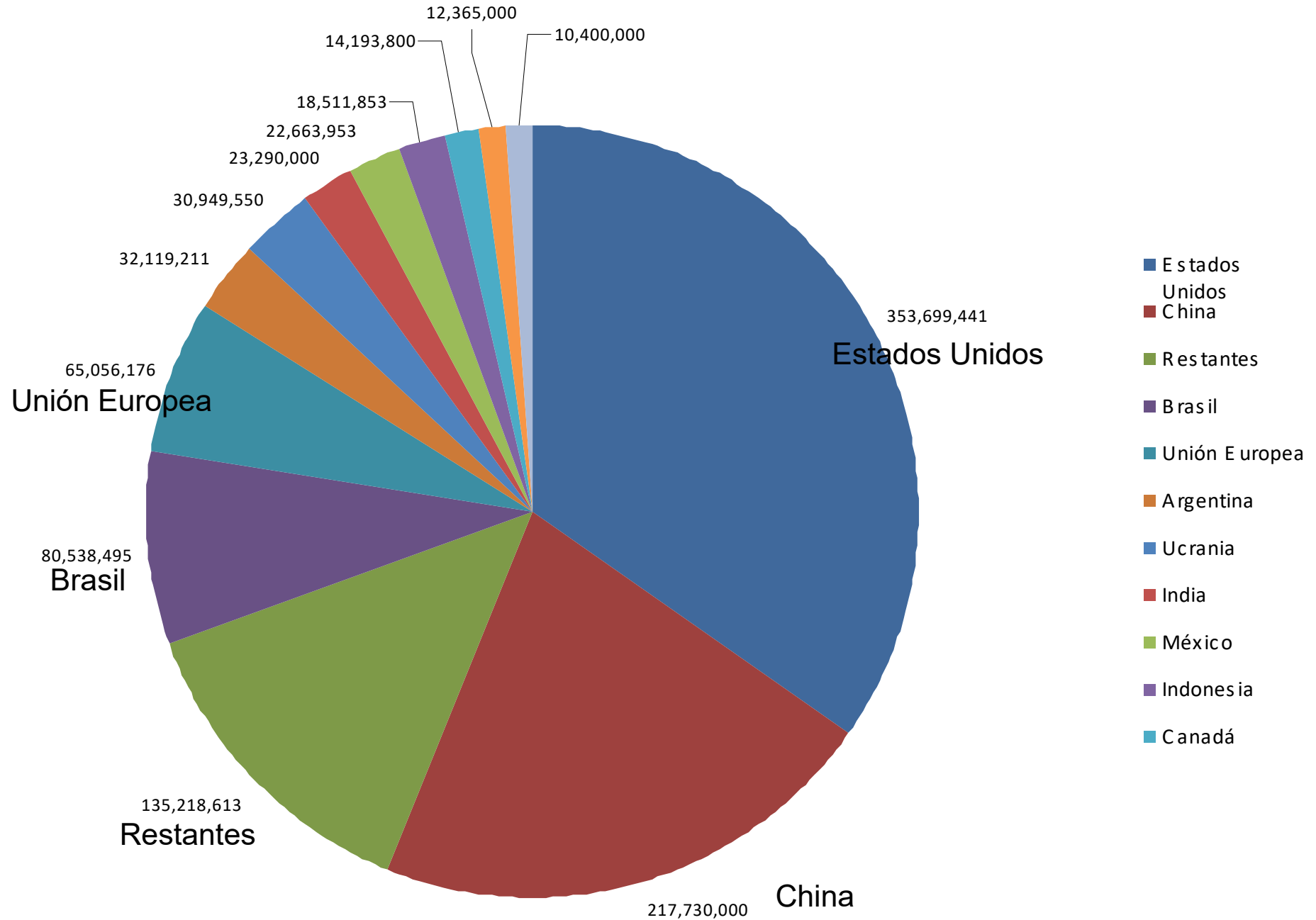


FISIOLOGÍA DEL MAÍZ Y ABONADO NITROGENADO. INFLUENCIA DE LA DENSIDAD DE PLANTAS EN EL CONTENIDO PROTEICO DEL GRANO

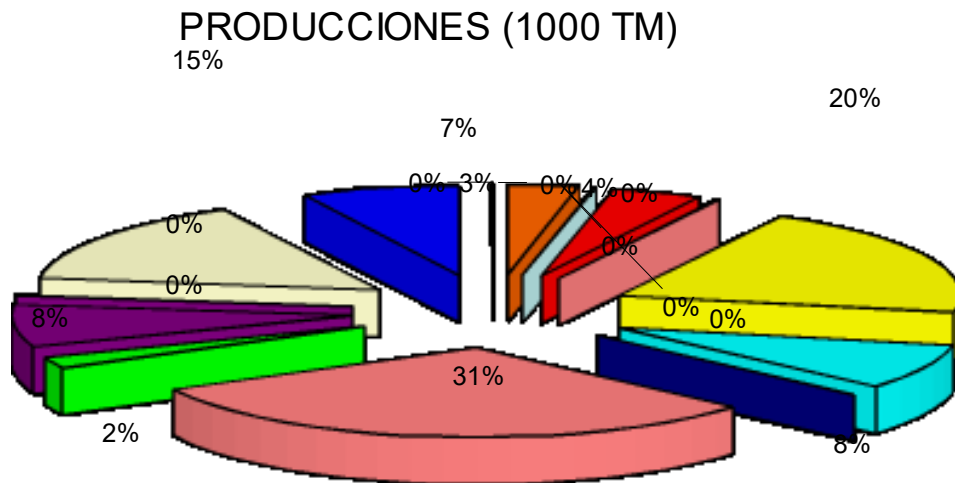
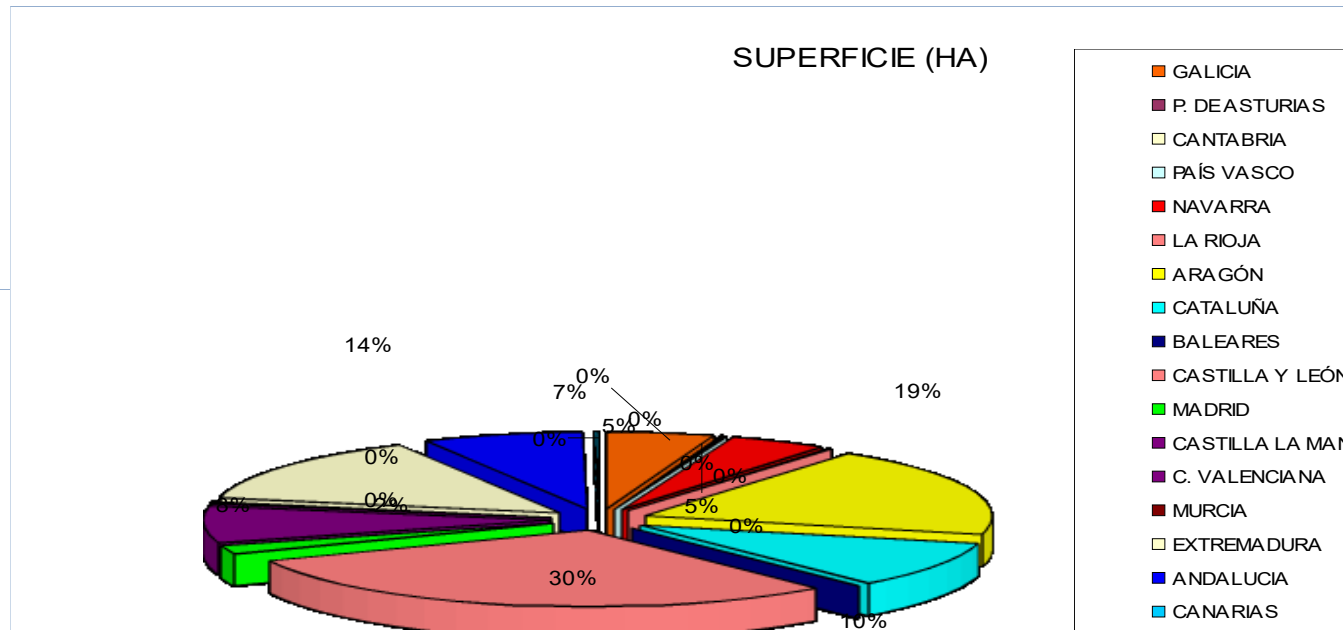


Dra. Ana Aguado
Técnico Especialista IFAPA

Producción Mundial de Maíz (t).



DISTRIBUCIÓN E IMPORTANCIA DEL CULTIVO DEL MAÍZ EN ESPAÑA



IMPORTANCIA DEL CULTIVO DEL MAÍZ EN ANDALUCÍA

En el año 2014, la superficie dedicada al cultivo de maíz en Andalucía ha disminuido más de un 25% con respecto a la sembrada en el 2013. debido a la elección de la siembra de otros cultivos con mayor rentabilidad.

La zona tradicional de cultivo de este cereal está situada en el Valle del Guadalquivir

Tabla nº1. Evolución de la superficie, producción y rendimiento del cultivo de maíz de los últimos años en Andalucía.

	Superficie (ha)			Producción (t)			Rendimiento (Kg/ha)		
	2014	2013	media 09-12	2014	2013	media 09-12	2014	2013	media 09-12
Almería	6	68	49	14	76	71	2.333	1.118	1.442
Cádiz	3.320	4.156	3.357	40.100	35.384	31.191	12.078	8.514	9.291
Córdoba	7.037	8.859	5.879	87.900	110.465	73.150	12.491	12.469	12.444
Granada	3.182	3.249	2.970	38.379	35.801	31.705	12.061	11.019	10.674
Huelva	185	186	187	1.150	1.655	1.972	6.216	8.898	10.557
Jaén	1.733	1.952	1.168	19.200	23.424	12.667	11.079	12.000	10.849
Málaga	320	666	499	2.080	4.382	3.211	6.500	6.580	6.440
Sevilla	16.325	24.363	15.119	215.088	215.173	175.504	13.175	8.832	11.608
Andalucía	32.108	43.499	29.227	403.911	426.360	329.469	12.580	9.802	11.273

Fuente: Boletín Semanal de Información Agraria. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.

FISIOLOGÍA DEL MAÍZ.

PLANTA DE MAÍZ

- Órganos vegetativos



- Órganos florales

FISIOLOGÍA DEL MAÍZ.



Estados vegetativos y reproductivos de una planta de maíz
Escala Ritchie y Hanway, 1982

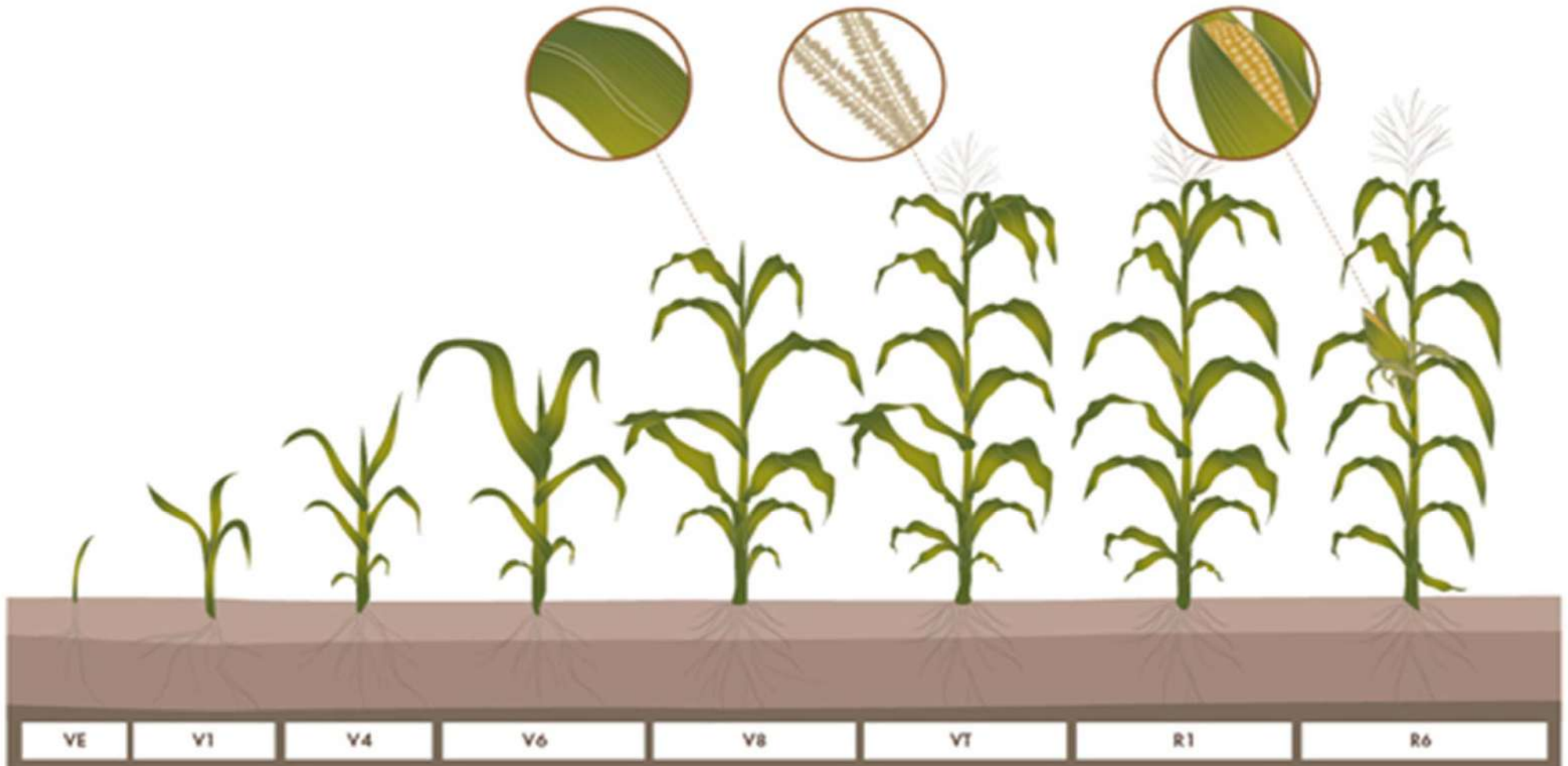


Estados vegetativos

- VE** Emergencia.
- V1** 1^{era} hoja desarrollada.
- V2** 2^{da} hoja desarrollada.
- V3** 3^{era} hoja desarrollada.
- V(n)** "n" ésima hoja.
- VT** Panojamiento.

Estados reproductivos

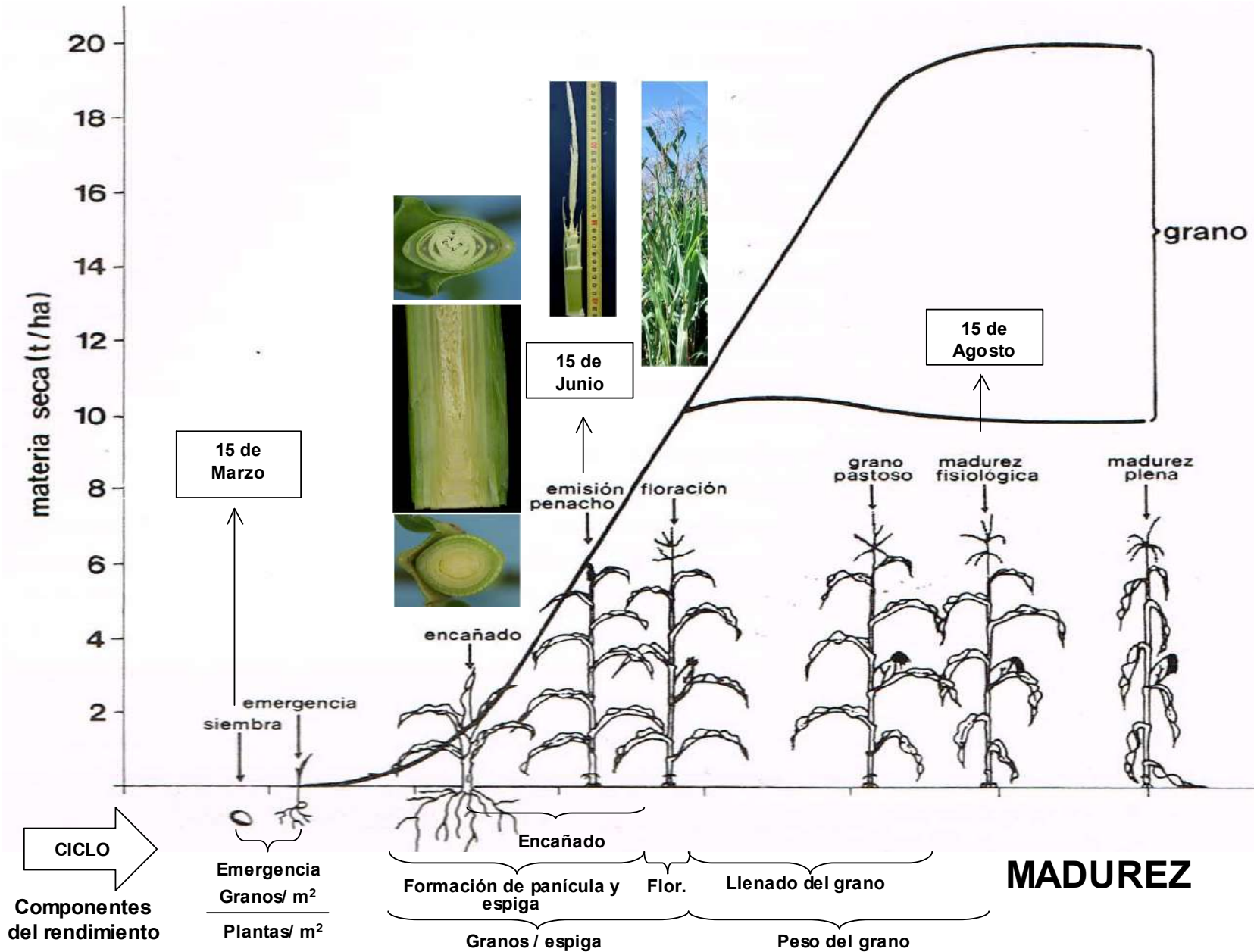
- R1** Emergencia de estigmas.
- R2** Ampolla (blister).
- R3** Grano lechoso.
- R4** Grano pastoso.
- R5** Grano dentado.
- R6** Madurez fisiológica.



FISIOLOGÍA DEL MAÍZ.

CICLO BIOLÓGICO DE LOS CULTIVOS HERBÁCEOS

Fases



FISIOLOGÍA DEL MAÍZ.

CICLO BIOLÓGICO DE LOS CULTIVOS HERBÁCEOS

Fases floración y fecundación

- El rocío de la noche y la primera luz del día favorece la liberación de polen
- Los ovulos de las flores femeninas producen estilos alargados terminando en estigmas. Su aspecto es de pelos coloreados que sobresalen en forma de cabellera por el extremo de la mazorca

- El polen llega a los estilos fecundándolos

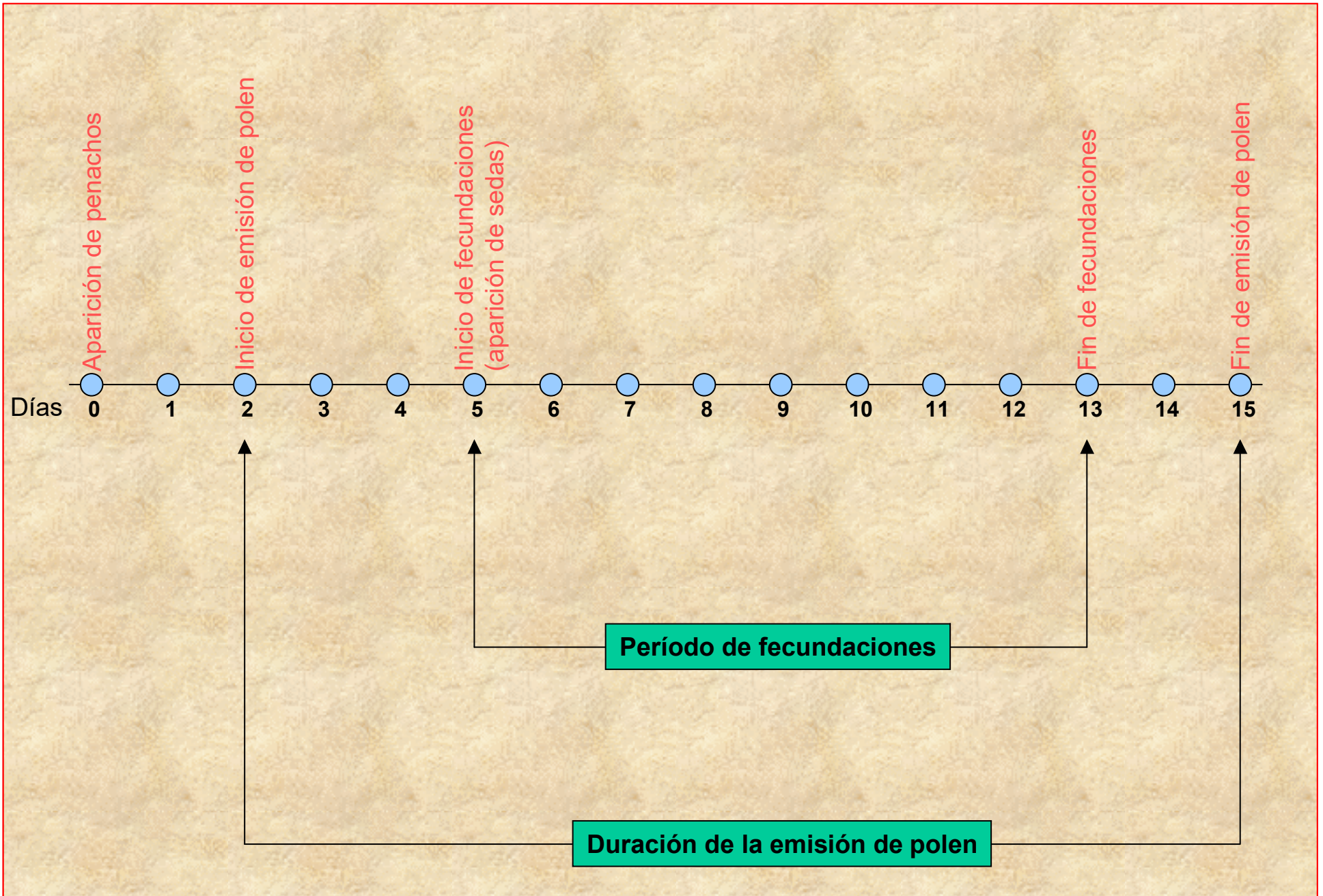
LA FECUNDACIÓN

Se produce en el estadio R1. Las anteras de la panoja liberan polen durante ocho días aproximadamente, coincidiendo con la aparición de los estilos femeninos.

	Días							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Liberación de polen	■	■	■	■	■	■	■	■
Aparición de estilos y estigmas				■	■	■	■	■

FISIOLOGÍA DEL MAÍZ.

Evolución media de la floración (M. Aguilar)



La panícula

- Estructura floral masculina del maíz

Produce grandes cantidades de polen para fecundar a las flores femeninas (espigas)

- Liberación del polen

Sólo se inicia una vez que al panoja está completamente expandida.

La espiga

- Estructura floral femenina

- Grupo cilíndrico de flores femeninas (750-1000 flores)

- 16-20 hileras de aproximadamente 50 granos potenciales

- Estilos

- Los primeros nacen de las brácteas envolventes dos o tres días tras el inicio de la emisión del polen

- Aparecen primero en la base y al final en el ápice en un período de 3-5 días

- El 97% de los granos producidos en una planta proceden de polinizaciones cruzadas (es poco frecuente la autopolinización)

- El polen cae sobre los estilos, germina, produce un tubo polínico, desciende por el estilo y penetra en la flor femenina

- La polinización es una etapa crítica en la vida de la planta de maíz en la que cualquier problema puede afectar al rendimiento

- Grandes necesidades nutricionales e hídricas en momento de altas temperaturas y escasa humedad

- Se pueden dar desajustes entre la emisión del polen y la salida de los estilos

FISIOLOGÍA DEL MAÍZ.

• Los ovulos de las flores femeninas producen estilos alargados terminando en estigmas. Su aspecto es de pelos coloreados que sobresalen en forma de cabellera por el extremo de la mazorca

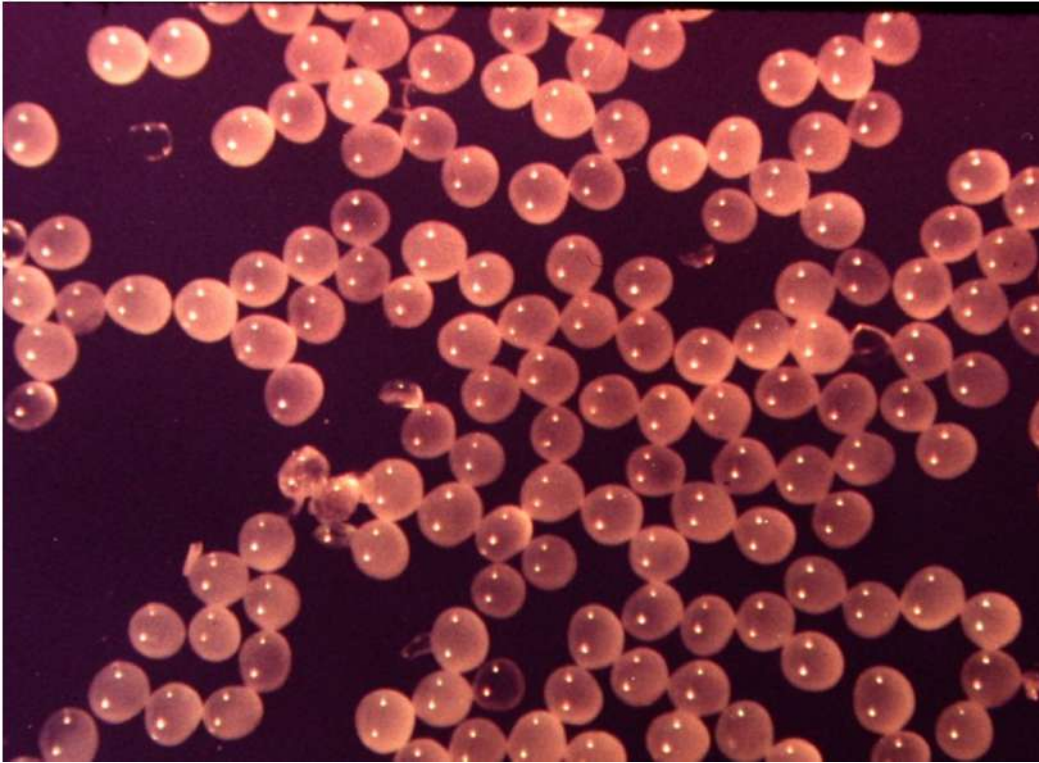


Periodo crítico -15 a +20 d aparición de estigmas

R1: Emergencia de estigmas

FISIOLOGÍA DEL MAÍZ.

La polinización - fecundación



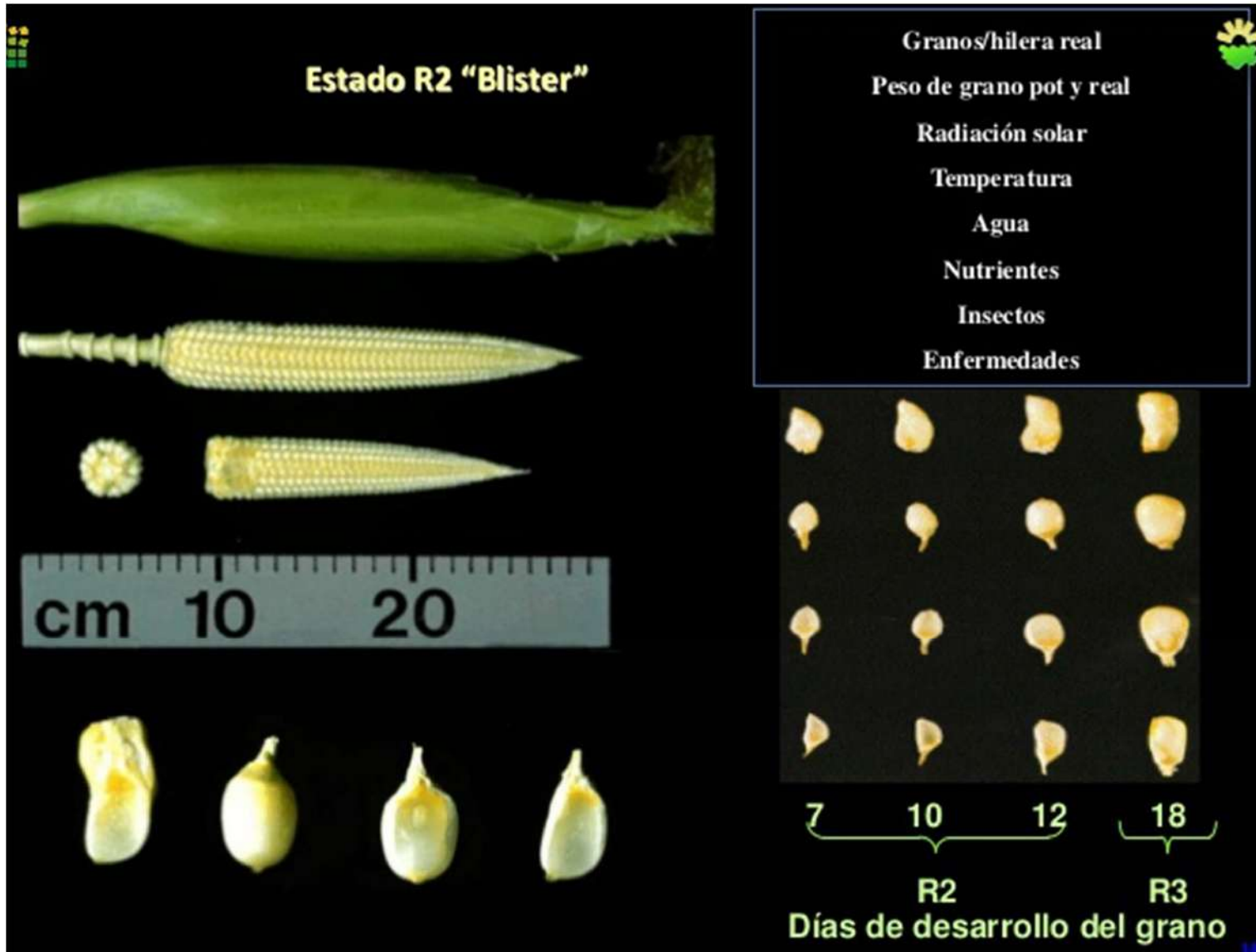
• El polen llega a los estilos fecundándolos



FISIOLOGÍA DEL MAÍZ.

CICLO BIOLÓGICO DE LOS CULTIVOS HERBÁCEOS

Fases: formación del grano



Fecundación

Los estilos se marchitan y toman un color castaño

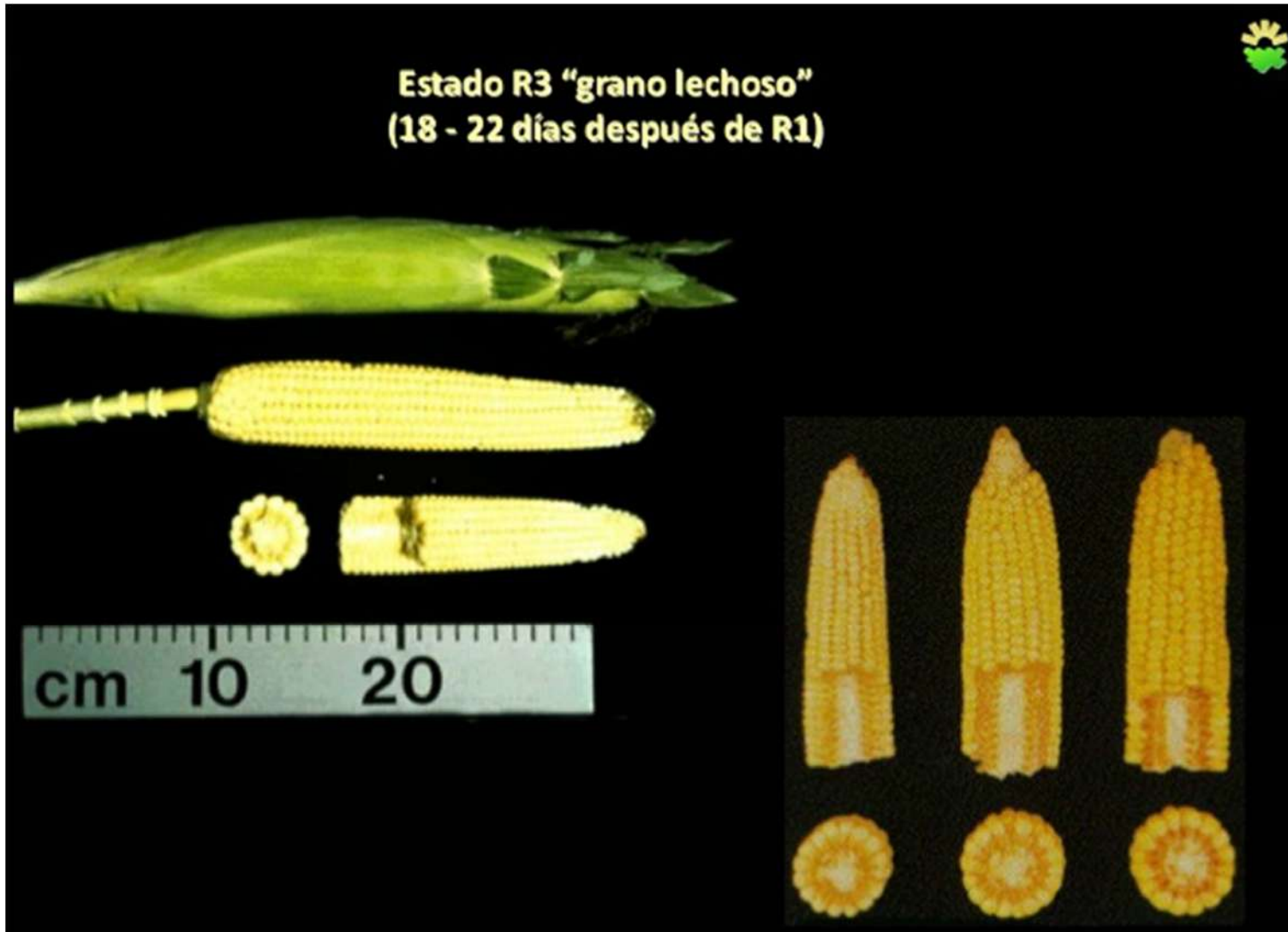
A los 7 días

Vejigas acuosas (granos en formación)

FISIOLOGÍA DEL MAÍZ.

CICLO BIOLÓGICO DE LOS CULTIVOS HERBÁCEOS

Fases: formación del grano



2ª y 3ª semana

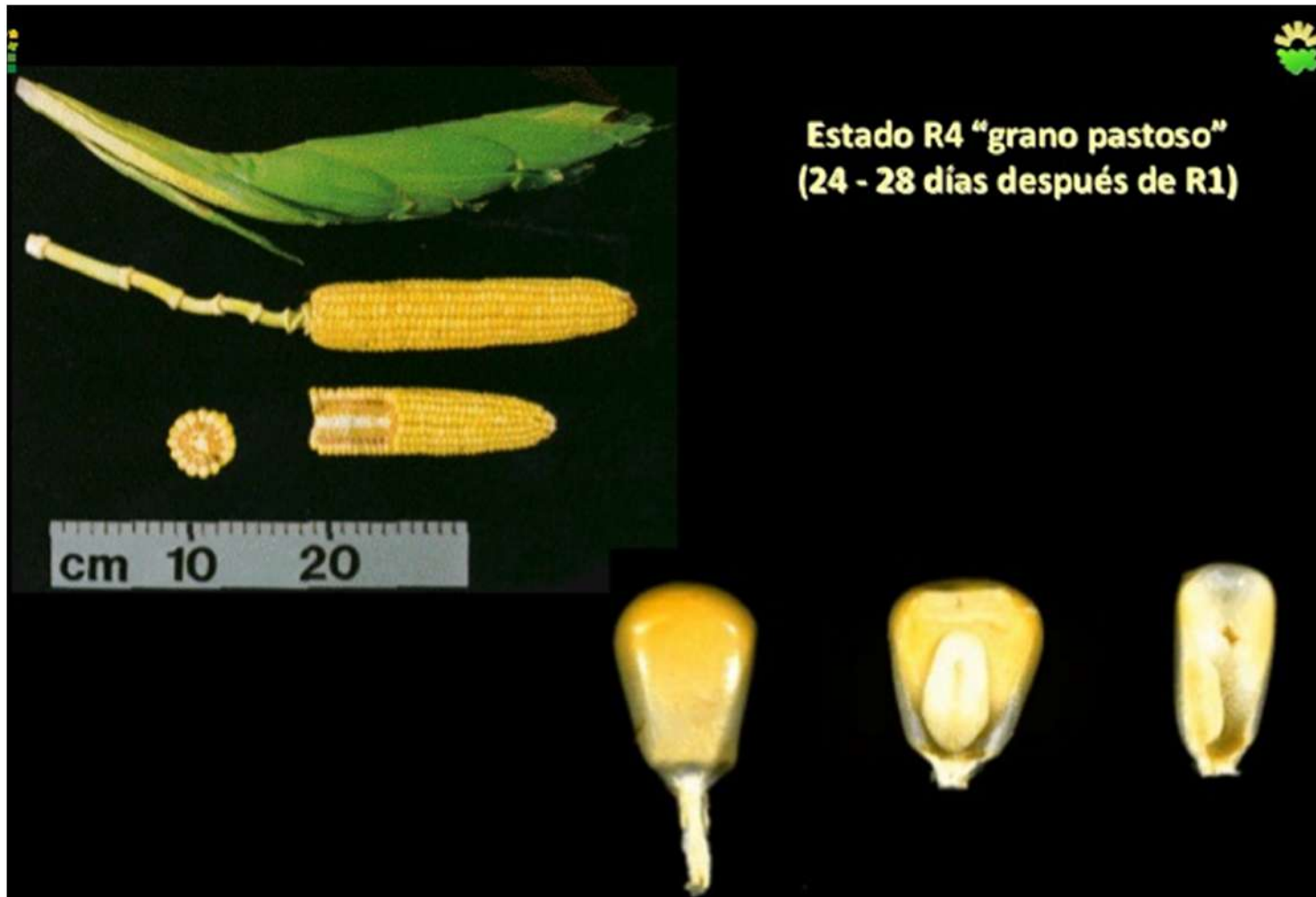
- Rápido crecimiento de los granos

- La mazorca alcanza la longitud y diámetro definitivos

FISIOLOGÍA DEL MAÍZ.

CICLO BIOLÓGICO DE LOS CULTIVOS HERBÁCEOS

Fases: formación del grano



3^a y 4^a semana

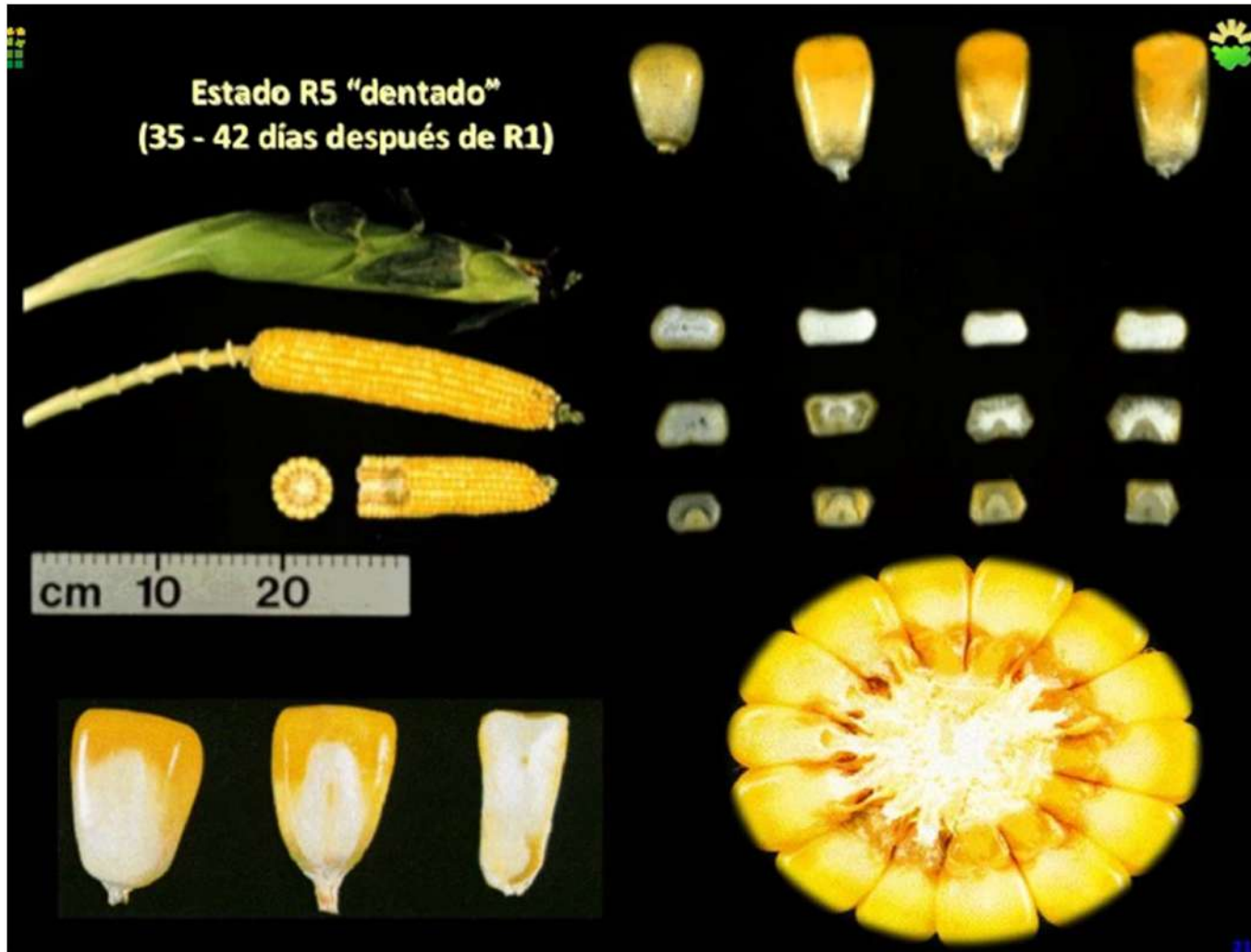
- La planta vegeta para llenar la mazorca y almacenar alimento en los granos

- Al final de la tercera semana los granos se llenan de una sustancia lechosa

FISIOLOGÍA DEL MAÍZ.

CICLO BIOLÓGICO DE LOS CULTIVOS HERBÁCEOS

Fases: formación del grano



4^a y 5^a semana

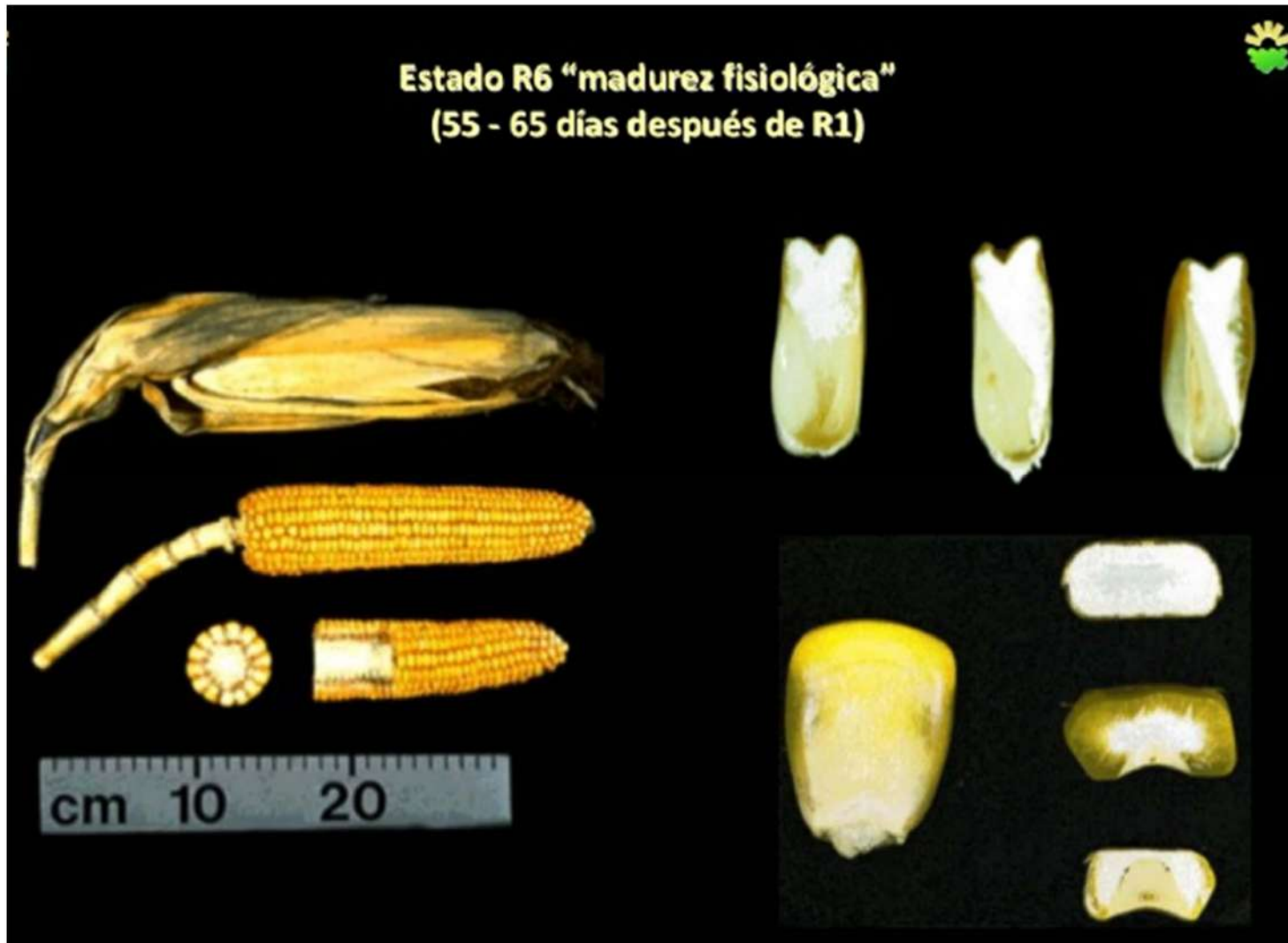
- Los azúcares son reemplazados por dextrinas gomosas y luego por almidón

- Aumenta la materia seca y disminuye el contenido de humedad

FISIOLOGÍA DEL MAÍZ.

CICLO BIOLÓGICO DE LOS CULTIVOS HERBÁCEOS

Fases: maduración del grano



Al final de la 7^a semana

- El embrión alcanza su tamaño final y se aproxima hacia la madurez

- Período menos crítico, aunque sensible a la carencia de agua, nutrientes o enfermedades

- Se determina el peso y tamaño del grano

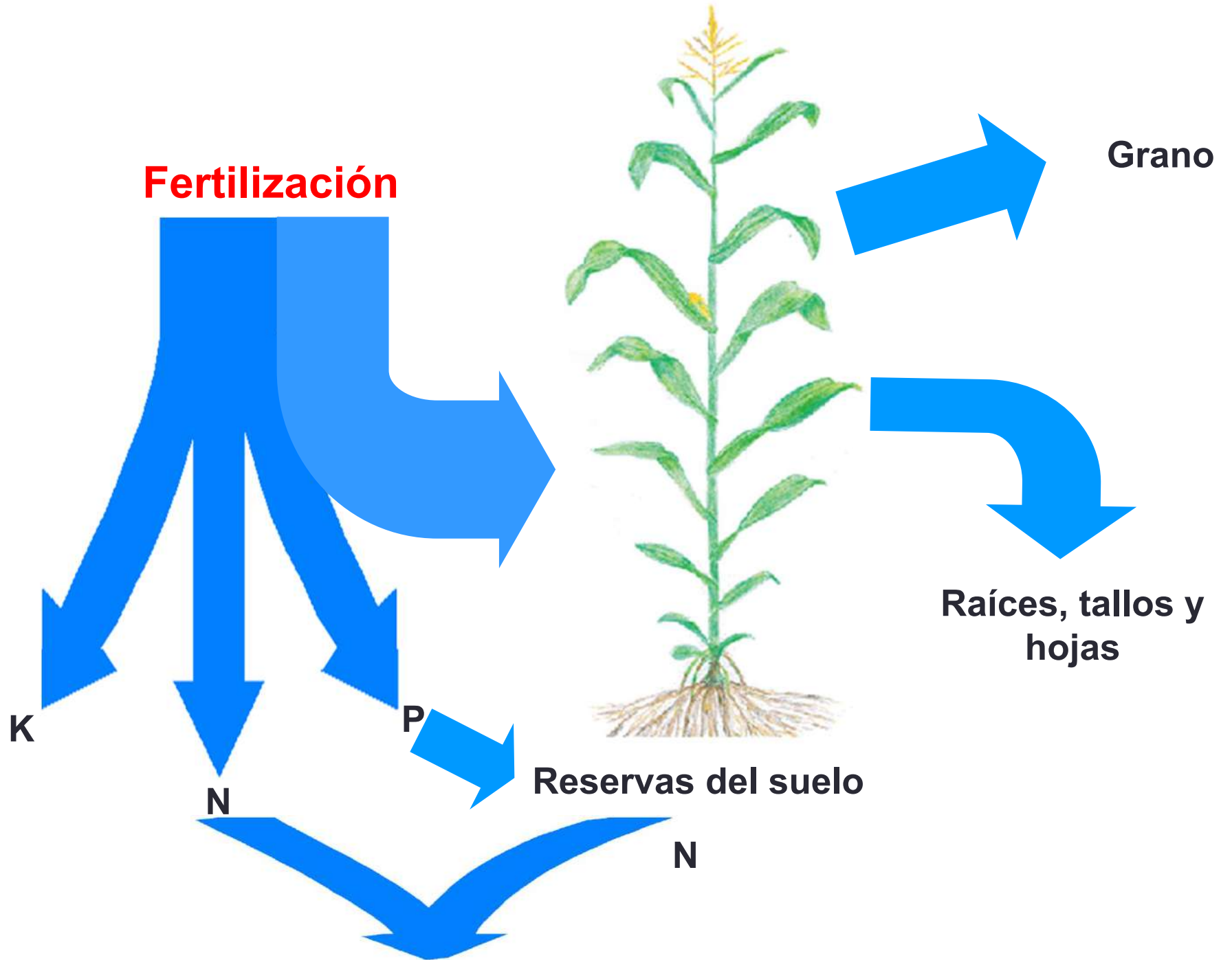
ABONADO NITROGENADO

Nitrógeno en la nutrición del maíz

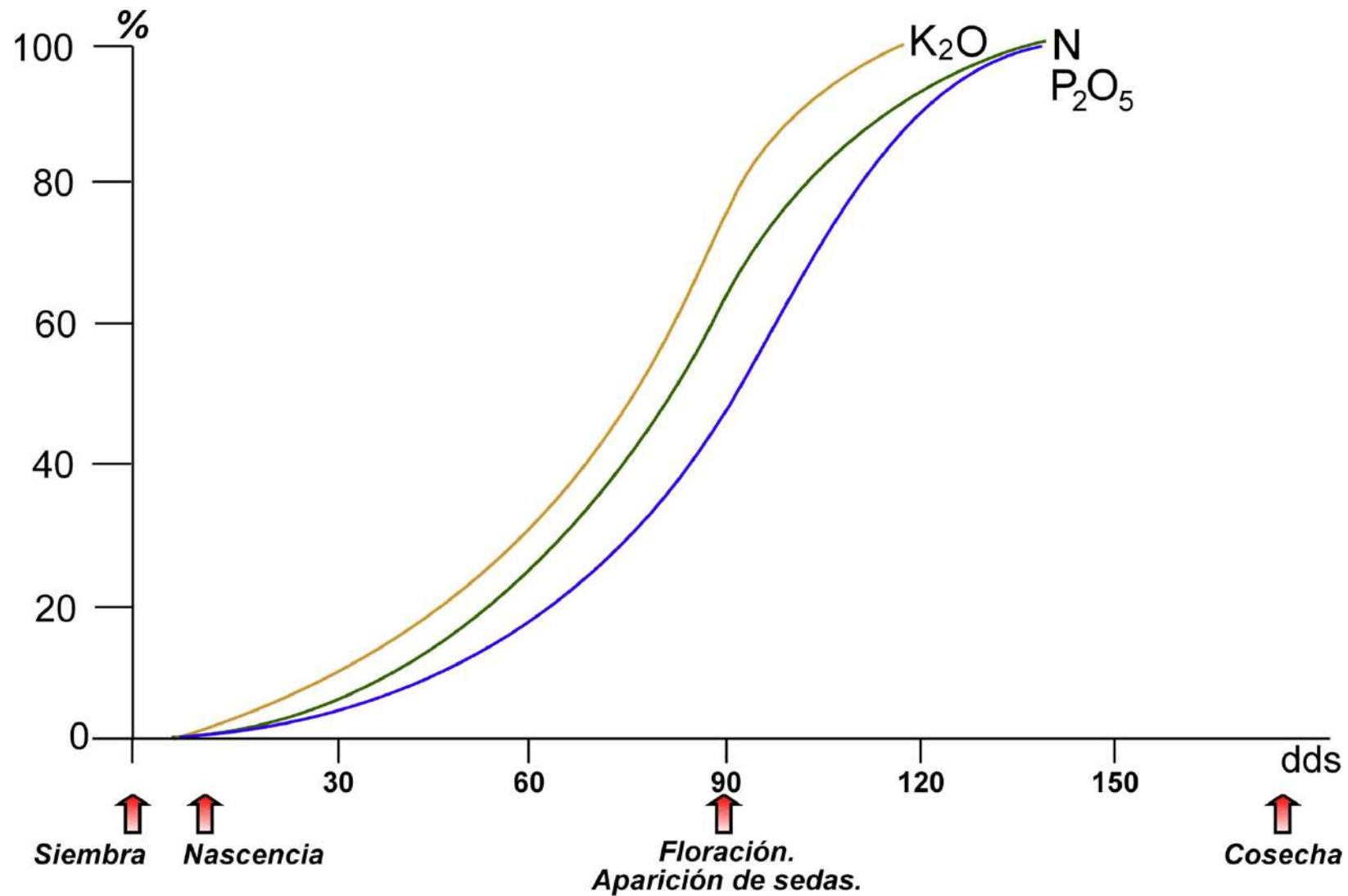
- Es uno de los nutrientes esenciales que mas limitan el rendimiento del maíz e indispensable a considerar en el manejo de nutrición del cultivo de maíz
- Participa en la síntesis de proteínas y por ello es vital para toda la actividad metabólica de la planta.



ABONADO NITROGENADO



ABONADO NITROGENADO



ABONADO NITROGENADO

Extracciones

Una producción de 15 T/ha de grano extraen:

- 210 U de nitrógeno
- 90 U de abonado fosfórico
- 60 U de potasio
- 22 U de magnesio
- 3 U de calcio
- 16 U de azufre

**Una producción de 15 T/ha restituye:
tallos (50%) + hojas (10%) + raíces (40%)**

- 90 U de nitrógeno
- 30 U de abonado fosfórico
- 260 U de potasio
- 45 U de magnesio
- 75 U de calcio
- 33 U de azufre

El maíz requiere alrededor de 20 -25 kg/ha de nitrógeno (N) por cada tonelada de grano producida. Por ello, para producir por ejemplo 10.000 kg/ha de grano, el cultivo debería disponer de alrededor de 200-250 kg de nitrógeno.

**Primer riego - maíz
"rodillero" (30-40 cm)**

**Estado 5-6 hojas -
estado 8-10 hojas**

Período crítico

**20 días antes
emisión del
penacho**

**10 días después
de la fecundación**

**10 días después de la
fecundación -
recolección**

- Las necesidades medias diarias no sobrepasan los 2-3 mm.

- Aumentan progresivamente las necesidades de agua y nutrientes

- Con escasez de agua se reduce el rendimiento en grano.

- Con escasez de agua se dificulta la fecundación.

- La escasez de agua influye sobre la producción.

**Evapotranspiración
relativamente baja**

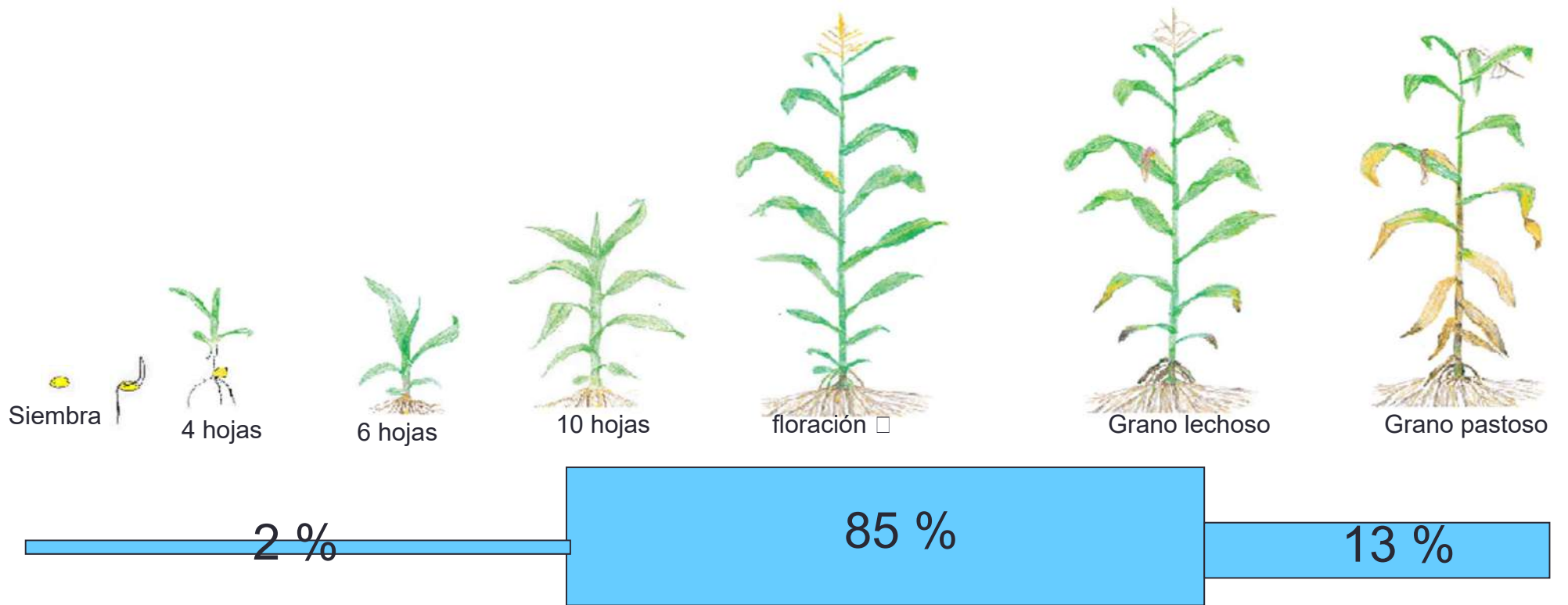
**Alargamiento de los
entrenudos**

**Los penachos no
terminan de descollar**

**Las "sedas" carecen de
la humedad necesaria**

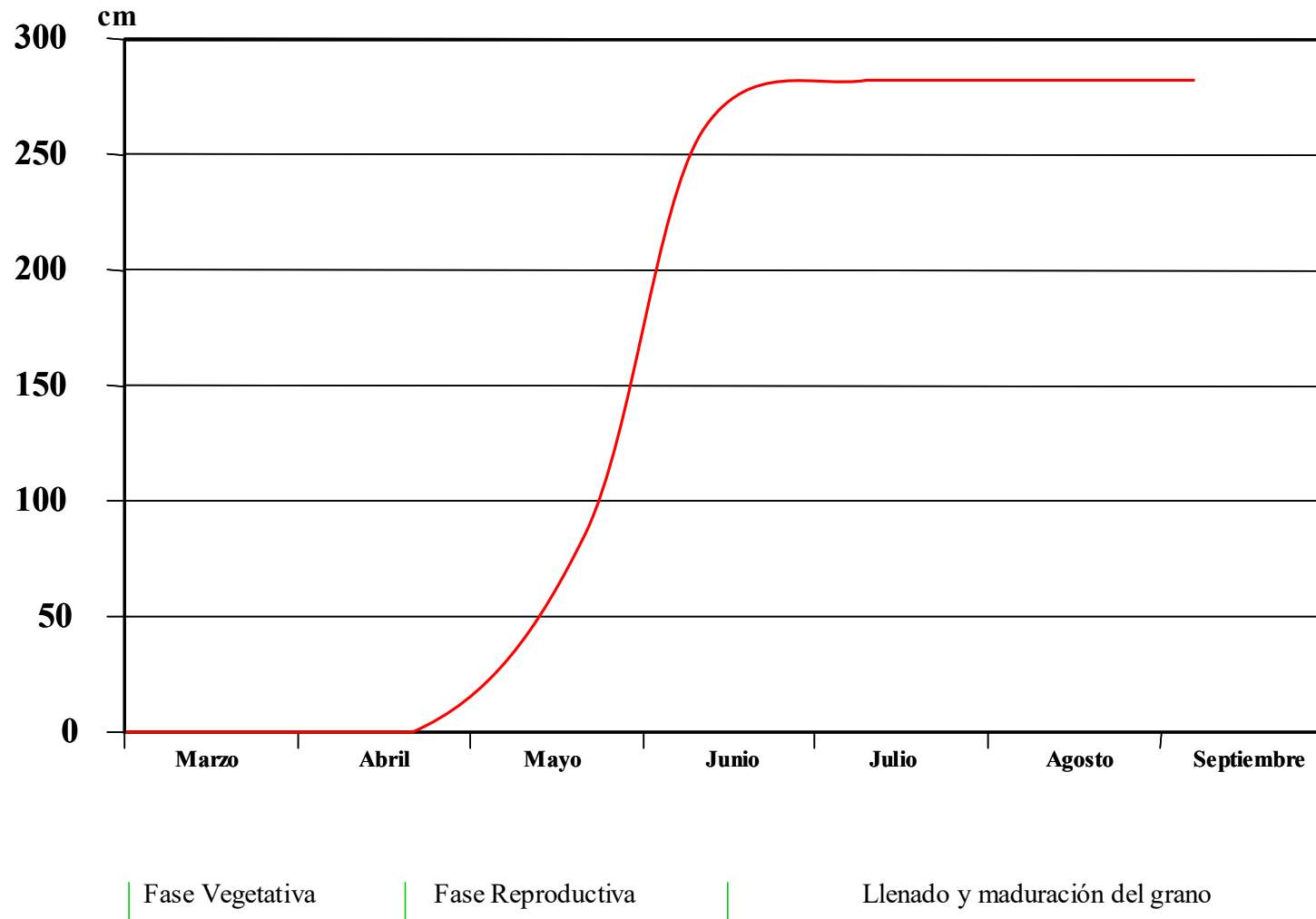
**Dicha influencia va
decreciendo conforme se
aproxima la madurez**

Necesidades de nitrógeno



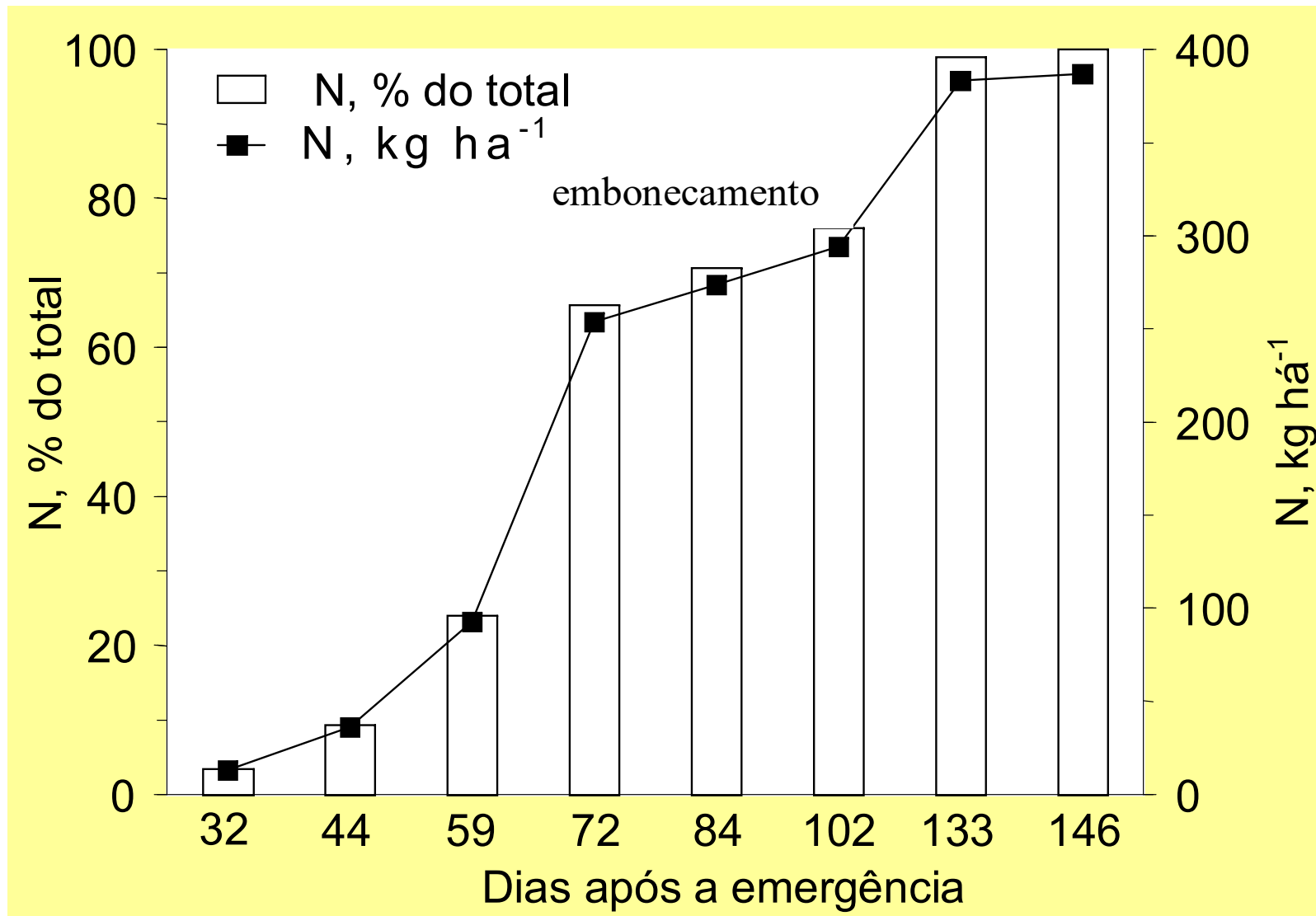
ABONADO NITROGENADO

Evolución media de la altura del tallo del maíz en el Valle del Guadalquivir (esquemático). M. Aguilar

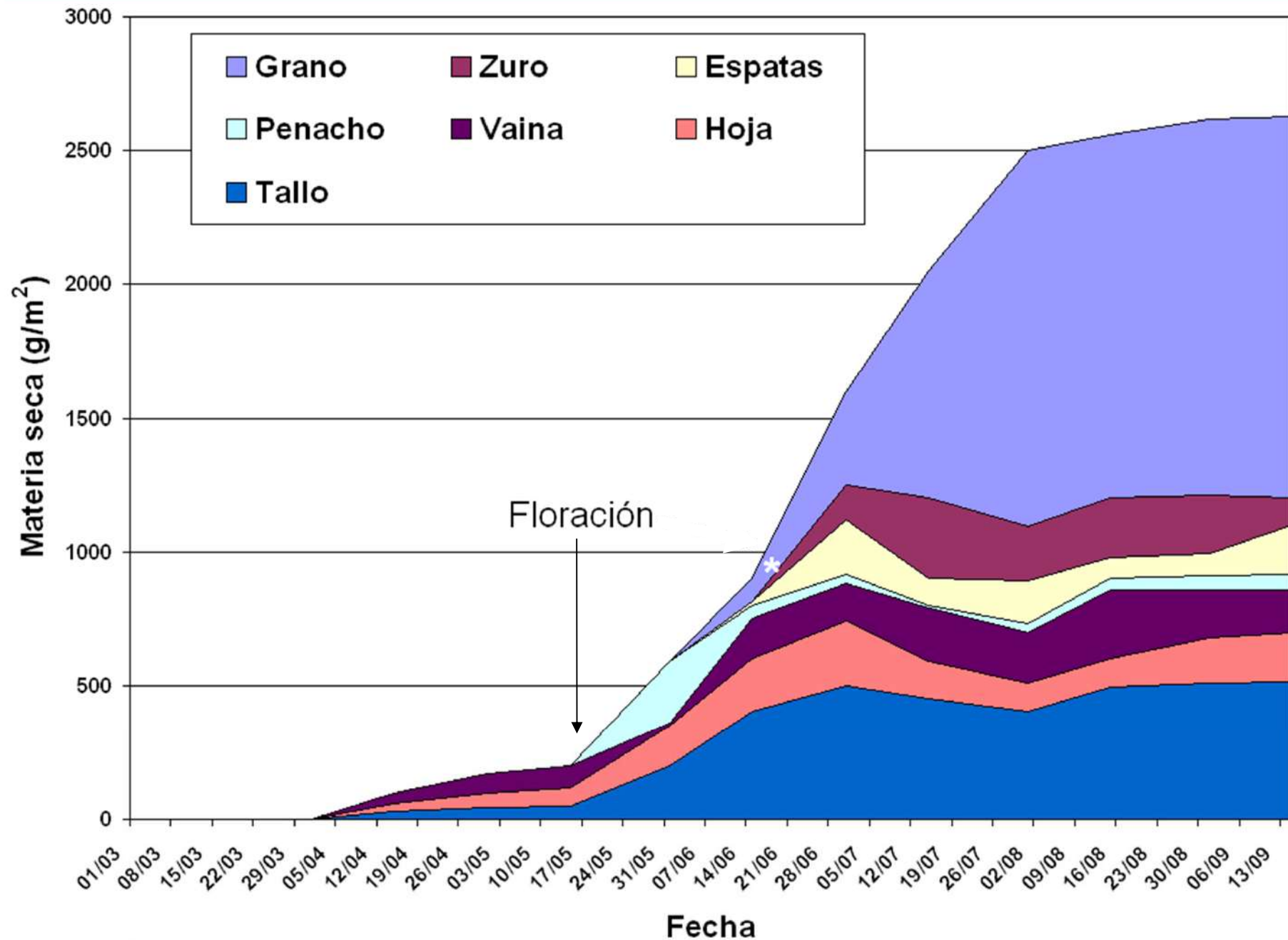


ABONADO NITROGENADO

Absorção do nitrogênio por la cultivo del maíz (Adap. de Flannery, 1987)

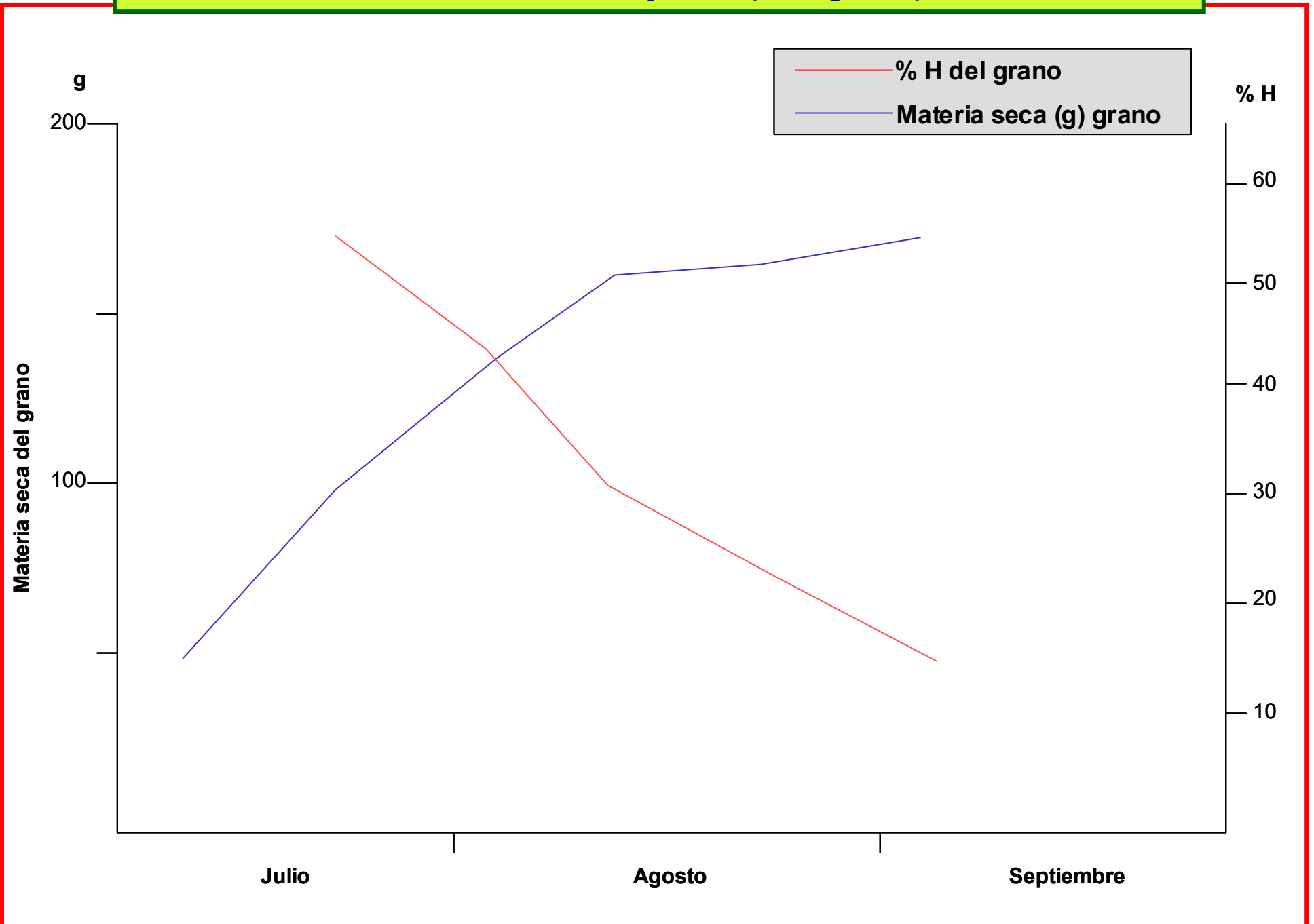


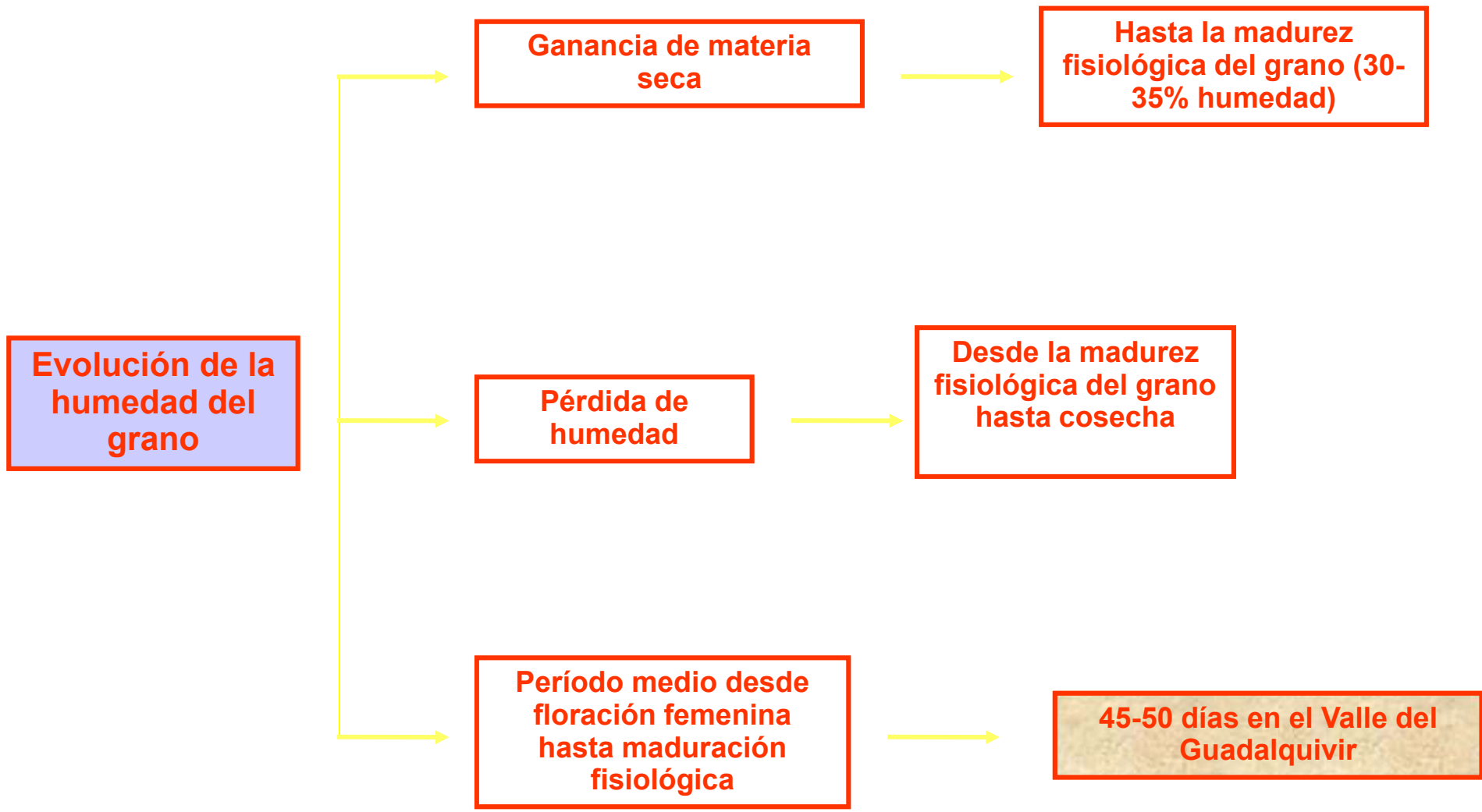
Evolución de la materia seca total (g/m^2) y su distribución entre los distintos órganos de la planta. Media de tres cultivares y cuatro densidades de plantas (M. Aguilar)



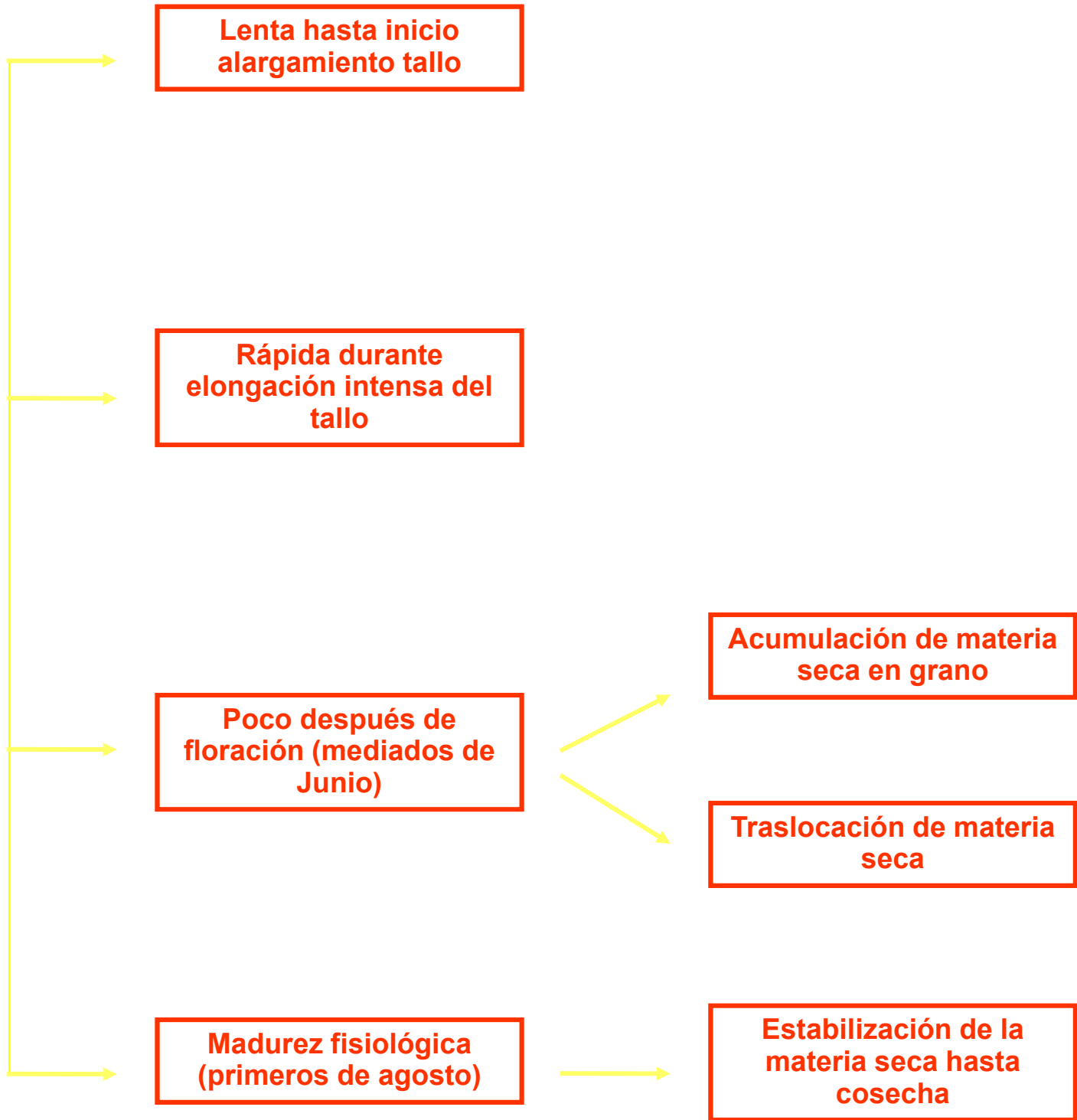
* Mazorcas con grano acuoso

Evolución de la materia seca del grano (g/planta) con relación a la evolución del porcentaje de humedad del grano. Media de las variedades ensayadas (M. Aguilar)



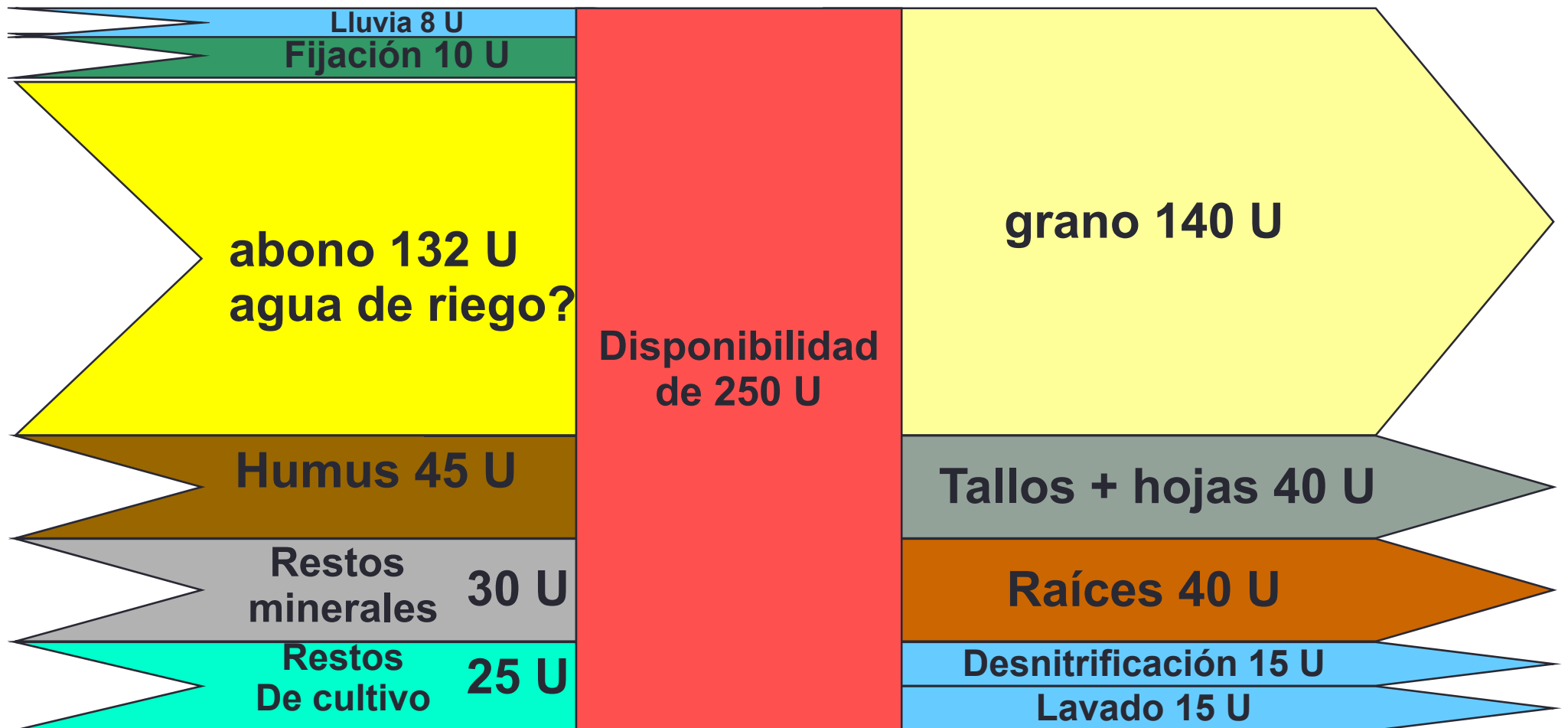


Evolución de la materia seca total



ABONADO NITROGENADO

Las distintas fuentes del nitrógeno y su distribución



El maíz requiere alrededor de 20-25 kg/ha de nitrógeno (N) por cada tonelada de grano producida.

ABONADO NITROGENADO

Periodos sensible a la deficiencia de nitrógeno:

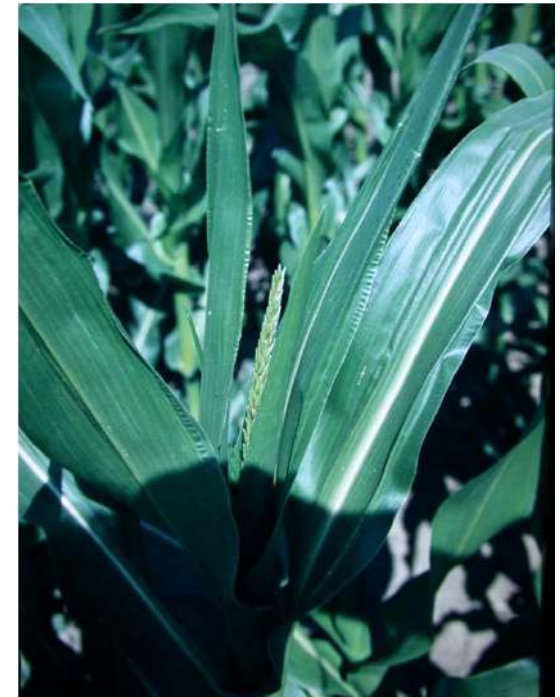
Durante el crecimiento vegetativo

- Menor tasa de crecimiento y expansión foliar que reduce la captación de la radiación fotosintéticamente activa
- Clorosis (amarillamiento) de las hojas mas viejas



Periodo reproductivo y de maduración

- Etapa muy sensible a las carencias nutricionales (especialmente de nitrógeno), hídricas, a la incidencia de plagas y una excesiva densidad de plantas



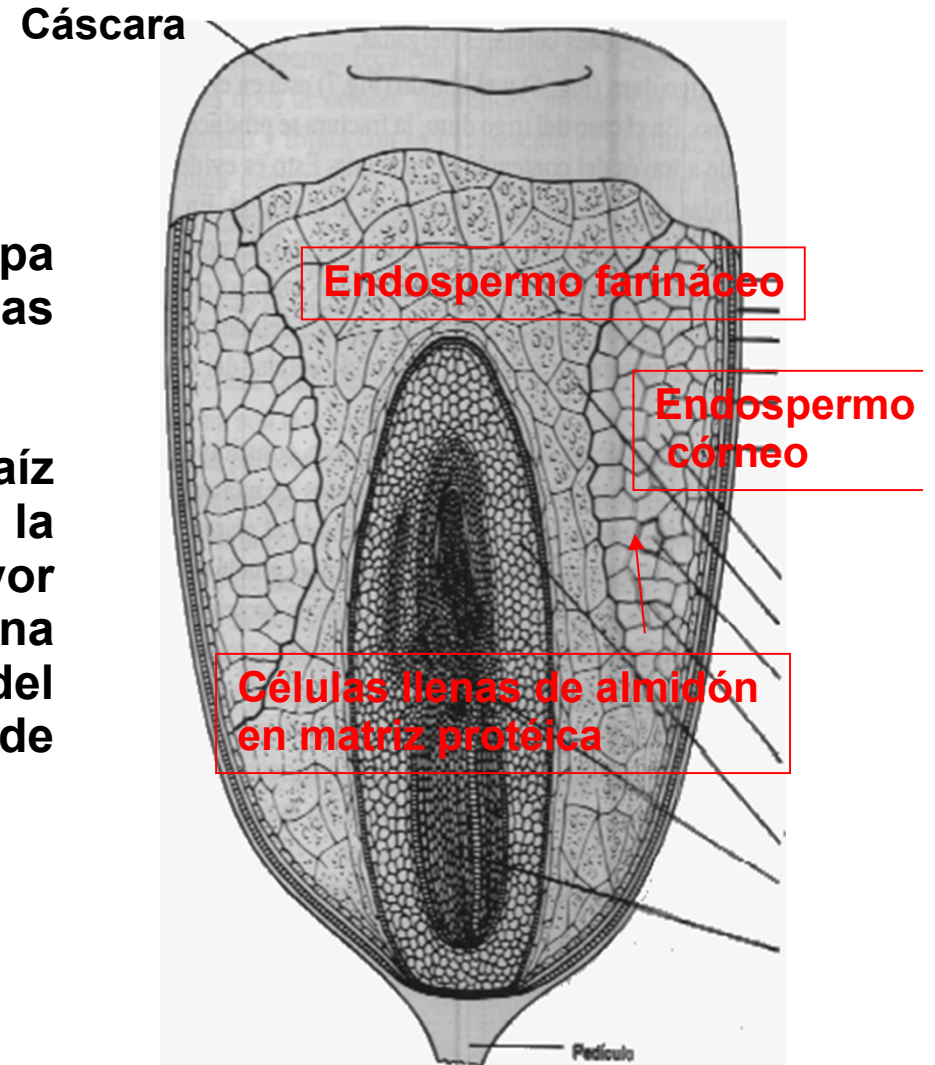
ABONADO NITROGENADO

Periodos sensible a la deficiencia de nitrógeno:

Dureza del grano

-La deficiencia en el aporte de N en esta etapa reduce la dureza del grano y lo hace mas susceptible a la rotura

-Una buena nutrición nitrogenada en maíz aumenta la densidad del grano, reduciendo la susceptibilidad al quebrado debido al mayor contenido de proteína, especialmente de zeína presente en el endosperma córneo, y del incremento de la proporción de este tipo de endosperma



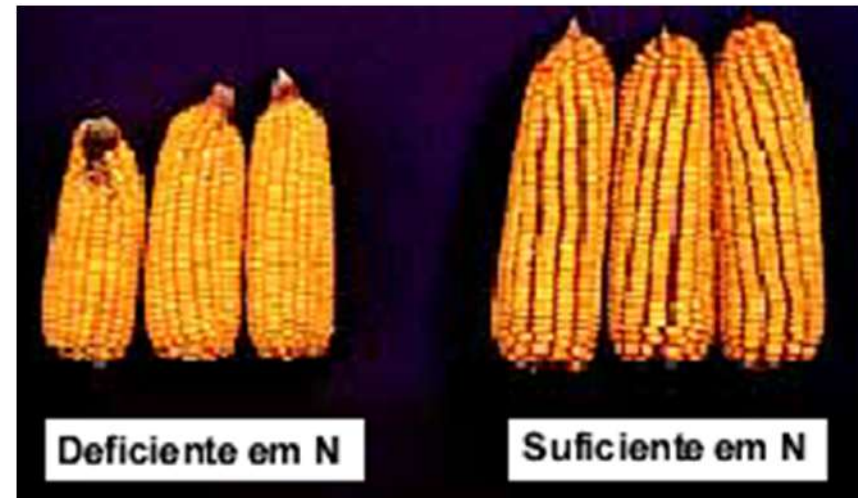
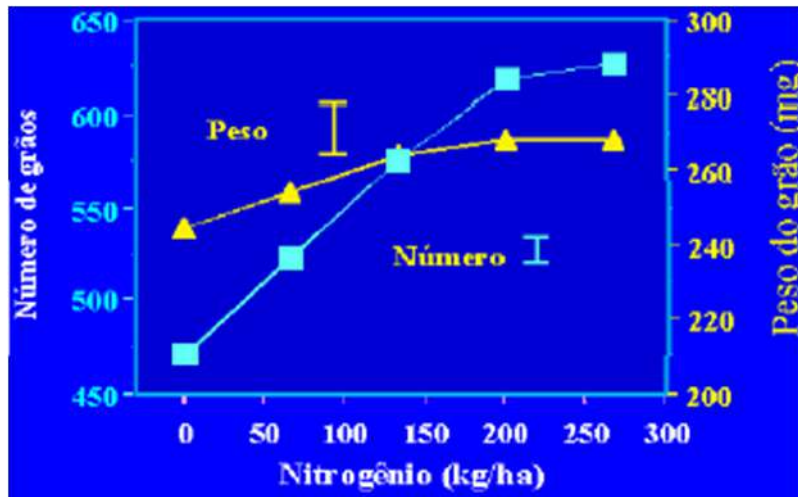
Pedículo

ABONADO NITROGENADO

Periodos sensible a la deficiencia de nitrógeno:

Número y peso de granos de maíz y espigas

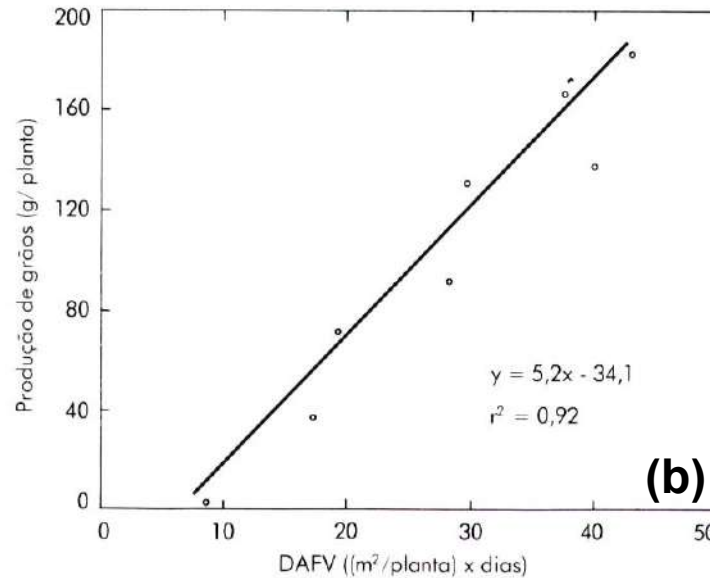
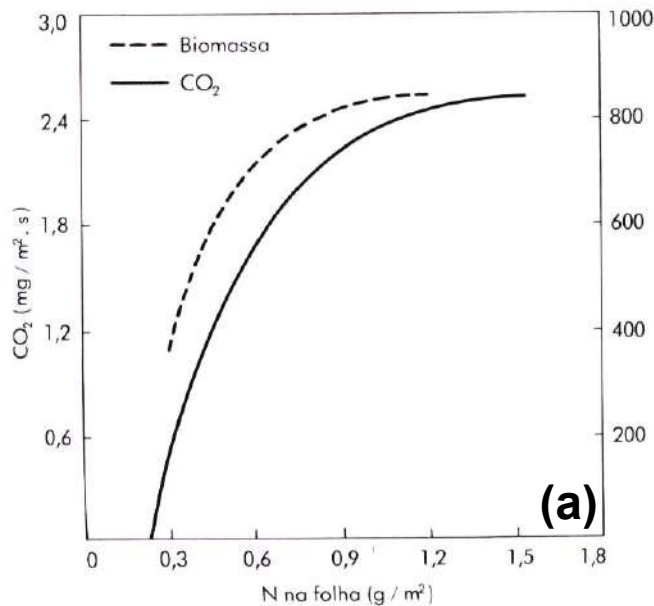
Deficiencia de N reduce el nº de hileras de grano



ABONADO NITROGENADO

Periodos sensible a la deficiencia de nitrógeno:

Tasa de asimilación de CO_2 y producción de biomasa en función del contenido foliar de N de maíz (a) y relación entre la producción de granos y la duración de la área foliar verde (DAFV) en el maíz, en el periodo de 63 a 125 días después de la siembra (b) (Wolfe et al., 1988)



ABONADO NITROGENADO

Periodos sensible a la deficiencia de nitrógeno:

Crecimiento radicular



(Bobato, 2006)

Las fuentes de nitrógeno y carbono, el pH, la temperatura, la disponibilidad y actividad del agua y metabolitos de las plantas afectan la síntesis de aflatoxinas (Bhatnagar et al., 2006)

ABONADO NITROGENADO

Síntomas del exceso de nitrógeno:

Síntomas (visibles)

- a) Coloración verde oscura
- b) Follaje abundante
- c) Encamado
- d) Retraso en la maduración

Otros síntomas

- a) Bajo transporte de azúcares para raíces
- b) Aumento de la succulencia de los tejidos

ABONADO NITROGENADO

Pérdidas del nitrógeno

Volatilización de amoníaco:

- Aplicaciones de fertilizantes con urea o amoniacales en suelos con pH elevados:

Hidrolisis de la urea (ureasa): alta concentración en rastros

↓
Aumento de pH

Amonio

↓
Amoníaco

Se pierde como gas

- Aplicación de urea en residuos la temperatura (mayores a 15-18 °C), dosis de nitrógeno, vientos, pH del suelo, etc ↑ la tasa de pérdida de N

- Una vez incorporado el fertilizante (lluvias y/o riego) la magnitud de la pérdida se reduce significativamente.

- En aplicaciones de fertilizantes en V6 hay que tener en cuenta las condiciones ambientales mencionadas para decidir la fuente de fertilizante a utilizar y/o la dosis de nutriente a aplicar.

ABONADO NITROGENADO

Pérdidas del nitrógeno

Lixiviación de nitratos:

- Por lluvias intensas y/o riego abundantes (> pérdida en suelos arenosos y/o sin cobertura)
- Antes de fertilizar considerar los pronósticos meteorológicos de corto plazo
- Balance positivo de agua en el sistema suelo-planta determina una salida neta de nitratos fuera del sistema suelo-planta:



Aplicar el nitrógeno escapando a los eventos de lluvias intensas o en etapas en donde el cultivo comienza a consumir agua y nutrientes en forma más intensa

Aplicar en maíz en post emergencia y en V6/V7 (comienzo de una etapa de crecimiento activo)

En sistemas bajo riego: lámina de agua = demanda real de evapotranspiración (evitar la migración de los nitratos fuera de la zona de aprovechamiento radical del cultivo)

ABONADO NITROGENADO

Pérdidas del nitrógeno

Anoxia en el suelo por encharcamiento

(humedad del suelo > al 60% de la capacidad de campo):

Anaerobiosis



Reducción de los nitratos a óxidos de nitrógeno y en casos extremos a nitrógeno molecular (N₂)

ABONADO NITROGENADO

Monitoreo de la nutrición del cultivo

- **Determinar nutrientes en diferentes etapas fenológicas y en diferentes órganos de la planta junto con el del suelos integra los factores de clima y manejo que afectan al cultivo.**
- **Otras tecnologías utilizadas son la determinación de nitratos en base de tallos, la utilización de índices de verdor (mediante clorofilómetros), etc.**

ABONADO NITROGENADO

Conclusiones

- De los componentes del esquema de diagnóstico de la fertilización, el nitrógeno mineralizado y la magnitud de las pérdidas de nitrógeno son los parámetros más variables y más difíciles de cuantificar
- Es muy importante la información local de la experimentación e investigación realizada por universidades, asociaciones e institutos de investigación para tomar decisiones de fertilización que optimicen el aprovechamiento del nitrógeno

kg/ha, de las cuales alrededor de 30 kg de N/ha se aplican a la siembra Considerando, a modo de ejemplo, un 10% de pérdidas por lixiviación-desnitrificación, la dosis de fertilizante agregado sería 70 kg/ha de urea. Los 60 kg de N/ha restantes se aplican en V6. En este momento las pérdidas por volatilización podrían ser importantes dependiendo del ambiente, sobretodo en aplicaciones al voleo. En este ejemplo tomamos un 15%. La dosis de urea en V6 sería de alrededor de 140 kg/ha. La dosis total aplicada de fertilizante sería: 210 kg/ha

1-Nota: Peso de suelo (hasta 0.30 m)= profundidad (m)*densidad aparente (tn/m³)*10000 m²/ha

Peso de la capa = 0.30m*1.20tn/m³*10000 m²/ha= 3600 tn.

Nitrógeno: 0.15% de 3600 tn =5.4 tn = 5400 kg

Nitrógeno mineralizado = el 2.5 % de 5400 kg = 135 kg de N/ha

3-Otras herramientas de diagnóstico de la fertilización

Metodología 140-150 kg-X: Numerosos ensayos realizados en la Región Pampeana encontraron que los máximos rendimientos del maíz en condiciones de producción se alcanzan con niveles de nitrógeno de 140-150 kg/ha, considerando tanto al nitrógeno del suelo (N-NO₃⁻, 0-60 cm determinados por análisis de suelos) como el aplicado en el fertilizante. La X representa la incógnita de cada sistema y es el nitrógeno de nitratos que tenemos a la siembra en el suelo. La

INFLUENCIA DE LA DENSIDAD DE PLANTAS EN EL CONTENIDO PROTEICO DEL GRANO

Fábrica eficiente de energía:

un grano de 0.3 g. produce 600-1000 granos similares



INFLUENCIA DE LA DENSIDAD DE PLANTAS EN EL CONTENIDO PROTEICO DEL GRANO

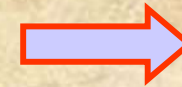
Importancia de los cereales en la nutrición de personas y de animales

- Esta importancia es ampliamente reconocida en la alimentación animal
- Son una importante fuente de hidratos de carbono y suministran grasa y proteínas
- Los granos de cereal tienen una baja concentración de proteínas y limitada por la deficiencia de dos aminoácidos esenciales: lisina y triptófano, aunque tiene un alto contenido de ácido aspártico, leucina y alanina
- Los granos lisos tienen una mayor proporción de proteínas que los dentados
- El aumento del rendimiento disminuye el contenido de proteínas

Grano

- Pericarpio

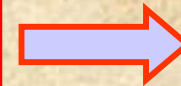
Tejido procedente de la planta madre



Protege la semilla de bacterias y hongos

- Endospermo amiláceo

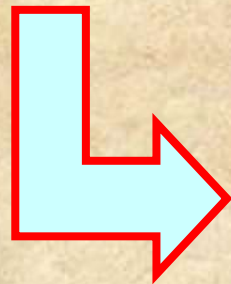
2/3 de la herencia genética de la madre, 1/3 del padre



Principal reserva energética del grano (4/5 del grano), compuesto al 90% por almidón, y 7% de proteínas

- Embrión o germen

50% de la herencia genética de la madre, 50% del padre



- Eje embrionario

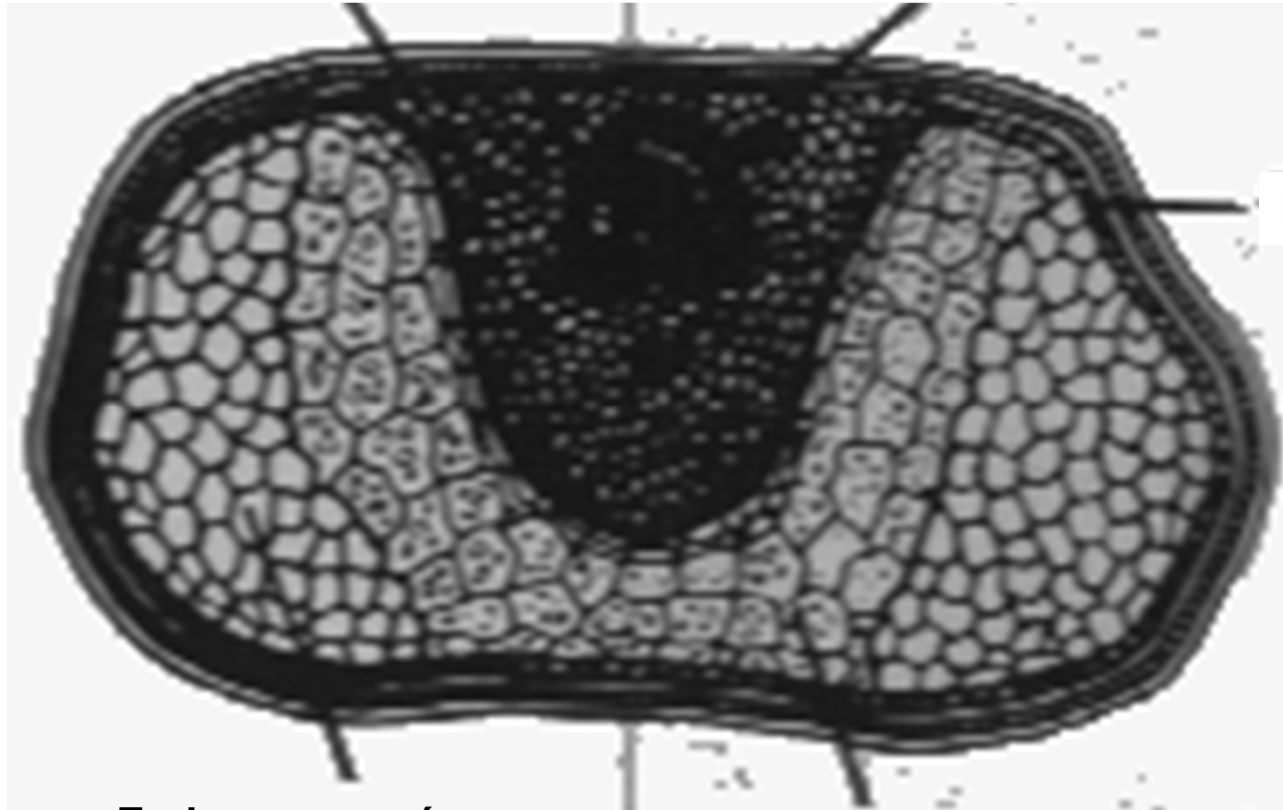


Plúmula y radícula

- Escutelo o cotiledón

Escutelo

Eje embrionario



Pericarpio

Endospermo córneo

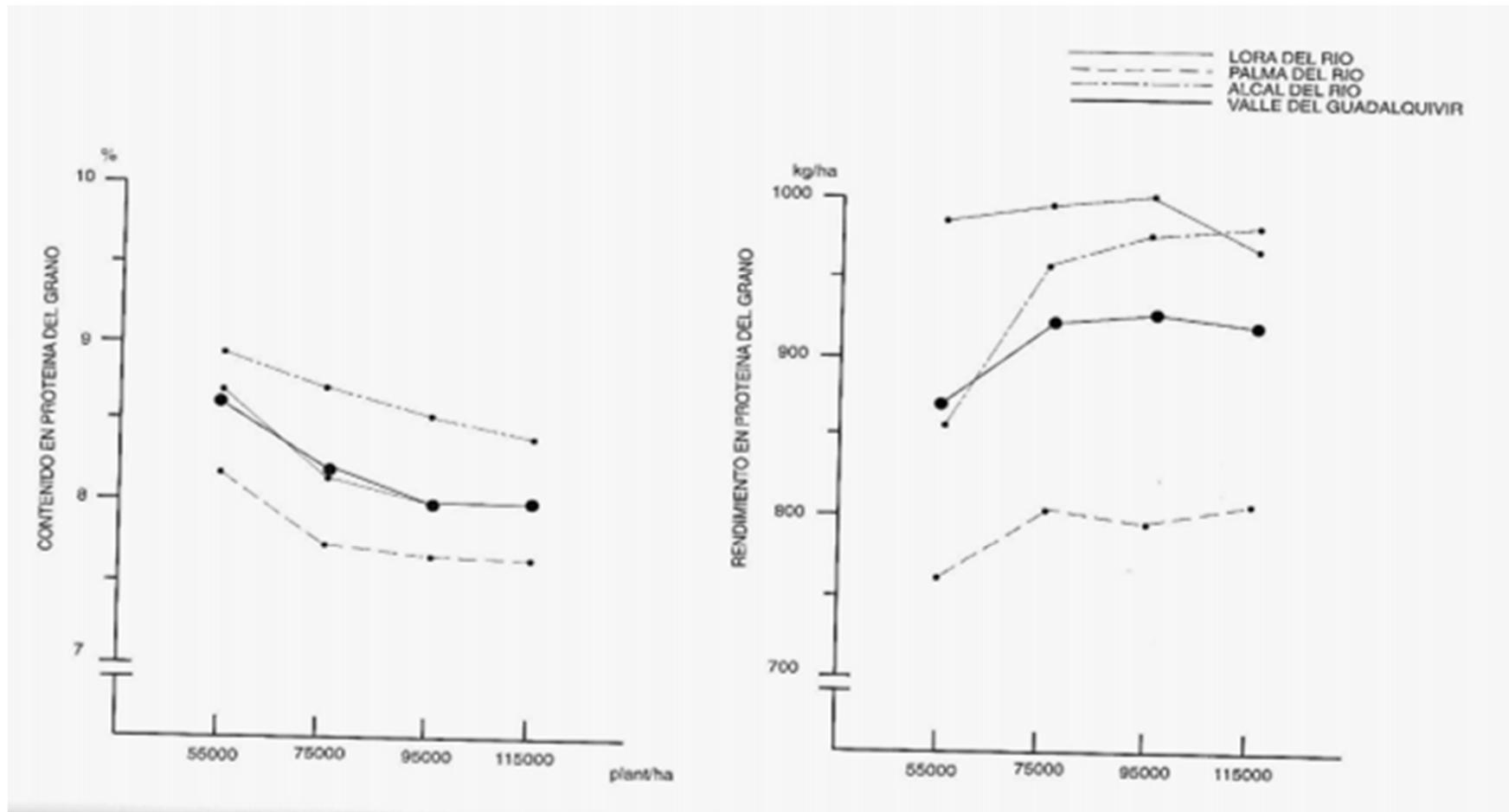
Endospermo farináceo

Influencia de la densidad de plantas en el rendimiento de proteínas del grano (Kg/ha)

Densidad de plantas	Media de 2 años y 3 híbridos
55000	873
75000	927
95000	933
115000	925

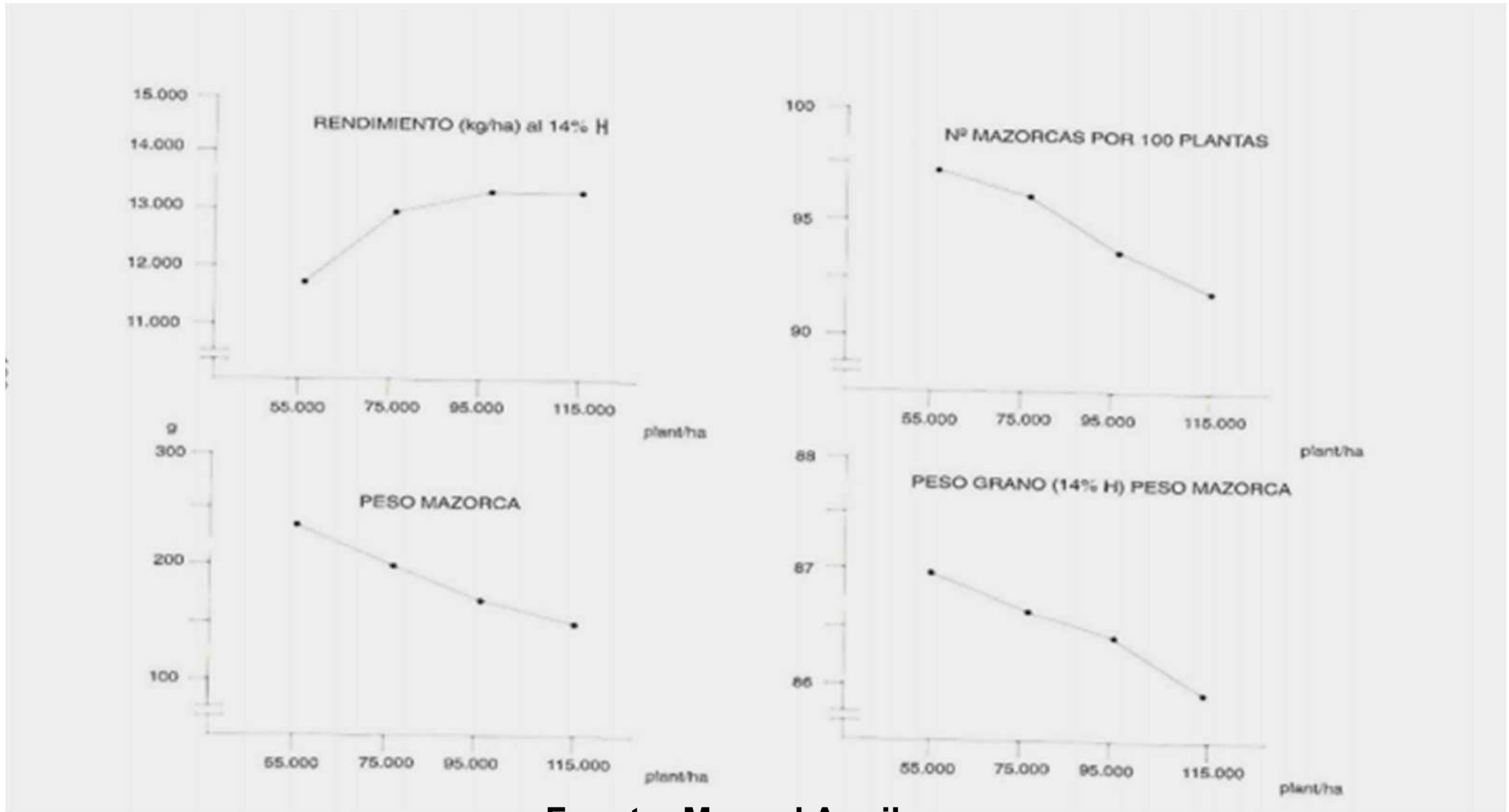
Fuente: Manuel Aguilar

CONTENIDO EN PROTEINA (%MATERIA SECA) Y RENDIMIENTO EN PROTEINA SEGÚN DISTINTAS DENSIDADES DE PLANTAS



Fuente: Manuel Aguilar

COMPONENTES DEL RENDIMIENTO SEGÚN DENSIDADES DE PLANTAS. MEDIA DE TRES CULTIVARES Y DOS AÑOS EN EL VALLE DEL GUADALQUIVIR



Fuente: Manuel Aguilar

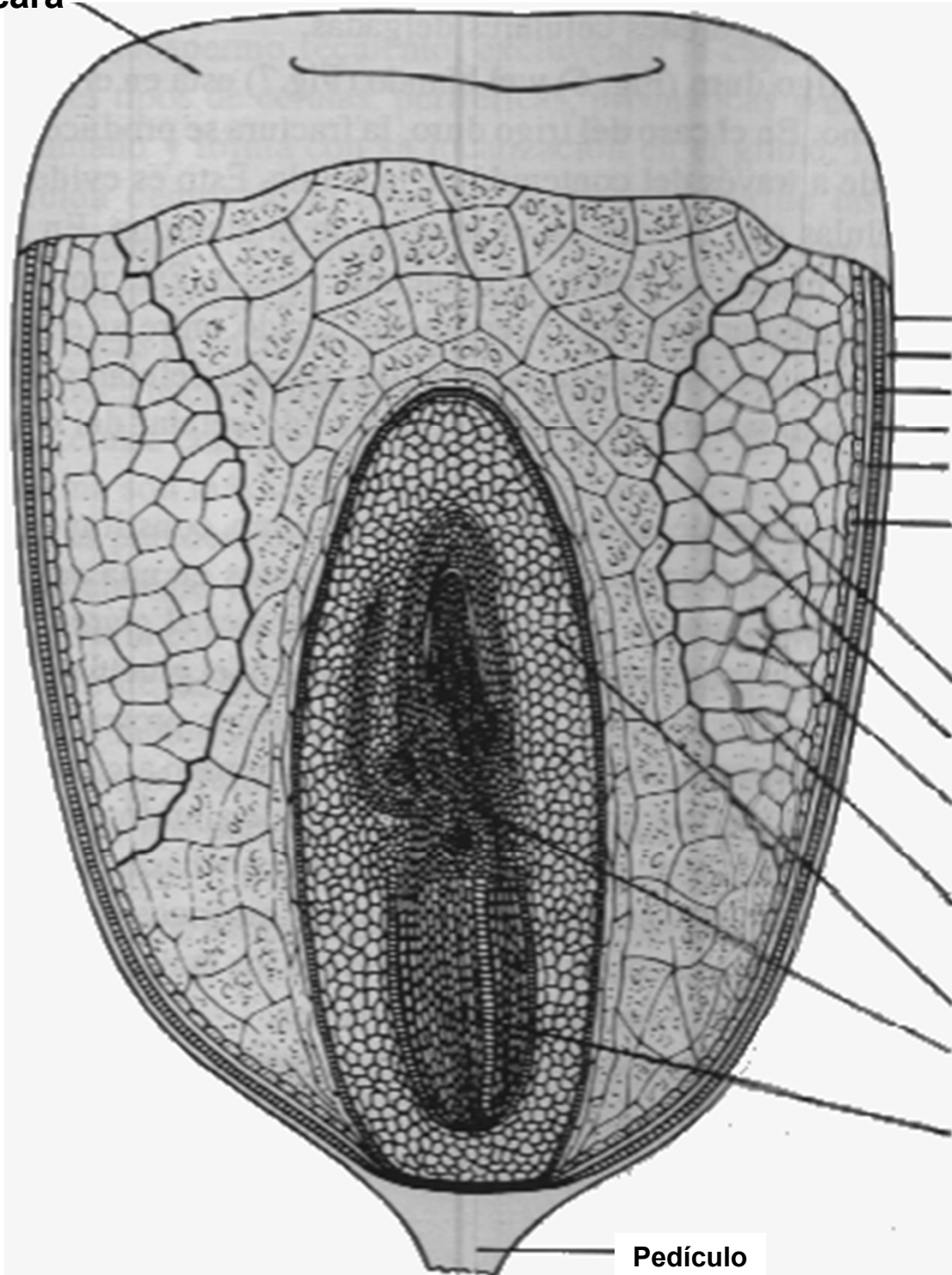


GRACIAS POR SU ATENCIÓN

PROTEINA EN GRANO

- La importancia de los cereales en la nutrición de millones de personas de todo el mundo es ampliamente reconocida. Debido a su ingesta relativamente elevada en los países en desarrollo, no se les puede considerar solo una fuente de energía, sino que además suministran proteínas. Los granos de cereal tienen una baja concentración de proteínas y la calidad de estas se halla limitada por la deficiencia de dos aminoácidos esenciales: lisina y triptófano. Ejemplo clásico de ello es el maíz, pues otros cereales presentan limitaciones iguales pero menos evidentes (1).

Cáscara



- **Epidermis**
- **Mesocarpio**
- **Células cruzadas**
- **Células tubulares**
- **Cubierta de semilla (testa)**
- **Capa de aleurona (parte del endospermo que se separa con el salvado)**
- **Endospermo córneo**
- **Endospermo farináceo**
- **Células llenas de almidón en matriz protéica**
- **Paredes celulares**
- **Escutelo**
- **Plúmula, o tallo y hojas rudimentarias**
- **Radícula, o raíz primaria**

Pedículo

La dureza del grano

Es la resistencia que posee a la acción mecánica o al quebrado durante la cosecha y la postcosecha y determina la calidad del grano para su uso y conservación

Se relaciona de forma directa con la dureza del endosperma, que a su vez, se debe a la relación entre los endospermas córneo y harinoso, y en menor medida, a la compactación de los componentes celulares, al grosor de la matriz proteica que rodea a los gránulos de almidón, y al grosor del pericarpio. Tanto mayor será la dureza del grano, cuanto mayor sea la proporción de endosperma córneo que lo componga. La dureza es determinada por el ligamento entre el almidón y las proteínas del endosperma. En la fracción córnea del endosperma, el almidón y la proteína se encuentran muy fuertemente ligados, mientras que en la fracción harinosa sólo están débilmente ligados

Los aumentos en el porcentaje de proteínas de los granos, por lo general, se asocian con aumentos en la calidad de los mismos. Las principales proteínas de reserva que posee el grano de maíz son las zeínas.

Porcentajes de proteínas en el grano: Las variaciones climáticas y las condiciones de cultivo determinan

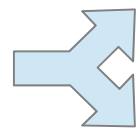
INFLUENCIA DE LA DENSIDAD DE PLANTAS EN EL CONTENIDO PROTEICO DEL GRANO

La importancia de los cereales en la nutrición de millones de personas de todo el mundo es ampliamente reconocida. Debido a su ingesta relativamente elevada en los países en desarrollo, no se les puede considerar solo una fuente de energía, sino que además suministran proteínas. Los granos de cereal tienen una baja concentración de proteínas y la calidad de estas se halla limitada por la deficiencia de dos aminoácidos esenciales: lisina y triptófano. Ejemplo clásico de ello es el maíz, pues otros cereales presentan limitaciones iguales pero menos evidentes (1).

PROTEINA EN GRANO

Tipos de maíz grano

Según



Tipo de almidón

Proporción almidón harinoso / vítreo

1. MAÍZ CÓRNEO



(PHOTO INRA COLMAR).

- Ampliamente cultivado en Europa occidental hasta hace poco.
- Altura de grano casi igual a la anchura.
- Albumen duro, vítreo, con granos de almidón serrados y angulosos.
- Centro del grano con algo de albumen harinoso (granos de almidón esféricos y menos comprimidos).
- **Maíz vítreo** tipo *plata*: Albumen muy duro → “*corn flakes*” (Argentina, EEUU, Andalucía).

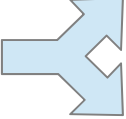
2. MAÍZ DENTADO



(PHOTO INRA COLMAR).

- No hay albumen vítreo en la superficie superior del grano → superficie menos rígida → deformación por secado → aspecto de diente.
- Característico de variedades del *cinturón de maíz* americano.
- Mayoría de variedades europeas actuales → cruzamientos entre maíz corno europeo y dentado americano → variedades de estructura intermedia.

Tipos de maíz grano

Según  Tipo de almidón
Proporción almidón harinoso / vítreo

3. MAÍZ HARINOSO



(PHOTO INRA COLMAR).

- Albumen compuesto casi en su totalidad por almidón harinoso.
- Sensible al moho.
- Cultivo bajo permiso y restringido a zonas con otoños secos.

4. MAÍZ CEROSO

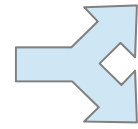
- Textura cerosa.
- Albumen opaco y duro.
- Almidón formado casi exclusivamente por amilopectina → espesante.
- Cultivo bajo permiso.
- Rendimiento del orden de 50% del de un híbrido clásico de la misma precocidad.

5. MAÍZ DE PALOMITAS

- Tipo córneo, de grano pequeño redondo o puntiagudo.
- Calor → Expansión del aire almacenado en la pequeña porción de albumen harinoso → explosión del pericarpio (especialmente espeso).
- Secado natural → Preserva potencial explosivo.

Tipos de maíz grano

Según



Tipo de almidón

Proporción almidón harinoso / vítreo

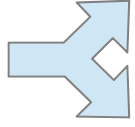
6. MAÍZ DULCE

- Transformación sacarosa – almidón bloqueada parcialmente → sabor dulce.
- Hasta 15% del peso seco compuesto por sacarosa en estado de grano lechoso.
- Posibles pérdidas de sacarosa por respiración tras la cosecha.
- En madurez fisiológica → granos translúcidos.
- Cultivo bajo permiso.
- Producción importante en Norteamérica.
- Tendencia al desarrollo en Europa occidental.

7. AMILOMAÍZ

- Proporción amilopectina/amilosa = 1/1 (vs. 3/1 en maíces normales).
- Almidón extraído para fabricar *films* para envasado de alimentos.
- Variedades con hasta 85% de contenido en amilosa, pero con bajos rendimientos.

Tipos de maíz grano

Según  Tipo de almidón
Proporción almidón harinoso / vítreo

8. MAÍZ RICO EN LISINA

- Híbridos ricos en lisina y triptófano → aminoácidos esenciales para el ser humano.
- Albumen opaco y de textura harinosa.
- Bajo rendimiento en grano.
- Alta humedad en recolección.
- Granos más blandos → mayor sensibilidad a plagas y enfermedades.
- Mayor rotura en recolección y almacenamiento.

9. MAÍZ RICO EN ACEITE

- La mayor parte del aceite se encuentra en el germen, pero éste suele ser un subproducto.
- El aceite de maíz es saludable → alto porcentaje de ácidos grasos insaturados.
- Se busca un contenido en aceite cercano al 10% → mayor valor energético del grano → bovino y aves de corral.
- Rendimiento en grano algo inferior a híbridos comerciales clásicos.
- Humedad de recolección algo mayor.

PROTEINA EN GRANO

- DUREZA
- La dureza del grano es la resistencia que posee a la acción mecánica o al quebrado durante la cosecha y la
- postcosecha. Esa resistencia, que determina la calidad que posee el grano para su uso y conservación, se relaciona
- en forma directa con la dureza del endosperma, que a su vez, se debe a la relación entre los endospermas córneo y
- harinoso, y en menor medida, a la