

INTA MANFREDI Y EL SORGO

Capacitación

Variedades de sorgo para cada utilización y su manejo

GIORDA, Laura María

Colaboradores:

Maximiliano Ludueña, Daniel Alverani, Mathias Camilloni y Walter Batisoco

PNCYO 1127043-Módulo Sorgo y PRET CORDO 1262205

Estudiantes de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, de cátedra de Cereales, fundamentalmente, con sus profesores visitaron en Mayo la EEA Manfredi con sus correspondientes profesores, para una jornada interactiva en el Criadero de Sorgo de la Unidad para conocer el programa de mejoramiento genético a cargo de la Ing. Agr. Laura M.Giorda, Ph.D., y fundamentalmente los distintos desarrollos que se están llevando a cabo y tipos de sorgo según las necesidades de utilización de la especie (alimentación humana y animal especialmente y agroindustria) y sistema de producción específico.



El Director de la EEA. Manfredi Ing. Agr. Eduardo Orecchia, dió la bienvenida al grupo sintetizando sobre las actividades que se realizan en la Unidad y Territorios de la Experimental a su vez que resaltó la trayectoria en las investigaciones y resultados obtenidos en sorgo.



Se hizo una introducción general al cultivo, con la participación de los estudiantes, señalando los distintos sectores del Criadero implantados con diferentes tipos de sorgos forrajeros, para silaje, escoberos, graníferos, azucarados y de biomasa para bionergía. Se caracterizó cada grupo taxonómico, manejo y utilización sintetizando conceptos básicos del cultivo en lo que hace a su desarrollo, fenología, implantación y manejo. Asimismo, se demostraron las diferencias entre líneas androestériles (líneas hembras "A"), mantenedoras de la esterilidad (líneas "B") y líneas recuperadoras de fertilidad (líneas "R") para la producción de híbridos (a través de líneas AxR); como se realizan las autofecundaciones y cruzamientos entre las líneas mencionadas, selección por características específicas y productividad y calidad de grano y biomasa, además de enfermedades principales.

¿PORQUE SORGO ...?
EN AGRICULTURA, AGROINDUSTRIA COMO EN GANADERIA

Variabilidad genética que permite el desarrollo de diferentes tipos de sorgo, con calidad diferenciada y alta productividad, para distintos usos en alimentación y agroindustria.

Estabilidad y seguridad de cosecha en condiciones edafoclimáticas limitantes

**Parte esencial de la
AGRICULTURA SUSTENTABLE y
PRODUCTIVA**

Alta capacidad de producir un balance positivo del carbono, preservando la estructura física del suelo, recuperándolos (mayor volumen radicular, mayor aporte de rastrojo, mayor cobertura.....). Propende en la rotación, a un esquema sustentable con rentabilidad.

SÍNTESIS

Son diversas las características que destacan este cultivo, que sin tener el status de otros cereales, constituye una alternativa necesaria en zonas con limitaciones edafoclimáticas, aunque por su versatilidad responde eficientemente a ambientes fértiles y húmedos. El sorgo dispone de una amplia zona ecológica para su cultivo que se extiende aproximadamente entre los 22° y 40° latitud sur y delimitada hacia el oeste por la isohieta de 500 mm de precipitación anual. El límite austral del cultivo estaría dado por un período libre de heladas de aproximadamente 180 días y la isoterma media anual de 14°C

El cambio climático global, por lo cual es factible una mayor exposición futura de los cultivos a ambientes más limitantes (sin perjuicio de que en algunas regiones puedan pronosticarse mejoras de la productividad), los nuevos escenarios como la intensificación de la producción ganadera y necesidad de reservas, lograr una mayor eficiencia de conversión a menores costos, el requerimiento de recuperar suelos y su mantenimiento, entre otros factores, ha propendido a la mayor utilización del cultivo de sorgo para distintos usos, fundamentalmente en regiones edafoclimáticas más marginales, además de su uso potencial en bioenergía (biogas y bioetanol).



Como consecuencia es necesario el conocimiento de las características del cultivo y cada tipo de sorgo y el potencial que ofrece en distintas latitudes y localidades para lo cual, un manejo correcto del mismo - para determinadas condiciones edafoclimáticas- permitirá la optimización del cultivo favoreciendo una producción sustentable.

Características y Manejo del Cultivo

En los primeros 30 días aproximadamente (EC1), dependiendo del ciclo fenológico de la variedad, el punto de crecimiento de la planta esta aún por debajo de la superficie por lo que el cultivo puede recuperarse -si tiene buenas condiciones de temperatura y humedad- a contingencias climáticas como granizo, por ejemplo. Es en esta primera etapa donde se requiere una muy buena implantación del cultivo, libre de malezas y disponibilidad de nutrientes, temperatura y agua, necesario para un crecimiento inicial vigoroso.



**Criadero EEA. Manfredi – Sector Bioenergía- 2017-
Variedades e Híbridos azucarados y de biomasa**

Sin embargo en la segunda etapa de crecimiento, EC2, (30 a 60 días aproximadamente) se marca el potencial de rendimiento del cultivo por lo cual es más crítico el suministro de nutrientes y humedad. En este estado, se produce la máxima absorción de nutrientes y agua, la máxima intercepción de luz y se determina el potencial de rendimiento (Nº granos); además se logra la acumulación del 60-70% del peso seco.

La tercera fase de crecimiento (EC3) se caracteriza por el desarrollo y madurez fisiológica del cultivo y es en esta etapa de llenado del grano donde se requiere de una adecuada humedad del suelo par su máximo rendimiento.

Para una mayor producción, se requiere incrementar el nivel de productividad, enfatizando manejo del cultivo sitio específico considerando genotipos especialmente adaptados, sistema de producción e insumos (Fig.1).

Fecha de siembra

La fecha de siembra está condicionada fundamentalmente por la temperatura del suelo y la humedad. La temperatura óptima para la siembra del sorgo es alrededor de los 16°C (promedio de temperaturas tomadas a las 8, 13 y 17 horas) a 5 cm de profundidad. El sorgo puede germinar a menor temperatura, pero la emergencia es lenta y desuniforme, lo cual debe tenerse en cuenta en caso de siembra directa donde la temperatura del suelo tiende a ser menor debido a los residuos en superficie.

En la Región Central, en general, las condiciones óptimas para la siembra se dan a partir de la 2^o quincena de octubre y primera de Noviembre, aunque pueden realizarse siembras más tempranas, de haber disponibilidad de lluvias. En este último caso la emergencia y el desarrollo vegetativo de la planta puede ser más lento según cultivar (adaptado a condiciones tropicales o más templadas) y condiciones edáficas.

En la región norte, si se dispone de humedad suficiente, el sorgo puede sembrarse en dos fechas, y según el propósito de su utilización (cobertura, pastoreo directo, reserva, diferido, otros) puede realizarse un manejo adecuado de manera de obtener dos cosechas con una sola fecha de siembra.

Elección de cultivares

El cultivar a sembrar debe elegirse según la región ecológica del cultivo, el ambiente en que desarrolla y su utilización. Se incluyen graníferos para grano, y silaje, forrajeros para pastoreo directo y rollo o de alta biomasa para corte , los escoberos y los de bioenergía.

En el mercado existen un amplio rango de híbridos de sorgo granífero con y sin taninos condensados (pericarpio rojo y blanco), con o sin presencia de la característica de nervadura marrón y contenido de azúcar en tallo, con rendimientos que oscilan entre 8000kg/ha a 15000kg/ha según ambiente y manejo cultural, con alturas que varía entre 1.20 a 1.90 m de altura según tipo de sorgo y ciclo (Cuadro N^o 1) y aún con alturas superiores para silaje (hasta 2,50 m aproximadamente con alto índice de cosecha) , o los de alta productividad de biomasa como los fotosensitvos y los de bioenergía con alturas de hasta 5 m aproximadamente.

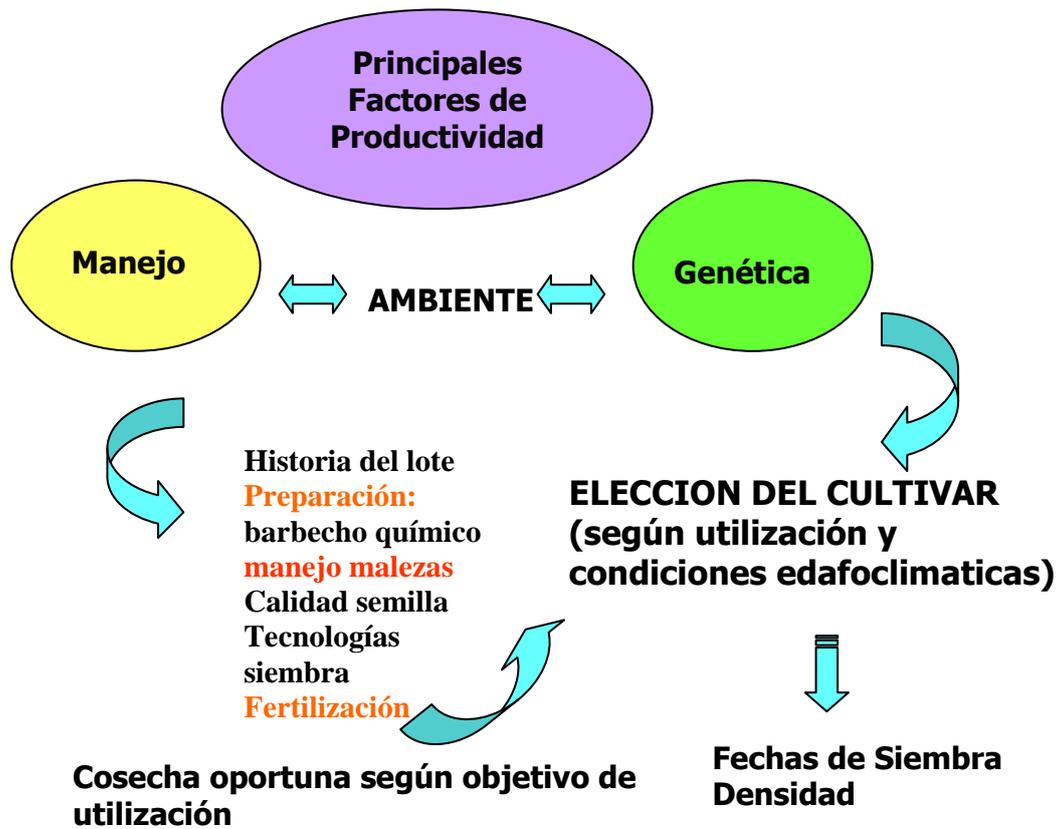


Fig.1 . Diagrama que resume los principales factores que hacen a la productividad del cultivo.

Cuadro Nº 1. Clasificación del ciclo de cultivares comerciales según días a floración, en la región centra. (*)

Ciclo	Corto	Intermedio	Largo
Días a 50% de floración	57-62	63-75	75 ó más

(*) También suele hacerse en base a grados-días lo que permitiría una mayor precisión al incorporar la expresión genética de adaptación tropical o templada.

Existen en el mercado una variación de sorgos forrajeros para pastoreo directo o heno con buena capacidad de rebrote, que incluye variedades e híbridos tipo sudán, con o sin la característica de nervadura marrón (bmr) asociada a genes responsable del contenido de lignina de la planta (Fig. 2).

Esta característica también puede observarse en sorgos graníferos, para silaje y de biomasa (con o sin la característica de fotosensibilidad), mediante la introgresión de estos genes recesivos bmr.

Los más usados comercialmente son bmr- 6, bmr-8, y bmr-12, con algunas diferencias fenotípicas entre ellos, sobre el mismo "wild type", al comparar sus isolíneas.

En términos generales a menor contenido de lignina, mayor digestibilidad de la biomasa y en tipo graníferos la mayor digestibilidad esta también asociada significativamente al contenido de almidón (mayor rendimiento de grano).Fig.2.

En el caso de materiales de alta productividad de biomasa, con alturas mayores a los 2,50 m aproximadamente, debe tenerse en cuenta el porcentaje de disminución de lignina, ya que los hace más vulnerable al vuelco.

En los diferentes tipos de sorgo, además de introgresarse la característica de bmr, también puede incorporarse contenido de azúcar en tallo en distintas concentraciones, aunque es más fácil emplear los tipos azucarados como donores.

Densidad.

A medida que la siembra se desplaza hacia regiones, con mayores temperaturas, deficiencias hídricas y "ambientes más pobres" en general las densidades deberían reducirse para todos los ciclos y ajustarse a cada situación en particular y tipo de uso. Inclusive, también debe considerarse la estructura de la planta .

La distancias entre hileras puede variarse, generalmente a 0.52 m, sugiriéndose mantener constante el número final de plantas/ha a cosecha, .o sea propender a una distribución espacial de las mismas, cuidando la uniformidad del stand en la implantación.

En los forrajeros tipo sudan para pastoreo directo se usan altas densidades y siembras a 0.35 m entre surcos, debido a que se pastorea hasta 3-4 veces según región/ambiente/variedad y manejo del cultivo y rodeo.

El ajuste de la densidad adecuada para cada ambiente es importante para la obtención de altos rendimientos, para un adecuado uso de recursos y además para evitar problemas de manejo.

En variedades graníferas y doble propósito, si la densidad es demasiado alta, aumenta el consumo de agua en etapas tempranas del cultivo, lo que puede generar un estrés hídrico durante la floración y llenado de granos, si la disponibilidad de agua es limitante .

En sorgos para silaje- de mayor estructura y altura- y en sorgos dulces para bioenergía o de alta producción de biomasa, si la densidad es demasiada alta además de originar el estrés hídrico arriba indicado, se favorece el vuelco de las plantas, afecta el diámetro de tallo y otros factores.



Fertilización

Una estrategia de fertilización debe tener en cuenta el criterio de balance, donde se considera la extracción del cultivo en base a un rendimiento esperado.

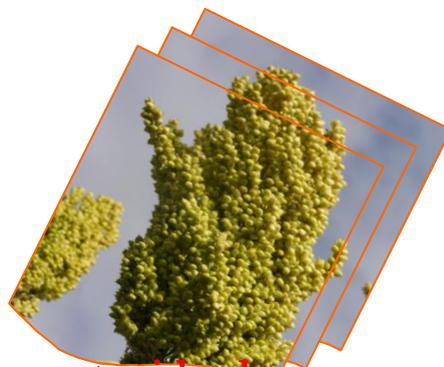
Otro factor a tener en cuenta y que condiciona la respuesta del sorgo a la fertilización nitrogenada, es el cultivo antecesor. Este afecta la disponibilidad de agua y contenido de nitratos al momento de la siembra. Esto se explica, por la longitud del barbecho, luego de soja, maíz, pastura degradada, respecto a verdeos de invierno.

En cuanto a la demanda de nutrientes por el sorgo, la gran necesidad se manifiesta a partir de los 30 días aproximadamente, luego de la emergencia, en coincidencia con la diferenciación del ápice reproductivo, hasta 10 días previos a la floración, período de máxima captación de N, P y K, en que la planta toma un 70-80% del total requerido. Una deficiencia de los mismos puede reducir los rendimientos y calidad del grano por disminución del contenido de proteína si no se corrigen a tiempo.

El nitrógeno, puede aplicarse fraccionado, un 30-50% del total a la siembra y el resto al estado de 5-6 hojas en el cual se reduce la pérdida del

nutriente por lixiviación. **El fósforo** es un elemento esencial, de suma importancia para el crecimiento de raíces y partes aéreas. Los fosfatos amónicos constituyen un excelente arrancador especialmente en siembra directa. En general **el potasio**, aumenta la tolerancia a deficiencias hídricas, vuelco y a enfermedades.

Fig.2 . Criterios de Selección en Sorgos para Silaje de planta entera:



Alto Índice de Cosecha (alto contenido de almidón), bajo contenido de lignina, alta Digestibilidad y elevada productividad MS/ha



**Calidad de grano y tamaño.
Azúcar en tallo.**

**Resistencia factores bióticos y abióticos.
Resistencia vuelco.**

Interacción genotipo-ambiente



Momento de Cosecha

Va a depender del destino del cultivo, si es para grano, silaje o agroindustria (bioenergía).

Debe recordarse que en la panoja de sorgo, la floración procede desde el extremo distal de la misma hasta la base con aproximadamente 5 a 10 días de duración según cultivar y ambiente. Consecuentemente en una misma panoja, mientras el 1/3 de arriba esta en pastoso/duro, el 1/3 de la base estaría en lechoso (Fig.2).

En el caso de silaje, el momento de cosecha y altura de corte modifican la digestibilidad y composición del material ensilado. Grano lechoso a pastoso/duro es lo óptimo para picado (un nivel de humedad superior al 26% de humedad).

Por otra parte, según el tipo de cultivar y requerimiento de utilización, por ejemplo un híbrido silero de 2,50 m de altura, puede cortarse para ensilar a 35-50 cm del nivel de suelo. De esta manera no entra al silo material de la planta de mala calidad, aumenta el índice de cosecha (mayor proporción de panoja sobre el total) y a su vez ese rastrojo que queda con el sistema radicular ya implantado, colabora en el aporte de materia orgánica al suelo, sirve de cobertura y mejora así la estructura física del suelo.

Granos de sorgo de una misma panoja en distintos grados de madurez fisiológica (punto negro).

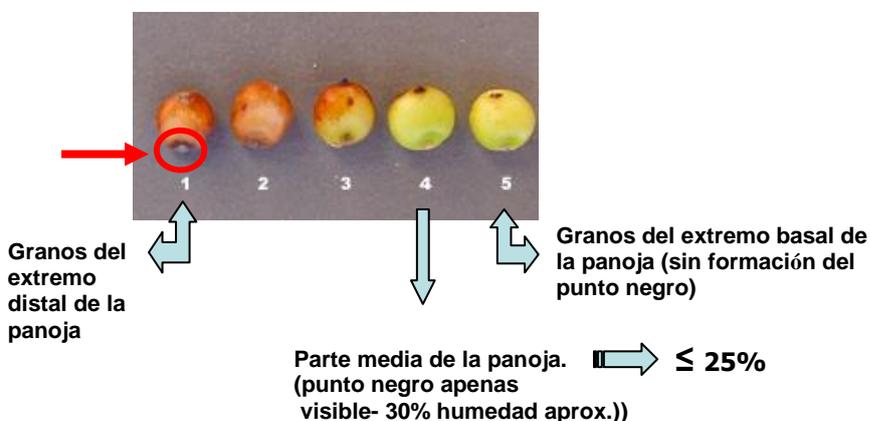


FIG.2. MOMENTO DE COSECHA

Continuando con la recorrida a los distintos sectores del Criadero de Sorgo de la EEA.Manfredi, los estudiantes se detuvieron en el sector de mejoramiento de SORGOS ESCOBEROS, donde observaron las variedades de planta color castaño y rojo con distintas alturas y características del escobajo. Se dieron explicaciones sobre los aspectos industriales a tener en cuenta para la selección, prefiriendo los más alargados (mayor de 65 cm a 85) con las semillas en la extremidad de la panoja y fibras redondeadas de color pajizo, en términos generales y resumidos.

Asimismo, se detuvieron en los materiales de SORGOS PARA BIOENERGIA. Se explicó que se están desarrollando variedades e híbridos para biogas y bioetanol de primera y segunda generación, algunos ya registrados y otros en proceso.

Finalmente llamó la atención el sector de Mutagénesis, por la gran variabilidad originada, con líneas graníferas con y sin taninos condensados de

diferentes alturas y productividad, diámetro de tallo y calidad de biomasa incluyendo mutantes de planta color castaño y característica de baja lignina (bmr). Estos trabajos se realizan con el grupo de Biotecnólogos de la EEA. INTA Marcos Juárez (Dr Lucio Lombardo, Lic. Celina Ghione y Lic. Mercedes Nisi) quienes realizaron la mutagénesis química y continúan con actividades de fenotipado para tolerancia a frío, suelos salinos y búsqueda de resistencia a herbicida gramínico y en proceso de genotipado.

El objetivo de inducir Mutaciones es una manera de originar variabilidad y a través de ésta identificar materiales con tolerancia/resistencia a diferentes factores abióticos y bióticos.



Estudiantes observando el sector de mejoramiento de sorgos escoberos, ya seleccionados en Marzo, por menor altura, longitud del escobajo y calidad de fibra. EEA.Manfredi 2017.

Conclusiones

Junto al Ing. Guillermo Peiretti , profesor de Cereales de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UNRC, se expresaron conclusiones generales de lo observado y analizado en el Criadero y específicas del cultivo en el país, su importancia y aplicación; asimismo se expresaron conceptos sobre los conocimientos adquiridos por los estudiantes y el transmitirlos una vez egresados, trabajando como profesionales.

Finalmente , en lo que hace a aspectos técnicos del cultivo, se sintetizó que:

El cultivo de sorgo constituye un factor estratégico de la agricultura sustentable ya que propende a conservar los recursos productivos, en un marco de sistemas de producción económicamente competitivos y rentables preservando el ambiente, y respondiendo así, a los requerimientos sociales. Para ello, es importante que se realice un manejo adecuado del cultivo y sistema agropecuario, que permita aumentar la productividad y producción, para lo cual es también importante el desarrollo e implementación de técnicas innovativas que mejoren la eficiencia de su utilización, valor agregado y productividad.

