



Guías para la regeneración de germoplasma

Sorgo

HD Upadhyaya, V Gopal Reddy y DVSSR Sastry

International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Andhra Pradesh, India



Introducción

El sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench., pertenece a la familia de las Poaceae. Se cultiva en muchos lugares del mundo y se considera uno de los cereales más importantes. Existen unas 30 especies de *Sorghum*: *S. bicolor* se cultiva como grano y forraje, mientras que *S. halepense* (L.) Pers. (conocido como paja Johnson o sorgo de Alepo) y *S. propinquum* (Kunth) Hitchc. se cultivan solamente como forraje. Algunos parientes silvestres del sorgo son *S. bicolor* subsp. *verticilliflorum*

(Steud.) de Wet ex Wiersema & J. Dahlb. (sorgo silvestre común; sinónimo: *S. arundinaceum*), *S. purpureosericeum* (Hochst. ex A. Rich.) Asch. & Schweinf. y *S. versicolor* (Andersson).

El sorgo es un componente importante de la dieta de muchas personas en el mundo. Se consume principalmente como pan sin levadura o como potaje. Se utiliza también como forraje (ICRISAT 2008) y el sorgo dulce se cultiva para producir jarabe de sorgo.

El sorgo es una gramínea muy tolerante a la sequía, lo cual la hace una opción excelente para las zonas semiáridas y secas. La mayoría de los cultivares son anuales y algunos son perennes. El tallo del sorgo puede medir hasta 4 m de alto; los granos son pequeños, de 3 a 4 mm de diámetro, y dispuestos en panículas. La inflorescencia varía de tamaño y forma, desde ramas sueltas colgantes hasta una panoja compacta y ovalada (IBPGR e ICRISAT 1993).

Aunque es principalmente autógamo, la protoginia puede causar una tasa de por lo menos el 5% de polinización cruzada natural (Purseglove 1972). Por tanto, la integridad genética de las accesiones de sorgo se mantiene por autofecundación.

Selección del ambiente y la época de siembra

Condiciones climáticas

- El sorgo es una planta de días cortos. La mayoría de las variedades requieren temperaturas altas para desarrollarse bien
- El sorgo se puede dividir en tres grupos, con base en su adaptación a diferentes temperaturas y duración de la luz día:
 - Sorgos de tierras altas tropicales, tolerantes al frío, que crecen y se reproducen en condiciones de temperatura relativamente bajas, especialmente durante la noche y son sensibles al fotoperíodo
 - Los sorgos templados son relativamente insensibles al fotoperíodo y toleran el frío al inicio y al final del ciclo de cultivo, pero no durante la floración. Se adaptan a los días cálidos o calientes con noches frías
 - Los sorgos tropicales de tierras bajas se adaptan a días relativamente cálidos, con noches igualmente cálidas, durante todo el ciclo de cultivo; son sensibles al fotoperíodo
- La regeneración se debe programar de acuerdo con los tipos de sorgo y las condiciones ambientales prevalecientes.

Preparación para la regeneración

Cuándo regenerar

- Cuando la cantidad de semilla sea <50g
- Cuando la germinación descienda por debajo de 75%
- Si >25% de la semilla está infectada por uno o más de los siguientes hongos: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Fusarium*, *Macrophomina*, *Penicillium*, *Phoma* o *Rhizopus* spp.

Muestra de semilla

- El sorgo se propaga por semilla. Para mantener la integridad genética, en lo posible use semilla de la fuente original
- Se requieren por lo menos 50 plantas (preferiblemente más) para la regeneración
- Para la regeneración de las accesiones se requieren entre 8 y 15 g de semilla (dependiendo del tamaño de la semilla)
- Para cada accesión, prepare un paquete de semilla para sembrar en cada hilera
- Rotule los paquetes con el número de identificación de la semilla y el número de hilera, y organícelos de acuerdo con la distribución espacial de la parcela.

Selección de la parcela y preparación del suelo

El sorgo se puede cultivar en un amplio rango de suelos, pero los vertisoles (tierra negra) son los mejores para la regeneración. El pH del suelo debe estar entre 5.5 y 8.5; la planta tolera cierto nivel de salinidad, alcalinidad y mal drenaje.

- Seleccione un lote en el que no se haya cultivado sorgo en el año anterior
- Seleccione un lote con buen drenaje que esté libre de malezas en el momento de la siembra para asegurar una buena reserva de humedad en el suelo
- Are profundo y luego pase el rastrillo de tres a cuatro veces para obtener un suelo levemente friable

- Nivele el terreno y luego construya caballones a 75 cm de distancia. Esto facilita el mejor establecimiento de las plántulas y de la cosecha en pie.

Método para la regeneración

Distribución espacial de las parcelas, y densidad y distancia de siembra

- Divida el campo en parcelas dejando 1 m de camino libre entre parcelas. Las parcelas pueden ser de 3 a 9 m de ancho, dependiendo del tamaño del lote
- En cada parcela, marque las hileras a una distancia de 75 cm y perpendiculares a la longitud del lote, para obtener hileras de 3 a 9 m de largo, dependiendo del ancho escogido para la parcela
- Deje una distancia mínima de 3 m entre accesiones diferentes.

Método de siembra

- Asigne números a las hileras siguiendo un patrón en serpentina (es decir, siembre de izquierda a derecha en la primera hilera, devolviéndose de derecha a izquierda en la segunda hilera, y así sucesivamente)
- Si va a regenerar gran cantidad de accesiones, siembre mecánicamente con una sembradora de cuatro conos accionada por un tractor; si no, siembre manualmente.

Rotulación

- Rotule cada accesión con una etiqueta amarrada a una estaca de unos 50 a 70 cm de alto
- Use etiquetas resistentes a la intemperie.

Manejo del cultivo

La integridad genética de las accesiones de sorgo se mantiene mediante la autofecundación cuando se regeneran gran cantidad de accesiones simultáneamente y no es posible aislarlas.

- Poda las hojas bandera de las panículas emergentes
- Antes de la anthesis, cubra las panículas con bolsas de papel (10 x 5 x 37 cm) bien rotuladas (foto 2)
- Usando una grapadora o un sujetapapeles, cierre las esquinas de las bolsas para que el viento no las vuele de las panículas
- Retire las bolsas después de 21 días (grano en etapa fenológica de consistencia semidura) y amárrelas alrededor de los pedúnculos para identificar las panículas autofecundadas durante la cosecha.

Fertilización

- Aplique fertilización con base en los resultados de análisis de suelos. Si no se tiene un análisis de suelo, aplique nitrógeno y fósforo en una dosis de 40 kg/ha de cada uno. Si se requiere, aplique 35 kg/ha de potasa
- Durante la siembra, aplique el fertilizante a lo largo de las hileras en surcos de 5 cm de profundidad y a 5 cm de distancia de la semilla. Aplique una segunda dosis de nitrógeno (entre 40 y 60 kg/ha) entre hileras, 30 días después de la siembra.

Raleo

- Dos semanas después de la siembra, elimine las plántulas sobrantes para obtener una parcela con 90 plantas de cada accesión (espaciadas de 10 a 15 cm entre sí).

Control de malezas

- Aplique un herbicida de acción pre emergente. En las etapas iniciales del ciclo de cultivo, are entre hileras y en las etapas posteriores, elimine las malezas manualmente
- Elimine las plantas fuera de tipo y las plántulas que emerjan fuera de las hileras.

Riego

- Después de la siembra, verifique el nivel de humedad del suelo y aplique riego cuando éste esté seco para evitar el marchitamiento de las hojas durante cualquier etapa del ciclo de cultivo y asegurar humedad durante la floración.

Plagas y enfermedades comunes

Contacte los expertos en sanidad vegetal para identificar los síntomas de plagas y enfermedades, y recomendar las medidas de control apropiadas

- Las principales enfermedades del sorgo son la antracnosis (*Colletotrichum graminicolum*), el tizón de la hoja (*Helminthosporium turcicum*), el mildew velloso (*Sclerospora sorghi*) y el carbón de la espiga (*Sphacelotheca* spp.)
- Los principales insectos son la mosca de los brotes (*Atherigona soccata* Rondani) y el barrenador manchado del tallo de sorgo (*Chilo partellus*)
- Los pájaros también pueden ser predadores del sorgo.

Monitoreo de la identidad de la accesión

Comparaciones con los descriptores morfológicos

Compare cada accesión con los siguientes descriptores registrados previamente para la accesión:

- Ejerción de la panícula
- Forma y grado de compactación de la panícula
- Color de las glumas
- Cobertura de la gluma (raza)
- Color del grano.

Cosecha

- La madurez de la semilla se identifica por la formación de una capa negra sobre la semilla. Un punto negro en el pericarpio, aparentemente asociado con la formación de la capa negra, indica la madurez fisiológica. El momento óptimo para cosechar semilla de máxima longevidad se presenta 7 semanas después de la antesis
- Coseche y trille la semilla manualmente. También se pueden usar trilladoras de precisión pequeñas, asegurándose de limpiar muy bien el equipo entre accesiones
- Mezcle semilla de por lo menos 50 plantas autofecundadas para mantener la accesión
- Seleccione sólo las panículas autofecundadas, una de cada planta, identificadas por la hoja bandera recortada y la bolsa de fecundación amarrada alrededor del pedúnculo. Con tijeras de podar, corte la panícula justo debajo de la base

- Colecte las panículas de cada hilera en un saco de yute bien rotulado (rotúlelo tanto por fuera como por dentro, con el número de la accesión y de la hilera).

Manejo poscosecha

- Ponga a secar las panículas en la sombra durante una semana hasta que la semilla tenga un contenido de humedad del 12% (ideal para la trilla manual)
- Trille las panículas individualmente golpeándolas suavemente; limpie las semillas de desechos soplándolas al viento
- Colecte cantidades iguales de semilla de cada panícula (de cada planta) y mézclelas para reconstituir la accesión original
- Durante la trilla y el manejo posterior, evite que la semilla se riegue o se contamine con la de otra accesión
- Verifique la identidad de la accesión basándose en las características de la semilla (ver a continuación). Envíe una muestra representativa para que se observen las características de la semilla y se le realicen las pruebas de sanidad y viabilidad. Rechace muestras que tengan un alto porcentaje de infección y apunte las accesiones descartadas para tenerlas en cuenta en la siguiente regeneración
- Evite aplicar tratamientos químicos a semilla que se vaya a almacenar. Colecte la semilla en una bolsa de muselina debidamente rotulada para que continúe el secado, preferiblemente a temperatura y humedad relativa bajas (20 a 25°C y 30 a 40%, respectivamente)
- Mantenga la semilla en estas condiciones hasta que alcance un contenido de humedad entre 8 y 9% (para conservación a mediano plazo). Para conservación a largo plazo, seque las semillas hasta un contenido de humedad entre el 5 y el 7%, usando ventilación forzada en una cámara de secado de semilla a una temperatura de 15°C y una humedad relativa entre el 15 y el 20%
- Si no dispone de una cámara de secado y de ventilación forzada, seque las semillas hasta un contenido de humedad entre el 5 y el 7% usando gel de sílice u otro desecante apropiado
- Empaque la semilla en recipientes impermeables (frascos de plástico o bolsas de aluminio laminado) para su conservación y distribución
- Traslade las semillas a un área de almacenamiento a corto plazo.

Regeneración de sorgo silvestre

Cultive las especies silvestres en un área aislada para evitar la hibridación con germoplasma de especies relacionadas o la introducción de malezas. Cultive las especies invasoras, como *S. propinquum* y *S. halepense*, en un invernadero con un manejo cuidadoso.

- Para cultivo en el campo, prepare semilleros de 1.5 m de ancho por 6 m de largo. Para cultivo en el invernadero, use macetas de 30 cm de diámetro con una mezcla de tres partes de tierra negra, dos partes de arena y una parte de estiércol
- Germine la semilla de las especies silvestres en vasos de papel y luego transplántelas al campo, con una distancia entre plantas de 20 cm, o a macetas en el invernadero
- Siga las mismas recomendaciones de manejo del sorgo cultivado
- Cubra las panículas con bolsas de papel pergamino antes de la emergencia del estigma para evitar la hibridación

- Coseche las panículas individualmente a medida que van madurando y antes de la dispersión de la semilla
- Colecte las semillas de cada planta en una bolsa de muselina debidamente rotulada
- Seque las semillas en la bolsa de muselina en la sombra y límpielas soplando suavemente o soplándolas al viento
- Tome cantidades iguales de semilla de cada planta y mézclelas para reconstituir la accesión, continuar el secado y posteriormente almacenar la semilla.

Registro de la información durante la regeneración

Colecte la siguiente información durante la regeneración y regístrela en el centro de documentación del banco de germoplasma:

- Nombre y datos georreferenciados o mapa del sitio donde se realizó la regeneración
- Nombre del colaborador
- Número de referencia del campo/la parcela/el vivero/el invernadero
- Número de la accesión: identificación de la población
- Fuente de la semilla
- Referencia de multiplicaciones o regeneraciones previas (si no se conoce la generación)
- Preparación de los materiales de siembra (tratamientos previos)
- Fecha y densidad de siembra
- Distribución espacial de las parcelas en el campo
- Detalles sobre el manejo de campo (riego; fertilización; control de malezas, plagas y enfermedades; estreses registrados; y otras prácticas)
- Condiciones ambientales del sitio de regeneración (altitud, precipitación, tipo de suelo, otras características)
- Emergencia en el campo o invernadero (número de plantas germinadas)
- Número de plantas establecidas
- Número de días desde la siembra hasta la floración
- Método usado para el control de la polinización (método, número de plantas polinizadas)
- Fecha y método de cosecha
- Número de plantas cosechadas
- Cantidad de semilla cosechada
- Evaluación agronómica; características agromorfológicas
- Comparación con los materiales de referencia (registre cualquier número de identificación o referencia de cualquier muestra tomada de la parcela de regeneración)
- Poscosecha (describa los procedimientos relevantes).

Referencias y lecturas adicionales

IBPGR and ICRISAT. 1993. Descriptors for sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.].

International Board for Plant Genetic Resources, Roma, Italia; International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru, India. Disponible en http://www.biodiversityinternational.org/nc/publications/publications/publication/?user_biodiversitypublications_pi1%5BshowUid%5D=2279. Vínculo activo al 6 de noviembre de 2008

ICRISAT. 2008. Sorghum. Disponible en: <http://www.icrisat.org/sorghum/sorghum.htm>.
Vínculo activo el 6 de octubre de 2008.

Kameswara Rao N, Sastry DVSSR. 1998. Seed quality considerations in germplasm regeneration. En: Engels JMM, Ramanatha Rao R, editores. Regeneration of Seed Crops and their Wild Relatives, Proceedings of a Consultation Meeting, 4–7 December 1995. ICRISAT, Hyderabad, India. pp. 144–149.

Purseglove JW. 1972. *Sorghum bicolor* (L.) Moench. En: Tropical Crops. Monocotyledons. Longman Group Limited, Londres. pp. 261–287.

Rao NK, Bramel PJ. 2000. Manual of Genebank Operations and Procedures. Technical Manual No. 6. ICRISAT, Patancheru, India.

Reconocimiento

El contenido científico de esta guía fue revisado por Kameswara Rao, International Center for Biosaline Agriculture (ICBA), Dubai, Emiratos Árabes Unidos.

Cómo citar esta publicación

Upadhyaya H.D., Gopal Reddy V. and Sastry D.V.S.S.R. 2008. Guías para la regeneración de germoplasma: sorgo. En: Dulloo M.E., Thormann I., Jorge M.A. and Hanson J., editors. Crop specific regeneration guidelines [CD-ROM]. CGIAR System-wide Genetic Resource Programme (SGRP), Rome, Italy. 9 pp.



1



2

1 Planta de sorgo
(*Sorghum bicolor*).
ICRISAT

2 Panículas de sorgo
cubiertas con bolsas de
papel antes de la antesis.
ICRISAT

