

SORGO

Ing. Agr. Alejandro Vallati
avallati@bordenave.inta.gov.ar

Descripción del cultivo

El género tiene origen en Africa tropical. Fue uno de los primeros cultivos domesticados por el hombre para su alimentación y la de sus animales. Su introducción en USA posibilitó su difusión extensiva. Se conocen sorgos de diferentes tipos o razas, estas son: a. Bicolor; b. Guinea; c. Caudatum; d. Kafir y e. Durra sobre la base de características de la panoja madura y espiguillas. Los primeros sorgos introducidos fueron de tipo Durra en USA, luego Kafir y Milo, el Shallu desde la India y luego de Africa Feterita y Hegari. Recien en el año 40 se difunden los sorgos aptos para cosecha con cortatrilla, gracias a la fitotecnia e incidieron en el aumento de área sembrada. Es una gramínea subfamilia Panicoideas, tribu Andropogóneas.

Tiene inflorescencia en panoja con espiguillas de a pares una fértil y la otra estéril. La fértil está acompañada de dos espiguillas con pedicelo.

Especies conocidas

Perennes, rizomatosas (2n: 40) = S. Halepense y S. Almun.

Anuales(2n:20) = Muy macolladoras S. Sudanense (base de la mayoría de los sorgos forrajeros).

Medianamente macolladotas = S. Sacharattum (sorgos azucarados, también seleccionados para obtener sorgos forrajeros por su palatabilidad).

Poco macolladotes = Panoja compacta S. Caffrorum (de color blanco, amarillo, castaño o rojizo, los mas usados para cultivos graníferos)

Panoja semidensa o laxa S. Technicum (sorgo para escobas, con plantas de 1.5 a 4 mts de altura).

Raíces

Sistema fibroso, alcanza profundidades de 0,90 a 1,20 m. Tiene tres clases de raíces, laterales, adventicias y aéreas. Hay dos veces mas raíces de corona en sorgo que en maíz. La absorción radicular del sorgo es dos veces más eficiente que en maíz, aunque el área foliar es inferior. Por eso se dice que este cultivo tiene mayor tolerancia a la sequía que el maíz. La planta de sorgo crece lentamente, hasta que el sistema radical está bien desarrollado. Además el sorgo tiene buena capacidad de regulación de la transpiración, y **puede retrasar su desarrollo frente a condiciones ambientales adversas.**

Tallo

Llamado caña, es compacto, a veces esponjoso, con nudos engrosados. Puede originar macollos, de maduración más tardía que el tallo principal. La presencia de macollos es varietal influenciada por fertilidad, cond. hídricas y densidad.

Hojas

Se desarrollan entre 7 y 24 hojas dependiendo de la variedad, alternas, opuestas, de forma linear lanceolada, la nervadura media es blanquecina o amarilla en los sorgos de

médula seca y verde en los de médula jugosa. Tiene lígula en la mayoría de los casos. Borde de hoja con dientes curvos y filosos y numerosas células motoras ubicadas cerca de la nervadura central en la cara superior o haz facilitando el arrollamiento de la lámina durante una sequía (acartuchamiento).

Panoja

Compacta, semicompacta o semilaxa. Con espiguillas de a pares. La fértil con dos flores, una estéril, la fértil es una típica flor de gramínea. Las glumas a la madurez cubren solo la base del grano.

Tiene pulvino que en condiciones de estrés se contrae y cierra la panoja. Se buscan en general híbridos con buena excerción o sea buen largo de pedúnculo.

Grano

Cariopse **blanco**, amarillo, castaño, rosado o castaño rojizo. Los castaños tirando a marrón café durante la madurez suelen contener alto tanino, sustancia astringente que afecta la digestibilidad del grano y auventa a las aves. El p1000 entre 20 y 40 g. Los sorgos graníferos sin taninos condensados, tienen un valor nutritivo equivalente a un 96 % del valor nutritivo del maíz.

CONCEPTOS GENERALES SOBRE EL CULTIVO DE SORGO

Se cultiva ampliamente en zonas de clima templado a pesar de ser una gramínea de origen tropical. Se adapta a necesidades mínimas **de 250 mm** durante el ciclo del cultivo. Por su sistema radicular ayuda a recuperar estructura a los suelos y aporta un generoso volumen de materia orgánica, eso lo hace un cultivo ideal para iniciar sistemas de Siembra Directa y es bueno que sea considerado como participe obligado en la rotación de todo suelo para mantener buena fertilidad por su aporte de residuos. Comparado con el maíz, tiene más proteína y menos aceite, con menor contenido de **energía metabolizable**. No tiene pigmentos carotenoides, que son importantes en la coloración de la piel de los pollos y la yema de los huevos; se puede compensar con *pigmentantes naturales o artificiales*. Todos tienen taninos, los complicados son los taninos condensados (catequinas, flavonoides y leucoantocianinas). Estos afectan el valor nutritivo del sorgo, pues fijan las proteínas del grano e inhiben la acción de la amilasa bajando la digestibilidad de los granos y la eficiencia alimentaria en un 10 a más del 30 %. En el mercado Argentino actual los sorgos con taninos condensados, toman una coloración marrón café en el lapso de la maduración a cosecha, así son fácilmente identificables, comparados con los rojos sin taninos condensados (el color está en la *testa del grano*, capa del pericarpio). Hay sorgos blancos con pericarpio translúcido, sin pigmentos antocianicos para molienda directa. En las áreas con problemas de daño en aves prefieren los sorgos con taninos condensados por razones obvias. En nuestro país no son tan grandes y se privilegia el cultivo de sorgos sin taninos, destacándose que **la mayoría de los híbridos actuales presenta buena calidad de grano a cosecha**, aun en condiciones de alta humedad en ese momento.

En lo referente al rinde, con relación a los ciclos se sabe que existe una relación positiva entre maduración tardía y alto rinde. Los **híbridos de ciclo largo tienen más potencial que los cortos**, sembrados en ambientes más favorable cada día de aumento en la duración del período de floración, incrementa el rinde en casi 100 kg por hectárea (Ing. Chessa, Pioneer Argentina). Recordemos que no siempre las condiciones son favorables en todo el período de crecimiento, sobre todo en nuestras zonas, donde según nuestros técnicos (Agr. O. Vigna, Bordenave) los ensayos realizados en la EEA Bordenave muestran que pocas veces las precipitaciones superaron los 400 mm durante el ciclo, de manera que

por las condiciones climáticas y por su seguridad de producción, se aconseja los sorgos de corto período vegetativo. De hecho durante el ciclo 2002/03 llovieron solo 304,5 mm. En lo referente a plagas, las más comunes son los áfidos, son dos tipos **el pulgón del maíz y el pulgón verde de los cereales**. El primero en aparecer es el pulgón del maíz visible en el cogollo de las plantas, su saliva no es tóxica no hay una afección significativa en rinde y no se suele hacer control; en cambio el pulgón verde aparece en panojamiento en el envés de las hojas de abajo del cultivo progresa hacia arriba de la planta, con saliva tóxica posibilita la entrada de hongos ocasionando vuelco. Hay tolerancia al pulgón verde en los nuevos híbridos. En caso contrario tratar con insecticidas específicos. Aparentemente la **Directa** disminuiría la cantidad de pulgones que bajan a atacar las plantas de sorgo. Otro insecto es **el astilo moteado o siete de oro**, su control no se justifica, no produce daño económico. Con relación a la mosquita del sorgo debe considerarse el daño económico que puede producir la larva nacida sobre la flor que come el ovario. El número que indica que hay que hacer control es de **una mosquita por panoja promedio**, se cuenta al comienzo de floración, cuando el 20 % de las panojas total del lote emiten polen entre las 9 y 11 de la mañana.

Sembrando durante octubre y noviembre no habría muchos problemas con este insecto, por escapar al pico de presencia de mosquita. No deben realizarse tratamientos preventivos. Un técnico extranjero recomienda no mezclar para tratamiento de semilla Concep III con Gaucho, deben ser aplicados separadamente, no en el mismo tambor. Se nota mas en semilla blanca. Como conclusión, considerando las posibilidades de su uso en la alimentación, su participación en lo referente a la conservación y creación de los suelos, y su simplicidad en el manejo, sobre todo en S.D. el sorgo debe ser tenido en cuenta cuando se planifique Agricultura Sustentable de Alta Producción.

CONDICIONES AMBIENTALES

El sorgo tolera mejor la sequía y el exceso de humedad en el suelo que la mayoría de los cereales. Requiere un mínimo rentable de 250 mm de lluvia en el ciclo, con un óptimo en los 400-550 mm en el ciclo. Nuestra región se caracteriza por un gran déficit hídrico en el período estival, que se acentúa en el mes de enero, donde normalmente los registros pluviométricos son escasos y las marcas térmicas son elevadas (ver balance hídrico, boletín de O. Vigna, '89). Si consideramos que el momento de mayor requerimiento de humedad del cultivo es el comprendido entre encañazón y floración, unos 20 días, es de suma importancia que no caiga durante enero este momento. Se debe conocer por lo tanto perfectamente el ciclo siembra a floración y el momento de temperatura óptima en el suelo para la rápida emergencia (**18 ° C en el suelo**). En nuestra zona esto ocurre en el mes de noviembre, antes corremos el riesgo de heladas tardías y nacimientos desuniformes. Lo usual es las siembras **de mediados de noviembre**, pero de existir condiciones óptimas antes se podría adelantar la siembra con tranquilidad. **Atrasar mucho la siembra trae problemas si el mes de marzo acumula mucha lluvia**. El promedio de los últimos años de este mes oscila en los 100 mm, pero es muy variable. Este año llovieron solo 36 mm. Durante la floración necesita un mínimo de 16 ° C, por debajo se puede producir esterilidad siendo la Tra óptima entre 22 y 27 ° C.

Entonces las mayores exigencias de agua comienzan 30 días después de la emergencia y continúan hasta el llenado de los granos, siendo el período más crítico panojamiento y floración, los mayores rindes se logran con agua disponible toda la estación, eso ocurrió durante el año 1997/98 en nuestra zona con rindes de 9500 a 10400 kg/ha en las parcelas experimentales. Durante todo el desarrollo llovieron 747 mm, sin heladas tardías y sin enfermedades, ni plagas. Solo se aplicaron 40 kg/ha de superfosfato a la siembra.

Otro cálculo hecho nos dice que cuando es la mayor demanda del sorgo necesita en el estado de panoja embuchada, unos 7 a 10 días antes de floración unos 6 a 7.5 mm por día, parecido al maíz.

MANEJO DEL CULTIVO

Para calculos de densidad de siembra se puede utilizar la siguiente fórmula: $(PI/mt \times 1,43 \times P1000 \times 100) / (P.G. \times \text{pureza} \times \text{eficiencia de emergencia})$. **Cuanto menor sea la distancia entre hileras y mayor densidad de plantas/ha, la distribución de rastrojos es mejor sobre el suelo. Y mejor trabajo futuro para S.D.**

Para nuestra zona se recomiendan entre 100000 y 120000 plantas por hectárea dependiendo del macollaje del híbrido. Serían entre 10 a 12 plantas por m a 0,70 m; unos 4 kg por Ha de semilla. Se pueden acercar las hileras si se va a usar herbicida presiembrado o postemergente.

Una vez nacido el cultivo con plantas de 15 a 20 cm de altura podemos rebajar el camellón en caso de usar lister o semilister, si usamos la rastra rotativa es recomendable hacerlo en el sentido de la siembra, a bajas velocidades (no + de 7 km por hora).

Si escardillamos, hacerlo con plantas a 40 50 cm de altura, no más de 5 a 8 cm de profundidad. En nuestra zona no más de dos labores de escarda. No es conveniente acá aporcar demasiado entre líneas, por el incremento de la evaporación que ocasiona el mayor movimiento de suelo.

Si aplicamos herbicidas es importante la humedad en primer término y la temperatura, no es conveniente aplicar en horas de intenso sol o muy fríos y debe haber suficiente humedad para que la planta esté en actividad. **La Atrazina** es el herbicida mas usado a dosis comercial y controla pata de gallina, pasto colorado, cola de zorro y la mayoría de las anuales de hoja ancha.

Caracteres deseables en sorgo

- Buena producción de grano.
- Tallo fuerte
- Uniformidad de altura
- Sin macollos secundarios
- Granos grandes y pesados, fáciles de trillar y de calidad alimenticia, ya sea para la hacienda o humana.
- Panoja erecta con pedúnculo fuerte y largo de buena excerción (de 18 a 20 cm por sobre la última hoja), que sea densa y abierta, por la maduración.

Puede cosecharse con 20 a 25 % de humedad, con secado posterior, sino fuera posible secar hacerlo con 16 % mas o menos. Con sorgos precoces a mediados de marzo estamos en 20 % de humedad.

Se puede aplicar desecante químico con 25 a 30 % de humedad.

Los sorgos dejan un rastrojo utilizable por la hacienda, se recomiendan altas cargas para reducir el período de pastoreo e iniciar un barbecho y se evitaría el desgrane en las panojas caídas o descomposición por acción de la humedad. También pueden ser diferidos, esto aportaría unos 4 a 6000 kg de MS por hectárea en otoño y entrada del invierno, puede acompañar verdeos aguachentos. En la EEA se ofreció un diferido con 10000 kg MS con 65 % de tallo y hojas y 35 % de granos. Fueron 116 vacas en 4,5 has en parcelas de 0,07 has (700 m²). Del 28/4 al 1/7 las vacas salieron en buen estado.

Fertilidad del suelo

El rendimiento del sorgo es muy afectado por la baja fertilidad de los suelos y también por problemas en sus condiciones físicas. El N es la deficiencia mas frecuente. Se puede corregir con: rotaciones con praderas, leguminosas(alfalfa, vicia, tréboles etc.) y/o con el agregado de fertilizantes. A partir de los 30 días de emergido el cultivo aumenta los

requerimientos, en caso de aplicarse N hacerlo fraccionado 30-50 % a la siembra y el resto con 5-6 hojas. La deficiencia de P da plántulas de color rojizo a púrpura, menos desarrollo radicular y atraso en la floración y madurez. El P debe aplicarse a la siembra, cerca de la semilla, o por debajo cerca de sus raíces. La aplicación conjunta P y N mejora la absorción del primero. Debemos balancear la aplicación. Un sorgo de 5000 kg por Ha extrae 130 y 55 kg/ha de N y P respectivamente. La mitad de N la devolvemos con los rastrojos si no son pastoreados. Conviene una consulta técnica para conocer el suelo, su fertilidad etc.

Un dato: dijimos que recomendábamos para nuestra zona híbridos de ciclo corto, pero **en caso de silaje de planta entera o grano húmedo podríamos sembrar algún cultivar de ciclo intermedio**. Recordemos los cortos son de hasta 100 días de ciclo total, con 68-75 días a floración. Los intermedios hasta 120 días de ciclo con 68-80 días a floración y los largos con más de 120 días de ciclo y con 72-82 días a floración.

Ciclos cortos de híbridos tradicionales, quiere decir que **hay materiales nuevos** que acá no figuran:

GR80 (Zeneca); Percherón INTA; DA38 (Monsanto); Relámpago 55 (Cargill); Relámpago 20 (Cargill); Nahuel (Novartis); DA35 (Monsanto); NK238 (AgarCross); P8587 (Pioneer); A9705 (Nidera); M816 (Morgan).

Ciclos medios: Norteño2R (Cargill); MS3 (Morgan); Epecuen (Novartis) ACA 557 (ACA); P8585 (Pioneer) y Alfa (Sursem).

El medio ambiente donde el sorgo es cultivado

Existe poca información sobre los efectos de condiciones ambientales específicas en la calidad de los nutrientes del grano de sorgo. Es sabido que las mismas pueden modificar las proporciones relativas de los constituyentes del grano de sorgo. Es sabido que las mismas pueden modificar las proporciones relativas de los constituyentes del grano de sorgo. Bajo condiciones de estrés hídrico como suelen ser las nuestras, puede producirse el encogimiento del endosperma y de esa manera los granos quedar con una mayor proporción de embrión. Los granos provenientes de áreas de cultivo bajo estrés, a menudo pueden poseer un % mayor de proteínas que aquellos producidos en ambientes óptimos. Luce (1988) tomó muestras de sorgos cultivados en diferentes partes de Oklahoma con un clima como el nuestro la P.B. varió de 10,9 a 16,5 %. La interacción del genotipo del híbrido con las condiciones ambientales del área del cultivo a la cual es expuesto, puede tener un mayor impacto en el valor nutritivo del sorgo. Quizás debido a que es cultivado en un mayor número diferente de ambientes que el maíz, el valor nutritivo del sorgo muestra mayores variaciones que las del maíz.

Valor Nutritivo del Sorgo

El grano de sorgo resulta adecuado para cubrir los requerimientos energéticos de animales productores de carne y leche. Siendo un cultivo de mayor seguridad de cosecha en zonas marginales como las nuestras. Si tratamos mecánicamente, molido, partido, aplastado etc. se destruye la membrana del endosperma a fin de aumentar la accesibilidad microbiana al almidón. El trigo suele presentar los más altos contenidos de almidón (77 %) seguido de cerca por el maíz y el sorgo (72 %) para luego aparecer la cebada y la avena (57-58 %).

Composición y valor nutritivo promedio del grano de sorgo

MS %	86-90
MO %	98.3

Digestibilidad %	86-83
EM Mcal/kg MS	3.2-3.0
Proteína %	11- 7
Almidón % MS	74-70
Almidón soluble % MS	13.2
Almidón degradable en rumen %MS	52.5
Almidón bypass % MS	21.5
Velocidad de digestión %/hora	4.4
Pared celular % MS	10- 11
Lignina % MS	4.0- 3.0
Lípidos % MS	3.7
Minerales % MS	1.7
Calcio % MS	0.03
Fósforo % MS	0.32

Estos datos nos dicen que el sorgo resulta pobre en proteína 7 – 11 % y rico en energía 3.0 a 3.2 Mcal debido a su alto contenido de almidón 70-74 %. Es un almidón poco soluble de mediana degradabilidad ruminal y una moderada velocidad de digestión. Estas propiedades nutricionales le otorgan un **menor riesgo de causar interacciones digestivas negativas o cuadros de acidosis ruminales clínicas en dietas de alto grano (feedlot o suplementación por escaso pasto o estratégica).**

Cuadro de ganancia de peso (GP), consumo de MS (CMS) y valor calculado de energía metabolizable (EM) para distintos granos forrajeros a partir de resultados de feedlots americanos.

Grano	Cebada	Maíz	Sorgo	Avena	Trigo
GP kg	1.42	1.43	1.39	1.50	1.38
CMS kg/d	8.77	8.93	9.43	9.15	8.65
Conversión	6.24	6.32	6.88	6.12	6.34
EM estimada	3.55	3.40	3.22	3.46	3.46
EM NRC('96)	3.29	3.25	2.96	2.78	3.18
Dif. %	+7.9	+4.6	+8.7	+24.5	+8.8

Puede observarse que no existen diferencias significativas en cuanto a GP generada por la utilización de sorgo respecto a otros granos forrajeros. Aumenta el CMS con sorgo y disminuye con trigo. El maíz y el sorgo tienen menos digestibilidad cuando no son procesados por una asociación entre almidón y proteína insoluble. Recordemos que en estos casos el forraje representó solo un 6 % de la dieta pues son feedlots.

El grano de sorgo puede reemplazar exitosamente a otros granos forrajeros en esquemas de suplementación. Debido a la dureza de su pericarpio resulta un grano mucho más dependiente del procesamiento en comparación al maíz o cebada. Adecuadas respuestas productivas serán entonces dependientes del tratamiento del grano previo a suplementación y del contexto productivo en el cual se utilice la práctica (pastoreo o feedlot)

Manejo del Sorgo en SD

Recordemos que el sorgo es un buen generador de cobertura y muy rápido. El maíz necesita 372 litros de agua para generar 1 kg de MS el sorgo sólo utiliza 275 litros de agua. Reduce la erosión por cobertura y por sistema radicular voluminoso. Esas raíces del sorgo

generan una situación subsuperficial que permite infiltrar agua con mayor facilidad. O sea permite un balance hídrico más eficiente.

Por su rusticidad y su capacidad recuperadora de suelos se lo destina a suelos bajos o con problemas de estructura. En condiciones ideales (recordemos los ensayos de Bordenave de 1997/98) llega a rendir cerca del potencial del maíz.

Recordamos el momento crítico de panoja embuchada por salir debemos ubicarlo en situación favorable de temperatura y humedad. Según algunos autores ya tenemos sorgos ciclos cortos que florecen a los 55, 56 o 57 días de emergencia, otros a los 80 días.

Dos de las malezas más problemáticas son el sorgo de alepo y la Digitaria. Se recomienda para la esto la Atrazina. Se puede aplicar temprano y esperar 40 mm para que se disuelva en los primeros cm del suelo, y despues sembrar el sorgo, en el peor de los casos asegura 80 días de residualidad, eso y un acercamiento entre hileras permite competir con esta maleza. En caso de cebollín usar el herbicida **Sempre** y en caso de yuyo sapo **Tordón con 2-4 D** en preemergencia.

Se está recomendando en la SD densidades mayores a 35 cm entre hileras. Los sorgos de menor porte responden mucho más que los sorgos de gran estructura al aumento de densidad. Se recomienda en precosecha el uso de Glifosato para adelantar cosecha.

En nuestra zona la **mohita** (*Panicum* sp) suele ser un severo problema en cultivos de verano y escapa a la Atrazina deberíamos usar algún protector de semilla y un graminicida específico.

Mercado del sorgo

La producción de sorgo en la Argentina se ha estabilizado en los últimos años en un nivel superior a los 3 millones de Tn. No tenemos una participación significativa en el total mundial, pero somos los segundos exportadores tras USA. Japón y México son los principales importadores. Nosotros exportamos ppalmente a Japón. Participamos en el '99 con el 17 % en el comercio mundial. Nos hemos consolidado como segundos exportadores en el mundo y cada vez con un poco mas de participación.

Sembramos unos 850000 has, y cosechamos unas 750000 con un rinde promedio nacional de aprox. 4100 kg/ha.