



TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

MODALIDAD TESINA

Título:

“Componentes numéricos determinantes del rendimiento y la calidad de diez variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) cultivadas en Corrientes con destino forrajero”.

Alumno: Méndez José Francisco.

Directora: Ing. Agr. (Mgter) Burgos, Ángela María.

Año 2024

Índice:

1- Resumen.....	3
2-Introducción y Antecedentes.....	4
3- Objetivos	6
3.1 Objetivos Generales	6
3.2 Objetivos Específicos.....	6
4-Materiales y Métodos	6
4.1- Lugar de experimentación	6
4.2 -Clima.....	6
4.3 -Suelo.....	6
4.4- Materiales biológicos	6
4.5 Diseño del experimento	7
4.6 Manejo del experimento.....	7
Relevamiento y Control de malezas	7
Relevamiento y Control de Plagas	7
Relevamiento y Control de Enfermedades	8
Fertilización	8
4.7 Variables medidas	9
4.7.1 Variables asociadas al estudio de la economía del Carbono de cada variedad	9
a-Conteo de número de macollos por metro lineal	9
b- Número de tallos maduros por metro lineal.....	9
c-Peso promedio individual de tallos maduros (kg/planta)	9
d- Porcentaje de materia seca de los tallos maduros	10
4.7.2 Variables asociadas a la eco fisiología del cultivo	10
e) Radiación interceptada por el cultivo (%Ric).....	10
f) Tiempo Térmico	10
4.7.3 Variables asociadas a la composición química y nutricional.....	10
g) Determinación del contenido de sólidos solubles totales (SST %) en la parte basal y apical de cada caña.....	10
h) Contenido porcentual de N, P y K, Ca, Mg, PB, FDN, FDA, DIG, TND	11
4.8 Análisis Estadístico	11
5-Resultados y discusión	11
5.1-Análisis de variables número de tallos por metro lineal, altura de tallo y RIC% del cultivo de caña de azúcar durante el periodo de macollamiento y gran crecimiento.....	11
5.2- Análisis de % de Materia seca y determinación de coeficiente de maduración.....	16
5.3- Rendimiento cultural de caña de azúcar:.....	17
5.4- Valor nutritivo de la caña de azúcar.....	19
6-Régimen térmico	21
7-Régimen hídrico	22
8-Conclusiones.....	24
9-Bibliografía	24

1- Resumen:

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es un cultivo que, por sus requerimientos edafoclimáticos, bajo costo de implantación y fácil manejo permiten un desarrollo favorable en la región del NEA.

El estudio se centra en evaluar el potencial forrajero de diferentes variedades de caña de azúcar cultivadas en el Departamento Capital de la Provincia de Corrientes. Para llevar a cabo esta evaluación, se plantaron diez variedades en el Campo Didáctico Experimental FCA UNNE, situado a la vera de la Ruta Nacional N°12, Km 1031. Se analizaron diversas variables, como el número de macollos por metro lineal, el número de tallos maduros por metro lineal, el peso individual promedio de los tallos maduros, la altura de los tallos, la radiación interceptada por el cultivo, los coeficientes de maduración y el contenido de nutrientes de las diferentes variedades. Además, se implementó un plan de fertilización y se realizaron controles de malezas para garantizar condiciones óptimas de crecimiento.

Los resultados obtenidos revelaron diferencias significativas en el rendimiento entre las variedades evaluadas, destacándose la variedad FAM 08-241 como la de mayor productividad. Se observó que la falta de precipitaciones durante el ciclo de cultivo afectó negativamente los rendimientos obtenidos. Estos hallazgos proporcionan información valiosa para comprender mejor el potencial productivo y nutricional de la caña de azúcar en la región de Corrientes, lo que puede ser fundamental para optimizar su cultivo en estas condiciones específicas y promover su uso y poner en valor su potencial forrajero.

Se observaron diferencias significativas en la calidad nutricional entre las variedades, destacando algunas como FAM 05-460, FAM 05-691 y FAM 01-1505 con mayores porcentajes de nitrógeno y proteína bruta. Estos datos son fundamentales para comprender el valor nutricional de la caña de azúcar como alimento forrajero, lo que puede influir en la selección de variedades. La caña de azúcar presenta una digestibilidad moderada, con un porcentaje de alrededor del 70%. Este valor es significativamente mayor que el promedio reportado en otros estudios, que sitúan la digestibilidad de la caña de azúcar en torno al 20%. La alta digestibilidad de la caña de azúcar la convierte en un forraje de calidad aceptable, lo que la hace adecuada para su uso en la alimentación animal. El contenido de fibra detergente ácida (FDA) entre 18% y 25% y de fibra detergente neutra (FDN) entre 33% y 42%, son considerablemente menores en comparación con otros estudios que reportan valores de FDA alrededor del 40% y de FDN alrededor del 69%. La baja presencia de fibra en la caña de azúcar la convierte en un forraje de calidad, con un contenido de fibra más bajo que la media. Los resultados obtenidos en el estudio indican que la caña de azúcar puede ser una fuente valiosa de nutrientes para el ganado, contribuyendo a su alimentación de manera efectiva.

En resumen, el estudio arroja luz sobre la importancia de seleccionar variedades adecuadas de caña de azúcar y de implementar prácticas de manejo que permitan maximizar su rendimiento y calidad nutricional en el contexto particular de la provincia de Corrientes.

2-Introducción y Antecedentes:

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es una especie perenne, de crecimiento erecto y macolladora. Pertenece a la familia de las Gramíneas o Poáceas. Si bien el principal producto de la caña es el azúcar (sacarosa), también puede obtenerse de ésta alcohol etílico, fibra y otros derivados de importancia económica y energética. Particularmente, la caña de azúcar constituye el cultivo sacarífero más importante del mundo, responsable del 70% de la producción total de azúcar.

Las variedades comerciales son híbridos complejos de *S. robustum*, *S. officinarum* y *S. spontaneum* y en algunos cruzamientos también se incluye a *S. barberi* y *S. sinense*. La *S. officinarum* o “caña noble” llamada así por su alto contenido de azúcar en el jugo, mayor grosor de los tallos y menor cantidad de fibra, fue seleccionada por culturas de la edad de piedra en Nueva Guinea. Luego se difundió a través del Pacífico al sudeste de Asia, hasta arribar a Europa. En el siglo XVI, esta caña fue llevada al continente americano por viajeros españoles y portugueses, aunque recién en el siglo XVIII se introdujeron cultivares de *S. officinarum* de mejor adaptación. Este cultivo se extiende a lo largo de los trópicos y subtrópicos, entre los 36,5° latitud Norte (España) hasta los 31° latitud Sur (Uruguay, Australia) (Romero *et al.*, 2015).

“Enfocado como un cultivo industrial, muchos países de Latinoamérica producen caña de azúcar, por ello se considera a este cultivo uno de los principales motores de la economía regional del Mercosur. Su capacidad productiva varía, entre las zonas cañeras tropicales y subtropicales, de 40 a 150 t/ha de caña” (Lovisa, 2010). “La producción de caña de azúcar en Argentina ronda las 16.583.044 toneladas y se distribuye en tres zonas: Tucumán y el Norte (Salta y Jujuy), alcanzando 345.679 ha” (FAOSTAT, 2024). Actualmente funcionan 20 ingenios azucareros, de los cuales 15 están concentrados en Tucumán, tres en Jujuy y dos en Salta. El último ingenio azucarero del Litoral, ubicado en San Javier (Misiones) dejó de funcionar en el año 2022. Tucumán es la región más importante con una participación del 60-65% en la producción nacional de azúcar, el Norte aporta el restante 35%.

Enfocado como un cultivo forrajero, se caracteriza por una gran producción de biomasa que supera a la mayoría de los cultivos forrajeros conocidos. Estas características propias de los cultivos tropicales están determinadas por la alta eficiencia de fotosíntesis del cultivo, es decir la capacidad de transformar la energía solar en biomasa.

Todas las tecnologías agrícolas utilizadas para lograr altos rendimientos unitarios y estabilidad de la cepa o variedad a través de los años (fertilización, control de malezas, riego, etc.), son también recomendadas cuando se la destina al uso forrajero. El lograr altos rendimientos aseguran una alta disponibilidad de forraje concentrado en un período corto de tiempo que normalmente coincide con el período de escasez de pasto.

Si bien en Argentina el rendimiento promedio de materia verde (MV) es de 48 t/ha/año (FAOSTAT, 2024), en la cuenca cañera del nordeste de Argentina, presenta rendimiento promedio de 40 t/ha /año (Burgos *et al.*, 2021). Anschau *et al.*, (2014) han realizado diferentes estudios para caracterizar las áreas con potencial de expansión del cultivo de caña de azúcar en Argentina (Figura 1).

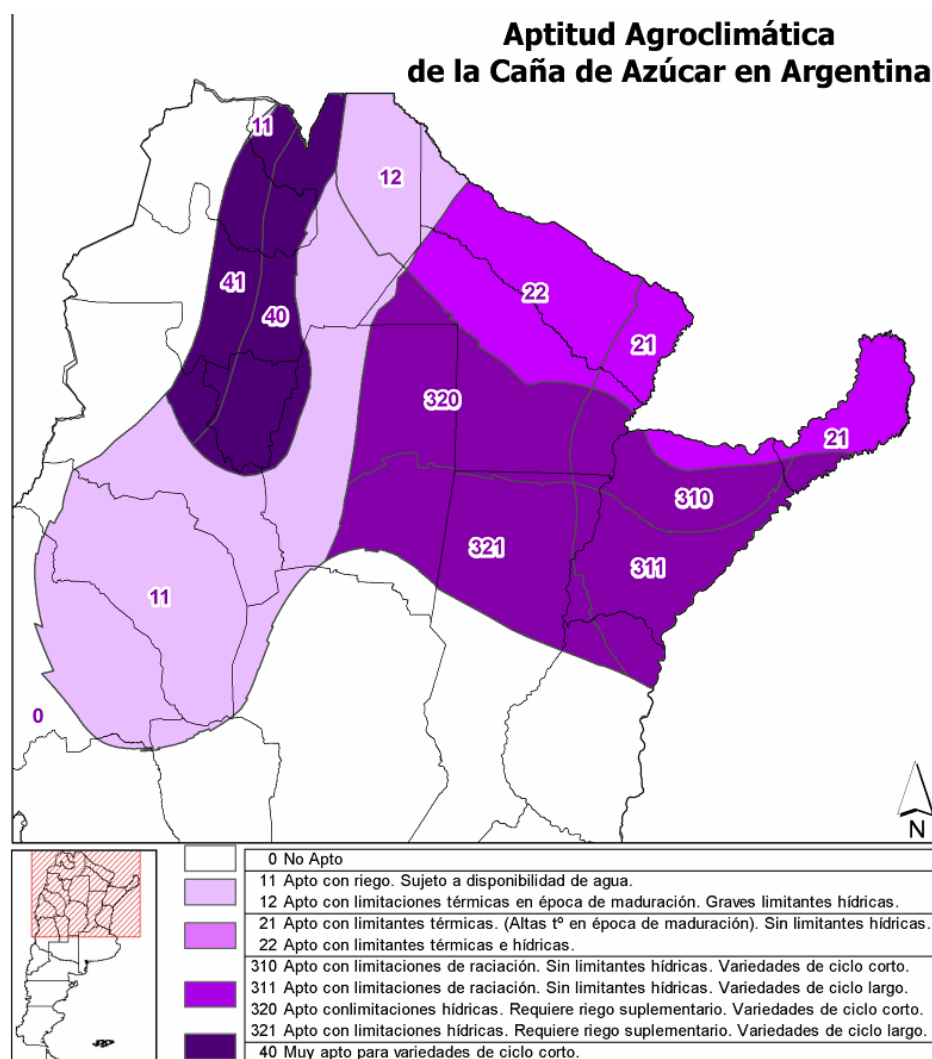


Fig. 1. Aptitud Agroclimática de la Caña de Azúcar en Argentina (Anschau *et al*, 2010)

El cultivo de la caña de azúcar en la provincia de Corrientes presenta grandes posibilidades de expansión, no solo en el uso destinado a la alimentación animal, sino de caras al futuro, se trata de un cultivo cuya materia prima se utilizaría potencialmente para la elaboración de etanol (Anschau *et al.*, 2014).

Estudios realizados en el noroeste de la Provincia de Corrientes, determinaron que de un área de 168.500 ha, existen 97.640 ha con aptitud moderada para el cultivo de caña de azúcar con un nivel de manejo básico, y que al incluir una fertilización anual y buen material genético, pasarían 40.000 ha a tener el potencial para ser muy aptas, con incrementos de rendimientos esperados de más del 50%. Todo esto indica que el 23% de la superficie del sector noroeste podría ser intervenido con caña de azúcar (Perucca y Kurtz, 2016)

En Corrientes el cultivo de la caña de azúcar logra acumular en 8 a 10 meses entre 60 a 100 toneladas de materia verde.

Trabajos previos realizados por Yanissek (2021) bajo las mismas condiciones experimentales de secano, en el ambiente del norte de Corrientes en suelos de la serie Ensenada Grande, con fertilización y control mecánico/manual de malezas, registró rendimientos culturales que alcanzaron 172 toneladas ha; lo que deja en evidencia el potencial del cultivo en la provincia.

Debido a que el principal enfoque de la producción de esta planta en el Gran Norte Argentino es la obtención de azúcar, se cuenta con escasa información respecto a las variedades utilizadas con fines forrajeros y de los rendimientos obtenidos particularmente en el NEA. Dada la inexistencia de ingenios y de destilerías en la región, los sistemas de producción de caña de azúcar podrían orientarse concretamente a generar biomasa para satisfacer la demanda de forraje durante el bache invernal, dada la aptitud agroecológica caracterizada por Vasallo y del Boca, 2007; Santana y Lovisa, 2010; Anschau *et al.*, 2010, Perucca y Kurtz, 2016. Yanissek, 2021.

“El potencial de la caña de azúcar como forraje para alimentar ganado bovino y ovino en el trópico (y subtropical) se sustenta en ventajas comparativas con otros cultivos, incluyendo su alta producción de biomasa, amplio rango de adaptación agroecológica, suelos pobres en nutrientes, resistencia a sequías prolongadas y mantenimiento de su valor nutricional durante periodos considerables. Algunas de las características que se buscan en las variedades forrajeras de caña de azúcar son alta relación hoja/tallo, elevado rendimiento de materia seca, fibra por hectárea, y disponibilidad durante la época seca y de vientos del norte (Salazar-Ortiz et al., 2017)”.

Resulta de interés realizar ensayos de experimentación adaptativa y estudiar los materiales genéticos adecuados a este fin, que garanticen elevados rendimientos, buena capacidad de macollaje, rápido rebrote posterior a la cosecha y composición química y nutricional conocida para confeccionar raciones adecuadas.

“Para suplir energía en la alimentación del ganado para carne se utilizan granos (maíz, sorgo, etc.) que son de fácil manejo, pero de alto costo. La caña de azúcar por su facilidad de cultivo, adaptabilidad a todos los climas tropicales y subtropicales, y su disponibilidad durante todo el año y durante varios años, constituye un material ideal para suplir la energía, si bien puede variar de acuerdo con la variedad y la edad del cañaveral, en sistemas ganaderos intensivos y semi intensivos” (Torres Moreira, 2009).

“En este contexto, la producción de caña de azúcar forrajera cobra vital importancia, dado que Corrientes, es la cuarta provincia en producción ganadera a nivel nacional, con un stock de 4,7 millones de cabezas, donde 60 % del total de productores tiene menos de 100 cabezas y la ganadería bovina ocupa, aproximadamente, 6,3 millones de hectáreas” (Ministerio de Producción, 2019).

3- Objetivos:

3.1 Objetivos Generales:

Evaluar el potencial forrajero de variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) cultivadas en Corrientes.

3.2 Objetivos Específicos:

Determinar de la biomasa, la composición química y el aporte nutricional de 10 variedades de caña de azúcar en caña planta, cultivadas en Corrientes con destino forrajero.

4-Materiales y Métodos:

4.1- Lugar de experimentación: Campo Didáctico y experimental FCA UNNE, situado a la vera de la Ruta Nacional N°12, Km 1031, en el Departamento Capital, Provincia de Corrientes.

4.2 -Clima: Se caracteriza por presentar precipitaciones promedio anuales de 1300 mm, temperaturas medias anuales de 21,6 °C. El periodo libre de heladas es de 340 a 365 días por año y la frecuencia de ocurrencia de las mismas es de 0,5. Tomando la clasificación de Köppen modificada, el clima en la región se clasifica como mesotermal húmedo, Cf w'a(h) (Murphy, 2008).

4.3 -Suelo: Clasificado como Udipsamment árgico, familia mixta, hipertérmica, perteneciente a la Serie Ensenada Grande, presenta una granulometría gruesa en la superficie, mediano a débilmente ácido en el horizonte A, arenoso. Son suelos de baja fertilidad, baja capacidad de intercambio catiónico, pero con buenas condiciones físicas asociada a su textura arenosa (Escobar *et al.*, 1990). La Serie de suelos Ensenada Grande, ha sido clasificada específicamente para el cultivo de caña de azúcar 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 metros a 1,6 metros entre los principales manejos (Perucca y kurt, 2009).

4.4- Materiales biológicos: El material utilizado consiste en 10 variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) las cuales fueron plantadas el 02/06/22 (líneo 1-10)

Variedades de caña de azúcar bajo estudio han sido provistas por el Centro Operativo Experimental Tacuarendí dependiente del Ministerio de la Producción de la Provincia de Santa Fé a la Cátedra de Cultivos III (FCA UNNE) en el año 2022.

Variedades de caña de azúcar bajo 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

4.5 Diseño del experimento:

Cada una de las variedades de caña de azúcar constituyó un tratamiento en sí mismo. La implantación de este cañaveral constituyó un huerto-semillero. Cada variedad se implantó a lo largo de 2 líneas de 10 m lineales cada uno. De los 20 metros de longitud de cada surco, el primer metro inicial y final se consideraron borduras, por lo que los 18 metros centrales fueron utilizados para muestreos. En cada línea se establecieron al azar 3 estaciones de muestreo de un metro lineal cada una. Los líneas de implantación 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 el 2/6/2022 (invernal), a una profundidad comprendida entre los 15 y 20 cm mediante alomado.

Las variedades se ordenaron progresivamente de Oeste a Este. En la tabla 1 se observa el ordenamiento de los mismos, siendo el lineo 1 (Oeste) correspondiente a la variedad FAM 01-1505 y así sucesivamente.

Tabla 1: Disposición de las variedades de caña en el terreno de experimentación.

Lineo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Variedades	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 85-348	NA 85-1602

4.6 Manejo del experimento: El manejo del cultivo se realizó en un lote de 180 metros cuadrados donde se encontraban las 10 variedades de caña de azúcar. La conducción del cultivo se pensaba que fuera realizada en secano, pero debido a las condiciones de sequía registradas en los meses de diciembre y enero de 2021 se tomó la decisión de realizar riego en dos momentos diferentes, el primer riego se realizó el 20/12/2022 y el segundo riego se realizó el 15/01/2023 con lo cual se logró mejorar las condiciones del cultivo debido al déficit hídrico en el que se encontraba. En el cultivo de caña de azúcar el máximo consumo de agua se registra en la fase de crecimiento activo o periodo de gran crecimiento, en el cual el agua estimula el crecimiento del cañaveral, elongación de los tallos, crecimiento de los entre nudos y gran expansión foliar. Periodo en el cual se produce alrededor del 55 % del total de la biomasa aérea y se consume el 55% al 60 % del total de agua necesaria para expresar su potencial de rendimiento (Romero *et al.*, 2009).

Relevamiento y Control de malezas: Se realizó un primer control de malezas de forma química el día 01/07/2022, en 10 L de agua: 600 CC. de glifo (3%) + atrazina 400 CC. Se observaron principalmente malezas de hojas ancha como *Acanthospermum hispidum* (torito). Luego el control de malezas durante el ciclo del cultivo se realizó de manera manual con el uso de azada sobre todo en las primeras dos fases de brotación y macollaje ~~donde~~ cuando el cultivo aun no compite con las malezas.

Las principales especies de malezas registradas fueron, *Acanthospermum hispidum* (torito), *Commelina erecta*, *Portulaca oleracea*, *Sorghum halepense*, *Cenchrus echinatus*, *Cyperus rotundus*, *Bidens pilosa* e *Ipomoea spp.*

Relevamiento y Control de Plagas: El cultivo de caña de azúcar puede ser afectado por diferentes plagas a lo largo de todo su crecimiento y maduración, produciendo una disminución en el rendimiento cultural (Tn/ha) como en lo fabril (Tn de azúcar/ha) (Romero *et al.*, 2009).

El 13/03/2023 Se realizó un monitoreo del cultivo y se detectó un ataque severo de *Spodoptera frugiperda*, la cual es una oruga defoliadora y en ataques muy intensos pueden llegar a producir la defoliación completa del cultivo en poco tiempo si no se controla a tiempo. El 14/03/2023 se procedió a realizar el control de la plaga con los siguientes productos,

Aplicación de 2 CC de cipermetrina (protegrinal) + 6 CC de Dimetoato en 10 litros de agua. Finalmente, el 20/03/2023 se realizó la segunda aplicación 6,5 CC de Cipermetrina en 10 litros de agua.

Relevamiento y Control de Enfermedades: Se registraron en dos variedades FAM 05-662 y FAM 05-691 la presencia de una estructura semejante a un látigo en la parte terminal del tallo, los mismos estaban rodeados de una gran cantidad de esporas de hongos de color marrón oscuro o negro, cubiertos inicialmente por una capa membranosa que liberaban las esporas al romperse.

Una vez detectado el signo del mismo, se procedió a tomar una muestra del mismo se analizó en el Laboratorio de Fitopatología de la FCA UNNE. Este signo resultó compatible con los síntomas de *Sporisorium scitamineum* comúnmente conocida como carbón. Luego se extrajo la planta afectada por competo del lote. Debido a que esas dos variedades rompieron la resistencia a esta enfermedad se le realizó un seguimiento durante todo su ciclo.

Fertilización: La fertilización es la operación por la cual se corrigen deficiencias nutricionales determinadas mediante un análisis de suelo. La fertilización es la práctica cultural más difundida en todas las regiones cañeras del mundo. En general, el nitrógeno es la base de la fertilización en caña de azúcar y en algunas condiciones se utilizan otros nutrientes como fósforo, potasio y azufre. (Santana *et al.*, 2010). Para la fertilización se logra una mayor efectividad para caña soca realizando aplicaciones desde octubre hasta mediados o fines de noviembre. En cambio, para caña planta, por su crecimiento más lento la fertilización puede realizarse desde la segunda quincena de noviembre y la primera quincena de diciembre. El momento de fertilización está relacionado al ritmo de absorción de nutrientes que tiene la caña de azúcar, el cual es máximo en los primeros meses del desarrollo del cultivo durante el macollaje, época en el cual la planta absorbe y almacena nitrógeno que no necesita para utilizarlo en la fase de gran crecimiento, que tiene lugar en verano. (Romero *et al.*, 2009).

Se realizó la fertilización de cultivo de caña de azúcar teniendo en cuenta el análisis de suelo y la extracción de macronutrientes del suelo por parte del cultivo de Nitrógeno, Fosforo y potasio. Extracción nutricional del cultivo en kg por hectárea, Nitrógeno 130-200 kg/ha, Fósforo 80-100 kg/ha, Potasio 300-350 kg/ha. (Osorio, 2007).

Se determinó la dosis aplicar de cada nutriente teniendo en cuenta las necesidades de fertilización según la siguiente formula Ospina y Ceballos (2002):

$$NF = \frac{RPC \cdot S}{E} \cdot 100$$

NF= Necesidades de fertilización.

RPC= Requerimiento ponderado de cultivo.

S= Disponibilidad de nutrientes en el suelo Kg/ha.

E= Eficiencia del fertilizante %

100= Constante porcentual.

Tabla 2: Análisis químico del suelo del sitio de experimentación realizado en el Laboratorio "Pedro M. Fuentes Godo".

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

Métodos usados para el análisis de las muestras de suelo:

- ✓ Pretratamiento de las muestras según normas IRAM/SAGyP 29578.
- ✓ PH actual con potenciómetro (relación 1:2,5)
- ✓ Conductividad eléctrica (CE) de extracto, relación 1: 2,5
- ✓ Carbono orgánico método semi-micro Walkey-Black. IRAM 29571-2.
- ✓ Nitrógeno Total método de semi-micro Kjeldahl.

- ✓ Fosforo método de Bray Kurt N°1. IRAM 29570-1.
- ✓ Calcio y Magnesio, extractora Acetato de Amonio PH 7. Complejometría con EDTA.
- ✓ M.O %= C.O x 1,724 entonces M.O. = 0,81%
- ✓ Densidad aparente del suelo 1,3 gr/cm³.

Plan de fertilización aplicado al lote experimental:

Fertilización de base con Fosforo: fuente Fosfato Diamónico (46%) se aplicó el 7/6/22.

Fertilización nitrogenada y potásica: Fuentes Urea (46-0-0) y Cloruro de potasio (0-0-50). El 13/09/2022 se realizó la fertilización del cultivo de caña de azúcar la cual se encontraba en fase de brotación. Dosis de Urea: 75,2 gr/m lineal. Dosis de KCl 40 gr/m lineal.

4.7 Variables medidas:

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

4.7.1 Variables asociadas al estudio de la economía del Carbono de cada variedad:

a-Conteo de número de macollos por metro lineal: El conteo del mismo se realizó a partir de la etapa de brotación y macollaje hasta el periodo de gran crecimiento, donde se alcanza el máximo número de macollos por metro lineal produciéndose una máxima competencia entre los mismos, para luego producirse el auto raleo del 50 %.

Conteo del número de macollos por metro lineal se realizó de la siguiente manera: se establecieron distintos puntos de muestro en los líneas apareados, para los mismos no se tuvo en cuenta el primer metro inicial y final de la cabecera del lote que se consideraron borduras y luego en cada línea se establecieron al azar 3 estaciones de muestreo de un metro lineal cada una, muestreándose 3 m lineales por cada variedad. El conteo se realizó en los meses desde octubre a diciembre del 2022. Las fechas establecidas fueron las siguientes: 17/10/2022- 04/11/2022- 8/11/2022- 02/12/2022 y 14/12/2022.

b- Número de tallos maduros por metro lineal:

El número de tallos maduros por metro lineal es el primero de los componentes numéricos de rendimiento.

El 02/08/2023 al igual que en el caso anterior teniendo en cuenta las mismas estaciones de muestreos se determinó el número de tallos molibles por metro lineal, el mismo queda definido en la fase fenológica de gran crecimiento. En cada estación de muestreo de un metro lineal se realizó el conteo de los mismos. El momento oportuno para realizar ambas mediciones es cuando el cultivo de caña se encuentra madura.

Para el cálculo del rendimiento cultural se calculó los metros lineales de surco por hectárea (ha), dividiendo en 100 metros lineal por 1,6 metros (distancia entre surco), se lo llevó a hectárea multiplicado por 100. Para así obtener número de tallos/ha producto de la multiplicación entre los metros lineales de surco por hectáreas y numero de tallos molibles por metro.

c-Peso promedio individual de tallos maduros (kg/planta):

El peso promedio individual de los tallos es el segundo componente numéricos de rendimiento del cultivo de caña de azúcar el cual queda definido en la fase de gran crecimiento. (Tabla 6)

La determinación del mismo se realizó el 02/08/2023 donde se tomaron 9 muestras de tallos de cada variedad en cada una de las 3 las estaciones de muestreo. Se procedió a cortar los tallos de cada metro lineal en cada estación y se realizó el pesaje correspondiente utilizando una balanza digital. Una vez obtenido el peso de los mismos se determinó el peso promedio individual de los tallos maduros, el cual resulta de dividir el número de tallos molibles por metro lineal y peso de los tallos obtenidos a partir de las muestras tomadas.

El peso promedio de los tallos del metro lineal de cada tratamiento multiplicado por el número de tallos por/Ha permitió estimar el rendimiento cultural de cada variedad (Tn/ha).

d- Porcentaje de materia seca de los tallos maduros:

Determinación del % de materia seca 14/08/23 se prosiguió de la siguiente manera. De cada variedad se tomaron 3 cañas, de las cuales se seleccionaron porciones de 20 cm de longitud de la parte basal, media y apical, las mismas fueron colocadas en bolsas de papel debidamente rotuladas. Se pesaron cada una de las muestras para de esa manera obtener el peso fresco (g). Las muestras fueron llevadas a estufa a 75 °C por 8 días hasta peso constante. El 23/08/23 las muestras fueron retiradas de la estufa, para luego volver a realizar el pesaje, de esa manera se obtuvo el peso en seco de las mismas. Una vez obtenidos los pesos en fresco y en seco de las muestras se determinó el porcentaje de materia seca de las muestras de cada variedad. $\%MS = \text{Peso fresco} / \text{Peso seco} \times 100$.

4.7.2 Variables asociadas a la eco fisiología del cultivo:

e) Radiación interceptada por el cultivo (%R_{ic}):

Los valores de radiación fotosintéticamente activa interceptada por el cultivo (%R_{ic}) se midieron utilizando un ceptómetro (Empresa Cavadevices, Buenos Aires, Argentina), 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 3 momentos de muestreo a lo largo de cada ciclo de cultivo (inicial, intermedio y final). Para ello, la barra de interceptación se colocaba en el estrato inferior del canopeo entre el suelo y la primera hoja verde. Las mediciones de la R_{ic} se realizaron en el cenit (entre las 11.00 y las 13.00 hs) en 3 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 (Burgos, 2010). El porcentaje de RFA interceptada por el cultivo se calculó como $[1 - (I_t / I_0)] \times 100$. Donde I_t es la RFA medida a nivel de estrato, I_0 es la RFA incidente por encima del cultivo.

f) Tiempo Térmico:

Durante todo el experimento se contó con el registro de temperaturas y precipitaciones y se pudo calcular 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 (T_b) correspondiente (Andrade y Sadras, 2002; Garabatos, 1990). Dado que se ha demostrado que la caña de azúcar no crece con temperaturas inferiores a 15°C (Romero et al., 2009), se consideró 16°C (T_b) para el cálculo de las sumas térmicas que se expresaron en grados días (G° día) $\text{Tiempo Térmico} = \text{sumatoria } (T - T_b)$.

4.7.3 Variables asociadas a la composición química y nutricional:

g) Determinación del contenido de sólidos solubles totales (SST %) en la parte basal y apical de cada caña.

La maduración de la caña de azúcar es un proceso donde se produce acumulación de azúcar en los tallos, coincide con la detención de crecimiento del tallo. Fisiológicamente la maduración se entiende como el cambio de destinos de los fotoasimilados los cuales son destinados a la producción de sacarosa y no en tejidos o estructuras de crecimiento (Santana et al., 2010).

Para realizar el cálculo del Coeficiente de Maduración (CM) de la caña de azúcar, se llevó a cabo a través de una medida indirecta de la determinación de los grados brix, el cual es una medida de la concentración de sólidos solubles totales (SST). En una caña madura y que no presente procesos de deterioros la concentración de los SST se encuentra en mayor proporción en la sacarosa, por tal motivo se utiliza los grados Brix para estimar la maduración de la caña (Romero et al., 2009).

El 02/08/2023, para medir los SST % se utilizó un refractómetro de mano. Para cada variedad se muestrearon aleatoriamente 9 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.

Coeficiente de maduración: se realizó el cociente entre la parte superior de la planta 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 (Osorio, 2007).

h) Contenido porcentual de N, P y K, Ca, Mg, PB, FDN, FDA, DIG, TND:

Se tomaron 3 cañas de cada variedad con hojas y sin despuntar, se procedieron a tomar muestras de 20 cm de tallos de la porción basal y media, la cuales fueron debidamente rotuladas y enviadas el 3/08/23 al Instituto Pedro Fuentes Godo donde se realizaron las determinaciones de laboratorio.

Se realizó: digestión nítrica-perclórica, para determinar; fósforo (P%) con el método colorimétrico de Murphy-Riely, nitrógeno (N%) (micro-Kjeldahl); potasio (K%) intercambiable por fotometría de llama.

La composición química se realizó a partir de una digestión nítrica-perclórica, donde se determinará fósforo (P, %) por método colorimétrico (Chapman y Pratt, 1986); nitrógeno (N, %) según la metodología propuesta por la AOAC (2019); potasio (K, %) por fotometría de llama (Dewis y Freitas, 1970); 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 (Page *et al.*, 1982). El contenido de fibra detergente ácido (FDA, %) se determinó por el método de Van Soest y Wine (1967). Los parámetros 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:

$$\text{DIG} = 88,9 - (\% \text{ FDA} \times 0,779)$$

$$\text{TND} = 96,35 - (\% \text{ FDA} \times 1,15)$$

$$\text{ED} = 0,04409 \times \text{TND}$$

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

4.8 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 $\alpha=0,05$. Previa al análisis de los datos se confirmó la distribución normal de los mismos y en el caso que no se dieron se transformaron para que la variable se distribuya de forma normal. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa Infostat (Info Stat, 2002).

5-Resultados y discusión:

Según Torres Moreira (2009), “la caña de azúcar para uso pecuario reúne características un tanto diferentes de las buscadas para la producción industrial de azúcar. Se prefieren las de períodos vegetativos cortos, de rápido crecimiento y alta producción de biomasa, suaves (de medio a bajo en fibra), de buena relación tallo/hojas, de bajo deshoje y muy poca o ninguna floración, persistentes al corte, sin pelo, resistentes a las plagas y enfermedades y preferiblemente con el borde de las hojas no aserrada”.

5.1-Análisis de variables número de tallos por metro lineal, altura de tallo y RIC% del cultivo de caña de azúcar durante el periodo de macollamiento y gran crecimiento.

Número de macollos por metro lineal: La fase de Macollaje tiene importancia en la definición del rendimiento, en el transcurso de esta fase se establece el número potencial de órganos cosechables. Su principal característica se debe al rápido aumento alcanzando el máximo números de tallos, fase que finaliza con el cierre de cañaveral (Romero *et al.*, 2009).

El conteo del número de macollos por metro lineal se realizó desde el mes de octubre hacia el mes de diciembre del 2022 siendo la última fecha de muestreo en agosto del 2023. Las fechas establecidas fueron las siguientes, 17/10/2022- 04/11/2022- 8/11/2022- 02/12/2022- 14/12/2022- 02/08/2023.

Se analizó cual fue la variedad más macolladora en la fase de macollamiento y en la fase de gran crecimiento y como quedó definido en número de tallos molibles por metro lineal hacia el mes de agosto de 2023.

A continuación, se observa el número de macollos por metro lineal en las distintas variedades de caña planta en la fase de macollamiento.

Tabla 3: Número de macollos por metro lineal en las distintas variedades de caña planta en la fase de macollamiento. Fechas de muestreos: 17/10/2022- 04/11/2022- 8/11/2022.

Fase Fenológica: Macollamiento	
Variedad	N° de tallos por metro lineal
FAM 06-162	25,33 A
FAM 05-691	22,22 A
FAM 05-662	21 A
FAM 08-1016	15,89 B
LCP 85-348	15 B
FAM 08-241	14,56 B
NA 85-1602	12,11 C
FAM 08-550	11,89 C
FAM 01-1505	11,56 C
FAM 05-469	9,78 C
CV %	35,88

Medias con una letra común no son significativamente diferentes Tukey ($p > 0,05$)

De acuerdo a los resultados obtenidos durante el periodo de toma de datos de números de macollos por metro lineal se encontraron diferencias significativas entre las distintas variedades.

La variedad más macolladora que expresó mayor potencial y registró mayor número de macollos por metro lineal superando estadísticamente a las demás es la variedad FAM 06-162 (A), al igual que las variedades FAM 05-691(A) y FAM 05-662 (A) las cuales no son estadísticamente diferentes entre sí y alcanzan un promedio de 23 macollos por metro lineal. Se puede observar una diferencia significativa de las variedades FAM 05-469, FAM 01-1505, FAM 08-550 y NA 85-1602 (C) que resultaron en esta fase las menos macolladora siendo estadísticamente inferior al resto. Las tres variedades FAM 08-1016, LCP 85-348 y FAM 08-241 son estadísticamente intermedias entre todas las variedades y presentaron en promedio 15 macollos por metro lineal.

En la Tabla 4 se muestra el número de macollos por metro lineal y su evolución en la fase fenológica de gran crecimiento.

Tabla 4: Número de macollos por metro lineal y su evolución en la fase de gran crecimiento. Fechas de muestreos, 02/12/2022- 14/12/2022.

Fase Fenológica: Gran Crecimiento	
Variedad	N° de tallos por metro lineal
FAM 05-691	24,5 A
FAM 06-162	22,17 A
FAM 08-1016	20,67 A
LCP 85-348	20,33 A
FAM 05-662	18,33 A
NA 85-1602	17,17 A
FAM 01-1505	15,83 B
FAM 08-241	14,67 B
FAM 05-469	14,33 B
FAM 08-550	13,67 C
CV %	22,91

Medias con una letra común no son significativamente diferentes Tukey ($p > 0,05$)

Resultados obtenidos en la fase de gran crecimiento, se registró un aumento en el número de tallos por metro lineal en las distintas variedades, observándose las siguientes diferencias (Tabla 4):

Las variedades representadas por las letras “A” son estadísticamente diferentes y superiores a las demás, siendo sus medias de 20,5 macollos por metro lineal en promedio.

La cantidad de 13,67 macollos por metro lineal de FAM 08-550 (C) es significativamente inferior al resto de las variedades.

Las tres variedades del grupo “B” son estadísticamente intermedias entre las del grupo A y C, y alcanzan un promedio de 14 macollos por metro lineal.

Entre la fase de macollamiento y fase de gran crecimiento se observó un aumento en el número de tallos por metro lineal de todas las variedades a excepción de la variedad FAM 08-550 “C” que a pesar de mostrar un pequeño incremento en el número de macollos el mismo es insignificante en comparación de las demás siendo estadísticamente inferior en la producción de tallos por metro lineal.

-Análisis por fecha del N° de tallos/ m lineal

-Evolución del N° de tallos por metro lineal durante el ciclo del cultivo en las distintas fechas de muestreos, comprendido desde la fase de macollamiento a fin del periodo de gran crecimiento.

Con el cierre del cañaveral se produce una fuerte competencia que deriva en el auto raleo de los tallos produciéndose una disminución significativa de la población de los mismos establecida al término de la fase de macollaje. La mortalidad puede darse entre 25 a 75 %, resultando en una mortandad más frecuente del 45 a 50 %, lo cual depende de factores genéticos, ambientales y de manejo, posteriormente la población muestra una estabilización hasta cosecha, quedando así definido el número de tallos molibles por metro lineal (Romero *et al.*, 2009).

Tabla 5: Evolución del Número de tallos por metro lineal durante el ciclo del cultivo en las distintas fechas de muestreos, comprendido desde la fase de macollamiento a fin del periodo de gran crecimiento. Detalles en el cuadro siguiente.

Fechas de muestreo	N° de tallos por metro lineal
1	15,3 A
2	17,6 A
3	14,9 A
4	18,3 A
5	18,03 A
6	9,63 B
CV %	15,47

Medias con una letra común no son significativamente diferentes Tukey ($p > 0,05$)

El coeficiente de variación fue transformado utilizando el logaritmo en base 10 (\log_{10}) para mejor interpretación de la variabilidad de los datos.

Hubo diferencias estadísticamente significativas en el componente del rendimiento número de tallos por metro lineal entre la última fecha de muestreo respecto de las anteriores, que a su vez no se diferenciaron entre ellas (Tabla 5).

En la muestra 6 se observó una diferencia estadísticamente diferente a las demás, con un promedio de 9,63 tallos por metro lineal, disminución que se debe al auto raleo producido por la planta para de esta manera quedar fijado uno de los componentes de rendimiento que es el número de tallos molibles por metro lineal que se definió al final de la fase de gran crecimiento (Tabla 5).

Tabla 6: Peso fresco individual de los tallos, medidos 02/08/2023.

Variedad	peso individual de tallo (Kg)
FAM 08-241	1,2 A
FAM 05-662	0,73 A
FAM 05-691	0,66 A
FAM 05-469	1,26 A
NA 85-1602	0,97 A
FAM 01-1505	0,87 A
FAM 06-162	0,88 A
FAM 08-1016	0,81 A

FAM 08-550	1,16 A
LCP 85-348	0,58 A
CV%	12,91

Medias con una letra común no son significativamente diferentes Tukey ($p > 0,05$)

El coeficiente de variación de la variable peso individual de tallo se transformó con Raíz cuadrada para mejor interpretación de la variabilidad de los datos.

Analizando el peso medio de los tallos maduros (Tabla 6) en las diferentes variedades se puede observar que no hubo diferencias estadísticamente significativas. No obstante, se presentaron variaciones de peso entre ellas, la variedad FAM 08-241 con 1,2 Kg/tallo, mientras LCP 85-348 0,580 Kg/tallo, muestran una marcada variación. Este componente numérico de rendimiento es de gran importancia, ya que las disparidades en peso tienen un impacto directo en rendimiento final del mismo (Tabla 13).

Altura de tallos:

La altura de los tallos varía según la variedad y depende de las condiciones edafoclimáticas de cada zona, en excelentes condiciones pueden llegar hasta los 3 metros de altura, pero para nuestra región, 2 metros es considerado una altura muy buena. En el interior del de tallo se encuentra fibra (bagazo), jugos que contienen agua y sólidos dentro de los que se concentra la sacarosa. Otros solidos son glucosa, fructosa, sales gomas, almidón y proteína que hacen a la calidad del material (Santana et al., 2010 Santa Fé).

Tabla 7: Altura promedio de los tallos de cada variedad medidos en las siguientes fechas 05/01/2023- 24/01/2023- 07/02/2023- 27/02/2023- 03/04/2023- 02/08/2023.

Variedad	Altura de tallo (m)
FAM 05-469	1,12 A
FAM 05-662	1,06 A
FAM 08-241	0,99 A
FAM 06-162	0,96 A
FAM 01-1505	0,94 A
FAM 05-691	0,91 A
FAM 08-1016	0,9 A
FAM 08-550	0,85 A
LCP 85-348	0,68 A
NA 85-1602	0,66 A
CV %	32,43

Medias con una letra común no son significativamente diferentes Tukey ($p > 0,05$)

El coeficiente de variación fue transformado utilizando la Raíz cuadrada para mejor interpretación de la variabilidad de los datos.

Analizando las medias de las alturas (m) de las distintas variedades, se observó que no hubo diferencias estadísticamente significativas dentro de las variedades, la diferencia que presentan entre las misma es mínima, la variabilidad en altura de tallo de la caña de azúcar es moderada, la que mayor altura a registrado fue la variedad FAM 05-469 con una media de 1,12 metros, mientras que la de menor altura es NA 85-1602 que registró una altura de 0,66 metros (Tabla 7).

Tabla 8: Evolución de la altura de los tallos en el tiempo.

Fecha de muestra	Altura de tallo (m)
6	2,01 A
5	1,22 B
4	0,68 C
3	0,54 C
2	0,52 C
1	0,48 D
CV %	15,26

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El coeficiente de variación fue transformado utilizando la Raíz cuadrada para mejor interpretación de la variabilidad de los datos.

Analizando las 6 fechas de muestreos se observan diferencias estadísticamente significativas en la altura de los tallos (Tabla 8), la fecha de muestreo 1 presentó una altura de 0,48 metros medida tomada como punto de referencia inicial para el crecimiento de la planta. La altura muestra un patrón de crecimiento gradual a lo largo del tiempo hasta alcanzar la máxima en la última fecha de muestreo, con un promedio de 2 metros. Es notable como el cultivo se mantuvo estadísticamente con la misma altura de plantas durante las fecha de muestreo 2, 3 y 4 (Tabla 8).

En el periodo de gran crecimiento se produce un incremento notable en la altura de la planta (Tabla 8) además de número de tallos por metro lineal (Tabla 5) y peso fresco de tallos (Tabla 6), variables que se ven muy afectadas por las condiciones ambientes, debido a que en este periodo el cultivo demanda los máximos requerimientos hídricos y térmico (Romero *et al*, 2009). Las escasas precipitaciones durante la campaña de muestreo (2022-2023) en el periodo de activo crecimiento puede explicar la baja altura de tallo en esta fase la cual logra tener una compensación mínima de la altura en la fase de maduración.

Radiación interceptada por el cultivo:

La radiación por su incidencia en la fotosíntesis de la planta es un factor muy importante y determinante en el nivel de crecimiento y acumulación de materia seca, intensidades crecientes de radiación se asocian con aumentos en la producción de caña y de azúcar, así como también ejerce un rol central en la regulación del macollaje (Romero *et al*, 2009).

El aumento de la radiación interceptada por el cultivo se da en la fase de gran crecimiento donde se produce alrededor del 70% de intercepción de la misma, lo cual va a compañía de un gran crecimiento del cultivo.

Tabla 9: Radiación Fotosintéticamente activa interceptada por el cultivo (Rlc%) por las diferentes variedades de caña de azúcar en promedio a través del tiempo en las siguientes fechas de muestreo 28/10/2022- 16/11/2022- 14/12/2022- 11/01/2023- 24/02/2023.

Variedad	Rlc%
FAM 05-662	72,87 A
FAM 08-1016	68,87 A
FAM 06-162	64,93 A
NA 85-1602	62 A
FAM 05-469	60,27 A
FAM 01-1505	59,67 B
FAM 05-691	57,47 B
FAM 08-241	54,13 C
LCP 85-348	48,07 D
FAM 08-550	48 D
CV%	18,94

Medias con una letra común no son significativamente diferentes Tukey ($p > 0,05$)

En el análisis de los datos se observaron diferencias estadísticamente significativas entre algunas de las variedades (Tabla 9). La variedad que mayor Rlc% fue FAM 05-662 72,87%, pero las variedades FAM 08-1016, FAM 06-162, NA 85-1602 y FAM 05-469 no difieren significativamente entre ellas.

Las variedades identificadas con la letra B y C fueron estadísticamente intermedias y presentaron una intercepción menor a las anteriores. La variedad FAM 08-241 (identificada con la letra C) difirió significativamente respecto de las demás por presentar menor Rlc (%). Por otro lado, las variedades LCP 85-348 y FAM 08-550, identificadas con la letra "D", fueron las que presentaron las medias más bajas de radiación interceptada con valores de 48,07 y 48 % respectivamente, lo que denota que no hubo diferencias significativas entre ellas, pero si con las variedades de los grupos anteriores (Tabla 9).

Tabla 10: Evolución de la Radiación Fotosintéticamente activa interceptada (Rlc) por fecha de muestreo.

Fecha de muestreo	RIC%
5	75,8 A
4	63,43 B

3	58,4 B
2	54,83 C
1	45,67 D
CV%	18,94

Medias con una letra común no son significativamente diferentes Tukey ($p > 0,05$)

En el análisis realizado por fecha de muestreo en las misma se puede observar que son estadísticamente diferente entre ellas, aumentando gradualmente la intercepción de la radiación por parte del cultivo a lo largo de todo su desarrollo, alcanzado la máxima intercepción de la radiación incidente en la fecha de muestreo 5 con 75,8% de radiación interceptada y manteniéndose estable la intercepción en las fechas 3 y 4, siendo las fechas de menor intercepción la 1 y la 2, las cuales fueron registradas al inicio del ensayo y del ciclo del cultivo.

Las distintas variables anteriormente analizadas fueron registradas en gran parte durante dos fases fenológicas del cultivo de caña de azúcar, macollamiento y gran crecimiento. Durante la primera fase se registra el máximo número de macollos por metro lineal y al finalizar la misma se produce el cierre del cañaveral. Por otro lado, en la fase de Gran crecimiento el cultivo comienza a fijar los componentes numéricos del rendimiento como número de tallos molibles por metro lineal y el peso fresco por tallo. En esta fase el cultivo expresa su máxima respuestas a los factores ambientales y de manejo siendo importante el aprovechamiento de los mismo por parte del cultivo (Romero *et al.*, 2009).

La principal limitante en esta fase es el factor agua el cual es muy importante para el cultivo (Romero *et al.*, 2009), esto explicaría el porqué del bajo rendimiento de las variables en este periodo, más adelante se analizará como la falta del recurso hídrico pudo haber afectado el rendimiento final del cultivo (Tn/ha).

5.2- Análisis del % de Materia seca y determinación de coeficiente de maduración.

Tabla 11: Determinación del % Materia seca realizada el 23/08/2023.

Variedad	% Materia Seca
FAM 01-1505	28,9 A
NA 85-1602	28,77 A
FAM 06-162	28,5 A
FAM 05-691	27,5 A
FAM 08-1016	27,37 A
FAM 08-550	26,67 A
LCP 85-348	26,37 A
FAM 05-662	25,87 A
FAM 05-469	25,63 A
FAM 08-241	25,43 A
CV%	19,58

Medias con una letra común no son significativamente diferentes. Tukey ($p > 0,05$)

En el análisis de la varianza para el contenido porcentual de materia seca en las distintas variedades tomadas de los tallos, no se observó diferencias estadísticamente significativas, las cuales muestran una media de 27,1 % MS (Tabla 11). Estos valores se encuentran dentro de los contenidos promedio reportados por numerosos autores y citados por Lagos-Burbano y Castro-Rincón (2019).

Tabla 12: Determinación del coeficiente de maduración para las distintas variedades, realizado el 02/08/2023.

Variedad	°Brix basal	°Brix apical	Coeficiente de maduración
FAM 01-1505	19,33 A	21,1 A	1,10 A
FAM 06-162	19,43 A	19,73 A	1,02 A
FAM 05-469	20,87 A	20,77 A	0,99 A
FAM 05-691	20,73 A	20,3 A	0,98 A
FAM 05-662	19,7 A	19,17 A	0,98 A
FAM 08-241	20,4 A	18,97 A	0,93 B

FAM 08-1016	21,57 A	20,1 A	0,93 B
FAM 08-550	20,67 A	18,83 A	0,91 B
NA 85-1602	20,97 A	19,1 A	0,91 B
LCP 85-348	20,33 A	18,07 A	0,89 B
CV	5,6	7,46	5,78

Medias con una letra común no son significativamente diferentes. Tukey ($p > 0,05$)

Para poder interpretar estos análisis debe hacerse referencia a que el Coeficiente de Maduración CM surge de dividir el %SST promedio de la porción media del tallo / % SST promedio de la porción basal, y que según esta relación las cañas estarán maduras o no cuando la relación sea:

CONDICIÓN DE LA CAÑA	CM
MADURA	0,95 - 1,00
INMADURA	< 0,95
SOBREMADURA	> 1,00

De acuerdo al análisis del coeficiente de maduración (Tabla 12), se pudieron observar diferencias significativas entre la madurez en las distintas variedades, encontrándose cinco variedades (FAM 01-1505- FAM 06-162 - FAM 05-469 - FAM 05-691- FAM 05-662) significativamente más maduras que las demás. Las otras cinco variedades se encontraban aún inmaduras (CM <0,95) y no se diferenciaron entre sí: FAM 08-241- FAM 08-1016- FAM 08-550- NA 85-1602- LCP 85-348 (Osorio, 2007).

Por otra parte, se puede destacar que, dentro de las cinco variedades con el mayor CM, dos se encontraban sobre maduras (CM >1) y las otras tres maduras (CM=0,95-1) (Osorio, 2007).

Santana *et al.* (2010) destacan que la variedad NA 85-1602 presenta maduración intermedia y es ideal para finalizar zafra por conservar sus contenidos sacarinos.

5.3- Rendimiento cultural de caña de azúcar:

Para el rendimiento del cultivo de caña de azúcar, es muy importante que hayan quedado fijados los componentes numéricos del mismo en la fase fenológica de gran crecimiento, como ser números de tallos molibles por metro lineal (Tabla 5) y peso fresco individual de tallos (Tabla 6), que son los que definen la producción final del cultivo.

La capacidad productiva varía entre las distintas zonas cañeras tropicales y subtropicales, entre 40 a 150 Tn/ha (Lovisa,2010). En el contexto de Corrientes el cultivo de caña de azúcar logra acumular en 8 a 10 meses entre 60 a 100 Tn /ha. En condiciones experimentales de secano, en ambientes del Norte de Corrientes en suelos de Ensenada Grande, con fertilización y control mecánico/manual de malezas, los rendimientos culturales alcanzaron 172 Tn/ha en ensayos realizados en el año 2019/2020 (Yanissek,2021).

En el siguiente cuadro se detallan los datos de las distintas variables tomadas en la última fecha de muestreo hacia el mes de agosto 2023, momento de cosecha y de la determinación del rendimiento cultural de cada una de las 10 variedades, para de esta manera explicar y concluir qué variedad presentó el mayor rendimiento.

Tabla 13: Determinación del rendimiento cultural, 2 agosto del 2023 a través del N° de tallos/m lineal, peso individual de tallos (kg), altura de tallos (m).

Variedad	Rendimiento (kg/ha)	Número de tallos/m	peso individual de tallos (Kg)	Altura de tallos (m)
FAM 08-241	74580 A	10 A	1,2 A	2,30 A
FAM 05-662	72190 A	15,67 A	0,73 A	1,39 B

FAM 05-691	58290 A	14 A	0,66 A	1,96 A
FAM 05-469	52080 A	6,33 A	1,26 A	2,44 A
NA 85-1602	51980 A	8 A	0,97 A	1,85 A
FAM 01-1505	48330 A	9 A	0,87 A	1,84 A
FAM 06-162	47000 A	8,67 A	0,88 A	2,53 A
FAM 08-1016	44640 A	9 A	0,81 A	2,14 A
FAM 08-550	38750 A	5,67 A	1,16 A	1,96 A
LCP 85-348	35830 A	10 A	0,58 A	1,68 A
CV%	11,52	16,7	12,91	15,12

Medias con una letra común no son significativamente diferentes. Tukey ($p > 0,05$).

El coeficiente de variación de las variables, N° de tallos por metro lineal y Rendimiento/ha fueron transformado utilizando el logaritmo en base 10 (log10), la variable peso individual de tallo se transformó con Raíz cuadrada para mejor interpretación de la variabilidad de los datos.

En primer lugar, debe mencionarse que según los últimos datos de producción publicados por FAOSTAT (2024), el rendimiento promedio del cultivo en Argentina es de 48000 kg/ha. Por lo tanto (Tabla 13), cuatro de las 10 variedades evaluadas se encuentran por debajo del rendimiento promedio citado (FAM 06-162, FAM 08-1016, FAM 08-550 y LCP 85-348).

Analizando los datos obtenidos de rendimiento y los componentes numéricos que lo determinan (Tabla 13), se puede observar que las variedades no presentaron diferencias significativas, a pesar de ello, desde el punto de vista del productor al momento de la selección del material vegetal si es importante remarcar la diferencias en el rendimiento.

FAM 08-241 es la variedad que logró destacar por sobre las demás obteniendo el mayor rendimiento el cual fue 74.580 kg/ha, al no tener un alto número de tallos por metro lineales 10, mostró una compensación con el mayor peso de tallos individuales (1,2 kg) que le permitió llegar a ese rendimiento cultural. Esta variedad presentó asimismo una altura promedio individual de tallos de 2,3 m haciendo de esta variedad una de las más altas (Tabla 13).

FAM 05-662 es la segunda de mayor rendimiento con 72.190 Kg/ha, presentando mayor número de tallos por metro lineal (en promedio de 16 tallos/m) y menor peso de tallos individuales (de 0,730 kg) con una altura significativamente menor a todas las demás variedades (1,39 m). Su rendimiento es significativamente menor que la variedad anterior, a pesar de tener mayor N° de tallos presentó menor peso de tallos individuales (Tabla 13).

FAM 05-691 presentó mayores números de tallos por metro lineal (14) con respecto a la más rendidora FAM 08-241 (10 tallos/metro lineal) y una altura de 1,96 m, la misma se vio afectada por el bajo peso individual de los tallos (0,660 kg) siendo su rendimiento menor que las anteriores con 58.290 kg/ha (Tabla 13).

FAM 05-469 y NA 85-1602 son variedades que obtuvieron un rendimiento intermedio respecto a las demás con un promedio de 51,500 kg/ha y un promedio de 7 tallos por metro lineal (valor considerado muy bajo), el rendimiento se vió compensado por el peso individual de los mismo con un promedio de 1,11 kg y su altura promedio de 2,14 metros, que hicieron que la diferencia de rendimiento entre ambas variedades fuera mínima (Tabla 13).

Según Santana *et al.* (2010) la variedad NA 85-1602 fue originada en la Chacra Experimental Santa Rosa, de Salta y ocupa la mayor superficie en la actualidad de la cuenca cañera santafesina. Su hábito de crecimiento inicial decumbente (abierto), sobre todo en socas, hace que rápidamente sus hojas se entrecrucen en el entresurco provocando sombra que dificulta la proliferación de malezas. Por esto se la considera como una variedad "limpia", que rápidamente compite con las malezas reduciéndose los gastos en herbicidas.

FAM 01-1505 y FAM 06-162 con un rendimiento promedio de 47.500 kg/ha presentaron una diferencia muy alta con respecto a FAM 08-241 con 74.580 kg/ha, su rendimiento no se vio compensado con el número de tallos por metro lineal el cual fue de 8 tallos/metro (valor muy bajo), la altura de 1,85 m y un peso de tallo individual de 0,800 kg. El rendimiento de esta variedad se vio afectado principalmente por el bajo N° de tallos por metro lineal (Tabla 13).

La variedad FAM 08-1016, con un rendimiento de 44.640 kg/ha, mostró un desempeño inferior en comparación con las variedades mencionadas anteriormente. Con 9 tallos por metro lineal, un peso individual de 0,810 kg y una altura de 2,14 metros, variables que hicieron que esta variedad presente bajo rendimiento (Tabla 13).

Las variedades FAM 08-550 y LCP 85-348 han mostrado los rendimientos más bajos, con 38.759 kg/ha y 35.830 kg/ha respectivamente. Aunque el análisis de la varianza no mostró diferencias estadísticamente significativas entre ellas, la

disparidad con la variedad FAM 08-241 que alcanzó 74.500 Kg/ha es para ser considerada por los productores (Tabla 13).

La variedad LCP 85-348, la de menor rendimiento presentó el mayor número de tallos por metro lineal, el cual es superior a los tallos 6 tallos por metro lineal de FAM 08-550. Sin embargo, el peso individual de tallo es más bajo, con 0,580 kg y su reducida altura de 1,68 metros no contribuyeron al rendimiento en comparación con las demás variedades (Tabla 13). Según Santana *et al.* (2010), la variedad LCP 85-348, originada en Estados Unidos ha sido adoptada por un cierto número de productores, presenta tallos delgados, gran capacidad de macollaje con muy buen número de tallos a cosecha, aunque de bajo peso individual, lo que coincide con los resultados encontrados. Sin embargo, no maduró de manera temprana como comentan Santana *et al.* (2010), sino todo lo contrario para las condiciones agroecológicas del lugar de experimentación.

En contraste, la variedad FAM 08-550 logró compensar su menor cantidad de tallos por metro lineal (6 tallos) con mayor peso de tallos individuales (de 1,16 kg) resultando en un rendimiento superior al de LCP 85-348 (Tabla 13).

5.4- Valor nutritivo de la caña de azúcar.

Tabla 14: Componentes determinantes de la calidad nutricional forrajera de muestras de tallos de las variedades de caña de azúcar, tomadas el 3/08/23 cuando se realizaron las determinaciones de laboratorio en el Instituto Pedro Fuentes Godo de: Nitrógeno (N%), Proteína Bruta (PB%), Fósforo (P%), Potasio (P%), Calcio (Ca%), Magnesio (Mg%), Fibra detergente ácida (FDA%), Fibra detergente neutra (FDN%), Digestibilidad (DIG%), Total de Nutrientes Digestibles (TND%) y Energía Disponible (Mcal/kg de MS).

Variedades	NT%	PB %	P %	K %	Ca %	Mg %	FDN %	FDA %	DIG %	TND %	ED Mcal/kg de MS
FAM 05-469	0,60 A	3,71 A	0,08 B	0,55 A	0,61 A	0,12 A	41,9 A	24,46 A	69,84 A	77,3 A	3,41 A
FAM 05-691	0,47 A	2,93 A	0,08 B	0,78 A	0,55 A	0,14 A	42,17 A	23,98 A	70,22 A	77,67 A	3,43 A
FAM 01-1505	0,45 A	2,79 A	0,08 B	0,43 A	0,57 A	0,14 A	38,46 A	25,37 A	69,14 A	76,59 A	3,38 A
FAM 05-662	0,37 B	2,28 B	0,11 A	0,62 A	0,57 A	0,13 A	38,25 A	22,83 A	71,12 A	78,57 A	3,47 A
FAM 06-162	0,36 B	2,25 B	0,07 B	0,40 A	0,53 A	0,14 A	39,58 A	23,11 A	70,9 A	78,35 A	3,46 A
FAM 08-550	0,34 B	2,14 B	0,09 B	0,68 A	0,53 A	0,15 A	41,52 A	27,34 A	67,6 A	75,05 A	3,31 A
NA 85-1602	0,34 B	2,10 B	0,13 A	0,64 A	0,57 A	0,15 A	33,62 A	19,62 A	73,62 A	81,07 A	3,57 A
LCP 85-384	0,32 B	1,97 B	0,10 A	0,53 A	0,55 A	0,13 A	32,72 A	18,77 A	74,28 A	81,74 A	3,61 A
FAM 08-1016	0,31 B	1,89 B	0,09 B	0,30 A	0,55 A	0,15 A	37,66 A	23,56 A	70,55 A	78,00 A	3,44 A
FAM 08-241	0,27 C	1,68 C	0,10 A	0,36 A	0,57 A	0,14 A	35,47 A	23,58 A	70,53 A	77,98 A	3,44 A
CV %	12,18	12,05	9,83	19,8	8,89	16,79	8,37	13,52	3,46	3,13	3,13

Medias con una letra común no son significativamente diferentes Tukey ($p > 0,05$) El coeficiente de variación de la variable K se transformó con Raíz cuadrada para mejor interpretación de la variabilidad de los datos.

La caña de azúcar es rica en carbohidratos y una fuente energética por excelencia, pero su contenido en proteína es bajo, no supera el 5 % de la materia seca (Lagos-Burbano y Castro-Rincón 2019). Esto coincide con los resultados del análisis de laboratorio detallados en la Tabla 14, donde se observan diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de nitrógeno total (%NT) y proteína bruta (%PB) entre variedades. Los materiales estadísticamente superiores fueron: FAM 05-460, FAM 05-691 y FAM01-1505 que no se diferenciaron entre ellas, pero sí de las demás con un mayor porcentaje de NT y PB, entre de las mismas hay disparidades, la que logró desatacar y ser superior es FAM 05-469 con un % PB 3,71. en comparación con su rendimiento (Tabla 11), el cual se sitúa en un nivel intermedio entre todas las variedades, alcanzando un rinde 52,080 Kg/ha.

FAM 05-691 y FAM 01-1505 presentaron una media de NT 0,46 y PB de 2,86 %. Las variedades FAM 05-662, FAM 06-162, FAM 08-550, NA 85-1602, LCP 85-384, FAM 08-1016 no son estadísticamente diferentes presentando porcentajes medios de PB 2,10 %. Por otro lado, la variedad FAM 08-241 mostró un % PB de 1,68 notablemente inferiores a las demás variedades. A pesar de esto, la misma logró destacarse sobre las demás al presentar un rendimiento superior (Tabla 13) de 74,580 Kg/ha.

Los resultados son coincidentes con lo publicado por Lagos-Burbano y Castro-Rincón (2019), los valores de PB son similares, ya que cuando evaluaron cañas cosechadas a los 16 meses citaron contenidos entre 3,63 y 1,92%.

En el contenido de fósforo (P) se observaron diferencias significativas, siendo las variedades NA 85-1602, FAM 05-662, LCP 85-384, FAM 08-241 las que mostraron aportes más elevados y una media de 0,11 %. FAM 08-550, FAM 08-1016, FAM 05-469, FAM 05-691, FAM 01-1505, FAM 06-162, estadísticamente inferiores a las anteriores presentaron un contenido medio de fósforo de 0,08 %.

En el análisis estadístico de los elementos K, Ca y Mg los mismos no presentaron diferencias significativas, presentan disparidades en los valores sin ser estadísticamente diferentes observándose una media en K de 0,52%, Ca 0,55% y de Mg 0,13%.

En el análisis del porcentaje de FDN y FDA las medias no fueron estadísticamente diferentes entre variedades, obteniéndose un promedio de % FDA 23,26 y una media del % de FDN 38,13.

Comparado con el trabajo de Lagos-Burbano y Castro-Rincón (2019), los valores de FDN son similares, ya que cuando evaluaron cañas cosechadas entre 8 y 12 citaron 35,21%. De hecho, esos autores destacan que la composición química de la caña 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 la caña integral (54,13 %) y menor para los tallos (35,21 %) debido a la cantidad de azúcares solubles en el contenido celular. Este último valor coincide con los encontrados en este trabajo en el que la FDN promedio es cercana a 37% (Tabla 14).

Al cosechar la caña entre los 8 y 12 meses de edad, hay menor contenido de FDN, buen contenido de azúcares no reductores y reductores, y una humedad adecuada que facilita el proceso degradativo del alimento (Lagos-Burbano y Castro-Rincón 2019), que se suma a la alta oferta de biomasa. Si bien no se encontraron diferencias en los contenidos de FDN ni de FDA entre variedades, cabe mencionar que la var NA 85-1602, fue la menos fibrosa (Tabla 14), por lo que sería deseable para fines forrajeros, según lo valorado por Torres Moreira (2009).

Lo importante es destacar que en otras Poáceas a medida que aumenta la edad de la planta disminuye la digestibilidad de la materia orgánica (DIG). En cambio, en la caña, a medida que aumenta la edad de la planta se incrementa la digestibilidad de la materia orgánica, debido a mayor acumulación de azúcares solubles, si bien el contenido de proteína y extracto etéreo se reduce (Salazar-Ortiz *et al.*, 2017).

Para los resultados porcentuales de DIG % y TND % no se presentaron diferencias significativas, obteniéndose una media para el porcentaje de DIG de 70,78 % y TND 78,23 % (Tabla 14).

Según Salazar-Ortiz *et al.* (2017), el elevado contenido de azúcar y reducido contenido de almidón de la caña limita la digestibilidad de la fibra (50 % a 68 %), valores menores pero cercanos al promedio de 70,87 % encontrados en este trabajo.

Para los resultados de ED las mismas no son estadísticamente diferentes obteniendo una media de 3,45 Mcal/kg MS.

Tabla 15: Componentes determinantes de la calidad nutricional forrajera de muestras de tallos de las variedades de caña de azúcar de las secciones apical y media, tomadas el 3/08/23 cuando se realizaron las determinaciones de laboratorio en el Instituto Pedro Fuentes Godo de: Nitrógeno (N%), Proteína Bruta (PB%), Fósforo (P%), Potasio (P%), Calcio (Ca%), Magnesio (Mg%), Fibra detergente ácida (FDA%), Fibra detergente neutra (FDN%), Digestibilidad (DIG%)

Sección	NT	PB	P	K	Ca	Mg	FDN	FDA	DIG
	%								
MEDIA	0,38 A	2,39 A	0,09 A	0,65 A	0,55 A	0,15 A	38,90 A	22,82 A	70,43 A
BASAL	0,38 A	2,35 A	0,09 A	0,41 B	0,55 A	0,13 B	37,37 A	23,70 A	71,13 A
CV (%)	26,99	27,08	20,66	33,23	7,77	12,46	10,58	14,64	3,75

Medias con una letra común no son significativamente diferentes Tukey ($p > 0,05$)

Al estudiar las diferencias nutricionales entre las secciones basales y medias de los tallos, independientemente de las variedades, se encontraron diferencias en las concentraciones porcentuales únicamente en el K y en el Mg. Ambos minerales se encuentran significativamente en mayor proporción en la sección media de las cañas, respecto de la sección basal. Resulta interesante destacar que la composición porcentual de la FDN, FDA y consecuentemente la DIG no difieren entre las secciones, por lo cual resultan igualmente útiles para la dieta en estos términos (Tabla 15).

Lagos-Burbano y Castro-Rincón (2019), mencionan que la composición química de la caña también depende de la fracción de la planta (integral, cogollo y tallo), la PB es mayor para el cogollo (3,83 %), seguido de la caña integral (1,44 %) y los tallos (0,59 %); la FDN es mayor para el cogollo (74 %), intermedia para la caña integral (54,13 %) y menor para los tallos (35,21 %) debido a la cantidad de azúcares solubles en el contenido celular.

En la Tabla 15, se muestran los resultados de nuestro trabajo, en la que los contenidos de PB de 2,3% en los tallos maduros de la caña planta correctamente fertilizada con 468 kg /ha de urea (215 kg/ha N) fueron notoriamente más elevados que 0,59%, valor citado por Lagos-Burbano y Castro-Rincón (2019).

6-Régimen térmico:

El régimen térmico, es importante debido a que determina la cantidad de días efectivos en el cual planta acumula biomasa, esto se cumple siempre que los demás factores se mantengan en niveles estables y constantes, factor hídrico y de nutrición (Lovisa,2010).

En la Tabla 16 se presenta el cálculo de tiempo térmico tomados desde brotación septiembre del 2022 a cosecha, agosto del 2023 para el cultivo de caña planta, calculado con Tb de 16°C.

Tabla 16:

Tiempo Térmico durante el ciclo del cultivo	
Fecha	Grados días mensuales
sep-22	90
oct-22	186
nov-22	270
dic-22	403
ene-23	434
feb-23	336
mar-23	372
abr-23	180
may-23	93
jun-23	90
jul-23	62
ago-23	155
Total, GD	2671

Analizando la Tabla 16 se puede observar que los grados días mensuales fueron positivos, no se observaron meses con suma de grados días negativos, lo cual es favorable, teniendo una suma de tiempo térmico de 2.671 grados días desde la brotación hasta la cosecha del cañaveral bajo estudio, siendo por mucho superior en comparación a otras zonas cañeras como el Norte de Santa Fe (Lovisa,2010).

En el Dpto. capital de la Provincia de Corrientes, en un suelo arenoso, fertilizado, con 2671 grados días acumulados (Tabla 16) desde la brotación a la cosecha, 10150 mm de precipitaciones acumuladas (Tabla 17), con caña semilla plantada en mayo y cosechada en agosto en un ciclo de 15 meses la caña planta cosechada rindió en promedio 52,37 ton ha⁻¹, 4 toneladas por encima del promedio citado para Argentina en el año 2022 por la FAOSTAT (2024), pero algunas variedades alcanzaron a rendir 72 toneladas ha⁻¹, apenas 1 tonelada por debajo del promedio nivel mundial citado por la misma fuente. Esto habla del potencial de la región y de la importancia de la experimentación adaptativa de las diferentes variedades para las condiciones agroecológicas de Corrientes.

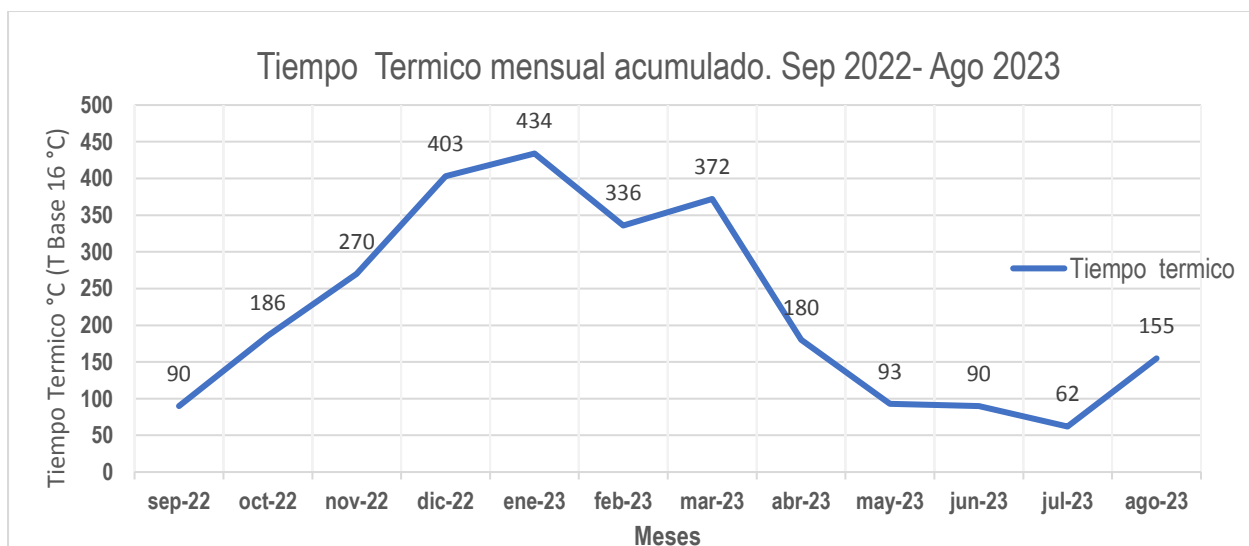


Figura 2: Tiempo térmico. Temperaturas registradas en el Dpto. de Corrientes Capital durante los años 2022-2023. Fuentes: Estación meteorológica automática-ICAA.

Las temperaturas varían a lo largo de las distintas fases fenológicas del cultivo, Romero *et al.* (2009) citan que para que se inicie o active la brotación se requieren temperaturas de 16 a 18 °C, para la fase de macollaje el rango de temperaturas se encuentra entre los 28 a 32 °C, mientras que para el periodo de gran crecimiento las temperaturas ideales se encuentran entre 28 a 35 °C.

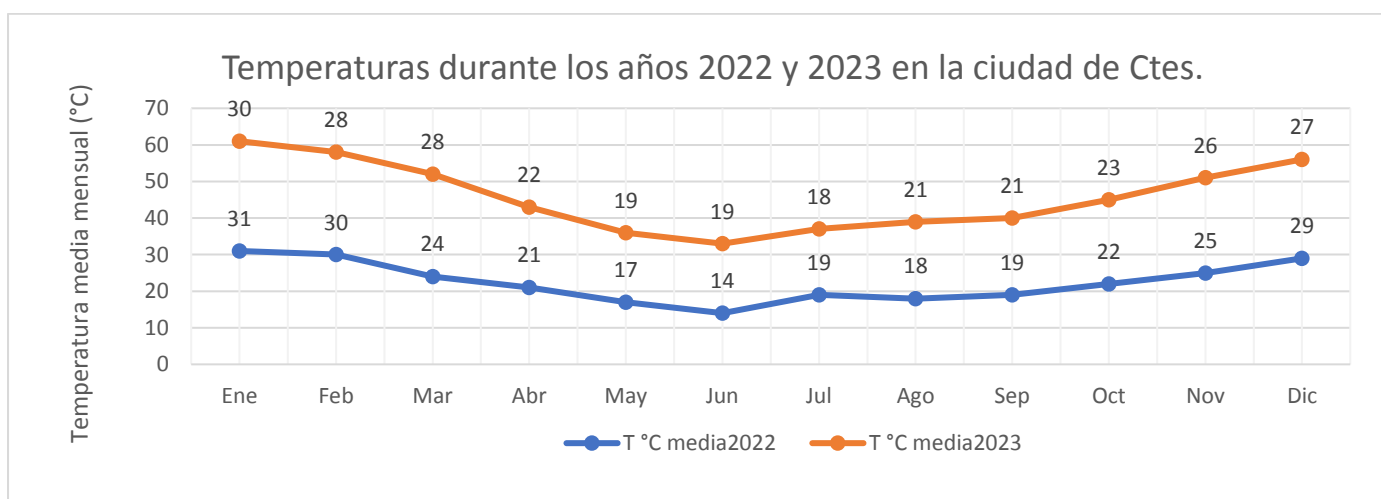


Figura 3: Temperaturas registradas en el Dpto. de Corrientes Capital durante los años 2022-2023. Fuentes: Estación meteorológica automática-ICAA.

7-Régimen hídrico:

El requerimiento de hídrico en el cultivo de caña de azúcar es importante en cada una de las fases fenológicas, a pesar de que se cultiva en secano, el requerimiento hídrico fluctúa entre 1200/1700mm anuales. En las primeras fases de Brotación y Macollaje es importante el consumo de agua tanto para el desarrollo de raíces, formación de macollos y de hojas. En el periodo de gran crecimiento o activo crecimiento es donde se produce el mayor consumo de agua por parte del cultivo alrededor del 55 al 60 % ya que en esta fase se produce alrededor del 55 % de la biomasa del mismo. Luego sus requerimientos hídricos descienden en otoño para favorecer a la maduración del mismo (Digonzelli et al.,2015).

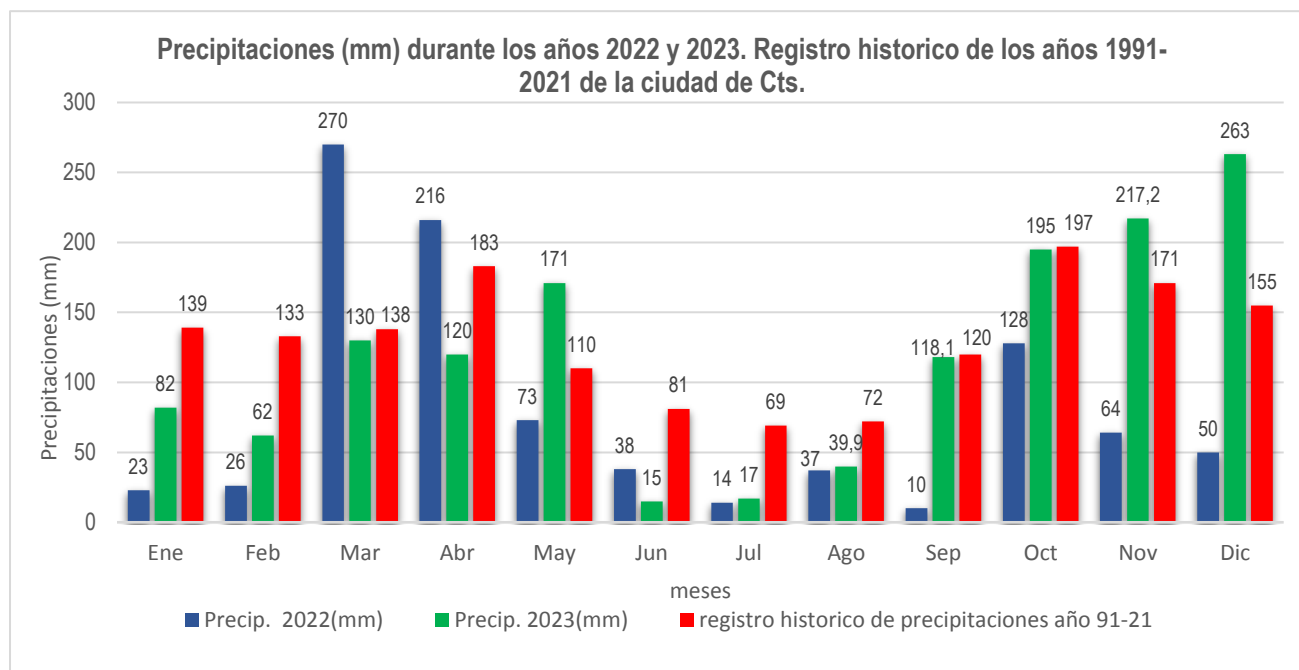


Figura 4: Precipitaciones registradas en el Dpto. de Corrientes Capital durante los años 2022-2023. Fuentes: Estación meteorológica automática-ICAA.

Tabla 17: Se observa las precipitaciones medias mensuales comprendidas desde plantación del cultivo Mayo del 2022 a cosecha del mismo Agosto 2023.

Meses	Precipitaciones (mm) de May 2022-Ago 2023
may-22	73
jun-22	38
jul-22	14
ago-22	37
sep-22	10
oct-22	128
nov-22	64
dic-22	50
ene-23	82
feb-23	62
mar-23	130
abr-23	120
may-23	171
jun-23	15
jul-23	17
ago-23	40
Sumatoria. (mm) durante el ciclo del cultivo	1050,9

En el registro de precipitaciones durante el ciclo del cultivo (Tabla 17) se puede observar que el requerimiento de precipitaciones durante la fase de gran crecimiento comprendida entre Diciembre 2022 a Abril del 2023 se encuentra muy por debajo de lo normal. Las precipitaciones acumuladas durante el ensayo comprendida desde plantación a cosecha fueron de 1050,9 mm en un periodo de 15 meses. En el periodo de gran crecimiento donde se da la mayor demanda de agua por parte del cultivo, solo se registró 444 mm, un 42% del 60% que demanda el cultivo en dicha fase.

Según varios autores (Tabla 18) para zonas con un régimen entre 1000 y 1250 mm de precipitación media anual, el rendimiento esperable es bajo y se encontraría entre 55 y 40 T/ha. De esta manera se puede concluir que hay variedades (Tabla 13) que se destacaron llegando a producir más de 70 Tn/ha bajo estas condiciones de sequía, por lo que deben ser tenidas en cuenta (FAM 08-241 y FAM 05-662).

Tabla 18

Nivel de aptitud del cultivo de caña de azúcar				
propiedad	Alta	Media	Baja	No apta
Temp. anual(°C)	22-32	20/22-32/35	18-29	<18
Precipitación media anual (mm)	>1,500	1,250-1,500	1,250-1,000	<1,000
Radiación anual(hs/año)	1,800-2,200	1,800-1,400	1,400-1,200	<1,200
Índice de severidad de sequia	Leve	Moderada	Fuerte a muy Fuerte	Severa
Pendiente (%)	0-8	8-16	16-30	>30
Altitud (msnm)	Hasta 400	400-850	850-1300	>1300
Drenaje externo	bueno moderado	imperfecto-moderado	pobre	pobre- inundable
Drenaje interno	bien drenado	mod. Bien drenado	imp. drenado-algo ex drenado	
Profundidad (cm)	>100	80-100	50-80	<50
Textura	Franco-arcilloso	Arcilloso	Franco-Arenoso	Arenoso
PH	6.6-7.3	6.1-6.5 7.4-8.3	5.6- 6.0> 8.3	< 5.5
Rendimiento esperado (Tn/ha)	>80	80-55	55-40	<40

Fuente: (Quintero 2008, Ortega 2007, Wahid, 2004, Hunsigi, 2001, Vázquez 1987, Chávez, 1999, Fogliata, 1995, Humbert, 1974, fauconnie, 1975, Dillewijn 1978).

FAOSTAT, 2024. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/es/?msclid=fb155665d08c11ec960f0137b7f027d9#data/QCL/visualize>

8-Conclusiones:

Según los resultados obtenidos de los componentes numéricos determinantes del rendimiento y calidad de la caña de azúcar en el Norte de la provincia de Corrientes, se puede afirmar que el cultivo resulta altamente beneficioso, no solo para propósitos forrajeros, sino también para aplicaciones industriales, tales como la extracción de sacarosa, la producción de azúcar y la fabricación de bioetanol.

Bajo condiciones experimentales en suelos de la serie Ensenada Grande, teniendo en cuenta que el cultivo se condujo en secano con fertilización y control mecánico/manual de malezas y sumado las condiciones de sequía que se registraron durante el ciclo del cultivo que afectaron la productividad de los mismo, dentro de las 10 variedades bajo estudio la que mayor rendimiento presentó, siendo superior al resto de las variedades fue FAM 08-241 logrando así 74580 Kg/ha, superando el promedio del cultivo en Argentina que es de 48000 kg/ha según FAOSTAT (2024).

En lo que respecta a la calidad nutricional del cultivo de caña de azúcar, se identificó que las variedades estadísticamente superiores fueron FAM 05-460, FAM 05-691 y FAM01-1505, las cuales no mostraron diferencias significativas entre sí, pero sí se distinguieron claramente del resto de las variedades evaluadas en términos proteicos. Estas diferencias nutricionales resaltan la importancia de considerar tanto el rendimiento como la calidad al seleccionar la variedad más adecuada para las condiciones edafoclimáticas específicas de la zona de cultivo, con el fin de maximizar su potencial productivo y nutricional.

9-Bibliografía:

1. -Andrade, FH & VO Sadras (eds). 2002. Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. E.E.A. INTA Balcarce-F.C.A. U.N.M.P. Argentina, 450 p. -AOAC. Official methods of analysis. Rockville, USA: AOAC International, 2019.
2. -Anschau, Renée Alicia 1(*); Flores Marco, Noelia 2., Carballo, Stella Maris 1 y Hilbert, Jorge. 2010. Evaluación del potencial agroecológico de caña de azúcar en Argentina para la producción de biocombustibles.2 https://www.researchgate.net/publication/46461160_Evaluacion_del_potencial_agroecologico_de_cana_de_azucar_en_Argentina_para_la_produccion_de_biocombustibles
3. -Burgos, A.M; Porta, M.; Hack, CM; Castelán, ME. 2021. Calidad nutricional de ensilajes mixtos de *Saccharum officinarum* L. y hojas de *Manihot esculenta* Crantz. Revista Pastos y Forrajes, Vol 44 Disponible en: <https://payfo.ihatu.uy/cu/index.php?journal=pasto&page=issue&op=current>.
4. -Chapman, H. D. & Pratt, P. F. Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas. México: Editorial Trillas, 1986.
5. -Dewis, J. & Freitas, F. Métodos físicos y químicos de análisis de suelos y aguas. Roma: FAO. Boletín No. 10, 1970.
6. FAOSTAT, 2024. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
7. -Gándara, L. 2013. Implantación y manejo de caña de azúcar en Corrientes. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/Cania_azucar/29-Corrientes.pdf Fecha última consulta: 3/12/2022.
8. -Garabatos, M.1990.Temas de Agrometeorología, Buenos Aires: Consejo Profesional de Ingeniería Agronómica, 97 pp.
9. -InfoStat. 2002. InfoStat versión 1.1. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
10. -Lovisa, 2010. Cadena Sucro/alcoholera Santafesina. Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en Caña de Azúcar. Centro Operativo Experimental Tacuarendí.
11. -Ministerio de Producción. Sector ganadero. Corrientes, Argentina: Ministerio de Producción de Corrientes. <http://www.mptt.gov.ar>, 2019.
12. -Page, A. L.; Miller, R. H. & Keeney, Y. Methods of soil analysis, chemical and microbiological properties. Madison, USA: Soil Sci. Soc. Am. Cap. 2, 1982.
13. -Perucca, S. y 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. Revista Agrotecnia. 24: 11-16.
14. Ribeiro, L.S.O.; Pires A.J. V, Pinho, B. D 1, Carvalho, G.G.P., Freire, M.A.L. 2009.Valor nutritivo da cana- de-açúcar hidrolisada com hidróxido de sódio ou óxido de cálcio. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.61, n.5, p.1156-1164.
15. -Romero, E.; Digonzelli, P. y Scandaliaris, J 2015: "Guía técnica del cañero"; Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, Tucumán, Argentina.
16. -Van Soest, P. J. & Wine, R. H. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. J. Assn. Offic. Anal. Chem. 50:50-55, 1967. DOI: <https://doi.org/10.1093/jaoac/50.1.50>.
17. -Undersander, D.; Combs, D. & Shaver, J. R. Milk per acre spreadsheet for combining yield and quality into a single term. J. Prod. Ag. 6:231-235. <https://fyi.extension.wisc.edu/forage/files/2016/11/Milk-2016-Combining-Yield-and-Quality-into-a-Single-Term-2.pdf>, 1993.
18. -Yannisek, Y. 2021. Productividad de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en el norte de Corrientes y efecto de la alcalización para fines forrajeros. Trabajo Final de Graduación. Facultad de Ciencias Agrarias. BAUNNE.
19. Salazar Ortiz et al 2017. Caña de azúcar (*Saccharum spp.*) En la alimentación de rumiantes: Experiencias generadas con caña forrajera.
20. Elizabeth Lagos-Burbano, Edwin Castro-Rincón. Caña de azúcar y subproductos de la agroindustria en alimentación de rumiantes.
21. Torres Moreira 2009. Manejo de la caña de azúcar para forraje en la producción de carne bovina.
22. Curso 2007 Vasallo y del Boca. Curso de capacitación sobre: Caña de azúcar para forraje.
23. McDonald. Nutrición animal 5ta edición.