



TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Título:

Influencia agroclimática de la zona
Noroeste de Corrientes sobre algunas
líneas de sorgo (*Sorghum ssp.*)

Modalidad: Tesina

Alumna: Betiana Soledad BILLORDO

Directora: Ing. Agr. (Dra.) Carolina FERNÁNDEZ LÓPEZ

2019

AGRADECIMIENTOS

Fue largo el camino transitado, y realmente no fue sencillo, y haber llegado al final es un logro que quiero compartir especialmente con mi familia; a mi padre y madre por sus apoyos incondicional y la confianza en todas mis decisiones. A mis hermanos por el aliento y cariño; a todos ellos por demostrararme la gran fe que tiene en mí.

Además de una profesión me llevo valores y amistades que me acompañaran por el resto de mi vida. Agradezco profundamente a mis compañeros, sin los cuales el camino hubiera sido más difícil.

Agradezco de corazón a mi directora, la Ing. Agr. (Dra.) Carolina Fernández López, por su valiosa guía, predisposición y paciencia para resolver mis dudas e inquietudes. Muchas gracias.

Y hacer mención especial por su colaboración y buena predisposición 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.

Por último, agradecer al EEA INTA Sombrerito Corrientes, por permitirme llevar a cabo este trabajo en sus instalaciones.

RESUMEN

El objetivo general de este trabajo fue evaluar la variación fenotípica en materiales genéticos de sorgos graníferos y sileros en respuesta a la oferta ambiental de la zona noroeste en la provincia de Corrientes para ello se recurrió a la toma de datos semanales de cuatro materiales de sorgo, dos graníferos y dos sileros. Se tomaron datos sobre diez plantas marcadas de cada unidad experimental, donde se registró: Aparición de punta de hojas; Hoja totalmente expandida; Altura de planta hasta la intersección de las dos últimas hojas anteriores de la hoja bandera. Se tomaron también datos meteorológicos de Temperatura media diaria; Precipitación; Humedad; Radiación global, Heliofanía efectiva. Se calcularon los tiempos térmicos hasta la aparición de la hoja bandera, y se compararon con los datos de producción: granos (kg /ha) para los graníferos, foliar (kg MS/ha) para los sileros.

Se obtuvo que, para los datos de temperatura en la zona de estudio, se encontraron dentro de los rangos de T. base y T. óptima, no llegando a darse las T. máxima que puede soportar el cultivo de sorgo; al analizar la precipitación acumulada, durante el ciclo de cultivo, en la zona, estuvo por encima del rango mencionado para el cultivo de sorgo, pero al tratarse de un cultivo que se adapta a diferentes condiciones meteorológicas respondió favorablemente a estas condiciones. Al analizar el filocrono, en sorgos graníferos, el “material A” necesitó acumular menor tiempo térmico para lograr la floración, y el requerimiento térmico para el desarrollo de hojas fue menor, por lo que desarrollo mayor número de hojas respecto al “material B”, y para los sorgos sileros, no se encontraron diferencias. Comparando con los rendimientos obtenidos, para los graníferos, el material A presentó una producción de un 2% mayor al otro en estudio, y para los sileros, el “material 2” superó en un 32% al “material 1”, y a su vez esto se relacionó con la cantidad de hojas que produjeron, ya que su ciclo fue de aproximadamente dos semanas más, porque necesitó acumular mayor tiempo térmico para lograr la floración, y durante ese tiempo logró desarrollar más hojas. Para los resultados obtenidos de altura, en los graníferos, el material A alcanzó mayor altura, y para los sileros se mantuvo la relación respecto a la producción de materia seca, donde el material 2 fue más productivo y logró mayor altura. En conclusión, fue posible evidenciar cómo se relaciona el desarrollo morfológico de un cultivo con la temperatura, donde la suma térmica es útil como criterio para predecir distintas fases fenológicas, y resultar útil como herramienta de manejo.

ANTECEDENTES:

Clima

La provincia de Corrientes se caracteriza por un clima subtropical. Registrándose en los meses más fríos temperaturas mínimas medias de 10-12°C (julio); y en los más calurosos, temperaturas máximas medias: 32-34°C (enero), presentando en su extremo NO una probabilidad entre 30-40% de temperaturas máximas anuales mayor a 40°C (Murphy 2008).

Corrientes es una provincia caracterizada por no presentar estación seca, ya que las precipitaciones se distribuyen de forma más o menos uniforme a lo largo del año, por lo que el régimen pluviométrico se considera Isohigro, con Precipitación media anual: 1200-1400mm. Debido a lo antes mencionado y a las altas temperaturas registrada en el mes de enero, es en este mes donde presenta la máxima Evapotranspiración Potencial: 160-170 mm (enero), con Balance hídrico: 500-600 mm (precip-evapot) (Bianchi y Cravero, 2010). Otro parámetro a considerar para la producción es el Índice de Aridez de Martone: 30-60 para la zona, el cual la clasifica como perteneciente al rango “Húmedo” (Bianchi y Cravero, 2010), de gran relevancia ya que relaciona las precipitaciones a lo largo del año, como fuente de agua, y las temperaturas, como indicador de la capacidad para evaporar.

Otro factor ambiental que influye sobre la asimilación de fotosintatos es la luz, ésta puede ser cuantificada por distintos parámetros que para el NE de Corrientes presenta valores medios de: a) Radiación global media anual de $16\text{Mj.m}^{-2}.\text{día}^{-1}$; b) Heliofanía efectiva media anual de 7hs; c) Heliofanía relativa de verano igual a 60% y, d) Fotoperiodo de verano de 14,7hs (Murphy 2008).

El cultivo de Sorgo

Los principales factores que regulan el crecimiento en sorgo están directamente relacionados con la radiación solar que incide durante el ciclo del cultivo (Giorda y Ortiz, 2012). El aprovechamiento de la radiación incidente, depende de la capacidad de canopeo para interceptarla y la eficiencia del cultivo para transformarla en biomasa. En este sentido, la intercepción de la radiación solar incidente 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).

A su vez, la temperatura afecta la velocidad de desarrollo del cultivo; logrando en general mayor precocidad en forma directamente proporcional. Por lo que, la temperatura es uno de los factores físicos de mayor importancia que influye directamente en el crecimiento y longitud de la planta durante su ciclo vegetativo (Giorda y Ortiz, 2012)

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 en altos niveles por estos cultivos (Hernández Córdova y Soto Carreño, 2013).

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. Para entender cómo se genera el rendimiento en un cultivo es importante comprender los factores que afectan la generación de biomasa y los que determinan cuánto de esa biomasa va hacia los granos. Finalmente, la disponibilidad de agua y su distribución afectan el crecimiento total y el rendimiento en granos.

El cultivo de sorgo se destaca por su mejor adaptación y mejor respuesta a condiciones edafoclimáticas que pueden ser restrictivas para la producción de otros cultivos extensivos. En general presenta rendimientos más estables en zonas marginales. Debido a su gran plasticidad que le brinda, adaptabilidad y buen comportamiento bajo condiciones climáticas adversas con respecto a otros cereales lo que constituye menor riesgo para los productores.

Estos cultivos tienen la posibilidad de desarrollarse y obtener una productividad considerada rentable, en sitios con altas temperaturas y elevado déficit hídrico, suelos salinos e inundables. Entre algunos parámetros específicos de resistencia se puede

nombrar a la característica “stay Green” (no senescencia, “se mantiene verde”), y variabilidad genética que permite la producción de diferentes tipos de sorgo (graníferos, forrajeros y azucarados), constituyendo un seguro en el sistema productivo, si se le da el manejo adecuado según su utilización (Giorda y Ortiz, 2012).

Haciendo referencia a la producción pecuaria, la intensificación de la producción ganadera, requiere un mayor manejo de reservas. Con el cual el cultivo de sorgo cumple con características que le brinda la posibilidad de ser usado como complemento e incluso como único alimento de distintas maneras - pastoreo directo, diferido o reserva en distintos tipos de silo de grano húmedo o planta entera- permiten a los productores de forraje/ganado una mayor flexibilidad en el manejo de sus recursos (Giorda y Ortiz, 2012).

Los usos del sorgo son múltiples, además de la utilización para la alimentación animal, se puede recurrir a él para consumo humano también posee otras propiedades como ser insumo para la producción de papel, adhesivos, refinamiento de minerales y elaboración de embutidos, entre otros usos industriales (Andrés, 2016).

Etapas de desarrollo

A lo largo del ciclo del cultivo se producen cambios en la morfología externa e interna (a nivel de ápice de crecimiento) de las plantas (Figura 1). Desde el punto de vista de los cambios internos, el ciclo se divide en una etapa vegetativa y otra reproductiva. La etapa vegetativa se caracteriza externamente por la aparición de hojas e internamente por su diferenciación desde la imbibición de la semilla. La etapa reproductiva comienza cuando el ápice de crecimiento (ubicado aproximadamente 1 cm por debajo de la superficie del suelo en ese momento) deja de diferenciar primordios de hojas y comienza a diferenciar las estructuras de la panoja, aunque externamente en la planta siguen apareciendo hojas (Vanderlip y Reeves 1972).

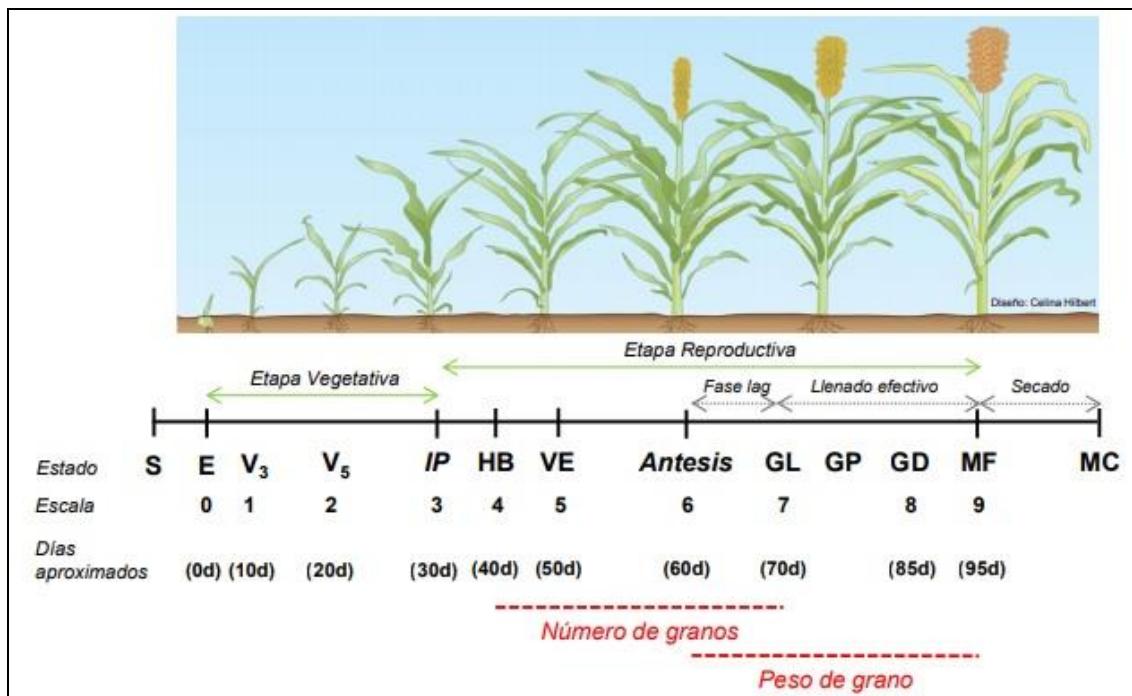


Figura 1: Etapas de desarrollo en sorgo granífero, escala ontogénica y cantidad de días (orientativo) en que ocurre cada estado (este ultimo basado en híbrido RS610, ciclo medio). Las líneas punteadas en rojo indican el periodo de determinación del número de granos y peso de granos.

S = Siembra, E = Emergencia, V₃ = 3 hojas totalmente expandidas, V₅ = 5 hojas totalmente expandidas, IP = Iniciación de la panoja, HB = Hoja bandera visible en el cogollo, VE = Vaina engrosada, Antesis = 50% de las plantas con al menos una antera visible, GL = Grano lechoso, GP = Grano pastoso, GD = Grano duro, MF = Madurez fisiológica, MC = Madurez de cosecha. Adaptado de Vanderlip y Reeves (1972).

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la variación fenotípica de materiales genéticos de sorgos graníferos y sileros en respuesta a la oferta ambiental de la zona noroeste en la provincia de Corrientes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la respuesta de cuatro materiales de sorgo en condiciones a campo.
- Comparar parámetros agroclimáticos con cambios en la fenología del cultivo atribuibles a la temperatura, la radiación y las precipitaciones.

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 cuatro materiales genéticos pertenecientes a la Red de Sorgo de la cual participa INTA-Corrientes; estos fueron dos materiales de sorgos graníferos (A y B) y dos de sorgos sileros (1 y 2).

Para este caso los datos se tomaron desde el momento de la siembra hasta la emergencia de la hoja bandera, se realizaron mediciones semanalmente sobre diez plantas marcadas de cada unidad experimental, donde se registró:

- Aparición de punta de hojas.
- Hoja totalmente expandida
- Altura de planta hasta la intersección de las dos últimas hojas anteriores de la hoja bandera

Se analizaron datos agrometeorológicos registrados por la Estación Meteorológica Automática Sombrerito (NIMBUS II completa), la misma, durante los meses de marzo y abril no registró datos, por lo cual el archivo meteorológico se completó con los de la EMA del Ministerio de la Producción ubicado en Derqui (temperatura, precipitación y humedad) y con datos del SMN Aeropuerto Corrientes (Radiación Global y Heliofanía Efectiva); los datos recuperados desde la página SIGA 2 de INTA para este estudio fueron:

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

Se calcularon los tiempos térmicos para aparición de punta de hoja, hojas expandidas y emergencia de hoja bandera para cada tratamiento desde la fecha de siembra, usando como temperatura base 11°C (Clegert *et al.*, 2008) según la fórmula:

$$\text{Tiempo térmico} = \sum (\text{Temperatura media} - \text{Temperatura base}) \text{ [}^{\circ}\text{C d}^{-1}\text{]}$$

Los datos de producción comparados en función a los parámetros medidos a cosecha de dos líneas centrales en madurez fisiológica, evaluándose en los materiales de sorgo granífero (15% de humedad en grano), y dos de sorgo forrajero (para silo con 35% de materia seca), con los datos obtenidos a través de la Ing. Agr. (Mgter.) Mercedes Pereira en el PNCYO 1127042 “Bases Ecofisiológicas para el Mejoramiento Genético y la Calidad Diferenciada de Cereales y Oleaginosas”.

Metodología estadística

El diseño llevado a cabo fue de bloques completamente al azar BCA con tres repeticiones con 10 muestras representativas por repeticiones.

Una vez obtenidos los datos se procedió al análisis de estadística descriptiva y análisis de correlación entre las variables meteorológicas y las registradas de los vegetales; y ANOVA para parámetros fisiológicos; para ello se utilizó el Software INFOSTAT (Di Rienzo *et al.*, 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos obtenidos de las mediciones de plantas se presentan en la Tabla 1; se muestra los Grados días desde el momento de la siembra (19/12), hasta la hoja bandera visible expresado en base a sumas térmicas diarias acumuladas ($^{\circ}\text{Cd}^{-1}$). En cuanto al número total de hojas se cuantificó la mayor producción de los Sileros. El filocrono que se calculó dividiendo el tiempo térmico final a hoja bandera visible y el número de hojas final, para una temperatura base de 11°C , sin obtener diferencias significativas entre los materiales estudiados (Tabla 1).

De las observaciones realizadas se puede mencionar que en los sorgos graníferos, el material genético A necesita acumular menor tiempo térmico para lograr la floración, pero el requerimiento térmico para el desarrollo de hojas es menor respecto al otro material estudiado (56°Gd^{-1}), por lo que se logra mayor número total de hojas, en comparación con el material B con filocrono de 72°Gd^{-1} ; manifestando así una mejora para la calidad de planta de este material. Y en comparación a los materiales genéticos de sorgos sileros, no se encuentra diferencia entre los filocrono calculado.

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

Parámetros	GRANIFEROS		SILEROS	
	A	B	1	2
Días	63,00 c (7,79) *	77,00 c (8,71)	93,00 b (10,18)	120,00 a (3,42)
Grados días	1013,4 c (7,18)	1218,3 c (8,02)	1435,2 b (8,97)	1765,8 a (3,16)
Número total de hojas	18,00 c (7,88)	17,00 c (7,88)	21,00 b (7,08)	26,00 a (8,24)
Filocrono °Cd ⁻¹	56,00 a (11,98)	72,00 a (11,97)	68,00 a (8,50)	68,00 a (9,30)

*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 19/12/2017 al 30/04/2018 se presentan en la Tabla 2. La temperatura promedio del tiempo en estudio fue de 25,5°C, la precipitación acumulada de 704,8mm y la radiación Global acumulada de 2589,57 MJ.m⁻². Analizando los rangos de temperatura para el cultivo de sorgo obtenidos en este trabajo se puede decir que las dadas 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 normal.

La precipitación acumulada en nuestra zona (704,8mm) estuvo por encima del rango mencionado para el cultivo de sorgo que es de 450 a 650mm (González Robaina *et al.*, 2008), 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 del suelo respondió favorablemente antes las condiciones de humedad de la zona NO de Corrientes (campaña '17-'18).

Tabla 2: Datos meteorológicos del período en estudio.

Mes	Tmedia (°C)	Precipitaciones (mm)	Radiación Global (MJ/m ²)	Heliofanía efectiva (h)	Humedad relativa (%)
Diciembre '17	27,93	2,90	324,10	125,20	66,23
Enero '18	26,49	328,10	627,60	230,60	75,65
Febrero '18	26,24	51,80	701,00	291,70	75,96
Marzo '18	24,26	270,20	555,30	232,30	78,52
Abril '18	24,12	51,80	381,57	201,40	81,80

Producción

Los datos productivos de los diferentes materiales se dividieron en dos grupos según se haya medido el rendimiento en producción de grano (Tabla 3) o en materia seca total (Tabla 4) (comunicación personal). En la Tabla 3 se puede apreciar los rendimientos obtenidos del material genético A tuvo una producción un 2% mayor respecto al otro material en estudio. En la Tabla 4, se observa que de los materiales de sorgos sileros, el material genético 2 produjo un 32% más de materia seca; sin haber manifestado esta diferencia respecto a la cantidad de hojas (Tabla 1).

Tabla 3: Rendimiento de sorgos graníferos.

Rendimiento	A	B
Grano (Kg. ha ⁻¹)	3453	3390

Tabla 4: Rendimiento para sorgos sileros.

Rendimiento	1	2
Producción foliar (kgMS.ha ⁻¹)	8734	11567

A medida que aumenta la acumulación residual de grados también aumenta el número de hojas para ambos materiales (Figura 2), lográndose diferenciar el material genético A, entre los sorgos graníferos con un máximo de 18 hojas totales de los cuales logra desplegar 16 hojas, comparado con el material B que logra un máximo de 17 hojas totales, y logra desplegar su totalidad por lo que rápidamente se puede observar que el material A desarrolló más hojas y hasta una suma térmica $1013,4^{\circ}\text{Cd}^{-1}$ aproximadamente dos semanas antes que el material B que culmino el desarrollo de hojas con temperatura acumuladas de $1218,3^{\circ}\text{Cd}^{-1}$ (Tabla 1).

En estudios comparables con esta tesina, para la zona de Pergamino (Bs. As.), Vallejo (2018) obtuvo datos muy similares a los obtenidos para la zona NO de Corrientes, induciéndose a floración con sumas térmicas de 1100 y 1400°C.d⁻¹ y cesando la aparición de hojas, logrando máximos de 15-20 hojas totales para ambos híbridos.

Tanto para hojas totales y expandidas en los materiales de sorgos graníferos la diferencia fue estadísticamente representativa ($p<0,0001$) según Test de Tukey ($\alpha=0,05$).

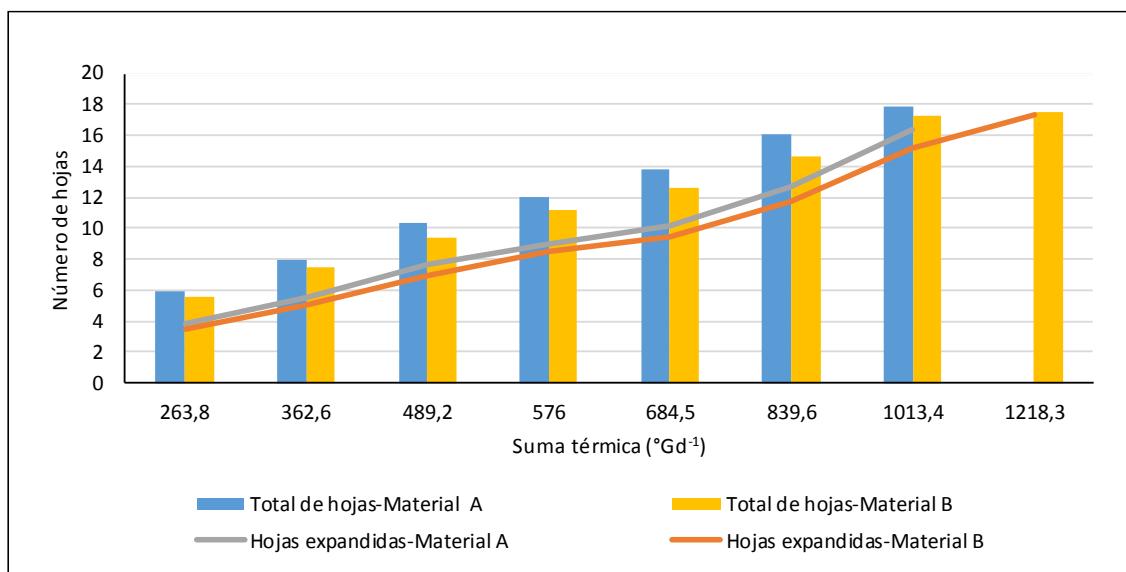


Figura 2: Variación del número total de hojas y hojas expandidas en función de los Grados Días (°Cd⁻¹) para sorgos graníferos.

Para los materiales de sorgos sileros (Figura 3), se puede apreciar las diferencias durante todo el ciclo, donde el material genético 1 logra un máximo de 21 hojas totales con una acumulación térmica de 1435,2°C.d⁻¹, en comparación con el material genético 2 con un máximo de 26 hojas totales para una acumulación de temperatura de 1765,8°C.d⁻¹, por lo que se evidenció que el material 2 necesitó más tiempo térmico para la floración demorando aproximadamente dos semanas más (Tabla 1), logrando producir mayor número de hojas. Por lo que, la diferencia, fue estadísticamente representativa ($p<0,0001$) para el número total de hojas.

Cabe destacar que el material 2 de sorgos sileros, es sensible a la luz (fotosensitivo), por lo que necesita acumular mayor horas luz para llegar a la floración, debido a que la floración ocurre, cuando se logra alcanzar un determinado régimen o umbral de días cortos lo que se corresponde con su ciclo vegetativo más extenso.

Vallejo (2018), estudiando híbridos de respuestas similares, obtuvo que sorgos fotosensitivos necesitaron acumular sumas térmicas de $2700\text{ }^{\circ}\text{Cd}^{-1}$, por lo que la aparición de hojas continuó hasta alcanzarse dicha suma térmica.

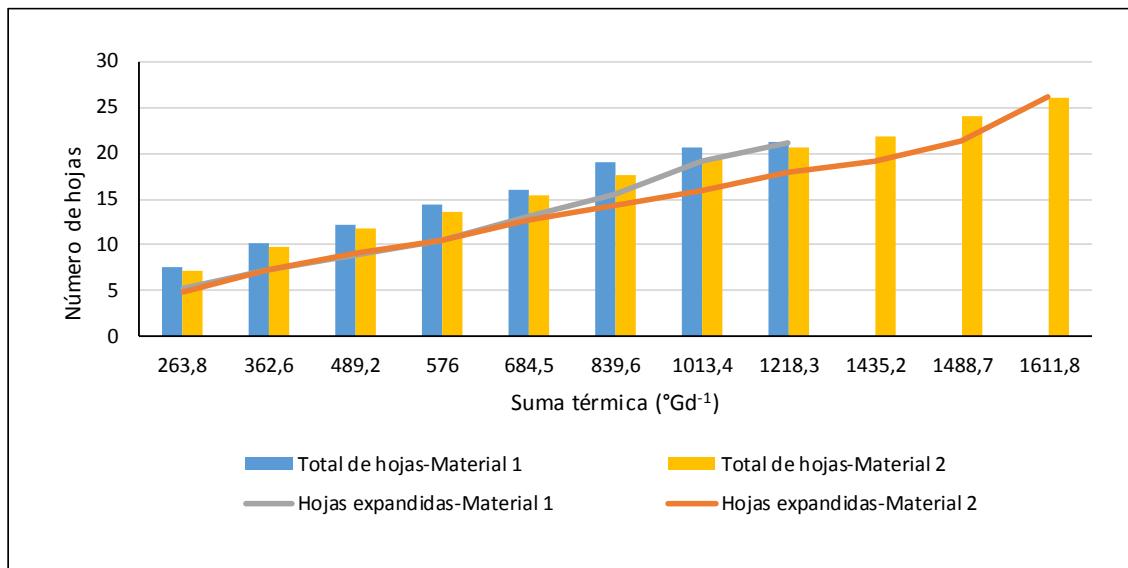


Figura 3: Número total de hojas y hojas expandidas en función de los Grados Días ($^{\circ}\text{Cd}^{-1}$) para sorgos sileros.

Altura

Durante las observaciones realizadas, se observó que los materiales de sorgos sileros son de mayor altura que los graníferos (Figuras 4 y 5). Para que resulte en una comparación más significativa se decidió analizar con INFOSTAT, los materiales de sorgos graníferos y sileros por separado.

Con respecto a la altura en sorgos graníferos la diferencia fue estadísticamente representativa ($p<0,0001$). Donde también el material A logró una altura máxima igual a 64cm, siendo superior con respecto al material B, el cual alcanzo un máximo de 60 cm.

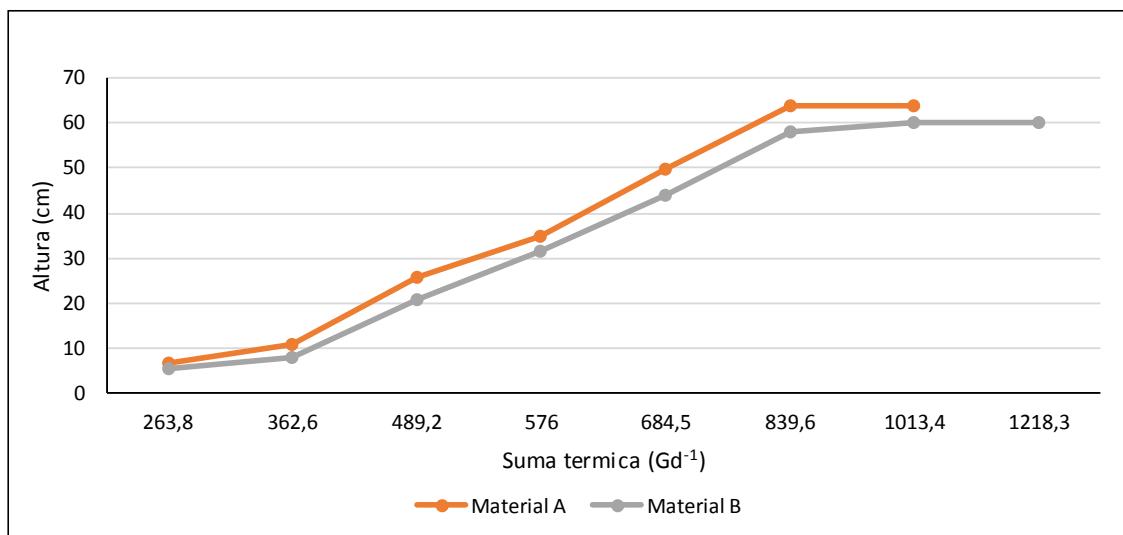


Figura 4: Altura en función de los Grados Días ($^{\circ}\text{Cd}^{-1}$) para sorgos graníferos.

Al analizar la altura para los materiales de sorgos sileros la diferencia fue estadísticamente representativa ($p<0,0001$) también entre ellos; manteniendo la relación respecto a la producción de materia seca donde el material genético 2 fue más productivo (Tabla 4).

El material genético 1 de los sileros con un máximo de 130 cm, comparándolo con la que logra mayor altura, con un valor igual máximo, igual a, 251 cm; se estima que este logra mayor altura debido a que se trata de un sorgo fotosensitivo que, en general, presentan demoras en florecer de carácter cualitativa debido a una interacción (epítasis) entre los genes de madurez Ma5 y Ma6 (Vallejo, 2018).

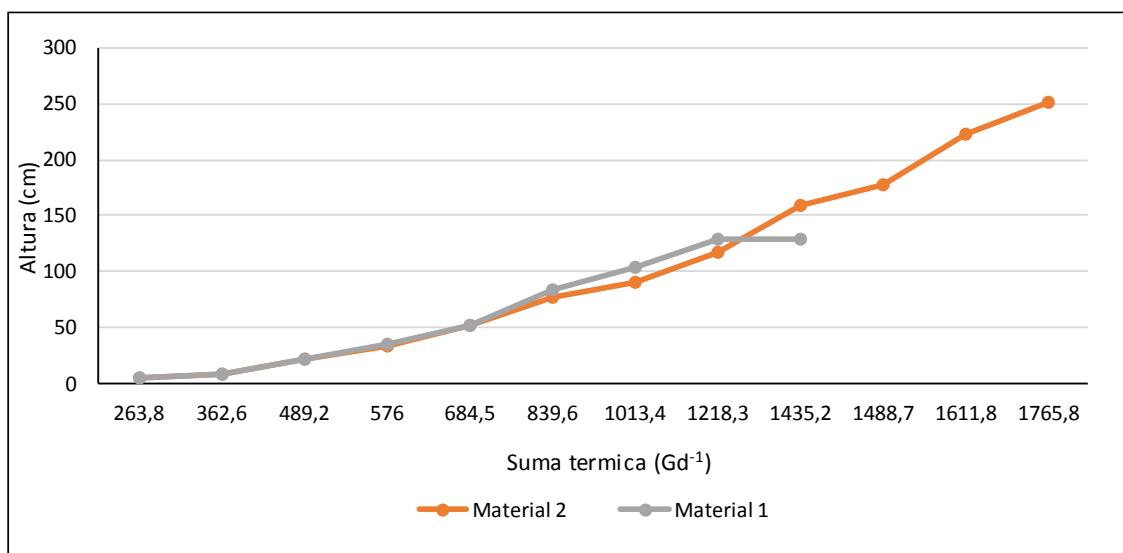


Figura 5: Altura en función de los Grados Días ($^{\circ}\text{Cd}^{-1}$) para sorgos sileros.

CONCLUSIONES

Los materiales genéticos evaluados presentan diferencias en crecimiento y desarrollo, principalmente entre los del tipo sileros.

El desarrollo morfológico de un cultivo de sorgo respecto a la temperatura se manifiesta cuando la suma térmica es útil como criterio para predecir distintas fases fenológicas. En el NO de Corrientes la radiación y las precipitaciones durante el ciclo de cultivo de sorgo son apropiados para un buen desarrollo del mismo.

Para el NO de Corrientes, considerando el elevado fotoperíodo durante la época de desarrollo de las plantas de sorgo, es recomendable seleccionar aquellos del tipo fotosensitivos dentro de los híbridos sileros.

Estos resultados resultan importantes para considerarlos como parte del manejo ya que nos permiten elegir el mejor ejemplar para diferentes propósitos, teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas en nuestra zona, y siendo muy útil y facilitándonos la elección los resultados obtenidos, como rendimiento (sileros), rendimiento de grano (graníferos) principalmente, también valores de números de hojas, altura de la planta, la duración del ciclo.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade F., A. Cirilo, S. Uhart y M. Otegui. 1996. Ecofisiología del cultivo de Maíz. Ed. La Barrosa. Bs As. 292p.
- Andrés A. 2016. El potencial del Sorgo en la región. UNNOBA. El Universitario. URL: www.unnoba.edu.ar/el-potencial-del-sorgo-en-la-region. Visitado 15/02/2019
- Bianchi A., y S. Cravero. 2010. Atlas climático digital de la república argentina. INTA. 55 págs.
- 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 Photoperiod-sensitive Sorghum Varieties. *Annals of Botany* 101: 579-594.
- 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>.
- 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. 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.
- Gonzales Robaina F., J. Herrera Puebla, T. López Seijas, G. Cid Lazo. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. San José de las Lajas ene-mar. 2011
- Hernández Córdova N., y F. Soto 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: 24-29.
- Murphy G. M. 2008. Atlas Agroclimático de la Argentina. Ed. Facultad de Agronomía UBA. 130pp.
- Reffye P., E. Heuvelink, y D. Barthelemy. 2008. Plant Growth Models. Encyclopedia of Ecology, p. 2837
- Vallejo F. 2018. Trabajo final de graduación: Variación de los tiempos de floración y altura de planta en híbridos de sorgo según fechas de siembras. 48 páginas.
- Vanderlip R. L., y H.E. Reeves. 1972. Growth Stages of Sorghum [*Sorghum bicolor*, (L.) Moench.]. Agron. J. 64(1): 13-16.