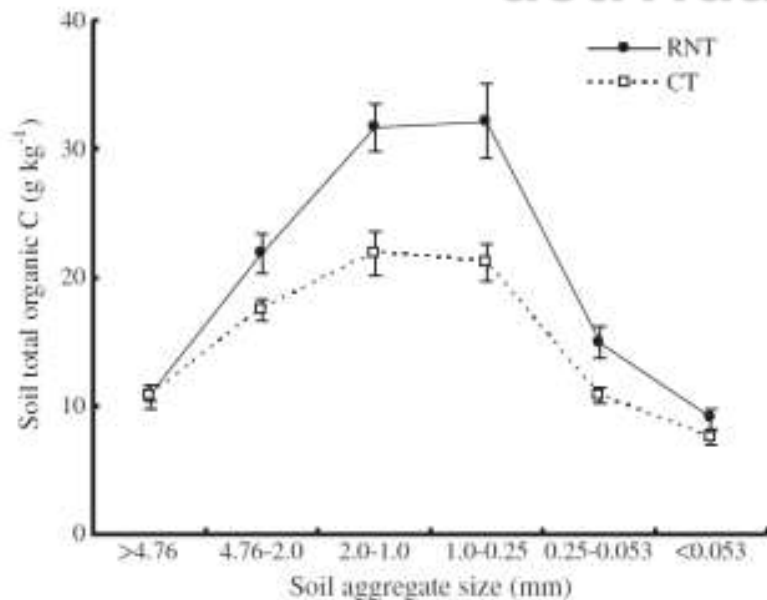


- 1. Almacenamiento, transporte y disponibilidad de agua**
- 2. Aereación y flujo de gases**
- 3. Encostramiento superficial**
- 4. Permeabilidad al agua**
- 5. Crecimiento de raíces**
- 6. Drenaje interno**
- 7. Lixiviación de nutrientes**
- 8. Compactación**

¿Cómo afecta la compactación del suelo a las raíces del cultivo?



¿Cómo afecta la compactación del suelo la actividad microbiana?



Jiang et al. 2011

¿Qué es la labranza de conservación?

Sistema de preparación en que no se remueve el suelo y los residuos de cosecha se dejan en la superficie o cerca de ella, con el objeto de controlar la erosión y lograr mayor retención de humedad en el suelo.



Ventajas de la Agricultura de Conservación

- Reduce la erosión (hídrica y eólica)
- Aumenta la infiltración (20 %)
- Conserva la humedad
- Incrementa la fertilidad (>% MO)
- Estabiliza la estructura del suelo
- Menor costo del cultivo (20 %)

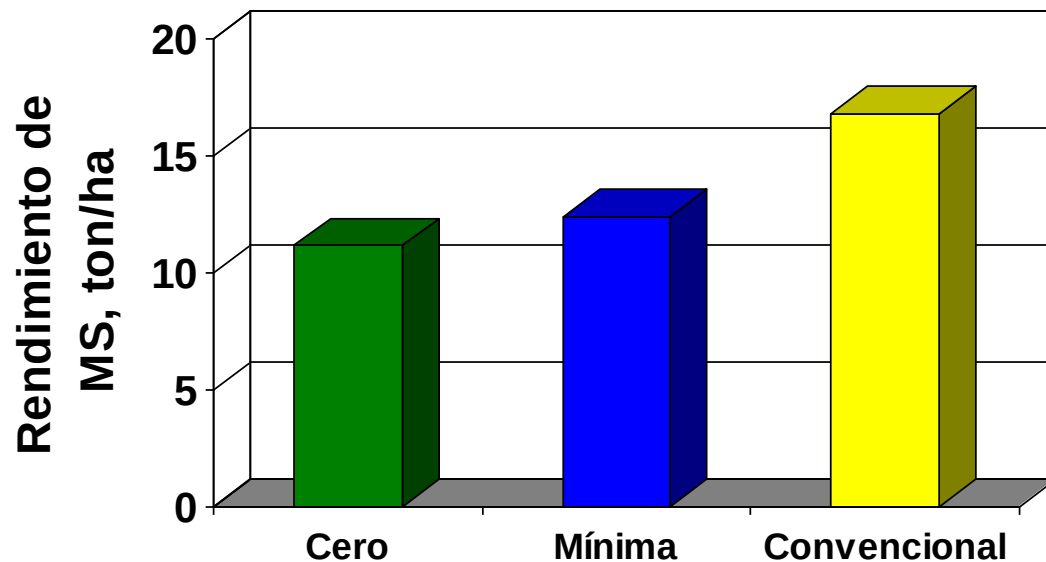


¿Qué otras opciones de labranza existen?

- ✓ Se considera un implemento de labranza de conservación
- ✓ Consiste en roturar el suelo horizontalmente, sin voltear la capa arable”
- ✓ Representa tecnología integral, económica y ecológica
- ✓ Trabaja en todo tipo de suelo, en tierras poco compactadas, con amplio rangos de humedad y para cualquier clase de cultivos.



¿Cómo se puede evaluar la labranza?



Propiedad	Rango	Nivel	Unidad
Densidad aparente	1.0 – 1.2	Bajo	grcm ⁻³
	1.2 – 1.4	Medio	grcm ⁻³
	> 1.4	Alto	grcm ⁻³
Resistencia mecánica	500 – 1000	Bajo	kPa
	1000 – 1500	Medio	kPa
	> 1500	Alto	kPa
Materia orgánica	1.0 – 1.5	Bajo	%
	1.5 – 2.5	Medio	%
	> 2.5	Alto	%

¿Cuál es la importancia de la rotación de cultivos?

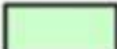
- ✓ Mejoramiento de las características del suelo.
- ✓ Materia orgánica. (mas de tres años).
- ✓ Ciclaje de nitrógeno. Uso de leguminosas.
- ✓ pH y disponibilidad de P, K, Ca y Mg.
- ✓ Micrororganismos del suelo.
- ✓ Interrumpir ciclos de plagas, maleza y enfermedades.
- ✓ Disminuir erosión del suelo.

Aumentos en producción de maíz en rotación en comparación a monocultivos

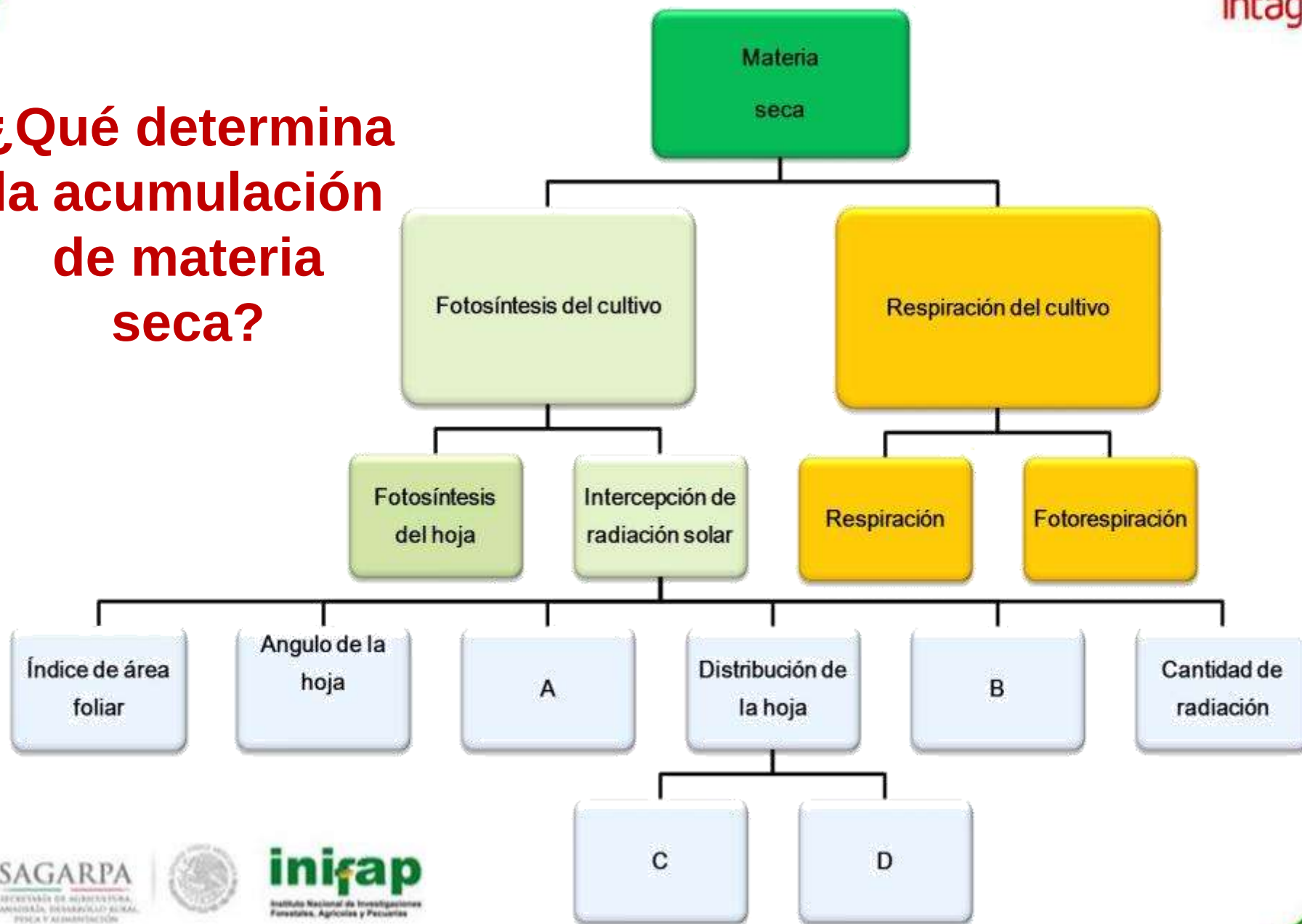
Programa integrado de preparación del suelo y rotación de cultivos en la región Lagunera

Ene				Feb				Mar				Abr				May				Jun				Jul				Ago				Sep				Oct				Nov				Dic			
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
Alfalfa				Subsuelo, barbecho, rastreo, nivelación				Maiz y sorgo Primavera												Rastreo				Maiz verano								Barbecho Rastreo				Cereales Avena				Barbecho Rastreo Nivelación				Alfalfa			

 Preparación primaria del suelo

 Época de siembra

¿Qué determina
la acumulación
de materia
seca?



¿Qué factores determinan la producción del maíz forrajero?

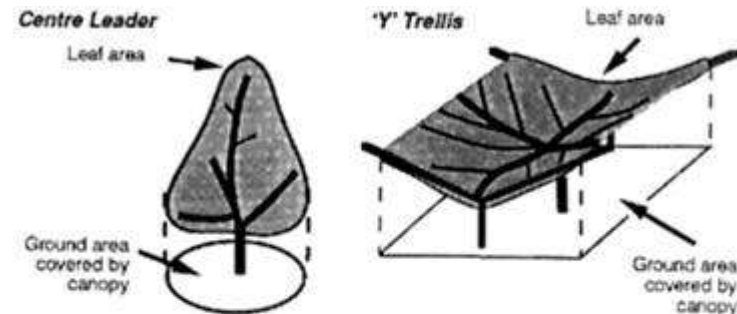
- Eficiencia fotosintética de cada especie
- Cantidad y duración de intercepción de energía solar
- Distribución de energía solar en el dosel



¿Qué considerar en el desarrollo foliar?

- Intercepción energía solar:
 - ✓ Tamaño de área foliar (AF)
 - ✓ El tipo y disposición de hojas
 - ✓ Arreglo topológico

- Medición de tamaño área foliar:
 - ✓ $IAF = AF / \text{superficie}$



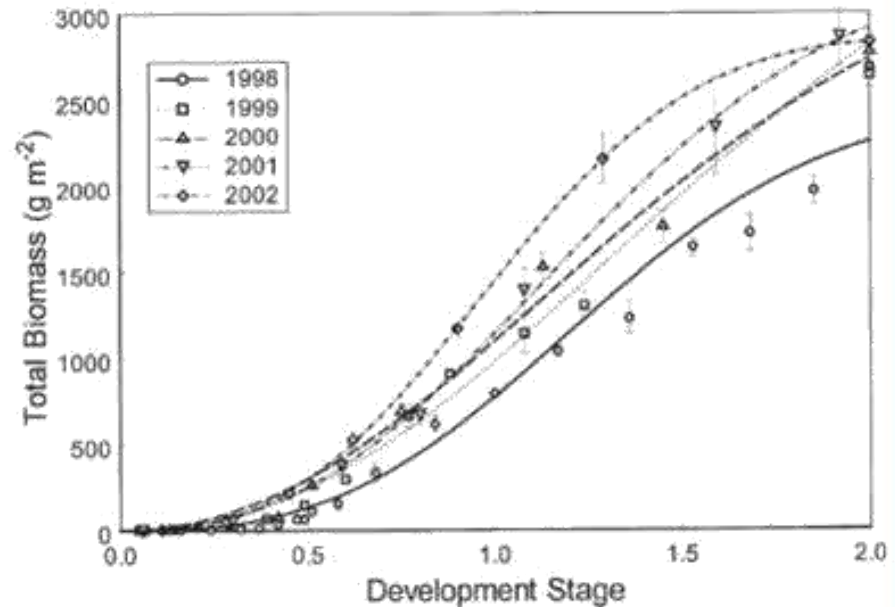
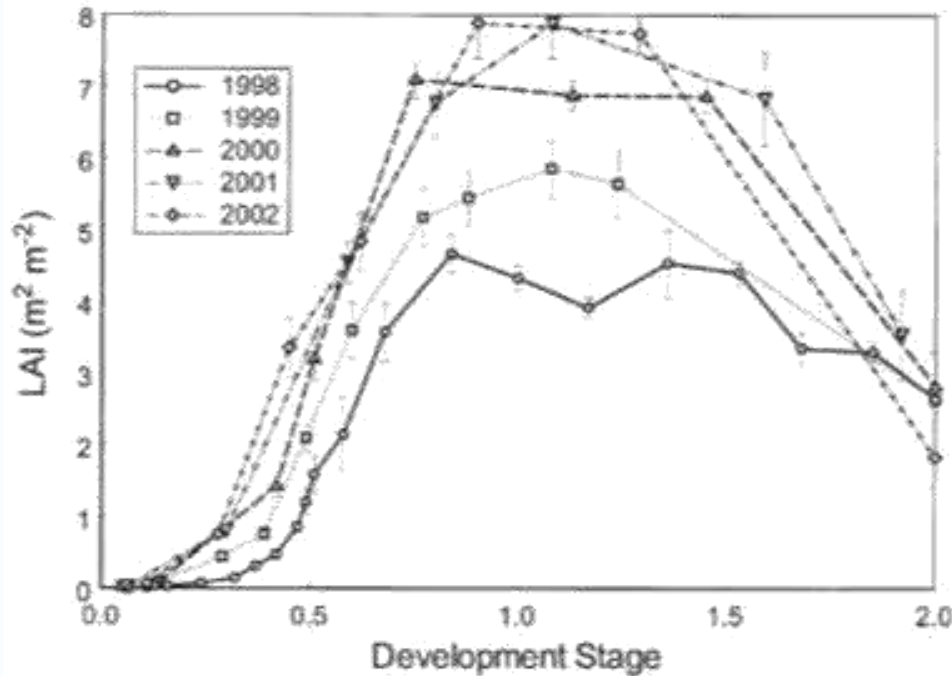
$$LAI = \frac{(No. FU \times 0.13) + (No. RS \times 0.11)}{\text{Ground area covered by canopy}}$$

$$OAI = \frac{(No. FU \times 0.13) + (No. RS \times 0.11)}{\text{Ground area allocated to tree}}$$

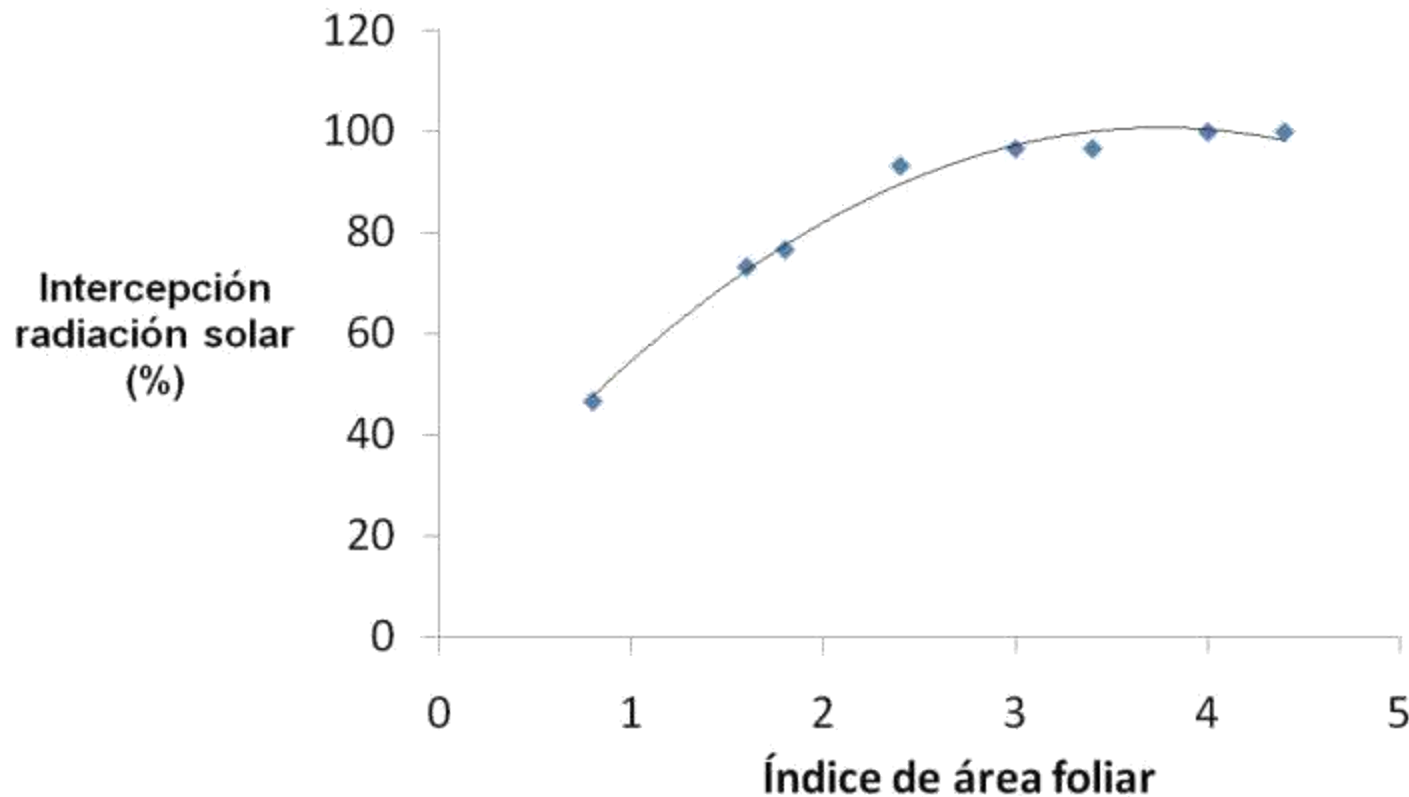
Ground area allocated to tree

Reta, 2009

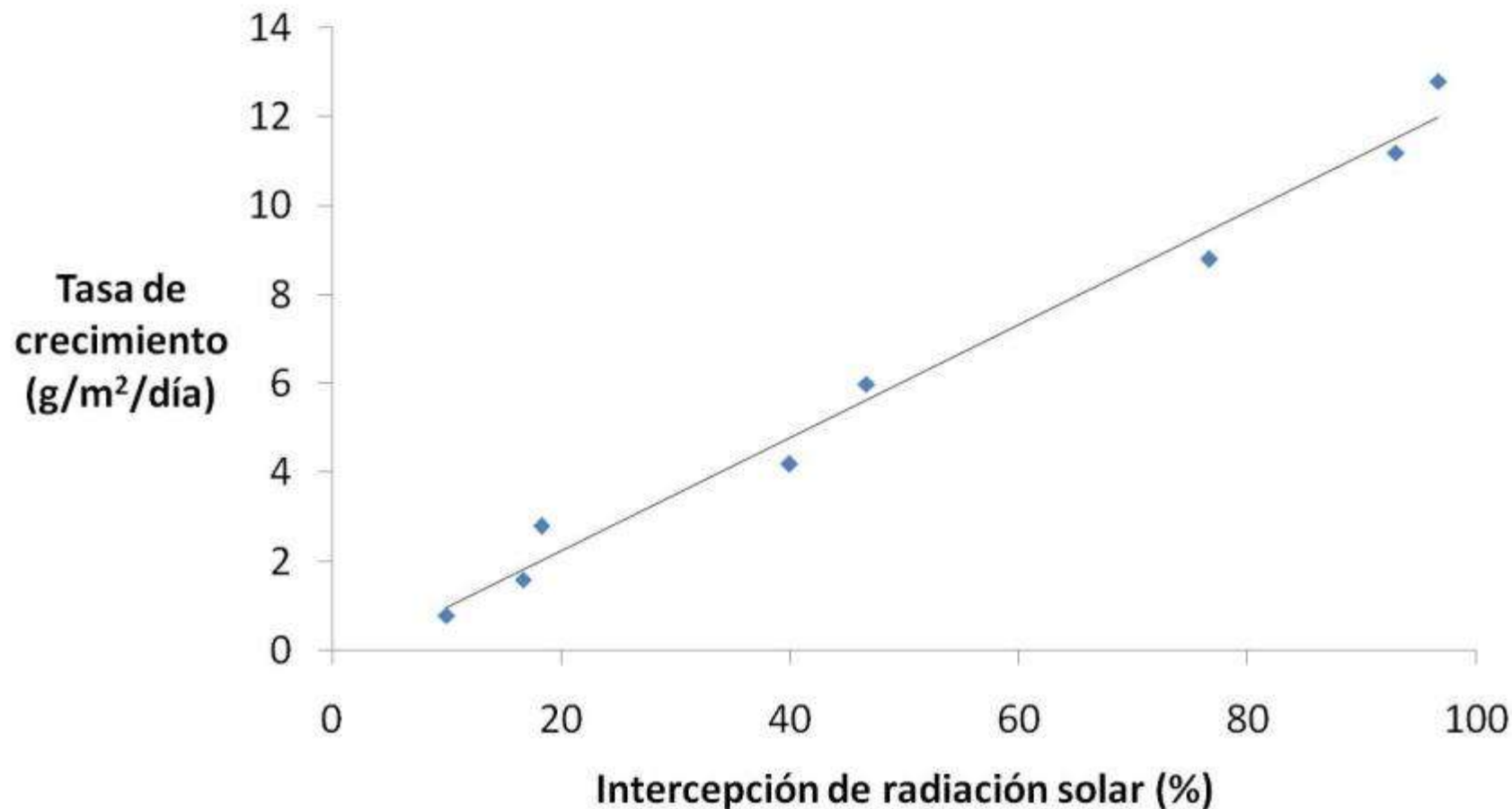
¿Cómo se relaciona el desarrollo foliar y la producción?



¿Como se relaciona el área foliar con la intercepción de radiación solar?



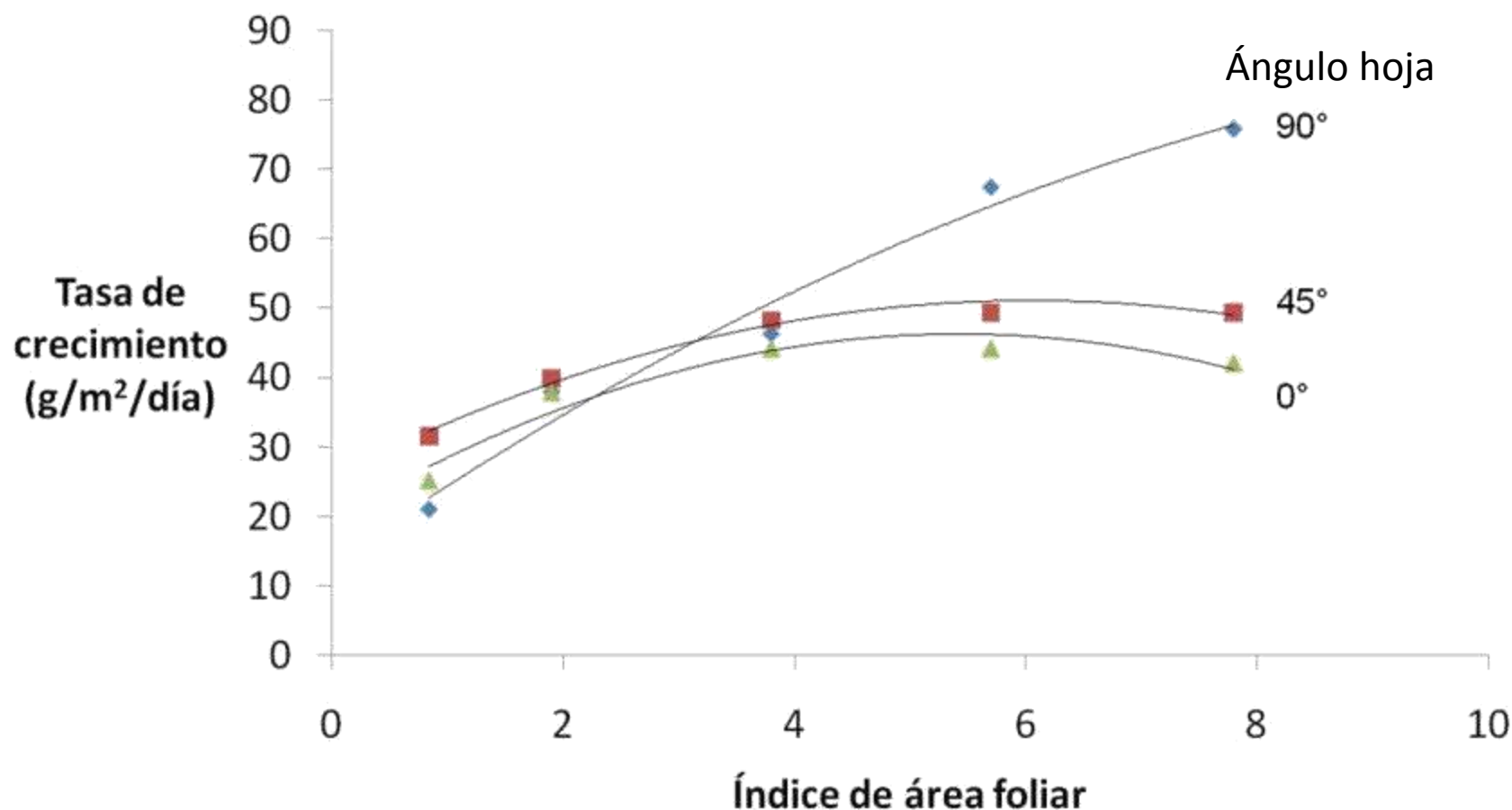
¿Como se relaciona la intercepción de radiación



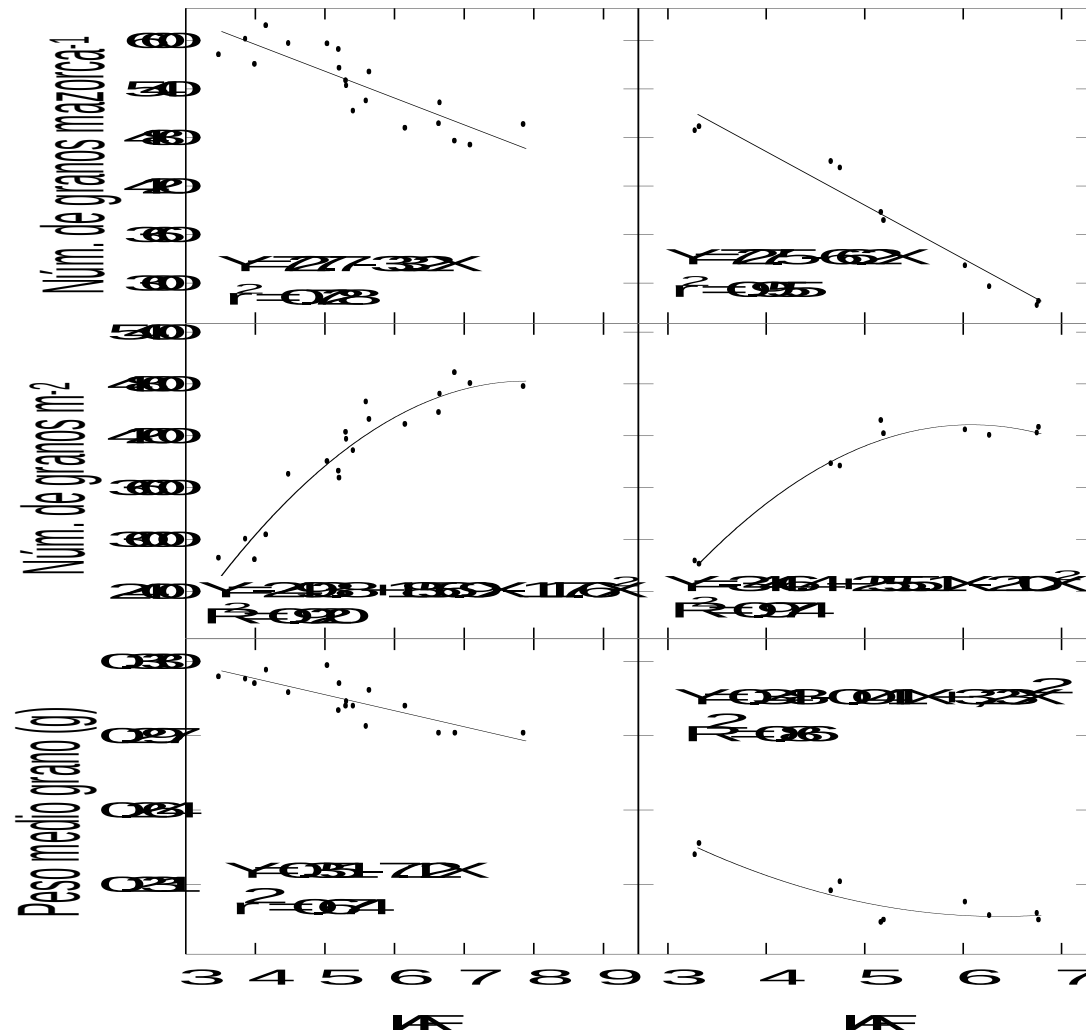
¿Porqué es importante el ángulo de las hojas?

Ángulo hoja de la horizontal	Tasa fotosintética hoja (mg CO ₂ /dm ² /hora)	IAF para interceptar más luz	Fotosíntesis total (mg CO ₂ /dm ² suelo/hora)
0	33	1	33
60	31	2	62
75	26	4	104
85	12	10	120

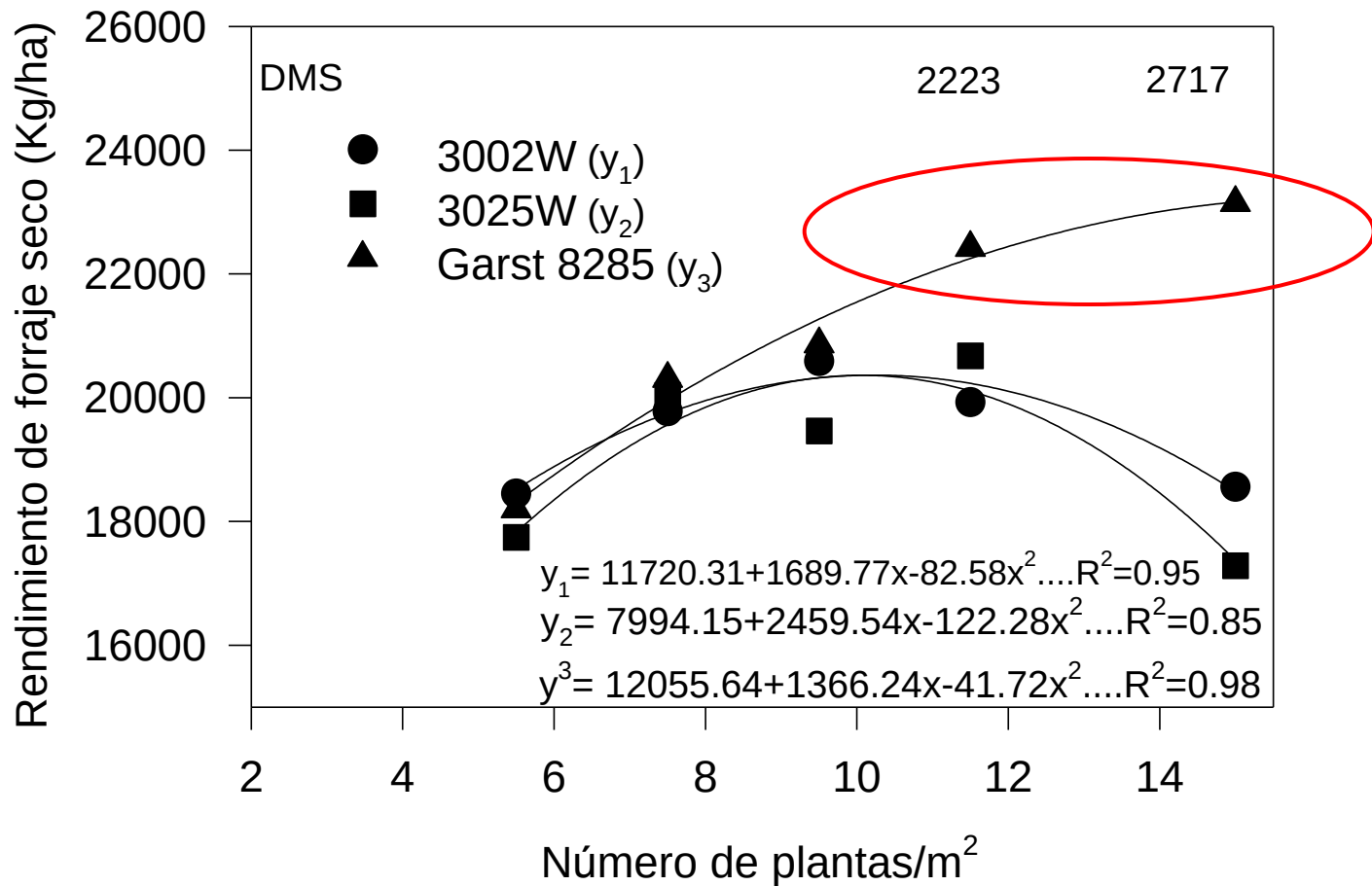
¿Como se relaciona el ángulo, el índice de área foliar y la tasa de crecimiento?



¿Cómo afecta el área foliar el componente calidad del maíz forrajero?



¿Es la misma densidad de plantas con cualquier híbrido?



¿Como afecta la densidad de plantas el componente de calidad del maíz forrajero?

Densidades de siembra, Plantas/m ²	Rendimiento de grano (Kg./ha)	Número de granos		Peso Medio (g)	Indice de cosecha
		Por mazorca	Por metro ²		
5.5	7, 699 b	754 a	3, 166 c	0.29 a	0.46 a
7.5	8, 994 a	609 b	3, 769 b	0.27 ab	0.46 a
9.5	9, 074 a	481 c	4, 233 a	0.27 ab	0.46 a
11.5	9, 207 a	451 cd	4, 659 a	0.26 b	0.43 a
15.0	7, 257 b	365 d	4, 573 a	0.23 c	0.36 b
Genotipos	**†	*	**	**	**
Densidades	**	**	**	**	**
Interaccion	NS	NS	NS	NS	NS

¿Qué considerar en la elección del método de siembra?

- Distancia entre surcos, profundidad y densidad de siembra.
- Disponibilidad de infraestructura y maquinaria, variedades
- Intercepción de energía solar



¿Qué buscamos con la siembra en surcos estrechos?

- Intercepción y distribución de energía solar en el dosel
 - Mayor IAF
 - Más temprana intercepción
 - Menor competencia entre plantas



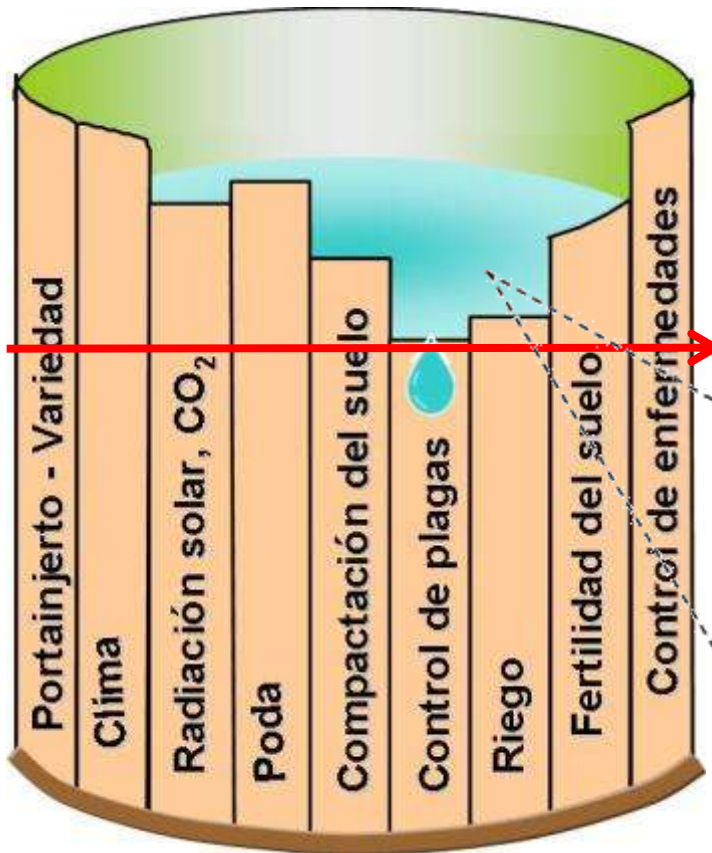
¿Es importante el híbrido en siembras en surcos estrechos?

Arreglos	Genotipos		
	3002W	3025W	8285
topológicos			

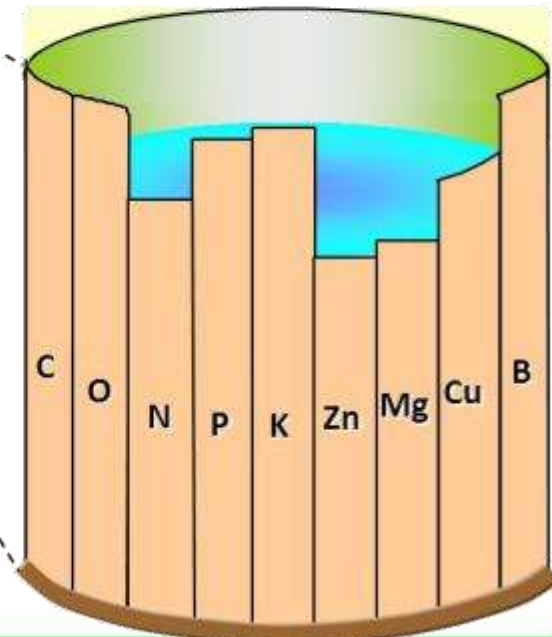
Rendimiento de materia seca (kg ha⁻¹)

SS 0.38 m ‡	17917 a B †	21144 a AB	21821 a A
SS 0.50 m	19289 a A	20018 a A	19415 ab A
SS 0.76 m	18322 a A	17796 b A	18162 b A
SD 1.05 m	17118 a A	19743 ab A	16618 b A

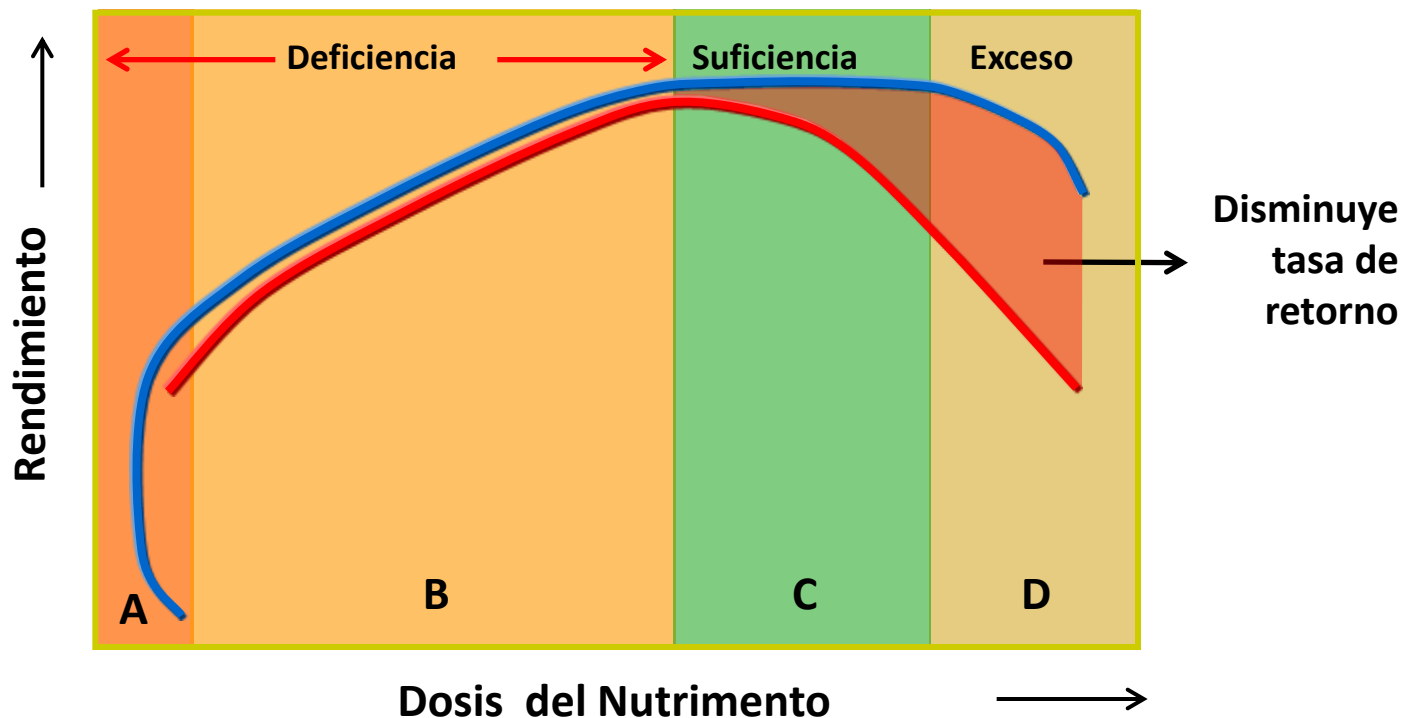
¿Es la fertilización un factor limitante?



El rendimiento esta determinado por el factor más limitante



¿Cuándo obtengo buenos resultados con la fertilización?



A: Deficiencia severa

B: Disminución del rendimiento
Respuesta a la fertilización

C: Rendimientos máximos
No hay respuesta a la fertilización

D: Respuesta decreciente a la fertilización

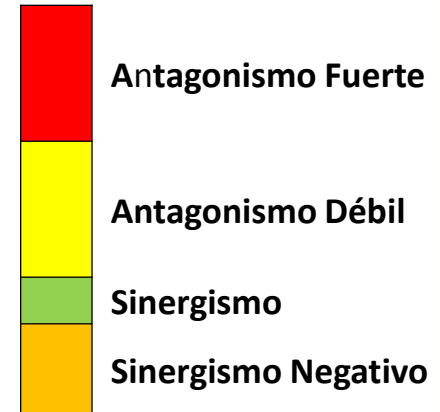
¿Porqué es importante la fertilización?

Grupo	Función	Elementos
1	• Forman componentes orgánicos de las plantas	N, S
2	• Reacciones de almacenamiento de energía • Mantienen integridad estructural	P, B
3	• Ion libre o enlazado a sustratos en la pared celular • Co-factores de enzimas para regular el potencial osmótico • Constituyente de la clorofila • Reacciones enzimáticas	Ca K Mg Mn
4	• Reacciones que involucran transferencia de electrones • En reacciones de la fotosíntesis • Algunos involucrados en la síntesis de hormonas • Fijación simbiótica de nitrógeno • Metabolismo de nitrógeno	Fe Cu Zn Mo Ni

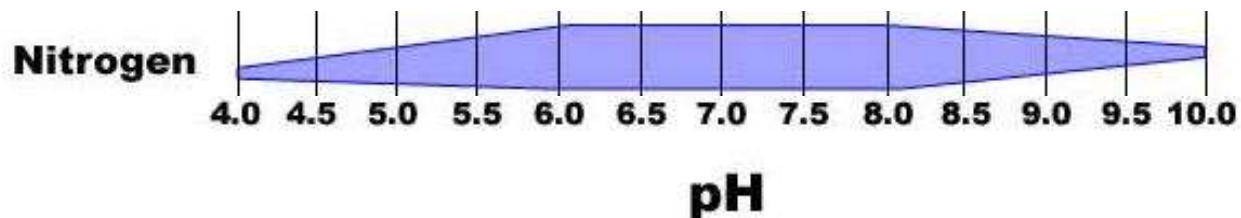
¿Qué debo saber del Nitrógeno?

N: Sinergismos y Antagonismos

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
N										



- Cuando el N induce crecimiento acelerado, puede “diluir” micronutrientes
- Se absorbe como NO_3^- y NH_4^+
 - $\text{NO}_3^- \rightarrow$ alcaliniza el suelo
 - $\text{NH}_4^+ \rightarrow$ acidifica el suelo



¿Cuánto extrae de nitrógeno el maíz forrajero?

Balance de N: Extracción de Nitrógeno

CULTIVO	ETAPA	N tot %	Prot. Cruda %	Ext. N Kg N/t MS	REFERENCIA
Maíz	1/3 Línea de Leche	1.39	8.7	13.9	Nuñez et al., 2006.
Sorgo		1.28	8.0	12.8	Nuñez et al., 1999.
Sorgo nerv. café		1.49	9.3	14.9	Nuñez et al., 1999.
Sorgo x sudán	Embuche-espigam.	1.90	11.9	19.0	Nuñez y Cantú, 2000.
Trigo	Encañe	3.20	20.0	32.0	www.agribiotech.com.mx
Trigo	Embuche	2.72	17.0	27.2	
Trigo	Masoso	1.12	7.0	11.2	
Avena	Encañe	3.36	21.0	33.6	
Avena	Embuche	3.04	19.0	30.4	
Avena	Masoso	1.92	12.0	19.2	
Triticale	Encañe	4.32	27.0	43.2	
Triticale	Embuche	3.04	19.0	30.4	
Triticale	Masoso	1.28	8.0	12.8	
Ballico		2.88	18.0	28.8	Villa, et al., 2002
Alfalfa		4.00	25.0	40.0	Camacho et al., 2003

¿Cómo saber cuanto nitrógeno tengo en el suelos?

Análisis de suelo

1. N inorgánico residual

- a) Análisis de nitrato (NO_3^- -N) en muestras compuestas a 0-30 cm
- b) Importante realizar un buen muestreo de suelo

	N inorgánico	
Clase	mg/kg de suelo	kg/ha
Muy bajo	< 10	< 40
Bajo	10 - 20	40 – 80
Medio	20 - 40	80 – 160
Alto	40 – 60	160 – 240
Muy alto	> 60	> 240

$$\text{kg/ha N (30 cm)} = \text{mg/kg} \times \text{Da} \times 3$$

$$\text{kg/ha N (30 cm)} = \text{mg/kg} \times 4.0$$



¿Es el cultivo anterior importante para la fertilización?



N aprovechable en el suelo después de un cultivo de alfalfa.

Condición de la alfalfa	Densidad de población	N aprovechable	
		Franco-arenosa y arenosa	Otras texturas
	plantas/m ²	kg/ha de N	
Buena	> 45	60	120
regular	15 - 45	40	80
Mala	< 15	20	40

¿Cuántos nutrientes aportan los estiércoles?

Aportación de nutrimentos en estiércol o composta

Nutriente	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
	----- kg / ton -----					----- g / ton -----			
Estiércol	14.3	6.4	27.5	53.0	10.7	0.83	0.030	0.017	0.006
Composta	11.5	4.9	12.4	41.5	8.4	0.86	0.034	0.019	0.005

N aprovechable en el abono = Dosis del abono x MS x N total x **Factor de conversión**

MS = 1 - (% humedad / 100).



Factor de conversión para obtener N aprovechable

Época de aplicación	Estiércol	Composta
En el ciclo actual	4.5	2.0
En el ciclo anterior	0.5	0.3

¿Por qué utilizar estos factores de conversión en la disponibilidad de nitrógeno en los estiércoles?

Factor de Mineralización

	Estiércol	Composta
1 ^{er} año	45	20
2 ^o año	10	05



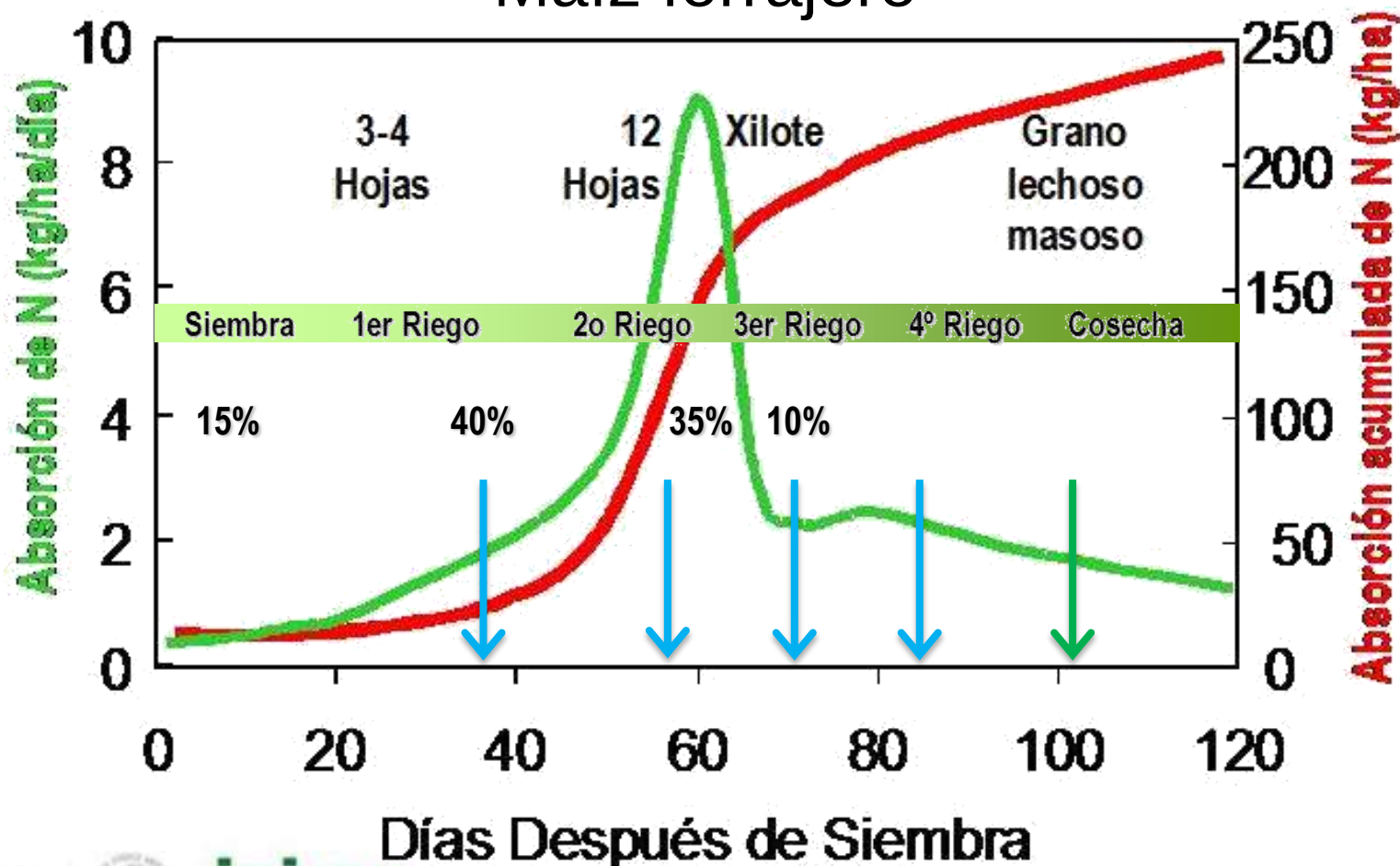
¿Cómo calculo la dosis de fertilización de Nitrógeno?

LINEA	CONCEPTO	FACTOR	VALOR	
	DEMANDA:			
1	Rendimiento esperado en materia seca (MS)	Promedio de los 2 rendimientos más altos de los últimos 5 años	16 ton/ha	
2	Demanda de N del cultivo	Línea 1 x 14.0 =	224 kg/ha	
3	Eficiencia de uso de N	Gravedad: 60% = 0.6 kg/kg ☐ Aspersión: 70% = 0.7 kg/kg ☐	0.6 kg/kg	
4	Requerimiento de N	Demanda / Eficiencia (Línea 2 / línea 3) =	373 kg/ha	
	SUMINISTRO:			
5	Nitrógeno en suelo (NO ₃ en mg/kg)	30 x 3.75 =	112 kg/ha	
6	Materia orgánica en suelo (%)	2.0 x 16.0 =	32 kg/ha	
	Alfalfa como cultivo anterior:	Condición de la alfalfa	Franco-arenosa y arenosa	Otras texturas
	Condición al quitar: _____		kg/ha de N aprovechable	
		Buena	60	120
		regular	40	80
		Malta	20	40
7	Textura del suelo: ARELLA			kg/ha
	Aplicación de estiércol o composta:	MS: 1 - (30 % de Humedad / 100) = 0.7 kg/kg		
8	Estiércol en año anterior	80 ton/ha x 0.7 MS x 1.2 %N x 0.5 =	34 kg/ha	
9	Estiércol en ciclo actual	ton/ha x MS x %N x 4.5 =	kg/ha	
10	Composta en año anterior	ton/ha x MS x %N x 0.3 =	kg/ha	
11	Composta en ciclo actual	ton/ha x MS x %N x 2.0 =	kg/ha	
12	TOTAL DE SUMINISTRO:	Sumar líneas 5 a la 11	178 kg/ha	
13	DOSIS DE FERTILIZANTE -N:	Línea 4 - línea 12	195 kg/ha	

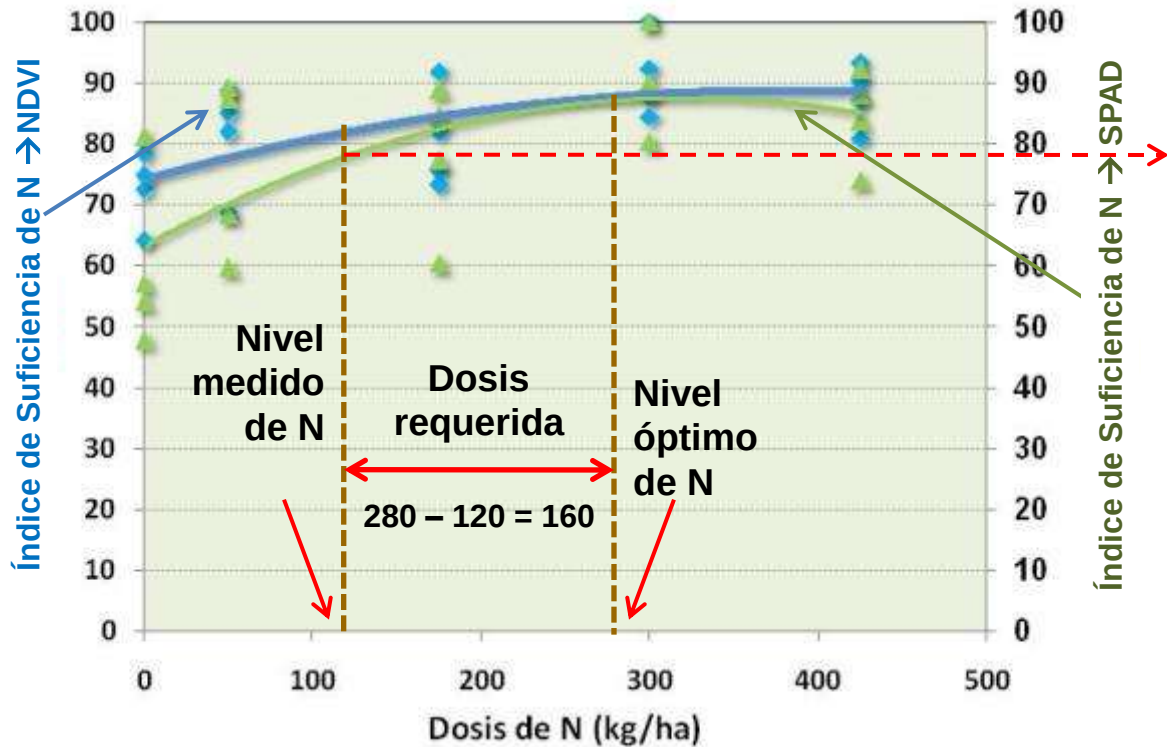


¿Cuándo aplicar el nitrógeno?

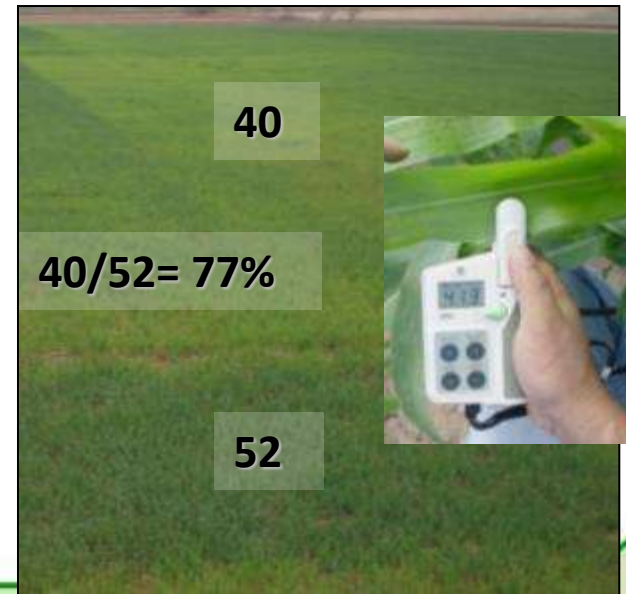
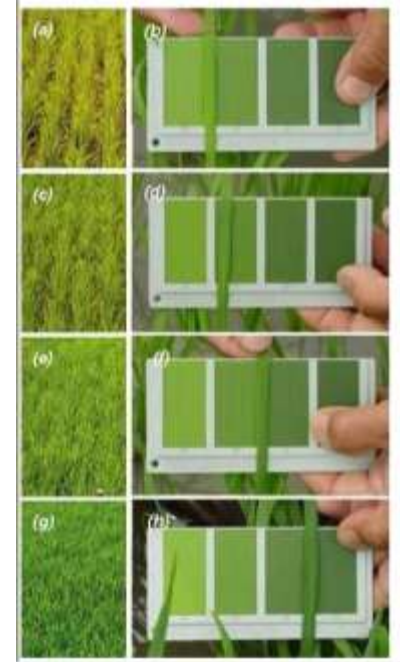
Maíz forrajero



¿Puedo hacer ajustes en campo?



77%

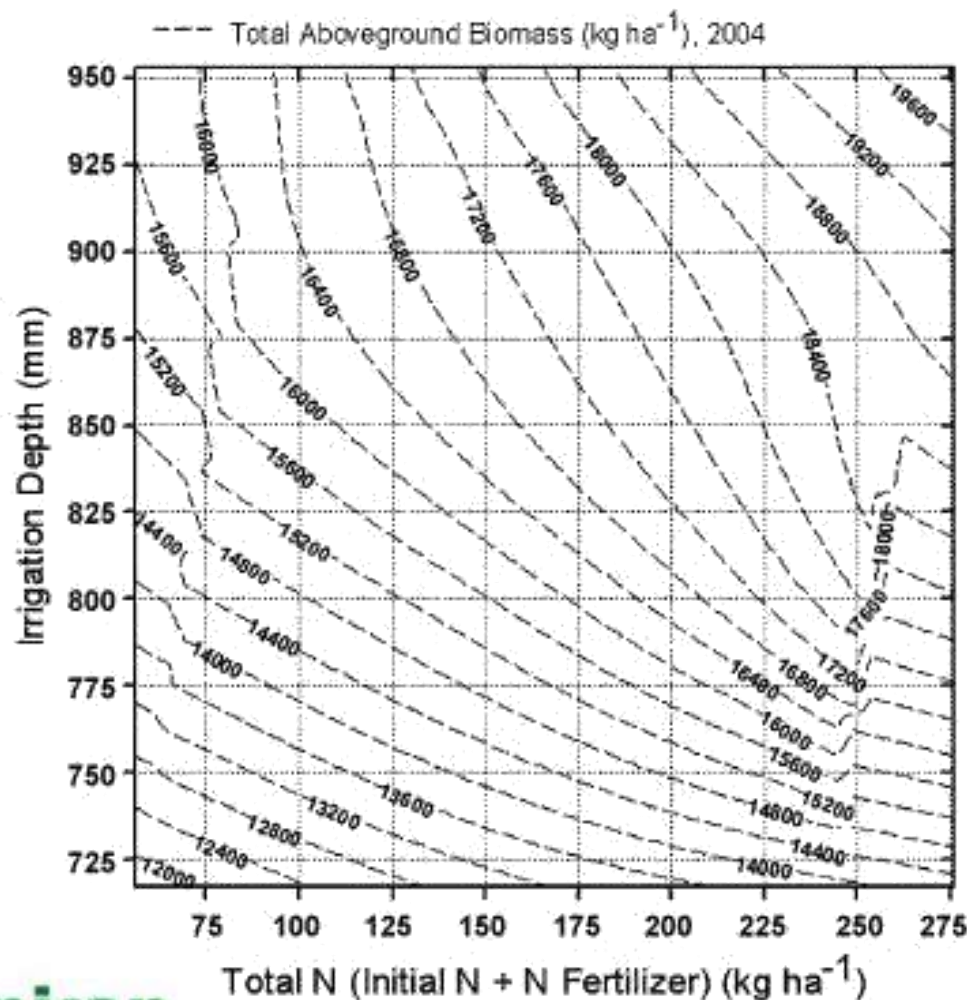


40

40/52 = 77%

52

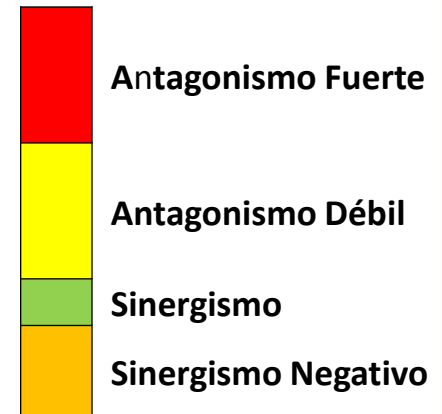
¿Es la respuesta a la fertilización de nitrógeno siempre igual?



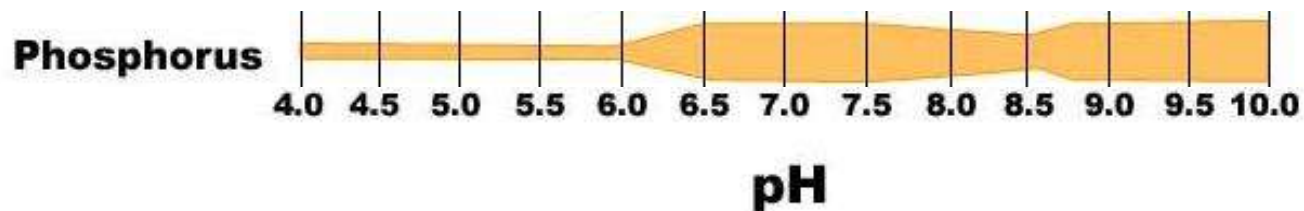
¿Qué debo saber sobre el fósforo?

Sinergismos y Antagonismos

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
P										

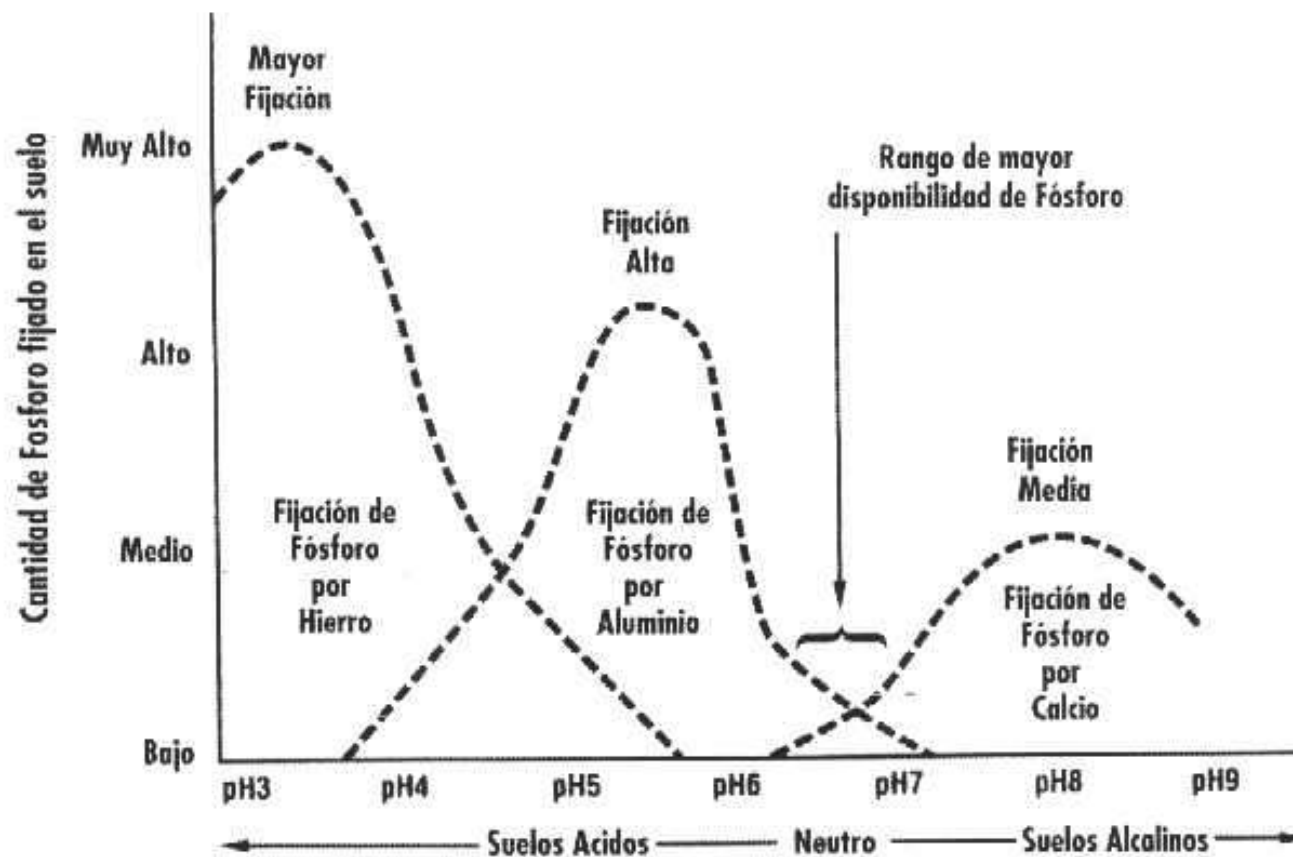


- Afectado por fijación en el suelo
- Absorción: anión fosfato H_2PO_4^- y HPO_4^{2-}

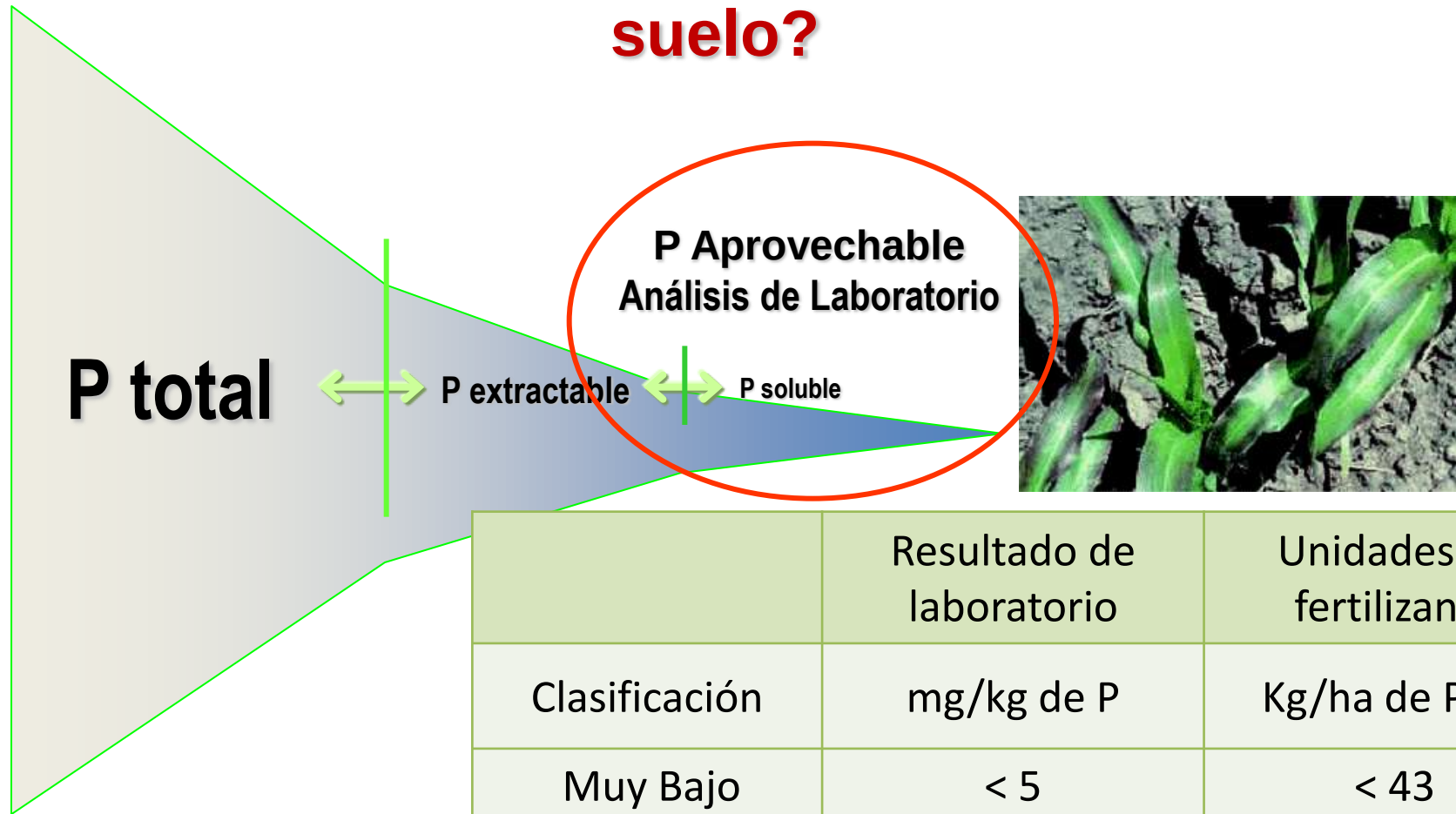


¿Cómo afecta el pH la disponibilidad de fósforo)

Fijación vs pH



¿Qué me indica el análisis de fósforo en el suelo?



	Resultado de laboratorio	Unidades de fertilizante
Clasificación	mg/kg de P	Kg/ha de P_2O_5
Muy Bajo	< 5	< 43
Bajo	5 – 15	43 – 129
Medio	15 – 20	129 – 173
Alto	20 – 35	173 – 302
Muy Alto	>35	> 302

Figueroa, 2010

¿Cuánto fósforo extrae el maíz forrajero

Cultivo	Etapas	Extracción de P_2O_5 Kg / ton MS
Alfalfa		7.00
Avena	Pre-floración	9.89
	Floración	8.05
	Masoso	4.60
Ballico		4.37
Maíz	1/3 Linea de Leche	6.14
Sorgo	Masoso	4.60
Sorgo x sudán	Embuche a espigam.	6.90
Trigo	Masoso	4.60
Triticale	Masoso	6.90

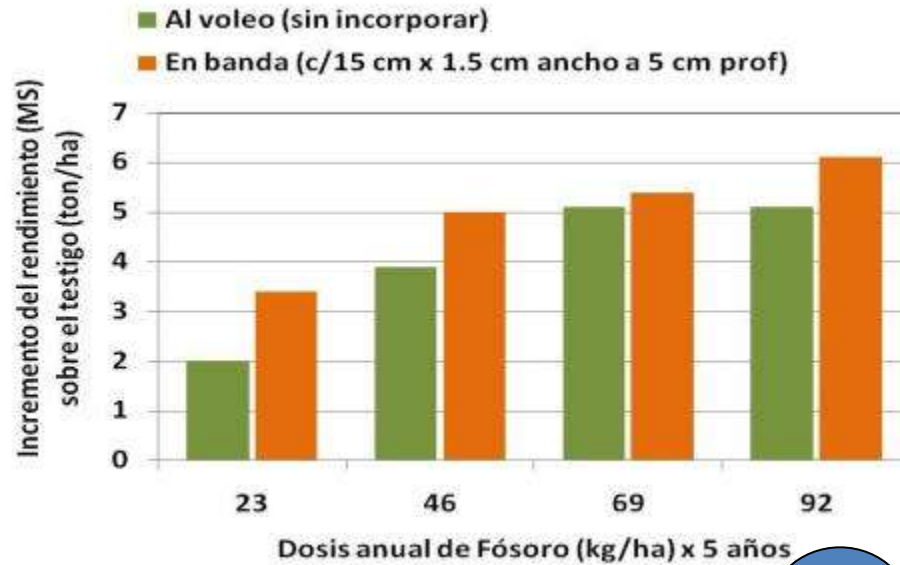


¿Cómo determino la dosis de fertilización de fósforo?

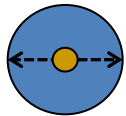
P en el Suelo mg/kg	Rendimiento de MS				
	12	14	16	18	20
	kg/ha de P como fertilizante (P_2O_5)				
5	50	60	70	80	90
10	0	20	30	40	50
15		0	0	0	20
20					0



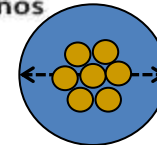
¿Cómo es mejor aplicar el fósforo?



Malhi et al., 2001. Canadá
Datos promedio de 5 años



Al voleo

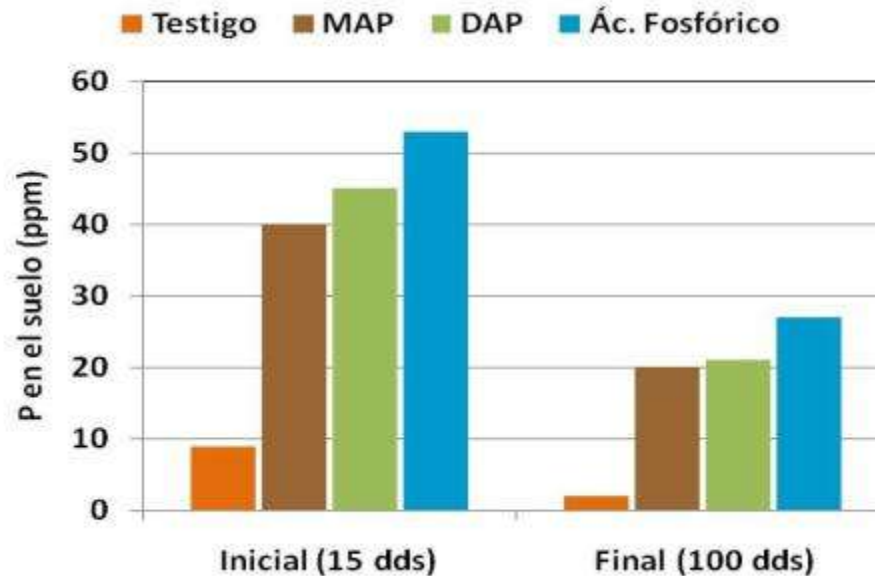


En banda

✓ La aplicación en banda (incorporado) puede aumentar la disponibilidad de P



¿Qué fuente de fósforo es mejor?



Licon et al., 2005. Delicias. Maíz.
Todas las fuentes se aplicaron a 100 kg/ha.

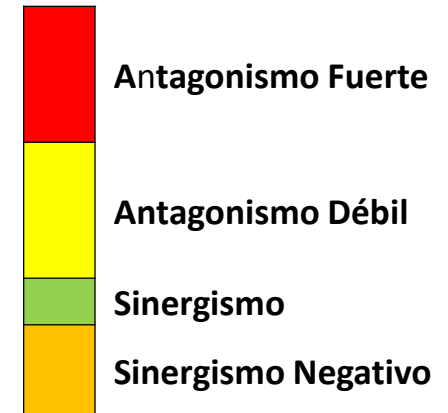
✓ La aplicación de ac. Fosfórico en el riego (gravedad o cintilla) puede aumentar la disponibilidad de P



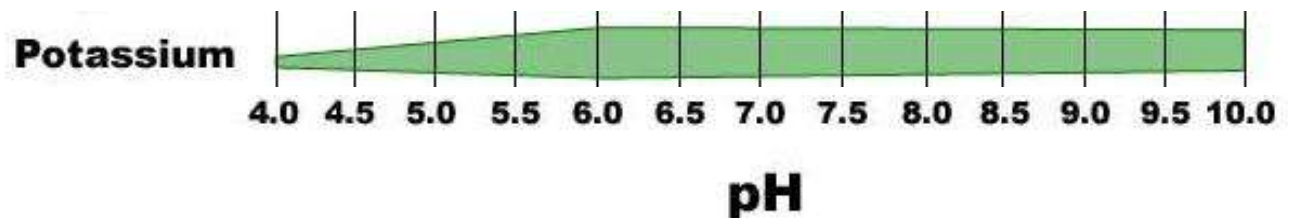
¿Qué debo saber sobre el potasio?

Sinergismos y Antagonismos

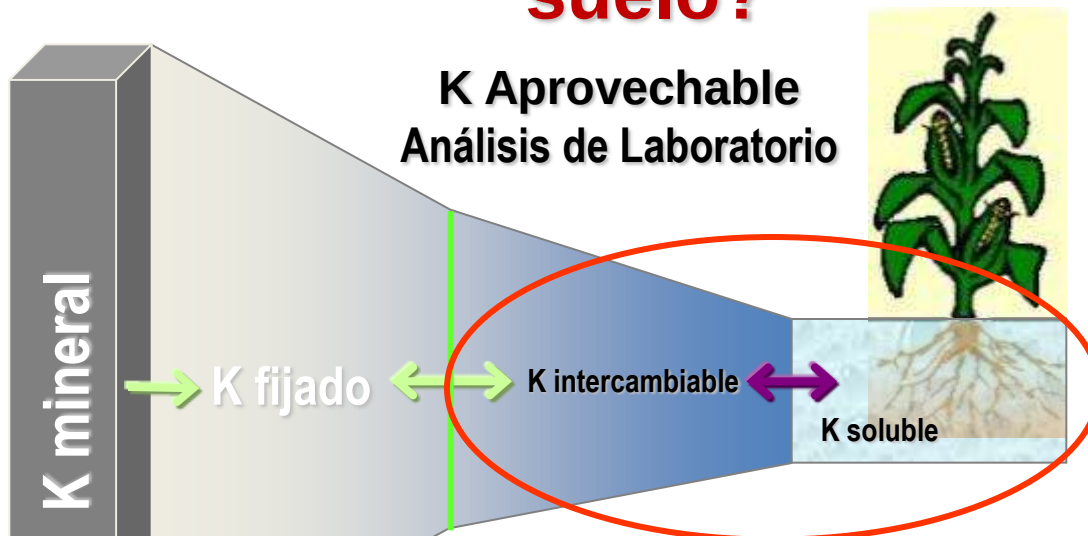
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
K	Antagonismo Fuerte			Antagonismo Fuerte	Antagonismo Fuerte		Sinergismo			



- Abundante en suelos arcillosos de climas áridos
- Limitante en suelos arenosos
- Absorción: catión K^+



¿Qué me indican los análisis de potasio en el suelo?



Clase	mg/kg	kg/ha
Muy bajo	< 80	< 384
Bajo	80 – 150	384 – 720
Mod. Bajo	150 – 200	720 – 960
Medio	200 – 400	960 – 1,920
Mod. Alto	400 – 800	1,920 – 3,840
Alto	800 – 1,200	3,840 – 5,760
Muy alto	> 1,200	> 5,760

Figueroa, 2010

¿Cuánto potasio extrae el maíz forrajero?

Cultivo	Contenido K	Extracción K ₂ O	Extracción K ₂ O - (Rendimiento Potencial)
	% MS	kg /ton MS	kg/ha - (ton/ha MS)
Avena	1.53	18.4	184 (10)
Cebada	1.49	17.9	179 (10)
Ryegrass	2.55	30.6	306 (10)
Trigo	1.20	14.4	144 (10)
Sorgo	1.11	13.3	266 (20)
Maíz	1.04	12.5	250 (20)
Alfalfa	2.34	28.1	702 (25)

¿Qué me indican los análisis de elementos menores en el suelo?

Clasificación	Fe	Cu	Mn	Zn	B
	----- ppm -----				
Muy Bajo	< 3	< 0.2	< 2	> 0.3	< 0.4
Bajo	3 – 5	0.2 – 0.5	2 – 4	0.3 – 0.6	0.4 – 0.8
Moderad. Bajo	5 – 8	0.5 – 1.2	4 – 8	0.6 – 1.5	0.8 – 1.2
Medio	8 – 12	1.2 – 2.0	8 – 12	1.5 – 2.5	1.2 – 1.6
Moderad. Alto	12 – 25	2.0 – 2.5	12 – 25	2.5 – 5.0	1.6 – 2.0
Alto	25 – 50	2.5 – 4.0	25 – 50	5.0 – 8.0	2.0 – 3.0
Muy Alto	> 50	> 4.0	> 50	> 8.0	> 3.0



¿Como confirmo deficiencias de elementos menores?

Nutrim.	Respuesta a la aplic.	Etapa de muestreo		
		Plántula 24 – 45 días	3ª Hoja 45 – 80 días	Hoja de la mazorca en floración
		----- ppm -----		
Fe	Medio	25 – 60	20 – 60	19 – 75
Cu	Medio	6 – 25	6 – 25	5 – 40
Mn	Bajo	40 – 160	20 – 150	19 – 75
Zn	Alto	40 – 500	25 – 250	50 – 250
B		6 – 20	6 – 20	3 – 15



Deficiencia de Fe

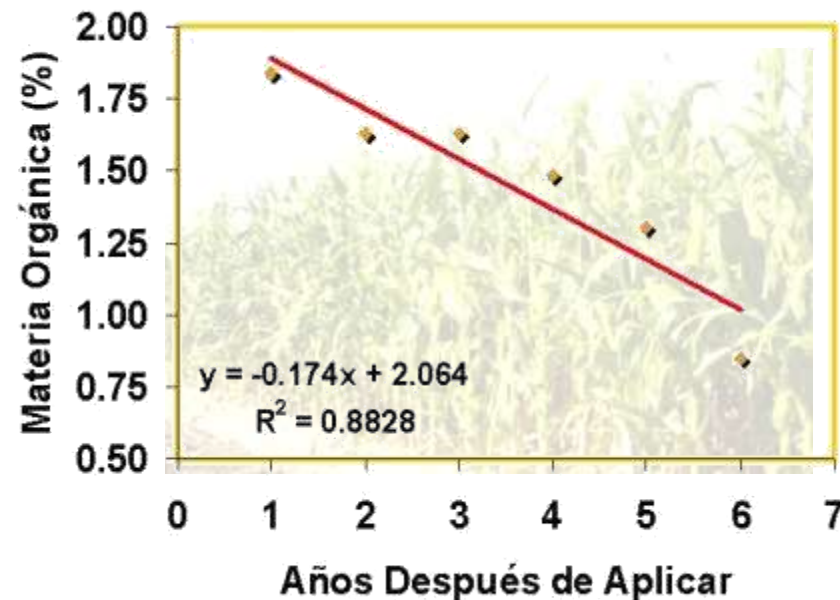
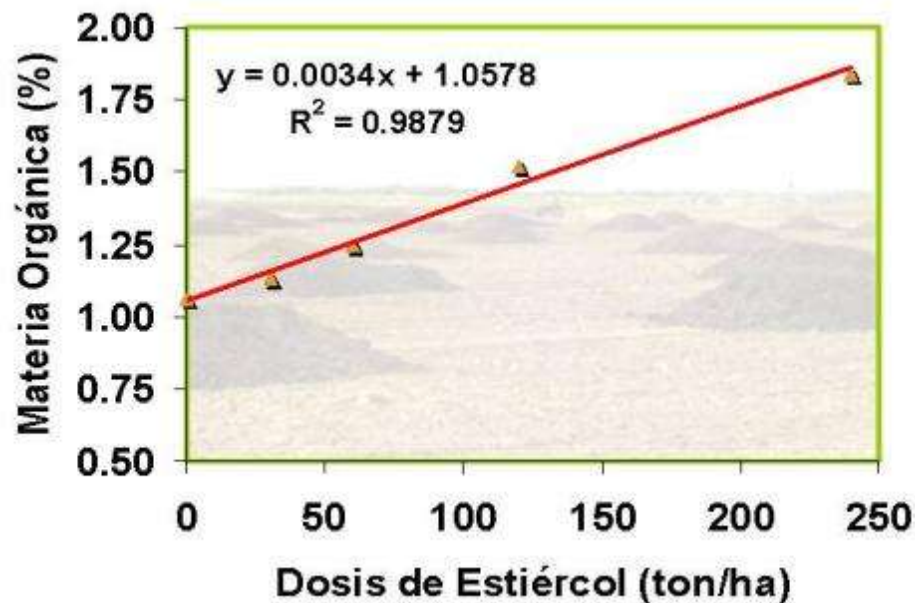


Deficiencia de Cu



Deficiencia de Zn

¿Qué beneficios obtengo con la aplicación de estiércol?



Muy Bajo

Bajo

Moderad. Bajo

Medio

Moderad. Alto

Alto

Muy Alto

% de materia orgánica en el suelo

0.5

0.75

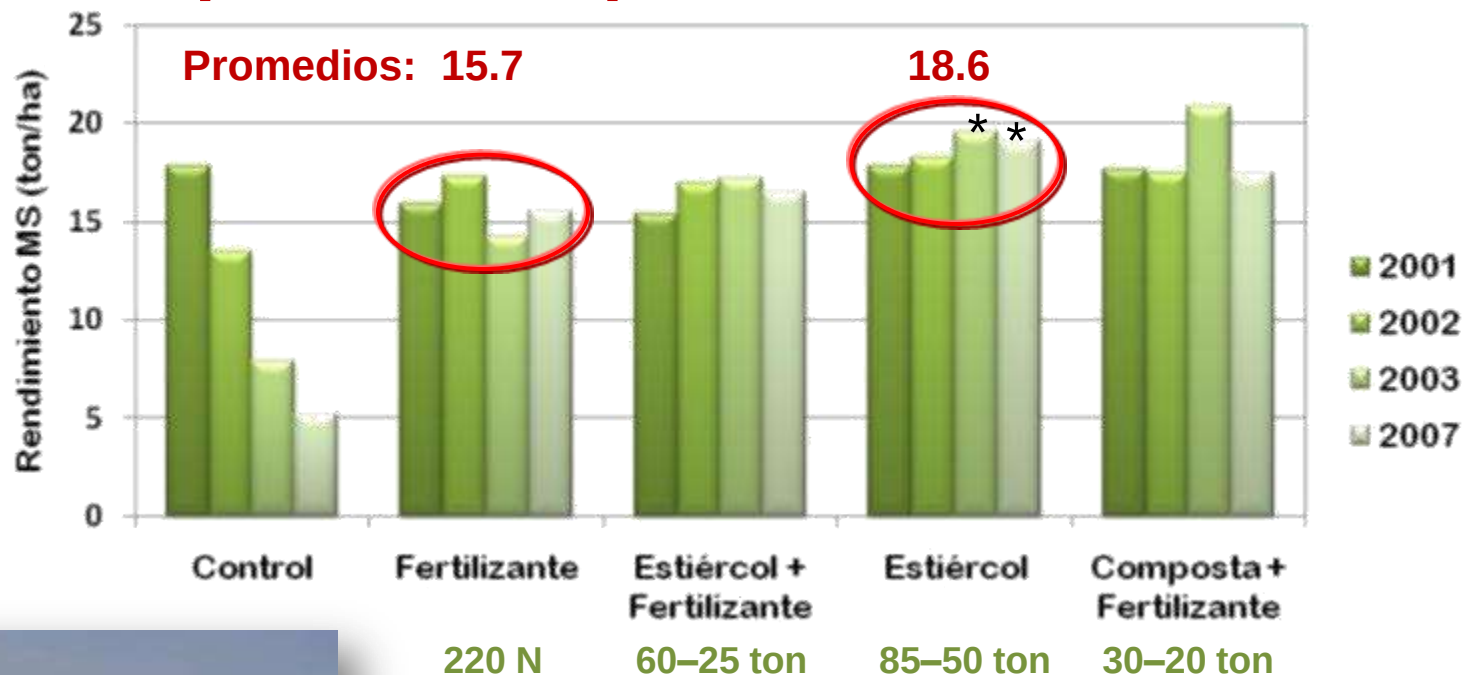
1.0

1.25

1.5

2.0

¿Cómo es la fertilización química con respecto a la aplicación de estiércol?



Figuroa et al., 2003; Figuroa et al., 2007

El estiércol puede sustituir parcial o totalmente el fertilizante de N y P



¿Cómo determinó que cantidad de estiércol aplicar?

**NITRÓGENO (kg/ha) A DIFERENTES DOSIS
DE ESTIÉRCOL DE BOVINO LECHERO (1er AÑO)**

Estiércol “viejo” → Promedio → Estiércol “nuevo”	% N ↓	Dosis (ton/ha) que se quiere incorporar →						
		40	60	80	100	120	140	160
	0.6	96	144	192	240	288	336	384
	0.8	128	192	256	320	384	448	512
	1.0	160	240	320	400	480	560	640
	1.2	192	288	384	480	576	672	768
	→ 1.4	224	336	448	560	672	784	896
	1.6	256	384	512	640	768	896	1024
	1.8	288	432	576	720	864	1008	1152
	2.0	320	480	640	800	960	1120	1280
2.2	352	528	704	880	1056	1232	1408	
2.4	384	576	768	960	1152	1344	1536	
2.6	416	624	832	1040	1248	1456	1664	

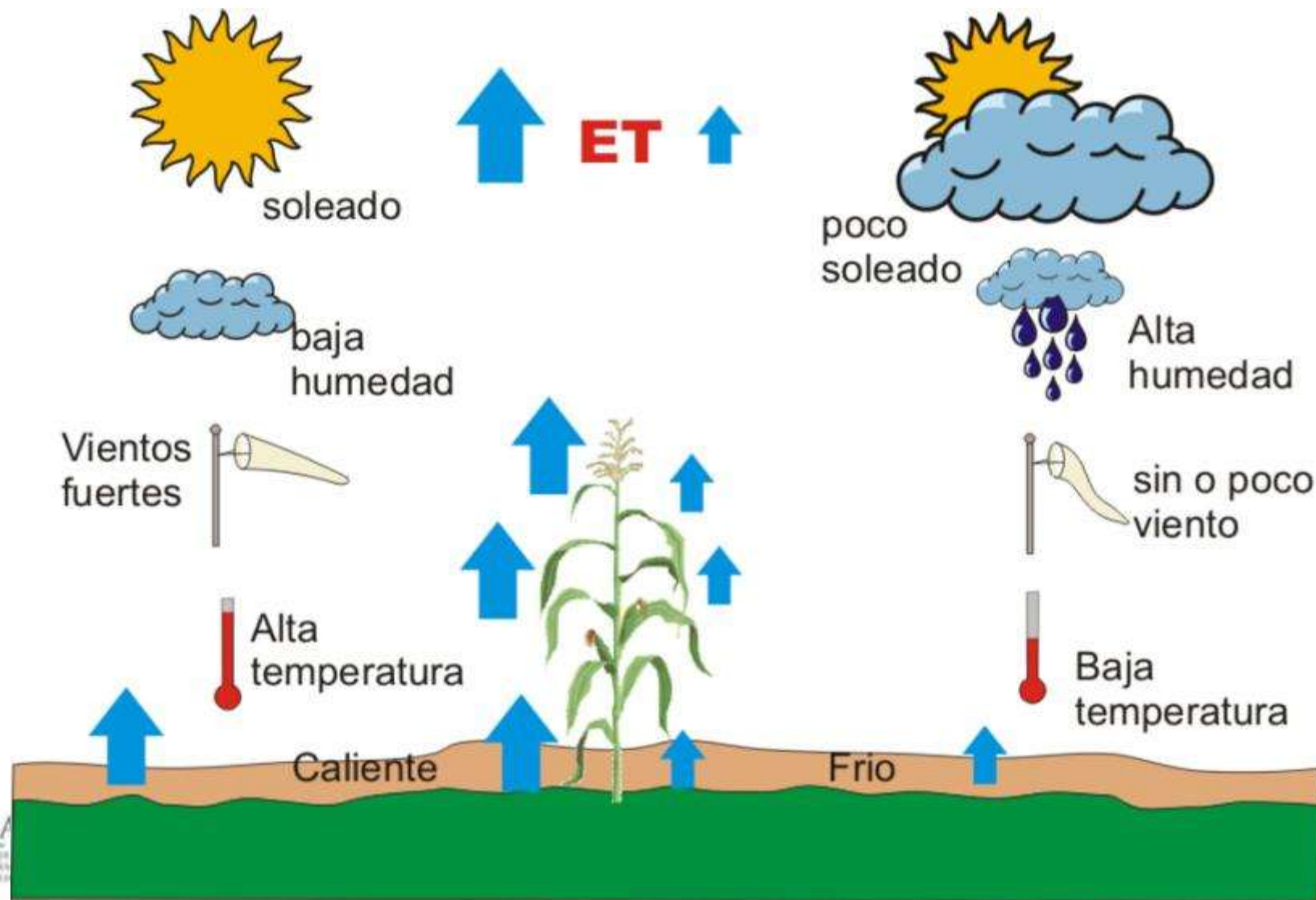
¿Cómo determinó que cantidad de estiércol aplicar?

FÓSFORO (kg/ha, P_2O_5) A DIFERENTES DOSIS
DE ESTIÉRCOL DE BOVINO LECHERO (1er AÑO)

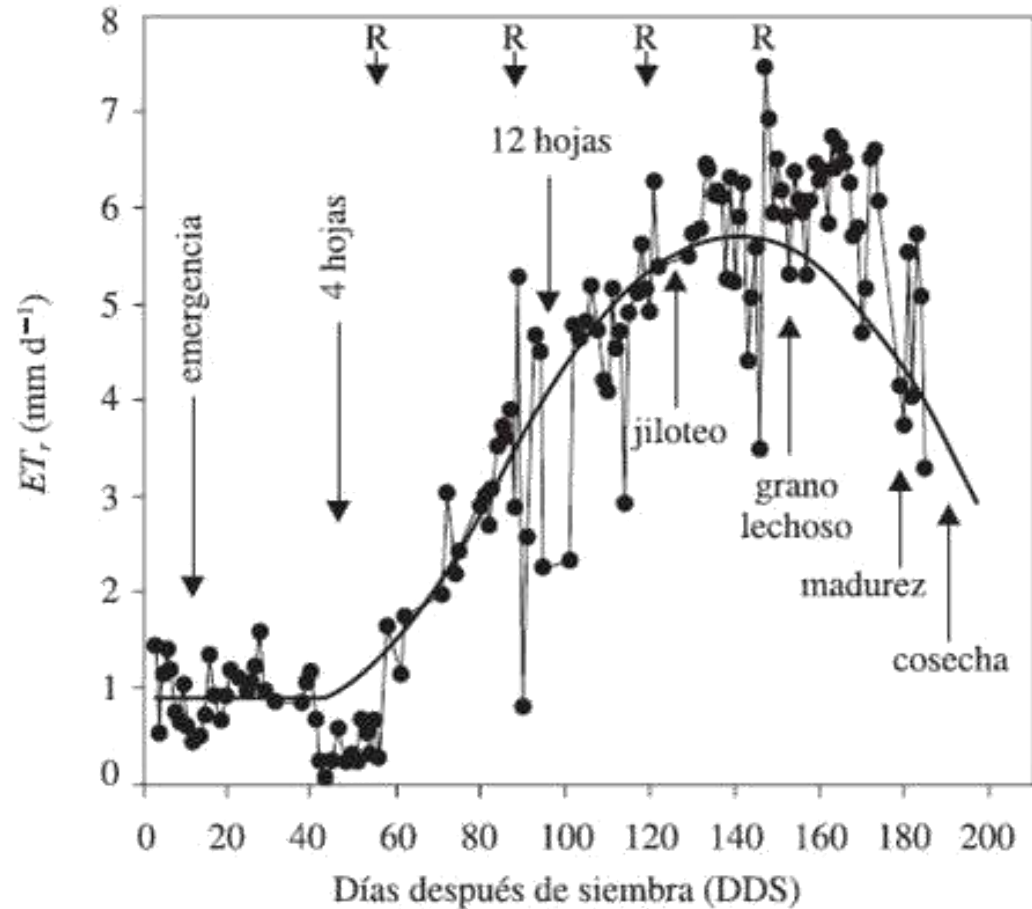
↑ Estiércol “viejo” Promedio → Estiércol “nuevo” ↑	% P ↓	Dosis (ton/ha) que se quiere incorporar →						
		40	60	80	100	120	140	160
	0.38	210	315	420	524	629	734	839
	0.42	232	348	464	580	696	811	927
	0.46	254	381	508	635	762	889	1016
	0.50	276	414	552	690	828	966	1104
	→ 0.54	298	447	596	745	894	1043	1192
	0.58	320	480	640	800	960	1121	1281
	0.62	342	513	684	856	1027	1198	1369
	0.66	364	546	729	911	1093	1275	1457
0.70	386	580	773	966	1159	1352	1546	
0.74	408	613	817	1021	1225	1430	1634	
0.78	431	646	861	1076	1292	1507	1722	

Asumiendo 60% de mineralización, sin considerar eficiencia

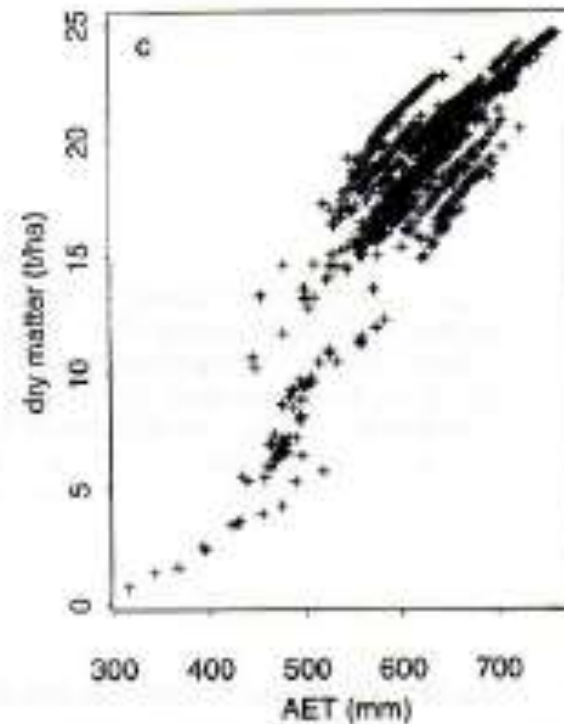
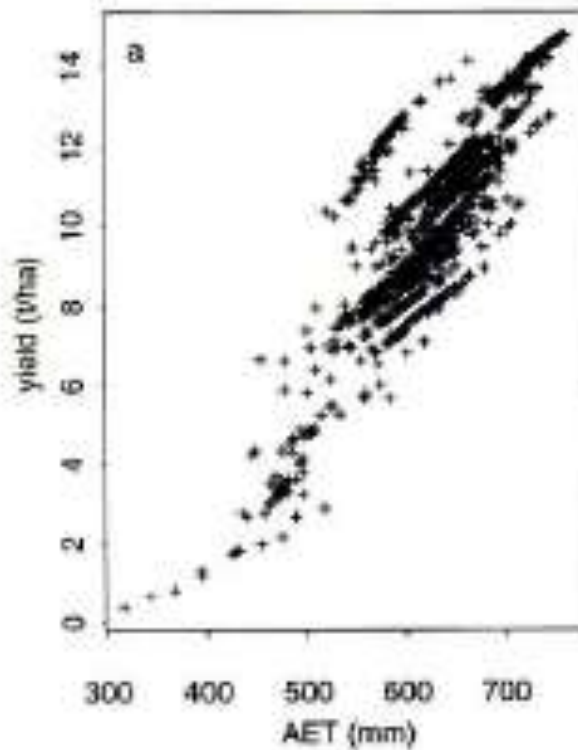
¿Qué determina los requerimientos hídricos del maíz forrajero?



¿Fluctúan los requerimientos hídricos del cultivo?



¿Porqué es importante cubrir los requerimientos de agua del cultivo?



¿Qué debo considerar para determinar la lámina de riego?

Profundidad radicular

Cultivo	Profundidad de raíz (m)
Avena	1.0-1.5
Maíz, forraje	0.8-1.2
Sorgo - forraje	1.0-2.0

Capacidad de almacenamiento de humedad del suelo

Suelo	Contenido de humedad disponible en mm de agua por m de suelo(mm/m)
arena	25 – 100
Limo	100 – 175
arcilla	175 – 250

¿Debo hacer algunos ajustes más?

Los requerimientos de riego se calculan con la siguiente ecuación:

$$\text{Requerimiento de riego} = \text{ET cultivo} - \text{Lluvia efectiva.}$$

ET cultivo = *Evapotranspiración del cultivo*

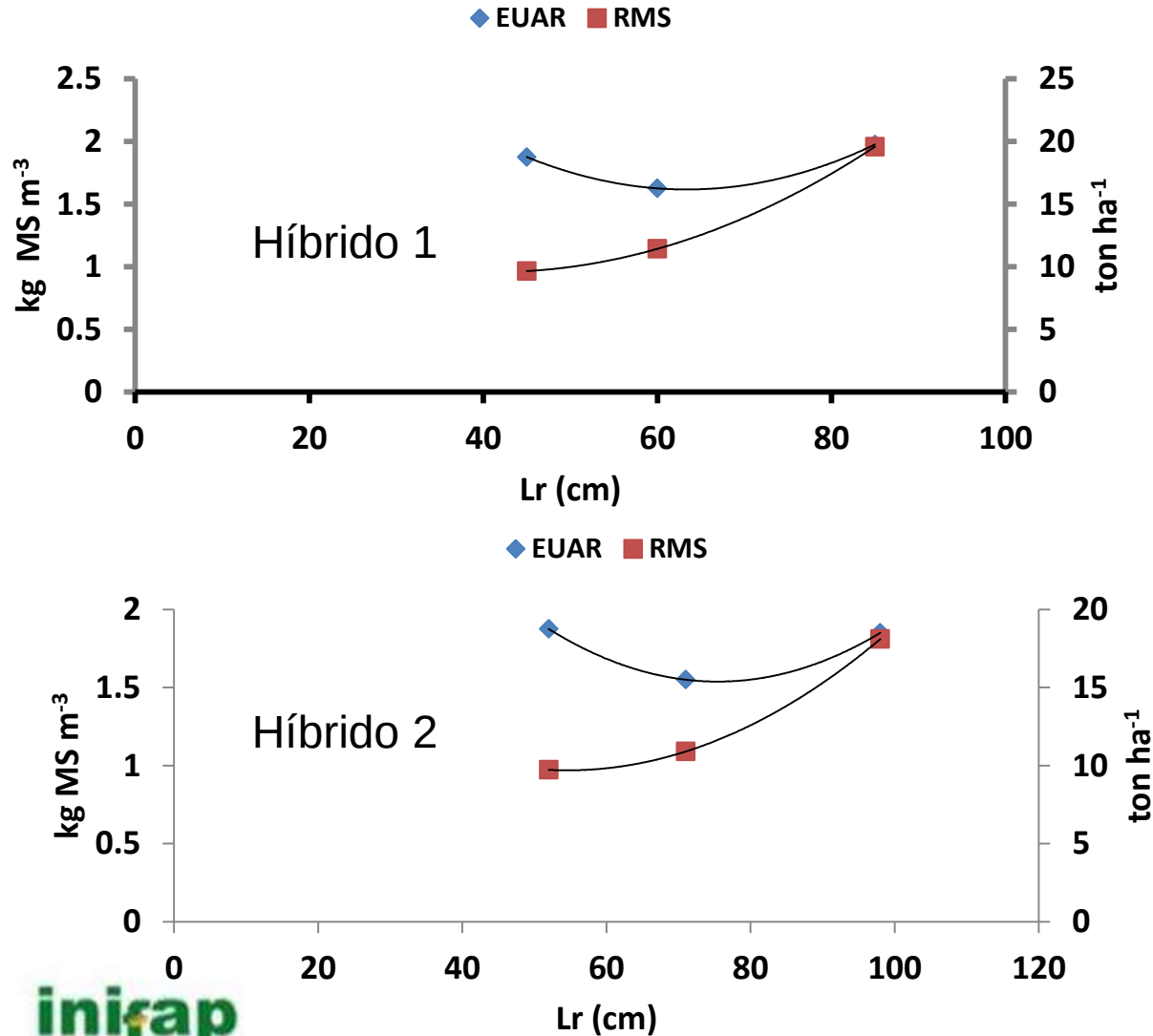
Lluvia efectiva = *Parte de la lluvia que es almacenada en la zona radicular y es aprovechable por las plantas.*

Cuando no hay lluvia efectiva

ET del cultivo = requerimiento de riego.

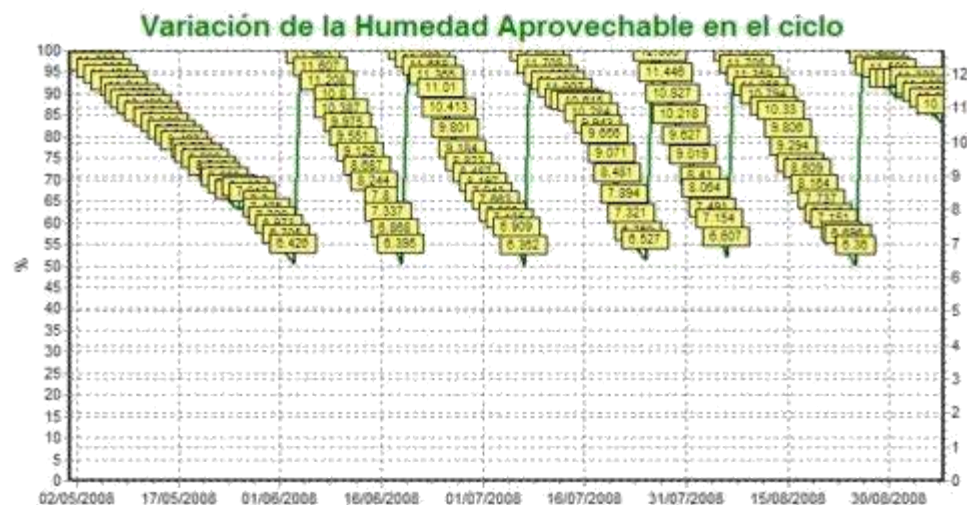
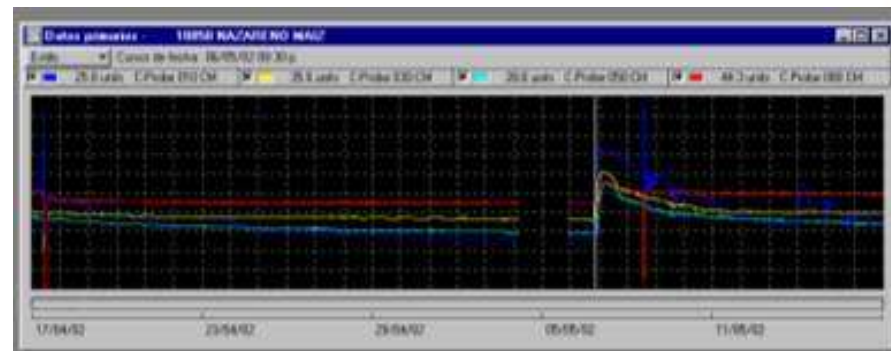
$$\text{Requerimiento de riego bruto} = \frac{\text{Requerimiento de riego}}{\text{Eficiencia de riego}}$$

¿Cómo responde el cultivo a la lámina de riego?



¿Cuándo debo regar el maíz forrajero?

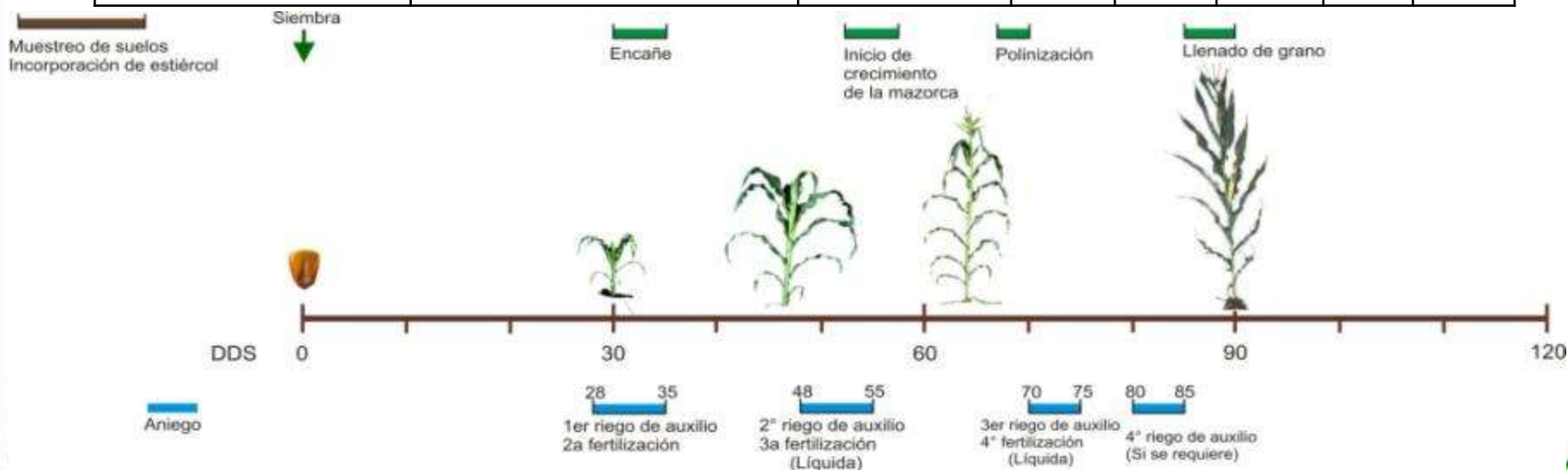
Cultivo	Abatimiento permisible de humedad
Maíz, forraje	0.50
Sorgo - forraje	0.50



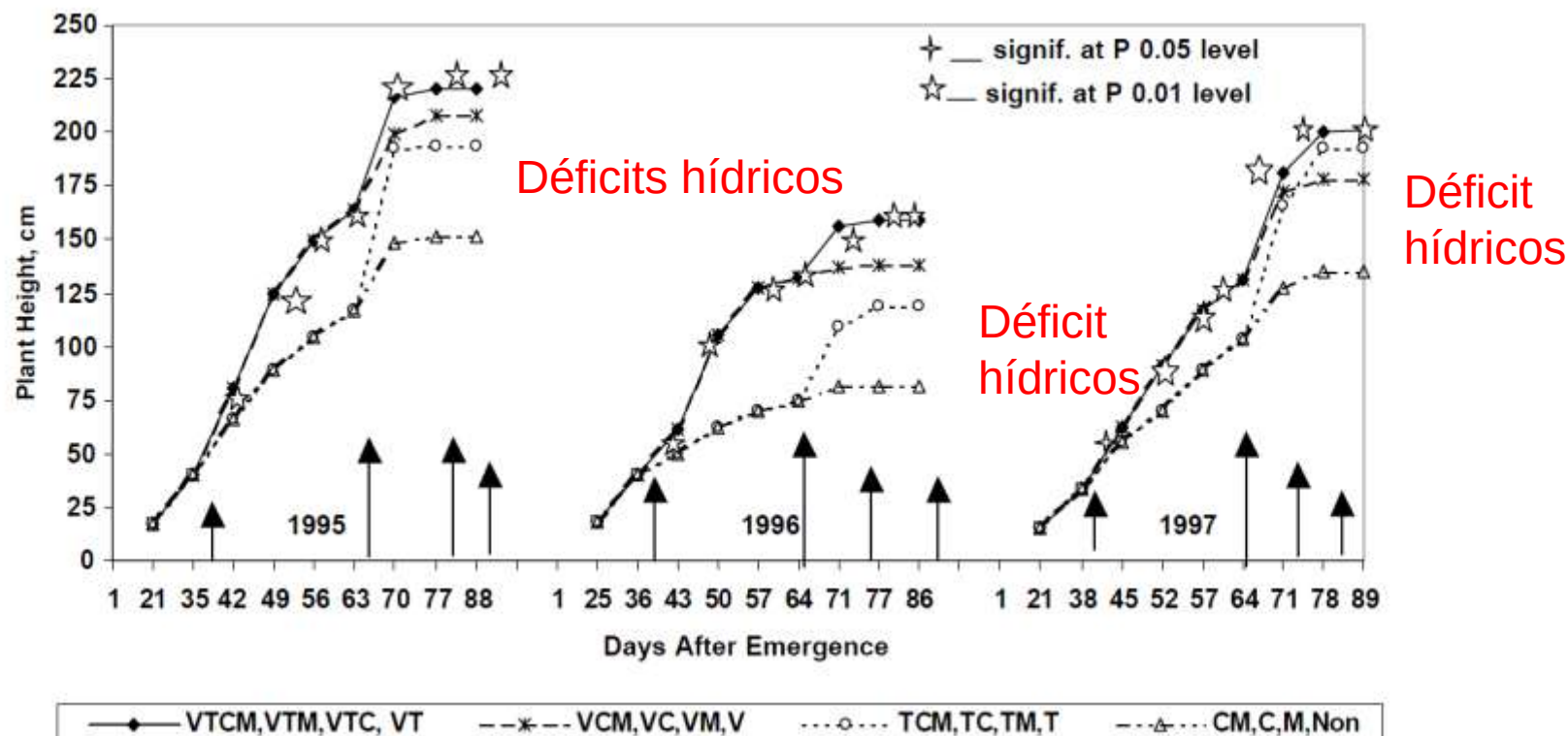
HA (%) → HA (cm)

¿Son iguales los calendarios de riego entre localidades?

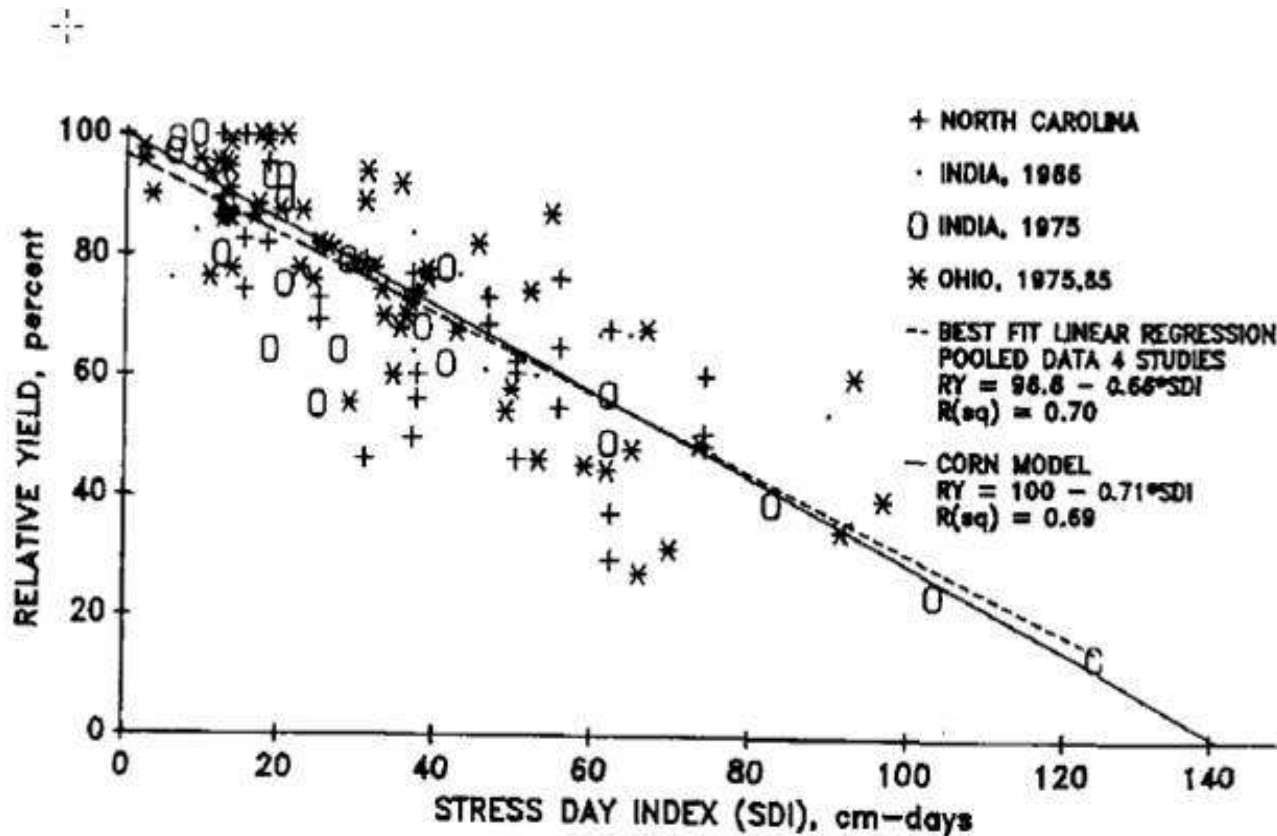
			Riegos de auxilio, días				
	Ambiente	Suelo	1	2	3	4	5
Aguascalientes	Semiárido templado	Migajón arenoso	35	60	75	95	115
Delicias	Arido semicálido	Franco y franco arenosos	30	45	60	75	90
La Laguna	Arido semicálido	Arcillo arenoso	35	54	70	85	-



¿Cómo afecta el calendario de riego el desarrollo del cultivo?



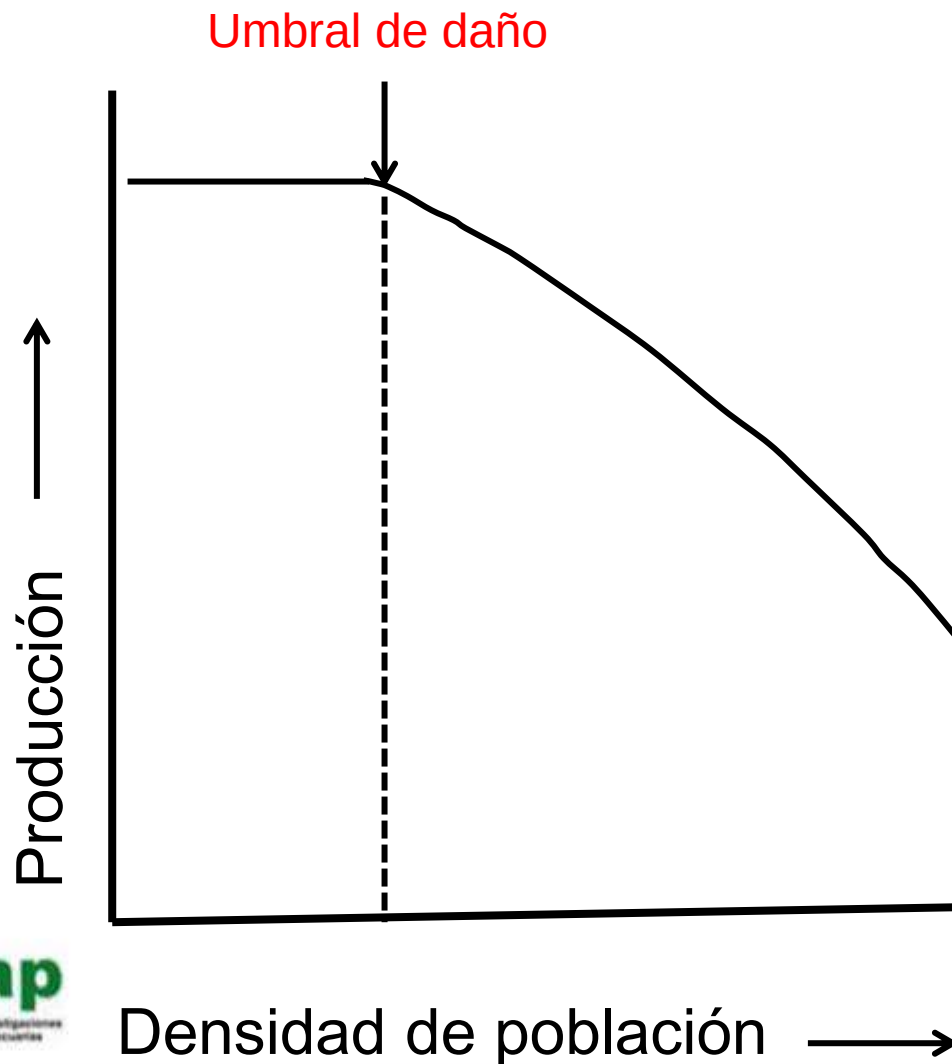
¿Cómo afecta el estrés hídrico la producción del maíz



Recomendaciones para factores limitantes la producción del cultivo

- **Reconsiderar la labranza del suelo.**
- **Seleccionar prácticas de agronómicas para mejorar la intercepción de radiación solar.**
- **Considerar la aplicación de materia orgánica.**
- **Usar dosis de fertilización basadas en análisis de suelos.**
- **Implementar un riego óptimo con tecnología de apoyo.**

¿Como es la relación entre la densidad de población de plagas y producción?



¿Cuáles son los umbrales de las plagas?

Especie plaga	Umbral económico
Gusano cogollero <i>S. frugiperda</i>	25% de plantas dañadas
Arana roja <i>Oligonychus</i> spp.	10% de plantas infestadas

¿Qué factores determinan la presencia de plagas

- Condiciones climáticas.
- Abundancia de enemigos naturales.
- Fertilización.
- Uso de insecticidas.
- Tipo de suelo.
- Sitios de invernación adyacentes a predios.

¿Qué determina el desarrollo del cultivo y el gusano cogollero?

Cuadro 3. Grados-día acumulados (*DA) y tiempo cronológico (d) por etapa fenológica del cultivo de maíz.

Table 3. Accumulated degree-days (*DA) and chronological time (d) by phenological stage of maize.

Etapa	1er. ciclo		2do. ciclo	
	*DA	d	*DA	d
Siembra	0.0	0	0.0	0
Emergencia	118.7	10	106.7	12
4 hoja verdadera	328.1	29	334.9	36
8 hoja verdadera	518.8	49	506.7	54
12 hoja verdadera	580.4	54	564.7	61
Floración masculina	664.4	63	677.3	73
Floración femenina	810.1	79	821.3	88
Grano actoso	985.6	94	979.8	103
Grano lechoso	1115.5	105	1100.4	114
Grano masoso	1250.3	117	1241.5	125
Madurez fisiológica	1458.0	134	1450.2	142

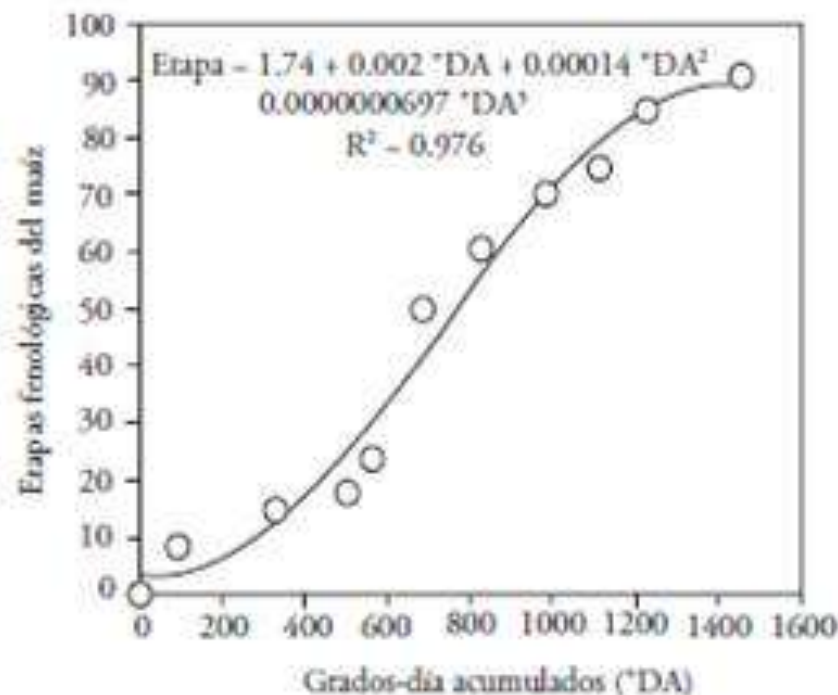
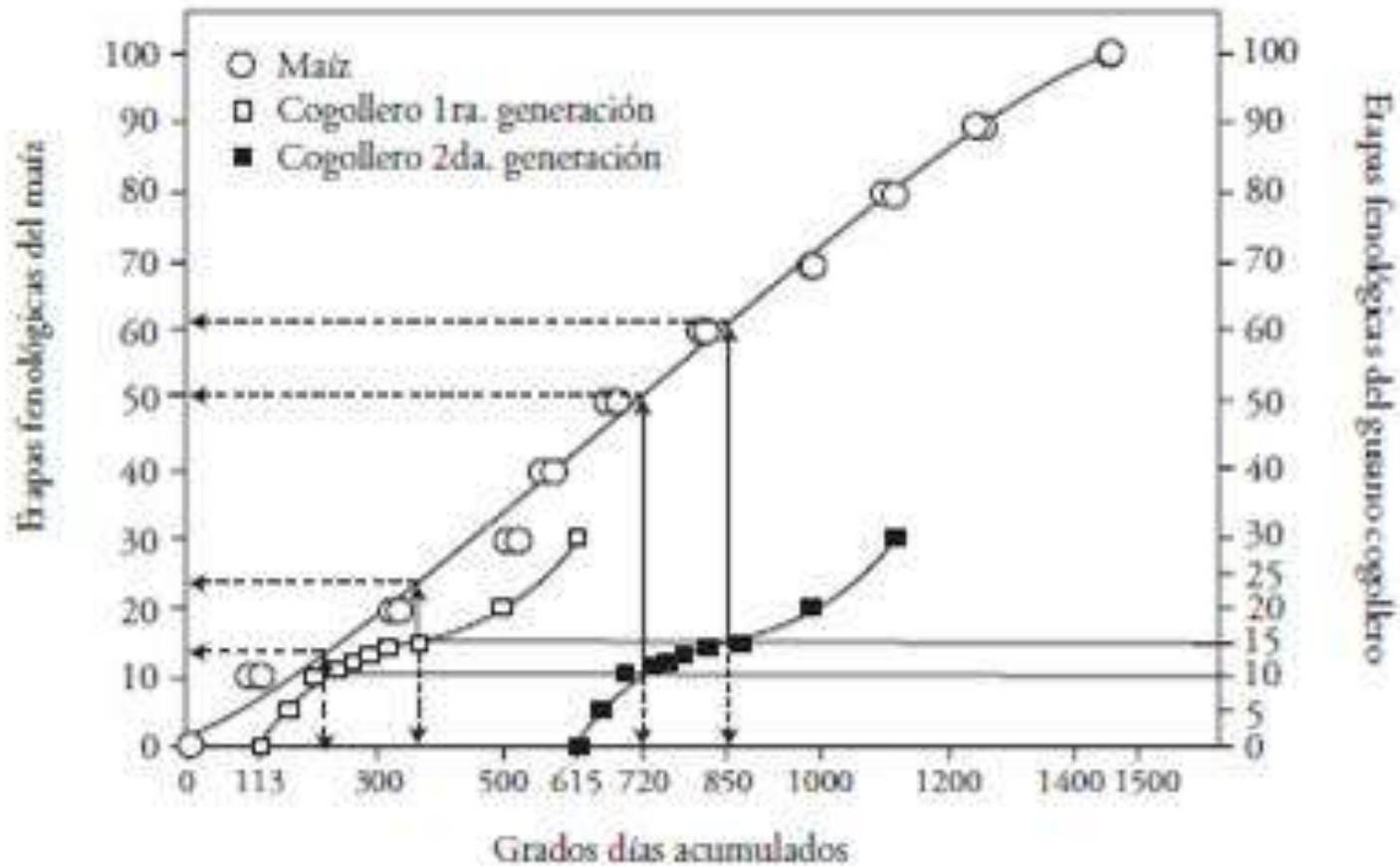


Figura 3. Modelo estimado, por el método de mínimos cuadrados para el cultivo de maíz.

¿Desarrollo del cultivo y la plaga?



¿Cuáles son los componentes del MIP?

HERRAMIENTAS PARA LA TOMA DE DECISIONES DE CONTROL:

- Muestreo y monitoreo.
- Umbrales económicos.
- Predicción.

TACTICAS DE CONTROL:

- Control cultural.
- Control biológico.
- Control químico.
- Uso de variedades resistentes.

¿Cómo identifico el gusano cogollero?



Adultos en trampa de feromona



Masa de huevecillos



Larvitas emergiendo



Larva desarrollada y daño



Planta dañada



Pupas

¿Cómo muestreo y monitoreo el gusano cogollero?

MUESTREO DE INFESTACION Y DAÑO:

• **Objetivo:** determinar densidades de masas de huevecillos y larvas recién emergidas; así como plantas dañadas.

• **Metodología:**

- Inicio: emergencia.
- Frecuencia: 2 veces por semana.
- Unidad de muestreo: planta.
- Tamaño de muestra: 50 plantas por predio.
- Umbral de acción: > 25% de plantas dañadas.



MONITOREO CON TRAMPAS DE FEROMONAS

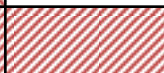
• **Objetivo:** determinar poblaciones de adultos.

• **Metodología:**

- Inicio: siembra.
- Frecuencia: 2 veces por semana.
- Tipo de trampa: de garrafa.
- Número de trampas por predio: 10
- Cambio de feromona: cada 3 semanas.



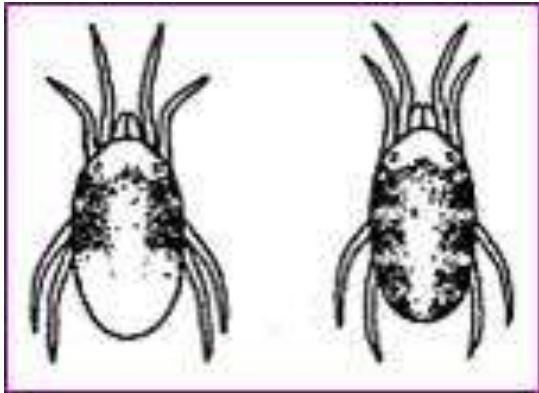
¿Cuál es el período crítico de control de gusano cogollero?

PERIODO DE CONTROL EN SEMANAS DESPUES DE LA EMERGENCIA				No. DE APLICACIONES	PLANTAS DAÑADAS (%)	FORRAJE VERDE (TON/HA)
Primera	Segunda	Tercera	Cuarta			
				1	18.1	55.3
				2	2.3	55.6
				3	2.7	54.8
				4	4.8	51.8
				3	15.2	53.5
				2	27.1	57.7
				1	39.8	54.4
TESTIGO	SIN	CONTROL		0	52.1	49.3

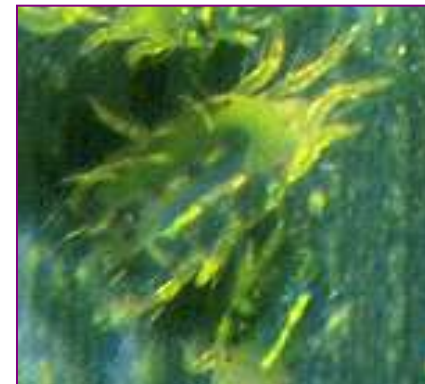
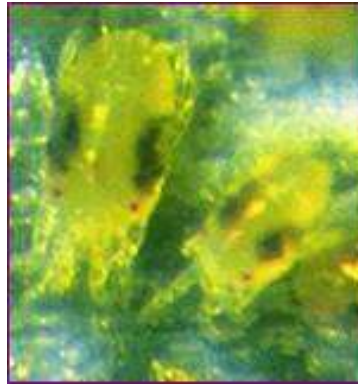
Período crítico de control: Primera a segunda semana.

Pérdida de rendimiento sin control: 6.3 ton/ha.

¿Cómo identifico araña roja?



Patrón de manchas de arañas *Tetranychus urticae*



Olygonychus pratensis



Adultos y huevecillos de *T. urticae*

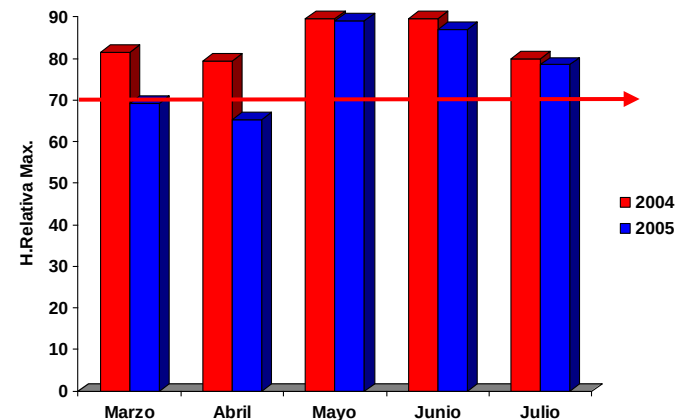
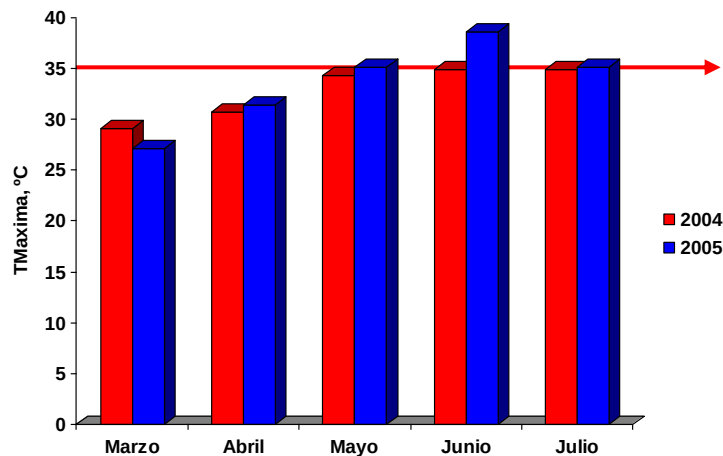


Plantas dañada



Hoja con colonias

¿Cuándo se presenta la araña roja?



¿Qué considero para el manejo de la araña roja

- ✿ **Siembras más afectadas:** Siembras tempranas de primavera (marzo 20-abril 18).
- ✿ **Período crítico:** mediados de mayo a fines de junio.
- ✿ **Patrón de infestación y daño en la planta:** ascendente.
- ✿ **Velocidad de incremento de la infestación:** rápida (3 semanas) en siembras de primavera.
- ✿ **Metodología de muestreo:** 25 plantas por predio tomadas al azar en cinco de oros.
- ✿ **Selección de acaricida:**
 - Producto y dosis.
 - Selectividad.
- ✿ **Calibración de equipo de aplicación:**
 - Tipo de aplicación.
 - Buen cubrimiento (> 20 gotas/cm² en envés de hojas inferiores).



¿Cuál es el daño de la araña roja?

Híbrido	Daño al follaje (%)	Peso (gr)	Reducción (%)
8285 (Testigo)	0	401.5	---
	33	326.0	18.8
	66	189.2	52.9
	100	158.0	60.6
A7573Y	0	411.5	---
	33	348.7	15.3
	66	280.7	31.8
	100	152.0	63.1
SB302	0	433.5	---
	33	340.0	21.6
	66	270.7	37.6
	100	223.0	48.6

La reducción promedio en el peso de planta de las tres variedades fue la siguiente:

33% de daño	18.5%
66% de daño	40.7%
100% de daño	57.4%

¿Qué otras plagas hay y son importantes?



Pulgón del follaje



Pulgón del cogollo



Pulga saltona



Adulto y larva de gallina ciega



Diabrotica



Gusano elotero

¿Qué debo checar para hacer un buen control químico?

1. Selección del insecticida.
2. Oficialmente autorizados.
3. Dosis recomendada y respetar intervalo de seguridad (una dosis menor, puede no ser efectiva y una dosis elevada, incrementa el costo/ha y causar fitotoxicidad).
4. La mayoría de los insecticidas son asperjados en agua, algunos directamente al cogollo en maíz y sorgo y, otros son depositados en el suelo.
 - a). Calibración del equipo: 20 gotas/cm² en hojas basales de maíz y sorgo (400 l de agua/ha; presión de 80 libras; boquillas de cono hueco en buen estado).
 - b). Aplicar preferentemente en la mañana o en la tarde, con vientos menores a 10 km/hora.



¿Qué opciones de control biológico existen?



Crisopas verdes
Chrysoperla carnea y *C. rufilabris* (nacional)



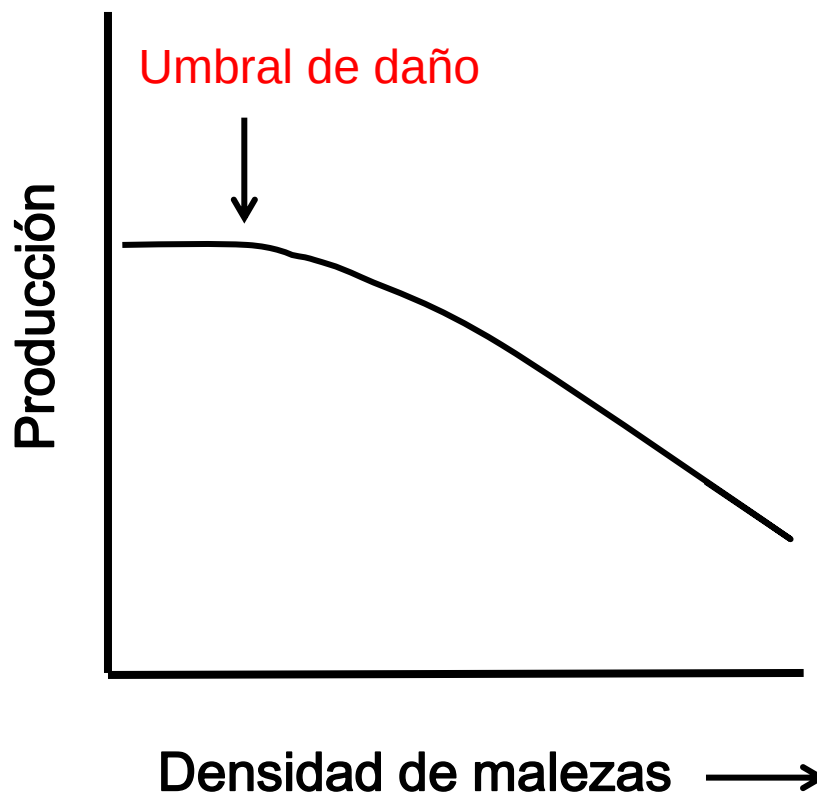
Catarinita *Hippodamia convergens* (de importación)

(Crisopas y catarinitas depredan preferentemente pulgones, aunque pueden consumir cualquier especie de artrópodo de cuerpo blando)

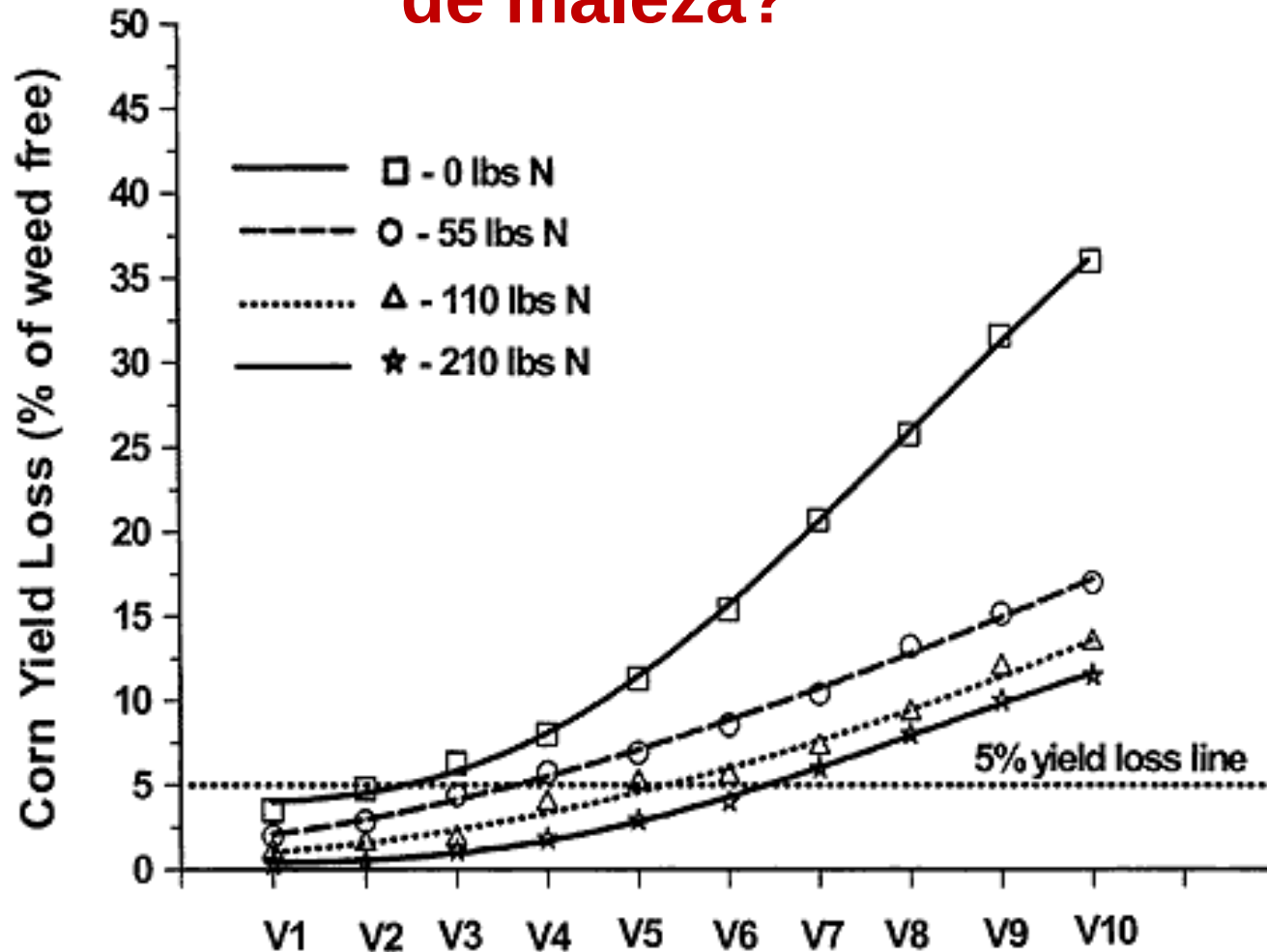
Avispita *Trichogramma* spp. (parasita huevos de lepidópteros: gusano cogollero, mariposita de la col, gusano soldado y gusano elotero *Heliothis zea*).



¿Cómo es la relación entre la densidad de maleza y la producción ?

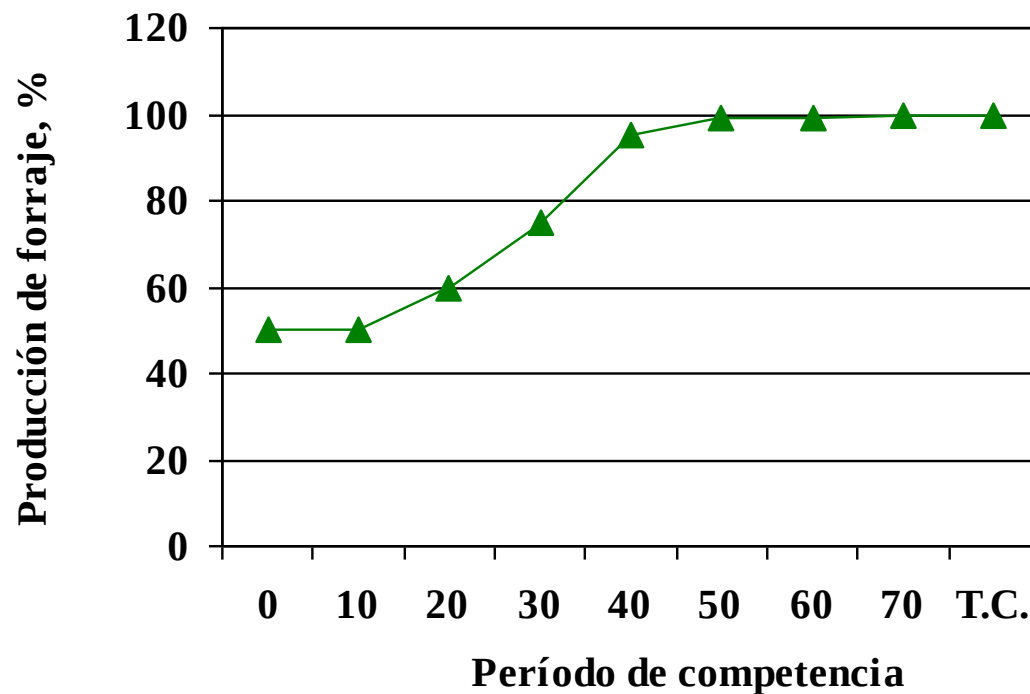


¿Cuál es el período crítico para el control de maleza?



Timing of weed removal (Corn leaf stage)

¿Cuánto pierdo por maleza?



¿Cómo debo controlar maleza?

Maleza de hoja ancha:

Correhuela, quelite, verdolaga, gordolobo, cadillo, retama, etc.

HERBICIDA

ATRAZINA

DOSIS Kg i.a./Ha

1.0

Aplicación inmediatamente después de la siembra en suelo seco o antes del rastreo en húmedo en siembra a tierra venida.

¿Cómo debo controlar maleza?

Zacates:

Pinto, pegarropa, Johnson (semilla)

HERBICIDA

DOSIS Kg i.a./Ha

Pendimetalin

1.0

Aplicación inmediatamente después de la siembra en suelo seco o antes del rastreo en húmedo en siembra a tierra venida. En preemergencia a maleza y cultivo de maíz.

¿Cómo debo controlar maleza?

- Maleza de hoja ancha y zacates (semilla)

HERBICIDA

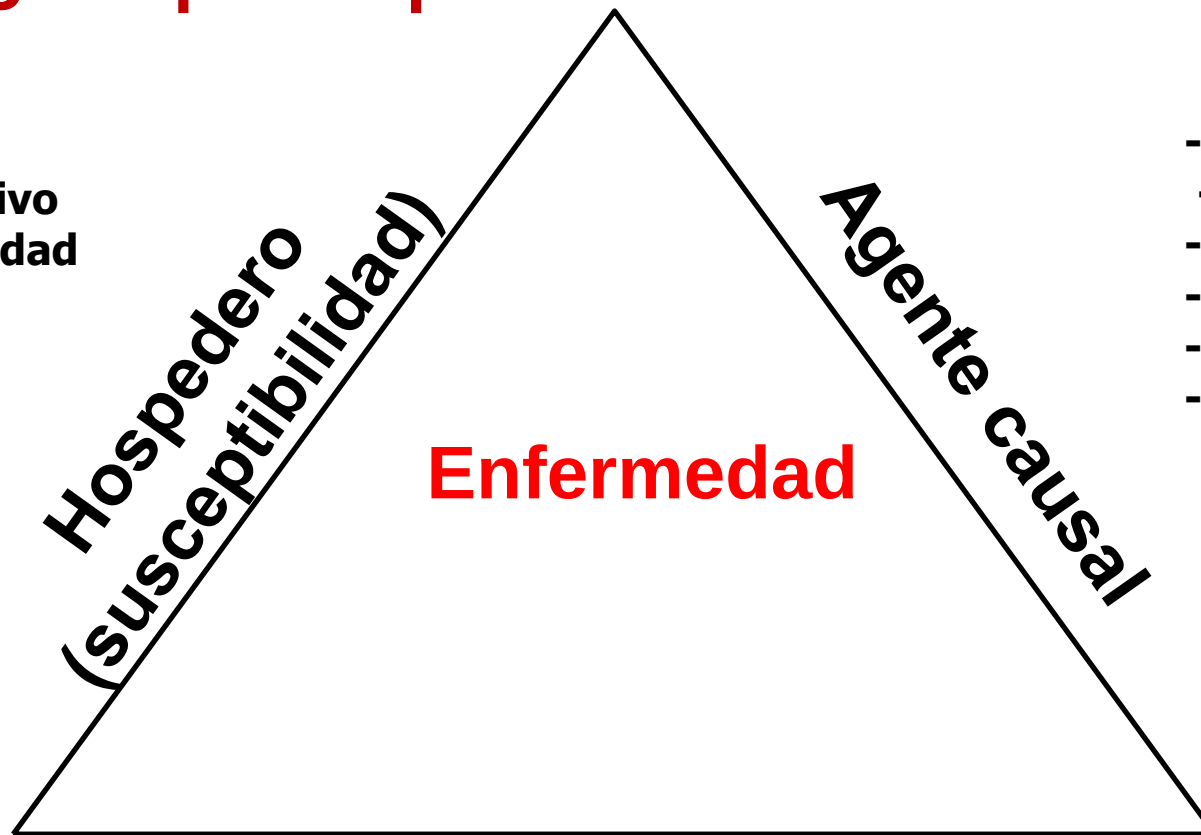
DOSIS kg i.a./HA

Atrazina + Pendimetalin	1.000 + 1.000
Atrazina + Terbutrina	1.115 + 1.115
Atrazina + Metolaclor	1.350 + 1.404
Atrazina + Dimetenamida	1.280 + 1.117

Aplicación inmediatamente después de la siembra en suelo seco o antes del rastreo en húmedo en siembra a tierra venida. En preemergencia a maleza y cultivo.

En preemergencia a maleza y postemergencia a cultivo antes del primer riego de auxilio.

¿Porqué se presentan enfermedades?



- Cultivo
- Variedad

- Hongo
- Bacteria
- Virus
- Nemátodos
- Micoplasmas
- Spiroplasmas

Temperatura del aire
Temperatura del suelo
Fertilidad del suelo
Tipo de suelo

pH del suelo
Precipitación pluvia
Humedad Relativa
Humedad el suelo

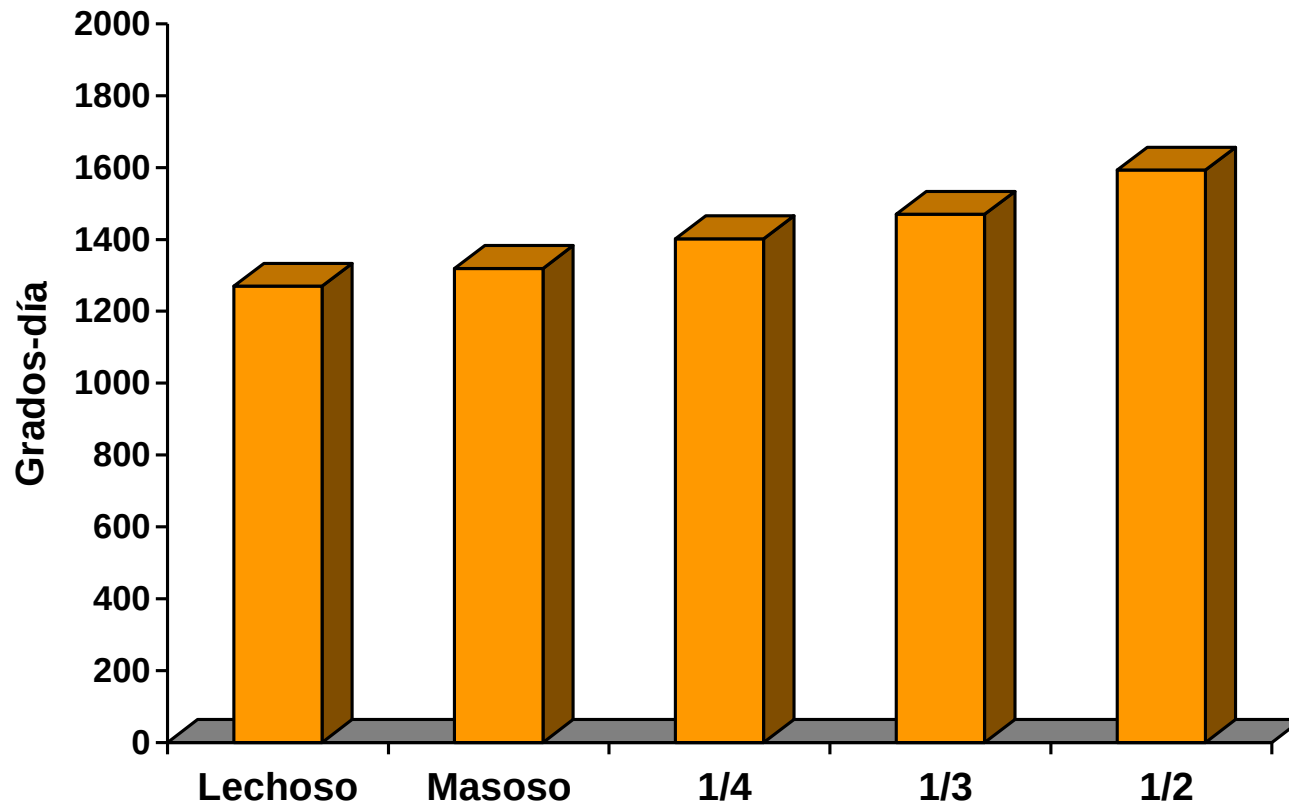
¿Qué puedo hacer para controlar enfermedades?

- Resistencia genética.
- Rotación de cultivos.
- Preparación del terreno.
- Control de maleza.
- Tratamiento de semilla.

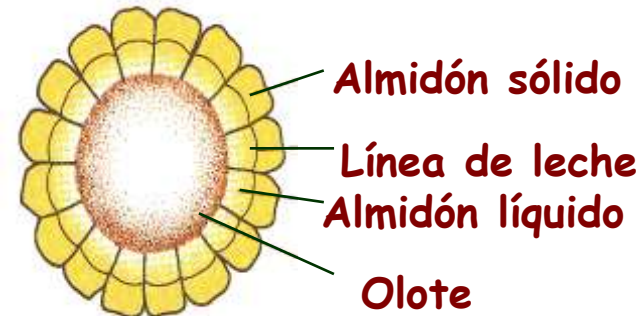
Recomendaciones para factores reductores de la producción del cultivo

- **Utilizar conocimientos y tecnologías disponibles para el pronóstico de plagas, enfermedades y maleza.**
- **Manejar y controlar en las etapas críticas para reducir los efectos negativos de plagas, maleza, y enfermedades.**
- **Desarrollar programas de manejo integrado de plagas, maleza, y enfermedades en base a los conocimientos y tecnologías disponibles.**

¿Como determinó la etapa de madurez a cosecha?



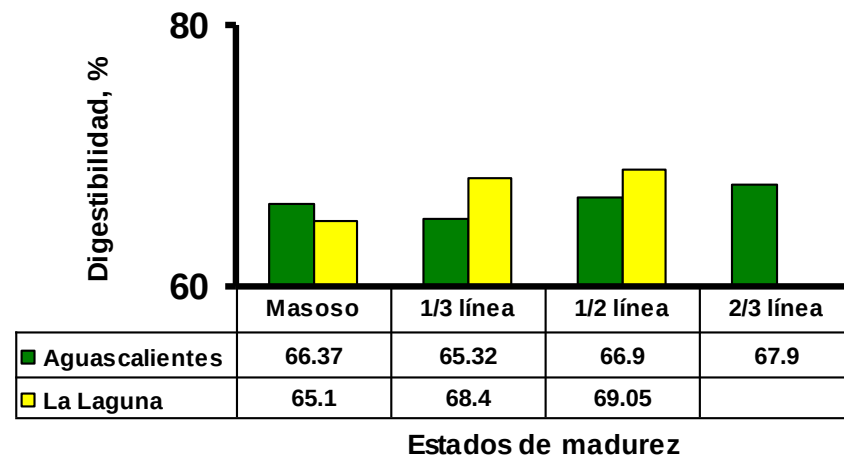
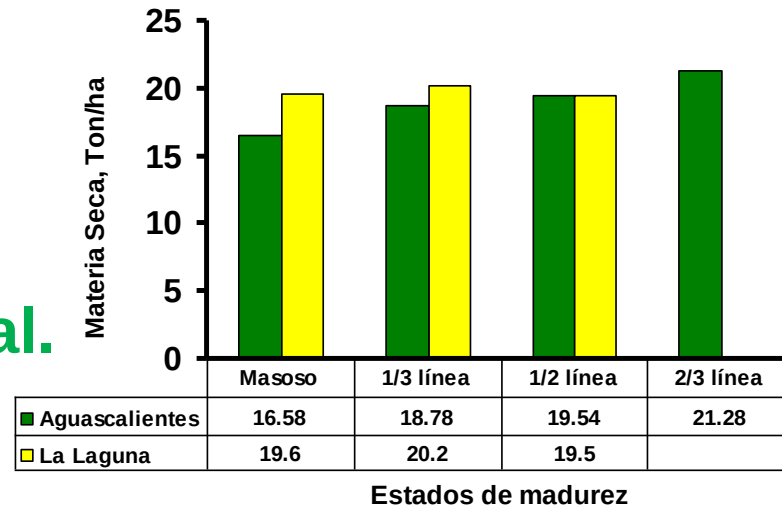
¿Cómo monitoreo el avance de la madurez del maíz en campo?



- Checar el avance de la línea de leche cuando la planta se encuentre en estado dentado.
- Cosechar entre $\frac{1}{3}$ y un $\frac{1}{2}$ de avance de la línea de leche.
- Antes de cosechar verificar contenido de materia seca.

¿Cómo me afecta el estado de madurez a cosecha?

- ✓ Mayor rendimiento.
- ✓ Mejor Calidad nutricional.
 - Valor energético.
 - Calidad de la fibra.
- ✓ Mejores características para ensilar.



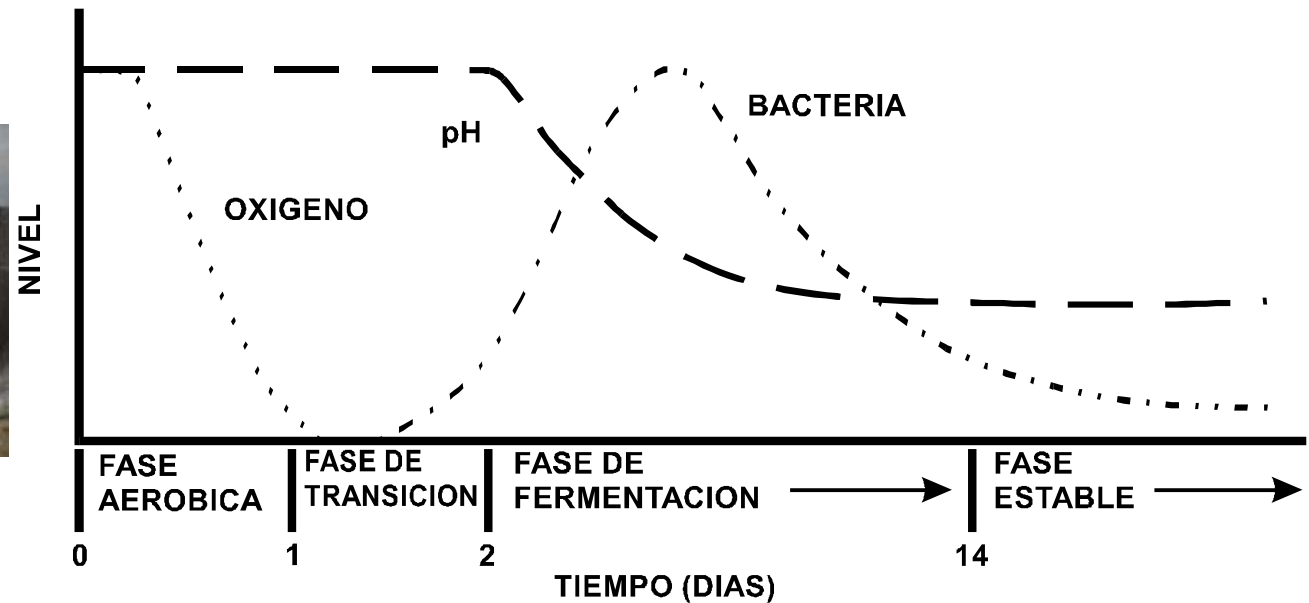
¿En que estado de madurez debo cosechar?

	L-M	1/3 LL	1/2 LL
Variables†	31Y43	31Y43	31Y43
MS (%)	21.51 c	38.27 b	43.61 a
FDN (%)	54.95 b	45.70 b	42.95 b
DIVFDN ₃₀ (%)	64.25 a	61.00	58.25
CNF (%)	26.50 a	37.62 a	41.30 a
Almidón (%)	15.42 a	31.72 a	34.10 a
ENI, Mcal/kg de M	1.15 a	1.30	1.37 a

Recomendaciones para la cosecha

- **Determine la etapa óptima de madurez a cosecha.**
- **Haga un pronóstico en basa a grados-día.**
- **Monitore estado de madurez en campo.**
- **Determine el porcentaje de materia seca.**

¿Qué pasa en el proceso de ensilaje?

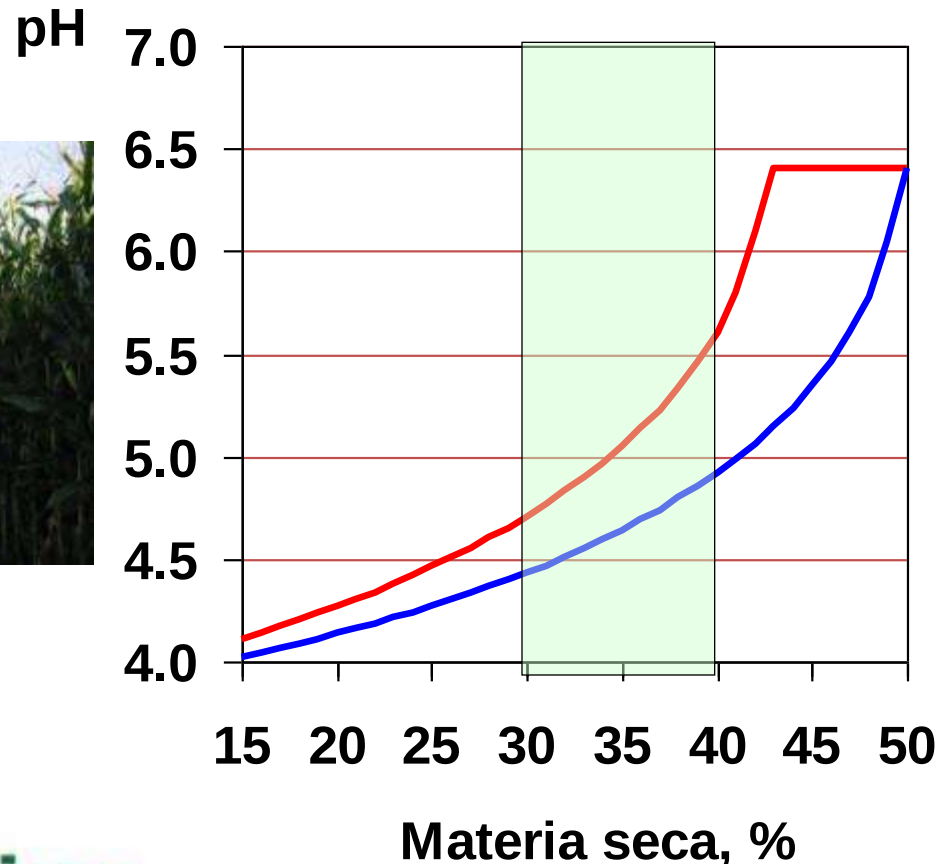


- Crear un ambiente anaeróbico.
- Tener una fermentación por bacterias lácticas
 - Acido láctico, ácido acético, etanol, dióxido de carbono.
 - Bajo pH (< 4.0)

¿Qué pasa en el proceso de ensilaje?

Fases	Actividad	Productos	Efectos
Fase I	Respiración de plantas	CO ₂ , calor y agua	20.5-32 C pH 6.5-6.0
Fase II	Crecimiento bacteriano inicial	Acido acético, láctico y etanol	32-30 C pH 6.0-5.0
Fase III	Inhibición de bacterias productoras de ácido acético	Acido láctico	30 C pH 4.0
Fase IV	Dominio de bacterias productoras de ácido láctico	Acido láctico	30 C pH < 4.0

¿Cómo me afecta el contenido de materia seca del forraje que voy a ensilar?



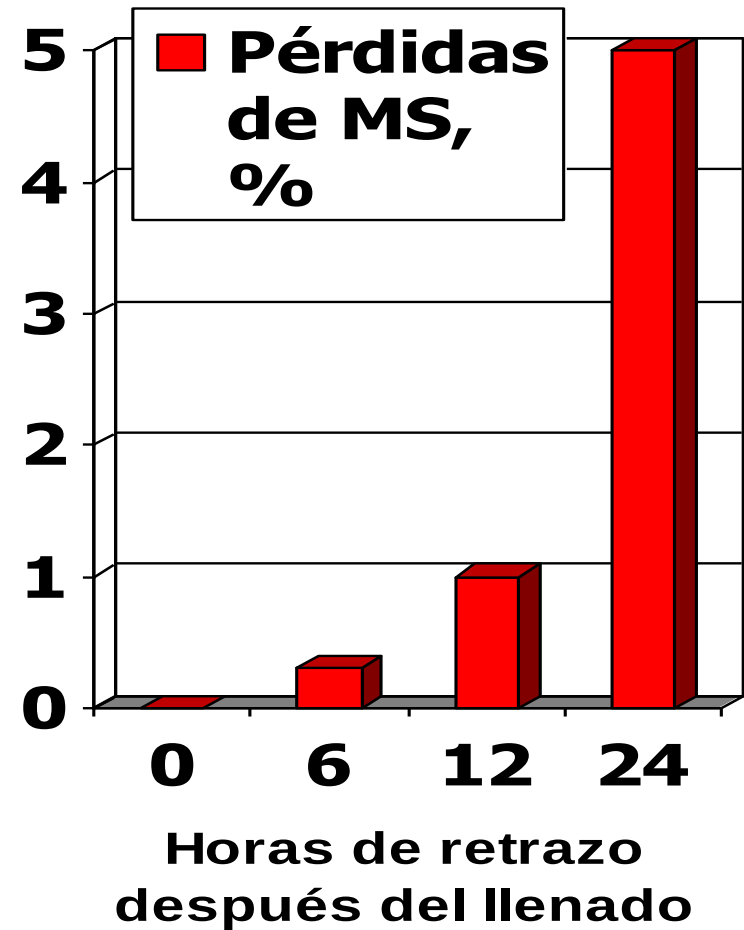
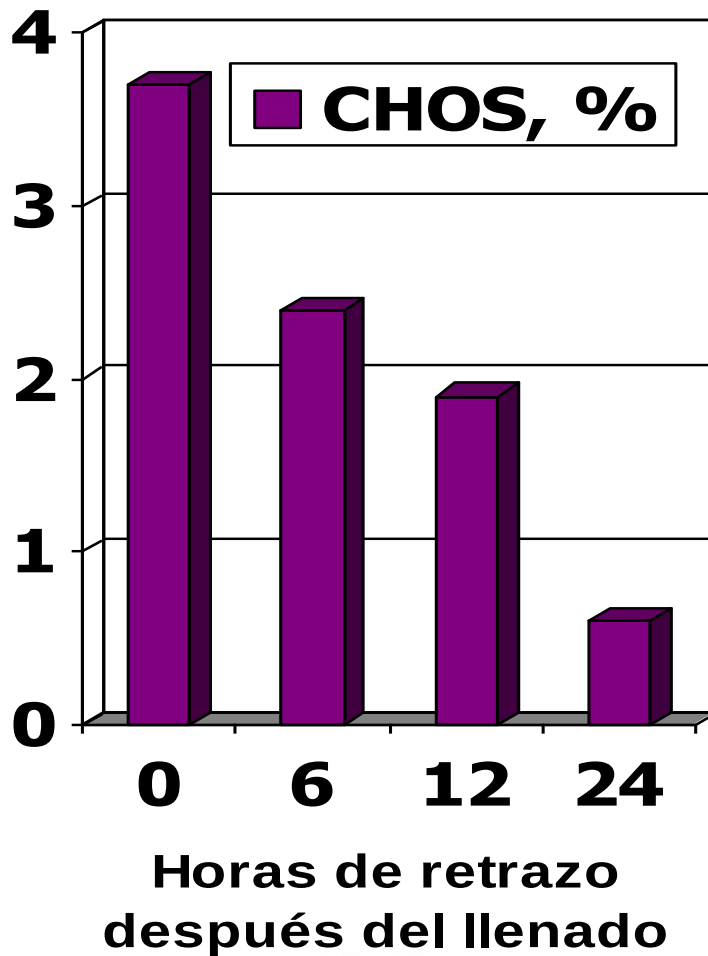
— Alfalfa
— Maíz



¿En cuanto tipo debo llenar el silo?

- El cultivo mientras respira utiliza azúcares:
 - 0.5 to 2 g/kg materia seca/hora.
 - Pérdidas de energía digestible.
 - Limita crecimiento de bacterias lácticas.
 - Esto termina cuando se acaba el oxígeno.
- El llenado lento promueve organismos que pudren el forraje y genera calor.

¿Qué pasa si retraso el llenado del silo?



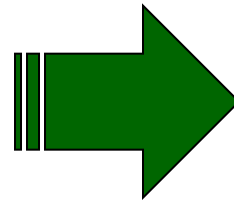
¿Qué pasa si no apisono bien el silo?

Densidad de la materia seca	Pérdidas, 180 días
(kg MS/m ³)	(%)
160	20.2
192	18.5
224	16.8
256	15.1
288	13.4
320	11.7
352	10.0

Ruppel, 1992

¿Porqué utilizar inoculantes/aditivos en el ensilaje?

- Inoculantes/aditivos



- + Tasa de reducción del pH
- Proteolisis
- + Estabilidad aeróbica
- + Digestibilidad
- + recuperación de materia seca y energía.

¿Qué factores afectan la efectividad de los inoculantes?

- Medio ambiente en el silo.
- Carbohidratos solubles presentes.
- Porcentaje de materia seca.
- Competitividad.
- Dosis.
- Agua (volumen y calidad).
- Forma de aplicación y distribución.

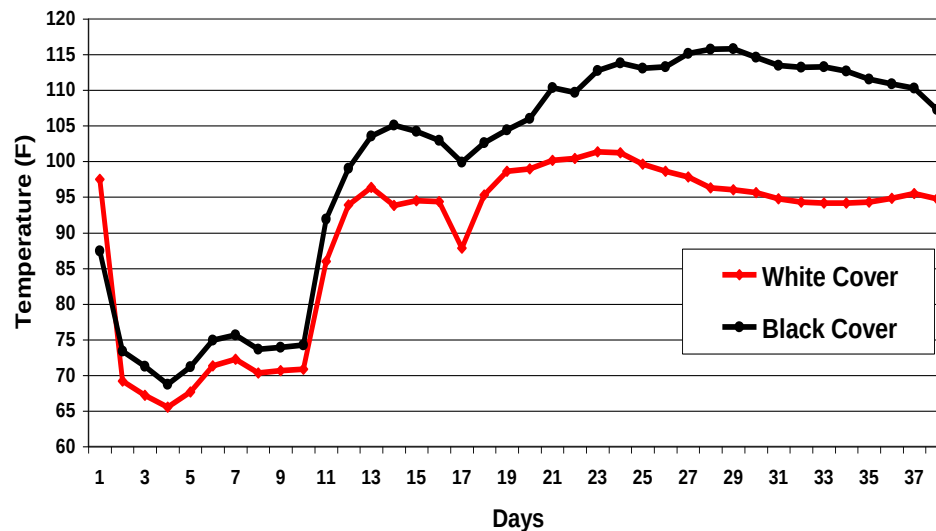
¿Es importante la cubierta del silo?



Puede reducir hasta en 50 % las pérdidas de forraje en el silo

¿Es importante el color del plástico?

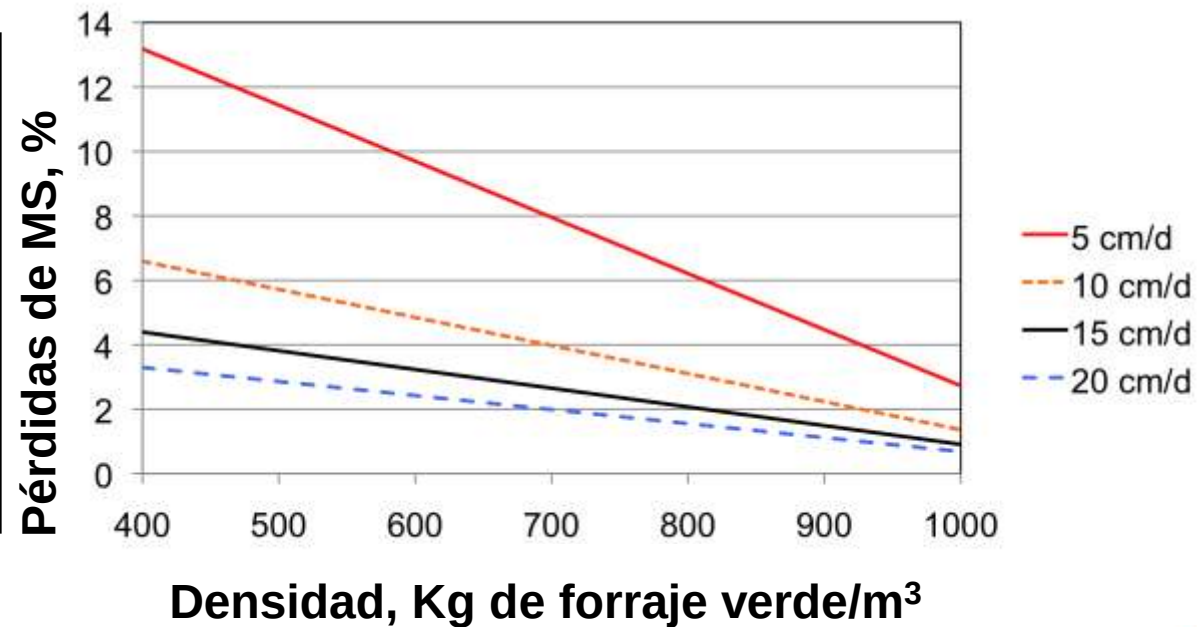
Comparacion de las temperaturas contra cubierta blanco y negro durante la tarde a 15 cm de profundidad (1:30 - 7:30 pm)



Las temperaturas bajas reducen la fermentación

Altas temperaturas provocan fermentaciones menos deseables

¿Es importante como se extrae el ensilado?

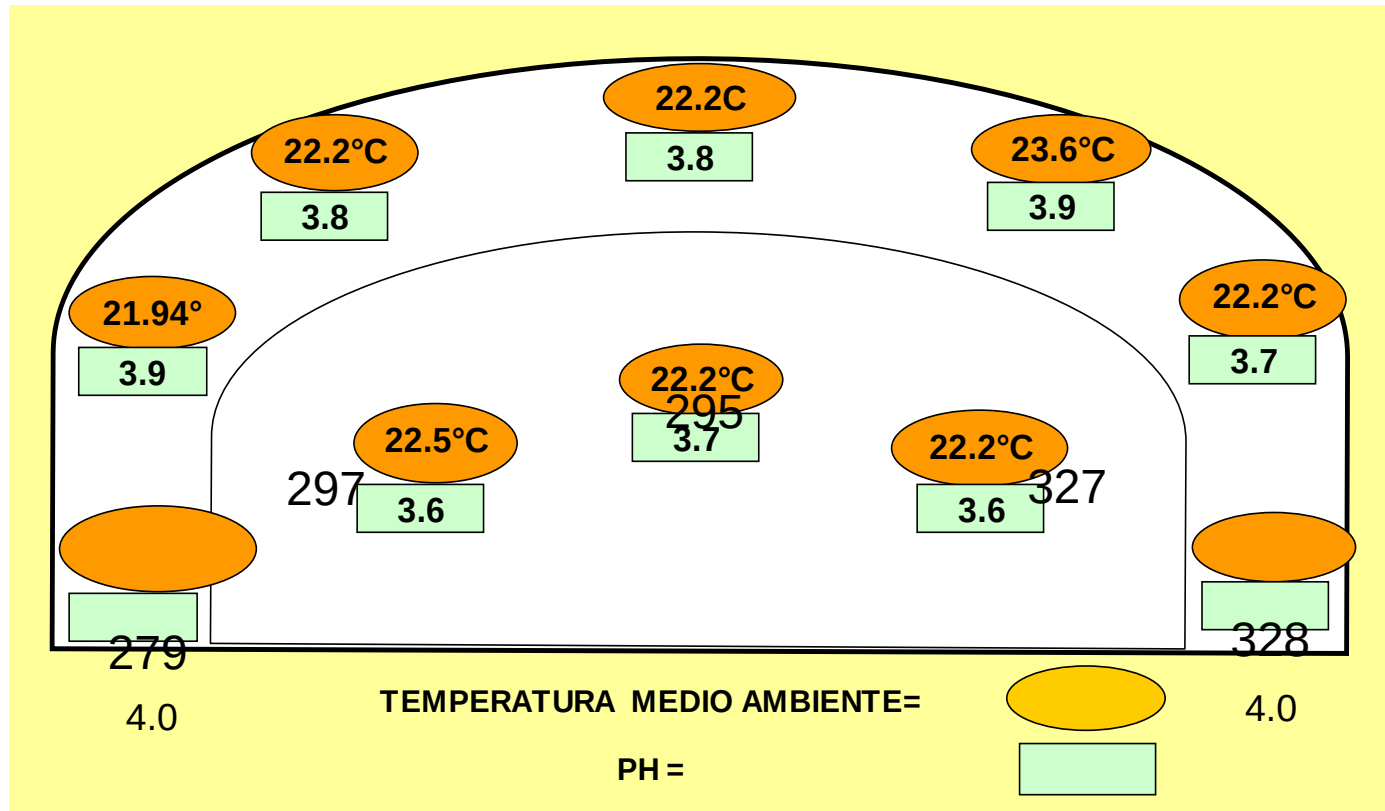


- Minimizar exposición al oxígeno.
- En silo bien empacados el oxígeno se mueve un metro hacia adentro.
- Si extraemos 15 cm/día, el forraje se expone al oxígeno por 6 días

¿Cómo puedo evaluar si hice bien mi ensilaje?



¿Cómo analizo los resultados?



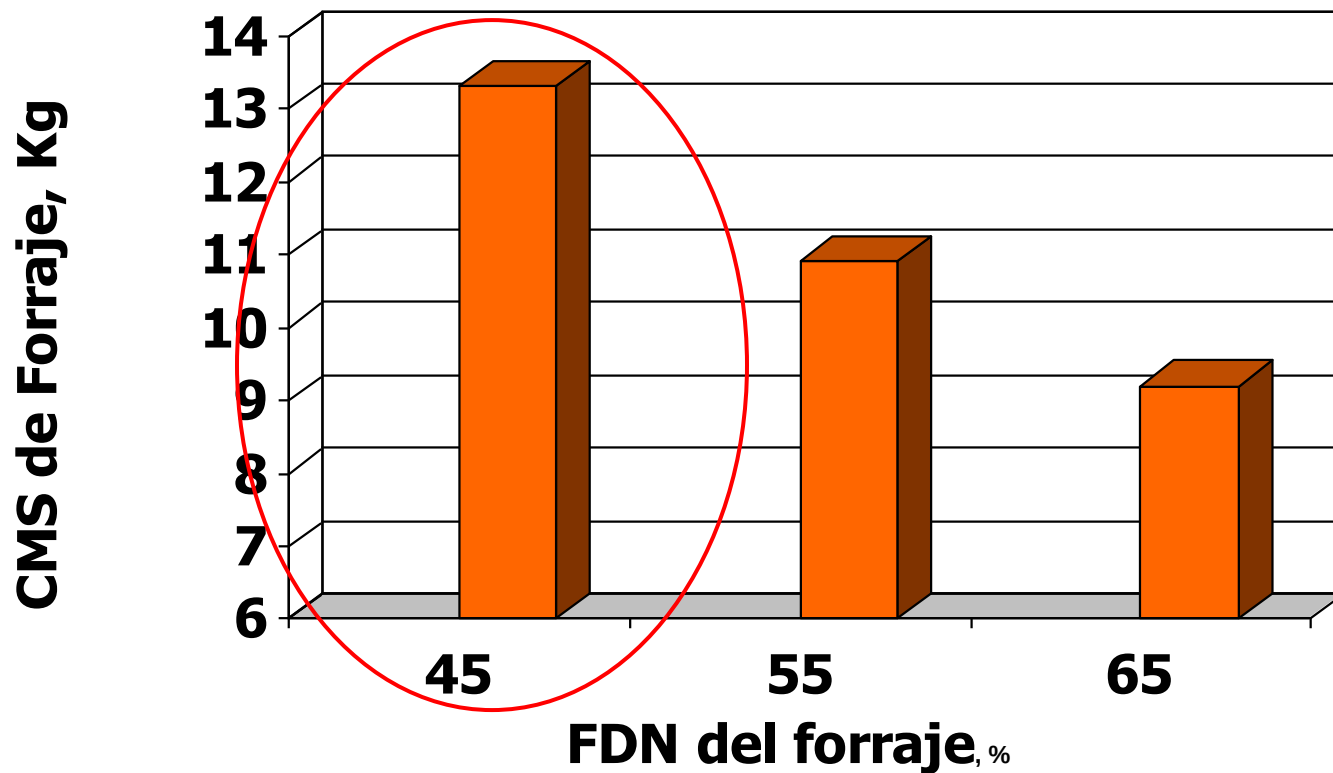
Recomendaciones para el ensilaje

Etapas	Variable de control	Meta
Cosecha	% de materia seca Tamaño de corte	28-35 % 1-2 cm
Ensilaje	Tiempo de llenado Apisonado Inoculante Cubierta	< 5 días Densidad 220-240 Kg de MS/ m ³ pH < 4.0 Temperatura < 30 °C
Extracción	Manejo de la cara	Avance uniforme > 15 cm/día de avance

¿Cómo se que calidad tiene mi ensilado?

Característica	Excelente	Bueno	Regular	Malo
Proteína cruda (%)	> 18	15-18	12-15	8-12
FDN (%)	< 40	40-50	50-60	> 60
Digestibilidad de FDN (%)	> 60	> 50	40-50	< 40
Digestibilidad de la MS (%)	> 80	70-80	65-70	<65
EN (Mcal/kg de MS)	> 1.5	1.3-1.5	1.1-1.3	<1.1

¿Porqué es importante la fibra detergente neutro del ensilado de maíz?



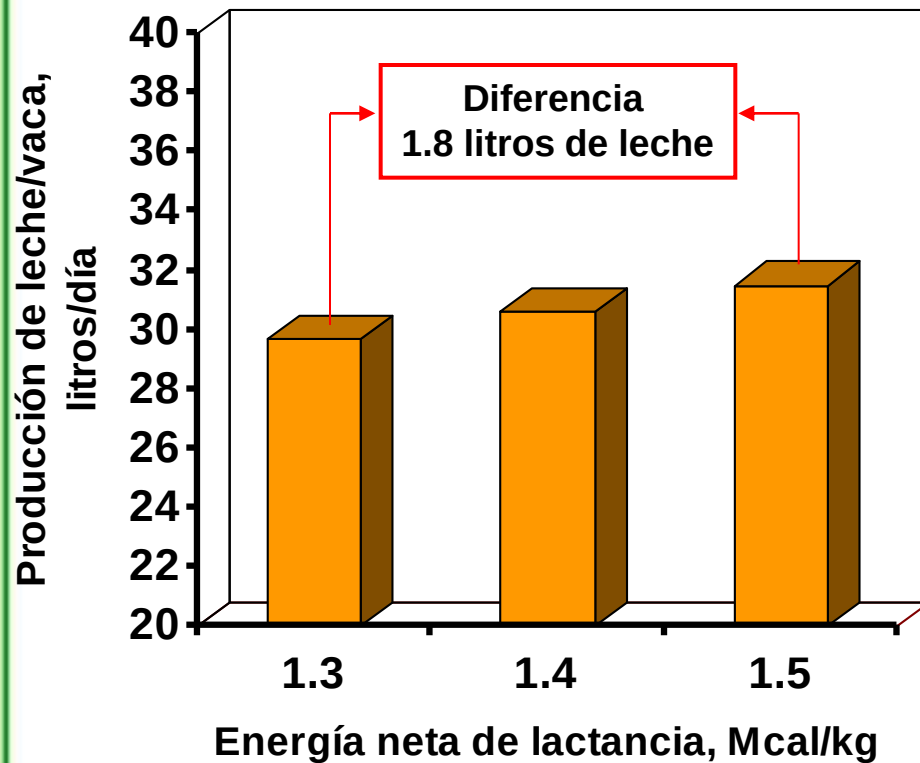
¿Porqué es importante la digestibilidad de la fibra detergente neutro del ensilado de maíz?

	Alta	Regular
Digestibilidad de la fibra, %	62.9	54.8
Consumo de materia seca, kg/d	23.20	21.7
Leche, Kg/d	28.82	26.69



Por cada incremento de digestibilidad de la FDN hay un incremento de 0.17 kg de MS en el consumo y 0.25 kg de leche corregida a 4 %.

¿Porqué es importante la energía del ensilado de maíz?



Otras investigaciones	Diferencia en producción de leche, kg/día
Oba y Allen, (2000)	1.3
Weiss y Watt (2000)	1.7
Akay y Jackson (2001)	2.6
Ballard et al. (2001)	2.3

¿Porqué es importante la producción y la energía del ensilado de maíz?

Producción de 18 ton/ha de materia
seca
1.3 vs 1.5 Mcal/kg de materia seca de
EN_L



- 6 kg/día de materia seca de ensilado en la ración.
- Días que se pueden alimentar a 1,000 vacas
18,000 kg 6 kg/vaca/día*100 vacas = 30
- 1.8 litros de leche más por vaca/día con 1.5 vs 1.3 Mcal/kg de MS.
- **Leche extra: 100 vacas * 30 días * 1.8 litros = 5,400 litros más por hectárea.**

¿Cuáles son los beneficios de la producción de maíz forrajero de alta calidad nutricional?

- **Mayor producción por unidad animal.**
- **Mayor producción por unidad de superficie.**
- **Reducción de los costos de alimentación del ganado.**

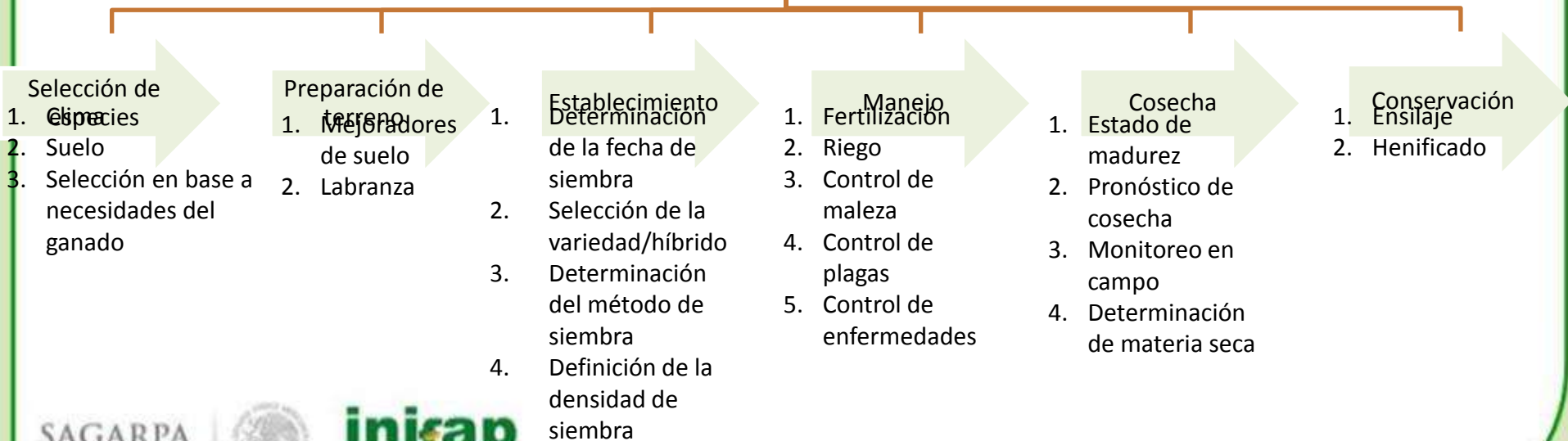
El Proceso de Manejo de Forrajes.

Producción de materia seca por cultivo/ha/año
PC, FDN, DIV, ENI, Almidón, DFDN

Indicadores Nivel 1

Proceso de producción de forrajes

1. Indicador nivel 2 Indicador nivel 2 Indicador nivel 2 Indicador nivel 2 Indicador nivel 2 1. Indicador nivel 2



Indicadores del proceso de producción de maíz forrajero

Sub-proceso	Indicador	Meta	Real
I. Selección de híbridos	Producción de materia seca, ton/ha Proteína cruda Fibra detergente neutro Energía neta de lactancia	>17 ton/ha >7-9 % < 50 1.4-1.6 Mcal/kg de MS	
II. Preparación de terreno	Compactación Contenido de MO	< 1500 kPa > 1.5 %	
III. Establecimiento	Número de plantas/ha	90,000-115,000	
IV. Manejo	Número de plantas dañadas por plaga Lámina de riego aplicada SPAD	< 20 % 80-100 cm > 54	
V. Cosecha	Estado de desarrollo a cosecha Porcentaje de materia seca	1/3-3/4 de avance de línea de leche 28-38%	
VI. Conservación	pH del ensilado	> 4.0	

Gracias

Dr. Gregorio Núñez Hernández

Bovinos de leche y Forrajes

**Bld. José Santos Valdez No. 1200 Pte
Matamoros Coah. C.P.27440**

Tel: 18 23 081 – 18 23 083 Ext. 109

nunez.gregorio@inifap.gob.mx