Artículo científico

Rendimiento y valor nutricional de diez variedades de *Saccharum officinarum* L. cultivadas en Argentina

Yield and nutritional value of ten varieties of *Saccharum officinarum* L. grown in Argentina

Ángela María Burgos[1] *https://orcid.org/0000-0002-1867-4471*, José Francisco Méndez[1] *https://orcid.org/0009-0006-3884-4032* y Miriam Porta[12] *https://orcid.org/0000-0003-2199-9434*
[1]*Cátedra Cultivos III, Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias Ruta Nacional No. 12, km 1031, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Capital, Argentina.* [2]*Instituto Agrotécnico Pedro M. Fuentes Godo, Facultad de Ciencias Agrarias, Av. Las Heras 727, Universidad Nacional del Nordeste. Resistencia, Chaco, Argentina.*
Correo electrónico: *burgosangela@agr.unne.edu.ar, miritaporta@yahoo.com.ar*

Resumen

Objetivo: Evaluar el rendimiento y el valor nutricional de variedades de *Saccharum officinarum* L. en Corrientes, Argentina.

Materiales y Métodos: Se evaluaron diez variedades de *S. officinarum* en el Campo Didáctico Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, en Corrientes. Se analizaron diversas variables: número de macollos y tallos maduros por metro lineal, altura y peso individual promedio de tallos maduros, radiación interceptada por el cultivo, coeficiente de maduración y contenido de nutrientes en las variedades. Se aplicó un diseño completamente aleatorizado y se realizó análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de medias (Tukey), cuando existieron diferencias significativas entre variedades. Se utilizó el paquete estadístico InfoStat®.

Resultados: No se observaron diferencias en el rendimiento entre las variedades evaluadas. El de biomasa verde promedio fue 52 370 kg ha^{-1} y alcanzó valores excepcionales hasta 130 000 kg ha^{-1}. El rendimiento de biomasa seca promedio fue 17 700 kg ha^{-1} y no mostró diferencias entre variedades. Alcanzó valores promedio de 32 000 kg ha^{-1} asociados a las variedades FAM 05-662 y FAM 05-691. Nutricionalmente, no se presentaron diferencias entre variedades, salvo para los contenidos de proteína bruta y fósforo. Los índices de digestibilidad *in vitro* promediaron 70,6 %, con un total de nutrientes digestibles de 78,0 % y energía digestible de 3,45 Mcal/kg de materia seca.

Conclusiones: Las variedades que resultaron promisorias por los rendimientos fueron FAM 05-662 y FAM 05-691. Además, esta última presentó elevado contenido de PB (2,9 %). Como promedio, la digestibilidad fue 70,6 %, el total de nutrientes digestibles 78,0 % y la energía digestible 3,45 Mcal/kg de materia seca. *S. officinarum* puede ser una opción viable para mejorar la producción animal en la región, siempre que se utilicen las variedades adecuadas.

Palabras clave: biomasa, forraje, rendimiento

Abstract

Objective: To evaluate the yield and nutritional value of *Saccharum officinarum* L. varieties in Corrientes, Argentina.

Materials and Methods: Ten varieties of *S. officinarum* were evaluated at the Experimental Teaching Field of the School of Agricultural Sciences of the Northeast National University, in Corrientes. Several variables were analyzed: number of tillers and mature stems per linear meter, height and average individual weight of mature stems, radiation intercepted by the crop, ripening coefficient and nutrient content in the varieties. A complete randomized design was applied and analysis of variance and multiple comparison of means test (Tukey) were performed when there were significant differences among varieties. The statistical package InfoStat® was used.

Results: No differences in yield were observed among the evaluated varieties. The average green biomass yield was 52 370 kg ha^{-1} and reached exceptional values up to 130 000 kg ha^{-1}. The average dry biomass yield was 17 700 kg ha^{-1} and showed no differences between varieties. It reached average values of 32 000 kg ha^{-1} associated with the varieties FAM 05-662 and FAM 05-691. Nutritionally, there were no differences among varieties, except for crude protein and phosphorus contents. *In vitro* digestibility indices averaged 70,6 %, with total digestible nutrients of 78,0 % and digestible energy of 3,45 Mcal/kg dry matter.

Conclusions: The varieties that showed promise for yields were FAM 05-662 and FAM 05-691. In addition, the latter had a high CP content (2,9 %). On average, digestibility was 70,6 %, total digestible nutrients 78,0 % and digestible energy 3,45 Mcal/kg dry matter. *S. officinarum* can be a viable option to improve animal production in the region, provided that the appropriate varieties are used.

Keywords: biomass, forage, yield

Recibido: 18 de noviembre de 2024
Aceptado: 27 de diciembre de 2024

Como citar este artículo: Burgos, Ángela María; Méndez, José Francisco & Porta, Miriam. 2025. Rendimiento y valor nutricional de diez variedades de *Saccharum officinarum* L. cultivadas en Argentina. *Pastos y Forrajes*. 48:e01. 2025.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido en Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC4.0) *https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/* El uso, distribución o reproducción está permitido citando la fuente original y autores.

Introducción

Saccharum officinarum L. es una especie perenne, que pertenece a la familia de las Poáceas. La mayor parte de su producción, aproximadamente 54 %, proviene del continente americano (FAO, 2022). El rendimiento promedio de *S. officinarum* en el mundo se sitúa cerca de 60 t ha^{-1}, siendo Argentina uno de los grandes productores, con producción anual cercana a 16 583 044 t (Yara, 2020). Este cultivo se distribuye principalmente en tres provincias: Tucumán, Salta y Jujuy, en las que se cultivan 345 679 ha con rendimiento promedio anual de 48 t ha^{-1} (FAOSTAT, 2024). Estas hectáreas están dedicadas, principalmente, a la obtención de azúcar blanco y bioetanol.

En la provincia de Corrientes, situada fuera de la zona núcleo, se han realizado estudios de evaluación de tierras que identificaron 300 000 ha como potencialmente aptas para el cultivo. Se clasifican en 110 000 ha, como muy aptas y 190 000 ha como moderadas (Perucca y Kurtz, 2016). Corrientes es la cuarta provincia en producción ganadera a escala nacional, con 4,7 millones de cabezas, donde 60,0 % del total de productores tiene menos de 100 cabezas. La ganadería bovina ocupa, aproximadamente, 6,3 millones de hectáreas (Ministerio de Hacienda, 2019).

En este contexto, la producción forrajera de *S. officinarum* tiene importancia vital. Por lo tanto, resulta pertinente realizar ensayos experimentales adaptativos y seleccionar materiales genéticos adecuados que aseguren altos rendimientos y una composición química y nutricional, conocida para formular raciones adecuadas. Según Fernández-Gálvez *et al*. (2024), para alcanzar eficiencia y rentabilidad en los sistemas agropecuarios mediante el uso del cultivo de *Saccharum spp.* es esencial emplear variedades forrajeras, que no solo posean un buen valor nutritivo, sino que sean capaces de producir biomasa en suelos característicos de la ganadería.

Los estudios realizados en Corrientes por Perucca y Kurtz (2016) han demostrado la aptitud agroecológica de esta provincia para el cultivo de *S. officinarum*. Durante décadas, se ha investigado el uso de *S. officinarum* en la alimentación de rumiantes, debido a su alta productividad y a su valor energético superior durante el invierno, cuando existe escasez de forraje en el nordeste argentino (Castelán *et al*., 2021).

Esta especie es adecuada para sistemas ganaderos intensivos y semintensivos (Salazar-Ortiz *et al*., 2017). Sin embargo, para su implementación masiva en la alimentación de rumiantes es crucial contar con un conocimiento detallado acerca de aspectos clave, como el tipo de variedad, la edad de corte y ciertos indicadores de crecimiento. Además, se deben considerar variables biométricas y composiciones químicas, que sirvan como referencia para la selección y evaluación de genotipos con características forrajeras adecuadas para la región (Lagos-Burbano y Castro-Rincón, 2019). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el potencial forrajero de diez variedades de *S. officinarum,* cultivadas en Corrientes con fines forrajeros mediante la determinación de la producción de biomasa y su composición química y nutricional.

Materiales y Métodos

Lugar de experimentación. Campo didáctico y experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias-Universidad Nacional del Nordeste (FCA-UNNE), situado en el Departamento Capital, provincia de Corrientes.

Suelo. Se clasifica como *Udipsament* árgico, familia mixta, hipertérmica, perteneciente a la Serie Ensenada Grande. Presenta granulometría gruesa en la superficie, de mediano a débilmente ácido en el horizonte A, arenoso. Son suelos de baja fertilidad, baja capacidad de intercambio catiónico, pero con buenas condiciones físicas asociadas a su textura arenosa (tabla 1).

Clima. Se caracteriza por presentar precipitaciones promedio anuales de 1 300 mm, temperaturas medias anules de 21,6 °C. El período libre de heladas es de 340 a 365 días por año y su frecuencia de ocurrencia es de 0,5. Según la clasificación de

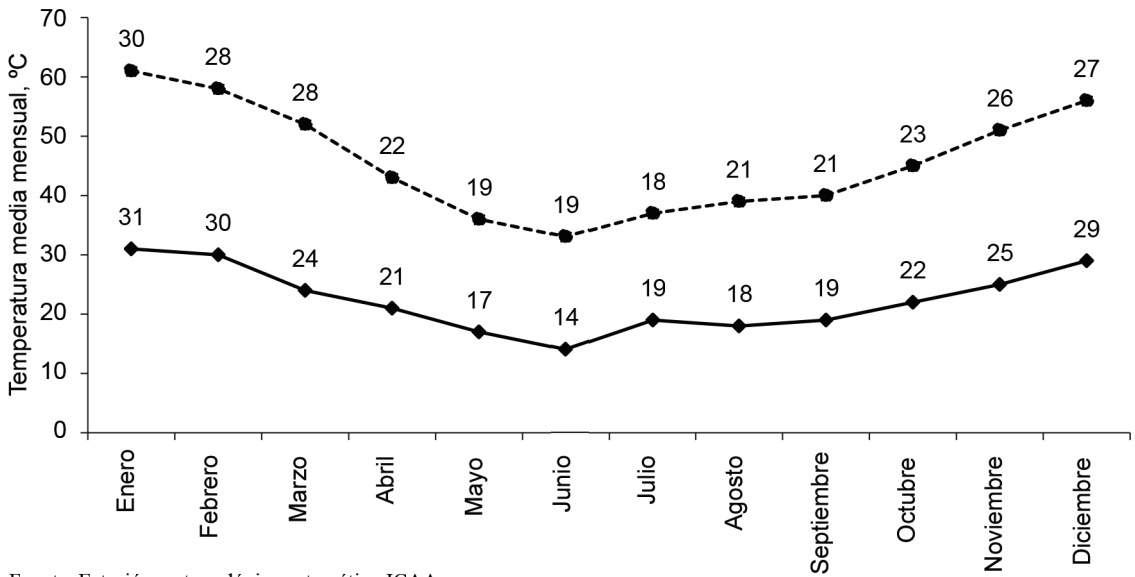
Tabla 1. Análisis químico de suelo del sitio de experimentación de *S. officinarum*.

pH	CE	NT	CO	P	K	Ca	Mg
Act.	ds/m	%	%	ppm	Cmolc/kg	Cmolc/kg	Cmolc/kg
5,7	0,04	0,07	0,47	64,1	0,24	2,8	1,6

pH: potencial hidrógeno; CE: conductividad eléctrica; NT: nitrógeno total; CO carbono orgánico; P: fósforo; K: potasio; Ca: calcio; Mg: magnesio.

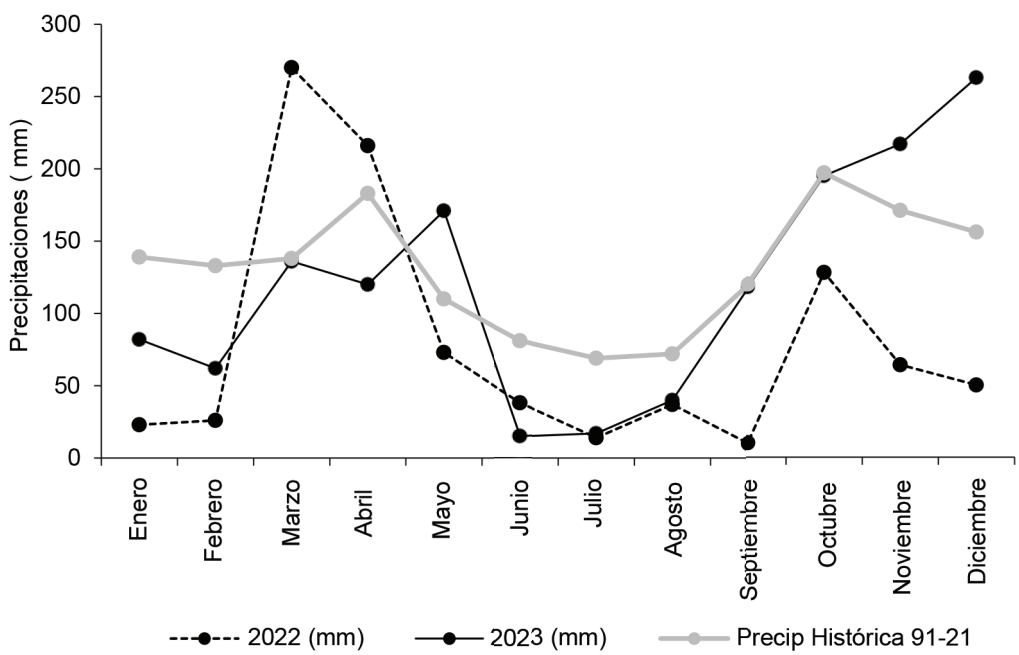
Köppen modificada, el clima en la región se clasifica como mesotermal húmedo, Cf w'a (h). Durante todo el experimento se contó con el registro de temperaturas y precipitaciones en el sitio de experimentación (figuras 1 y 2).

Materiales biológicos: Se utilizaron 10 variedades de *S. officinarum*, plantadas en junio de 2022. Las variedades bajo estudio han sido provistas por el Centro Operativo Experimental Tacuarendí, dependiente del Ministerio de la Producción



Fuente: Estación meteorológica automática-ICAA.

Figura 1. Temperaturas mensuales en Corrientes durante 2022-2023.



Fuente: Estación meteorológica automática-ICAA.

Figura 2. Precipitaciones registradas durante los años 2022-2023 y registro histórico de la serie 1991-2021 de Corrientes capital.

de la Provincia de Santa Fé a la Cátedra de Cultivos III (FCA - UNNE) en el año 2022.

Variedades de *S. officinarum* en estudio:

- FAM 01-1505
- FAM 05-469
- FAM 05-662
- FAM 05-691
- FAM 06-162
- FAM 08-241
- FAM 08-550
- FAM 08-1016
- LCP 85-384
- NA 85-1602

Tratamiento y diseño del experimento. Cada una de las variedades de *S. officinarum* constituyó un tratamiento. El diseño experimental respondió a un modelo completamente aleatorizado. Cada variedad se implantó a lo largo de 2 surcos, de 10 m lineales cada uno. De los 10 metros de longitud de cada surco, el primer metro inicial y final se consideraron efecto de borde, por lo que los 16 m centrales fueron utilizados para los muestreos. En cada surco, se establecieron al azar tres estaciones de muestreo de un metro lineal cada una que se consideraron repeticiones, por lo que se contó con seis repeticiones por tratamiento (variedad). Los surcos se encontraban distanciados 1,6 m entre sí. La densidad de plantación fue de 30 yemas por metro lineal en todas las variedades. La plantación se realizó de forma manual, en el mes de junio de 2022, entre los 15 y 20 cm mediante alomado.

Procedimiento experimental. El lote de 180 m^2, donde se encontraron las 10 variedades de *S. officinarum,* recibieron riego suplementario en dos momentos diferentes. El primer riego se realizó el 20 de diciembre de 2022 y el segundo, el 15 de enero de 2023 por las condiciones de sequía que hubo.

Un primer control de malezas se realizó de forma química el 1 de diciembre 2022, con 600 cc. de glifosato (3 %) + atrazina 400 cc en 10 L de agua aplicados con mochila manual. Durante las fases de brotación y macollaje, los controles se realizaron de manera manual con el uso de azada. Se realizó la fertilización del cultivo de *S. officinarum*, teniendo en cuenta el análisis del suelo y la extracción de macronutrientes del cultivo (nitrógeno, fósforo y potasio).

Variables medidas. Todas las variables se midieron entre la plantación y la primera cosecha del cañaveral ("caña planta"), desde octubre de 2022 a agosto de 2023.

Altura del tallo (cm). En agosto se midieron con cinta métrica tres tallos por estación de muestreo de cada variedad junto a la cosecha, nueve fueron representativos de cada variedad

Número de macollos por metro lineal. El conteo se realizó a partir de la etapa de brotación y macollaje hasta el período de gran crecimiento, en las seis estaciones de muestreo de 1 m lineal cada una por cada variedad. El conteo se realizó desde octubre a diciembre del 2022. Las fechas establecidas fueron: 17/10/2022- 04/11/2022- 8/11/2022- 02/12/2022 y 14/12/2022.

Número de tallos maduros por metro lineal. El número de tallos maduros por metro lineal es el primero de los componentes numéricos del rendimiento. Se siguió la metodología antes mencionada para la variable número de macollos, teniendo en cuenta las mismas estaciones de muestreo. Se determinó el número de tallos maduros por metro lineal el 02/08/2023.

Peso promedio individual de tallos maduros (kg). El peso promedio individual de los tallos es el segundo componente numérico del rendimiento del cultivo de *S. officinarum,* definido en la fase de gran crecimiento. Se tomaron nueve muestras de tallos de cada variedad en cada una de las seis estaciones de muestreo. Se procedió a cortar los tallos de cada metro lineal en cada estación y se realizó el pesaje correspondiente con una balanza digital. Una vez obtenido el peso de los mismos, se determinó el peso promedio individual de los tallos maduros, que resulta de dividir el número de tallos maduros por metro lineal y el peso de los tallos obtenidos a partir de las muestras.

Porcentaje de materia seca de los tallos maduros (%). De cada variedad se tomaron tres cañas, de las cuales se seleccionaron porciones de 20 cm de longitud de la parte basal, media y apical y se colocaron en bolsas de papel, debidamente rotuladas. Se pesaron cada una de las muestras para obtener el peso fresco (g). Las muestras se llevaron a estufa a 60 °C hasta alcanzar peso constante y se pesaron. Una vez obtenidos los pesos en fresco y en seco, se determinó el porcentaje de materia seca de las muestras de cada variedad: % MS = peso fresco / peso seco *100.

Rendimiento cultural de biomasa verde (kg ha^{-1}). Se calcularon los metros lineales de surco por hectárea (ha), dividiendo en 100 m lineal por 1,6 m (distancia entre surco). Se llevó a hectárea multiplicado por 100, para así obtener número de tallos ha^{-1}, producto de la multiplicación entre los metros

lineales de surco por hectáreas y el número de tallos a moler por metro. El peso promedio de los tallos del metro lineal de cada tratamiento multiplicado por el número de tallos ha^{-1} permitió estimar el rendimiento cultural de cada variedad (kg ha^{-1}).

Rendimiento cultural de biomasa seca (kg ha^{-1}). Se obtuvo mediante la determinación de la MS (%) por el método gravimétrico (AOAC, 2019) de las muestras frescas. Se calculó mediante el rendimiento cultural de biomasa seca (kg ha^{-1}) y el rendimiento cultural de biomasa verde * MS (%)/100.

Radiación interceptada por el cultivo (% Ric*).* Los porcentajes de radiación fotosintéticamente activa (RFA) interceptada por el cultivo (RIc) se midieron por un ceptómetro, con sensores de radiación PAR, con respuesta espectral en la banda comprendida entre los 400 y los 700 nm de longitud de onda. Las mediciones se realizaron cada 45 días, en tres momentos de muestreo a lo largo de cada ciclo de cultivo (inicial, intermedio y final). Para ello, la barra de intercepción se colocaba en el estrato inferior del canopeo, entre el suelo y la primera hoja verde. Las mediciones de la RIc (%) se realizaron en el CENIT (entre las 11:00 y las 13:00 h) en tres estaciones de cada surco, colocando la barra del ceptómetro en forma perpendicular al surco, ubicada desde el centro de un entresurco hasta el centro del entresurco contiguo. El porcentaje de RFA, interceptado por el cultivo se calculó como [1 - (It /I0)] x 100. Donde It es la RFA, medida a nivel de estrato, I0 es la RFA incidente por encima del cultivo.

Requerimiento térmico. Durante todo el experimento, se contó con el registro de temperaturas y se calculó el tiempo térmico acumulado (TT) desde la brotación hasta la cosecha de las 10 variedades. Se utilizó el método residual basado en el concepto del tiempo térmico (TT), definido como la suma de la diferencia entre la temperatura media diaria del aire (T) y la temperatura base (Tb) correspondiente. Se presenta el cálculo de tiempo térmico, tomado desde la brotación (septiembre del 2022) hasta la cosecha (agosto del 2023) para el cultivo de caña planta, calculado con Tb de 16 °C, ya que por debajo de este valor la planta deja de crecer (Duarte-Álvarez y González-Villalba, 2019).

Contenido de solidos solubles totales (SST %) y Coeficiente de Maduración (CM). Para medir los SST % se utilizó un refractómetro de mano. Para cada variedad se muestrearon aleatoriamente cañas sin despuntar, 3 por cada estación de muestreo a fin de evidenciar la variabilidad genotípica y las estrategias de acumulación de SST% en tallos de caña de azúcar. El coeficiente de maduración de las cañas con fines forrajeros se calculó a partir del cociente entre la parte superior de la caña por el valor obtenido en la base. Cabe mencionar que el índice de madurez de la caña que se define de la siguiente forma: caña inmadura, menor 0,95; madura, entre 0,95 y 1 y finalmente sobremadura mayor a 1.

Calidad nutricional. Se tomaron tres plantas de cada variedad con hojas y sin despuntar. Se tomaron muestras de 20 cm de tallos de la porción basal y media, se rotularon y enviaron al laboratorio. Se realizó digestión nítrica-perclórica, para determinar fósforo (P %) con el método colorimétrico de Murphy-Riely, nitrógeno (N%) por micro-Kjeldahl; potasio (K%) intercambiable por fotometría de llama, calcio (Ca, %) y magnesio (Mg, %) por complejometría. La proteína bruta (PB) se calculó por fórmula a partir del contenido de N, al multiplicarlo por el factor de conversión 6,25. El contenido de fibra detergente ácido (FDA %) se determinó por el método de Van Soest y Wine (1967). Los indicadores digestibilidad (DIG %), total de nutrientes digestibles (TND %) y energía digestible (ED, Mcal/kg de MS) se calcularon mediante las fórmulas propuestas por Undersander *et al.* (1993), donde:

DIG = 88,9 - (% FDA x 0,779)

TND = 96,35 - (% FDA x 1,15)

ED = 0,04409 x TND

De esta manera se logró obtener un perfil de biomasa, de composición química y nutricional para cada variedad.

Análisis estadístico. Para el análisis estadístico de los datos, los valores de las distintas variables se analizaron mediante el test de comparaciones múltiples de Tukey, considerando la Diferencia Mínima Significativa (d.m.s.) para α=0,05. Previo al análisis de los datos, se confirmó la distribución normal de los mismos y, en el caso que no se cumpliera, se trasformaron para que la variable se distribuyera de forma normal aplicándosele el Log 10. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa Infostat (Di Rienzo *et al*., 2020).

Resultados y Discusión

Una de las fases fenológicas más importantes es la de macollaje, pues tiene importancia en la definición y el rendimiento, dado que entre esta fase y la de gran crecimiento se establece el número potencial de órganos cosechables (tallos maduros).

En la tabla 2 se presentan los resultados del número de macollos y tallos logrados por metro lineal

Tabla 2. Número de macollos y tallos por metro lineal de surco durante la fase fenológica de macollaje y gran crecimiento de cada variedad de *S. officinarum*.

Variedad	Fase fenológica: macollamiento	Fase fenológica: gran crecimiento
	Número de tallos	
FAM 06-162	23,8[a]	21,0[ab]
FAM 05-691	20,3[abc]	22,4[a]
FAM 05-662	20,6[ab]	19,3[abc]
FAM 08-1016	14,6[abc]	20,0[abc]
LCP 85-348	11,7[cd]	18,6[abc]
FAM 08-241	12,1[bcd]	13,13[c]
NA 85-1602	11,4[d]	15,5[abc]
FAM 08-550	9,8[d]	13,4[c]
FAM 01-1505	11,6[d]	14,5[bc]
FAM 05-469	10,3[d]	14,0[bc]
CV, %	35,4	25,9
EE ±	1,83	1,57
Valor - P	< 0,0001	< 0,0001

Medias con letra común, en la columna, no son significativamente diferentes (Tukey p<0,05)

de surco durante la fase fenológica de macollaje y gran crecimiento del cultivo de *S. officinarum*. Las variedades de mayor número de macollas fueron cuatro (FAM 06-162, FAM 05-691, FAM 05-662 y FAM 08-1016) y se amplían a seis en la fase de gran crecimiento (FAM 06-162, FAM 05-691, FAM 05-662, FAM 08-1016, LCP 85-348 y NA 85-1602). En todos esos casos lograron alcanzar no menos de 15 macollos por metro lineal.

La altura del tallo, medido en el momento de la cosecha, mostró una media de 2,0 m y se hallaron diferencias entre variedades en las mismas condiciones de cultivo (tabla 3). Las variedades FAM 08-241, FAM 05-469 y FAM 06-162 alcanzaron los valores más elevados por encima de 2,30 m y se diferenciaron estadísticamente de la var. FAM 05-662, que no superó 1,40 m. Todas las demás variedades mostraron alturas estadísticamente similares.

Según Poudyal *et al.* (2023), esta variable puede servir como base en la caracterización y selección de variedades promisorias. Sin embrago, en este trabajo las variedades de mayor altura no fueron las que alcanzaron mayores rendimientos culturales (tabla 3). La altura media de los tallos de la población de este ensayo (2 m) estuvo por debajo de los valores medios de 2,5 m reportados por Fernández-Gálvez *et al.* (2024).

El número de tallos maduros por metro lineal es el primer componente numérico del rendimiento. Como promedio, las variedades alcanzaron a establecer 9 tallos maduros por metro lineal, las variedades FAM 01-1505 y FAM 08-1016 tuvieron producción de tallos igual al promedio, mientras que FAM 05-469, NA 85-1602, FAM 06-162 y FAM 08-550 estuvieron por debajo del mismo. Las variedades que superaron dicho valor fueron FAM 08-241, FAM 05-662, FAM 05-691 y LCP 85-348 (tabla 3). La producción de tallos por hectárea es uno de los indicadores de mayor relevancia en los programas de mejoramiento genético de *Saccharum* spp. Esa variable representa una función importante en la productividad del cultivo (Cervantes-Preciado, 2022).

En este estudio, las dos variedades que alcanzaron altos potenciales de rendimiento de biomasa fueron las que presentaron un mínimo de 14 tallos maduros por metro lineal (tabla 3). La diferencia entre las medias del número de tallos maduros por metro lineal (tablas 2 y 3) se explica por el proceso de autorraleo que sufrió el cañaveral.

El peso individual de los tallos es el segundo componente numérico del rendimiento. En agosto, el promedio del peso individual de los tallos fue de 0,93 kg. Solo cuatro variedades de caña igualaron

Tabla 3. Altura de tallos, número de tallos, peso individual de tallos, rendimiento de biomasa verde y seca, radiación interceptada por el cultivo y materia seca de tallos de variedades de *S. officinarum*.

Variedad	Altura de tallo, m	Número tallos/m, (Log 10)	Peso tallo, kg	Rendimiento de biomasa		Materia seca,-tallos, %	RIC %, (octubre-abril)
				Verde, kg ha^{-1} (Log 10)	Seca, kg ha^{-1} (Log 10)		
FAM 08-241	2,3^{a}	10	1,33	54 114,6	22 817,3	25,3	59,0^{ab}
FAM 05-662	1,4^{b}	16	1,28	130 416,7	34 461,3	25,7	74,7^{a}
FAM 05-691	2,0^{ab}	14	1,04	103 050,9	29 977,0	27,7	61,2^{ab}
FAM 05-469	2,4^{a}	6	0,93	40 449,8	11 510,9	25,7	65,0^{ab}
NA 85-1602	1,9^{ab}	8	0,92	53 460,7	15 259,5	28,7	64,8^{ab}
FAM 01-1505	1,8^{ab}	9	0,86	52 754,6	16 055,2	28,7	68,0^{ab}
FAM 06-162	2,5^{a}	9	0,85	50 694,4	13 980,5	28,7	67,9^{ab}
FAM 08-1016	2,1^{ab}	9	0,79	54 114,6	15 868,2	27,3	73,5^{a}
FAM 08-550	2,0^{ab}	6	0,69	23 449,1	6 007,0	27,0	55,7^{b}
LCP 85-348	1,7^{ab}	10	0,64	41 122,7	11 280,6	26,3	54,9^{b}
Valor - P	0,0044	0,0657	0,4361	0,3023	0,4706	0,9933	0,0009
CV %	15,12	16,7	41,34	7,24	9,21	19,49	28,73
EE ±	0,18	0,09	0,22	0,2	0,22	3,05	3,78

Medias con letra común, en la columna, no son significativamente diferentes (Tukey $p < 0,05$).
RIC: radiación interceptada por el cultivo, CV: coeficiente de variación, EE: error estándar

o superaron el valor medio, entre las que se encontraron FAM 08-241, FAM 05-469, FAM 05-662 y FAM 05-691. Las dos últimas presentaron un mínimo de 1,28 kg por tallo y alcanzaron altos potenciales de rendimiento de biomasa (tabla 3).

El rendimiento cultural de biomasa verde evidenció la diversidad de respuestas entre las 10 variedades. Si bien los análisis estadísticos no mostraron significancia estadística, en términos de rendimientos culturales se pueden establecer tres grupos: las variedades que no alcanzaron a producir 50 000 kg ha^{-1} (FAM 05-469, LCP 85-348 y FAM 08-550), las cinco variedades que se encontraban en esa media de 50 000 kg ha^{-1} y las dos que duplicaron ese rendimiento (FAM 05-662 y FAM 05-691). En este sentido, cabe mencionar que según los últimos datos de producción publicados por FAOSTAT (2024) , el rendimiento promedio del cultivo en Argentina es de 48 000 kg ha^{-1}. Por lo tanto, solo tres de las 10 variedades evaluadas se encontraron por debajo del rendimiento promedio citado (FAM 05-469, FAM 08-1016, FAM 08-550 y LCP 85-348). Las variedades FAM 05-662 y FAM 05-691 alcanzaron rendimientos extraordinarios de 130 400 y 103 000 kg ha^{-1}, que permiten su recomendación para las condiciones agroecológicas en las que se evaluaron: suelos arenosos y déficit hídrico.

La serie de suelos Ensenada Grande, donde se realizó el experimento, ha sido clasificada específicamente para el cultivo de *S. officinarum* como moderadamente apta con manejo básico y muy apta para manejo más tecnificado, que incluye material genético de origen conocido, fertilización anual, manejo de malezas y distanciamiento entre surcos de 1,4 a 1,6 m entre los principales manejos (Perucca y Kurtz, 2016).

Los resultados de las variedades FAM 05-662 y FAM 05-691 se aproximan a la media de 104 000 kg ha^{-1} reportado por Fernández-Gálvez *et al*. (2024) para *S. officinarum* planta cultivada en Cuba. Las máximas producciones expresadas en biomasa seca se corresponden con las variedades antes mencionadas FAM 05-662 y FAM 05-691, que alcanzaron rendimientos extraordinarios de 130 400 y 103 000 kg ha^{-1} en biomasa fresca y de 34 400 y 30 000 kg ha^{-1} en biomasa seca, respectivamente. Estos valores son inferiores a los 42 000 kg ha^{-1}, citados por de Fernández-Gálvez *et al.* (2024) para *S. officinarum* planta.

El contenido promedio de MS de las variedades al momento de la cosecha fue de 27,0 %, a diferencia de lo informado por Fernández-Gálvez *et al*. (2021), quienes encontraron valores promedio de MS de 11 cultivares, en estado de caña planta, que

rondaron 18,8 %. Según Lagos-Burbano y Castro-Rincón (2019), la producción de biomasa seca de *S. officinarum* depende de las características genéticas de la variedad, período de crecimiento, estación del año que prevalezca, entrada y aplicación oportuna de insumos y productos del cultivo y del método de plantación.

Cuando no existen factores limitantes, la producción de biomasa total de un cultivo está directamente relacionada con la radiación solar que éste intercepta. En el follaje del cultivo de *S. officinarum*, las primeras seis hojas superiores interceptan 70 % de la radiación y la tasa fotosintética de las hojas inferiores disminuye debido al sombreamiento mutuo (Duarte-Álvarez y González-Villalba, 2019). Dos variedades se diferenciaron de las demás, pero no entre ellas (p = 0,0009), la FAM 05-662 y la FAM 08-1016 que, en el transcurso del ciclo del cultivo, interceptaron como promedio 74,7 y 73,5 % Ric, respectivamente. Coincidió que la primera de ellas evidenció las más altas producciones de biomasa (tabla 3). Las variedades que presentaron en el transcurso del ciclo menor RIc fueron LCP y FAM 08-550 (promedio de 55 %) y se diferenciaron de FAM 08-1016 y FAM 05-662 (p = 0,0009).

La variedad FAM 05-662, que presentó más de 15 tallos maduros por metro lineal de surco y peso individual de tallos por encima de 1,20 kg, logró interceptar 75 % de la radiación incidente y alcanzó rendimiento de MS de 34 400 kg ha^{-1}, que duplicó el promedio de las variedades de caña en estudio.

En el transcurso del ciclo del cultivo, cada variedad logra interceptar determinado porcentaje de radiación (tabla 4). Las mediciones de la RIc a través del tiempo en cada una de las variedades pusieron de manifiesto que, a partir del mes de octubre, se incrementa significativamente en el tiempo. Se mantiene estable de noviembre a enero para volver a incrementarse en febrero y abril. Como se puede observar en la tabla 4, solo seis variedades alcanzaron a interceptar más de 90,0 % de la radiación incidente en abril. Las seis variedades que lograron interceptar más de 90,0 % en abril (tabla 4) son las que en todas las fechas de medición mostraron los más altos valores de %RIc (FAM 01-1505, FAM 05-469, FAM 05-662, FAM 05-691, FAM 06-162 y FAM 08-1016). La variedad FAM 05-662, que presentó elevado rendimiento de materia seca (tabla 3), es una de las que llegó a interceptar 95 % de la radiación incidente en abril (tabla 4).

Las temperaturas registradas fueron favorables al cultivo (figura 1). Las mediciones de los grados día mensuales resultaron positivos (figura 3). El tiempo térmico acumulado fue de 2 9671 grados días desde la brotación hasta la cosecha del cañaveral en estudio. Esta acumulación de grados día es superior a la de otras zonas cañeras de Argentina, incluso a la del norte de la provincia de Santa Fe, que se encuentra cercana a Corrientes (Lovisa, 2010).

La maduración del cultivo se puede estimar mediante la determinación de los sólidos solubles totales medidos en la parte apical y basal de *S. officinarum*, cuyo cociente determina su coeficiente de maduración (tabla 5).

De acuerdo con el análisis del coeficiente de maduración (tabla 5), los °Brix de la parte basal

Tabla 4. Evolución de la radiación interceptada por cada variedad de *S. officinarum* a través del ciclo del cultivo.

Variedad	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Abril	Valor - P	CV, %	EE ±
FAM 01-1505	39,5^{c}	62,3^{bc}	61,5^{bc}	69,0^{ab}	83,0^{ab}	92,5^{a}	< 0,0001	15,8	5,37
FAM 05-469	44,3^{c}	45,5^{c}	52,5^{c}	74,0^{ab}	79,3^{ab}	94,3^{a}	< 0,0001	10,3	3,36
FAM 05-662	57,8^{c}	65,3^{bc}	71,8^{bc}	78,0^{abc}	80,3^{ab}	95,0^{a}	0,0006	12,8	4,77
FAM 05-691	55,3^{ab}	45,5^{b}	40,5^{b}	59,3^{ab}	74,5^{ab}	92,0^{a}	0,0038	27,4	8,37
FAM 06-162	59,3^{c}	56,5^{c}	63,8^{bc}	53,3^{c}	83,3^{ab}	91,5^{a}	< 0,0001	12,8	4,36
FAM 08-1016	55,8^{d}	62,8^{cd}	74,8^{bc}	68,3^{c}	84,8^{ab}	95,0^{a}	< 0,0001	7,3	2,69
FAM 08-241	43,0^{b}	49,5^{b}	50,0^{b}	55,5^{b}	59,3^{b}	88,3^{a}	0,0001	16,7	4,91
FAM 08-550	36,0^{c}	49,5^{bc}	52,8^{bc}	50,0^{bc}	61,5^{b}	84,5^{a}	< 0,0001	15,6	4,35
LCP 85-348	27,5^{d}	44,8^{cd}	51,5^{bc}	50,5^{bc}	66,8^{b}	88,3^{a}	< 0,0001	14,0	3,85
NA 85-1602	35,5^{d}	51,8^{cd}	65,00^{bc}	68,0^{abc}	78,8^{ab}	89,50^{a}	< 0,0001	16,7	5,39
Promedio	45,43	53,32	58,4	62,575	75,12	91,0	0,0009	28,73	

Medias con letras comunes en sentido horizontal no son significativamente diferentes (Tukey p < 0,05).
EE: error estándar

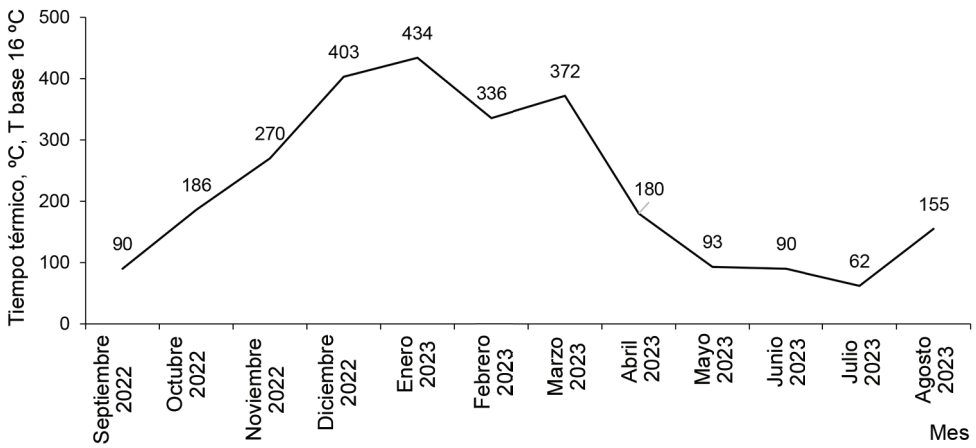


Figura 3. Grados días mensuales acumulados durante el ciclo productivo desde la brotación a la cosecha de *S. officinarum* planta.

Tabla 5. Determinación de sólidos solubles totales y del coeficiente de maduración para las distintas variedades de *S. officinarum*.

Variedad	Brix basal	Brix apical	Coeficiente de maduración
FAM 01-1505	19,3	21,1	1,10[a]
FAM 06-162	19,4	19,7	1,02[a]
FAM 05-469	20,9	20,8	0,99[a]
FAM 05-691	20,7	20,3	0,98[a]
FAM 05-662	19,7	19,2	0,98[a]
FAM 08-241	20,4	19,0	0,93[b]
FAM 08-1016	21,6	20,1	0,93[b]
FAM 08-550	20,7	18,8	0,91[b]
NA 85-1602	21,0	19,1	0,91[b]
LCP 85-348	20,3	18,1	0,89[b]
CV, %	5,6	7,3	5,78
Valor - P	0,3140	0,3121	0,0062
EE ±	0,66	0,84	0,03

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Tukey $p < 0,05$)
EE: error estándar

se encontraron entre 19,33 y 21,57. Mientras, en la apical, variaron entre 18,1 y 21,1. Valores similares de la parte basal se obtuvieron en un cultivo de 11 meses, con valores entre 20 y 18, pero no así en la parte apical en la que los valores fueron menores y estuvieron entre 17,4 y 14 °Brix (Rincón-Castillo y Becerra-Campiño, 2020).

Se pudieron observar diferencias en el coeficiente de maduración entre las distintas variedades ($p = 0,0062$). Cinco variedades (FAM 01-1505- FAM 06-162 - FAM 05-469 - FAM 05-691- FAM 05-662) se encontraban significativamente más maduras que las demás (CM > 0,95) y no se diferenciaron entre ellas ($p = 0,0062$). Las otras cinco se encontraban aún inmaduras (FAM 08-241- FAM 08-1016- FAM 08-550- NA 85-1602- LCP 85-348) y no difirieron entre sí ($p = 0,0062$).

A la estimación del rendimiento de biomasa fresca y seca, explicado a través de diversas variables biométricas y ecofisiológicas, se debe determinar y cuantificar el aporte nutricional de la materia prima cosechada, a fines de poder programar una dieta balanceada que satisfaga los requerimientos de una determinada categoría animal. Los análisis

químicos de la materia prima y las estimaciones del valor nutricional se resumen en la tabla 6.

En la tabla 6 se muestran diferencias significativas en el porcentaje de PB entre variedades (p = 0,0010). Los materiales estadísticamente superiores fueron FAM 05-469, FAM 05-691 y FAM 01-1505, que no se diferenciaron entre ellas, pero sí de las demás (p = 0,0010) y presentaron una media de 3,1 %.

Las variedades FAM 05-662, FAM 06-162, FAM 08-550, NA 85-1602, LCP 85-384, FAM 08-1016 no son estadísticamente diferentes (p = 0,0010) y presentaron porcentajes medios de PB de 2,1 %. La variedad FAM 08-241 mostró contenido de PB de 1,7 %, estadísticamente inferior a las demás variedades (p = 0,0010). Los resultados son coincidentes con lo publicado por Lagos-Burbano y Castro-Rincón (2019), quienes evaluaron *S. officinarum* cosechada a los 16 meses y citaron contenidos de PB entre 3,6 y 1,9 %. Asimismo, Suarez-Benítez *et al.* (2023) estudiaron cinco cultivares con fines forrajeros y obtuvieron resultados entre 2,7 y 3,8 % de PB.

En el contenido de P se observaron diferencias significativas (p = 0,018). Las variedades NA 85-1602, FAM 05-662, LCP 85-384, FAM 08-241 mostraron contenidos más elevados y media de 0,11 %. En tanto, FAM 08-550, FAM 08-1016, FAM 05-469, FAM 05-691, FAM 01-1505, FAM 06-162 presentaron contenido medio de P de 0,08 % (tabla 6), estadísticamente inferior a las anteriores (p valor 0,0010). Los elementos K, Ca y Mg presentaron valores medios de 0,52; 0,55 y 0,13 %, respectivamente (tabla 6).

La variedad FAM 05-662, que presentó un elevado rendimiento de materia seca (tabla 3), llegó a interceptar 95,0 % de la radiación incidente en abril (tabla 4) y presentó un contenido de PB intermedio de 2,3 %.

En el análisis del porcentaje de FDN y FDA, las medias no fueron estadísticamente diferentes entre variedades (p = 0,1169 y p = 0,3514, respectivamente). El contenido promedio de FDN fue 38,1 % y de FDA fue 23,3 %. Los valores citados por Suarez-Benítez *et al.* (2023) para FDA (46,0 a 53,0 %) fueron superiores a los obtenidos en este ensayo.

Comparado con el trabajo de Lagos-Burbano y Castro-Rincón (2019), el contenido medio de FDN obtenido ha sido similar, ya que al evaluar *S. officinarum* cosechada entre 8 y 12 meses, citaron valores de 35,2 %. De hecho, esos autores coinciden en que la composición química de *S. officinarum* depende de la interacción entre el cultivar, la edad del rebrote y la fracción de la planta (integral, cogollo y tallo), siendo la FDN mayor para el cogollo (74 %), intermedia para *S. officinarum* integral (54,1 %) y menor para los tallos (35,2 %), debido a la cantidad

Tabla 6. Componentes determinantes de la calidad nutricional forrajera de muestras de tallos de las variedades de *S. officinarum*.

Variedad	PB, %	P, %	K, %	Ca, %	Mg, %	FDN, %	FDA, %	DIG, %	TND, %	ED Mcal/ kg de MS
FAM 05-469	3,7[a]	0,08[b]	0,55	0,61	0,12	41,9	24,5	69,8	77,3	3,4
FAM 05-691	2,9[a]	0,08[b]	0,78	0,55	0,14	42,2	24,0	70,2	77,7	3,4
FAM 01-1505	2,8[a]	0,08[b]	0,43	0,57	0,14	38,5	25,4	69,1	76,6	3,4
FAM 05-662	2,3[b]	0,11[a]	0,62	0,57	0,13	38,3	22,8	71,1	78,6	3,5
FAM 06-162	2,3[b]	0,07[b]	0,40	0,53	0,14	39,6	23,1	70,9	78,4	3,5
FAM 08-550	2,1[b]	0,09[b]	0,68	0,53	0,15	41,5	27,3	67,6	75,1	3,3
NA 85-1602	2,1[b]	0,13[a]	0,64	0,57	0,15	33,6	19,6	73,6	81,1	3,6
LCP 85-384	2,0[b]	0,10[a]	0,53	0,55	0,13	32,7	18,8	74,3	81,7	3,6
FAM 08-1016	1,9[b]	0,09[b]	0,30	0,55	0,15	37,7	23,6	70,6	78,0	3,4
FAM 08-241	1,7[c]	0,10[a]	0,36	0,57	0,14	35,5	23,6	70,5	78,0	3,4
CV %	12,05	9,83	39,14	8,89	16,79	8,4	13,52	3,46	3,13	3,1
Valor - P	0,0010	0,0018	0,4343	0,8788	0,8079	0,1169	0,3514	0,3514	0,3515	0,3510
EE ±	0,20	0,01	0,15	0,04	0,02	2,26	2,22	1,73	1,73	0,08

Medias con una letra común no son significativamente diferentes Tukey (p<0,05).
N: nitrógeno, PB: proteína bruta, P: fósforo, K: potasio, Ca: calcio, Mg: magnesio, FDA: fibra detergente ácido, FDN: fibra detergente neutro, DIG: digestibilidad, TNT: total de nutrientes digestibles y ED: energía disponible

de azúcares solubles en el contenido celular. Este último valor coincide con los encontrados en este trabajo, donde la concentración de FDN promedio fue cercana a 37,0 % (tabla 6).

Según Lagos-Burbano y Castro-Rincón (2019), al cosechar *S. officinarum* entre los 8 y 12 meses de edad, hay menor contenido de FDN, buen contenido de azúcares no reductores y reductores y humedad adecuada, que facilita el proceso degradativo del alimento, hecho que se suma a la elevada oferta de biomasa.

Para los resultados porcentuales de DIG ($p = 0,3514$) y TND ($p = 0,3515$) no se presentaron diferencias significativas y se obtuvo una media de 70,8 y de 78,2 % para cada una de estas variables, respectivamente (tabla 6).

Según Salazar-Ortiz *et al.* (2017), el elevado contenido de azúcar y el reducido contenido de almidón de *S. officinarum* limitan la digestibilidad de la fibra (50,0 a 68,0 %) con valores menores, pero cercanos al promedio de 70,87 % informado en este trabajo. Para los resultados de ED, no hubo diferencias entre variedades ($p = 0,3515$) y la media fue de 3,45 Mcal/kg MS.

Al estudiar la composición química entre las secciones basales y medias de los tallos, independientemente de las variedades, se encontraron diferencias en las concentraciones porcentuales únicamente en el K ($p = 0,0060$) y en el Mg ($p = 0,0073$). Ambos minerales se encontraron en mayor proporción en la sección media de las cañas, respecto a la sección basal (tabla 7).

La digestibilidad de la materia seca tiene mucha importancia al recomendar cultivares de *S. officinarum* para la alimentación animal (Suarez-Benítez *et al.*, 2023). Resulta interesante destacar que la composición porcentual de la FDN y FDA y, consecuentemente, la digestibilidad, no difirieron entre las secciones, por lo cual resultarían igualmente útiles para la dieta (tabla 6).

Conclusiones

Los resultados del estudio indican el alto potencial productivo y nutricional de *Saccharum officinarum* en la región, especialmente al seleccionar variedades que se adaptan a las condiciones edafoclimáticas locales. El rendimiento promedio observado fue de 52 370 kg ha^{-1}, alcanzando hasta 130 000 kg ha^{-1} en algunas variedades excepcionales. Las variedades FAM 05-662 y FAM 05-691 destacaron por sus altos rendimientos de biomasa seca.

En cuanto a la composición nutricional, la variedad FAM 05-662 mostró un contenido de proteína bruta intermedio, mientras que FAM 05-691 presentó un contenido más elevado del 2,9 %. Los índices de digestibilidad promediaron 70,6 %, con un TND de 78,0 % y energía digestible de 3,45 Mcal/kg de MS. Estos resultados sugieren que *S. officinarum* puede ser una opción viable para mejorar la producción animal en la región, siempre que se utilicen las variedades adecuadas y se optimicen las condiciones de cultivo.

Agradecimientos

A la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), que ha subsidiado la investigación a través del Proyecto de Investigación PI 22 A 005.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses entre ellos.

Contribución de los autores

- Angela María Burgos. Diseño y planificación de la investigación, revisión del manuscrito.

Tabla 7. Componentes de la calidad nutricional forrajera de muestras de tallos de las variedades de *S. officinarum* de las secciones apicales

Sección	PB, %	P, %	K, %	Ca, %	Mg, %	FDN, %	FDA, %	DIG, %
Media	2,4	0,1	0,7[a]	0,6	0,2[a]	38,9	22,8	70,4
Basal	2,4	0,1	0,4[b]	0,6	0,1[b]	37,4	23,7	71,1
CV, %	27,1	20,7	33,2	7,8	12,5	10,6	14,6	3,75
Valor - P	0,9044	0,8146	0,0060	0,5452	0,0073	0,4077	0,5671	0,5666
EE ±	0,20	0,01	0,06	0,01	0,01	1,28	1,08	0,84

Medias con una letra común no son significativamente diferentes Tukey ($p<0,05$).
N: nitrógeno, PB: proteína bruta, P: fósforo, K: potasio, Ca: calcio, Mg: magnesio, FDA: fibra detergente ácida, FDN: fibra detergente neutra, DIG: digestibilidad

- Francisco Méndez. Ensayo de campo, medición de variables y redacción del manuscrito original.
- Miriam Porta. Análisis químicos de laboratorio, revisión crítica del manuscrito.

Referencias bibliográficas

AOAC. 2019. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Washington: AOAC International.

Castelán, María E.; Porta, Miriam; Hack, Claudina M.; Burgos, Angela M. & Yanissek, Y. Y. 2021. Experiencia de conservación de caña de azúcar picada con agregado de Cal (óxido de calcio) a través de un productor demostrador. *Agrotecnia*. 31:38-42. DOI: https://doi.org/10.30972/agr.0315814.

Cervantes-Preciado, J. F.; Cortés-Ruíz, A. E.; Mendoza-Mexicano, M. & Capetillo-Burela, Á. 2022. Evaluación agroindustrial de ocho híbridos de *S. officinarum* (*Saccharum* spp.) cultivados en la zona de abasto del ingenio quesería, Colima, México. *Stud. Environ. Anim. Sci*. 3 (4):818-831. DOI: https://doi.org/10.54020/seasv3n4-001.

Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, Mónica; Gonzalez, Laura A.; Tablada, Elena M. & Robledo, C. W. 2020. *InfoStat, versión 2020*. Córdoba, Argentina: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.

Duarte-Álvarez, O. J. & González-Villalba, J. D. 2019. *Guía técnica cultivo de caña de azúcar*. San Lorenzo, Paraguay: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. https://www.jica.go.jp/Resource/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_01.pdf.

FAO. 2022. *World Food and Agriculture. Statistical Yearbook*. Roma: FAO. DOI: https://doi.org/10.4060/cc2211en.

FAOSTAT. 2024. Cultivos y productos de ganadería. Roma: FAO. https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL.

Fernández-Gálvez, Y.; Pedraza-Olivera, R. M.; Fernández-Caraballo, Y.; Torres-Varela, Isabel C.; Montalván-Delgado, J. & Rivera-Laffertte, A. L. 2024. Caracterización agronómica de variedades forrajeras de *Saccharum* spp. en cuatro ciclos de cosecha. *Pastos y Forrajes*. 47:e05. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942024000100005&lng=es&tlng=es.

Fernández-Gálvez, Y.; Torres-Varela, Isabel; Hermida-Baños, Y.; Montalván-Delgado, J.; Rivera-Laffertte, A. & Fernández-Caraballo, Y. 2021. Caracterización del potencial forrajero de 11 cultivares de caña de azúcar, recomendados para la alimentación animal. *ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar*. 55 (2):21-26. https://www.revista.icidca.azcuba.cu/wp-content/uploads/2021/10/Vol.-55-No.-2-2021.pdf.

Ministerio de Hacienda. 2019. Ganadería bovina. *Informes productivos provinciales*. 3 (24):15-18. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/24_2018_corrientes.pdf.

Lagos-Burbano, Elizabeth & Castro-Rincón, E. 2019. Sugar cane and by-products of the sugar agro-industry in ruminant feeding: A review. *Agron. Mesoam*. 30 (3):917-934. DOI: https://doi.org/10.15517/am.v30i3.34668.

Lovisa, E. A. 2010. *Manual de buenas prácticas agrícolas en Caña de Azúcar*. Santa Fe, Argentina: Asociación Civil Mesa Azucarera Santafesina, Centro Operativo Experimental Tacuarendí.

Perucca, Sandra & Kurtz, D. B. 2016. Evaluación de tierras para el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en el noroeste de la provincia de Corrientes, Argentina. *Agrotecnia*. 24:11-16. DOI: https://doi.org/10.30972/agr.0241171.

Poudyal, C.; Sandhu, H.; Ampatzidis, Y.; Odero, D. C.; Coto-Arbelo, O.; Cherry, Ronald H. *et al*. 2023. Prediction of morpho-physiological traits in sugarcane using aerial imagery and machine learning. *Smart Agr. Technol*. 3:100104. DOI: https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100104.

Rincón-Castillo, A. & Becerra-Campiño, J. J. 2020. Respuesta agronómica de cuatro variedades de caña de azúcar en los Llanos Orientales de Colombia. *Acta Agron*. 69 (2):124-129. DOI: https://doi.org/10.15446/acag.v69n2.70649.

Salazar-Ortiz, J.; Trejo-Téllez, L. I.; Valdez-Balero, A.; Sentíes-Herrera, H. E.; Rosas-Rodríguez, M.; Gallegos-Sánchez, J. *et al*. 2017. Caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en la alimentación de rumiantes. Experiencias generadas con cañas forrajeras. *Agroproductividad*. 10 (11):70-75. https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/62/57.

Suarez-Benítez, O. J.; Casanovas-Cosio, E.; Sarrias-Crespo, O. & Cabrera-Pérez, Y. 2023. Seis cultivares de caña de azúcar (*Saccharum* spp.), posible utilización en la alimentación de rumiantes. *Rev. Cient. Agroeco*. 11 (3):165-171. https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/660.

Undersander, D. J.; Howard, W. T. & Shaver, R. D. 1993. Milk per acre spreadsheet for combining yield and quality into a single term. *J. Prod. Agric*. 6 (2):231-235. DOI: https://doi.org/10.2134/jpa1993.0231.

Van Soest, P. J. & Wine, R. H. 2020. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. *J. AOAC Int*. 50 (1):50-55. https://doi.org/10.1093/jaoac/50.1.50.

Yara. 2020. La producción mundial de *S. officinarum*. Bogotá. https://www.yara.com.co/nutricion-vegetal/cana-de-azucar/la-produccion-mundial-de-cana-de-azucar/