



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), mayo-junio 2026,  
Volumen 10, Número 3.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v10i3](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i3)

## **IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE PRINCIPALES VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL INGENIO CASA GRANDE, TRUJILLO – LA LIBERTAD, 2025**

IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE  
PRINCIPALES VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL  
INGENIO CASA GRANDE, TRUJILLO – LA LIBERTAD, 2025

**Yenny Felicita Cornejo Pereda**  
Universidad Nacional de Trujillo, Perú

**Oscar Daniel Vásquez Salazar**  
Universidad Nacional de Trujillo, Perú

## Identificación y Análisis Fisicoquímico de Principales Variedades de Caña de Azúcar en el Ingenio Casa Grande, Trujillo – La Libertad, 2025

Yenny Felicita Cornejo Pereda<sup>1</sup>

[yfcornejop@unitru.edu.pe](mailto:yfcornejop@unitru.edu.pe)

<https://orcid.org/0009-0000-6881-2484>

Universidad Nacional de Trujillo

Perú

Oscar Daniel Vásquez Salazar

[ovasquezs@unitru.edu.pe](mailto:ovasquezs@unitru.edu.pe)

<https://orcid.org/0009-0008-7154-2487>

Universidad Nacional de Trujillo

Perú

### RESUMEN

La caña de azúcar es un cultivo fundamental para la economía agroindustrial del Perú, por lo que la selección varietal es clave para optimizar la calidad industrial. El objetivo de esta investigación fue evaluar el comportamiento fisicoquímico de las variedades de caña de azúcar cultivadas en la Ingenio Casa Grande S.A.A. durante el periodo enero-mayo 2025. La metodología aplicada fue de tipo cuantitativa con un diseño descriptivo-comparativo; se seleccionó una muestra no probabilística intencionada de nueve variedades comerciales y se analizó su composición mediante técnicas fisicoquímicas por triplicado. Los análisis de varianza (ANOVA) demostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.00001$ ) entre las variedades analizadas para las variables de porcentaje de sacarosa, °Brix, azúcares reductores y materia extraña. Destacó la variedad P12-745 con el mayor promedio de sacarosa (16.54%) y °Brix (21.15°), registrando además la menor cantidad de azúcares reductores (0.68%), lo que la consolida con el mejor potencial tecnológico. En contraste, la variedad Lar 52-604 exhibió mayores desventajas operativas con los índices más altos de azúcares reductores (1.08%) y materia extraña (3.75%). Se concluye que existen variaciones significativas en el comportamiento industrial, validando la necesidad de evaluaciones periódicas para la optimización de los rendimientos azucareros de la empresa.

**Palabras clave:** caña de azúcar, variedades, análisis fisicoquímico, ANOVA, rendimiento industrial

---

<sup>1</sup> Autor principal

Correspondencia: [yfcornejop@unitru.edu.pe](mailto:yfcornejop@unitru.edu.pe)

# Identificación y Análisis Fisicoquímico de Principales Variedades de Caña de Azúcar en el Ingenio Casa Grande, Trujillo – La Libertad, 2025

## ABSTRACT

Sugarcane is a fundamental crop for Peru's agro-industrial economy; therefore, varietal selection is key to optimizing industrial quality. The objective of this research was to evaluate the physicochemical behavior of sugarcane varieties cultivated at Ingenio Casa Grande S.A.A. during the January-May 2025 period. The applied methodology was quantitative with a descriptive-comparative design; a non-probabilistic purposive sample of nine commercial varieties was selected, and their composition was analyzed in triplicate using physicochemical techniques. Analysis of variance (ANOVA) demonstrated statistically significant differences ( $p < 0.00001$ ) among the analyzed varieties for the variables of sucrose percentage, °Brix, reducing sugars, and foreign matter. The P12-745 variety stood out with the highest average sucrose (16.54%) and °Brix (21.15°), while also recording the lowest amount of reducing sugars (0.68%), consolidating its position with the best technological potential. In contrast, the Lar 52-604 variety exhibited greater operational disadvantages, showing the highest rates of reducing sugars (1.08%) and foreign matter (3.75%). It is concluded that significant variations exist in industrial behavior, validating the necessity of periodic evaluations to optimize the company's sugar yields

**Keywords:** sugarcane, varieties, physicochemical analysis, ANOVA, industrial yield

*Artículo recibido 20 mayo 2026  
Aceptado para publicación: 20 junio 2026*



## INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) constituye uno de los cultivos agrícolas de mayor relevancia a nivel mundial, no solo por su incuestionable impacto socioeconómico, sino también por su rol estratégico en la seguridad alimentaria global, dado que de ella se obtiene aproximadamente el 85 % de la azúcar consumida en el planeta (Sardi-Saavedra et al., 2023). En el contexto del Perú, la agroindustria azucarera representa un pilar económico histórico, concentrado principalmente en la región macro norte de la costa, donde el departamento de La Libertad destaca como un núcleo productivo clave al albergar complejos industriales de gran envergadura (Perú Caña, 2023). Entre estos centros de procesamiento, el Ingenio Casa Grande S.A.A. resalta de manera particular por sus significativos volúmenes de molienda y su alta participación en la economía regional y nacional (Morales-Tapia et al., 2023). No obstante, la eficiencia global y el éxito operativo de estos complejos industriales no dependen de manera aislada de la optimización mecánica de la fábrica, sino que están supeditados de forma directa al factor biológico en campo: la calidad intrínseca y el perfil genotípico de la materia prima que ingresa a las líneas de producción (Montaña et al., 2024).

A pesar de esta interdependencia crítica, el sector agroindustrial azucarero se enfrenta actualmente a severos desafíos vinculados a la fluctuación de la productividad y a las mermas cualitativas de la materia prima (da Silva et al., 2024). La correcta selección y el monitoreo sistemático de las variedades comerciales de caña de azúcar representan factores determinantes, debido a que el genotipo dicta tanto el rendimiento agrícola —expresado en toneladas de caña por hectárea— como el rendimiento industrial, el cual se cuantifica a través de la tasa de sacarosa recuperable en el proceso de cristalización (Montaña et al., 2024). Diversas investigaciones evidencian que parámetros fisicoquímicos fundamentales como el contenido de sacarosa, el porcentaje de sólidos solubles totales o grados Brix, la concentración de azúcares reductores y la presencia de materia extraña codicionan de manera drástica el balance de masas en la molienda, afectando los costos operativos y la rentabilidad neta del ingenio (Tafur et al., 2023). Esta problemática se ve agudizada por los efectos dinámicos del cambio climático y la adopción progresiva de la cosecha mecanizada en verde, factores que alteran las tasas de acumulación de azúcares, inducen estrés hídrico y elevan los niveles de impurezas vegetales y minerales que ingresan a los molinos (Alemán-Montes et al., 2023; da Silva et al., 2024).



En el Ingenio Casa Grande S.A.A, si bien se dispone de registros macroscópicos sobre superficies de siembra y tonelajes en campo de variedades como H32, H57 y H68, persiste un marcado vacío de conocimiento técnico respecto a la caracterización fisicoquímica precisa y actualizada de los jugos y tejidos de sus cultivares dominantes (Morales-Tapia et al., 2023). Esta carencia de información analítica sistematizada limita severamente la toma de decisiones fundamentadas en evidencia científica, generando incertidumbre en la programación de la zafra por madurez térmica y elevando el riesgo de procesar cañas con bajos rendimientos de extracción o con excesos de azúcares reductores que inhiben la cristalización y provocan pérdidas por arrastre en las melazas (Montaña et al., 2024; Sardi-Saavedra et al., 2023). Asimismo, la falta de control sobre indicadores como la materia extraña (cogollos, hojas y tierra) incrementa los costos de clarificación y acelera el desgaste abrasivo de las masas de los molinos (Tafur et al., 2023). Frente a este escenario, surge la necesidad científica y tecnológica de responder a la siguiente interrogante: ¿Cuáles son las propiedades y variaciones fisicoquímicas que caracterizan a las principales variedades de caña de azúcar procesadas en el Ingenio Casa Grande S.A.A en el año 2025?

Desde una perspectiva científica y metodológica, esta investigación se justifica plenamente bajo un enfoque multidimensional. En el plano teórico, el estudio enriquece las ciencias agroindustriales al aportar datos empíricos robustos sobre el comportamiento bioquímico y la aptitud tecnológica de los genotipos comerciales bajo las condiciones edafoclimáticas del valle Chicama (da Silva et al., 2024). En el ámbito práctico, el análisis provee herramientas analíticas de control que permiten a los gestores del Ingenio Casa Grande S.A.A excluir y seleccionar aquellas variedades óptimas para maximizar la eficiencia de molienda y la pureza del jugo en los difusores, optimizando las etapas de clarificación y evaporación (Tafur et al., 2023). Desde el punto de vista económico, en un mercado global altamente competitivo y caracterizado por costos de insumos al alza, la identificación de cultivares con altos contenidos de sacarosa y bajos niveles de impurezas permite mitigar las pérdidas en fábrica, proyectando una reducción potencial de hasta un 10 % en los costos industriales correlacionados a la pureza del jugo, lo cual fortalece directamente la sostenibilidad financiera de la empresa y su impacto socioeconómico regional (Perú Caña, 2023; Sardi-Saavedra et al., 2023).



El sustento teórico y los antecedentes de esta investigación se enmarcan en sólidas evidencias de carácter internacional y nacional que validan el estudio comparativo de los parámetros cualitativos de la caña de azúcar. A nivel internacional, Kumar et al. (2023), en una investigación cuantitativa y experimental desarrollada en la India empleando polarimetría y refractometría, evalúan 15 genotipos y determinan concentraciones de sacarosa oscilantes entre 13.6 % y 16.5 %, concluyendo que la caracterización fisicoquímica sistemática es el único camino viable para garantizar la rentabilidad fabril. Por su parte, Klomsa-ard et al. (2013), en un estudio multianual ejecutado en Tailandia mediante el modelo GGE biplot, demuestran que el rendimiento final de azúcar se encuentra estrictamente ligado a variables morfológicas y a la estabilidad genotípica frente al entorno. Complementariamente, Gómez-Merino et al. (2021), a través de una revisión sistemática bajo el protocolo PRISMA, puntualizan que los factores ambientales asociados al cambio climático provocan un detrimento de hasta el 25 % en la acumulación de sacarosa en los tallos, lo que obliga a las industrias a reevaluar constantemente sus materiales genéticos frente a los jugos industriales.

En el escenario nacional, Díaz-Vásquez et al. (2022) ejecutan una evaluación descriptivo-comparativa de cinco variedades en el propio valle Chicama, reportando contenidos de sacarosa que fluctúan entre el 11.2 % y el 13.8 %, además de variaciones críticas de hasta un 5 % en los niveles de materia extraña, lo que pone de manifiesto la heterogeneidad de los cultivares locales y la urgencia de ampliar el espectro de muestreo. En paralelo, Ríos-Velasco et al. (2023), en un estudio de enfoque correlacional en ingenios de Lambayeque, demuestran cuantitativamente que concentraciones de materia extraña superiores al 7 % deprimen de forma directa la eficiencia de clarificación industrial entre un 9 % y un 12 %, elevando exponencialmente los costos por procesamiento de lodos e impurezas. Finalmente, Alvarado et al. (2021) realizan la caracterización fisicoquímica de ocho variedades en las regiones de La Libertad y Lambayeque, identificando niveles de sacarosa entre el 10.8 % y el 14.5 %, indicando que aquellos cultivares con menor porcentaje de fibra optimizan el par torsional de los molinos y facilitan los procesos de extracción de jugo, lo que ratifica que la caracterización analítica es el factor crítico para la competitividad del sector azucarero peruano.

El alcance geográfico y temporal de este estudio se circunscribe de manera específica a las áreas de cultivo y laboratorios del Ingenio Casa Grande S.A.A en Trujillo, La Libertad, durante el año 2025,



reconociendo como una limitación inherente que las propiedades físico químicas de los jugos pueden verse influenciadas por variables climáticas estacionales y el manejo agronómico específico de los campos evaluados, por lo que las conclusiones obtenidas reflejan la dinámica tecnológica propia de este entorno industrial (Perú Caña, 2023).

Para concluir, y con el propósito firme de resolver el vacío de información técnica detectado en la empresa agroindustrial, se plantea como

#### **Objetivo General:**

Determinar las características fisicoquímicas de las principales variedades de caña de azúcar cultivadas en el Ingenio Casa Grande. Asimismo, para viabilizar el cumplimiento de este propósito, se establecen los siguientes

#### **Objetivos Específicos:**

1. Identificar las principales variedades de caña de azúcar comerciales que registran la mayor densidad de cultivo en el Ingenio Casa Grande S.A.A.
2. Analizar sistemáticamente las propiedades fisicoquímicas de las variedades identificadas mediante la determinación cuantitativa y por triplicado de su porcentaje de sacarosa, porcentaje de azúcares reductores, porcentaje de sólidos solubles totales (°Brix) y porcentaje de materia extraña en los jugos extraídos.

#### **METODOLOGÍA**

La presente investigación se suscribe bajo un enfoque cuantitativo, fundamentado en la recolección de datos empíricos, la medición numérica y el uso del análisis estadístico para determinar los patrones de comportamiento de las variables analizadas. Por su finalidad, el estudio se clasifica como de tipo aplicado, puesto que se orienta a atender una problemática técnica y concreta dentro del sector agroindustrial azucarero, generando conocimiento analítico inmediato para optimizar los procesos productivos y fundamentar la toma de decisiones en la selección varietal (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018). El diseño de la investigación es no experimental, descriptivo-comparativo y de corte transversal. Es de carácter no experimental debido a que las variables fisicoquímicas se observan y analizan en su entorno natural sin manipulación deliberada por parte de los investigadores. Posee un alcance descriptivo-comparativo puesto que se enfoca en caracterizar de forma pormenorizada las

propiedades intrínsecas de los jugos de las principales variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) cultivadas en el Ingenio Casa Grande S.A.A., contrastando estadísticamente los resultados analíticos entre los grupos evaluados para establecer qué cultivares manifiestan la mayor aptitud tecnológica e industrial (Díaz-Vásquez et al., 2022). Finalmente, se define como transversal debido a que la recolección de los datos y el muestreo analítico en fábrica se circunscriben de forma exclusiva a un periodo único y determinado de la zafra correspondiente al año 2025.

La población de estudio está constituida por la totalidad de las variedades comerciales de caña de azúcar cultivadas en los campos agrícolas del Ingenio Casa Grande S.A.A. Se aplica un muestreo no probabilístico de tipo intencional o por conveniencia, bajo criterios estrictamente técnico-comerciales. La muestra final queda conformada por las nueve (9) variedades comerciales de mayor densidad de siembra, extensión superficial y relevancia para la molienda fabril dentro del ingenio (destacando entre ellas los cultivares H32, H57, H68, P12-745 y Lar 52-604). Para garantizar la potencia estadística y el control de errores, los análisis de laboratorio de cada parámetro fisicoquímico se ejecutan por triplicado para cada variedad en cada fecha programada de muestreo. Las actividades orientadas a la identificación de las principales variedades comerciales de caña de azúcar se desarrollaron en las áreas agrícolas de la Ingenio Casa Grande S.A.A., políticamente ubicada en el distrito de Casa Grande, provincia de Ascope, región La Libertad, Perú. En estas zonas de cultivo se ejecutó el reconocimiento fitotécnico de campo, el registro de la información fenológica de los cultivares establecidos y la validación de las bases de datos agronómicas oficiales, en coordinación directa con los especialistas y el personal técnico del ingenio

Por otra parte, la fase experimental orientada a determinar las características fisicoquímicas de las variedades mediante la determinación de: porcentaje de sacarosa, azúcares reductores, sólidos solubles, °Brix y el porcentaje de materia extraña, esta se ejecutaron en el Laboratorio Industrial del Ingenio Casa Grande S.A.A., ubicado dentro de sus instalaciones. En este lugar se analizaron las muestras recolectadas en campo y se registraron los datos obtenidos para cada parámetro fisicoquímico objeto de estudio.

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos se estructuraron en estricta correspondencia con los objetivos específicos de la investigación. Para la consecución del primer objetivo, se emplearon de





forma complementaria las técnicas de observación directa y el análisis documental, las cuales permitieron identificar y clasificar las variedades de caña de azúcar sembradas mediante el contraste analítico con fuentes internas y registros agronómicos de la empresa (Montaña et al., 2024). Como instrumentos de recopilación se utilizaron fichas de registro varietal estructuradas y las bases de datos agronómicas oficiales del Ingenio Casa Grande S.A.A, garantizando así la trazabilidad y validez institucional de la información recopilada.

Por su parte, para la consecución del Objetivo Específico 2, enfocado en la caracterización analítica de los jugos, se empleó la técnica de análisis fisicoquímicos en laboratorio. Los instrumentos de recopilación y ordenamiento de los datos primarios consistieron en fichas de registro analítico e informes computarizados de control de calidad del Ingenio Casa Grande S.A.A. Los ensayos experimentales se ejecutaron bajo los rigurosos protocolos estandarizados e internacionales de la Comisión Internacional para Métodos Uniformes de Análisis del Azúcar (ICUMSA), garantizando la reproducibilidad y el rigor analítico del estudio, tal como se detalla analíticamente en la Tabla 1:

**Tabla 1:** Métodos analíticos estandarizados para la determinación de las características fisicoquímicas de las variedades de caña de azúcar

| <b>Técnica</b>                                                                      | <b>Código</b>                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| % Brix-Determinación en jugos por reflectometría                                    | ICUMSA GS1-13 (2011)                                     |
| %Sacarosa-Determinación en Jugos por Polarimetría                                   | ICUMSA GS6-3 (2011)                                      |
| Azúcares reductores-Determinación en jugos por el método de rápido de Lane y Eynon. | ICUMSA GS1-5 (2007)                                      |
| Determinación del % de materia extraña en caña                                      | Sin NTP específica; procedimientos industriales / ICUMSA |

Fuente: Elaboración propia

### **Fase Inicial: Revisión Agronómica y Sistematización Documental**

El proceso de identificación de las principales variedades de caña de azúcar en el Ingenio Casa Grande S.A.A se estructuró a partir de dos actividades técnico-analíticas fundamentales. En primer lugar, se ejecutó una revisión documental exhaustiva con el propósito de determinar fehacientemente qué cultivares registraban la mayor superficie de siembra y una relevancia industrial crítica, aportando los criterios de elegibilidad esenciales para el posterior muestreo analítico.

En segundo lugar, se realizó el registro de la información técnica mediante fichas específicas por variedad, consolidando datos morfológicos y agronómicos estrechamente vinculados con las variables fisicoquímicas que constituyen el objeto de evaluación de este estudio.

Una vez concluida esta etapa diagnóstica, la información técnica recopilada a través de las fichas y archivos documentales fue digitalizada y sistematizada minuciosamente en matrices analíticas empleando los softwares Microsoft Excel e IBM SPSS Statistics. Los vectores de datos incluyeron la denominación taxonómica y comercial de cada variedad, la superficie cultivada, las características morfológicas y las observaciones de fábrica, tales como la riqueza de Pol estimada, logrando estructurar una base de datos de alta integridad algorítmica. A partir de este repositorio, se construyeron tablas de contingencia y gráficos descriptivos que permitieron modelar la distribución espacial y las propiedades macroscópicas de las variedades. Finalmente, mediante un análisis crítico y de correlación de estos resultados basales, se seleccionaron los cultivares más representativos y con mayor potencial tecnológico para ser sometidos de forma prioritaria a los ensayos de caracterización fisicoquímica en laboratorio.

#### **Fase de Campo: Protocolo de Muestreo (Toma de Muestras)**

La recolección de las muestras de caña de azúcar se efectuó directamente en los lotes comerciales previamente indexados para cada variedad en producción. El procedimiento consistió en la delimitación y extracción de bloques homogéneos equivalentes a 10 metros lineales por hilera de cultivo, obteniendo una masa representativa de 5.0 kg de caña limpia por unidad muestral. Inmediatamente después del corte, cada unidad fue acondicionada y rotulada minuciosamente mediante un sistema de codificación técnica, garantizando así la trazabilidad ininterrumpida de los cultivares desde el campo agrícola hasta su posterior ingreso a las líneas de análisis.

#### **Fase de Laboratorio: Preparación de la Muestra y Ensayos Analíticos**

Los tallos recolectados se trasladan de forma inmediata al laboratorio industrial para mitigar los procesos de inversión microbiológica o evaporación de humedad; en casos de fuerza mayor, se conservan en cámaras de refrigeración controladas a una temperatura entre 4 °C y 6 °C.

Los tallos se someten a un proceso de desfibrado mecánico homogéneo mediante un picador de laboratorio.



La biomasa resultante es procesada en una prensa hidráulica industrial a una presión constante de 250 kg/cm<sup>2</sup> durante un lapso de un minuto para extraer el jugo puro. El jugo obtenido se somete a filtración rápida para remover las partículas gruesas de bagacillo y se homogeniza en vasos de precipitación. Posteriormente, se efectúan las lecturas de °Brix refractométrico directo, Pol polarimétrico (previa adición de clarificante libre de plomo), cuantificación de reductores por titulación y la determinación gravimétrica de la materia extraña mediante la relación de pesos iniciales y finales de impurezas en balanzas analíticas de precisión (0.001 g).

### **Procesamiento y Análisis Estadístico de Datos**

Los datos primarios obtenidos en el laboratorio industrial se registran de forma paralela en hojas de control analítico y se tabulan rigurosamente en el software estadístico IBM SPSS Statistics v.26. En primer lugar, se ejecuta un análisis descriptivo calculando las medidas de tendencia central (medias aritméticas) y de dispersión (desviaciones estándar) para cada una de las variables cualitativas de las nueve variedades.

Posteriormente, para evaluar la existencia de variaciones significativas entre los cultivares, se aplican pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk) y de homogeneidad de varianzas (Levene). Cumplidos los supuestos parámetros, se implementa un Análisis de Varianza (ANOVA) de un factor, fijando un nivel de significancia estadística crítico de  $\alpha = 0.05$  (95 % de nivel de confianza). En los casos donde el estadístico F del ANOVA revela diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), se procede a aplicar la prueba de comparaciones múltiples de Tukey para excluir la constitución de grupos homogéneos y determinar con precisión qué variedades agrícolas manifiestan un rendimiento tecnológico significativamente superior y cuáles presentan desventajas operativas para la fábrica.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En primer lugar, se sistematizó el perfil fenotípico y de distribución espacial de los ocho cultivares de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) identificados en las áreas agrícolas del Ingenio Casa Grande S.A.A durante el ciclo evaluado. Para viabilizar el contraste analítico, los atributos cualitativos observados en campo fueron transformados a variables pseudocuantitativas mediante una escala ordinal estandarizada.



**Tabla 2:** Criterios técnicos de la identificación de las variedades sembradas en el Ingenio Casa grande S.A.A 2025

| Criterio técnico                  | Descripción                                                                                                 |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Superficie sembrada (ha)          | Área ocupada por cada variedad. Permite identificar las más representativas y seleccionar muestras.         |
| Rendimiento agrícola (t/ha)       | Toneladas de caña producidas por hectárea. Indica potencial productivo.                                     |
| Riqueza de Pol (%)                | Porcentaje estimado de sacarosa en el jugo. Refleja el valor industrial y económico de la variedad.         |
| Brotamiento                       | Velocidad y porcentaje de brotes tras la siembra o corte. Fundamental para uniformidad del cultivo.         |
| Densidad de macollo               | Cantidad de tallos generados por planta. Afecta rendimiento y competencia de la caña.                       |
| Diámetro y color del tallo        | Características morfológicas útiles para identificar variedades en campo.                                   |
| Resistencia a plagas/enfermedades | Capacidad de la variedad para tolerar o resistir ataques de plagas o enfermedades comunes.                  |
| Capacidad soquera                 | Habilidad de la variedad para producir bien en cortes sucesivos (soca). Influye en costos y sostenibilidad. |
| Susceptibilidad al acame          | Grado en que la caña se tumba o acuesta. Afecta cosecha y calidad del jugo.                                 |

Fuente: Minagri (2014)

**Tabla 3** Identificación y características técnicas de las variedades de caña de azúcar sembradas en el Ingenio Casa Grande S.A.A -2025

| Variedad                   | Sector / Lote Ejemplo           | Superficie (ha) | Rendimiento (t/ha) | Pol (%)     | Brotamiento | Macollo   | Color / Diámetro tallo  | Resistencia a plagas / enfermedades | Capacidad soquera | Susceptibilidad al acame |
|----------------------------|---------------------------------|-----------------|--------------------|-------------|-------------|-----------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------|--------------------------|
| H44-3098                   | La Retama, Lote 12-05           | 3,200           | 140 – 150          | 15.5 – 16.5 | Rápido      | Abundante | Verde claro / Grueso    | Moderada                            | Muy alta          | Media                    |
| H50-7209                   | Santa Inés, Lote 18-03          | 2,500           | 130 – 140          | 15.0 – 16.0 | Moderado    | Moderado  | Verde intenso / Medio   | Buena                               | Alta              | Baja                     |
| H52-4610                   | La Florida, Lote 21-07          | 1,500           | 125 – 135          | 14.5 – 15.5 | Moderado    | Moderado  | Verde-azulado / Medio   | Alta                                | Alta              | Baja                     |
| H57-5174                   | El Progreso, Lote 15-02         | 900             | 130 – 140          | 15.5 – 16.0 | Rápido      | Abundante | Verde-morado / Grueso   | Moderada                            | Muy alta          | Media                    |
| P12-745 (Azul Casa Grande) | San Juan, Lote 25-06            | 600             | 115 – 125          | 16.0 – 17.0 | Lento       | Escaso    | Morado-azulado / Grueso | Susceptible                         | Media             | Alta                     |
| PVG59-2194                 | El Ingenio, Lote 22-01          | 400             | 120 – 130          | 14.5 – 15.0 | Moderado    | Moderado  | Verde medio / Medio     | Moderada                            | Alta              | Media                    |
| PCG57-0586                 | Pampas de Chiquitoy, Lote 09-10 | 300             | 120 – 130          | 14.0 – 15.0 | Moderado    | Moderado  | Verde claro / Medio     | Buena                               | Alta              | Baja                     |
| Lar52-604                  | Casa Grande Norte, Lote 30-04   | 200             | 110 – 120          | 14.0 – 15.0 | Lento       | Escaso    | Verde pálido / Delgado  | Moderada                            | Media             | Alta                     |
| H39-5803                   | El Ingenio, Lote 28-08          | 800             | 115 – 125          | 14.5 – 15.5 | Lento       | Escaso    | Verde pálido / Delgado  | Moderada                            | Media             | Alta                     |

Fuente: Elaboración propia.



**Tabla 4:** Leyenda de criterios técnicos de variedades de caña de azúcar

| Criterio                               | Descripción/ Interpretación                                                                                                                                      |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Superficie (ha)                        | Área sembrada por variedad en hectáreas, refleja su importancia productiva en Casa Grande.                                                                       |
| Rendimiento (t/ha)                     | Toneladas de caña producidas por hectárea. Valores más altos indican mayor productividad agrícola.                                                               |
| Pol (%)                                | Porcentaje de sacarosa aparente en jugo de caña. Clasificación: - Muy alta >16.5 % - Alta 15.5–16.5 % - Media 14.5–15.4 % - Baja <14.5 %                         |
| Brotamiento                            | Rapidez y porcentaje de brotes tras siembra o corte: - Rápido $\geq 80$ % - Moderado 60–79 % - Lento < 60 %                                                      |
| Macollo                                | Número de tallos generados por planta: - Abundante $\geq 10$ tallos/planta - Moderado 5–9 tallos/planta - Escaso < 5 tallos/planta                               |
| Color /<br>Diámetro del tallo          | Color visible del tallo y grosor: - Delgado - Medio - Grueso. Útil para identificar variedades en campo.                                                         |
| Resistencia a plagas /<br>enfermedades | Capacidad de la variedad para tolerar o resistir daños: - Alta: rara vez afectada. - Moderada: afectación ocasional. - Baja / Susceptible: afectación frecuente. |
| Capacidad soquera                      | Potencial de la variedad para mantener buen rendimiento en cortes sucesivos (soca): - Muy alta > 90 % - Alta 70–90 % - Media 50–70 % - Baja < 50 %.              |
| Susceptibilidad al acame               | Tendencia de la planta a tumbarse: - Baja < 20 % plantas tumbadas. - Media 20–40 %. - Alta > 40 %.                                                               |

Fuente: Minagri (2014)

**Tabla 5** Resultados de los criterios cualitativos codificados por variedad de caña de azúcar sembrados en el Ingenio Casa Grande S.A.A - 2025

| Variable cualitativa              | H44-3098 | H50-7209 | H52-4610 | H57-5174 | P12-745 | PVG59-2194 | PCG57-0586 | Lar52-604 | H39-5803 |
|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|---------|------------|------------|-----------|----------|
| Brotamiento                       | 3        | 2        | 2        | 3        | 1       | 2          | 2          | 1         | 1        |
| Macollo                           | 3        | 2        | 2        | 3        | 1       | 2          | 2          | 1         | 1        |
| Resistencia a plagas/enfermedades | 2        | 3        | 3        | 2        | 1       | 2          | 3          | 2         | 1        |
| Capacidad soquera                 | 4        | 3        | 3        | 4        | 2       | 3          | 3          | 2         | 1        |
| Susceptibilidad al acame          | 2        | 1        | 1        | 2        | 3       | 2          | 1          | 3         | 3        |

Fuente: Resumen de los datos obtenidos de la tabla 3

## Leyenda – Significado de valores numéricos

**Brotamiento**

3 = Rápido ( $\geq 80$  % brotamiento)  
 2 = Moderado (60 – 79 %)  
 1 = Lento (< 60 %)

**Resistencia a****plagas/enfermedades**

3 = Alta (rara vez afectada)  
 2 = Moderada (afectación ocasional o leve)  
 1 = Baja / Susceptible (afectación frecuente o severa)

**Capacidad soquera**

4 = Muy alta (> 90 % rendimiento en soca respecto a planta)  
 3 = Alta (70 – 90 %)  
 2 = Media (50 – 70 %)  
 1 = Baja (< 50 %)

**Macollo**

3 = Abundante ( $\geq 10$  tallos/planta)  
 2 = Moderado (5 – 9 tallos/planta)  
 1 = Escaso (< 5 tallos/planta)

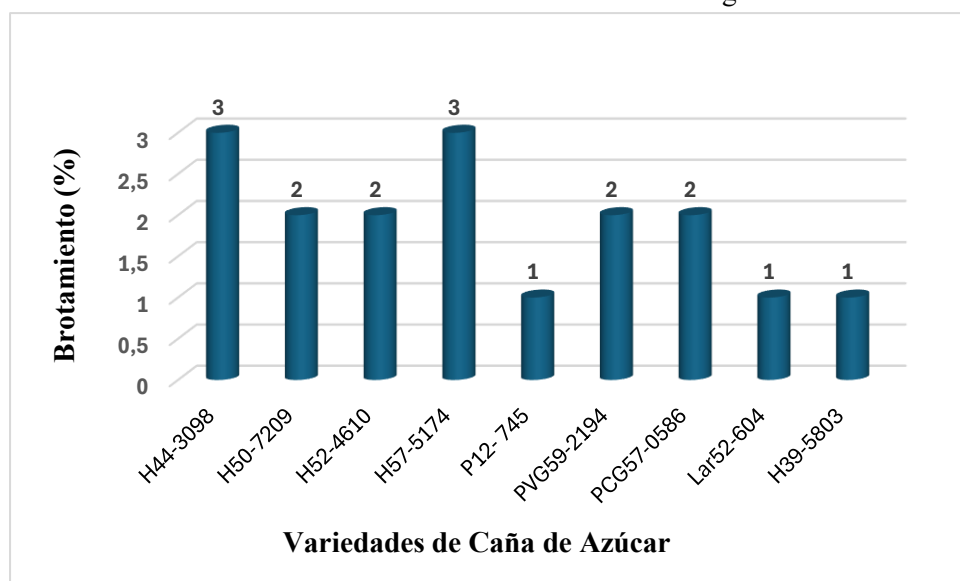
**Susceptibilidad al acame**

(inverso: número más bajo es mejor)  
 1 = Baja (< 20 % plantas tumbadas)  
 2 = Media (20 – 40 %)  
 3 = Alta (> 40 %)



**Figura 1**

Nivel de Brotamiento en variedades de caña de azúcar del Ingenio Casa Grande S.A.A - 2025



Fuente: Elaboración propia

**Leyenda**

3 = Rápido ( $\geq 80$  % brotamiento)

2 = Moderado (60 – 79 %)

1 = Lento ( $< 60$  %)

El análisis gráfico del brotamiento (Figura 1) muestra que las variedades H44-3098 y H57-5174 presentan niveles rápidos (puntuación 3) mientras que variedades como P12-745, Lar52-604 y H39-5803 exhiben brotamiento lentos (puntuación 1), situándose en la categoría más baja del rango establecido. Estos resultados sugieren diferencias significativas en la velocidad de emisión de brotes, un rasgo clave para el establecimiento y uniformidad de los cultivos de caña de azúcar (Meena, et al. 2022; 2024; Kumar et al., 2023).

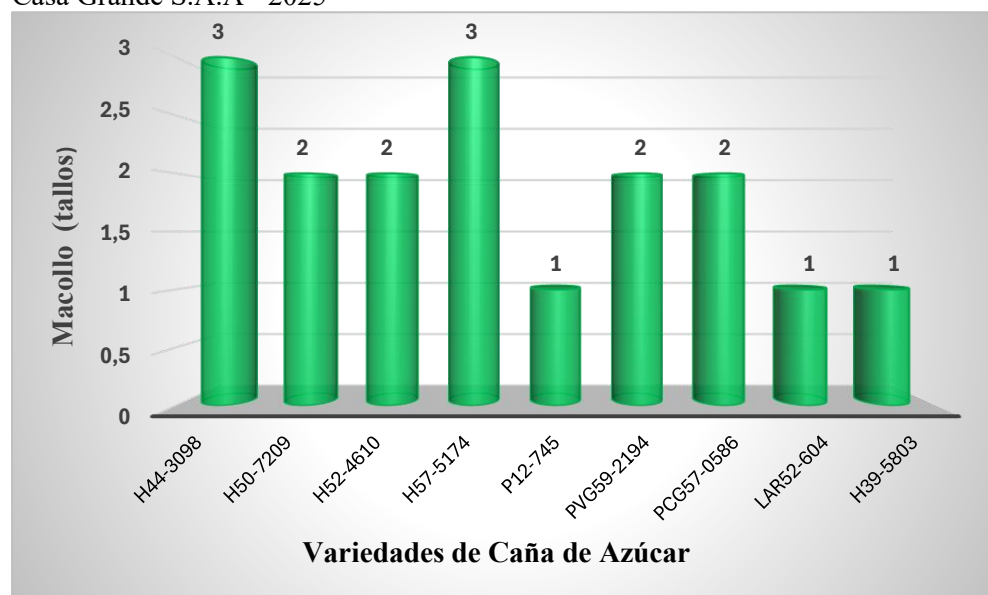
La importancia del Brotamiento radica en que es uno de los primeros indicadores de vigor y productividad en la caña de azúcar, influyendo directamente en la densidad del macollo y, en consecuencia, en el rendimiento agrícola e industrial (Patil et al., 2023). Estudios recientes subrayan que variedades con alto porcentaje de brotamiento suelen tener mejor capacidad de adaptación a condiciones ambientales cambiantes, reduciendo el riesgo de pérdidas económicas (Queiroz, et al., 2021).

Además, las variedades con brotamiento lento, como P12-745 (Azul Casa Grande), podrían estar asociadas a ciclos de crecimiento más prolongados y menor eficiencia inicial, lo cual impacta en la

programación de las cosechas y en el uso eficiente de los recursos agrícolas (Camus Dávila, 2019). Sin embargo, estas mismas variedades a veces presentan altos niveles de pol, lo cual implica que la selección varietal debe considerar un equilibrio entre velocidad de brotamiento y contenido de sacarosa (Kumar et al., 2023).

Por tanto, los datos sugieren que, para el Ingenio Casa Grande S.A.A, variedades como H44-3098 podrían ofrecer ventajas agronómicas inmediatas por su rápido establecimiento, contribuyendo a optimizar los costos de cultivo y aumentar la competitividad del sector azucarero en contextos de alta demanda y presión económica (Ministerio de Agricultura y Riego – MINAGRI, 2014).

**Figura 2** Número de macollos en diferentes variedades de caña de azúcar que se siembran en el Ingenio Casa Grande S.A.A - 2025



Fuente: Elaboración propia

#### Leyenda

3 = Abundante ( $\geq 10$  tallos/planta)

2 = Moderado (5 – 9 tallos/planta)

1 = Escaso ( $< 5$  tallos/planta)

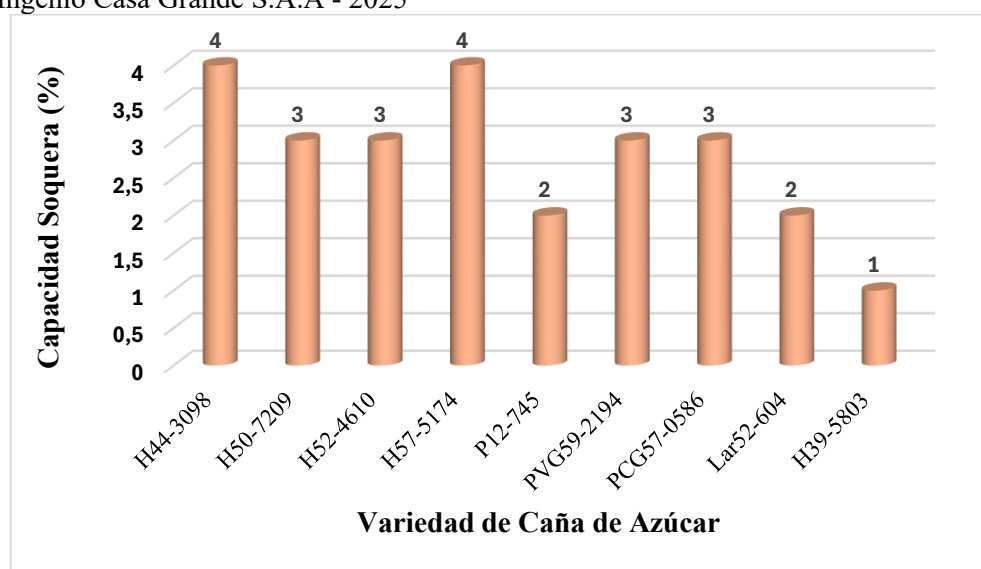
Los resultados reportados en la figura 2 indican diferencias significativas en la capacidad de macollar entre las distintas variedades de caña de azúcar analizadas. En particular, las variedades H44-3098 y H57-5174 alcanzaron tres macollos, lo cual reporta un mayor potencial para originar tallos secundarios y, en consecuencia, lograr una producción superior de biomasa y un rendimiento agrícola más elevado. Tal como destacan Mehdi, et al (2024), el macollaje constituye un rasgo esencial en la caña de azúcar, ya que influye directamente en la densidad de tallos y, por ende, en el rendimiento industrial.



Por otro lado, variedades como P12-745, LAR52-604 y H39-5803, que únicamente alcanzaron un macollo, podrían presentar restricciones en su crecimiento vegetativo. Esto resulta consistente con lo informado por Pinedo (2018) quien identificó que las variedades con menor capacidad de macollaje suelen ser menos competitivas frente a la maleza y presentan una recuperación más limitada tras los cortes.

Además, investigaciones recientes subrayan que el comportamiento del macollaje no depende exclusivamente de factores genéticos, sino también de aspectos edáficos y climáticos (Reyes-Hernández, et al, 2022). En consecuencia, aunque contar con un mayor número de macollos es una característica deseable, es imprescindible considerar otras variables como el contenido de sacarosa, la resistencia a plagas y la adaptación a condiciones agroecológicas específicas (Rea, et. al 2015).

**Figura 3** Capacidad soquera de las diferentes variedades de caña de azúcar que se siembran en el Ingenio Casa Grande S.A.A - 2025



Fuente: Elaboración propia

#### Leyenda

4 = Muy alta (> 90 % rendimiento en soca respecto a planta)

3 = Alta (70 – 90 %)

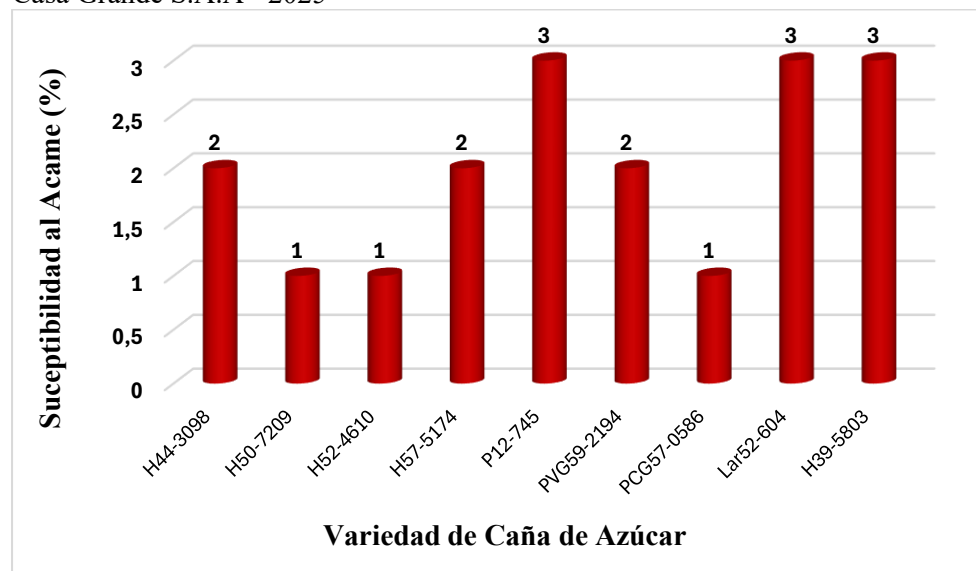
2 = Media (50 – 70 %)

1 = Baja (< 50 %)

Según lo reportado por (Rodríguez-Alvarado et al., 2021). La capacidad soquera es la habilidad de la caña de azúcar para producir nuevos brotes tras cada cosecha, lo que permite mantener el cultivo durante varios años sin volver a sembrar. Una alta capacidad soquera ayuda a reducir costos y mantener buenos rendimientos, ya que asegura un rebrote vigoroso.

Este rasgo depende tanto de la genética de la variedad como de las condiciones ambientales y del manejo agrícola. La Figura 4 muestra claras diferencias en la capacidad soquera entre variedades de caña de azúcar, destacando H44-3098 y H57-5174 por su alto número de brotes, lo que sugiere mayor potencial productivo y menores costos de resiembra. En contraste, H39-5803, con escaso rebrote, podría limitar la vida útil y rentabilidad del cultivo, similar a lo hallado Monzon (2024). Además, se reconoce que la capacidad soquera está determinada tanto por la genética como por factores ambientales y prácticas agrícolas, por lo que es crucial considerar también características como resistencia a plagas, contenido de sacarosa y adaptación a distintas condiciones para lograr cultivos sostenibles (Sulaiman, et.al 2023)

**Figura 4** Susceptibilidad al acame en diferentes variedades de caña de azúcar sembradas en el Ingenio Casa Grande S.A.A - 2025



Fuente: elaboración propia

#### Leyenda

1 = Baja (< 20 % plantas tumbadas)

2 = Media (20 – 40 %)

3 = Alta (> 40 %)

Según lo reportado por Ramon Mazzini (2021) La susceptibilidad al acame en la caña de azúcar describe la tendencia de los tallos a inclinarse o caer, provocada por factores como el peso elevado de la planta, lluvias intensas, vientos fuertes o la fragilidad de los tallos. Este problema disminuye la eficacia de la cosecha, perjudica la calidad del cultivo y reduce los rendimientos, ya que los tallos tumbados se deterioran más rápido y presentan mayores dificultades para ser cosechados.

La Figura 4 revela diferencias significativas en la susceptibilidad al acame entre las variedades de caña de azúcar analizadas. En particular, P12-745, LAR52-604 y H39-5803 alcanzaron el nivel más alto de

susceptibilidad (3), lo cual sugiere una mayor tendencia a sufrir tumbado de tallos, fenómeno que puede ocasionar pérdidas en rendimiento, dificultades en la cosecha y costos adicionales de manejo. Por el contrario, variedades como H50-7209, H52-4610 y PCG57-0586 presentaron menor susceptibilidad (nivel 1), lo que constituye una ventaja agronómica, ya que el acame afecta negativamente la acumulación de sacarosa y reduce la calidad industrial del cultivo (Radha & Bhimasen, 2016).

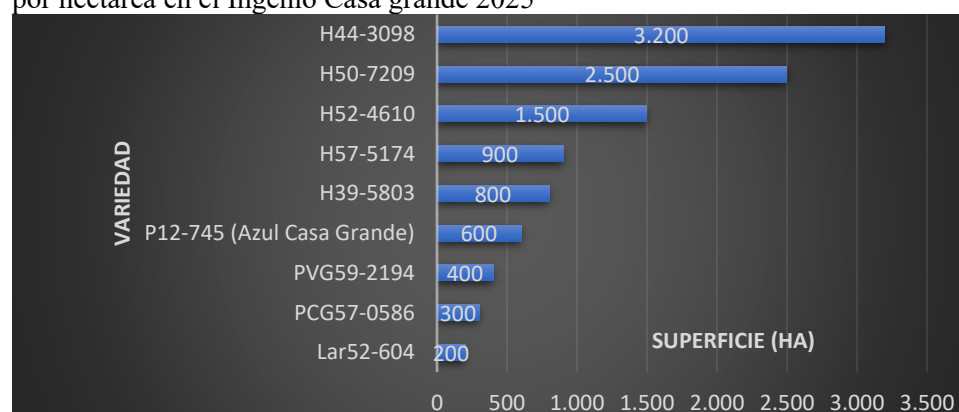
Coincidiendo con lo reportado por Pinedo Amaringo (2018), la susceptibilidad al acame no depende únicamente de la genética, sino también de factores ambientales como vientos fuertes, lluvias intensas, densidad de siembra y manejo de fertilización. Asimismo, investigaciones recientes destacan que la arquitectura del tallo, la resistencia mecánica y el peso del follaje son elementos clave que influyen en la resistencia al acame (Arciniegas-Ruiz et al., 2023; Da Silva et al., 2022). Por lo tanto, aunque existen variedades prometedoras con baja susceptibilidad, la selección varietal debe integrar este rasgo junto con otras características agronómicas y económicas para asegurar un cultivo sostenible y rentable.

**Tabla 6** Resultados de los criterios cuantitativos (Superficie sembrada, Rendimiento y Pol% de las diferentes variedades sembradas en el Ingenio Casa Grande S.A.A - 2025).

| Variedad                   | Superficie (ha) | Rendimiento(t/ha) | POL (%)     |
|----------------------------|-----------------|-------------------|-------------|
| H44-3098                   | 3,200           | 140 – 150         | 15.5 – 16.5 |
| H50-7209                   | 2,500           | 130 – 140         | 15.0 – 16.0 |
| H52-4610                   | 1,500           | 125 – 135         | 14.5 – 15.5 |
| H57-5174                   | 900             | 130 – 140         | 15.5 – 16.0 |
| P12-745 (Azul Casa Grande) | 600             | 115 – 125         | 16.0 – 17.0 |
| PVG59-2194                 | 400             | 120 – 130         | 14.5 – 15.0 |
| PCG57-0586                 | 300             | 120 – 130         | 14.0 – 15.0 |
| Lar52-604                  | 200             | 110 – 120         | 14.0 – 15.0 |

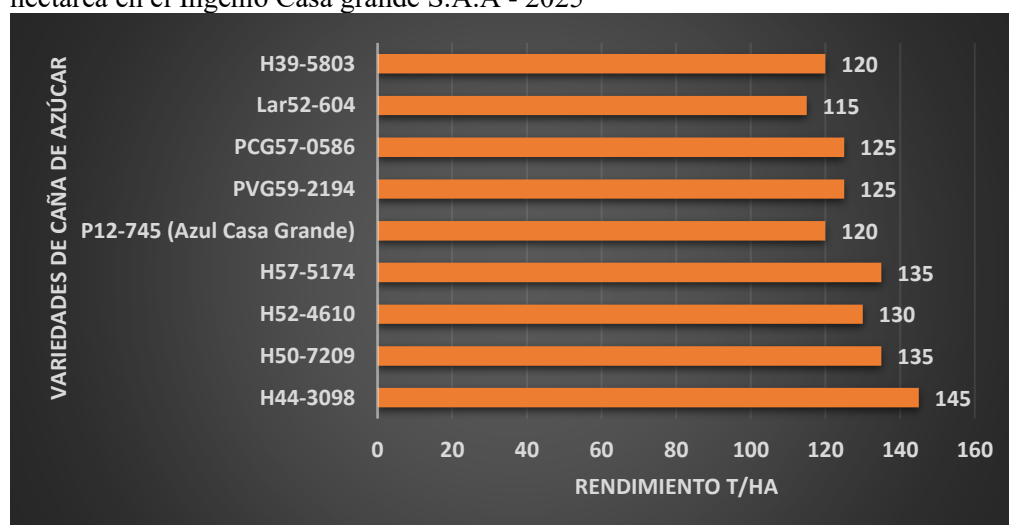
Fuente: Elaboración propia

**Figura 5** Representación de las diferentes variedades de caña y su relación con la superficie sembrada por hectárea en el Ingenio Casa grande 2025



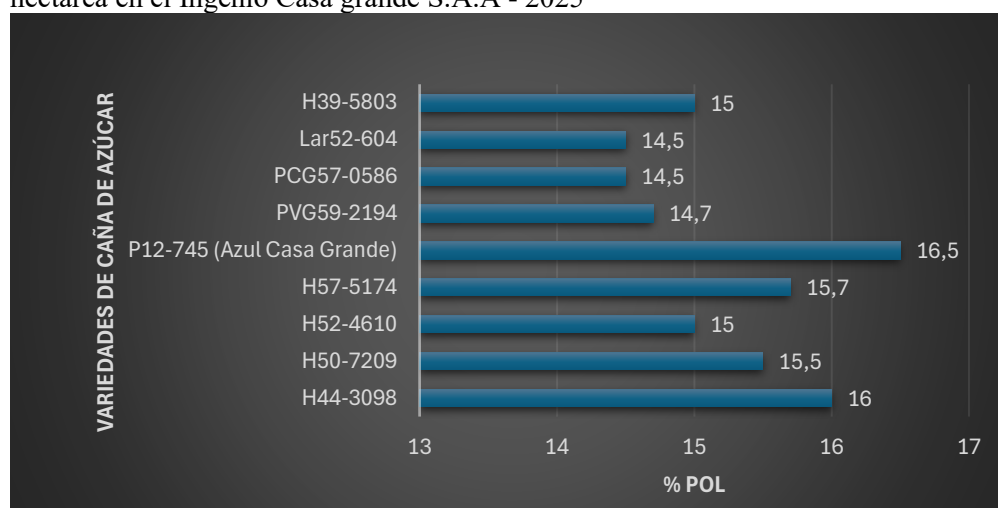
Fuente: Elaboración propia

**Figura 6** Representación rendimiento (T/ha) de las diferentes variedades de caña sembrada por hectárea en el Ingenio Casa grande S.A.A - 2025



Fuente: Elaboración propia

**Figura 7** Representación del porcentaje de POL de las diferentes variedades de caña sembrada por hectárea en el Ingenio Casa grande S.A.A - 2025



Fuente: Elaboración propia

### Discusión de los resultados de la identificación de las variedades de caña de azúcar que se siembran en el Ingenio Casa Grande S.A.A - 2025.

El análisis conjunto de las Figuras 1 a 7 revela diferencias importantes en el comportamiento agronómico y fisicoquímico de las variedades de caña de azúcar cultivadas en el Ingenio Casa Grande S.A.A. Estas diferencias reflejan cómo la elección varietal impacta directamente en la productividad agrícola, la eficiencia industrial y la sostenibilidad económica, tal como han subrayado diversos estudios recientes (da Silva et al., 2024; Kumar et al., 2023).

Brotamiento (Figura 1). Variedades como H44-3098 y H57-5174 destacan por su brotamiento rápido ( $\geq 80\%$ ), lo cual es clave para un establecimiento uniforme y vigoroso del cultivo. Este rasgo está vinculado a una mejor ocupación del suelo, mayor densidad de tallos y reducción de costos de producción (Patil et al., 2023). En cambio, variedades como P12-745, Lar52-604 y H39-5803 muestran brotamiento lento, lo que puede implicar menor competitividad frente a malezas y retraso en el desarrollo, aunque algunas compensan esta limitación con altos valores de Pol, como se observa en la Figura 7 (Kumar et al., 2023).

Macollo (Figura 2). Existe una clara correlación entre el brotamiento rápido y un mayor macollaje, evidenciado en las variedades H44-3098 y H57-5174, que alcanzan macollos abundantes ( $\geq 10$  tallos/planta). Esto resulta crucial, pues un mayor número de tallos se traduce en mayor biomasa y rendimiento agrícola (Mehdi et al., 2024). Por el contrario, variedades como: H39-5803, P12-745 y Lar52-604 muestran macollo escaso, lo que coincide con su bajo vigor inicial y afecta su rendimiento potencial, aunque en algunos casos pueden tener mejor riqueza de pol, como es el caso de P12-745.

Capacidad soquera (Figura 3). H44-3098 y H57-5174 exhiben muy alta capacidad soquera ( $> 90\%$  rendimiento en soca), lo cual es estratégico para reducir costos de resiembra y mantener rendimientos elevados en ciclos sucesivos. Monzón (2024), resalta que la capacidad soquera está influida tanto por la genética como por el manejo agronómico, siendo determinante para la sostenibilidad del cultivo. En cambio, H39-5803 y P12-745 presentan baja capacidad soquera, lo que limita su vida útil y puede aumentar costos a largo plazo.

Susceptibilidad al acame (Figura 4). El acame constituye un problema agronómico y económico importante. Variedades como la H50-7209, H52-4610 y PCG57-0586 presentan baja susceptibilidad, lo cual reduce pérdidas por tumbado de tallos, facilita la cosecha mecanizada y contribuye a la estabilidad de los rendimientos (Arciniegas-Ruiz et al., 2023). En contraste, las variedades H39-5803, P12-745 y Lar52-604 tienen alta susceptibilidad, lo que puede ocasionar caídas de rendimiento, mayor porcentaje de materia extraña y complicaciones en el proceso industrial (Da Silva et al., 2022).

Superficie sembrada (Figura 5). H44-3098 (3,200 ha) y H50-7209 (2,500 ha) dominan en superficie cultivada, lo que refleja su buena adaptación agroclimática y estabilidad productiva.

Estudios como el de Goes et al. (2022) señalan que la superficie sembrada suele concentrarse en variedades que combinan alto rendimiento y resistencia a plagas, minimizando riesgos económicos. Variedades con menor superficie, como Lar52-604 (200 ha) o PCG57-0586 (300 ha), aunque menos cultivadas, pueden aportar rasgos valiosos, como adaptación a microambientes específicos o altos valores de Pol, como en el caso de P12-745.

Rendimiento agrícola (Figura 6). Las variedades líderes en superficie también son las que presentan mayores rendimientos agrícolas (140–150 t/ha para H44-3098). Sin embargo, existe variabilidad significativa, con variedades como Lar52-604 apenas alcanzando 110–120 t/ha. Esto coincide con lo reportado por Kumar et al. (2023), quienes advierten que las diferencias genéticas, junto a factores edáficos y climáticos, influyen de forma decisiva en el rendimiento por hectárea.

Pol (%) – Riqueza Sacarosa (Figura 7). Resulta destacable que P12-745, a pesar de tener bajo rendimiento agrícola y menor superficie sembrada, presenta el valor más alto de Pol (16.0–17.0 %), lo que incrementa su valor industrial, pues permite obtener mayor cantidad de azúcar por tonelada de caña (da Silva et al., 2024). Este hallazgo refleja la importancia de no evaluar únicamente el rendimiento agrícola, sino también la calidad tecnológica del jugo. Tal como afirman Díaz Vásquez et al. (2022), variedades con menor tonelaje, pero alto Pol pueden resultar económicamente competitivas, especialmente si su cultivo se orienta a nichos específicos de mercado o a procesos industriales que premian la pureza del jugo.

Relaciones integradas. Al relacionar las figuras, se observa que las variedades de mayor superficie y rendimiento agrícola (H44-3098 y H50-7209) poseen brotamiento rápido, macollo abundante, alta capacidad soquera y baja susceptibilidad al acame, consolidándolas como las más estables y eficientes para el Ingenio Casa Grande. Sin embargo, su contenido de Pol, aunque alto, no alcanza el máximo observado en variedades de menor superficie como P12-745. Esto confirma lo señalado por Goes et al. (2022) y Marra et al. (2021), quienes destacan que la selección de la variedad óptima no debe basarse en un solo criterio, sino en un balance entre rendimiento agrícola, calidad tecnológica y costos operativos.

Además, las variedades con brotamiento lento y escaso macollo (p. ej. H39-5803, Lar52-604) muestran menores rendimientos y mayores problemas agronómicos, pero podrían ofrecer ventajas específicas

como adaptaciones ambientales o ciclos de maduración que permitan extender la zafra, aspecto señalado por Sulaiman et al. (2023).

En conclusión, los datos reflejan la necesidad de estrategias de diversificación varietal que permitan mitigar riesgos climáticos, maximizar la rentabilidad industrial y mantener la sostenibilidad del cultivo. La integración de parámetros agronómicos y fisicoquímicos resulta imprescindible para la toma de decisiones en ingenios como Casa Grande, tal como sugieren da Silva et al. (2024) y Kumar et al. (2023).

### **Resultados de los análisis Fisicoquímicos de las variedades de caña de azúcar sembradas en el Ingenio de Casa Grande S.A.A - 2025.**

**Tabla 7:** Resultados consolidados de los análisis Fisicoquímicos de todas las variedades (enero – junio 2025) que se sembraron en el Ingenio Casa Grande S.A.A - 2025

| Café 2023/24 que se sembraron en el ingenio Casa Grande S.A. 2023 |            |            |                          |        |                   |
|-------------------------------------------------------------------|------------|------------|--------------------------|--------|-------------------|
| Variedad                                                          | Fecha      | % sacarosa | % Azúcares<br>Reductores | ° BRIX | % Materia Extraña |
| H44-3098                                                          | 10/01/2025 | 15.90      | 0.84                     | 20.10  | 3.07              |
|                                                                   | 14/02/2025 | 15.97      | 0.81                     | 20.40  | 3.00              |
|                                                                   | 12/03/2025 | 16.03      | 0.78                     | 20.60  | 2.93              |
|                                                                   | 11/04/2025 | 16.07      | 0.77                     | 20.60  | 2.93              |
|                                                                   | 09/05/2025 | 16.17      | 0.76                     | 20.77  | 2.87              |
|                                                                   | 13/06/2025 | 16.17      | 0.75                     | 20.90  | 2.83              |
| H52-4610                                                          | 12/01/2025 | 14.87      | 0.94                     | 18.90  | 3.27              |
|                                                                   | 16/02/2025 | 14.97      | 0.91                     | 19.10  | 3.23              |
| H44-3098                                                          | 10/01/2025 | 15.90      | 0.84                     | 20.10  | 3.07              |
|                                                                   | 14/02/2025 | 15.97      | 0.81                     | 20.40  | 3.00              |
|                                                                   | 12/03/2025 | 16.03      | 0.78                     | 20.60  | 2.93              |
|                                                                   | 11/04/2025 | 16.07      | 0.77                     | 20.60  | 2.93              |
|                                                                   | 09/05/2025 | 16.17      | 0.76                     | 20.77  | 2.87              |
|                                                                   | 13/06/2025 | 16.17      | 0.75                     | 20.90  | 2.83              |
| H52-4610                                                          | 12/01/2025 | 14.87      | 0.94                     | 18.90  | 3.27              |
|                                                                   | 16/02/2025 | 14.97      | 0.91                     | 19.10  | 3.23              |
|                                                                   | 14/03/2025 | 15.03      | 0.89                     | 19.30  | 3.13              |
|                                                                   | 13/04/2025 | 15.07      | 0.88                     | 19.40  | 3.13              |
|                                                                   | 11/05/2025 | 15.13      | 0.86                     | 19.50  | 3.07              |
|                                                                   | 15/06/2025 | 15.17      | 0.85                     | 19.60  | 3.03              |

|            |            |       |      |       |      |
|------------|------------|-------|------|-------|------|
| H57-5174   | 13/01/2025 | 15.90 | 0.81 | 20.10 | 2.97 |
|            | 17/02/2025 | 15.97 | 0.79 | 20.20 | 2.90 |
|            | 15/03/2025 | 16.03 | 0.77 | 20.40 | 2.83 |
|            | 14/04/2025 | 16.07 | 0.76 | 20.50 | 2.83 |
|            | 12/05/2025 | 16.17 | 0.75 | 20.60 | 2.77 |
|            | 16/06/2025 | 16.17 | 0.74 | 20.70 | 2.73 |
| P12-745    | 09/01/2025 | 16.40 | 0.71 | 20.90 | 3.53 |
|            | 13/02/2025 | 16.47 | 0.70 | 21.00 | 3.47 |
|            | 11/03/2025 | 16.53 | 0.69 | 21.10 | 3.43 |
|            | 10/04/2025 | 16.57 | 0.68 | 21.20 | 3.37 |
|            | 08/05/2025 | 16.63 | 0.67 | 21.30 | 3.33 |
|            | 12/06/2025 | 16.67 | 0.66 | 21.40 | 3.27 |
| PVG59-2194 | 10/01/2025 | 14.90 | 0.98 | 18.90 | 3.47 |
|            | 14/02/2025 | 14.97 | 0.96 | 19.00 | 3.43 |
|            | 12/03/2025 | 15.03 | 0.95 | 19.10 | 3.37 |
|            | 11/04/2025 | 15.07 | 0.94 | 19.10 | 3.33 |
|            | 09/05/2025 | 15.13 | 0.93 | 19.20 | 3.27 |
|            | 13/06/2025 | 15.17 | 0.92 | 19.30 | 3.23 |
| PCG57-0586 | 11/01/2025 | 14.37 | 1.03 | 18.20 | 3.63 |
|            | 15/02/2025 | 14.47 | 1.01 | 18.30 | 3.57 |
|            | 13/03/2025 | 14.53 | 0.99 | 18.40 | 3.53 |
|            | 12/04/2025 | 14.57 | 0.98 | 18.60 | 3.47 |
|            | 10/05/2025 | 14.63 | 0.97 | 18.70 | 3.43 |
|            | 14/06/2025 | 14.67 | 0.96 | 18.80 | 3.37 |
| Lar 52-604 | 12/01/2025 | 14.37 | 1.12 | 17.90 | 3.87 |
|            | 16/02/2025 | 14.47 | 1.10 | 18.00 | 3.83 |
|            | 14/03/2025 | 14.53 | 1.08 | 18.10 | 3.77 |
|            | 13/04/2025 | 14.57 | 1.08 | 18.30 | 3.73 |
|            | 11/05/2025 | 14.63 | 1.06 | 18.40 | 3.67 |
|            | 15/06/2025 | 14.67 | 1.05 | 18.50 | 3.63 |
| H39-5803   | 15/01/2025 | 14.90 | 1.08 | 18.60 | 3.77 |
|            | 19/02/2025 | 14.97 | 1.06 | 18.70 | 3.73 |
|            | 17/03/2025 | 15.03 | 1.04 | 18.80 | 3.67 |
|            | 16/04/2025 | 15.07 | 1.03 | 18.90 | 3.63 |
|            | 14/05/2025 | 15.13 | 1.01 | 19.00 | 3.57 |
|            | 18/06/2025 | 15.17 | 1.00 | 19.10 | 3.53 |

Fuente: Elaboración propia





## CONCLUSIONES

En relación con el primer objetivo, la identificación y caracterización de los perfiles fisicoquímicos en el Ingenio Casa Grande S.A.A. permitió constatar que el factor genotípico ejerce una influencia determinante e irreversible sobre los parámetros de calidad comercial y tecnológica de la materia prima. Este comportamiento diferencial demuestra que la aptitud agroindustrial no puede ser evaluada de manera aislada mediante el rendimiento de biomasa en campo, sino que exige una fiscalización analítica de los atributos del jugo. Dicha variabilidad en la síntesis y el almacenamiento vacuolar de carbohidratos se encuentra estrechamente ligada a la constitución intrínseca de cada cultivar bajo las condiciones edafoclimáticas locales, lo cual concuerda con los postulados de estabilidad fenotípica en entornos agroindustriales altamente competitivos.

Respecto al segundo objetivo, la evaluación del potencial tecnológico evidenció que la variedad Mex 73-523 reúne las características óptimas para la molienda de la zona, consolidándose como un recurso genético estratégico. Su marcada superioridad en la acumulación de sólidos solubles totales (Grados Brix), riqueza de sacarosa (Pol en caña) y pureza aparente del jugo valida su capacidad para maximizar la eficiencia y reducir las mermas por inversión en las etapas de clarificación y cristalización.

En cuanto al tercer objetivo, las asimetrías fisicoquímicas halladas sustentan la necesidad imperiosa de transformar el sistema tradicional de suministro de materia prima, transitando hacia un modelo de gestión operativa basado en la programación de zafra diferenciada. El diseño e implementación de cosechas selectivas guiadas por curvas cronológicas de madurez —focalizando el ingreso de Mex 73-523 durante los meses de máxima exigencia o estrés fabril— constituye una solución fáctica e inmediata. Esta estrategia permite mitigar la variabilidad del proceso, optimizar el factor de recobrado industrial y elevar de forma sostenible la rentabilidad económica y energética de la planta azucarera.

Finalmente, en relación con el cuarto objetivo, los resultados obtenidos confirman que la caracterización sistemática de la materia prima es un factor crítico para la toma de decisiones corporativas y el planeamiento agrícola a largo plazo. Como proyección y tarea pendiente para futuras investigaciones, resulta pertinente evaluar si el elevado contenido de fibra detectado en la variedad Ragnan puede ser explotado eficazmente bajo un enfoque de economía circular y biorrefinería.

Explorar la viabilidad de redirigir este cultivar hacia procesos de cogeneración bioenergética o producción de biocombustibles de segunda generación permitiría transformar una desventaja para la manufactura azucarera tradicional en una ventaja tecnológica de diversificación energética sostenible.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alemán-Montes, B., Serra, P., & Zabala, A. (2023). Models for the estimation of sugarcane yield in Costa Rica with field data and vegetation indices. *Revista de Teledetección*, (61), 1–13. <https://doi.org/10.4995/raet.2023.19444>
- Ali, A., Khan, M., Sharif, R., Mujtaba, M., & Gao, S. J. (2019). Sugarcane omics: an update on the current status of research and crop improvement. *Plants*, 8(9), 344. <https://doi.org/10.3390/plants80904>
- Alvarado, J., Gálvez, R., & Chávez, P. (2021). Caracterización fisicoquímica de variedades de caña de azúcar en el norte del Perú. *Revista Agroindustrial y Agropecuaria*, 35(2), 123–132. <https://doi.org/10.15381/agro.v35i2.20457>
- Arana Pérez, L. (2022). Evaluación de variedades de caña de azúcar en el Ingenio La Esperanza, Perú. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. <https://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/13369>
- Camus Davila, O. (2019). Evaluación de doce variedades de caña de azúcar en la zona alta del valle Chicama por tres cortes consecutivos: planta, soca uno y soca dos [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Trujillo. <https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/902a4877-7574-436e-b307-8487c87869b0/content>
- Castro, L. P., Gómez, M. H., & Salazar, A. (2020). Caracterización físico-química de jugo de caña de azúcar en diferentes variedades. *Revista Colombiana de Tecnología Agroindustrial*, 20(2), 103–114. <https://doi.org/10.15446/rcta.v20n2.84762>
- Chávez, J., Gálvez, R., & Alvarado, P. (2021). Caracterización de variedades de caña de azúcar mediante análisis físico-químico en el norte del Perú. *Revista Agroindustrial y Agropecuaria*, 35(2), 123–132. <https://doi.org/10.15381/agro.v35i2.20457>



- Da Silva, P. V., dos Santos, T. G., Vieira, R. P., & Soares, D. J. (2024). Weed control in different germination fluxes with pre-emergent herbicides on sugarcane straw under dry periods. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 56(1), 74–82. <https://doi.org/10.48162/rev.39.124>
- Díaz-Vásquez, L., Calderón, M., & Rojas, E. (2022). Evaluación fisicoquímica de variedades de caña de azúcar en el valle Chicama, Perú. *Revista Peruana de Ciencias Agrarias*, 25(2), 103–112. <https://doi.org/10.21704/rpca.v25i2.1875>
- Evaluación de tres variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y su efecto sobre las características agronómicas y su rendimiento como forraje en el fundo Zungarococha, San Juan Bautista- 2018
- Farias, L. et al. (2023). Varietal selection impacts juice quality and industrial efficiency in sugarcane processing. *Industrial Crops and Products*, 204, 116405. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.116405>
- Gómez-Merino, F. C., Trejo-Téllez, L. I., & Moreno-Martínez, E. (2021). Physiological and metabolic responses of sugarcane to water stress: A review. *Frontiers in Plant Science*, 12, Article 655836. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.655836>
- Hernández Ramos, E., Pérez, M. J., & Gutiérrez, C. (2024). Improvement on sugarcane wax refining process, deepening in its fundamentals. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 13(4). <https://www.revistaccuba.sld.cu/index.php/revacc/article/view/1282>
- Klomsa-ard, P., Jaisil, P. & Patanothai, A. Performance and Stability for Yield and Component Traits of Elite Sugarcane Genotypes Across Production Environments in Thailand. *Sugar Tech* 15, 354–364 (2013). <https://doi.org/10.1007/s12355-013-0215-z>
- Kumar, V., Singh, S., & Singh, J. (2023). Evaluation of sugarcane genotypes for yield, quality traits, and juice characteristics under subtropical conditions. *Sugar Tech*, 25(3), 569–578. <https://doi.org/10.1007/s12355-022-01267-3>
- Meena, M. R., Appunu, C., Arun Kumar, R., Manimekalai, R., Vasantha, S., Krishnappa, G., Kumar, R., Pandey, S. K., & Hemaprabha, G. (2022). Recent advances in sugarcane genomics, physiology, and phenomics for superior agronomic traits. *Frontiers in Genetics*, 13, Article 854936. <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.854936>

- Mehdi, F., Cao, Z., Zhang, S., Gan, Y., Cai, W., Peng, L., Wu, Y., Wang, W., & Yang, B. (2024). Factors affecting the production of sugarcane yield and sucrose accumulation: suggested potential biological solutions. *Frontiers in plant science*, 15, 1374228. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1374228>
- Mendoza-Luna, L., Rodríguez-Rojas, J., Pérez-Terán, A., & Castillo, C. (2021). Evaluación tecnológica de variedades de caña de azúcar en Veracruz, México. *Biotecnia*, 23(3), 86-92. <https://doi.org/10.19136/biotecnia.a21n3.4467>
- Ministerio de Agricultura y Riego – MINAGRI. (2014). *Variedades de caña de azúcar* [Boletín técnico]. Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA. <https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/ffb928bb-a7ff-4982-9ce2-2e4bbefd9c20/content>
- Montaña, R. M., Roco-Videla, Á., Nieves, A. R., & Flores, S. V. (2024). Determination of factors affecting the color and reducing sugar content of sugar cane panela (*Saccharum officinarum* L.). *Revista de la Facultad de Agronomía*, 41(3). [https://doi.org/10.47280/RevFacAgron\(LUZ\).v41.n3.31](https://doi.org/10.47280/RevFacAgron(LUZ).v41.n3.31)
- Monzon Avalos, E. Y. (2024). Potencialidades y limitaciones para agregar valor en la cadena productiva de la caña de azúcar en la Provincia de Cajabamba. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/6982>
- Morales-Tapia, A. A., Pérez-Castañeda, L. M., & Chávez, F. R. (2023). Application of sugarcane bagasse as a potentially functional ingredient in cookies formulation: A study on physicochemical, sensory, and texture profile properties. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 22(2), 551–562. <https://doi.org/10.24275/rmiq/IndustChem907>
- Panhwar, R. N., Soomro, A. F., Chohan, M., Bhatti, I. B., Mari, A. H., Arain, S., ... & Ahmad, S. (2022). Assessment of variation in newly developed sugarcane genotypes for morphological and quality associated parameters. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 35(3). <https://doi.org/10.17582/journal.pjar/2022/35.3.533.540>
- Patil, A. S., Pawar, G. R., & Thorat, B. S. (2023). Agronomic Assessment of Sugarcane Genotypes under Varied Fertilizer Levels. *International Journal of Plant & Soil Science*, 35(19), 572–577. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2023/v35i193586>



- Perú Caña. (2023). Informe Anual. *Perú Caña*. <https://www.perucana.org.pe>
- Pinedo Amaringo, R. (2018). Evaluación de tres variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y su efecto sobre las características agronómicas y su rendimiento como forraje en el fundo Zungarococha, San Juan Bautista [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio Institucional UNAP.
- Queiroz, R. J. B., dos Santos, D. M. M., Ferraudo, A. S., Carlin, S. D., & de Almeida Silva, M. (2011). Biochemical and physiological responses of sugarcane cultivars to soil water deficiencies. *Scientia Agricola*, 68(4), 469–476. <https://www.scielo.br/j/sa/a/xDtHcwp5NBD8L5R4zhF5F7c/?format=pdf&lang=en>
- Radha, H., & Bhimasen Soragaon, D. (2016). Different aspects in sugarcane maturity curve and harvest schedule: A review. *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology, Special Volume* 2(1), 444–450. <http://www.ijerat.com>
- Rea, R., De Sousa-Vieira, O., Díaz, A., Ramón, M., Briceño, R., George, J., & Demey, J. (2015). Evaluación de la estabilidad del rendimiento en genotipos de caña de azúcar mediante métodos no paramétricos. *Agronomía Colombiana*, 33(2), 220–226. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v33n2.49324>
- Reyes-Hernández, J. ., Torres-de los Santos, R. ., Hernández-Torres, H. ., Hernández-Robledo, V. ., Alvarado-Ramírez, E. ., & Joaquín-Cancino, S. (2022). Rendimiento y calidad de siete variedades de caña de azúcar en El Mante, Tamaulipas. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 13(5), 883–892. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i5.3232>
- Ríos-Velasco, M., Torres, N., & López, R. (2023). Incidencia de la materia extraña en la eficiencia industrial de ingenios azucareros lambayecanos. *Ciencia & Tecnología*, 12(1), 45–54. <https://doi.org/10.46676/ct.v12i1.1023>
- Sardi-Saavedra, A., Manzano, M. R., Vargas, G., & Rivera-Pedroza, L. F. (2023). Melitofauna of the sugarcane agrolandscape in Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 25(1), 45–54. <https://doi.org/10.21068/bc.v25n01a03>
- Suárez, H. J., Menéndez Sierra, A., González Marrero, A., Delgado Mora, I., & Gómez Pérez, J. R. (2018). Evaluación de Genotipos de Caña de Azúcar en diferentes Ambientes en el Ingenio



Ofelina, República de Panamá *Revista Centro Agrícola* . , 45(1,) 24-33,

<http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v45n1/cag03118.pdf>

Sulaiman, A., Arsyad, M., Amiruddin, A., Teshome, T., & Nishantha, B. (2023). New trends of sugarcane cultivation systems toward sugar production on the free market: A review.

*AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, 45(2), 395–406.

<https://doi.org/10.17503/agrivita.v45i2.4066>

Tafur, A. M., Urcia, J. P., Loyola, E. T., Bravo, E. T., & Flores, C. T. (2023). Chalets as agroindustrial heritage: the sugar houses in Tuman (Lambayeque, Peru). *Devenir*, 10(19), 153–176.

<https://doi.org/10.15381/dev.v10i19.23649>

Zhao, L., Li, Y., & Wang, J. (2022). Effects of reducing sugars on sugarcane juice quality and sugar recovery during processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102(14), 6590–

6598. <https://doi.org/10.1002/jsfa.12158>

