



MANUAL

Cultivo del Sorgo Forrajero



Rolando Demanet Filippi
Cristian Canales Cartes

EDICIÓN 2020



ISBN 978-956-09253-2-9

Autores

Rolando Demanet Filippi
Dr. Ingeniero Agrónomo
Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales
Universidad de La Frontera

Cristian Canales Cartes
Ingeniero Agrónomo
Jefe Desarrollo Agropecuario
Watt's S.A.

Comité editor

Francisco Deck Román
Alex Knopel Schüller
Luis Reyes Dimter
Jaime Vásquez Martínez

Diseño y diagramación

Cecilia Araneda Padilla
Carla Bizama Del Pino

Fotografías

Rolando Demanet Filippi

Edición

2020



Brindamos un agradecimiento especial a CORFO, que a través del cofinanciamiento de Programas de Desarrollo de Proveedores (PDP), permite concretar iniciativas que agregan valor a la cadena productiva nacional.

Derechos reservados. Ninguna parte de esta obra puede ser reproducida, almacenada o transmitida a través de medios ópticos, eléctricos, electrónicos, químicos, fotográficos, sin la autorización previa por escrito de los autores.

Introducción	1
Descripción de la planta	2
Tipos de sorgos	3
Requerimientos del cultivo	4
Cultivo del sorgo	6
Pastoreo y soiling de verano	11
Ensilaje	14
Recomendaciones generales	17

En Chile, el Sorgo está presente como planta destinada a la producción de forraje desde la década del cincuenta en el siglo pasado. Su presencia en los predios de productores ganaderos ha sido muy errática y su uso ha estado relacionado con el entusiasmo de algunas empresas que han importado materiales a Chile, probándolos en algunos sistemas productivos, en los cuales rápidamente fueron reemplazados por maíz u otra alternativa. Paralelo a esto, algunos investigadores viendo las ventajas de esta especie, han evaluado algunos materiales cuyos resultados no han trascendido.

Como especie forrajera, el sorgo presenta diversos aspectos positivos. Entre ellos, destaca la versatilidad de utilización: pastoreo, ensilaje, heno y grano, facilidad de siembra, buena tolerancia a condiciones de estrés hídrico y su adecuada calidad nutricional. Entre los factores limitantes para su uso, se encuentran los problemas derivados de la presencia de ácido prúsico en estados juveniles, lo cual limita su consumo en pastoreo o soiling en etapas tempranas del desarrollo de las plantas. Como en todas las especies destinadas a la producción de forraje, el sorgo requiere ser establecido en condiciones de suelo y clima adaptados a su condición, donde es absolutamente necesario respetar los requerimientos de temperatura, fecha de siembra y preparación de suelo. Además, es necesario definir el híbrido adaptado al área de siembra y desarrollar las prácticas de cosecha respetando las restricciones de las plantas al consumo animal.

Este manual tiene por objetivo instruir al lector, relacionado con la producción animal, sobre las prácticas de cultivo y manejo del sorgo forrajero en lo referente a las condiciones de siembra, prácticas culturales, manejo de pastoreo y cosecha.

Los ciclos climáticos donde predominan periodos extensos de déficit hídricos hacen necesario volver la mirada a especies de mejor tolerancia a condiciones de estrés pero que tienen otros requerimientos, a veces, muy diferentes a las alternativas que en la actualidad se utilizan en el campo como, por ejemplo, el maíz. Las empresas propietarias de la genética de esta especie han desarrollado nuevos materiales genéticos que se adaptan a las condiciones de la zona templada y que hoy ya han sido evaluados por la Universidad de La Frontera y han demostrado que esta especie tiene un nicho interesante que los productores deben identificar y utilizar. Por esta razón, es que nos hemos adelantado a mostrar a los productores, profesionales y técnicos, las prácticas de manejo que deben ser consideradas en el cultivo de sorgo forrajero.

El sorgo (*Sorghum* spp. Moench) es una especie que en Chile ha sido utilizada en forma esporádica en producción animal y ha estado circunscrita a la zona mediterránea para pastoreo de verano y conservación de forraje. Publicaciones divulgativas del siglo pasado lo incluían como alternativa de producción de forraje para el secano costero mediterráneo (Contreras & Caviedes, 1977) y mediterráneo húmedo regado (Soto *et al.*, 1984).

Origen

El centro de origen es la sabana oriental de Sudán y su distribución se atribuye a los cazadores recolectores del Sahara (8.000 años A.C.). El sorgo domesticado más antiguo (2.000 años A.C.) tuvo su origen en la India (Venkateswaran, *et al.*, 2018). En Chile se conoce desde inicios del siglo pasado y su cultivo nunca ha tenido relevancia. La siembra se ha hecho en pequeñas superficies como resultado del entusiasmo de algunos agricultores, profesionales y técnicos, pero rápidamente fue reemplazado por el cultivo de maíz (Águila, 1997).

Descripción botánica

Es una especie que pertenece a la familia Poaceae, subfamilia Panicoideae, género *Sorghum*, especie *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Esta especie representa a todos los sorgos silvestres y cultivados de tipo anual. Entre ellos se distinguen tres subespecies: *S. bicolor* subsp. *bicolor*, *S. bicolor* subsp. *drummondii* y *S. bicolor* subsp. *verticilliflorum*. Los sorgos cultivados corresponden a *S. bicolor* subsp. *bicolor* (Berenji *et al.*, 2011). Forma un follaje que se caracteriza por presentar tallos acabalados y ovados. Las hojas tienen bordes dentados y la lámina es glabra y cerosa. La inflorescencia es una panoja densa con ramificaciones primarias ubicadas en un eje y que portan espiguillas pares elipsoidales. Cada espiguilla consta de dos flores, pero la inferior es estéril. Tiene un 95% de autopolinización y un 5% de polinización cruzada, que incluso puede incluir especies silvestres como el maicillo. Las semillas son esféricas y dependiendo de la coloración del pericarpio pueden ser amarillas, rojas, marrones e incluso negras (House 1985; Águila, 1997).



Panojas de plantas de sorgo (*Sorghum* spp. Moench) en diferente estado de madurez

Se distinguen dos tipos de sorgos para la producción de forraje. Para la elaboración de ensilaje se utilizan los sorgos graníferos pertenecientes a la especie *Sorghum bicolor* (L.) Moench, híbridos que en su mayoría tienen un crecimiento erecto que en el momento de la cosecha pueden alcanzar una altura de unos tres metros.

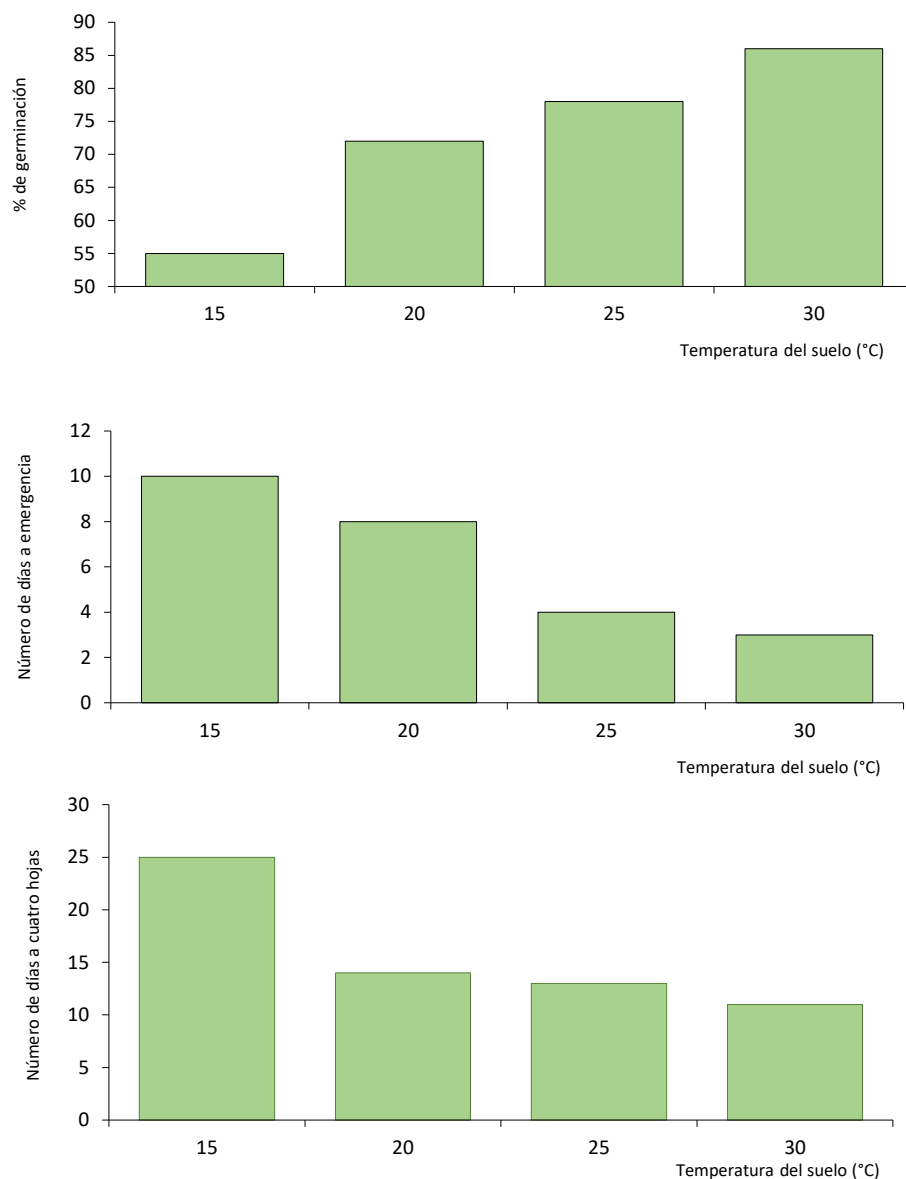
Otros tipos de sorgo son los utilizados para pastoreo o soiling de verano, que en su mayoría son el resultado del cruzamiento entre *Sorghum drummondii* (Steud.) Millsp. & Chase (pasto sudan) y *Sorghum bicolor* x *S. bicolor* var. *sudanese* (pasto sudan híbrido) y se denominan pasto sudan o sudangrass. Estos híbridos, a diferencia de los sorgos graníferos, son plantas frondosas que tienen la capacidad de rebrotar (multi cortes). En comparación con el maíz, tienen mayor área foliar y más raíces secundarias, rasgos que los ayudan a resistir la sequía (Sarrantonio, 1994; Sarrantonio & Gallandt, 2003).



Sorgos graníferos pertenecientes a la especie *Sorghum bicolor* (L.) Moench destinado a la elaboración de ensilaje

Requerimientos del cultivo

El sorgo es una especie que se cultiva en una amplia gama de sistemas y se caracteriza por presentar una gran tolerancia a enfermedades y plagas (estrés biótico), déficit hídrico y altas temperaturas (estrés abiótico). Su germinación en el suelo se produce con temperaturas superiores a 7°C, pero para que ocurra en menos de cuatro días requiere una temperatura superior a 18°C.



Efecto de la temperatura de suelo en la germinación de las semillas, emergencia y crecimiento inicial de las plantas de sorgo.

Fuente: adaptado de Carrasco *et al.*, 2011

La temperatura mínima para el crecimiento del sorgo es de 15 °C y los rendimientos más altos ocurren cuando las temperaturas medias durante la temporada de crecimiento están entre 24 y 27 °C. A diferencia del maíz, es capaz de soportar periodos prolongados de sequía y logra una rápida recuperación ante la presencia de agua. Los requerimientos de agua son entre uno y dos tercios de los necesarios para el cultivo de maíz (Bustos, 1968; Assefa *et al.*, 2010; Chisi & Peterson, 2018).

Las plantas de sorgo son más eficientes que las de otros cereales en la absorción de agua y nutrientes, ya que tienen un sistema radical fibroso, ramificado y profundizador, que puede ser hasta dos veces más grande respecto al cultivo del maíz (Yosef *et al.*, 2009). Además, las hojas tienen una cubierta cerosa con estomas pequeños, abundantes y un mecanismo de enrollamiento foliar que protege a las plantas de la deshidratación (Tari *et al.*, 2013; Li *et al.*, 2010).



Estados iniciales de desarrollo del cultivo del sorgo

Rotación de cultivos

El sorgo es una planta que presenta pocos problemas sanitarios durante el cultivo. Esto indica que es una planta que se puede cultivar en forma consecutiva en el mismo potrero, respetando los requerimientos nutricionales y de manejo físico del suelo. Entre cultivos, para evitar que el suelo permanezca desnudo es conveniente intercalar un cultivo como avena, centeno o la mezcla de ambos cereales para ser utilizado en pastoreo durante el periodo de otoño, invierno e inicios de primavera. También es una opción incluir en la siembra del cereal, semillas de ballicas de ciclo anual que permitirán tener un buen aporte de forraje en los meses agosto y septiembre.

La siembra cereales post cosecha del sorgo, se realizan al voleo y la semilla del cereal se incorpora en forma superficial con un vibrocultivador o un preparador de cama de semilla. Dependiendo de la fecha de siembra (febrero – marzo), la dosis de semilla del cereal solo o en mezcla es de 200 a 240 kg semillas/ha. En el caso de incluir ballica de ciclo anual, la dosis de semilla que se debe utilizar de esta especie es de 15 kg semilla/ha.

Periodo de siembra

El sorgo es una especie que en la zona templada (Temuco al sur) y mediterránea húmeda (Chillán – Los Ángeles), se debe sembrar entre mediados de octubre y primera quincena de diciembre. Un factor limitante en la siembra es la temperatura del suelo.

El sorgo requiere temperaturas superiores al maíz para germinar. La temperatura ideal de suelo es de 16 °C, donde se espera que germine sin dificultad el 75% de las semillas. A menor temperatura se afecta la germinación y la emergencia de las plántulas, situación que supone el incremento de la dosis de semilla. Hay que considerar que bajas temperaturas en el periodo post siembra, tienen un efecto mayor en la emergencia de las plántulas que en la germinación real de las semillas.

Sistema de siembra

El sorgo puede ser sembrado en sistema de cero labranza o con preparación de suelo. En cero labranza, el suelo debe estar perfectamente preparado en términos de nivelación, extracción y drenaje de las aguas. El sorgo es una planta que no tolera sobre saturación de agua en el suelo y menos periodos de inundación prolongados.

Preparación de suelos

En sistemas con preparación de suelo, se inicia con la aplicación de un barbecho químico que permita el control total del tapiz vegetal. Una vez que ha actuado el producto, el movimiento del suelo se inicia con un arado subsolador, rastra, incorporador de rastrojo, preparador de cama de semilla, rodón y siembra. El trabajo en profundidad tiene por objetivo permitir el enraizamiento de las plantas, permitiendo así buen anclaje de la planta al suelo y la obtención de agua y nutrientes en profundidad.

Una labor de importancia en la preparación es la descompactación del suelo, labor que permite al sistema radical su expansión en el perfil, tanto de forma lateral como en profundidad. La exploración en profundidad deriva en un incremento en la absorción de nutrientes y en una mayor eficiencia en el uso del agua, lo que conlleva a una mayor producción. Este proceso de romper y resquebrajar el perfil en profundidad tiene múltiples beneficios que son mayores cuando esta labor se realiza con el suelo seco (Faiguenbaum, 2017).



Un adecuado barbecho químico y la descompactación del suelo con arado subsolador son dos labores claves en el desarrollo de una buena preparación de suelos para la siembra de sorgo.

Durante el proceso de preparación del suelo se debe considerar la incorporación de enmiendas calcáreas que permiten corregir la acidez y la neutralización de los fertilizantes acidificantes que se utilizan en el cultivo. Además, es posible incorporar enmiendas orgánicas (guano o abono verde) que mejoran la estabilidad de los agregados del suelo y su estructura, junto con aminorar los procesos de erosión característicos de los suelos de la zona templada, en los que este riesgo es alto como consecuencia de las condiciones climáticas y geomorfológicas (Honorato, 2000).

El uso de enmiendas orgánicas permite la generación de un ambiente edáfico caracterizado por la presencia de macro poros que permite un mayor intercambio de aire, movimiento de agua y exploración radical (Ellies *et al.*, 1991; Ellies, 1994).

Densidad de siembra

La siembra se hace en línea con máquina cerealera convencional a chorro continuo. También es posible realizar la siembra con máquinas de precisión utilizadas en maíz y remolacha, pero que deben tener discos especiales para sorgo. La dosis óptima de semilla es entre 8 y 14 kg semilla/ha. Esta densidad permite alcanzar poblaciones entre 200.000 y 300.000 semilla/ha, ya que en la mayoría de los híbridos el número de semillas por kilo es de aproximadamente 30.000 y la emergencia de las plántulas 75%.

Peso de mil semillas, número de semillas por kilo, densidad de siembra y kilos de semillas sembrados por hectárea. Estación Experimental Maquehue, Región de La Araucanía. 2019/2020.

Híbrido	PMS (g)	N° Semillas/kilo	Densidad de siembra (N° semillas/ha)	kg semilla/ha
RGT Anggy	39,30 a	25.430 d	280.000	11,01
RGT Ggolden	33,30 b	30.010 c	280.000	9,33
RGT Iceberg	31,30 b	31.960 c	280.000	8,76
RGT Swingg	26,10 c	38.286 a	200.000	5,22
RGT Vegga	27,30 c	36.602 b	200.000	5,46
Promedio	31,46	32.458	248.000	7,96

PMS: Peso de mil semillas

Medias que no comparten una letra en común son diferentes según Prueba de Tukey ($p > 0,05$)

La densidad de siembra se incrementa entre 10 y 12% en condiciones de secano y en siembras tempranas cuando la temperatura de suelo es inferior a 16°C. También se debe considerar este incremento en suelos con deficiente preparación y sitios con riesgo de inundación eventual.

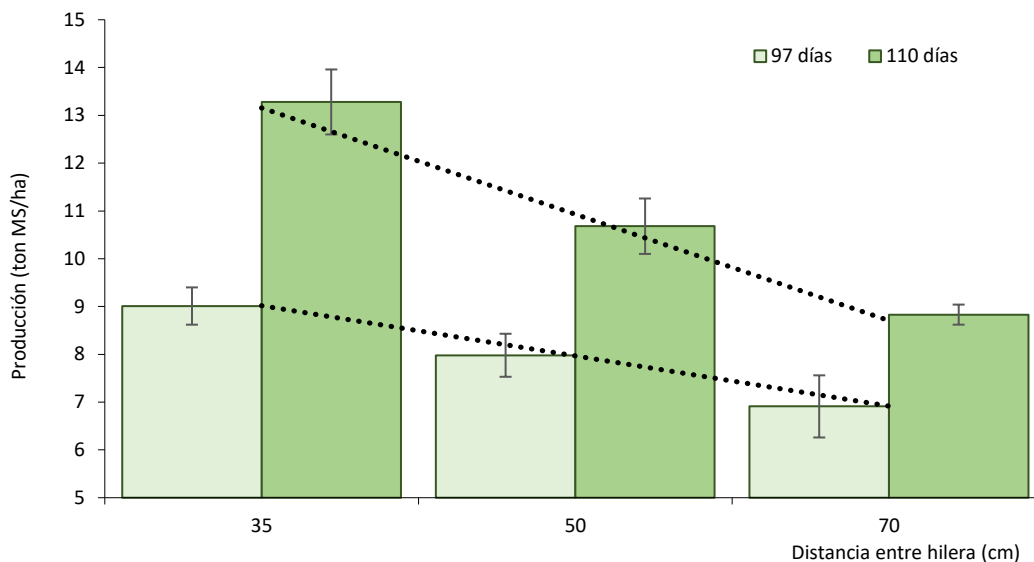
Profundidad de siembra

La profundidad de siembra depende de la calidad de la preparación del suelo, sistema de riego (si existe) y calibre de la semilla. El rango de profundidad es entre 4 y 8 cm, donde semillas pequeñas son ubicadas entre 4 y 5 cm y semillas de mayor calibre entre 5 y 8 cm. Es evidente que en ambos tamaños, la profundidad se relacionará con la calidad de la cama se semilla y la humedad del suelo. El fertilizante de la siembra se localiza al lado de la semilla a igual profundidad.

Distancia entre hilera

Esta especie puede ser sembrada a distancia entre hilera de 12 a 70 cm. El espaciamiento entre hilera se relaciona con las condiciones de humedad del suelo, sistema de utilización y riego. Para sistemas pastoriles y ensilaje, hoy se utiliza una distancia entre hilera de 12 a 17,5 cm que está relacionado con la distancia habitual de las máquinas de siembra de cereales (12, 15 y 17,5 cm). Otra forma de espaciamiento es de hilera por medio, esto es

24, 30 y 35 cm, que es utilizado para producción de ensilaje cuya cosecha se realiza con cabezal rotativo.



Efecto de la distancia entre hilera en el rendimiento estival de sorgo de multicorte destinado a la producción de forraje. Cosecha a 97 y 110 días post siembra. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2019/2020. Convenio Universidad de La Frontera – Compañía Internacional de Semillas.



Efecto de la distancia entre hilera en la densidad y cobertura de sorgo 96 días post siembra

Fertilización

El programa de fertilización del cultivo está definido por el nivel de extracción y el contenido de nutrientes del suelo. La corrección de la acidez del suelo y la neutralización es una práctica ineludible que se debe realizar aplicando dosis controladas de enmienda calcárea.

En la corrección de la acidez hay que tener en cuenta que, en suelos de origen volcánicos, por cada tonelada de Cal incorporada al suelo se estima que habrá un incremento de 0,15 puntos de pH, mientras que, utilizando Dolomita este cambio será de 0,2 puntos de pH. Por otra parte, en la neutralización de los fertilizantes amoniacales utilizados en el cultivo, hay que considerar que por cada kilo de nitrógeno amoniacal que se aplique al suelo se requieren entre 4 y 6 kg Cal para su neutralización.

Respecto a los nutrientes en el momento de la siembra, la mezcla de fertilizantes se incorpora con la máquina sembradora y la fertilización nitrogenada (220 a 240 kg N/ha) se aplica en forma secuencial: 35% pre - siembra incorporado, 30% en el momento de la siembra y 35% post utilización en pastoreo o cuando las plantas posean entre 4 y 6 hojas expandidas (lígula visible). En sistemas de riego tecnificado (pivote), la fertilización post emergente se realiza a través del agua, utilizando para ello urea disuelta en los estanques de fertirrigación o mezclas completas de fertilizantes líquidos.

Control de malezas

El control de las especies indeseables en el cultivo del sorgo, es un factor determinante en el rendimiento y calidad del forraje que consumirán los animales. Se ha demostrado en áreas de producción de sorgo forrajero que un control deficiente de malezas (químico o manual), reduce hasta en un 47% el rendimiento de forraje en pastoreo y 62% en ensilaje. Existen diversas opciones de control químico de malezas en pre y post emergencia, sin embargo, se debe considerar como una etapa clave, la elaboración de buen barbecho químico.

Entre las opciones de pre emergencia incorporado y preemergencia, se encuentran *atrazina* (Gesaprim) sola o en mezcla con *metolochlor* (Dual Gold), cuyo objetivo es el control de gramíneas y latifoliadas. En post emergencia, para el control de gramíneas y latifoliadas la mejor opción es la mezcla de *atrazina* (Gesaprim) + Dicamba cuando las plantas posean entre 2 y 4 hojas expandidas (lígula visible).

Para pastoreo o soiling de verano se utilizan sorgos de multi corte, que son híbridos de sorgo con pasto sudan. Estos rebrotan tras su utilización y según la fecha de siembra, la disponibilidad de agua y fertilidad del suelo es posible tener dos o tres utilizaciones en el periodo estival.

La frecuencia e intensidad de uso son determinantes en la producción y calidad del forraje. Según Soto *et al.* (1984), la mejor relación rendimiento - calidad del forraje en verano se produce cuando las plantas se utilizan a una altura de 60 cm y se deja un residuo de 10 cm. Mediciones de Ide (1986) demostraron que la fecha de siembra tiene un efecto significativo en la producción de materia seca de las plantas en la primera utilización y en la capacidad de rebrote de estas, pero no en la producción total del periodo estival.

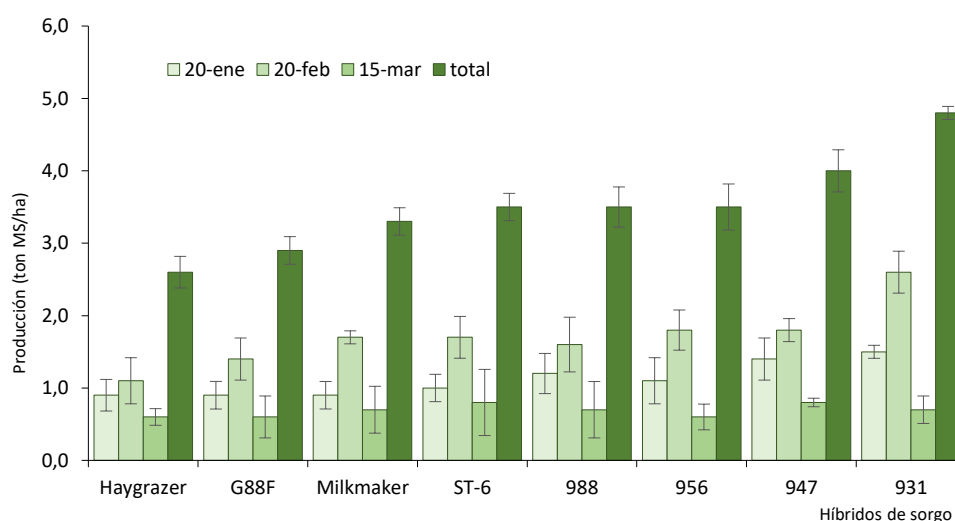
Efecto de la fecha de siembra en el tiempo de rezago (días) y en la producción estival de forraje de *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*. Valdivia. Temporada 1985/1986.

Fecha de siembra	1° corte				2° corte				Total						
	Días	ton MV/ha		ton MS/ha	Días	ton MV/ha		ton MS/ha	Días	ton MV/ha		ton MS/ha			
05-nov	90	32,90	b	5,20	b	71	21,22	a	4,49	a	161	54,12	ab	9,69	a
20-nov	90	42,57	ab	7,08	ab	56	21,16	a	4,07	a	146	63,73	a	11,15	a
05-dic	90	46,33	a	9,40	a	41	6,56	b	1,09	b	131	52,89	ab	10,49	a
20-dic	90	46,40	a	9,52	a	26	1,13	b	0,22	b	116	47,53	b	9,74	a
Promedio	90					49					139				

Medias que no comparten una letra en común son diferentes ($p > 0,05$)

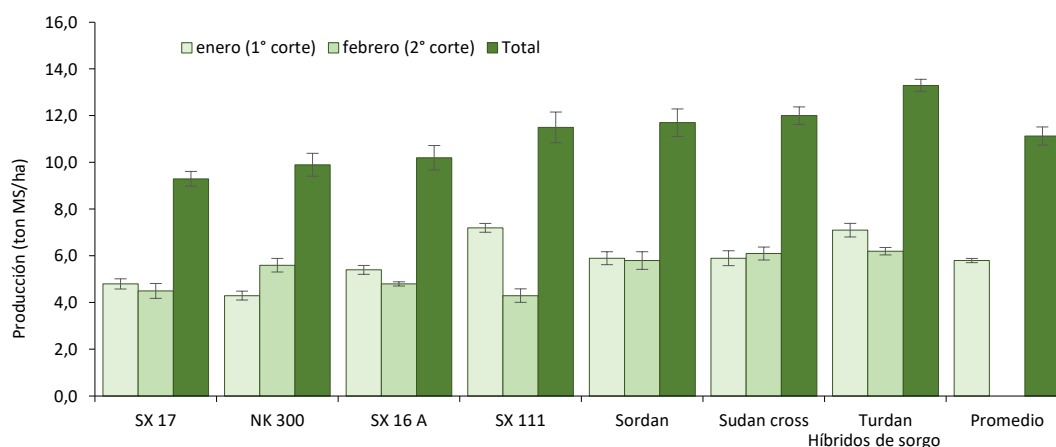
Fuente: adaptado de Ide, 1986.

Las condiciones climáticas y la disponibilidad de agua son determinantes en la producción estival. Mediciones de diversos híbridos en la localidad de La Unión, exhibieron producciones inferiores a 5 ton MS/ha y en condiciones de mayor humedad, en la localidad de Osorno, el rendimiento fue superior a 13 ton MS/ha.



Producción total y por corte de ocho híbridos de sorgo medidos en la localidad de La Unión. Periodo enero – marzo. Temporada 1982/1983.

Fuente: adaptado de Olivares *et al.*, 1984.



Producción total y por corte de ocho híbridos de sorgo. Periodo enero – marzo. Osorno, temporada 1981/1982.

Fuente: adaptado De La Puente, 1982.

En la localidad de Valdivia, Matthei (1987) midió el efecto de la forma de utilización en la producción y calidad nutricional del híbrido *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*. En esta medición demostró que, a mayor número de días desde la siembra a la cosecha, más incrementa el porcentaje de materia seca de las plantas, la producción de forraje, el nivel de energía metabolizable y el contenido de fibra cruda; sin embargo, se redujo bruscamente el contenido de proteína.

Efecto de la forma de utilización en la producción y parámetros de calidad de *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*. Valdivia. Temporada 1986/1987.

Uso	Altura de ingreso (cm)	Producción (ton MS/ha)	MS (%)	Proteína (%)	EM (Mcal/kg)	Fibra cruda (%)
Pastoreo	50	2,59 b	22,01	16,75	1,98	23,44
Soiling	100	2,57 b	21,56	12,20	2,03	25,16
Ensilaje	panoja formada	5,32 a	29,25	7,42	2,33	27,75

Medias que no comparten una letra en común en sentido vertical son diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: adaptado de Matthei, 1987.

Restricciones

La utilización en pastoreo durante el periodo estival tiene restricciones relacionadas con la presencia del glucósido durrina en estados juveniles de las plantas (< 50 cm de altura). Este compuesto por desdoblamiento se transforma en ácido hidrocianico, cianhídrico o prúsico, compuesto tóxico de rápida acción que al ingresar en el torrente sanguíneo inicia un proceso de inhibición del consumo de oxígeno provocando la muerte de los animales por asfixia.

El riesgo de intoxicación por ácido prúsico en el ganado aumenta durante los periodos de sequía, cuando las plantas se encuentran estresadas. Se conocen más de 200 especies de plantas que acumulan cantidades suficientes de glucósidos cianogénicos para causar envenenamiento. Algunas de ellas son *Sorghum halepense* (L.) Pers., *Sorghum* x *drummondii* (Steud.) Millsp. & Chase (pasto sudan), *Sorghum* spp. Moench y *Sorghum bicolor* x *S. bicolor* var. *sudanese* (pasto sudan híbrido).

Las causas predisponentes para que los glucósidos cianogénicos de las plantas se transformen en peligro para los animales, son el consumo de:

- ✓ Plantas provenientes de un rápido rebrote, tras un periodo prolongado de sequía
- ✓ Plantas afectadas por heladas.
- ✓ Plantas tratadas con herbicidas.
- ✓ Plantas sometidas a fertilizaciones con altas dosis de nitrógeno, especialmente, en suelos con bajo fósforo.
- ✓ Plantas consumidas durante la mañana con exceso de rocío.

Existe un mayor riesgo de que se produzca esta intoxicación en bovinos que en ovinos y en especial en animales hambrientos. Aquellos animales que habitualmente consumen plantas que presentan cantidades variables de glucósidos cianogénicos pueden adquirir cierta tolerancia y, por lo tanto, no presentar síntomas de intoxicación (Robson, 2007).

La intoxicación de los animales ocurre 15 minutos después de ser consumido el forraje y la muerte ocurre dos o tres minutos después, con signos comunes a otras patologías; dificultad al respirar, aceleración del pulso, ansiedad y temblor muscular, entre otros. En general los signos se confunden con la intoxicación por nitritos y por eso se debe utilizar el tratamiento con inyección intravenosa de tiosulfato de sodio que proporciona azufre para convertir la cianmetahemoglobina en el tiocianato no tóxico, que se excreta en la orina (Robson, 2007).



Sorgo en pastoreo durante el periodo estival

Los sorgos destinados a la producción de ensilaje son los mismos utilizados para la producción de grano o pastoreo (híbridos) y la diferencia se encuentra en la fecha de cosecha. Para ensilaje las plantas se cosechan con la panoja formada y un porcentaje de materia seca de la planta completa entre 32 y 35%. La ventaja que tiene esta alternativa respecto a la producción de maíz para ensilaje es su menor requerimiento hídrico y mayor tolerancia a condiciones de estrés.

La calidad y la producción son estables en el periodo de cosecha y se tiene un buen equilibrio entre el contenido de azúcar en el tallo y el rendimiento de grano. Al comparar el sorgo con el maíz se comprueba que ambos alcanzan producciones similares de materia seca, pero difieren en la calidad nutricional. La mayor diferencia se encuentra en el valor energético y, específicamente, en el contenido de almidón, que en el sorgo no supera el 18% en el corte de ensilaje, mientras que el maíz alcanza con facilidad valores superiores al 30%.

En Chile existen pocas mediciones de adaptación y producción de sorgos para ensilaje. En la zona mediterránea regada Cofré & Soto (1984) mencionan que es posible alcanzar entre 12 y 18 ton MS/ha en sorgos cosechados al estado fenológico de grano pastoso. En la zona templada, Pichard (1986) midió en distintas localidades la producción de sorgos graníferos y forrajeros y encontró una alta correlación entre el rendimiento y la fecha de siembra. En siembras hechas entre los meses de octubre y diciembre la producción se redujo de 18 a 8 ton MS/ha.

En Valdivia, Del Río (1987) y Kullmer (1988) midieron el efecto de la aplicación de dosis crecientes de nitrógeno en la producción para ensilaje de *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*. La producción no superó las 7 ton MS/ha y cuando se aplicaron entre 120 y 300 kg N/ha el rendimiento fue estadísticamente similar.

Efecto de la aplicación de nitrógeno en la producción y calidad nutricional de *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*. Valdivia. Temporada 1986/1987.

Dosis de nitrógeno (kg/ha)	Producción*		Calidad nutricional			
	ton MV/ha	ton MS/ha	MS (%)	Proteína (%)	Valor D (%)	EM (Mcal/kg)
0	18,47 a	4,62 b	25,0 a	10,4 a	66,3 a	2,43 a
60	19,47 a	4,98 b	25,6 a	10,5 a	64,5 a	2,38 a
120	25,53 a	5,77 ab	22,6 b	10,5 a	66,1 a	2,43 a
180	22,91 a	5,98 ab	26,1 a	10,7 a	65,2 a	2,40 a
240	24,91 a	6,64 a	26,7 a	11,0 a	65,7 a	2,41 a
300	24,69 a	6,79 a	27,5 a	10,1 a	65,7 a	2,41 a

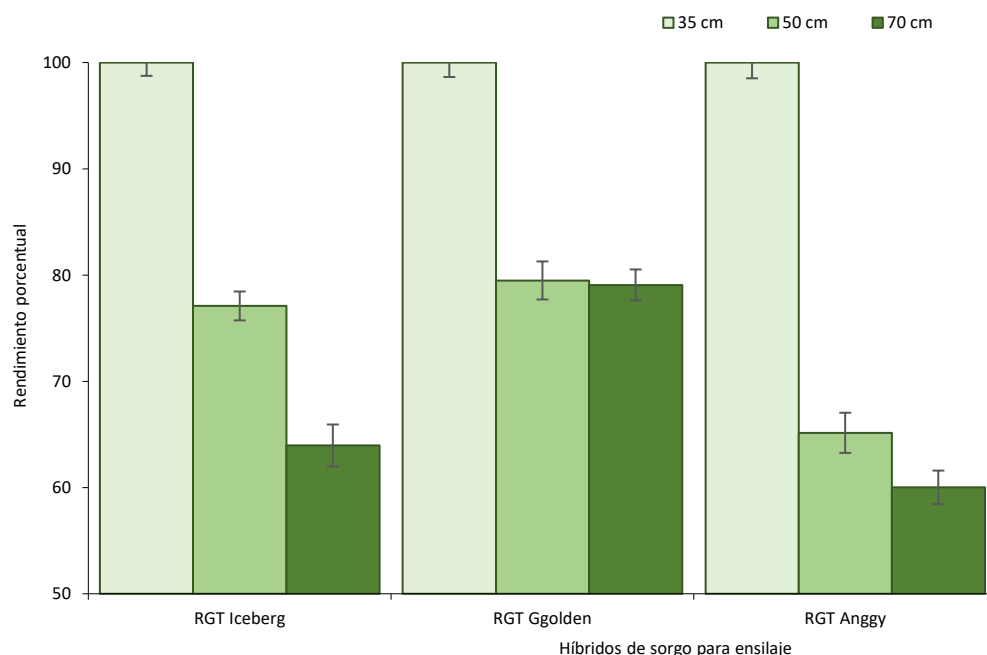
Medias que no comparten una letra en común en sentido vertical son diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: adaptado de Del Río, 1987.

(*) Días de siembra a cosecha: 158

En Temuco se midió el efecto de la distancia entre hilera en la producción de híbridos de sorgo granífero para elaboración de ensilaje. Los resultados mostraron que el incremento de la distancia desde 35 a 70 cm, utilizando la misma densidad de siembra (280.000

semillas/ha), genera una reducción de la producción de ensilaje de hasta un 40% dependiendo del híbrido. Esto confirma que al igual que sorgo de multicorte, el sorgo se debe sembrar a distancia entre hilera de 17,5 a 35 cm, con maquina cerealera convencional o de precisión.



Efecto de la distancia entre hilera (35, 50 y 70 cm) en el rendimiento de tres híbridos de sorgo granífero destinado a la producción de ensilaje. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2019/2020. Convenio Universidad de La Frontera – Compañía Internacional de Semillas.

El sorgo es una alternativa atractiva al maíz porque tiene una mejor adaptación a las condiciones de estrés hídrico y baja fertilidad del suelo (Borba *et al.*, 2012). Entre los tipos de sorgo hay diferencias en el valor nutricional. El sorgo forrajero de un corte que no logra la producción de grano tiene un mayor contenido de carbohidratos solubles que el sorgo granífero (Kaiser *et al.*, 2004). En los sorgos de grano, que son utilizados principalmente para la elaboración de ensilaje, su valor nutricional es proporcionado por el grano, que aporta entre un 48 y 55% a la producción total de materia seca. Mediciones de calidad demostraron que la mejor relación contenido de nutrientes - digestibilidad se logra con híbridos forrajeros, pero su producción para ensilaje es inferior a la que alcanzan los sorgos graníferos. Además, con el avance de la madurez se reduce drásticamente la calidad, en especial, el contenido de proteína y la digestibilidad de la FDN.

Contenido de nutrientes del grano, forraje fresco y ensilaje de sorgo.

Parámetro	Unidad	Grano	Forraje fresco	Ensilaje
Contenido de materia seca	%	30,2	28,2	25,4
Proteína cruda	%	10,5	10,6	8,62
FDN	%	48,3	39,2	40,2



Evolución del cultivo de sorgo granífero para ensilaje

Pastoreo

- ✓ Para pastoreo utilice híbridos de multicorte que corresponde al cruzamiento de pasto sudan y sorgo.
- ✓ Siembre en primavera con temperatura de suelo superior a 15°C y densidad de siembra de 200.000 a 300.000 semillas/ha. En siembras con temperaturas inferiores, aumentar la dosis de semilla en al menos 20%.
- ✓ Controle el pastoreo en forma permanente con uso de cerco eléctrico. Ingrese con los animales a consumir las plantas con altura superior a 60 cm dejando un residuo entre 10 y 15 cm. Evite dejar residuos bajos, esto puede generar una reducción en la capacidad de rebrote de las plantas.
- ✓ Evite el ingreso de los animales a sorgos estresados y con altura inferior a 60 cm, esto puede tener como consecuencia la intoxicación producto del glucósido durrina que por desdoblamiento se transforma en ácido cianhídrico o prúsico, provocando la muerte de los animales por asfixia.
- ✓ Después de cada utilización, considere la aplicación de nitrógeno con el objetivo de promover un rápido rebrote de las plantas. Evite utilizar altas dosis (> 60 kg N/ha) dado que puede provocar un consumo de lujo de este elemento por las plantas y con ella la intoxicación por nitritos y nitratos de los animales que la consumen.
- ✓ El número de utilizaciones durante la temporada dependen de la época de siembra, disponibilidad de agua, nutrientes y residuo post consumo animal. En forma habitual, en el periodo estival, se pueden lograr entre dos y cuatro utilización del sorgo en pastoreo

Ensilaje

- ✓ Establezca el sorgo para ensilaje en áreas donde no es posible la siembra de maíz debido a la falta de agua. Recuerde que el sorgo es un forraje suplementario que posee un menor contenido de energía que el maíz.
- ✓ Utilice en la siembra híbridos de sorgo granífero y utilice una densidad de siembra de 300.000 a 400.000 semillas/ha.
- ✓ Siembre en primavera cuando la temperatura de suelo sea superior a 15°C a distancia entre hilera de 17,5 a 35 cm.
- ✓ Realice el ensilaje cuando las plantas posean el grano formado al estado pastoso.
- ✓ Recuerde que el ensilaje no posee restricciones de consumo animal relacionadas con la presencia de glucósidos cianogénicos. Solo si realiza heno, es posible que estos compuestos se mantengan en el forraje.

- Águila, C.H., 1997. Pastos y Empastadas. Editorial universitaria. Octava edición. Santiago, Chile. 314p.
- Assefa, Y.; Staggenborg, S. & Prasad, V. 2010. Grain Sorghum water requirement and responses to drought stress: A review. Online. *Crop Management* doi:10.1094/CM-2010-1109-01-RV.
- Berenji, J.; Dahlberg, J.; Sikora, V. & Latković, D. 2011. Origin, history, morphology, production, improvement, and utilization of broomcorn [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] in Serbia. *Economic Botany*, 65(2): 190–208.
- Borba, L.; Ferreira, M.; Guim, A.; Tabosa, J.; Gomes, H. & Fernandes, V. 2012. Nutritive value of different silage sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) cultivars. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* 4(2):123-129.
- Bustos, W. 1968. Cultivo del sorgo. *El Campesino* (Chile). 99(8): 14-19.
- Carrasco, N.; Zamora, M. & Merlin, A., 2011. Manual de sorgo. Publicaciones regionales. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Centro Regional Buenos Aires Sur. Ministerio de Asuntos Agrarios. Buenos Aires, Argentina. 110 p.
- Chisi, M. & Peterson, G. 2018. Chapter 2: Breeding and agronomy. In: Taylor, T. & Duodu, K. (eds). *Sorghum and millets: chemistry, technology and nutritional attributes* (Second edition). Woodhead Publishing. Cambridge, United Kingdom. pp: 23-50.
- Cofré, B.P. & Soto, O.P. 1984. El sorgo: un recurso suplementario de verano. *Investigación y progreso agropecuario*. Quilamapu (Chile). 21: 23-29.
- Contreras, T.D. & Caviades, E. 1977. Recursos forrajeros para el secano de la zona comprendida entre Aconcagua y Arauco. En Porte, F.E. (ed.) *Producción de carne bovina*. Editorial universitaria. Santiago, Chile. pp: 21-44.
- De la Puente, V.H. 1982. Evaluación preliminar de cultivares de maíz y sorgos forrajeros en la provincia de Osorno. Tesis para optar al título de ingeniero agrónomo. Facultad de agronomía. Pontificia universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 87p.
- Del Río, R.R., 1987. Efecto del nivel y parcialización de nitrógeno sobre el rendimiento y calidad de sorgo forrajero (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) en Valdivia. Tesis para optar al título de ingeniero agrónomo. Facultad de ciencias agrarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 54p.
- Ellies, Sch.A., 1994. Limitantes físicas en la producción de forraje. En: Latrille.L.L. (ed.) *Producción animal*. Instituto de producción animal. Facultad de ciencias agrarias. Universidad Austral de Chile. Serie B-18. Action gráfica S.A. Valdivia, Chile. pp: 23-38.
- Ellies, Sch.A.; MacDonald, R. & Ramírez, C. 1991. Efecto de las propiedades mecánicas del suelo en el desarrollo radicular en suelos rojo-arcillosos del centro sur de Chile. *Turrialba* 41(4): 496-499.
- Faiguenbaum, M.H. 2017. El cultivo del maíz. Impresora La discusión S.A. Chillán, Chile. 171p.
- Honorato, P.R. 2000. Manual de edafología. Facultad de agronomía e ingeniería forestal. Ediciones universidad católica de Chile. Cuarta edición. Imprenta Salesianos S.A. Santiago, Chile. 241p.
- House, R. 1985. Guide to sorghum breeding. 2nd edition. International crops research institute for the semi-arid tropics. Patancheru, India. 206p.

Ide, S.G., 1986. Efecto de la fecha de siembra sobre la productividad del sorgo forrajero (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) en Valdivia. Tesis para optar al título de ingeniero agrónomo. Facultad de ciencias agrarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 48p.

Kaiser, A.G.; Piltz, J.W., Burns, H.M. & Griffiths, N.W. 2004. Successful Silage. Dairy Australia NSW. Department of Primary Industries. New South Wales, Australia. 468p.

Kullmer, N.K., 1987. Efecto del nivel y parcialización de nitrógeno sobre el rendimiento y calidad de sorgo forrajero variedad Funk's 192F (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) en Valdivia. Tesis para optar al título de ingeniero agrónomo. Facultad de ciencias agrarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 48p.

Li, R., Zhang, H., Zhou, X., Guan, Y., Yao, F., Song, G., Wang, J., Zhang, C., 2010. Genetic diversity in Chinese sorghum landraces revealed by chloroplast simple sequence repeats. *Genetic resources and crop evolution*. 57: 1–15.

Matthei, O; Matthei, J.; Marticorena, C. & Rodríguez, R. 1995. Manual de malezas que crecen en Chile. Alfabeta Impresiones. Santiago, Chile. 545 p

Olivares, E.A.; Yung, L.C. & Contreras, T.D. 1984. Posibilidades del sorgo (*Sorghum bicolor* (Linn) Moench) como recurso forrajero suplementario para el secano costero, comuna La Unión, X Región. *Avances en producción animal*. 9(1-2): 29-41.

Pichard, G., 1986. Sorgo forrajero. *El Campesino* (Chile). 117(12): 40-46.

Robson, S., 2007. Prussic acid poisoning in livestock. NSW Department of Primary Industries. New South Wales. Australia. *Primefact* 417: 1-3.

Sarrantonio, M. 1994. Northeast Cover Crop Handbook. Soil Health Series. Rodale Institute, Kutztown, Pennsylvania, Estados Unidos. 118P.

Sarrantonio, M. and E. Gallandt. 2003. The role of cover crops in North American cropping systems. *Journal of Crop Production* 8:53-74.

Soto, O.P.; Figueroa, R.M. & Martínez, R.C., 1984. Frecuencia e intensidad de utilización de un híbrido de sorgo x pasto sudan en suelos arroceros (Ñuble, VII Región). *Agricultura técnica* (Chile). 44(3): 237-243.

Tari, I.; Laskay, G.; Takacs, Z. & Poor, P., 2013. Response of sorghum to abiotic stress: A review. *Journal of agronomy and crop science* 199: 264–274.

Venkateswaran, K.; Elangovan, M. & Sivaraj, N. 2018. Chapter 2: Origin, domestication and diffusion of *Sorghum bicolor*. IN: Aruna, C.; Visarada, K.B.R.S.; Bhat, B.V. & Tonapi, V.A. (eds.) *Breeding sorghum for diverse end uses*. Woodhead Publishing. Cambridge, United Kingdom. pp: 23-50.

Yosef, E.; Carmi, A.; Nikbachat, M.; Zenou, A.; Umiel, N. & Miron, J., 2009. Characteristics of tall versus short-type varieties of forage sorghum grown under two irrigation levels, for summer and subsequent fall harvests, and digestibility by sheep of their silages. *Animal feed science and technology* 152: 1–11



UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA

MANUAL

Cultivo del Sorgo Forrajero

2020

ISBN 978-956-09253-2-9