

Cultivos Extensivos Tropicales
Apuntes Tema 5
Curso 2006-07

- incluyen un grupo de pastos ↗ extensivos en zonas tropicales y subtropicales
- ↘ alimentación en zonas con agricultura primitiva

Origen del Sorgo: (África)

- África. Cuadros en tumbas faraones 1500 a.C.

┌ Trigo y cebada. ↗ Kenia, Tanzania y Uganda ↘
 - Etiopía < -----< Oriente M. ↑ Prod. Guinea ↑lluvia
 └ ↘ Golfo Guinea hasta Sahara ↗

┌
 - Siglo XV en Sudán. Alimento importante ↗ maíz. Consumo humano ↑↑
 ↘ sorgo ---> fabricación cerveza

- En Asia desde hace 2000 años ↗ arroz ↑↑↑
 → trigo ↑↑
 ↘ sorgo ↑ -----> India, China, Rusia, Pakistán

- 1959. Uso de híbridos en Líbano e Israel con semilla de EE-UU.

- En América. Casual en 1840. Esclavos de África.

- **Hoy día:** sorgo híbrido, ↓ talla, granos para pienso -----> ↗ Sudamérica
 → Europa
 ↘ Asia

↑ capacidad tolerar sequía ↘
 ↑ resistencia a sales ↗ grupos valiosos para zonas marginales

- mas del 80% del cultivo se hace en países en vías de desarrollo

- En África =====> cinturón desde Atlántico hasta Etiopía y Somalia

desierto Sahara (N)
 ↑
 ↓
 selva Ecuatorial (S)

- En América Central y del Sur ↗ zonas áridas de México, El Salvador, Guat.-Nicar.
 → zonas bajas áridas del interior de Argentina
 ↘ regiones áridas de Colombia, Venezuela, Brasil,
 Uruguay

- **En** América N. =====> llanuras centrales de EE-UU ↗ Kansas, Texas ↘
 → Nebraska → ↓% lluvia
 ↘ Arkansas ↗

- Otros lugares ↗ Europa =====> pequeñas zonas de Francia, Italia, España
 → Asia =====> India, Yemen, Pakistán, Tailandia
 ↘ Australia =====> Queensland y Nueva Gales del Sur (95%)

Países mas productores:

EE-UU (25%)-India (22%)-México (11%)- China (9%)- Nigeria (7%)

Usos y Aprovechamientos

60 % cultivado -----> alimento humano

↑↑ para ganado ↗ forraje en verde
 ↘ tortas oleaginosas

↑ contenido energético y ↑ proteínas =====> ± parecido trigo

↑ % con tanino ====> hay híbridos ↓% taninos =====> SORGOS CLAROS

Importante: Sustituye a todos los cereales menos al millo ¿porqué? Falta de carotenos ====>
 no colorea la carne de las aves.

↗ en los brotes tiernos
 En zonas terminales crecimiento lleva un Glucósido ----> **DURRINA** (tóxico) -----> **CNH**
 (muy tóxico) que desaparece después floración

¿Máxima concentración de Durrina? En heladas

↑ T°. y riegos =====> ↓% Durrina

↑% N ==> ↑% Durrina

¿solución ? Regar mucho y sustituir por compuestos fosfóricos
 Planta seca =====> ↓ toxicidad

Efectos Durrina: Ataca brotes tiernos y plantas jóvenes al iniciar el desarrollo

- si la planta está en floración =====> no hay accidentes en el ganado
- hacer pastoreo antes de la floración ↘
hay que tener cuidado
- hacer pastoreo después de una helada ↗

> a < grado de toxicidad: Sorgo negro, de Alepo, pasto del Sudán, sorgo para grano

Empleo en consumo humano:

- en los últimos 35 años su consumo ha permanecido estable
- resto de cereales =====> ↑ % consumo

¿dónde es el consumo elevado?

- en países donde el clima no permite producir otros cereales
- en países donde los ingresos “per capita” ==>↓ (Etiopía, Somalia). 100 Kg anuales per capita

¿dónde es el consumo no es elevado?

En la mayoría de los países =====> ↑ % de otros cereales

En África su consumo representa el 75% del uso total

El descenso en algunas zonas urbanas se debe al cambio en los hábitos de los consumidores, debido a:

- rápido ritmo de urbanización
- largo tiempo para preparar alimentos a base de sorgo
- requerimiento de mucha energía para preparar alimentos a base de sorgo
- deficiencia de los servicios comerciales
- inestabilidad de los suministros
- falta de productos disponibles (harina)
- malas políticas de los gobiernos

Empleo como pienso:

- culpable del ↑ cultivo a partir de los años 60
- gran demanda de los países desarrollados (EE-UU, México, Japón, Argentina, Rusia, Venezuela). En América latina el 80% se usa como pienso.

Tema 5-4

Botánica

- Familia Gramíneas, Género Sorghum (ciclo semejante al maíz).

Raíz: abundantes, fibrosas y desde 30-60 cm hasta 150 cm.

Tallo: Erguido, altura de 1/2-5 m, nudos gruesos y entrenudos según variedad. 5-25 hojas

Hoja: lanceoada, acintada y largo entre 30-100 cm.

Flores: en espiguilla -----> espigas -----> inflorescencia en panícula o panoja (20-40 cm)

Eje	↗ erguido	y la panícula	↗ ovalada
	↘ doblado		→ cilíndrica
			↘ redondeada

Fruto: grano redondo (3-6 mm θ); Colores en la madurez: blanco, amarillo, gris, rojo, azul

Exigencias ecológicas

- Cultivo de zonas tropicales y templadas desde el nivel del mar hasta los 1500 m.

↑ rendimientos en suelos arenosos, fértiles y bien drenados

pH: 5,5-8,5

Tolerante a la sal =====> semejante al arroz

↑ necesidad de calor y buena resistencia a la humedad =====> ideal para sabanas africanas

Desarrollo ideal 26°C	↗ < 15°C falla	16°C para germinar
	↘ > 35°C ↓ rendimiento	

Resiste a la sequía debido a	↗ profundidad raíces
	→ pocas hojas
	↘ sustancia serosa cubre tallos

Óptimo precipitación: 500-600 mm. < 400 mm. =====> ↓ cosecha

en sitios protegidos de los vientos

↑ humedad =====> enferm. criptogámicas =====> ≠ zona Ecuatorial

Zona ecuatorial ↗ follaje perenne (pasan fase crecimiento-amarillean-mueren)
→ suelo encharcado
↘ falta aire para respirar

Planta Día Corto =====> Luz < 14 horas para florecer
(no hace falta en regiones tropicales)

Ciclo vegetativo Según variedad (< 80 días y máximo 120 días)

Por su aplicación (6 grupos)

1) Kafir (*S. Vulgare*. Var. *Calirorum*). Tallos jugosos gruesos, semillas grandes ovadas blancas, rosas, negras o rojas. Panículas cilíndricas, alargadas y sin barbas. Se cultiva en África para grano y forraje.

2) Durra (*S. vulgare*. var. *Durra* o de grano. Los mas extendidos por su semilla y para forraje. Tallos medios y vigorosos, semillas blancas o amarillas, globosas o aplanadas, panículas sin barbas, abiertas o pilosas. Se cultiva en la India para forraje y grano (amarillo y Jerusalem var. very import.).

3) Sorgo dulce (*S. vulgare*. var. *Saccharatum* o de jarabe). Plantas altas, frondosas, tallos gruesos con jugo azucarado que prensado ----> jarabe (EE-UU). Para forraje en verde y ensilado. En África es de los grupos mas cultivados y se introdujo en EE-UU en 1853.

Hoy día: Alabama, Iowa, Kentucky, Mississipi, Georgia, Carolina del Norte

4) Sorgo escobero (*S. vulgare*. var. *Technicum* o de escoba). Panículas muy largas con anchas y flexibles ramificaciones ---> para escobas. (200 millones en EE-UU). Llegó a EE-UU en el siglo XVII y hoy día en: Oklahoma, Colorado, Nuevo México y Texas =====> ↓ regresión.

5) Pasto Sudán (*S. Vulgare* var. *sudanense*). Para pastizales o heno en zonas tropicales. Resistente a la sequía pero no a las ↓ T°.

Tenemos: Sorgo negro, sorgo de Alepo, Pasto del Sudán, Pasto de Túnez
Peligroso: Sorgo de Alepo.

Como cubierta permanente es bueno.

En campos de cultivo: autentica plaga

Mejor híbrido: Sorgo para grano (Var. Durra) x Pasto del Sudán

6) Sorgo chino o Kaoliang. Tallos secos, altos, delgados, semillas pequeñas color café; panículas abiertas. Very en China.

Tema 5-6

Por su ciclo (sorgos para grano)

- 1) Largo o tardíos. > 120 días. En España en zonas cálidas: Andalucía y Extremadura
- 2) Medio. 100-110 días. En España en zonas más frías (Zona Centro)
- 3) Corto o precoz. 80-90 días. En verano como 2ª cosecha

Mejora genética

- Gran variabilidad genética
 - 1959. Aparición de los híbridos
- ↑ rendimientos
 - ↑ superficie (EE-UU y Argentina)

Objetivos de la mejora:

- planta ↓ altura y resistencia encamado
 - planta con hojas erectas
 - ampliación gama de ciclos
 - tolerancia a sequía y ↑ T°
 - resistencia plagas y enfermedades
- morfología panícula
 - resistencia a aves
 - grano no palatable

Objetivos perseguidos con la mejora de los híbridos:

- plantas < tamaño, panoja erguida ==> fácil recolección mecánica
- plantas > producción grano o forrajera adaptadas a climas y suelos rentables

Lo anterior ha implicado ==> sorgos resistentes a sequía
sorgos resistentes a suelos salinos
sorgos con distintos ciclos
sorgos muy precoces ==> 2 cosechas al año

Los híbridos pueden ser de:

- Generación **ABIERTA**. Lo producen Est. Exp. Conocemos los padres y están señalados con *.
- Generación **CERRADA**. Producidos por casas comerciales. No conocemos a los padres. Presenta iniciales casa comercial y un número que identifica a cada híbrido.

Híbridos en España (1988):

61 variedades para grano

- ↗ corto 85%
- ↘ medio

Híbridos en España (1997):

43 variedades para grano

- ↗ 4 ciclo muy precoz
- ↗ 9 ciclo precoz
- 18 ciclo medio
- ↘ 8 ciclo tardío
- ↘ 4 forrajeras y 1 P.L.

Técnicas de cultivo

Siembra: después heladas tardías de invierno en España: 15-30 marzo (20 días después del maíz)

Vegeta después recolección => consumo de

- ↗ humedad => perjudica cereal siguiente
- ↘ nutrientes

T° siembra: ± 15°C (según región)

Profundidad: 2-4 cm. Calidad de la semilla:

- ↗ ↑ poder germinativo
- sanas y limpias
- ↘ sin mezcla de variedades

20 plantas/m²
60 cm entre líneas
4-5 semillas por golpe

Tema 5-8

	<u>Plantas/ha</u>	<u>Distancia entre líneas</u>	<u>Kg/ha</u>
secanoárido	20.000-30.000	100 cm	2
secanofresco	40.000-60.000	90 cm	4
regadío	100.000-150.000	75 cm	10

Riegos: Cuando tienen 30 cm. Y después cada 10 días.

Acaban con la maduración del grano =====> al apretarlo da consistencia lechosa

Cultivo en secano con lluvias < 600 mm

↗ 1 riego al inicio formación panojas

↘ 1 riego al inicio formación grano

- 30 cm altura: escardas, binas

se dejan

- 40 cm de altura: en regadío =====> ACLAREO -----> plantas mas uniformes

Fertilización: 20-30 Tn de estiércol

En secano y a fondo: 70-100-100

En regadío y a fondo: 50-100-100

Posteriormente: 1ª dosis de 50 Ud. de N.

2ª dosis de 50 Ud. de N.

Plagas y Enfermedades: Igual que el maíz

Enfermedades de las hojas

- franjas bacterianas (*Pseudomonas andropogoni*). Ampliamente distribuída
- Cenicilla vellosa (*Selespora sorghi*). Seria en el Sur de Asia, India y África
- Antracnosis (*Colletotrichum graminicolum*). Seria en el Pasto del Sudán y en sorgos escoberos.
- Franjas oscuras (*Ramulispora sorghi*). Sur de los EE-UU y Asia
- Roya (*Puccinia purpurea*). Sur de los EE-UU y Asia

Enfermedades de la raíz y la corona

- podrición de la raíz (*Pythium arrhenomanes*). Cosmopolita
- podrición carbonosa (*Sclerotium bataticola*). En climas calientes

Tema 5-9

Enfermedades de la semilla

Cultivo	Rto/Ha
Sorgo para grano	13,9 Kg/Ha
Forraje	3,7 Tn
Ensilaje	13,4 Tn
Miel	560 litros
Escobero	336 kilos
Pasto Sudán	8,3 Ton

SORGO PAPELERO O ESCOBA (*S. dochna var. technicum* o *S. bicolor* spp. *Cernuum*)

- conocido por su ↑ % en celulosa ↗ presente en tallos y panículas ==> fabricación papel

Reciente descubrimiento en Francia

- Obtención híbridos F₁ (sorgo grano x sorgo escoba) ^{se ha obtenido} =====> ↑ producción de biomasa + > resistencia al encamado y ↑ % de celulosa.

¿por qué se promueve la investigación?

- debido a que en Europa a ↑↑ consumo de papel y a ↓ de pasta celulosa procedente de C. Arbóreos.

Características botánicas

- Familia Poáceas, (sorgo de grano x sorgo escoba) no presenta diferencias morfológicas respecto al azucarero.
- Sistema radicular: ↑ nº raíces adventicias muy ramificadas ==> notable capacidad de absorción.
- Tallo. Altura (3-5 m) y diámetro (15-25 mm); nudos y entrenudos desde 14-16 hasta 24-26 en los tipos más tardíos. A cada nudo corresponde una hoja y una yema.
- Hojas. En disposición alterna.

Tema 5-11

- Panícula. Forma variable. La formación de grano es variable, pero siempre en cantidad netamente inferior con relación a las tipos de grano. Se han obtenido híbridos estériles, sin grano.

El contenido en carbohidratos simples es del ↗ 15% en sorgos de fibra
↘ 35% en sorgos azucareros

El contenido en carbohidratos estructurales es del ↗ 70% en sorgos de fibra (40% celulosa)
↘ 50% en sorgos azucareros (25% celulosa)

Ecología

emergencia de la plántula ↗ T^a suelo 12°C ↘
de grano > tolerancia al frío que los híbridos

↘ crecimiento óptimo a partir de los 20°C. ↗

- Semilla con débil energía germinativa y la plántula tiene escaso vigor hasta la 5^a-6^a hoja.
- Posteriormente desarrolla un aparato radical potente y adquiere progresivamente una notable capacidad de adaptación a las condiciones ambientales adversas (muestra en este estado una elevada capacidad de extracción del agua del suelo, además de la posibilidad de adaptar el ritmo de crecimiento en función de la disponibilidad hídrica)
- La fase emergencia-floración sucede en un período de tiempo relativamente reducido.

Ritmo de crecimiento muy rápido ↗ los de ciclo medio (40 días 3 metros)
→ diámetro tallo crecim. ráp. los. 30-40 días
↘ los más tardíos (30 días 4-5 metros)

Ritmo de emisión de las hojas ↗ 16-20 hojas en los de ciclo medio
↘ 22-26 en los más tardíos.

Las últimas 10-12 hojas emitidas permanecen activas hasta las primeras heladas y hasta la recolección.

Tema 5-12

Necesidades hídricas del sorgo de fibra: 400-450 mm.
Cultivo esquilmante del suelo que afecta al cultivo siguiente.

Objetivos de la mejora genética

- Ensayos varietales realizados en Italia han mostrado que el aumento de la producción está correlacionado con la longitud del ciclo (influyen los años favorables desde el punto de vista térmico e hídrico)
- La mejor respuesta productiva se ha encontrado siempre en los híbridos tardíos, con una producción de tallos y vainas foliares variable entre 20 y 30 t/ha de materia seca según los años.
- Los componentes de esta cantidad de biomasa son diferentes según el ciclo de los híbridos:
 - en ciclos medios el
 - ↗ 75-80% está compuesto de tallos y vainas florales
 - 10-12% de hojas
 - ↘ 10-12% de panículas con más o menos grano
 - en ciclos tardíos el
 - ↗ 85% está compuesto de tallos y vainas florales
 - 10 de hojas
 - ↘ 5% de panículas con más o menos grano
- Las hojas representan una cuota bastante estable de la biomasa (10-12%)
- La ramificación de la panícula (interesante por su ↑ % de fibra y el contenido de grano como subproducto) es característica no deseada por la industria papelera.
- En años más desfavorables (repetidas tormentas estivales), la presencia de una panícula de grano muy desarrollada constituye la principal causa del encamado y tronchamiento de los tallos de la planta, que alcanza 4 m de altura o más =====> repercutir también en el nivel productivo y en las operaciones de recolección.
- Los mejoradores franceses sugieren proceder rápidamente a la recolección a los 10-14 días después de la floración cuando la producción de celulosa alcanza el nivel máximo ====> evitar que la panícula pueda crecer excesivamente.

Recolección

- El momento óptimo es 1-2 semanas después de la floración de al menos el 50% de las plantas.
- En esta fase es máxima la cantidad de materia seca y celulosa y la fibra tiene un color verde pálido y mayor consistencia y flexibilidad.
- No es conveniente retrasar la recolección, ya que se expone inútilmente al cultivo a crecientes riesgos de encamado.
- La recolección en el mes de agosto generalmente garantiza que tiene lugar en ausencia de lluvia y humedad excesiva (válido para híbridos de ciclo medio); para los de ciclo tardío la mayor productividad se obtiene cuando se recolectan en septiembre.
- La recolección se hace por corte al nivel del primer entrenudo. Los tallos una vez recolectados y secados son desmedulados con maquinaria específica.

Utilización de la fibra

- tallos y panículas para su transformación en papel ==> pasta blanqueada con un buen rendimiento (50-51%).
- Los granos maduros están proscritos, pues originan una masa gelatinosa.
- hojas y médula producen una pasta de débil rendimiento y difícil de escurrir y blanquear.
- las hojas tienen más del 60% del sílice de la planta ==> dificulta el proceso de obtención de la pasta ==>
- suceden procesos de mohos y fermentación en las pacas durante su almacenamiento

¿qué se transforma en pasta de papel?

la panícula desgranada y el tallo desmedulado

Tema 5-14

Avances recientes en el mejoramiento del sorgo

Principales cambios:

- los tallos son en la actualidad 60 cm mas cortos =====> uso de máquinas combinadas en la cosecha =====> reducir las necesidades de mano de obra a solamente una octava parte de la requerida por una cosechadora y a una trilladora separadamente.
- expansión de la producción a zonas frías y de mayor altitud con ciclos de crecimiento mas corto
- nuevos usos industriales y nuevas variedades resistentes a enfermedades
- sorgos con semillas de buen sabor y con bajo contenido de ácido prúsico
- secado artificial del grano
- producción de sorgo en surcos mas angostos

Importante:

Pasto Sudán x sorgo dulce

Tallos con > % de jugo mas dulce
Con < proporción de ácido prúsico
> resistencia a enfermedades
variedades que, además tienen muy buen 2º crecimiento después de la cosecha

Tema 5-15

Variedades

↗ tardíos (Andalucía y Extremadura). En 1ª cosecha en zonas altas

- Ciclos
- ↗ medios (Centro en la 1ª quincena de Mayo en 1ª cosecha)
 - ↘ precoces (equivale al ciclo medio del millo. Centro en 2ª cosecha)
 - ↘ muy precoces (Centro en 2ª cosecha)

Abonado

Necesidades medias (Ud):

N	P ₂ O ₅	K ₂ O
28,1	10	18,7

En Andalucía y para una producción de 7000 Kg/Ha en regadío la aportación es:

N (ud)	P ₂ O ₅	K ₂ O
200	100	150

Siembra

densidad de plantación = 20-30 plantas/m²

separación entre líneas = 20-60 cm

profundidad de siembra = 2-4 cm

dosis = 15 Kg/Ha

Número riegos = 5

periodo crítico de agua = aparición panícula hasta final estado lechoso grano

% Humedad en el almacenaje = 15%

% Humedad en el almacenaje de larga duración = 12%

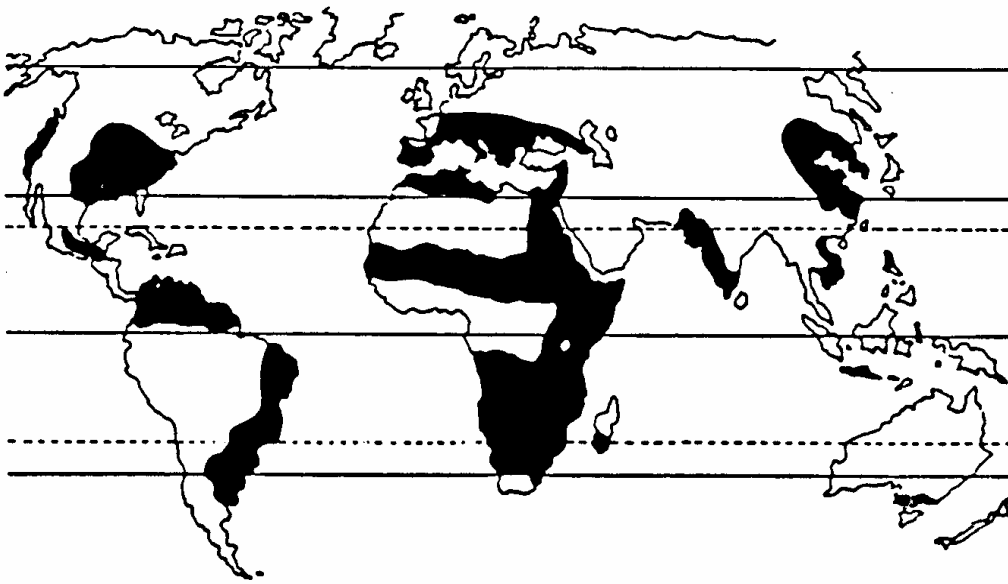


Fig. 15. Zonas del mundo, donde se cultiva el sorgo.

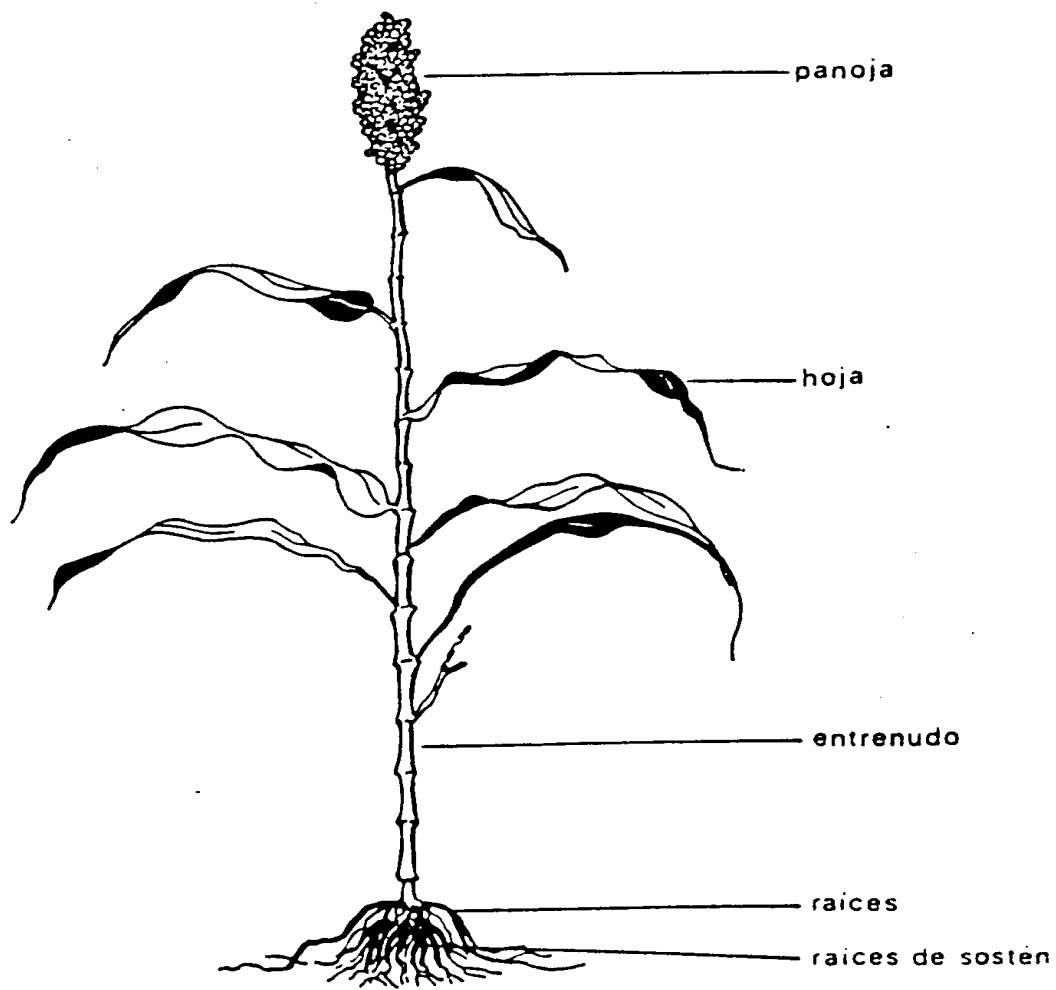


Fig. 5. Planta de sorgo.

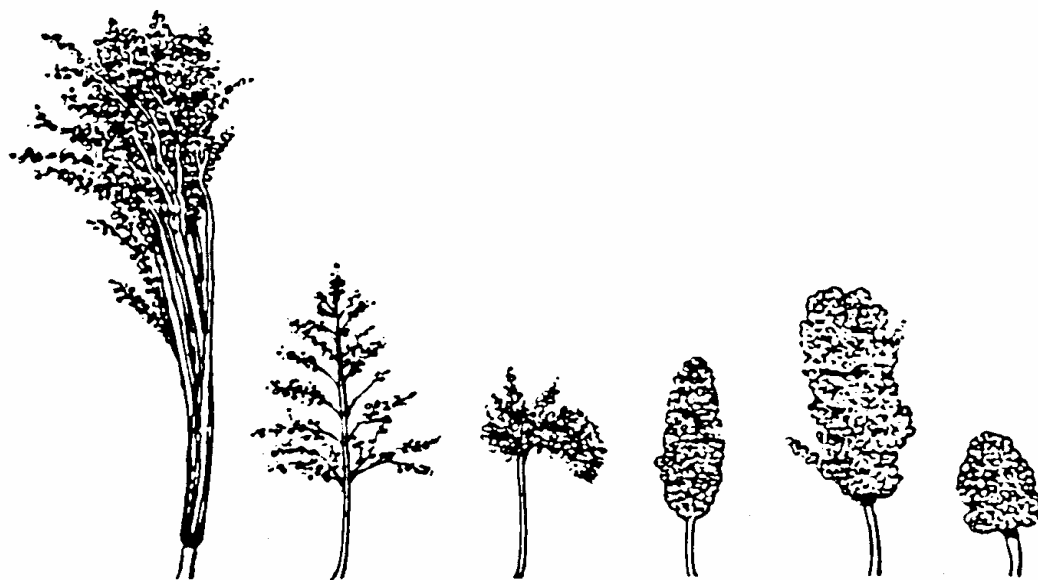


Fig. 7. Distintos tipos de panoja de sorgo.

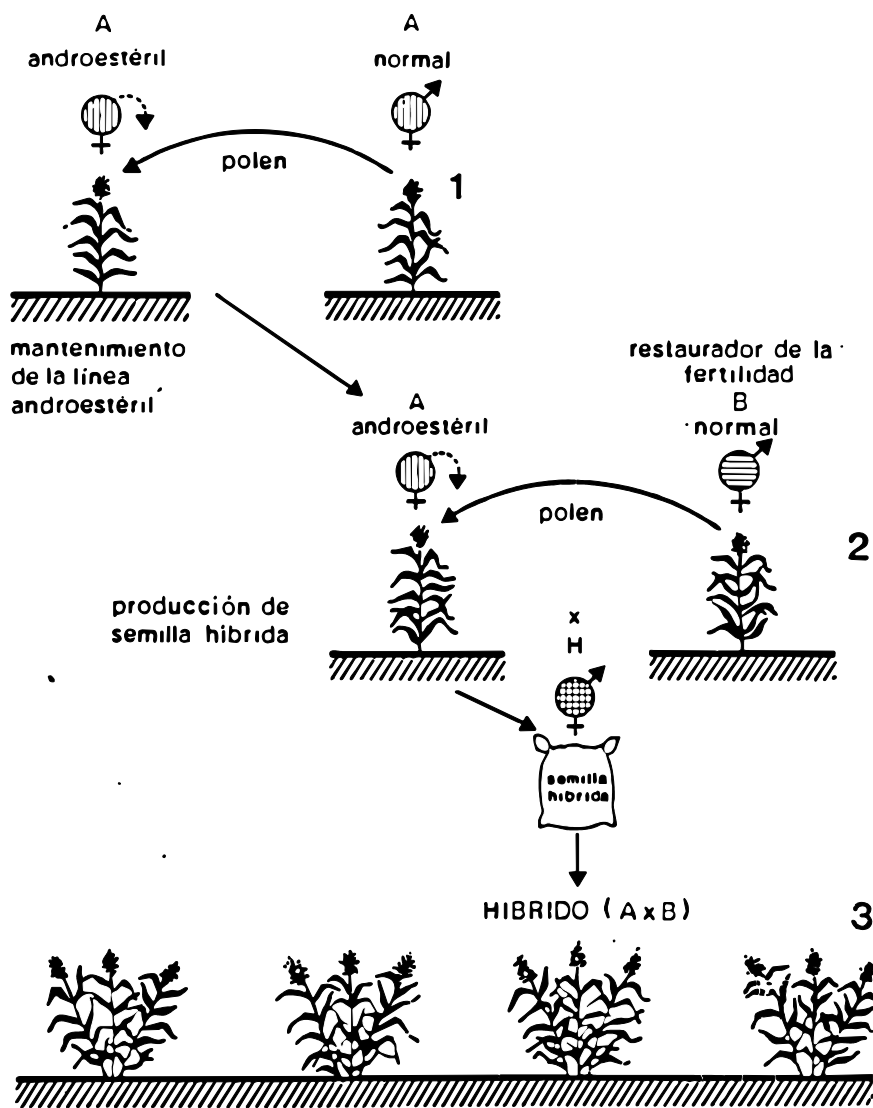
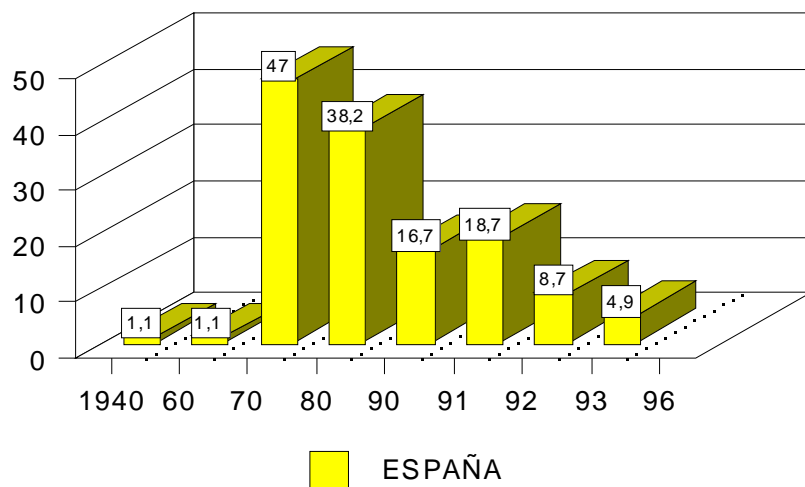


Fig. 11. Esquema de la hibridación del sorgo.

SORGO

Superficie cultivada



SORGOS HÍBRIDOS

HÍBRIDOS DE CICLO CORTO (80-90 días)

Nombre	Tallo	Panoja	Color grano	Rto	Otros
NK 120	Corto y recio. 95 cm	Alargada y estrecha	Pardo	A	Muy precoz.
Minisorgo 50	Tallos finos	Compacta y con granos		A	id.
NK 121	Corto y fuerte	Compacta y con granos	Pardo	A	id.
NK 125	Poco alto. 90 cm.	Grandes y densas	-	A	-
Pionner 885	Porte bajo	Resiste el vuelco	-	A	Muy precoz
S 1	Azucarado	id.	Rojo	A	-
B 32	Recio	id.	Rojo oscuro	A	-

DE CICLO MEDIO (100-110 días)

Nombre	Tallo	Panoja	Color grano	Rto	Otros
NK 140	Vigoroso	Semiabierta	Rojo	A	↑ % de germinación.
NK 120	Bajo y fuerte	Grandes y ovaladas	Rojo-pálido	A	Precoz
NK 222	Bajo y fuerte	Grandes y compactos	Amarillo	A	Precoz