



Universidad Nacional del Nordeste
Facultad de Ciencias Agrarias



TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

**Variación de la tasa de aparición de hoja, altura y biomasa en
híbridos de sorgo (*Sorghum* ssp.) cultivados en Corrientes**

Modalidad: Tesina

Alumna: Melisa Elizabeth Ortiz

Directora: Ing. Agr. (Dra.) Carolina Fernández López

2022

AGRADECIMIENTOS

Ante todo quiero agradecer a mis familiares, amigos y sobre todo a los niños de hogar de Savio, que ellos me dieron toda su fortaleza.

A la institución de la Universidad Nacional del Nordeste UNNE de donde me llevo muchas enseñanzas y valores.

Agradezco en especial a mi directora, la Ing. Agr. (Dra.) Carolina Fernández López, por su predisposición.

Y hacer mención por su colaboración a las Ing. Agr. (Dra.) Sofía Olmos, Ing. Agr. (Mgter.) Mercedes Pereira y al Ing. Agr. Alfredo Marín, Gracias.

Al jurado, por tomarse de su tiempo para realizar el seguimiento de este trabajo.

A la EEA INTA Sombrerito Corrientes, por permitirme llevar mi trabajo final de graduación y al personal de dicha institución.

INTRODUCCIÓN

El sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) es uno de los cereales que por sus características agronómicas y nutricionales puede aportar grandes beneficios en la alimentación, tanto humana como animal, a nivel mundial, tropical y nacional. Este cultivo se adapta bien a las condiciones del norte de Corrientes lo que ha quedado demostrado con los rendimientos obtenidos en las últimas campañas (Pereira *et al.*, 2012, 2014, 2017).

A nivel mundial, a principios de los sesenta una gran producción de sorgo se empleaba directamente en la alimentación humana habiéndose considerado mínimamente para otras especies; mientras que en la actualidad la utilización de sorgo para el consumo animal se ha duplicado (Perez *et al.*, 2010).

Su buen comportamiento agronómico le concede favorables atributos: no es exigente en cuanto a fertilidad de suelo; es alelopático, por lo que requiere de pocas labores de cultivo y limpieza; compite, entre las plantas cultivadas de amplio uso, como una de las más resistentes a la sequía o con gran economía hídrica para producir un kilogramo de biomasa comestible; es resistente a las plagas y enfermedades, aunque sensible al ataque de las aves durante las cosechas y a los insectos durante el almacenamiento.

En cuanto a una producción amigable con el ambiente, la siembra directa y la rotación de cultivos con gramíneas que aporten rastrojos al suelo son dos herramientas fundamentales para la conservación del suelo y la sustentabilidad de los sistemas agrícolas. En zonas donde las condiciones climáticas y edáficas hacen que la producción sea errática, el cultivo de sorgo es la mejor alternativa para incorporar rastrojos al suelo y aporta estabilidad y seguridad además de rendimiento.

Del cultivo de sorgo, es importante resaltar que su grano tiene excelentes cualidades para ser transformada en carne bovina y porcina, por lo que puede ser el cereal a producir en las áreas ganaderas, y así poder destinar el grano de maíz para su industrialización o exportación

ANTECEDENTES:

En Argentina, la superficie ocupada con sorgo oscila entre valores de 500.000 ha a 1.250.000 ha. En la campaña 2015/2016 se sembraron en Argentina aproximadamente 840.000 ha de sorgo, con una producción de 3.029.330 Tn. Las provincias productoras de sorgo en orden decreciente de superficie cultivada son Córdoba, Santiago del Estero, Santa Fe, Buenos Aires, Entre Ríos, Chaco, La Pampa, San Luis, Formosa, Corrientes y Catamarca (MAGyP, 2016).

La provincia de Corrientes es el primer productor nacional de arroz y el tercer productor de ganado bovino (SIIA, 2016). La provincia manifiesta una necesidad de eficientizar los procesos productivos, como ser la producción de granos para ganadería, ante la reducción de áreas productivas por las inclemencias climáticas (Instituto de Fomento Empresarial, 2016). Las condiciones climáticas y de relieve para la agricultura son variables según el momento del año y las regiones. Presenta clima mesotermal, cálido templado, sin estación seca con precipitación máxima en otoño, y veranos muy cálidos con temperaturas superiores a 22 °C y media anual superior a 18°C (Escobar *et al.*, 1996). Esta región es afectada por el fenómeno El Niño - Oscilación del Sur (ENOS) (Ligier *et al.*, 1998), provocando la expansión del agua en superficie en años donde se presenta “El Niño” (Kurtz *et al.*, 2016), reduciendo como consecuencia el área productiva. La amplitud anual promedio, de 12 °C, es moderada (Escobar *et al.*, 1996) condiciones que favorecen menor cociente fototermal, mayores temperaturas nocturnas y menor productividad en los cultivos (Richards, 2000; Wylie, 2008; Balbi *et al.*, 2013). Debido a la elevada evapotranspiración, se presentan déficits hídricos en verano afectando el periodo crítico de los cultivos agrícolas (floración) y la estabilidad de rendimientos.

Uno de los factores ambientales que mayor impacto negativo produce en los cultivos es el estrés hídrico que ocurre en periodos críticos. Si bien el sorgo es tolerante, situaciones severas de estrés hídrico y térmico en floración y llenado de granos también reducen su rendimiento (Rosenow *et al.*, 1983), llegando a responder positivamente al riego (Yosef *et al.*, 2009).

En sorgo existe una gran variabilidad genética de ideotipos de plantas (Quinby, 1967; Sekhon *et al.*, 2016). Al mismo tiempo, existe variabilidad dentro de la especie en respuesta a estreses ambientales más importantes como ser la sequía (Sutka *et al.*, 2016), estrés térmico por baja temperatura (Osuna-Ortega *et al.*, 2003) y por alta temperatura (Devasirvatham *et al.*, 2016); baja radiación incidente (Gambín *et al.*, 2008). El peso de los granos de sorgo se encuentra limitado por la fuente durante la etapa de llenado de granos. Así durante la etapa de llenado de granos cuando la fuente no es limitante, el peso de los granos aumenta con la tasa de crecimiento de la planta dependiendo de la cantidad de destino fijado que es propiedad intrínseca de cada genotipo (Gambín *et al.*, 2008).

El análisis del crecimiento de las plantas se ha desarrollado durante las últimas décadas como una disciplina relacionada con la ecofisiología y la agronomía, con sus propios conceptos, términos y herramientas de cálculo (Reffye *et al.*, 2008). Por lo que los índices de crecimiento son una buena medida para comparar el efecto de factores

ambientales y nutricionales en el crecimiento del cultivo, así como la relación entre el aparato asimilatorio y la producción de biomasa. El cultivo de sorgo presenta una respuesta significativa cuando logra conjugar óptimas condiciones ecológicas y agronómicas, entre ellos, la influencia de la temperatura y la intensidad luminosa, que son requeridas a altos niveles en estos cultivos (Córdova y Carreño, 2013).

La producción de materia seca está estrechamente vinculada con el aprovechamiento de la radiación incidente, de la capacidad de canopeo para interceptarla y la eficiencia del cultivo para transformarla. En este sentido, la intercepción de la radiación solar incidente que asegura las máximas tasas de crecimiento del cultivo, se encuentra cuando el índice de área foliar (IAF) aumenta hasta el IAF crítico, que permite captar el 95% de la radiación incidente (Andrade *et al.*, 1996). Es así que las estimaciones fenológicas que contemplen el número de hojas pueden ser de gran utilidad para estimar la producción, ya sea de materia seca o de granos. Los modelos alométricos no destructivos (Borrás y Otegui 2001; Vega *et al.*, 2001) permiten la estimación de la biomasa de plantas individuales en distintos momentos del cultivo. Para ello se recolectan periódicamente plantas sujetas a los diferentes tratamientos que son evaluadas en su fenología y sobre las cuales se realizan medidas morfométricas (largo y ancho de hojas, altura, diámetro de tallo, largo y ancho de panoja) para luego ser secadas en estufa y estimar por regresión peso seco en función de las medidas morfométricas (Gambín *et al.*, 2008).

El cultivo de sorgo se destaca por su mejor adaptación y mejor respuesta a condiciones edafoclimáticas que le brindan plasticidad y estabilidad en zonas marginales (Giorda y Ortiz, 2012). Siendo una alternativa productiva para las tierras aptas para cultivo de la provincia de Corrientes donde no tienen posibilidades otros cultivos extensivos más exigentes como el maíz y donde no se cuentan con suficientes recursos ambientales y productivos.

OBJETIVOS GENERAL

Analizar la relación entre la fenología y la morfometría con la biomasa de plantas en cuatro híbridos comerciales de sorgo, forrajeros y graníferos, cultivados sin riego suplementario en la EEA INTA Corrientes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer la tasa semanal de aparición de hojas, la altura de las plantas. Recolectar plantas para estimación de peso seco en estufa.
 - Cuantificar el tiempo de floración en días y en tiempo térmico.
 - Comparar el comportamiento del filocrono entre híbridos.
 - Analizar la evolución de la altura en función del filocrono.
 - Analizar la evolución de la altura y fenología con la biomasa de plantas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las tareas se desarrollaron en parcelas experimentales ubicadas en la EEA INTA-Corrientes ubicada en Ruta 12 km 1008.

Se realizó el seguimiento de dos híbridos forrajeros ACA 730 y SILERO INTA, y dos híbridos graníferos Tob 60T y Tob 62T pertenecientes a la Red de Sorgo de la cual participa INTA-Corrientes; los datos se tomaron desde 26/01/2019 hasta 30/04/2019.

En diez plantas marcadas de sorgo, de cada híbrido en estudio, se tomaron datos semanales de:

- Número de la última hoja expandida.
- Número de puntas de hojas.
- Altura de la base del suelo a la intersección de las dos últimas puntas de hojas.
- Se analizaron datos meteorológicos registrados por la Estación Meteorológica Automática (EMA) Sombrerito, NIMBUS II, completa:

- Temperatura media diaria
- Precipitación
- Humedad
- Radiación global
- Heliofanía efectiva

• Se calculó el filocrono de cada material estimado al dividir el tiempo térmico final a hoja bandera visible, por el número de hojas finales, para una temperatura base de 11°C.

En el caso de los híbridos graníferos se seleccionarán tres plantas semanalmente que fueron medidas por variables morfométricas (altura, hojas desplegadas y totales de la planta). Posteriormente las plantas se secaron en estufa a 70°C hasta peso constante. En el caso de los híbridos forrajeros, de ciclo más largo, dichas mediciones se realizaron quincenalmente.

Los datos de producción fueron tomados por técnicos de INTA en función a los parámetros medidos a cosecha de dos (2) surcos centrales en madurez fisiológica, evaluándose los dos híbridos de sorgo granífero (15% de humedad en grano, registrándose en kg), y los dos de sorgo forrajero (para silo con 35% de materia seca registrándose en kg de MS), Mediciones realizadas por la Ing. Agr. (Mgter.) Mercedes Pereira en el PNCYO 1127042 “Bases Ecofisiológicas para el Mejoramiento Genético y la Calidad Diferenciada de Cereales y Oleaginosas”.

Una vez obtenidos los datos se realizaron análisis de estadística descriptiva y análisis de correlación entre las variables meteorológicas y las registradas de los híbridos, para ello se utilizó el Software INFOSTAT (Di Rienzo *et al.*, 2021).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Los datos obtenidos según los registros *in situ* se presentan en la Tabla 1, donde se muestran los Grados días desde el momento de la siembra (26/01/2019), hasta la hoja bandera visible en base a sumas térmicas diarias acumuladas ($^{\circ}\text{Cd}^{-1}$). El número total de hojas, demostró en el material genético silero mayor producción, 24 hojas en total.

Para datos calculados se presenta el filocrono (Tabla 1), siendo: i) en híbridos forrajeros Silero INTA mayor que ACA 730, ii) en híbrido granífero Tob 60T mayor que Tob 62T; entre los cuales no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

Evaluando y comparando los híbridos, el Tob 62T requiere menos tiempo térmico para lograr la floración; en cuanto a este mismo parámetro, para el desarrollo de hojas es menor respecto al Tob 60T, aunque en los que respectan al filocrono no hubo diferencia significativa. En comparación con el silero, el híbrido ACA 730 requiere más tiempo térmico para lograr su floración y en este caso el filocrono pudo obtener una diferencia más significativa respecto al material Silero INTA.

Tabla 1: Parámetros estimados para los cuatro materiales de trabajo (n=30)

Parámetros	Tob 60T	Tob 62T	ACA 730	SILEROS INTA
Días. E-F	75,00 c (5,66)	68,00 c (8,10)	90,00 a (3,35)	80,00 b (4,12)
Grados días	1067.1 c (7,00)	992.75 c (7,40)	1215.65 a (4,03)	1130.5 b (8,97)
Número total de hojas	19,00 c (10,16)	18,00 c (8,95)	24,00 a (9,17)	21,00 b (9,36)
Filocrono	56,00 a (10,95)	55,00 a (11,80)	51,00 a (9,50)	54,00 a (8,60)

Valores entre paréntesis indican CV. Letras distintas entre columnas indican variación significativa <0,05 según TUCKEY ($\alpha=0,05$).

Los datos meteorológicos considerados desde el 26/01/2019 al 30/04/2019 se presentan en la Tabla 2. La temperatura promedio del tiempo en estudio fue de 26.8°C , la precipitación acumulada de 379,8 mm y la radiación Global acumulada de $1681,72 \text{ MJ.m}^{-2}$. Analizando los rangos de temperatura para el cultivo de sorgo obtenidos en este trabajo se puede decir que las mismas en esta zona de Corrientes se encuentran dentro del rango de la temperatura base (T.base 11°C) para el desarrollo del cultivo y de la óptima (T. óptima 34°C) según las citada por Clegert (2008), no llegando al máximo (T. máxima 52°C), ya que el cultivo de sorgo requiere temperaturas altas para su desarrollo.

La precipitación acumulada en nuestra zona (379,8 mm) ocurrida durante el periodo evaluado, estuvo por debajo del rango mencionado para el cultivo de sorgo, que es de 450 a 650 mm (González Robaina *et al.*, 2011), pero como se trata de un cultivo que tolera tanto la sequía como el exceso de humedad, y que crece bien bajo una amplia gama de condiciones de suelo respondió favorablemente ante el déficit de humedad de la zona Noroeste de Corrientes.

Tabla 2: Datos meteorológicos EEA INTA-Corrientes del 26/01/2019 al 30/04/2019

Mes	T media (°C)	Precipitaciones (mm)	Radiación	Heliofanía	Humedad
			Global (MJ.m ⁻²)	efectiva (h)	relativa (%)
Enero '19	35,50	5,60	151,41	60,48	46,5
Febrero '19	25,68	155,00	623,16	252,35	41,21
Marzo '19	23,62	97,40	536,56	223,62	43,35
Abril '19	22,62	121,80	370,59	161,88	31,3

Producción

En este apartado se comparan los datos obtenidos del parámetro “Número Total de Hojas”, con los valores registrados por la Ing. Pereira respecto a los parámetros productivos. En la Tabla 3 se presenta la diferencia de rendimientos obtenidos para los materiales graníferos Tob 60T que obtuvo un 12,5% mayor de Kg respecto al material Tob 62T. Estos datos se corresponden con la diferencia significativa estadísticamente que se presenta en la observación del Número de Hojas (Tabla 1),

En la Tabla 4, se observó la diferencia para los híbridos sileros, donde obtuvo ACA 730 un acumulo del 46% de Kg MS más con respecto al híbrido Silero INTA; sin haber manifestado esta diferencia respecto a la cantidad de hojas, como se estableciera en la sección anterior.

Tabla 3: Rendimiento de sorgos graníferos (Pereira, inédito).

Rendimiento	Tob 60T	Tob 62T
Grano (Kg.ha ⁻¹)	19287	17137

Tabla 4: Rendimiento para sorgos sileros (Pereira, inédito).

Rendimiento	Silero INTA	ACA 730
Producción foliar (kgMS.ha ⁻¹)	21649	31669

Desarrollo y partición de la biomasa del sorgo granífero y silero

Para analizar estos datos se contabilizaron las variaciones ocurridas a partir del Día Despues de la Siembra (DDS), correspondiendo la fecha del 26/03/2019 a los 60 días, y el 23/04/2019 a 88 días.

Las fechas de corte de 60 DDS corresponden al estado de embuchado para graníferos, mientras que a los 88 DDS fue de embuchado para ACA 730 y de llenado de granos para graníferos y Silero INTA.

La materia seca total por planta fue significativamente diferente a partir de los 60 DDS (Figura 1), logrando a los 88 DDS un 64% más de materia seca que a 60 DDS, en promedio para los cuatro materiales evaluados. La partición de materia seca en las cuatro fracciones analizadas (lámina, vaina, tallo y panoja con raquis) se diferenció a partir de los 60 DDS en función al desarrollo de los híbridos (Figura 2).

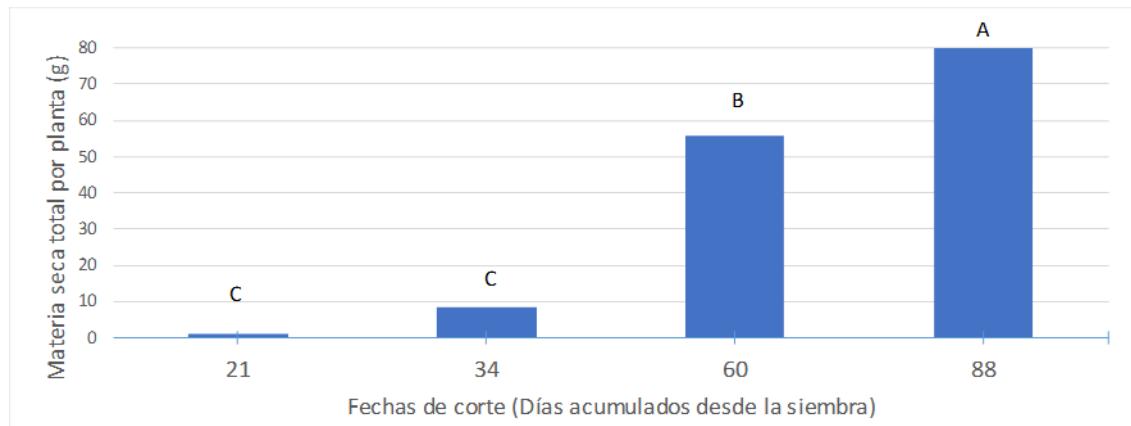


Figura 1: Variación de la biomasa total por planta en función de Fechas de corte.

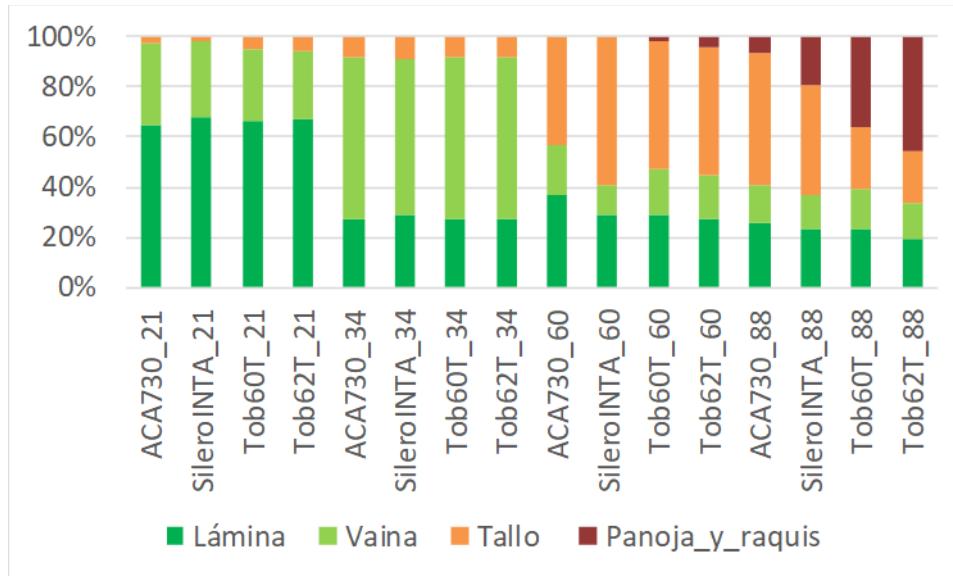


Figura 2: Partición de biomasa en plantas (%) en las cuatro fracciones de órganos en función de Híbridos y Fechas de corte (n=3).

Considerando la partición de biomasa para los materiales graníferos, a medida que aumenta la acumulación residual de grados día, también aumenta el número de hojas para ambos materiales (Figura 3), lográndose en el material Tob 62T un máximo de 18 hojas totales, comparado con el material genético Tob 60T que obtuvo un total de 19 hojas totales, considerado una suma térmica mayor de $1067,1^{\circ}\text{C.d}^{-1}$.

Para los materiales de sorgos sileros (Figura 4), se puede apreciar que el material ACA 730 obtuvo un máximo de 24 hojas totales con una acumulación de temperaturas de $1215,5^{\circ}\text{C.d}^{-1}$ a diferencia del material Silero INTA que logró un máximo de 21 hojas totales y acumulación de temperatura $1130,5^{\circ}\text{C.d}^{-1}$. Destacando que en el material ACA 730 necesita más tiempo térmico para la floración ya que se trata de un cultivo fotosensitivo.

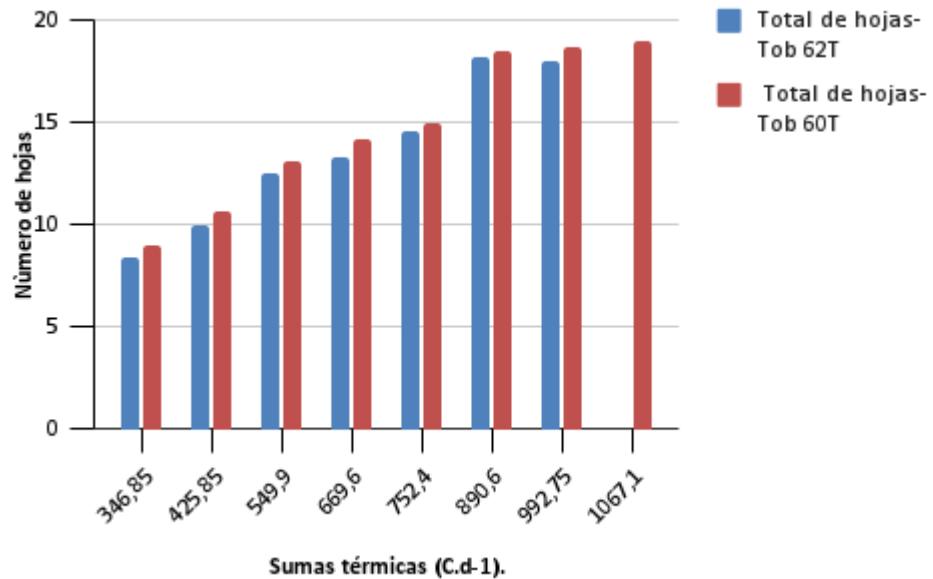


Figura 3: Variación del número total de hojas y hojas expandidas en función de los Grados Días ($^{\circ}\text{C}.\text{d}^{-1}$) para sorgo graníferos.

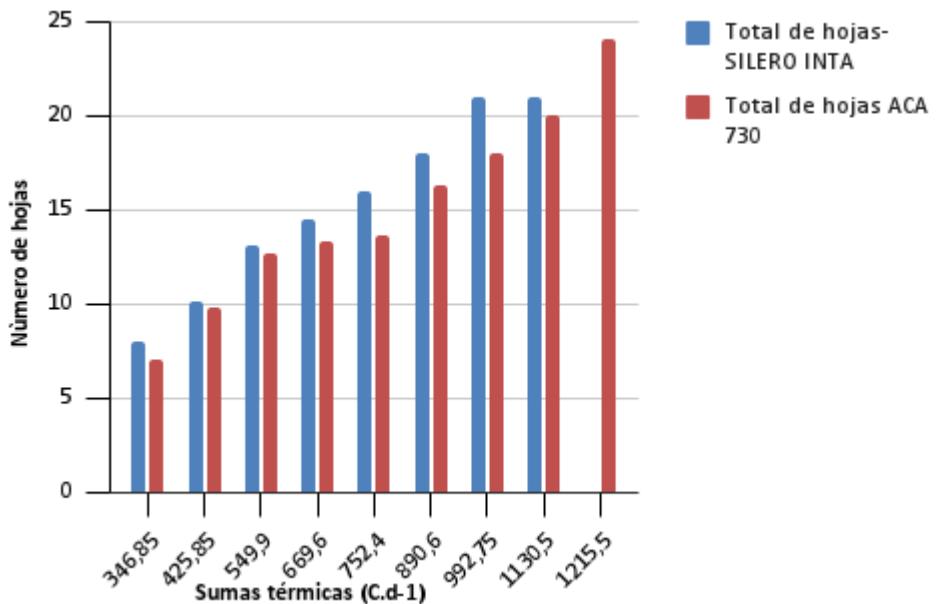


Figura 4: Variación del número total de hojas y hojas expandidas en función de los Grados Días ($^{\circ}\text{C}.\text{d}^{-1}$) para sorgo sileros.

Para plantear la relación entre desarrollo y la influencia de variables climáticas, se plantearon los gráficos de biomasa en función de los fotoperíodos (Figuras 5a y b) correspondientes a cada corte. Para los materiales graníferos, el Tob 60T presentó una mayor producción de Biomasa hasta no diferenciarse en el último corte (88 DDS); en los materiales sileros, el ACA 730 de muy buena producción inicial, al llegar al último corte disminuye ampliamente la biomasa producida respecto al Silero INTA.

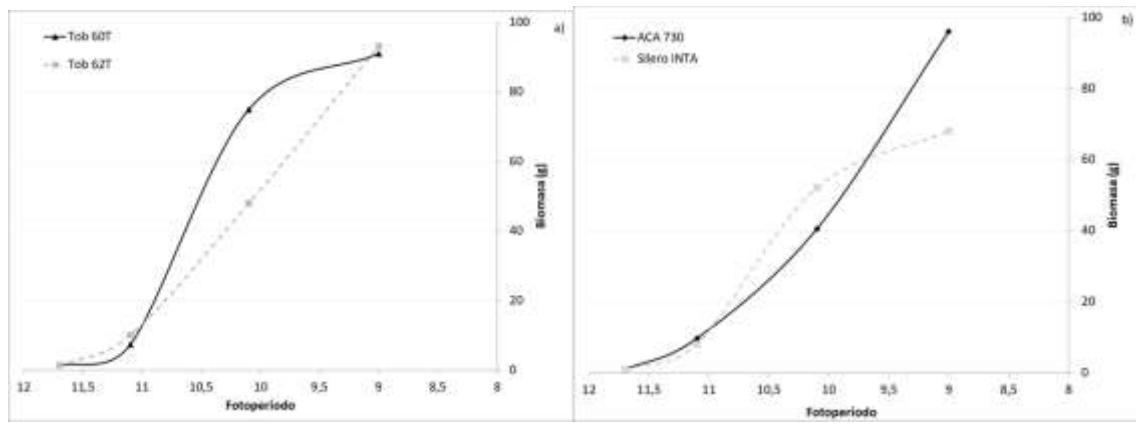


Figura 5: Variación de la biomasa aérea en función de los DDS, materiales a) Graníferos, b) Sileros.

Altura:

Comparando los materiales en forma separada se pudieron analizar, según lo que se observa en la (Figuras 6), el material Tob 60T logró una altura de 92 cm requiriendo una suma térmica de $1067,1 \text{ Cd}^{-1}$, con respecto al material Tob 62T, el cual alcanzó un máximo de 111 cm de altura con una suma térmica de $92,75 \text{ Cd}^{-1}$.

Los materiales de sorgo silero, Figura 7, muestran que, ACA 730 logró un máximo de 255 cm de altura con suma térmica acumulada de $1215,65 \text{ Cd}^{-1}$ comparado al Silero INTA que obtuvo 180 cm con un requerimiento de $1130,5 \text{ Cd}^{-1}$. Se pudo estimar que la mayor altura del material genético ACA 730 es debido a que se trata de un cultivo fotosensitivo (Vallejos, 2018).

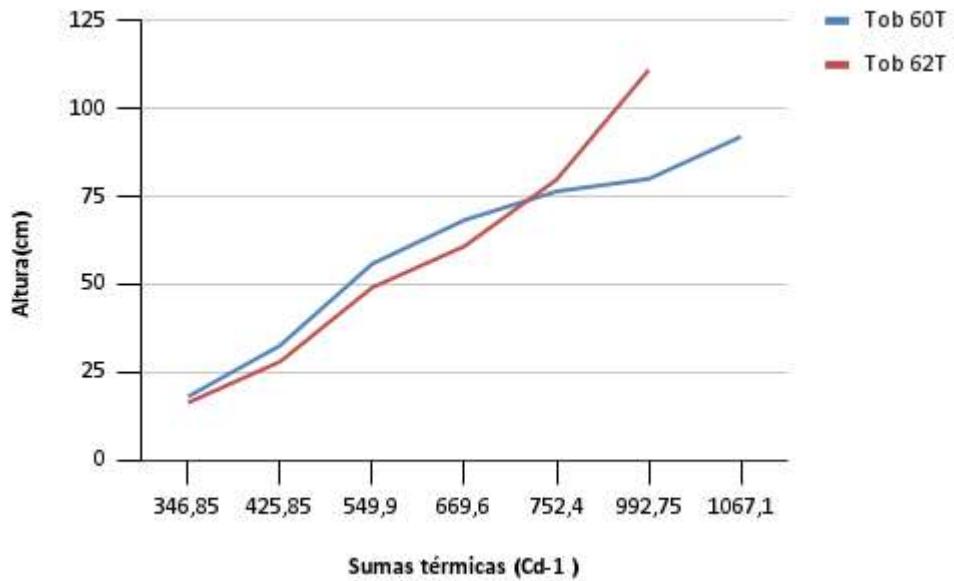


Figura 6: Altura en función de los Grados Días ($^{\circ}\text{C}.\text{d}^{-1}$) para sorgo graníferos.

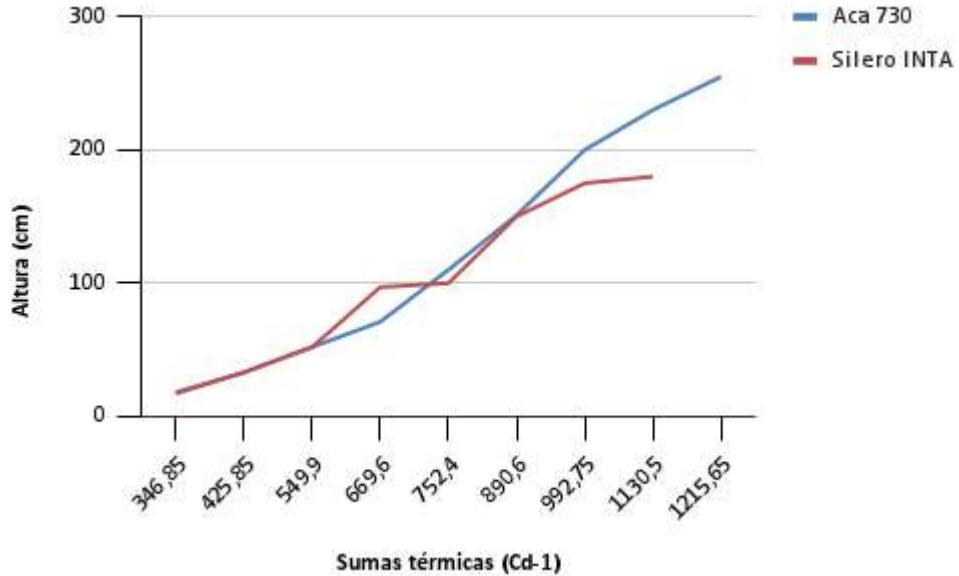


Figura 7: Altura en función de los Grados Días ($^{\circ}\text{C}.\text{d}^{-1}$) para los sorgos sileros

CONCLUSIÓN:

De los datos obtenidos, se puede concluir que, el sorgo silero ACA 730, presenta una mejor oportunidad para la producción forrajera ya su tasa semanal de aparición de hojas es la más alta.

Las fechas de floración de los híbridos tendieron a aproximarse debido a la siembra tardía por efecto climático. Aun así, se observó que ACA 730 tuvo una respuesta al fotoperíodo presumiblemente cualitativa con una demora para el momento de floración, correspondiente al tiempo térmico de $1215,65^{\circ}\text{C}.\text{d}^{-1}$

En las variables de cantidad de hojas, altura y biomasa se presentó también la diferencia significativa en el sorgo silero ACA 730. En cuanto a los híbridos graníferos TOB62T, con un ciclo ligeramente menor que TOB60T, no hubo una diferencia significativa como en los materiales sorgo silero.

Por todo lo expuesto, finalmente se puede decir que la evaluación realizada en la siembra de verano 2019 en la EEA Corrientes, con lluvias inferiores a las medias históricas, en ensayos sin riego, la respuesta del sorgo silero ACA 730 fue el único que se destacó.

BIBLIOGRAFÍA:

- Andrade F., A. Cirilo, S. Uhart y M. Otegui. 1996. Ecofisiología del cultivo de maíz. Ed. La Barrosa. Bs As. 292p.
- Balbi C., E. Rodríguez y N. Neiff. 2013. Tasa de crecimiento de espigas de trigo (*Triticum aestivum*) en diferentes niveles de radiación incidente en Corrientes. Agrotecnia 21, 11–17p.
- Borrás L. y M.E. Otegui. 2001. Maize kernel weight response to post-flowering source–sink ratio. Crop Sci. 41, 1816–1822p.
- Clegert B., M. Dingkuhn, E. Gonze, H.F.W. Rattunde and B. Ney. 2008. Variability of phyllochron, Plastochron and Rate of Increase in Height in Phoroperiod – Sensitivus Sorghum Varietis. Ann. Bot. 101:579–594.
- Córdova N.H. y F.S. Carreño. 2013. Determinación de índices de eficiencia en los cultivos de maíz y sorgo establecidos en diferentes fechas de siembra y su influencia sobre el rendimiento. Cultivos Tropicales 34: 24-29p.
- Devasirvatham V., D.K.Y. Tan and R.M. Trethowan. 2016. Breeding strategies for enhanced plant tolerance to heat stress, in: Advances in Plant Breeding Strategies: Agronomic, Abiotic and Biotic Stress Traits. 447–469p.
- Di Rienzo J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. González, M. Tablada y C.W. Robledo. 2016. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Escobar E., H.D. Ligier, R. Melgar, H. Matteo y O. Vallejos. 1996. Mapa de suelos de la provincia de Corrientes 1:500.000. INTA 315pp.
- Gambín B.L., L. Borrás and M.E. Otegui. 2008. Kernel weight dependence upon plant growth at different grain-filling stages in maize and sorghum. Aust. J. Agric. Res. 59, 280–290p
- Giorda L.M. y D. Ortiz. 2012. Sorgo para la sustentabilidad y producción animal del NEA. Estrategias para una mayor productividad. Jornada EEA INTA Colorado-Formosa, 17 DE ABRIL 2012. “1ra Jornada de Silaje del NEA”. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-sorgo_para_la_sustentabilidad_y_produccion_animal_del.pdf. Visitado el 08/11/17.
- González Robaina F., J. Herrera Puebla, T. López Sejas and G. Cid Lazo. 2011. Respuesta del sorgo al riego en épocas de siembra. Función agua y rendimiento. Revista ciencias Agropecuarias. 40-46pp.
- Instituto de Fomento empresarial, 2016. Corrientes exporta. Boletín ganadero. 60p
- Kurtz D.B., A.R. Perucca, D.D. Ybarra, C. Fernández López, T. S. Rey Montoya y R. Barrios. 2016. El fenómeno del Niño. Comparación de superficies afectadas por excesos hídricos en Corrientes. Grup. Recur. Nat. EEA Corrientes - INTA. https://inta.gob.ar/sites/default/files/fenomeno_el_nino_2015-2016-1.pdf
- Ligier H.D., J.J. Zurita y O. Pilatti, 1998. Recomendaciones para suelos sometidos a excesos de agua en el NEA. SAGPyA – INTA. 12 p
- MAGyP 2016. Datos abiertos de sorgo. <https://datos.magyp.gob.ar/reportes>

Osuna-Ortega J., Mendoza-Castillo, M.D.C. and L.E. Mendoza-Onofre. 2003. Sorghum cold tolerance, pollen production, and seed yield in the Central High Valleys of Mexico. *Maydica* 48, 125–132p.

Pérez A., O. Saucedo, J. Iglesias, H. B. Wencomo, F. Reyes, G. Oquendo, y I. Milián. 2010. Caracterización y potencialidades del grano de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Pastos y Forrajes*, 33, 1-26p.

Pereira M.M., M.A. Méndez, y L. Gándara. 2012. Sorgo en Corrientes: resultados de la campaña 2011-2012. <http://inta.gob.ar/documentos/sorgo-en-corrientes-resultados-de-la-campana-2011-2012>.

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

Pereira M.M. y L. Gándara. 2017. Evaluación de materiales de sorgo y maíz para grano y silo. Boletín Proyecto Arroz 2016-2017. https://inta.gob.ar/sites/default/files/informe_anual_proyecto_arroz_2016-17.pdf

Quinby J.R. 1967. The Maturity Genes of Sorghum, in: *Agronomy*, A.G.N.B.T.-A. in (Ed.). Academic Press, 267–305p.

Reffye P., E. Heuvelink y D. Barthelemy. 2008. Plant Growth Models. *Encyclopedia of Ecology*, p 2837.

Richards R.A. 2000. Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops. *J. Exp. Bot.* 51, 447–458p.

Rosenow D.T., J.E. Quisenberry, C.W. Wendt and L.E. Clark. 1983. Plant production and management under drought conditions Drought tolerant sorghum and cotton germplasm. *Agric. Water Manag.* 7, 207–222p. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/0378-3774\(83\)90084-7](http://dx.doi.org/10.1016/0378-3774(83)90084-7)

Sekhon R.S., M.W. Breitzman, R.R. Silva, N. Santoro, W.L. Rooney, N. De Leon and S.M. Kaeppeler. 2016. Stover composition in maize and sorghum reveals remarkable genetic variation and plasticity for carbohydrate accumulation. *Front. Plant Sci.* 7 <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00822>

SIIA. 2016. Coordinación de Servicios de Información. <https://www.siiia.gov.ar>

Sutka M.R., M.E. Manzur, V.A. Vitali, S. Micheletto and G. Amodeo. 2016. Evidence for the involvement of hydraulic root or shoot adjustments as mechanisms underlying water deficit tolerance in two *Sorghum bicolor* genotypes. *J. Plant Physiol.* 192, 13–20p.

Vega C.R.C., F.H. Andrade, V.O. Sadras, S.A. Uhart and O.R. Valentinuz. 2001. Seed number as a function of growth. A comparative study in soybean, sunflower, and maize. *Crop Sci.* 41, 870–878p.

Vallejos F. 2018. Variación de los tiempos de floración y altura de planta en híbrido de sorgo según fechas de siembra. Trabajo final de graduación tesina para la zona de Pergamino (Bs. As) 48 páginas.

Wylie P. 2008. Managing sorghum for high yields. *Grains Res. Dev. Corp.* 1–24. Yosef, E., A. Carmi, M. Nikbachat, A. Zenou, N. Umiel, J. Miron. 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. Anim. Feed Sci. Technol. 152, 1–11p.