



Universidad Nacional del Nordeste

Facultad de Ciencias Veterinarias

Corrientes - Argentina

-TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN-

-MÓDULO DE INTENSIFICACIÓN PRÁCTICA-

OPCIÓN: PRODUCCIÓN ANIMAL

TEMA: PRODUCCIÓN DE UNA VARIEDAD HÍBRIDA DE SORGO FORRAJERO
EN SUELOS CON DIFERENTE CALIDAD, EN BASAIL CHACO.

TUTOR EXTERNO: MSc. MV. ROUVIER, MATÍAS ALEJANDRO.

TUTOR INTERNO: ESP. MV. NAVARRO KRILICH LIA MACARENA

RESIDENTE: SPONTÓN, BENJAMÍN

E-mail: benja.sponton@gmail.com

Resumen.....	2
Introducción.....	3
Objetivos.....	5
Objetivo general:.....	5
Objetivos particulares:.....	5
Materiales y métodos.....	5
Resultados y discusión.....	8
Conclusiones.....	13
Bibliografía.....	14
Anexo.....	19

Resumen

El objetivo fue evaluar la producción de una variedad híbrida de sorgo forrajero utilizada para la alimentación animal, en suelos con distinta calidad en un establecimiento agropecuario de Basad, Chaco. Se trabajó con dos lotes denominados “sur” el cual consta de 16 ha y “norte” de 8 ha, previo a la siembra de la variedad híbrida (AVD 2701 ultra) de sorgo forrajero (SF) se tomaron muestras de suelo para determinar su calidad analítica, el que mostró diferencias en la concentración de nutrientes que fueron inferiores en el norte. La siembra se realizó el 25 de octubre con la adición de fertilizante (50 kg de fosfato diamónico por ha) y el primer corte el 19 de diciembre de 2022. A los 30 días post-siembra se evaluó en 8 muéstreos al azar por lote, cantidad de plantas por ha (Pl/ha) y presencia de malezas en el cultivo, determinando al momento del primer corte (55 días) Pl/ha, altura de planta (AP), biomasa (kg de MS/ha), relación hoja-tallo (RHT) y calidad nutritiva valorando proteína bruta (PB) y fibra detergente ácida (FDA). Además, se efectuó el seguimiento del índice verde con la aplicación BoosterAgro. Se realizó estadística descriptiva, los efectos de la calidad del suelo fueron analizados mediante prueba de t Student ($\alpha=0,05$). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas según lote en Pl/ha a los 30 días y al primer corte (145.000 y 108.750; 194.000 y 130.000), biomasa (1.338,04 y 823,86 kg de MS/ha) y RHT (1,92 y 1,36), para sur y norte, respectivamente. Sin embargo, la AP mostró una tendencia a incrementarse en el sur (86,07 vs 69,67, $p=0,0507$). Los resultados para PB fueron de 11,27 y 8,84%, FDA 31,47 y 34,02%, MS 22 y 23%. Se puede concluir que durante el periodo evaluado las diferencias en la calidad del suelo, principalmente en el nivel de fósforo extraíble de los lotes de siembra, no afectaron la producción de la variedad de SF utilizada.

Introducción

Los cambios ambientales a nivel mundial son una amenaza constante para la seguridad alimentaria y nutricional de la población y generaciones futuras; por lo que es urgente la adopción de vías específicas que faciliten la transición hacia sistemas productivos más sostenibles; sumando a lo anterior, los escasos recursos naturales y el aumento en la demanda de alimentos, en particular de origen animal, puede generar oportunidades de innovación para el desarrollo agrícola, incluida la ganadería, ambientalmente sustentables (FAO, 2016).

Las condiciones climáticas de la Argentina en verano, no son las más adecuadas para el óptimo desarrollo de las especies forrajeras provocando una disminución en su cantidad y calidad (Fassio *et al.*, 2002), por ello para la sostenibilidad de la alimentación bovina, es necesario diseñar alternativas que incluyan el uso de bancos forrajeros con cultivos de ciclo corto que posean ventajas agrícolas y nutricionales para estas explotaciones (Garcés Molina *et al.*, 2004), como es la inclusión de pasturas estivales dentro de las rotaciones, lo que permite mejorar las ganancias de peso y aumentar la carga del predio (Rovira y Echeverría, 2013).

La cantidad de nutrientes que el suelo pueda aportar a la planta también repercuten sobre la producción de fibra y alimento, la agricultura ha buscado métodos y técnicas apropiadas para determinar los niveles adecuados de nutrientes que permitan un rendimiento óptimo y que a su vez sean económicamente rentables (Barber, 1984). Según Balbuena *et al.* (1989) en el sudeste de la provincia del Chaco, las concentraciones de fósforo en el suelo se encuentran por debajo de 17 mg/kg, considerado como límite crítico (RHUE, 1983).

Ciertas características morfológicas como la fitomasa, altura de la planta, área, número de hojas, son utilizadas para caracterizar el desarrollo de los cultivos (Nour y Weibel, 1978; Camacho y Caraballo, 1994; Doberman y Pampolino, 1995), siendo la materia seca o fresca el criterio más utilizado para expresar la influencia de los nutrientes minerales en los patrones de crecimiento (Bohm, 1979).

Los verdeos de verano son especies adaptadas a crecer con elevadas temperaturas, presentando una alta tasa de crecimiento durante el ciclo, lo que les permite aportar grandes cantidades de forraje en una época del año donde la mayoría de las pasturas ven

disminuida su oferta. Los cultivos más utilizados son sorgo, moha, maíz y últimamente se viene incrementando el uso de soja (Aello *et al.*, 2018).

Uno de los cultivos que más se destaca como fuente de alimento económico y sostenible es el sorgo (Morell *et al.*, 2018; Xie y Xu, 2019), especie C4 con elevada eficiencia de uso de los recursos (Fassio *et al.*, 2002). En nuestro país el destino del mismo es, en su mayoría, la alimentación animal, el resto se destina a molienda. Su versatilidad para adaptarse a diversas regiones, suelos limitantes, y resistencia a las sequías han incrementado la superficie sembrada (Suárez y Zeledón 2003; Carrasco *et al.*, 2011; Kent, 2019), destacándose las variedades forrajeras (Blanco y Tourn, 2022).

El sorgo va evolucionando en su mejoramiento genético, lo que lo convierte en un producto de superior calidad agronómica y óptimo valor nutricional para atender las demandas tanto de la producción de carne como de leche (De Bemardi, 2019).

Ensayos realizados en la EEA INTA Mercedes demostraron que el sorgo forrajero es una muy buena alternativa cuando la cadena de pastoreo requiere un recurso que soporte altas cargas y logre aceptables ganancias de peso durante el verano (Barbera y Benítez, 2016). Lagomarsino y Montossi (2014) en el engorde de novillos en pastoreo sobre este recurso con altas cargas instantáneas, lograron intensificar el sistema, aumentando la productividad y reduciendo la edad de faena.

Este forraje tiene como característica distintiva, el gran aporte de biomasa en un corto período de tiempo, dado su crecimiento, capacidad de macollaje y rebrote, precocidad para su primer uso (Fassio *et al.*, 2002; Carámbula, 2007), permitiendo en estos sistemas mayor número de pastoreos y estabilidad productiva (Kent, 2019). Los híbridos se distinguen por tener producciones importantes (11 t de MS/ha), durante todo su ciclo (Carámbula, 2007). En condiciones meteorológicas desfavorables se obtiene menor altura disponible, por una disminución del crecimiento del forraje y una merma en la carga inicial (Berlangieri, 2008).

Hernández *et al.* (2000) y Homen *et al.* (2010) destacan que la relación hoja/tallo presente en un forraje se puede considerar como una medida indirecta para conocer su calidad y utilización, donde las proporciones superiores demuestran una mejor calidad dada la mayor presencia de hojas.

El índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), comúnmente denominado índice verde, se calcula en base a información obtenida por sensores remotos, y está asociado a la fracción de la radiación solar absorbida por las plantas (Gilabert *et al.*, 1997). Por este motivo, existe una fuerte relación de este con la biomasa, el índice de área foliar o la productividad. Conocer dichas variables en el tiempo y aplicadas en distintos lotes permitiría, planificar prácticas de manejo en los sistemas ganaderos, estimar la oferta forrajera y carga animal óptima (Atkinson *et al.*, 2012; Lauric, 2020).

Objetivos

Objetivo general:

- Evaluar la producción de una variedad híbrida de sorgo forrajero utilizada para la alimentación animal, en suelos con distinta calidad en un establecimiento de Basad, Chaco.

Objetivos particulares:

- Determinar la cantidad de plantas por hectárea.
- Estimar altura de planta y relación hoja-tallo.
- Valorar la producción de biomasa y calidad nutricional.
- Realizar el seguimiento del índice verde.

Materiales y métodos

El proyecto se llevó a cabo en el establecimiento agropecuario “Doña Lucía” ubicado sobre la ruta nacional N°11 Km 943, de la localidad de Basad, departamento San Fernando, provincia del Chaco. El clima es subtropical subhúmedo-húmedo con temperaturas medias anuales de 23°C y precipitaciones superiores a 1.100 mm anuales concentradas principalmente en verano (Verdoljak *et al.*, 2023).

Se trabajó en dos lotes que anualmente son utilizados para la producción de verdeos de invierno y verano, denominados “lote sur” el cual consta de 16 hectáreas y “lote norte” de 8 hectáreas (imagen 1).



Imagen 1. Georreferencia de los lotes sur y norte del establecimiento Doña Lucía, Basail Chaco. Adaptado de Google, s.f.

Previo a la siembra de una variedad muí ti corte de sorgo forrajero (Híbrido AVD 2701 ultra), se tomaron muestras de suelo para determinar la calidad analítica, las que fueron procesadas en el laboratorio de “Suelo y Agua Rural de la Provincia del Chaco”, mostrando diferencias entre lotes principalmente en la concentración de fósforo extraíble, siendo 7,1 y 2,9 mg/kg en el sur y norte, respectivamente (tabla 1, Anexo).

La siembra se realizó el día 25 de octubre, con una sembradora de grano grueso, a 52 cm de separación entre líneas y con una densidad de 16 semillas por metro, con la adición de fertilizante (50 kg de fosfato diamónico por hectárea) aplicando con el cajón fértil i zador.

Durante el periodo evaluado correspondiente a los meses de octubre a diciembre del 2022, se llevaron registros de las precipitaciones producidas (gráfico 1), que fueron relacionadas con promedios históricos reportados por la EEA INTA Colonia Benítez desde 1968 a 2015 para el sudeste chaqueño (Jover, 2015).

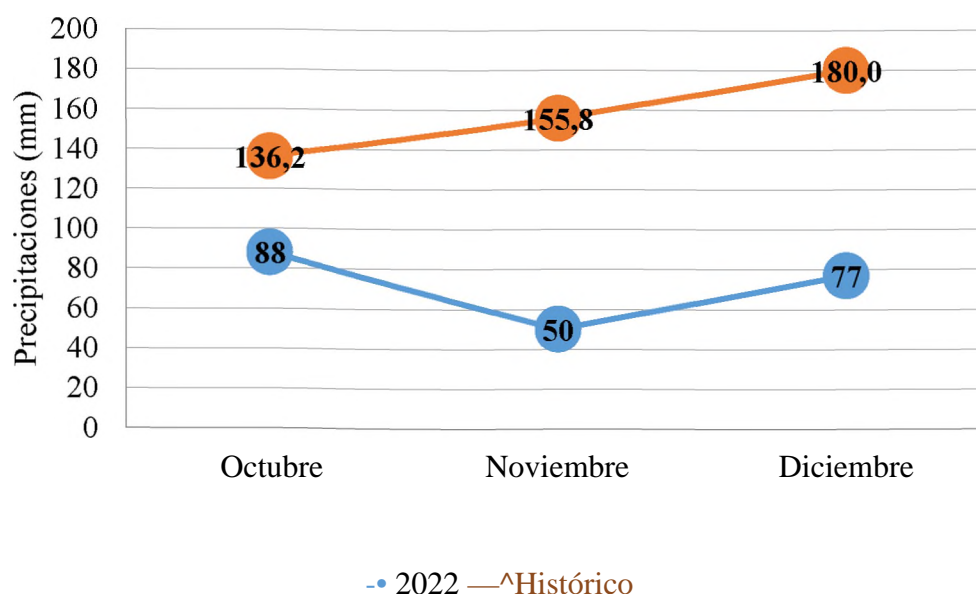


Gráfico 1. Precipitaciones en el establecimiento Doña Lucía durante el ensayo y registros históricos de la zona.

Variables evaluadas:

A los 30 días post-siembra

- Plantas por hectárea: en 8 muéstreos al azar en cada lote se cuantificó la cantidad de plantas nacidas con un marco de 1 m² abarcando dos Uneos aledaños, el resultado se multiplicó por 10.000 para expresarlo en hectárea.
- Presencia de malezas en el cultivo.

Al momento del primer corte realizado a los 55 días post-siembra, en 5 muéstreos al azar en cada lote

- Plantas por hectárea.
- Altura de planta (cm): desde el suelo hasta el punto más alto de la planta sin estirla ni considerar la inflorescencia, se midieron tres plantas seleccionadas al azar en cada punto de muestreo (Toledo y Schultze, 1982).
- Biomasa (kg de MS/ha): se estimó mediante el método destructivo, realizando el corte a una altura de 15 centímetros del suelo y se pesó el material verde. Un pool de las muestras fue utilizado para determinar materia seca (MS).

- Relación hoja-tallo: se pesaron las fracciones de hojas y tallos, que fueron separadas manualmente, de tres plantas cosechadas en cada muestra. La misma fue expresada como porcentaje de cada componente, y en índice relacionando el peso de las hojas respecto al del tallo.

Calidad nutritiva: se valoró proteína bruta por la técnica de Kjeldahl (AOAC, 1990) y fibra detergente ácida mediante el método sugerido por Van Soest *et al.* (1991), en el laboratorio de Suelos, Aguas y Vegetales de la EEA INTA Reconquista.

Se efectuó un seguimiento del índice verde mediante la aplicación BoosterAgro versión gratuita, la que permite visualizar y conseguir imágenes satelitales que poseen colores que distinguen el crecimiento vegetativo (menor rojo y mayor verde).

Análisis estadístico:

El diseño fue de tipo observacional. Se realizó estadística descriptiva para las variables continuas. Las diferencias debidas a la calidad de suelo (lote sur y norte) fueron evaluadas utilizando prueba de t Student, considerando un alfa del 5%, recurriendo a la transformación al arcoseno de los datos expresados en porcentaje e índice. Los análisis se efectuaron con el software Infostat versión estudiantil 2020 (Di Riezo *et al.*, 2020), y los gráficos con Microsoft Excel®.

Resultados y discusión

En la tabla 2 se detallan los resultados de la estadística descriptiva de plantas por ha en los dos momentos de medición, altura de planta y biomasa de sorgo forrajero (SF).

Tabla 2. Estadística descriptiva de variables productivas del híbrido ADV 2701 ultra de sorgo forrajero, establecimiento "Doña Lucía" de Basail, Chaco.

Variable	Media	DE	CV (%)	Mín.	Máx.
... 30 días	126.875	61.614	48,56	30.000	250.000
Pl/ha 55 días	162.000	104,435	64,47	50.000	390.000
Altura (cm)	77,87	23,17	29,75	37	123
Biomasa (kg MS/ha)	1.080,95	928,74	85,92	101,20	2.558,60

Pl/ha (plantas por hectárea), DE (desvío estándar), CV (coeficiente de variación), Mín. (mínimo), Máx. (máximo).

Se puede observar que el coeficiente de variación de todas las variables, a excepción de altura de planta, mostraron una alta heterogeneidad entre y dentro de cada lote.

El gráfico 2 muestra los resultados obtenidos de la cantidad de plantas por hectárea (Pl/ha) a los 30 días post-siembra y al momento del primer corte.

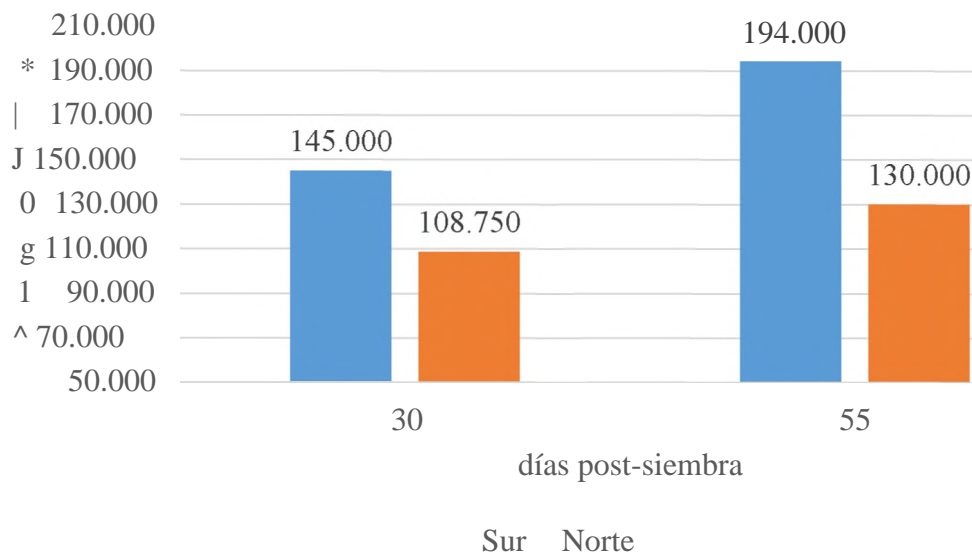


Gráfico 2. Plantas por hectárea de una variedad híbrida de sorgo forrajero en diferentes lotes y momentos.

No se encontraron diferencias estadísticas para Pl/ha en suelos con distinta calidad. En coincidencia a lo informado por de Sousa Cavalcante *et al.* (2013) quienes evaluaron distintos niveles de fertilización fosforada, en tres variedades de sorgo forrajero (SF).

La densidad de Pl/ha encontrada es inferior a la descripta para sorgo con destino a pastoreo en verde variando de 300.000 a 600.000 (Carrasco, 2011; Kent, 2019) y de 243.000 y 264.000 óptima para silaje de la variedad Sureño (Páez Tapia, 2013). Caravetta *et al.*, (1990) demostraron que las características morfológicas del sorgo responden a cambios en la distancia entre plantas dentro del surco, mejorando la penetración de luz y disminuyendo la competencia a mayor espacio entre ellas, siendo de 350.000 a 20 cm y 207.000 a 75 cm (Bolaños Aguilar y Emile, 2011).

En el cultivo se detectaron malezas que fueron más predominantes en el lote norte, con dominio de *Cyperus rotundus* (cebollín), y menor presencia de *Solanum sisymbriifolium* (tutiá), *Eryngium eburneum* (cardo dulce) y *Conyza bonariensis* (rama negra). Carrasco

(2011) menciona que en sorgo se encuentran con mayor frecuencia tutiá y rama negra, siendo menos habitual el cebollín. Demanet Filipp y Canales Caites (2020) recomiendan el control de especies invasoras para evitar una merma en el rendimiento y calidad del material vegetal, que puede generar hasta un 47% de pérdidas en pastoreo.

Las medias obtenidas para ambos lotes de altura de planta se pueden apreciar en el gráfico 3.

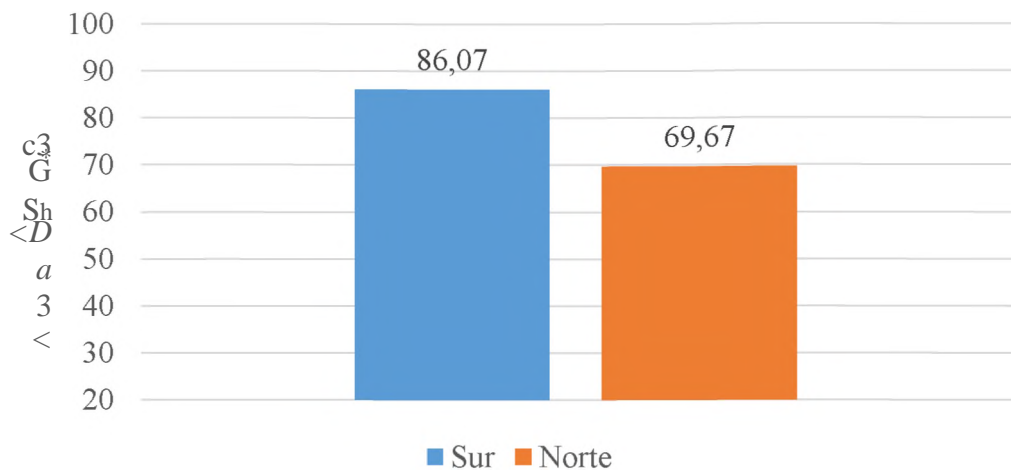


Gráfico 3. Altura de planta de una variedad híbrida de sorgo forrajero en diferentes lotes.

La diferencia entre lotes fue de 16,40 cm mostrando una tendencia ($p=0,0507$) a favor del sur. Resultados similares fueron obtenidos por Romero *et al.* (2003) quienes observaron que la falta de fósforo (P) produjo una disminución en la altura. De Sousa Cavalcante *et al.* (2013) reportaron un incremento lineal de este parámetro, conforme se aumenta la fertilización con óxido fosfórico. Diferentes trabajos mostraron que la deficiencia de este mineral retarda el crecimiento, debido a que está ligado a la función estructural de la planta, en el proceso de transferencia y almacenamiento de energía (Malavolta *etal.*, 1989; Fonseca *etal.*, 2008 y 2014).

La concentración de P de los lotes, no tuvo influencias sobre las fracciones hoja tallo, que fueron del 56,08 y 43,92 % para el sur y 60,34 y 39,66 % en el norte, en el gráfico 4 se presenta la relación expresada en índice.

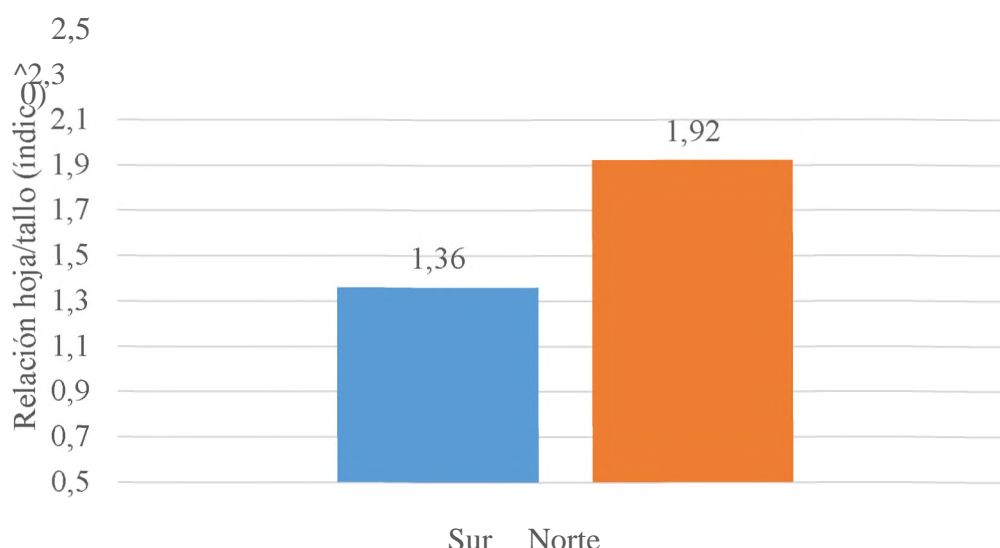


Gráfico 4. Relación hoja/tallo de una variedad híbrida de sorgo forrajero en diferentes lotes.

Los datos difieren de lo reportado por Rodríguez Osorio y Fuentes Hernández (2002) quienes encontraron menor porcentaje de hoja (19,15%) respecto al tallo (80,85%) en SF en corte a los 60 días post-siembra.

Romero *et al.* (2003) observaron en distintas especies de *Brachiaria* que la fertilización con P produce una disminución importante de la relación hojas/tallo. Al igual que Vargas Rodríguez y Boschini Figueroa (2011) en *Trypsacum laxum* (pasto prodigioso).

En el lote sur la producción de biomasa fue superior con una diferencia de 514,18 kg (gráfico 5), no obstante, la misma no fue significativa estadísticamente.

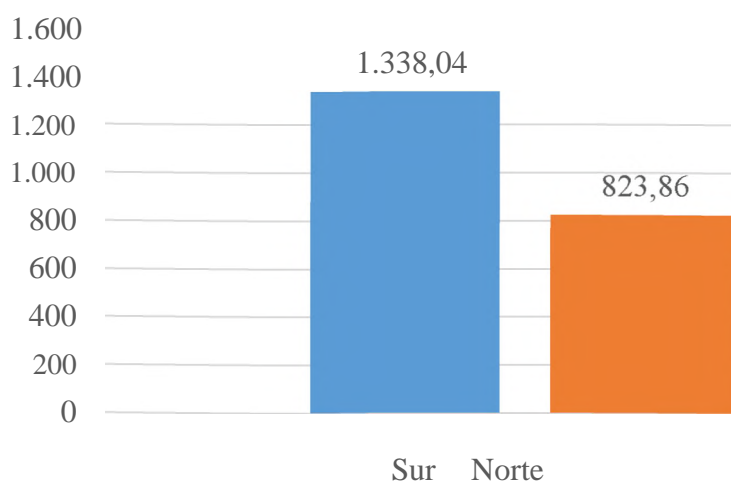


Gráfico 5. Producción de biomasa del híbrido AVD 2701 ultra de sorgo forrajero en Basail, Chaco.

Leite (2006) en SF variedad Sudán encontró un aumento de la producción de MS en función a los niveles de fertilización con P, así como, Silva Cruz *et al.* (2009) y Gomes Pereira *et al.* (2014) en graníferos. Romero *et al.* (2003) atribuyen estas diferencias a la mayor elongación de los tallos en estas condiciones que generan incrementos de esta variable.

En el gráfico 6, se plasman los datos informados por el laboratorio del análisis de la calidad nutritiva del forraje de ambos lotes.

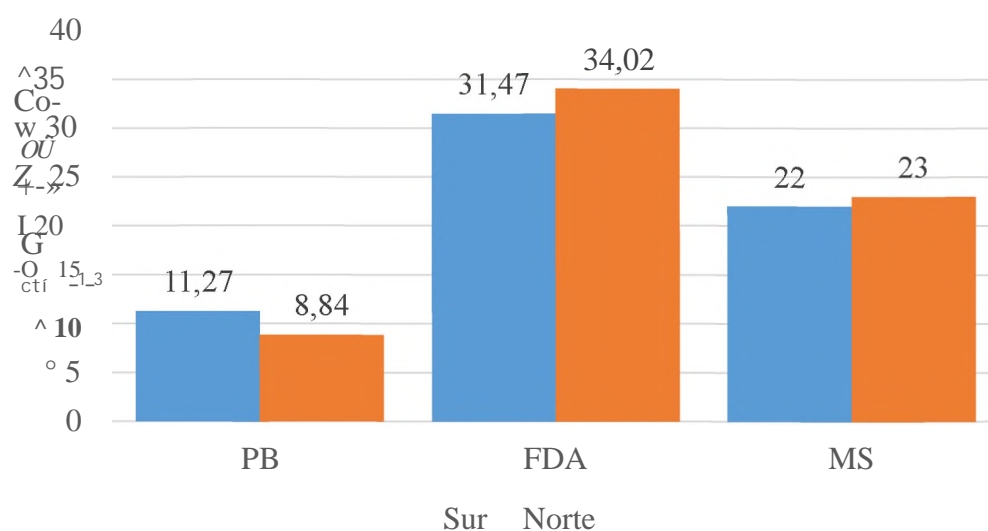


Gráfico 6. Calidad nutricional proteína bruta (**PB**), fibra detergente ácida (FDA) y materia seca (MS) de una variedad híbrida de sorgo forrajero a los 55 días post-siembra en diferentes lotes.

Los porcentajes de PB obtenidos en el forraje independientemente del lote son adecuados. Van Soest (1994) menciona que concentraciones inferiores a 7% tiene un efecto negativo sobre el consumo y desarrollo de los animales.

En la misma variedad de SF Castro *et al.* (2020) hallaron valores de 10,4% PB, 32,6% FDA y 21% MS, para cortes realizados en momentos similares.

Según Mengel y Kirkby (1987) la deficiencia de P afecta varios procesos metabólicos como la síntesis proteica y de ácidos nucleicos en las plantas. Sin embargo, Restelatto *et al.*

al (2017) determinaron que su adición en suelos con nivel medio de este nutriente, no afectaron las concentraciones de PB y FDA.

El seguimiento del índice verde (IV) demostró que durante el periodo evaluado la producción de materia verde fue baja y heterogénea dentro de los lotes, lo que puede ser observado en capturas satelitales correspondientes a diferentes fechas (imagen 2 a 7, Anexo). En la imagen 4 tomada dos días después de una lluvia, se puede apreciar cómo incrementa el IV, el que luego refleja una disminución (imagen 5 y 6), relacionado al estrés hídrico que sufrió el forraje en esos momentos. Lauric *et al.* (2020) describe que la curva de IV acompaña las oscilaciones de los registros pluviométricos, pero no resulta un buen indicador para representar el volumen de la producción de MS *in situ*.

Conclusiones

Con la realización de este trabajo se puede concluir que durante el periodo evaluado las diferencias en la calidad del suelo, principalmente en el nivel de fósforo extraíble de los lotes de siembra, no afectaron la producción del híbrido AVD 2701 ultra de sorgo forrajero.

La cantidad de plantas por hectárea, relación hojas-tallo y biomasa producida fueron similares, la variable altura de planta mostró una tendencia a incrementarse significativamente en el lote con mayor nivel de fósforo, no obstante, se sugiere realizar un mayor número de muestreos.

En cuanto a la calidad nutritiva el contenido para proteína bruta, fibra detergente ácida y materia seca del forraje fue similar al reportado para la misma variedad de sorgo.

El seguimiento del índice verde permitió conocer de manera subjetiva el crecimiento vegetativo del cultivo.

Bibliografía

- Aello, M., Cicchino, M., Otondo, J. 2018. Verdeos de verano para pastoreo o reserva forrajera. INTA Balcarce - Cuenca del Salado.
https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_vrl24_verdeos_de_verano.pdf
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15° ed. Association of Official Analytical Chemistry. Arlington, VA.
- Atkinson, P.M., Jeganathan, C., Dash, J., Atzberger, C. 2012. Inter-comparison of four models for smoothing satellite sensor time-series data to estimate vegetation phenology. *Remote Sensing of Environment*. 123: 400-417.
- Balbuena, O., Luciani, C.A., McDowell, L.R., Conrad, J.H., Martin, F.G. 1989. Estudios de la nutrición mineral de los bovinos para carne del este de las provincias de Chaco y Formosa (Argentina). 1. Fósforo y calcio. *Veterinaria Argentina*. 6(54): 241-253.
- Barber, S.A. 1995. Soil nutrient bioavailability: A mechanistic approach. 2° ed. John Wiley and Sons, Inc. New York, NY
- Barbera, P., Benítez, J. 2016. Sorgo forrajero para pastoreo. INTA Ediciones. Serie Técnica N° 53.
- Berlangieri, M.S. 2008. Efecto del manejo y el material genético en la productividad de sorgo forrajero bajo pastoreo. Tesis de grado, Universidad de la República Uruguay. Repositorio Colibrí <https://hdl.handle.net/20.500.12008/24891>
- Blanco, C., Toum, W. 2022. Evaluación del tipo de sorgo en la producción de forraje bajo pastoreo. Tesis de grado, Universidad de la República Uruguay. Repositorio Colibrí, <https://hdl.handle.net/20.500.12008/32942>
- Bohm W. 1979. Methods of studying root System. Springer-Verlag, Berlin, 188 P-
- Bolaños Aguilar, E.D., Emile, J.C. 2011. Row spacing on both sorghum and maize dry matter yield and quality. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 2(3): 299-312.
- Camacho, R., Caraballo, D. 1994. Evaluation of morphological characteristics in venezuelan maize (*Zea mays* L.) genotypes under drought stress. *Scientia Agrícola*. 51(3): 453-458

Carámbula, M. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Hemisferio Sur Montevideo. 524 p.

Caravetta, G.J, Cherney, J.H., Johnson, K.D. 1990 Within-row spacing influences on diverse sorghum genotypes: II. Dry matter yield and forage quality. *Agronomy Journal*. 82(2): 210-215.

Carrasco, N., Zamora, M., Melin, A.A., Bolletta, A., Marinissen, J., Gigón, R., Forján, H., Lagrange, S., Campos, P., Manso, L., Sicchino, M. 2011. Malezas. Reconocimiento y control. En: Carrasco, N., Zamora, M., Melin, A.A. (ed), *Manual de Sorgo*. Iº ed. Ediciones INTA.

Castro, C., Cuitiño, M.J., Morales, X., Cardozo, V., Castro, B., Ramallo, C. Garda, W. Leiva, C., Maidana, M. 2020. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de sorgo forrajeros. Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología. INIA La Estanzuela. Uruguay.

De Bernardi, L.A. 2019. Perfil del sorgo. Informe de Mercados Agropecuarios. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.

De Sousa Cavalcante, F., da Silva, I.D.F., de Andrade, A.P., Tabosa, J.N., Siqueira, S.M. 2013. Níveis de fósforo via adubação em três variedades de sorgo forrageiro: Características agronômicas. *Pesquisa Agropecuária Pernambucana*. 18(1): 21-26.

Demagnet Filippi, R., Canales Caite, C. 2020. Cultivo del Sorgo, En: Deck Román, F., Knopel Schüller, A., Reyes Dimter, L., Vásquez Martínez, J. *Manual cultivo del sorgo forrajero*. Plan lechero - Universidad de la Frontera

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, <http://www.infostat.com.ar>

Dobermann, A., Pampolino, M.F. 1995. Indirect leaf area index measurement as a tool for characterization rice growth at the field scale. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 26(9-10): 1507-1523

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2016. Desarrollo agrícola sostenible para la seguridad alimentaria y la nutrición: ¿qué función desempeña la ganadería?. HLPE Informe N° 10.

- Fassio, A., Cazzolino, D., Ibañez, W., Fernández, E. 2002. Sorgo: destino forrajero. INIA Treinta y tres. Serie Técnica N° 127.
- Fonseca, I.M., Prado, R.M., Alves, A.U., Gondim, A.R.O. 2008. Crescimento e nutrição do sorgo (cv. BRS 304) em solução nutritiva. *Revista Biologia e Ciências da Terra*. 8(2): 113-124.
- Fonseca, V., Bebé, F., Brito, C.F., Ramos, A.G. 2014. Crescimento de plantas de sorgo em função de adubação fosfatada. *Enciclopedia Biosfera*. 10(19): 252-262.
- Garcés Molina, A.M., Berrio Roa, L., Ruíz Alzate, S., Sema DLeón, J.G., Builes Arango, A.F. 2004. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista Lasallista de Investigación*. 1(1): 66-71.
- Gilabert, M.A., González Piqueras, J., García-Haro, J. 1997. Acerca de los índices de vegetación. *Revista de Teledetección*. 8(1): 1-10.
- Gomes Pereira, R., Tavares de Oliveira, F.H., Ferreira da Silva, G., Costa Paiva, M.R.F., Novo Júnior, J. 2014. Rendimiento do sorgo granífero adubado com nitrogênio e fósforo no semiárido brasileiro. *Revista brasileira de milho e sorgo*. 13(3).
- Gourley, C.J.P., Alian, D.L., Ruselle, M.P. 1993. Differences in response to available phosphorus among white clover cultivars. *Agronomy Journal*. 85: 296-301.
- Gutiérrez Boem, F.H., Thomas, G.W. 1998. Phosphorus nutrition effects in wheat response to water deficit. *Agronomy Journal*. 90: 166-171.
- Hernández Garay, A., Matthew, C., Hodgson, J. 2000. The influence of defoliation height on dry-matter partitioning and CO₂ exchange of perennial ryegrass miniature swards. *Grass and Forage Science*. 55(4): 372-376.
- Homen, M., Entrena, I., Arriojas, L. 2010. Biomasa y valor nutritivo de tres gramíneas forrajeras en diferentes períodos del año en la zona de bosque húmedo tropical, Barlovento, estado Miranda. *Zootecnia Tropical*. 28(1): 115-127.
- Jover, P. 2015. Datos de lluvias desde 1968 a 2015. Informe EEAINTA Colonia Benítez. <https://inta.gob.ar/documentos/datos-de-lluvias-desde-1968-a-2015>
- Kent, F. 2019. Sorgo. En: Kent, F. (ed), Forrajeras cultivadas anuales y perennes más difundidas en la provincia de La Pampa. INTA. pp. 47-52.

- Lagomarsino, X., Montossi, F. 2014. Engorde estival de novillos en pastoreo sobre sorgos forrajeros con suplementación proteica. *Revista INIA*. 39: 17-22.
- Lauric, A., De Leo, G., Torres, C., Tizón, R., Marini, F. 2020. Evaluación de índices de vegetación por imágenes satelitales para estimar curvas de materia seca en pasturas perennes de la región semiárida del SOB. *informe INTA EEA Bordenave*.
- Leite, M.L.V. 2006. Crescimento vegetativo do sorgo Sudão (Sorghumsundanense (Piper) Stapf) em função da disponibilidade de água no solo e fontes de fósforo. 2006. Tesis de maestría, Universidad Federal da Paraíba.
- Lynch, J., Láuchli, A., Epstein, E. 1991. Vegetative growth of the common bean in response to phosphorus nutrition. *Crop Science*. 31(2): 380- 387.
- Malavolta, E., Vitti, G.C., Oliveira, S.A. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Potafos. 319 p.
- Mengel, K., Kirkby, E.A. 1987. Principles of plant nutrition. Bern. International Potash Institute. pp. 687-695.
- Morell, A., Expósito, A.M., Ruiz, M. 2018. El sorgo. Una alternativa económica y sostenible de alimento en el municipio Jobabo. *DELOS: Desarrollo Local Sostenible*. 11(31): 1-14.
- Nour, A.B., Weibel, D. 1978. Evaluation of root characteristics in grain sorghum. *Agronomy Journal*. 70(2): 217-218
- Páez Tapia, M.D. 2013. Efecto de seis densidades poblacionales en el rendimiento de biomasa del sorgo de la variedad Sureño en Zamorano, Honduras. Tesis de grado, Universidad de Zamorano. Repositorio Biblioteca Digital. <http://hdl.handle.net/1036/1653>
- Restelatto, R., de Menezes, L.F.G., París, W., Sartor, L.R., Martin, T.N., Herrera, W.F.B., Pavinato, P.S. 2017. Sorghum and black oat forage production and its nutritive value under phosphate levels. *Ciencias Agrárias*. 38(1): 429-441.
- Rhue, R.D.; Kidder, G. 1983. Analytical procedures used by the IFAS extension soil testing laboratory and the interpretation of results. Soil Science Department University of Florida, Gainesville.

- Rodríguez Osorio, M., Fuentes Hernández, J.S., 2002. Influencia de tres frecuencias de corte (30, 45, 60 días) sobre el rendimiento y parámetros de calidad de la biomasa del sorgo forrajero (*Sorghum vulgare*) HF-895. Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/765>
- Rodríguez, M.E., Chacón, L., Arriojas, O., Rodríguez, A. 1994. Efecto de diferentes fuentes de fósforo sobre el comportamiento y utilización de *Brachiaria decumbens* por bovinos a pastoreo en sabanas bien drenadas. En: VIII Congreso Venezolano de Zootecnia. Organizado por la Universidad de Oriente. San Juan de Los Morros, Venezuela.
- Romero, C., Alfonso, S., Medina, R., Flores, R. 2003. Evaluación inicial de la fertilización con roca fosfórica en tres especies del género *brachiaria*. *Zootecnia Tropical*. 21(2): 183-196.
- Rovira, P., Echeverría, J. 2013. Desempeño productivo de novillos pastoreando sudangras o sorgo forrajero nervadura marrón (BMR) durante el verano. *Revista Veterinaria*. 24(2): 91-96.
- Silva Cruz, S.J., Costa de Oliveira, S., Silva Cruz, S.C., Gomes Machado, C., Gomes Pereira, R., 2009. Adubagão fosfatada para a cultura do sorgo granífero. *Revista Caatinga*, 22(1): 91-97.
- Suarez, M.M., Zeledón, J.L. 2003. Uso eficiente del nitrógeno por cuatro variedades de sorgo (*Shorgum bicolor* (L) Moench) en el Municipio de San Ramón, Matagalpa. Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria. Repositorio Institucional, <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/1869>
- Toledo, J.M., Schultze-Krañ, R. 1982. Metodología para la evaluación agronómica de pastos tropicales. En: Toledo, J.M (ed). *Manual para la evaluación agronómica*. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, Centro Internacional de Agricultura Tropical, pp. 91-110.
- Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2º ed. Ithaca: Cornell University. 476 p.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74: 3583- 3597.

- Vargas Rodríguez, C.F., Boschini Figueroa, C. 2011. Producción forrajera del *Trypsacum laxum*, fertilizado con nitrógeno, fósforo y potasio. *Agronomía Mesoamericana*. 22(1): 99-108.
- Verdoljak, J.J., Gómez, V.D., Rossner, M.V., Pellerano, L.L., Famin, L., Vagabculov, J., Monteros, D.E., Lestani Sablich, M., Geijo, A.R., Fernandez, A.L., Pamies, M.E., Monicault, L.A., Davalos, C., Saez, R.A., Vagabculow, J.L. Di Lorenzo, E.L., Rosello Brajovich, J.E. 2023. Tecnologías ganaderas en rodeos de cría del este del Chaco, Argentina. INTA Ediciones. Serie técnica N° 31.
- Xie, Q., Xu, Z. 2019. Sustainable Agriculture: From Sweet Sorghum Planting and Ensiling to Ruminant Feeding. *Molecular Plant*. 12(5): 603-606.

Anexo

Tabla 1. Composición analítica de los lotes en estudio del establecimiento Doña Lucía, Basail, Chaco.

Análisis	Lote Sur	Lote Norte	Unidades
Densidad aparente	1,15	1,21	gr/cm ³
Fósforo extraíble	7,1	2,9	mg/kg
Nitrógeno total	0,07	0,06	%
Materia orgánica	1,57	1,12	%
Carbono orgánico oxidable	0,91	0,65	%
Calcio	8,7	8	cmol/kg
Magnesio	1,5	2	cmol/kg
Potasio	0,5	0,4	cmol/kg
Sodio	1	0,6	cmol/kg
Conductividad Eléctrica	0,03	0,02	dS/m
pH	6,5	6,1	

*Laboratorio de “Suelo y Agua Rural de la Provincia del Chaco”



Imagen 2. Índice verde del día 23 de octubre 2022 de los lotes norte y sur, establecimiento Doña Lucia.



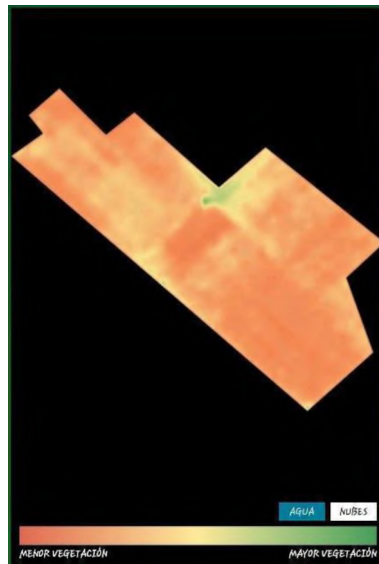


Imagen 4. Índice verde del día 22 de noviembre 2022 de los lotes norte y sur, establecimiento Doña Lucia.





Imagen 6. Índice verde del día 17 de diciembre 2022 de los lotes norte y sur, establecimiento Doña Lucia.

