



Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional del Nordeste

Trabajo Final de Graduación
Modalidad TESINA

Evaluación de diferentes tipos de sorgo
para silo.

Alumno: Baez Javier Alejandro.

Asesor: Ing. Agr. (Mgter.) Mercedes Pereira.

Tribunal Examinador de Tesis:

Ings Agrs. (Mgter) Juan A. FERNANDEZ.

Ings Agrs. (Dra) Elsa A. BRUGNOLI.

Ings Agrs. (Mgter) Luis GANDARA.

Año: 2023

INDICE

Resumen	pág.3
Introducción	pág. 4
Objetivos	pág. 5
Materiales y métodos	pág. 6
Resultado y discusión	pág. 13
Conclusión	pág. 20
Bibliografía	pág. 21

RESUMEN

El cultivo de sorgo se presenta como una alternativa versátil con distintos usos, destacando entre ellos la confección de silos. El objetivo de este trabajo fue evaluar distintos materiales de sorgo para silo. La investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria Corrientes perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). El ensayo abarcó diversos tipos de materiales, como forrajeros, sileros, de doble propósito y graníferos, distribuidos en bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones. Se evaluó: emergencia, floración, producción de materia seca verde por hectárea (KgMV/Ha), producción de materia seca por hectárea (KgMS/ha), plantas a cosecha, altura, partición de la materia seca y se registraron condiciones del tiempo como precipitación y temperatura. La producción promedio de MV/ha fue de 60828,15 kg/ha, En cuanto a la producción de kgMS/ha, el promedio general fue 19968,6 KgMS/Ha. Los resultados evidenciaron una adaptación positiva de los materiales a nuestra zona. Se destaca, por ejemplo, que el híbrido ACA 712 BMR, el cual alcanzó una producción de 33583,4 KgMS/Ha. Esto subraya la relevancia de la selección cuidadosa de diferentes híbridos como herramienta crucial para optimizar tanto la cantidad como la calidad de los silos de sorgo, contribuyendo significativamente a mejorar la producción.

Palabras claves: Sorgo, Silo, KgMS/ha, partición de materia seca.

1- INTRODUCCIÓN

El *Sorghum bicolor* (L.) Moench, conocido vulgarmente como “Sorgo”, es una especie vegetal originaria de África, específicamente de Sudan y Etiopía (Kimber et al., 2013). Es una gramínea tropical de metabolismo tipo C4, que a través del mejoramiento genético se ha difundido a las regiones templadas del mundo estableciéndose como un cultivo de gran adaptación ambiental (Blum, 2004). Se trata de un cereal reconocido como altamente productivo, resistente a la sequía, que provee a la humanidad alimento, forraje, fibra y energía, particularmente en las regiones semiáridas del mundo (Kimber et al., 2013)

También es considerado como una alternativa de alimento conservado, es decir, como ensilado, para el ganado bovino (Carrasco et al., 2011). Es altamente productivo, nutritivo y se puede producir a menores costos. Los materiales que conjuguen una alta producción de materia seca con una alta proporción de grano serán los más adecuados para ensilar (define la calidad nutritiva del silaje de sorgo) (Kent, 2016).

Cuando los silajes son utilizados como principal fuente de alimentación, permiten la conformación de dietas balanceadas (De León, 2004). Las principales características de estos recursos forrajeros son su alta producción de materia seca por unidad de superficie, elevada concentración energética y alta digestibilidad, aunque son deficitarios en su aporte proteico para cubrir las necesidades de los bovinos (De León, 2004).

Para obtener un producto final óptimo deberán considerarse algunas pautas a lo largo de un proceso que comprende desde la elección del material a sembrar, la confección y la conservación del silo, hasta la correcta extracción y entrega del forraje. En primer lugar, deberá elegirse el híbrido más apropiado (alto rendimiento, buena calidad, mayor o menor proporción de granos, resistente a enfermedades e insectos, etc.) según el destino (Carrasco et al., 2011). Luego, las tareas de implantación y de manejo general del cultivo deberán ser adecuadas (momento de siembra, control de malezas, plagas y enfermedades, etc.) (Carrasco et al., 2011).

Durante los últimos años el desarrollo genético de los sorgos fue muy importante. todos los sorgos cultivados pertenecen a *Sorghum bicolor* (L.) Moench sp. (Uzun et al., 2009) sin embargo, sólo las subespecies bicolor y sudanense (*S. bicolor*

(L.) Moench, y *S. sudanense* (Piper) Stapf, son importantes en la actividad agropecuaria. Estas dos subespecies, a través del mejoramiento y combinación genética, se han diferenciado en categorías según sus utilidades. Entre ellas se encuentran los tipos granífero, forrajeros determinando así la generación de híbridos con mayor potencial productivo, con digestibilidad más elevada por menor contenido de lignina (gen BMR), además, los conocidos sorgos graníferos con y sin taninos, y la combinación de todas estas características (Rossi et al., 2010). Esta abundante oferta de sorgos diferentes permite un uso variado según sea para su aprovechamiento bajo pastoreo directo, para silajes, para consumo del grano, o para la fabricación de balanceados (Rossi et al., 2010). A su vez, la elección de sorgos y la forma de utilización de los mismos (en pie verde, diferido, ensilado, o grano) va a depender del tipo de sistemas de producción al que estemos apuntando: cría, recria, engorde, así como a las categorías que lo utilizarán (Carrasco et al., 2011).

La constante innovación genética y tecnológica utilizada en los materiales sembrados, generan la necesidad de evaluar su respuesta en los distintos ambientes de producción, para poder seleccionar así cual es el material que maximiza su producción en términos de materia seca (kgMS/ha) y kilos de granos por hectárea según el ambiente y por ende la cantidad de alimento disponible para el ganado.

Esto es factible de lograr siempre y cuando el planteo se realice bajo las condiciones necesarias (prácticas agronómicas: fecha de siembra, tipo y calidad de siembra, fertilización control de malezas e insectos calidad de cosecha) para que el cultivo exprese su potencial y la elección del material sea realizada a conciencia. Los factores de decisión deben estar dados por el contexto general y por las condiciones que el material demuestre.

2- OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar diferentes tipos de sorgo para silo.

Objetivos específicos

Evaluar la producción de materia verde (kgMV/ha) y materia seca (kgMS/ha)

Evaluar altura y número de plantas a cosecha.

Evaluar la partición de la materia seca (%tallos, %hoja y % de panoja).

3- MATERIALES Y MÉTODOS

- **Ubicación y características del sitio experimental:**

El trabajo se llevó a cabo en la Provincia de Corrientes, departamento de Empedrado, kilómetro 1008 de la Ruta Nacional N°12; en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) "Sombrerito". Sus coordenadas geográficas son 27°40' 05" de latitud Sur y 58° 47' 57" de longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, a 56 metros sobre el nivel del mar (Figura 1).



Figura 1: Estación Experimental Agropecuaria- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (INTA).

Clima

El clima de la región norte de Corrientes es subtropical húmedo, sin estación seca. La serie histórica de lluvias registradas durante el período 1951-2016 promedian 1377 mm anuales, siendo la primavera y el otoño las épocas más lluviosas y el verano e invierno los periodos menos lluviosos.

El suelo donde se realizó la experiencia, es un Argiudol ácuico. Sus características químicas (de 0 a 20 cm de profundidad) son:

*pH: 5,9

* MO: 1,93%

*P: 2 ppm

*CE 0,04 mmhos/cm

Son moderadamente profundos, bien drenados, bien provistos de nutrientes y débilmente ácidos o neutros en profundidad (Escobar y Ligier, 1996). Son suelos aptos para agricultura, aunque con ligeras limitaciones por ser susceptibles a la erosión hídrica. El uso actual es la ganadería extensiva sobre campo natural y se ubican en la clase IIe por capacidad de uso agrícola y el índice de productividad es de 44 (Escobar y Ligier, 1996). Los suelos Clase II tienen algunas limitaciones en cuanto a la elección de plantas, o requieren moderadas prácticas de conservación (Escobar y Ligier, 1996).

- **Manejo del Cultivo**

Labores previas a la siembra

Previo a la siembra de los ensayos (1 mes), se efectuaron dos pasadas de rastra de disco. Con esta preparación previa del lote lo que se buscó es condiciones óptimas para el crecimiento y desarrollo de las plantas, formando una estructura granular que permite el almacenamiento y absorción de agua, aumentando la porosidad del suelo para lograr un buen desarrollo del sistema radical para que tengan la facilidad de profundizar sus raíces.

Cultivo antecesor:

La siembra fue en forma directa sobre un lote cuyo antecesor era el cultivo de avena negra.

Fecha y densidad de siembra:

En sorgo para grano la densidad de plantas se ubicó entre 160.000 a 180.000 plantas por hectárea (pl/ha). En cambio, la densidad óptima para silo varió según el material utilizado (granífero, doble propósito, forrajero, silero) a partir de 200.000 pl/ha (Romero et al., 2004).

Para la siembra se utilizó con una sembradora neumática de ensayos Semina de arrastre, la cual tiene un espacio útil de 1,6 metros, con nueve unidades de siembra. Además, tiene unidades de trabajo independientes en forma de paralelogramo regulada por resortes y cuenta con 2 sillas para los operadores más una mesa dosificadora con distribuidores separados e independientes, la misma es propiedad del INTA. La fecha de siembra fue el 9 de diciembre del 2019

Las semillas de sorgo vinieron provenientes de la EEA INTA Paraná y forman parte de la Red Nacional de Sorgo de INTA. Las mismas fueron pesadas y teniendo en cuenta su peso (peso de 1000 semillas) y los análisis de calidad de semilla se armaron los sobres correspondientes a cada parcela. Teniendo en cuenta la fórmula:

$$\text{Kg/ha} = \frac{\text{pl/m}^2 * \text{P1000} * 10000 (\text{m}^2/\text{ha})}{\%P * \%PG * \%Logro}$$

Donde

pl: plantas. m²: metros cuadrados. Ha: hectárea.

%P: Pureza. Es el porcentaje en peso de semilla deseada en el total de la muestra.

%PG: Poder Germinativo. Es el porcentaje de semilla que germinó y desarrolló una plántula normal.

%Logro: Es un parámetro que representa factores de pérdida ajenos a la calidad de semilla.

P1000: Peso de 1000 semillas. Multiplicado por 1000 para llevarlo a kg. En cuanto a fechas de siembra, lo más adecuado es tomar como referencia la temperatura del suelo para asegurar una rápida y correcta implantación. La temperatura del suelo a 5 centímetros (cm) de profundidad no debería ser menor de 15 grados centígrados (°C), para una rápida emergencia de las plántulas (AACREA, 2011).

Parcelas: 4 mts de largo y 1,6 de ancho (cuatro surcos a 0,40 cm).

Fertilización:

Se aplicó fertilizante sólido con fertilizador manual. Se fertilizó con 120 kg/ha de Fosfato Di Amónico (FDA) (18-46-0) en la línea de siembra.

La urea (46-0-0) se aplicó el 2-01-17 (38 días después de la siembra/estado de 6 hojas expandidas) en forma manual y con una dosis de 200 kg/ha.

El fósforo es un nutriente poco móvil en el suelo, de manera que el fertilizante se disolverá en la zona donde fue colocado y se concentrará allí, por lo que fue aplicado en la línea de siembra. El fósforo es esencial para un crecimiento inicial vigoroso de las raíces y de la parte aérea (Fontanetto et al., 2008).

El nitrógeno, en cambio, es muy móvil en el suelo y al agregarlo muy anticipadamente se corre el riesgo de perderlo, ya sea por volatilización o lavado, por lo que se recomienda aplicarlo con el cultivo establecido y buena humedad.

Control de malezas: Pre-emergente, 2 l/ha Glifosato + 2 l/ha atrazina + 1,5 l/ha metolaclor.

Las malezas compiten con el cultivo de sorgo por luz, agua y nutrientes con diferente intensidad, dependiendo del momento relativo de emergencia del cultivo y de la maleza, de la agresividad de esta última y de las condiciones ambientales fundamentalmente de la humedad y la fertilidad del suelo (AACREA, 2011).

Por lo general, el sorgo tiene un crecimiento muy lento en sus primeras etapas de desarrollo, influenciado principalmente por las temperaturas y precipitaciones. En esos momentos cuando, al encontrarse con bajas tasas de producción de biomasa, las malezas suelen ejercer el mayor perjuicio sobre el cultivo (AACREA, 2011).

Las principales malezas que se encontraron al momento del inicio del ensayo fueron: *Portulaca oleracea* L., también conocida como Verdolaga pertenece a la familia de las Portulacaceas y *Cynodon dactylon*, también llamado gramón, pertenece a la familia de las Poáceas.

Para el control de malezas se realizó un barbecho químico con 3 litros L/ha de glifosato 62% y 0,5 L/ha de 2,4 D. Posteriormente, al momento de la siembra se aplicaron 1, L/ha de Atrazina y 1 L/ha de Metolacloro.

El glifosato es un herbicida de amplio espectro para el control de malezas. El 2,4D es un herbicida selectivo para el control de malezas de hoja ancha en diversos cultivos (CASAFE, 2011).

Las semillas se recibieron curadas con el antídoto concep III, el cual nos permite utilizar el herbicida S-metolacloro en pre-emergencia. Fluxofenim, es un antídoto de herbicida que debe utilizarse como terapéutico de semilla para proteger al sorgo del efecto fitotóxico cuando se emplean herbicidas a base de S-metolacloro (CASAFE, 2011).

S-metolacloro, herbicida preemergente de acción sistémica y residual. Selectivo para el cultivo de sorgo (tratado con antídoto de herbicida fluxofenim). Controla un amplio espectro de malezas de hoja angosta y algunas de hoja ancha.

(CASAFA, 2011). La atrazina controla malezas de hoja ancha y algunas gramíneas, e impide su crecimiento durante varios meses (CASAFA, 2011).

Además, durante la primera etapa del cultivo, se realizó un control mecánico con asada para mantener limpio el entresurco y disminuir la competencia que ejercían las malezas que rebrotaban. Una vez cerrado el entresurco por el desarrollo mismo del verdeo, ya no fue necesario dicha labor.

Se requiere una combinación de prácticas para controlar las malezas en el sorgo (Bennett y Tucker, 1986).

Para el tratamiento de la semilla se usó Antídoto fluxofenim 96% (Concep): 40 ml /100kg de semilla (antídoto). Tiametoxan 35% (Cruiser): 600 cc /100kg de semilla (control de insectos).

Plagas y enfermedades:

Se identificaron durante el cultivo, a través de visitas semanales al lote, insectos de interés como lo son el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y benéficos como lo es la vaquita roja (*Cycloneda sanguínea*) y *Mantis religiosa*. También se identificó el siete de oro (*Astylus astromasculatus*), este insecto, en estado adulto (emerge en diciembre-enero) se alimenta básicamente del polen de las flores de cultivos como sorgo y soja y plantas silvestres, aglomerándose allí para efectuar el apareamiento. Esencialmente come polen sin dañar la integridad de la flor y en consecuencia no impide la formación del grano, y que el ahuecado que puede llegar a observarse en los granos en estado lechoso-pastoso es mínimo, no produciendo daño económico, su control no se justifica y no es recomendado, ni en floración ni durante el llenado del grano (Chessa, 2007).

En el caso del cogollero no se realizaron aplicaciones debido a que no superó el 17-20% de plantas afectadas que presentan lesiones en las hojas (raspadas) de menos de 1,3 cm sin perforaciones de membrana y se ven larvas sobre las hojas (INTA, 2020). Para esto es fundamental el control y monitoreo semanal de los lotes. Para ello, se realizarán 4 a 6 zonas de monitoreo (estaciones) según dimensiones del lote, y en cada zona se observarán las hojas superiores de 50 plantas contiguas (Iannone, 2012). Como los daños de roído se ubican normalmente en las hojas superiores aún en desarrollo, éstos son de muy fácil y rápida observación. Debido a las dimensiones del ensayo (65m*40m) se realizaron 3 estaciones de muestreo. Cuando observamos daños en el estado

de ventanita que es cuando las pequeñas isocas de cogollo estarán expuestas (o escasamente protegidas) y por lo tanto serán seguramente alcanzados por las gotas un insecticida. No sólo eso, sino que en este estado también es posible lograr alta eficiencia de control mediante el uso de la mayoría de los grupos insecticidas existentes en el mercado. Es importante controlar antes de que las larvas ingresen al cogollo y veamos presencia de aserrín, porque después es bastante difícil obtener un control efectivo (Iannone, 2012). Además de los controles químicos con insecticidas (grupo IGR o benzoilureas, diamidas, spinosinas, piretroides, neonicotinoide) la fecha de siembra (temprana), el mantener el lote sin malezas que puedan actuar como hospedador y uso correcto de productos químicos que no perjudique insectos benéficos pueden ser otras formas de control.

En cuanto a las enfermedades se detectó la presencia de estría roja (*Burkholderia andropogonis*). La sintomatología se caracteriza por lesiones internervales, las cuales aparecen en las hojas y vainas. Las lesiones son de color rojo, púrpura o castaño dependiendo de la reacción del genotipo: Inicialmente son de 1-2mm de ancho. Bajo condiciones favorables para el desarrollo pueden superar los 20 cm de longitud.

Esta enfermedad est  presente en la mayoría de los lotes de producción de sorgo y no se conocen datos sobre perdidas que ocasiona en los rendimientos en Argentina. Manejo de la enfermedad: rotación de cultivos, cultivares resistentes.

•Duración del Ensayo:

La experiencia tuvo una duración aproximada de 180 días, comenzando en el mes de octubre de 2019 y finalizando en el mes de mayo de 2020.

•Tratamientos:

Se evaluaron en total 11 materiales de sorgo para silo, (1 granífero, 2 doble propósito, 8 forrajeros y 2 sileros). Se utilizó un diseño en bloques completamente aleatorizados con 3 repeticiones. En el siguiente cuadro podremos apreciar las características de cada uno.

Cuadro 1: Principales características de los materiales de sorgo para silo utilizados en el ensayo.

Material	Descripción
ACA 764	ciclo largo, aptitud silera, 3,5m
Padrillo Plus	intermedio largo, altura 3-3,4 metros, panoja semicompacta, días a floración 95, contiene azúcares y fibras de alta calidad
ACA 785 bmr	Fotosensitivo, bmr altura 4 m
Dulsorgo	Ciclo de 78-82 días, altura promedio 250 cm, panoja semilaxa, densidad recomendada de 180mil a 220 mil pl/ha
NUSIL 600 BMR	sorgo silero, ciclo largo, días a floración 100 a 105, altura 2,5 a 3 m, densidad recomendada 180 a 200mil/ha
ACA 712 bmr	ciclo largo altura 2,5 metros, densidad recomendada 200-230 mil, silero y pastoreo directo
ACA 711 bmr	Buena producción de grano, buena digestibilidad y comportamiento al vuelco densidad recomendada 200 a 230mil pl/ha.
TOB 82 Sil	Este Sorgo genera silajes con alto porcentaje de almidón y permite planteos de alta tecnología. Su alto contenido de azúcar en caña permite obtener una fibra de calidad.
Timbo Plus	ciclo intermedio, 75.85 días a floración, alta 170-190 cm, panoja semi laxa Doble propósito, Recomendado para silaje buen rendimiento de grano y materia seca de alta digestibilidad
NUGRAIN 440 T	ciclo intermedio largo, 78-80 días a floración altura 1,75-1,90 cm panoja semicompacta, densidad recomendada 180mil pl/ha
NUSIL 484	ciclo intermedio largo, 78-80 días a floración altura 1,7 a 1,9m densidad recomendada 180 mil (doble propósito, grano o silo)

•**Variables medidas:**

- Condiciones del tiempo: _precipitaciones y temperatura: Las mismas fueron tomadas en la casilla experimental de la estación meteorológica de INTA.
- Emergencia: cuando el 50% de la parcela estuvo emergida
- Fecha de floración: cuando el 50% de la parcela estuvo florecida.
- Altura de plantas se tomó con una regla graduada, midiendo 3 plantas por parcela y obteniendo un promedio entre ellas.
- Número de plantas a cosecha: se contaron la cantidad de plantas por parcela en un metro lineal (3 veces) y luego se realizó el cálculo para llevarlo a plantas/hectárea.

- Producción de forraje (kgMV/ha y kgMS/ha): La producción de materia seca se determinó cuando los materiales se encontraron en estado de grano lechoso a pastoso blando en la sección central de la panoja (30-35% de materia seca). Las evaluaciones se realizarán con corte manual a 20 cm sobre el suelo de las plantas enteras de los 2 surcos centrales. Posteriormente, se pesaron con balanza electrónica el peso fresco y se tomó una submuestra (2 plantas) que se llevo a estufa de aire forzado a 60°C hasta peso constante para determinar el % materia seca y calcular a partir de esto la producción de materia seca.

- Partición de la biomasa de la planta en base seca (%hoja, %tallo y %panoja): De la muestra tomada para evaluar producción de materia seca, se seleccionaron 3 plantas para determinar la partición de la materia seca (% de tallo, %hoja y % de panoja). Las plantas fueron seccionadas en las distintas fracciones a las que se registró el peso fresco por separado y posteriormente colocadas en estufa de ventilación forzada, a una temperatura de 60°C hasta peso constante para determinar el contenido de materia seca. El peso seco de la planta entera se obtuvo sumando los pesos secos de cada fracción.

- **Análisis estadístico:**

- Para el planteo de los ensayos se usó un diseño completamente aleatorizado, el análisis de la variancia y diferencias entre medias se usaron los procedimientos incluidos en el paquete estadístico Infostat 2016 (Di Rienzo et al., 2016). Las medias se compararon con el Test de Diferencias Mínimas Significativas (LSD) al 5%.

4- RESULTADOS Y DISCUSION.

- **Condiciones del tiempo:**

En la figura 2, se grafican las condiciones del tiempo (temperatura y precipitaciones) durante el desarrollo del ensayo. Las precipitaciones durante el ensayo fueron superiores a las históricas en los estadios iniciales del cultivo y por debajo de las históricas en los meses de marzo abril y mayo, en cuanto a la temperatura fueron en todos los meses por encima de las históricas. El ensayo se implantó dentro de la fecha óptima de siembra y bajo condiciones de humedad y temperatura adecuadas. En consecuencia, la emergencia fue muy buena, llegando a contabilizar el 80% de la parcela emergida en los primeros 5 días

posterior a la siembra. Posiblemente, la excelente condición de humedad en el suelo y las altas temperaturas registradas en los primeros días de diciembre hayan favorecido la emergencia. Asimismo, las condiciones climáticas favorables se mantuvieron durante el período crítico del cultivo, el cual se considera durante los 20 días previos y 7 días posteriores a la floración. Este es el período en el cual se define el número de granos/m², principal componente en la determinación del rendimiento. En la EEA Corrientes la floración comenzó el 3 de marzo del 2020 y se extendió hasta el 13 de marzo del 2020. Durante este periodo se registraron 50 mm y una temperatura promedio de 27 °C.

El sorgo por ser una especie tropical, requiere altas temperaturas para su normal desarrollo, siendo más sensible a las bajas temperaturas que el resto de los cultivos (Giorda et al., 1997). Brar et al. (1992) encontraron que el rango óptimo para la emergencia del sorgo fue entre 20,5- 30,2 °C. Entre el desarrollo y floración la temperatura media ideal es de 27 °C. En floración temperaturas por debajo de 16 °C y por encima de 38°C pueden afectar la viabilidad del polen y producir aborto de flores y embriones (Giorda et al., 1997).

En lo referido a necesidades hídricas el cultivo de sorgo es el más eficiente en utilización de agua (Graveros 2003) tolera la sequía siendo capaz de soportar periodos largos de restricción hídrica siendo llegando detener su desarrollo retomándolo cuando mejoran las condiciones, este mecanismo de escape o tolerancia a la sequía (especialmente en la etapa de diferenciación floral) sin perjudicar el rendimiento (Castro et al., 2000).

Tanto la temperatura como las precipitaciones cubrieron las necesidades del cultivo haciendo que ninguno de estos factores sea limitante.

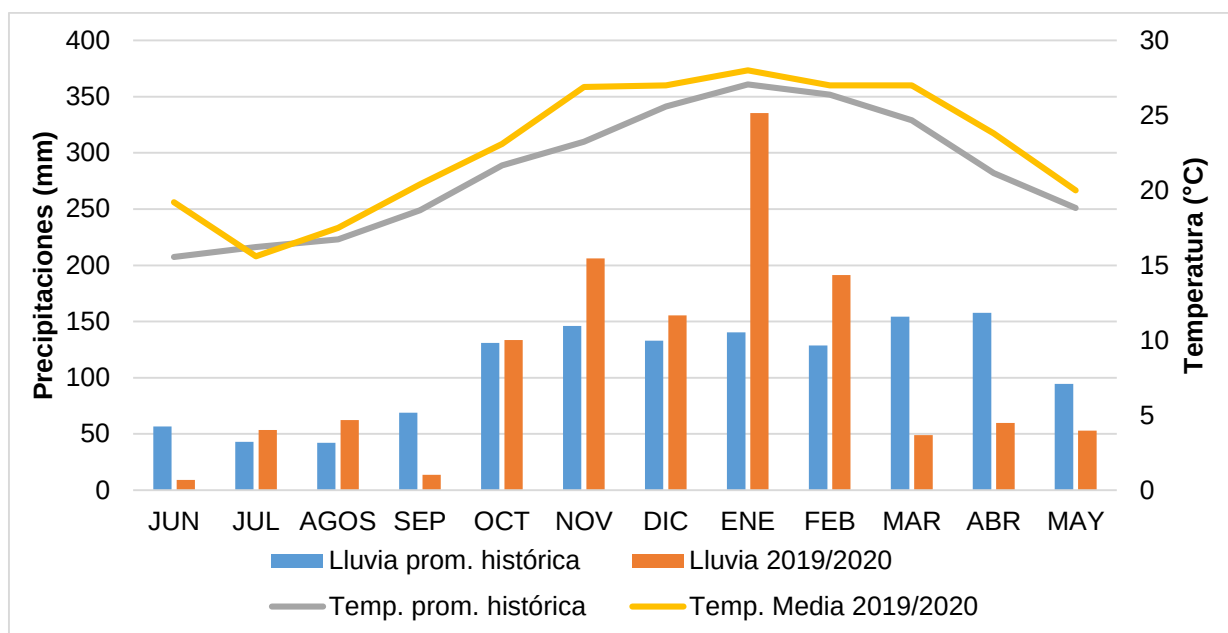


Figura 2: Precipitaciones y temperatura promedios y de campaña 2019/2020

• Fenología, altura de plantas y densidad de siembra:

En la EEA Corrientes la emergencia del ensayo (50% de las plantas emergidas) fue el 14 de diciembre, la floración comenzó el 3 de marzo del 2020 y se extendió hasta el 13 de marzo del 2020, la duración del ciclo del cultivo fue entre 80 a 90 días. La cosecha se concentró entre el 23/3 al 2/04/2020. Existieron diferencias significativas en el %MS al momento de cosecha entre los materiales de sorgo. El porcentaje de materia seca en el momento de cosecha vario entre 29 y 36 %, valores adecuados para la confección del silo. En sorgos el mejor momento es cuando la humedad de la planta es de 65–70 %. Mayor humedad (picado más temprano) puede provocar la lenta acidificación, con un deficiente proceso de conservación y pérdida de nutrientes por formación de efluentes. Además, se acarrea y almacena mayor cantidad de agua, lo que incrementa los costos. Por otro lado, baja humedad al momento de corte (picado tardío), puede provocar problemas en la compactación y eliminación del aire (Chiossone, 2010).

En cuanto a la densidad de siembra, si bien se realizó un raleo, en algunos materiales fue superior a los 200000 pl/ha recomendada lo que puede haber afectado el normal desarrollo de algunos de estos materiales ya que dependiendo el destino de material y el tipo de sorgo podemos tener diferentes densidades recomendadas por el semillero (Pereira et al., 2012). En plantas logradas, se encontraron diferencias significativas entre los materiales con un

máximo logrado en ACA 785 BMR con 220000 plantas/ha y un mínimo de 177500 en el material ACA 711 bmr, obteniendo un promedio de 197651,18 plantas/ha (Cuadro 2). En este sentido también hay variabilidad entre híbridos, puesto que hay materiales que modifican mucho su fisonomía de acuerdo a la densidad utilizada y por ejemplo, conducidos a altas densidades presentan mayor altura con tallos delgados (mayor susceptibilidad a vuelco) y menor tamaño de panoja (Torrecillas, 2006). En cuanto a altura de plantas, también existieron diferencias significativas, los materiales con más altura fueron los forrajeros ACA 764 con 3,3 m, seguido de Padrillo Plus con 3,2 m y en tercer lugar ACA 785 bmr con 2,9 m. Los materiales de menor altura fueron sileros/graníferos: Nugrain, Timbo plus, y Nusil 484 todos con alturas alrededor de 2 m (Cuadro 2). La altura es importante a tener en cuenta por que a mayor altura puedo traer problemas de vuelco o quebrado, eso nos lleva a prestar especial atención en densidades correctas donde el grosor y la altura de las cañas de los materiales sean los óptimos para tener flexibilidad y resistencia y evitar este tipo de inconveniente (Torrecillas, 2006).

Cuadro 2: Fecha de floración, días de emergencia a floración (Em-Flo), Numero de plantas, altura, porcentaje de materia (%MS) y fecha de cosecha de los materiales de sorgo evaluados.

Material	Floración	Em-Flo	N°de plantas/ha	Altura (m)	%MS a cosecha	Cosecha
ACA 785 bmr	13/3/2020	90	220000 (± 2886) a	2,9 ($\pm 0,06$) b	33,9 ($\pm 0,74$) a	2/4/2020
ACA 712 bmr	13/3/2020	90	215000 (± 2886) a	2,43 ($\pm 0,03$)c	33,4 ($\pm 0,81$) a	2/4/2020
NUSIL 600 BMR	13/3/2020	90	211666 (± 8819) a	2,5 ($\pm 0,1$) c	32,4($\pm 0,73$) ab	2/4/2020
NUSIL 484	13/3/2020	90	211666 (± 7264) a	1,97 ($\pm 0,03$)e	33,6 ($\pm 1,07$) a	2/4/2020
Padrillo Plus			210000 (± 5000) ab	3,2 ($\pm 0,06$) a	31,8 ($\pm 1,03$) ab	23/3/2020
ACA 764	3/3/2020	80	193333 (± 8819) bc	3,3 ($\pm 0,06$) a	33,5 ($\pm 0,58$) a	23/3/2020
Dulsorgo	3/3/2020	80	188333 (± 4409) c	2,8 ($\pm 0,06$) b	32,4 ($\pm 0,96$) ab	23/3/2020
NUGRAIN 440 T	3/3/2020	80	186666 (± 4409) c	2,03 ($\pm 0,03$) de	33,3 ($\pm 1,31$) a	23/3/2020
Timbo Plus	3/3/2020	80	181666 (± 6009) c	2,03 ($\pm 0,07$) de	32,6 ($\pm 0,53$) ab	23/3/2020
TOB 82 Sil	13/3/2020	90	178333 (± 4409) c	2,13 ($\pm 0,07$) de	31,8 ($\pm 0,86$) ab	2/4/2020
ACA 711 bmr	3/3/2020	80	177500 (± 5204) c	2,17 ($\pm 0,03$) d	30 ($\pm 1,15$) b	23/3/2020

Medias con una letra común en la columna no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

•Producción y partición de materia seca:

El rendimiento promedio de MV/ha fue de 60828,15 kg/ha (Figura 3) y varió entre 100096 KgMV/Ha (ACA 712 BMR-ACA) y 35847,3 kgMV/ha (Material TOB 82 Sil-Empresa TOBIN)

En cuanto a la producción de kgMS/ha, el promedio general fue 19968,6 KgMS/Ha, los 3 materiales más productivos fueron ACA 712 BMR con 33583,40 KgMS/Ha, seguido de ACA 764 con 28879,1 KgMS/Ha, y por ultimo Dulsorgo 26348,1 KgMS/Ha (Figura 4). Estadísticamente podemos observar que entre los diferentes materiales hay diferencias significativas ($p > 0,05$). Como es esperable los materiales de mayor producción fueron ACA 712 y ACA 754 (forrajeros, ciclo largo) se diferenciaron significativamente del resto, pero no presentaron diferencias significativas entre ellos. Esto indica el gran potencial de los ciclos largos, debido a esto la recomendación es sembrar el híbrido de ciclo más largo posible para la zona, lo más temprano posible de manera de aprovechar las lluvias del comienzo de primavera y de hacer coincidir la buena oferta de agua durante el período crítico de encañazón y floración (Vallati, 2012). Además, no solo el ciclo fue importante también lo fue el tipo de sorgo ya que, los sorgos forrajeros son una alternativa más económica (menor costo de semilla y labores) con elevada producción de MS, aunque de menor calidad. En cambio, los sorgos graníferos dan buena calidad de silaje por su alto contenido de grano, con buen rendimiento de materia seca (Chiossonne, 2010). Existe variedad de materiales adaptados a distintos ambientes y los sorgos sileros, de comportamiento intermedio respecto a los anteriores, combinan sus características. Los materiales de menor producción fueron en su mayoría sileros de ciclos cortos a intermedios: Nugrain con 15393,2 KgMS/Ha, seguido de ACA 711 Bmr con 11779,9 KgMS/Ha y Tob 82 Sil con 11458,2 KgMS/Ha. El promedio de los últimos años en el norte de la provincia de Corrientes fue de 12000 a 14000 kgMS/ha (Pereira et al., 2014b; Pereira y Gándara, 2017a). Los materiales evaluados registran altas producciones de materia seca para nuestra zona, lo que permitiría tener una reserva forrajera a disposición y poder utilizarla estratégicamente en los baches invernales. Las diferencias que se dieron en la producción de los materiales de sorgo evaluados en los ensayos, así como

también, en la partición de la materia seca de cada material hace que debamos tener especial atención al momento que decidimos que material sembrar. Dicha elección va a depender del tipo de producción que hagamos y de la categoría que queramos alimentar.

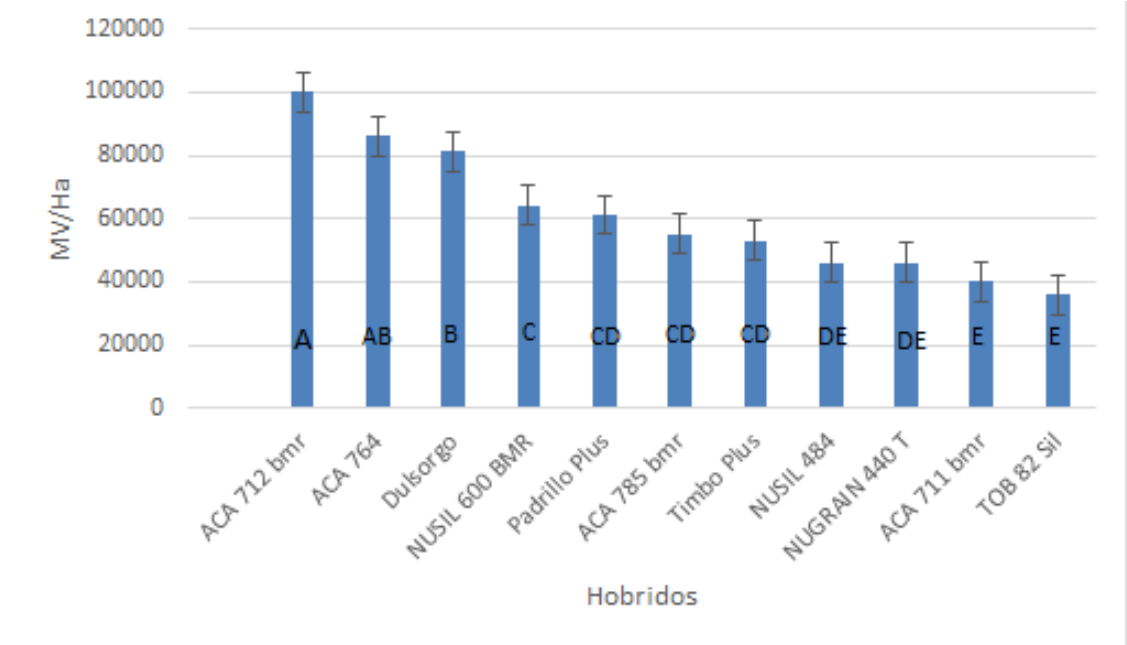


Figura 3: Producción de materia verde (kgMV/Ha) en diferentes híbridos de sorgo. Letras distintas indican diferencias significativas según Test LSD ($p < 0,05$).

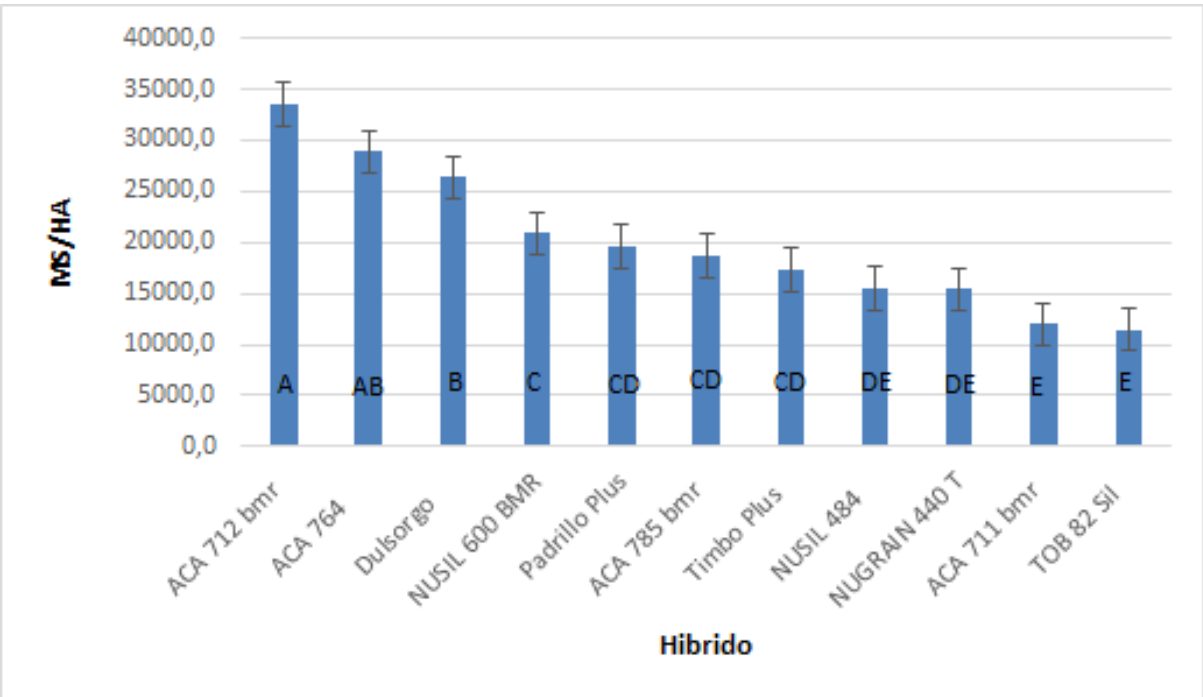


Figura 4: Producción de materia verde (kgMS/Ha) en diferentes híbridos de sorgo. Letras distintas indican diferencias significativas según Test LSD ($p < 0,05$).

La partición de materia seca en %hoja, %tallo y %panoja varió entre los distintos materiales de sorgo evaluados. Los cultivares forrajeros fueron los que presentaron mayor proporción de tallo, debido claramente al pequeño tamaño de las panojas característico de éste tipo de sorgos. Los sorgos del tipo graníferos y doble propósito presentaron la mayor proporción de panoja (40% promedio), en comparación con los sileros (20-30%) y forrajeros (5-10%). Las proporciones de hojas tuvieron escasa variación entre los distintos tipos de sorgo. Las diferencias en la composición morfológica; proporción de tallos, hojas y panojas que poseen los distintos tipos de sorgo; forrajeros, doble propósito (sileros/graníferos) y graníferos puros, así como sus características de BMR, azucarado o ambos, generan diferencias en la composición química y en consecuencia en el valor nutritivo del alimento (Carrasco et al.,2011). En partición de hoja, tallo, panoja podemos observar en la figura 5 que el mayor porcentaje de hoja lo obtuvo el material ACA 712 con el 31% y el menor fue del Nusil 484 con 15,1%. En cuanto a tallo el material de mayor porcentaje es Padrillo plus con 69,7% y el material de menor fue Timbo Plus con 40%. Y en porcentaje de panoja el material de mayor porcentaje es el Nugrain 440t con 51,30% y el menor porcentaje padrillo plus con 0%.

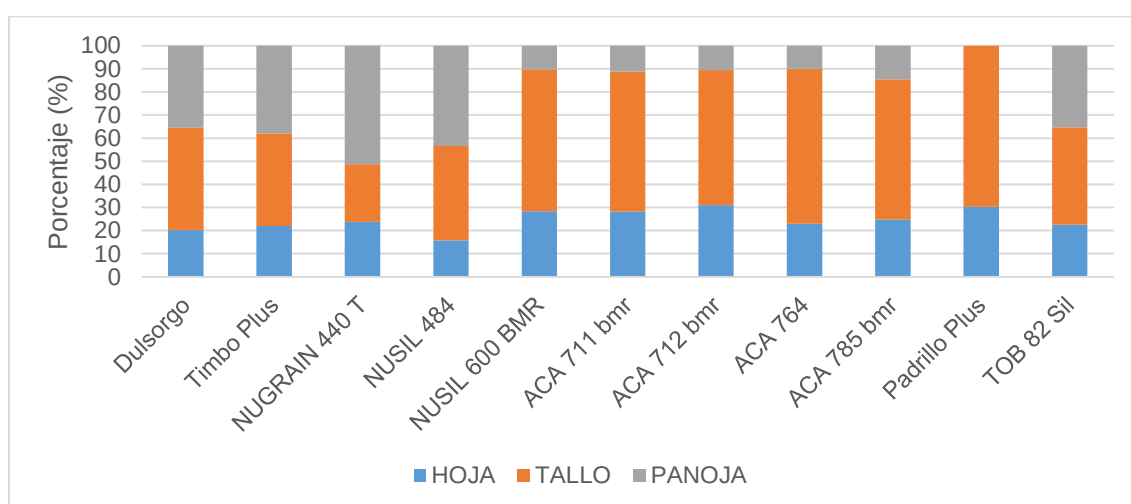


Figura 5: Partición de la materia seca (hoja, tallo y panoja) en los diferentes materiales de sorgo evaluados.

5- **CONCLUSIONES**

Los resultados mostraron claramente comportamientos diferenciales entre los materiales evaluados, en cuanto a la producción y partición de materia seca, días a floración, altura de planta. De esta manera, los resultados nos permiten elegir el mejor híbrido para nuestro propósito prestando especial atención en que hay materiales con alta adaptabilidad a la zona teniendo rendimientos muy buenos. Los datos de comportamiento y performance, destacan a los sorgos forrajeros de ciclo largo, que constituyen una opción interesante (de menor riesgo) a la hora de pensar en un planteo para silaje.

Al observar los resultados que se obtuvieron en el presente ensayo y las posibilidades que hay para conservar el sorgo en forma de silo, es una muy buena alternativa para cubrir el bache invernal que tenemos en nuestra zona y poder contar con una reserva de buena calidad para poder racionarla y entrar con más kilos a la primavera con todos los beneficios que esto conlleva.

Todos los materiales evaluados fueron capaces de brindar altos rendimientos de forraje, con seguridad de producción, y con respuesta ante la aplicación de tecnología. Esto es factible de lograr siempre y cuando el planteo se realice bajo las condiciones necesarias (prácticas agronómicas: fecha de siembra, tipo y calidad de siembra, fertilización control de malezas e insectos calidad de cosecha) para que el cultivo exprese su potencial y la elección del híbrido sea realizada a conciencia. Los factores de decisión deben estar dados por el contexto general y por las condiciones que el material demuestre.

6- **BIBLIOGRAFÍA**

AACREA. 2011. Producción de sorgo granífero. Ediciones CREA.

Bennet, W. y Tucker, B. 1986. Producción moderna de sorgo granífero. Primera edición. Ed: Hemisferio Sur.

Blum, A. Sorghum physiology. In: H. T. Nguyen, ed. Physiology and biotechnology integration for plant breeding. New York: Marcel Dekker Inc. p. 141-223, 2004.

Brar, G.S; Steiner, J.L; Unger, P.W and Prihar, S.S. 1992. Modeling sorghum seedling establishment from soil wetness and temperature of drying seed zones. Agron. J. 84: 905-910.

CASAFE. 2011. Guía de productos fitosanitarios.

Castro N., S., J. Ortiz C., MC Mendoza y F. Zavala G. 2000. Producción de biomasa en líneas de sorgo como respuesta al estrés hídrico. Revista Fitotécnica Mexicana 23: 321-334.

Carrasco, N., Zamora, M. y Melin, A. 2011. Manual del sorgo. Primera Edición. Chacra experimental Integrada Barrow: Ediciones INTA.

Chessa, A. 2007. La calidad del sorgo como alimento animal. Marca Líquida Agropecuaria, Córdoba, Argentina, 17(169):65-68.

Chiossone, J. 2010. Silaje de sorgo. INTA EEA Sáenz Peña, Chaco. En: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/157-Silaje_Sorgo.pdf

Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M., Robledo, C.W. 2016. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

De León, M. 2004. Utilización de silajes en producción de carne bovina. Informe Técnico N° 5. En: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/76-uso_silajes_en_bovinos.pdf. Fecha de consulta: 30/11/2019

Escobar, E. y Ligier, H. 1996. Mapa de suelos de la provincia de Corrientes 1:500.000. Área de producción vegetal y Recursos Naturales. INTA Corrientes.

Fontanetto, H y Keller, O. 2011. Fertilización en sorgo. En: http://www.maizar.org.ar/documentos/291_fertilizacionensorgo.pdf.

Fontanetto, H., Keller, O., Albrecht, J., Giailevra, D., Negro, C. y. Belotti, L. 2008. Aspectos del manejo del cultivo y de la fertilización nitrogenada para el sorgo granífero. INTA, EEA Rafaela. Información Técnica de cultivos de verano. Campaña 2008. Publicación Miscelánea 112. Santa Fé.

Giorda, L.M; Feresin, M. y Domanski, C. 1997. Condiciones Ambientales. En: LM Giorda (Ed.) Sorgo Granifero. Cuaderno de Actualización Técnica 7, EEA Manfredi. Centro Regional Córdoba. INTA. 17-19 pp.

Graveros, I.E. 2003. Cultivos sorgos graníferos. En: <http://www.produccion.com.ar/2003/03ago-10.htm>.

INTA, 2020. Pautas para controlar el gusano cogollero en maíz y sorgo. En: <https://intainforma.inta.gob.ar/pautas-para-controlar-el-gusano-cogollero-en-maiz-y-sorgo/>.

Iannone, N. 2012. Plagas en sorgo. 2º Simposio Nacional de Sorgo - Pergamino, Agosto 2012. En: <https://www.aapresid.org.ar/blog/plagas-en-sorgo/>

Kent, F. S. 2016. Influencia del tipo de sorgo sobre la calidad nutritiva del ensilaje, y la respuesta productiva obtenida con novillos en terminación. Tesis Para optar al Grado Académico de Magister en Ciencias Agropecuarias. En: https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/1360/INTA_CRLaPampaSanLuis_EEAAnquil_Kent_FS_Influencia_del_tipo_de_sorgo_sobre_la_calidad_nutritiva_del_ensilaje.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Fecha de consulta: 30/11/2019.

Kimber, Clarissa T.; Dahlberg, J. A. & Kresovich, S. The genepool of Sorghum bicolor and its improvement. In: A. H. Paterson, ed. Genomics of the Saccharinae. New York: Springer. p. 23-42, 2013.

Pereira, M., Gándara, L. y Mendez, M. 2012. Puntos a tener en cuenta para siembra de sorgo para silo En: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/221-SIEMBRA_SORGO.pdf.

Pereira, M.M; Gándara, L. Méndez, M.A; Bertollo, J.; Meza, M.I. 2014a. Evaluación de variedades de sorgo para grano campaña 2013/14. Proyecto Arroz. Campaña 2013-2014 Volumen XXII.

Pereira, M.M; Gándara, L. Méndez, M.A; Bertollo, J.; Meza, M.I. 2014b. Evaluación del rendimiento de híbridos de sorgo para silo ciclo agrícola 2013/14. Proyecto arroz Campaña 2013-2014. Volumen XXII.

Pereira, M. y Gándara, L. 2017. Evaluación de materiales de sorgo para grano y silo - Ciclo Agrícola 2016/17. PROYECTO ARROZ campaña 16/17. Edición Nº 25.

Romero L.A., Comerón E.A., Bruno O.A., Gagliotti M.C. y Quiano O.R. 2004. El silaje de sorgo granífero en la alimentación de vacas lecheras. Proyecto regional de lechería. Campaña forrajes conservados 2003-2004. INTA Rafaela. Publicado en internet, disponible en <http://rafaela.inta.gov.ar/info/documentos/cfc/doc8.pdf>.

Rossi, J.; Vazquez, Rubén. y Correa Luna, M. 2010. Híbridos de Sorgo y Maíz para Silo, en dos ambientes contrastantes. Planteos Ganaderos. Aapresid 2010. En: http://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/2013/03/PGSD10_010.pdf. Fecha de consulta: 30/11/2019.

Torrecillas, M. 2006. SORGO PARA SILO Producir XXI 15(180):12-18. En: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/60-sorgo_para_silo.pdf

Uzun F., Ugur S. and Sulak M. 2009. Yield, Nutritional and Chemical Properties of Some Sorghum x Sudan Grass Hybrids (Sorghum bicolor (L.) Moench x Sorghum sudanense (Piper) Stapf). J. Anim. Vet. Adv. 8: 1602-1008.

Vallati, A. 2012 SORGO en: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/maiz_sorgo/12-descripcion_sorgo.pdf