

*Productividad de cultivares de sorgo forrajero utilizados en el nordeste argentino. Resultados preliminares*

**Productivity and nutritional quality of forage sorghum cultivars used in northeastern Argentina. Preliminary results**

ULISES D. LOIZAGA<sup>1</sup>; ERNESTO J. CAJIDE<sup>2</sup>; MARCO D. CHABBAL<sup>2</sup>; LAURA I. GIMÉNEZ<sup>2</sup>; GUIDO F. BOTTA<sup>2</sup>; RAMÓN J. HIDALGO<sup>2</sup>

- (1) Agencia Extensión Rural Balcarce – Buenos Aires, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria <https://inta.gob.ar> Ulises Loizaga <http://orcid.org/000-0002-7515-5600>
- (2) Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Sargento Cabral 2131 - (3400) Corrientes. <http://www.agr.unne.edu.ar> Ramón Hidalgo <https://orcid.org/0000-0002-3754-6619>. Marco Chabbal <https://orcid.org/0000-0003-3508-7794>
- (3) Universidad Nacional de Luján, Ruta Nacional 5 y Avenida Constitución, Lujan. Provincia de Buenos Aires C.P 6700, Argentina. Guido Botta <https://orcid.org/0000-0002-6302-921X>

**Abstract**

The objective of this work was to evaluate the productivity of ten sorghum cultivars used in the northeast region of Argentina, with the application of basic fertilizers. The sorghums studied were the following types: forage sorghum, dual purpose, biomass sorghum (silero sorghum), sudangrass (*Sorghum × drummondii* (Steud.) Millsp. & Chase) and multipurpose sorghum. A split plot design was carried out considering the factors: cultivar, fertilization and the interaction of both. The cultivars evaluated showed differences in productivity. Two dual-purpose cultivars, one silage and one multipurpose, showed the greatest potential for accumulation of green and dry matter. The application of basic phosphorus and nitrogen fertilizer was favorable for the development of the crop, with differences in yield up to 5,000 kg ha<sup>-1</sup> of dry matter being observed in the treatment means. Although certain materials responded satisfactorily to the treatments applied, there were also some that did not show the same receptivity.

**Palabras claves: Rendimiento – digestibilidad – fertilización**

**Keywords: Yield - digestibility – fertilization**

## Introducción

En el Nordeste argentino se cultivan distintos tipos de sorgos (*Sorghum ssp*) con varias posibilidades de uso: comercialización del grano, consumo animal en forma de silo de grano húmedo, silo de planta entera, pastoreo directo o diferido, y en la producción de etanol (Bolsa de cereales, 2023).

Los diferentes tipos de uso posibilitan clasificarlos en sorgos graníferos que presentan una alta producción de granos; sorgos doble propósito, los cuales son materiales de alta producción, tanto de granos como de biomasa de tallos; los sorgos sileros, de gran producción de biomasa y buena digestibilidad; sorgos tipo Sudan grass, empleados en pastoreo directo o para la confección de rollos, mucho más foliosos, de tallos finos y de elevada producción de macollos; sorgos fotosensitivos, sensibles a la longitud del día, no florecen o lo hacen tardíamente; y otros como sorgos de tallos secos y para bioetanol. (Gallarino, 2018). En Argentina, el primer pastoreo del sorgo generalmente se hace cuando alcanza una producción próxima a 2.000 kg MS ha<sup>-1</sup> coincidente con una altura de entre 60 y 70 cm utilizándose cargas medias que varían de 4 a 6 Equivalente Vaca (EV) en zonas marginales y de 7 a 8 EV en zonas típicas de pastoreo (Gallarino, 2018).

Dentro de los sorgos forrajeros, sileros o de tipo Sudan grass se destaca la presencia de los nuevos cultivares BMR (Brown Mid Rib) o sorgos de nervadura marrón que se caracterizan por presentar un menor contenido de lignina en todos sus tejidos. Esta cualidad se traduce en un material que puede ser aprovechado de manera más eficiente por el ganado al ser la lignina un componente recalcitrante, es decir de difícil degradación (Alessandri, 2013; Díaz 2020).

Los objetivos de este trabajo fueron evaluar la productividad y calidad nutricional de diez cultivares de sorgo (forrajeros, doble propósito, sileros, sudan grass y multipropósito) contrastando el desarrollo de los mismos con y sin la aplicación de fertilización de base.

## Materiales y Métodos

### Ubicación del ensayo. Características edáficas

El ensayo se llevó a cabo en la campaña 2019/20 en la Estación Experimental Agropecuaria del INTA Las Breñas (27°04'26.5"S y 61°03'56.5"W). El suelo es un Haplustol Óxico de relieve normal. (Ledesma, 2003).

### Material Experimental

El material experimental corresponde a diez cultivares de Sorgo: Takuri Peman (Doble propósito: DP), VT Seed 1616 (DP), 417 Genesis (DP), BMR 500 Peman (Forrajero: F), Silero INTA Peman (Silero: S), AR -SE 35 Kioto 1 (Multipropósito: MP), Pegual Genesis (Sudan grass: SG), AR - SE 23 Kioto 2 (MP), CH 744 Chromatin (S) y CH 546 Chromatin (F).

Los cultivares evaluados tienen diferentes ciclos de maduración, es decir, desde la siembra hasta la cosecha (momento de la etapa de grano lechoso a pastoso). Algunos tienen un ciclo corto (aproximadamente 70-75 días), otros tienen un ciclo intermedio (80-85 días) y el resto tienen un ciclo largo (hasta 97 días). Teniendo en cuenta estas características, las fechas de cosecha fueron diferentes. La siembra se realizó el 6 de marzo y la cosecha de los cultivares ciclo corto el 22 de mayo, los de ciclo intermedio el 29 de mayo y los de ciclo largo el 8 de junio.

#### Diseño experimental

El diseño experimental fue Diseño de Parcelas Divididas en Bloque Completos Aleatorizados, donde las parcelas principales fueron los cultivares (diez niveles) y en las subparcelas la fertilización (dos niveles: con y sin), lo que resultó en 20 combinaciones de tratamientos con tres repeticiones (Tabla 1).

**Tabla 1.** Identificación de las combinaciones de Tratamientos.

<b>Tratamientos</b>	<b>Cultivares</b>	<b>Fertilización</b>
1	Takuri Peman	Con
2	Takuri Peman	Sin
3	VT Seed 1616	Con
4	VT Seed 1616	Sin
5	417 Genesis	Con
6	417 Genesis	Sin
7	BMR 500 Peman	Con
8	BMR 500 Peman	Sin
9	Silero INTA Peman	Con
10	Silero INTA Peman	Sin
11	AR -SE 35 Kioto 1	Con
12	AR -SE 35 Kioto 1	Sin
13	Pegual Genesis	Con
14	Pegual Genesis	Sin
15	AR - SE 23 Kioto 2	Con
16	AR - SE 23 Kioto 2	Sin
17	CH 744 Chromatin	Con
18	CH 744 Chromatin	Sin
19	CH 546 Chromatin	Con
20	CH 546 Chromatin	Sin

Cada combinación de tratamientos se aplicó sobre 16 surcos distanciados a 0,52 metros y un largo de 90 metros lo que da un total por parcela de 702 m<sup>2</sup>. En cada cultivar se determinaron ocho surcos, los cuales fueron fertilizados con 80 litros de UAN (urea-ammonium nitrate) y 20 litros de fosfato (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) en la misma línea de siembra, y los ocho surcos restantes sin aplicación de fertilizante.

### Variables Respuesta

Las variables analizadas en el presente ensayo corresponden a la categoría de productividad.

Para evaluar las variables de productividad, medidas en estado fenológico de grano lechoso-pastoso, correspondiente al momento de picado del sorgo para su conservación mediante la técnica de ensilado, se recolectaron las muestras mediante el método de muestreo destructivo, el que se basa en el corte y pesado de las muestras. Para realizar el mismo se emplearon tijeras de podar, efectuando el corte a 15 centímetros de altura, con respecto al suelo, en las plantas comprendidas en 2 metros lineales a lo largo de un surco, lo que constituye la unidad de muestreo.

La distribución de las unidades de muestreo se realizó de manera aleatoria dentro de cada subparcela, tomando las tres repeticiones de cada tratamiento.

### Parámetros de productividad

Como variable indicadora de la productividad se utilizó el rendimiento expresado en Rendimiento de la biomasa total. Ambas determinaciones se hicieron para las distintas fracciones de las plantas, y así se obtuvieron datos de: las muestras fueron secadas en estufa y se obtuvieron las siguientes variables: *Peso seco de las hojas (PSH)*, *Peso seco de las panojas (PSP)* y *Peso seco de los tallos (PST)*. De la sumatoria de estas últimas tres variables, las cuales se expresaron en kg por 2 metros lineales de surco, se conformó el *peso seco total de las muestras (PSTM)*, el cual se expresó en kg ha<sup>-1</sup> y se empleó para estimar el rendimiento que tendrían los cultivares siendo picados para ensilar.

El cálculo de  $PSTM = ((PSH + PSP + PST) * 19230.77) / 2$ , donde la constante 19230.77 es la cantidad de metros lineales por ha, con un distanciamiento entre surcos de 0,52 metros y el valor 2 se considera ya que las muestras fueron tomas en 2 metros lineales de surco.

La diferencia de rindes entre los cultivares fertilizados y no fertilizados se determinó mediante la siguiente formula medido en kg ha<sup>-1</sup>

$$DR = PSTM_F - PSTM_{NF}$$

Referencia

DR = Diferencia de rendimiento. PSTM<sub>F</sub> = Peso seco total de la muestra fertilizada.

PSTM<sub>NF</sub> = Peso seco total de la muestra no fertilizada.

### Análisis estadístico

Para describir el comportamiento conjunto de las variables de producción se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) y posteriormente un gráfico Biplot.

Los análisis estadísticos se realizaron con el programa InfoStat versión 2023. (Di Renzo *et al.*, 2023)

### **Resultados y Discusión**

En la Tabla dos se presentan los promedios de las variables estudiadas por cultivar con y sin fertilización.

**Tabla 2.** Promedios por cultivar con y sin fertilización de las variables peso seco de la hoja (PSH) en kilogramos cada dos metros lineales (kg.2mL), peso seco del tallo (PST), peso seco de la panoja (PSP), peso seco total de la muestra PSTM), diferencia de rendimiento con respecto al no fertilizado.

Cultivares	Fert.	PSH	PST	PSP	PSTM (Kg.ha <sup>-1</sup> )**	Diferencia (Kg.ha <sup>-1</sup> )**
		(Kg.2 mL <sup>-1</sup> )*				
Takuri Peman	Con	0,30	0,64	0,49	13685,90	2131.41
Takuri Peman	Sin	0,25	0,63	0,32	11554,49	
VT Seed 1616	Con	0,23	1,26	0,53	19407,05	5721.15
VT Seed 1616	Sin	0,20	0,84	0,38	13685,90	
417 Genesis	Con	0,23	1,25	0,46	18637,82	3878.2
417 Genesis	Sin	0,27	0,95	0,32	14759,62	
BMR 500 Peman	Con	0,20	0,75	0,31	12099,36	2387.82
BMR 500 Peman	Sin	0,19	0,19	0,64	9711,54	
Silero INTA Peman	Con	0,29	0,60	0,41	12467,95	2211.54
Silero INTA Peman	Sin	0,24	0,51	0,32	10256,41	
AR -SE 35 Kioto 1	Con	0,31	0,91	0,19	13589,75	3830.14
AR -SE 35 Kioto 1	Sin	0,26	0,60	0,16	9759,61	
Pegual Genesis	Con	0,28	1,12	0,30	16362,18	4198.72
Pegual Genesis	Sin	0,19	0,91	0,17	12163,46	
AR - SE 23 Kioto 2	Con	0,38	1,43	0,45	21650,64	8477.56
AR - SE 23 Kioto 2	Sin	0,22	0,91	0,24	13173,08	
CH 744 Chromatin	Con	0,22	1,62	0,38	21314,10	9535.25
CH 744 Chromatin	Sin	0,20	0,81	0,21	11778,85	
CH 546 Chromatin	Con	0,18	1,07	0,23	14214,74	4230.76
CH 546 Chromatin	Sin	0,12	0,75	0,17	9983,98	

Referencias: \* (Kg.2 mL<sup>-1</sup>) Kilogramos de dos metros lineales. \*\* (kg.ha<sup>-1</sup>) kilogramos por hectárea.

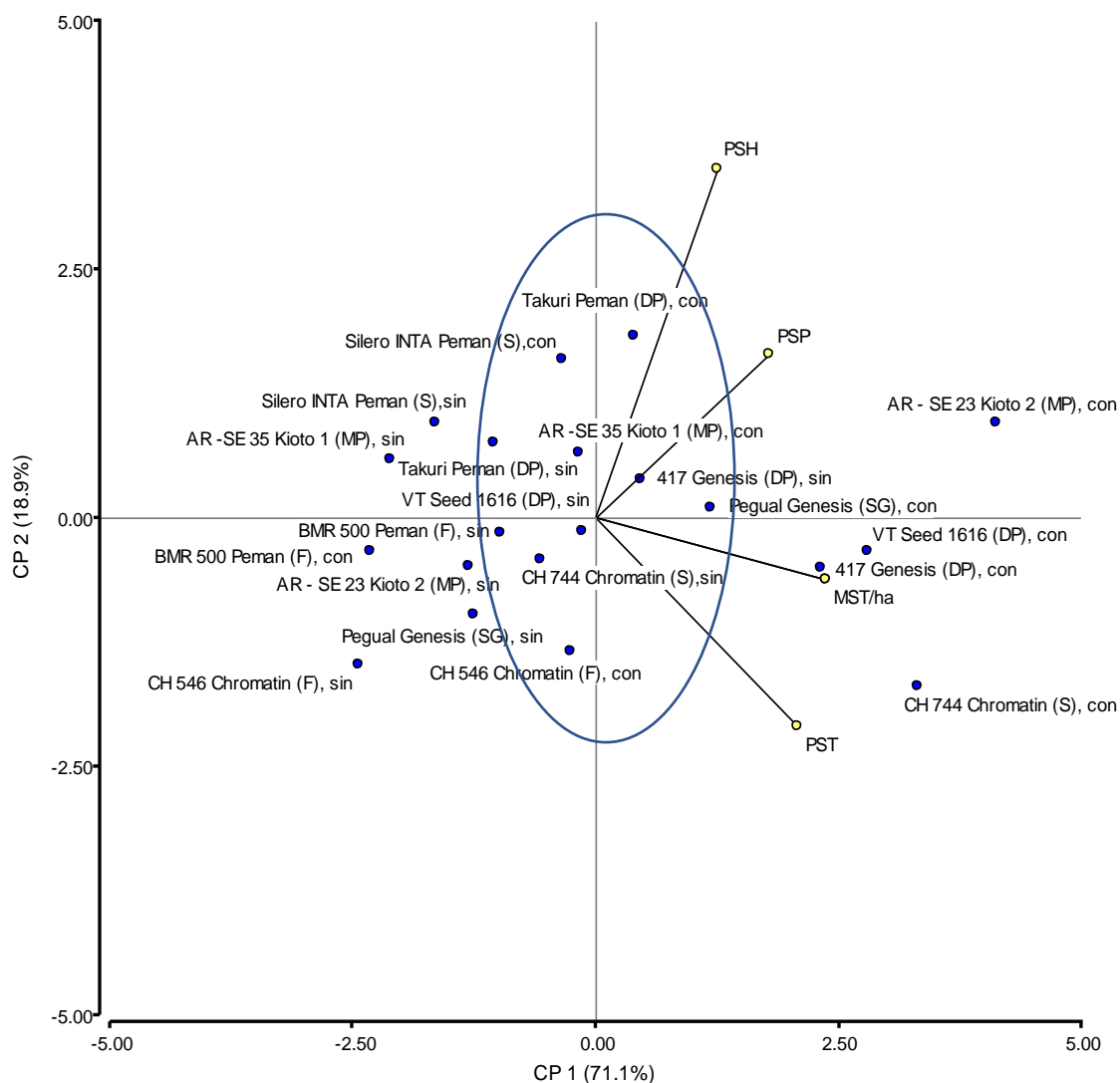
La fertilización produjo incrementos dispares en el rendimiento de los cultivares. Se observa un incremento 9535,25 kg ha<sup>-1</sup> en el cultivar silero CH 744 Chromatin, otro que presenta un incremento considerable en los rindes fue el cultivar AR - SE 23 Kioto 2 con

8477,56 kg ha<sup>-1</sup>. Estos resultados son coincidentes con los determinados por Fariza (2017) en ensayo de respuesta a la fertilización de nitrógeno y fósforo en cultivares sileros, en suelos empobrecidos en materia orgánica.

Para complementar el análisis de los resultados obtenidos se confeccionó un gráfico Biplot.

El análisis del gráfico Biplot (Figura 2) explica una variabilidad total entre las dos componentes de 90 por ciento.

Se puede observar que la componente 1 esta explicado por la materia seca total (MST.ha<sup>-1</sup>) y peso seco de la panoja (PSP), la componente 2 esta explicada por peso seco de la hoja (PSH) y peso seco del tallo (PST)



**Figura 2.** Gráfico Biplot, donde las variables están representadas por líneas con punto Amarillo de peso seco de la hoja (PSH), peso seco de la panoja (PSP), peso seco del tallo (PST) y materia seca total por hectárea MST/ha, los puntos azules corresponden a los materiales de Sorgo con y sin fertilización.

Referencia: con = Con fertilización. sin = Sin fertilización.

En la Figura 2, teniendo en cuenta los materiales de mejor comportamiento en cuanto a la producción MST/ha y PSP, se puede

destacar como promisorios y más productivos a AR - SE 23 Kioto 2-con (con fertilización), CH 744 Chromatin-con, VT Seed 1616-con y 417 Genesis -con. Sin embargo, AR - SE 23 Kioto 2-con expreso más PSH, los demás se caracterizaron por presentar más PST.

Los de comportamiento intermedio en cuanto a producción y PSP (indicado con circulo de color azul en la figura 2) caracterizados por presentar un mayor contenido de PSH fueron Takuri Peman-con, Silero INTA Peman-con, Takuri Peman-sin, AR -SE 35 Kioto 1-con, 417 Genesis-sin y Pegual Genesis-con. Sin embargo, los que presentaron mayor PST corresponde a CH 546 Chromatin-con, CH 546 Chromatin-sin, BMR 500 Peman-sin y VT Seed 1616-sin.

Los que presentaron menor producción y PSP, asociados a PSH fueron Silero INTA Peman-sin y AR -SE 35 Kioto 1-sin. Los materiales que se caracterizaron por estar más asociados al PST corresponden a CH 546 Chromatin-sin, Pegual Genesis-sin, AR - SE 23 Kioto 2-sin y BMR 500 Peman-con.

En cuanto a la respuesta a la fertilización se puede destacar al AR - SE 23 Kioto 2-con, que de presentar un comportamiento de muy baja producción cuando no se fertilizo paso a ser el de mayor productividad al fertilizarlo.

El material Takuri Peman con y sin fertilización se comportó de manera similar, es decir que en cuanto a la producción prácticamente no hubo respuesta.

BMR 500 Peman, Silero INTA Peman y el CH 546 Chromatin fueron los que menor respuesta tuvieron a la aplicación de fertilizante.

En trabajos realizados sobre la fertilización en cultivo de Sorgo, como la aplicación de Mn y Zn combinado con 75% de N, P, K aumenta el rendimiento del sorgo y reduce el uso de fertilizantes de N, P, K en un 25%. El uso de 1 dosis de fertilizante de Mn y Zn combinado con 75% de N, P, K aumenta el rendimiento del sorgo y reduce el uso de fertilizantes de N, P, K en un 25%, (Cavalcante et al., 2018 y Weldegebriel et al., 2018).

### **Consideraciones preliminares**

La aplicación de fertilizantes, con nitrógeno (N) y fósforo (P) resultó en un incremento significativo del rendimiento de biomasa en los cultivares de sorgo.

La respuesta a la fertilización fue más marcada en algunos cultivares que en otros, como el caso de CH 744 Chromatin y AR - SE 23 Kioto 2 que fue más eficiente en el aumento de la biomasa.

## Bibliografía

1. Alessandri, E. 2013. Sorgo BMR: entendiendo su genética. Disponible:  
<http://www.sudesteagropecuario.com.ar/2013/02/21/sorgo-bmr-entendiendo-su-genetica/>.
2. Cavalacante, T. J., Castoldi, G., Rodríguez, C. R., Nogueira, M. M. y Abert, A. M. 2018. Macro and micronutrients uptake in biomass de sorghun. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 48(4), 364-373. <https://doi.org/10.1590/1983-40632018y4851874>.
3. Díaz, F. 2020. Sorgo forrajero BMR en dieta de vacuno lechero. Dairy Nutrition and Management Consultant Rosecrans Dairy Consulting LLC. [Consultado el 29/7/2024] Cit in:  
<https://dellait.com/wp-content/uploads/2020/05/44-NN-Sorgo-forrajero-BMR.pdf>.
4. Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M., y Robledo, Y. C. (2011). InfoStat versión 2023. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>, 8, 195-199.
5. Fariza, S. I., Heck, M. I., De Lucia, A. D., & Blaszcik, J. A. (2017). Caracterización preliminar de cultivares comerciales de sorgo silero en misiones (Argentina). Campaña 2016/2017. EEA Cerro Azul, INTA.
6. Gallarino, H. 2018. Manejo de sorgos forrajeros, su aprovechamiento. En: *Marca Líquida Agropecuaria*, Córdoba, 18(180):52-54.
7. Weldegebriel, R., Araya, T., & Egziabher, Y. G. (2018). Effect of NPK and blended fertilizer application on nutrient uptake and use efficiency of selected sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) varieties under rainfed conditions in Sheraro District, Northern Ethiopia. *Momona Ethiopian Journal of Science*, 10 (1), 140-156. <https://doi.org/10.4314/mejs.v10i1.10>