



Revista Industrial
y Agrícola de
Tucumán

ISSN 0370-5404

En línea
1851-3018

Tomo 103 (1):
1-5; 2026



ESTACION EXPERIMENTAL
AGROINDUSTRIAL
OBISPO COLOMBRES
Tucumán | Argentina

Av. William Cross 3150
T4101XAC - Las Talitas.
Tucumán, Argentina.

Trabajo ya publicado

Trabajo
presentado en
el XXXII ISSCT
Centennial
Congress, 24 al 28
de agosto de 2025,
Cali, Colombia,
traducido al
castellano.

Fecha de
recepción:
30/09/2025

Fecha de
aceptación:
03/12/2025

Comportamiento productivo y adaptación ambiental del cultivar TUC 03-12 analizado mediante dos métodos estadísticos

Ana C. Ghio*, Jorge V. Díaz*, Diego D. Henríquez*, Diego D. Costilla* y Santiago Ostengo*

* Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colobres (EEAOC), Las Talitas, Tucumán, R. Argentina, T4101XAC.
Email: ceghio@eeao.org.ar

RESUMEN

El Programa de Mejoramiento Genético de Caña de Azúcar de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colobres (PMGCA-EEAOC) tiene como uno de sus propósitos la obtención de genotipos adaptados a diferentes ambientes del área cañera de Tucumán, Argentina. Diferentes enfoques biométricos, tanto paramétricos como no paramétricos, permiten un análisis combinado del rendimiento y la estabilidad de un cultivar. El objetivo de este trabajo fue analizar, a través de dos enfoques estadísticos, el comportamiento productivo y la estabilidad de TUC 03-12, variedad liberada por el PMGCA-EEAOC y que actualmente es la segunda variedad más plantada en Tucumán. Los datos de rendimiento se obtuvieron de los ensayos multiambientales realizados en cinco localidades a lo largo de dos ciclos de cultivo (caña planta y primera soca), en los que se utilizó TUC 03-12 como testigo. Se emplearon dos metodologías de análisis: el modelo de regresión de sitios (SREG, análisis paramétrico multivariado) y el método de Consistencia Relativa de Rendimiento (análisis no paramétrico). El método paramétrico, *biplot SREG*, demostró un desempeño superior en rendimiento de caña de TUC 03-12 en ambas edades del cultivo, pero con una mayor estabilidad ambiental en soca 1 en comparación con la caña planta (al ubicarse más cerca del vector promedio de los ambientes evaluados). Este comportamiento fue confirmado por el método no paramétrico, el cual clasifica a TUC 03-12 como un cultivar “consistentemente superior” en la edad de soca 1. Ambos métodos resultaron útiles para inferir el sobresaliente desempeño de TUC 03-12 y su adaptabilidad a los diversos ambientes de la región cañera de Tucumán.

Palabras clave: caña de azúcar, adaptabilidad, estabilidad, interacción genotipo-ambiente.

ABSTRACT

Yield performance and environmental adaptability of cultivar TUC 03-12 analyzed by two statistical approaches

The Sugarcane Breeding Program of Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colobres (SCBP-EEAOC) focuses on the development of cultivars with broad adaptation to different environments in the sugarcane-growing area of Tucumán, Argentina. Different biometric approaches, both parametric and non-parametric, allow for a combined analysis of the performance and stability of a cultivar. This study aimed to analyze, through two statistical approaches, the productive performance and stability of TUC 03-12, a cultivar developed and released by the SCBP-EEAOC, and currently the second-most planted in Tucumán. Yield data were obtained from a multi-environment trial conducted at five sites through two crop cycles (plant cane and first ratoon) where TUC 03-12 was used as a control. Two analysis methodologies were used: sites regression model (SREG, multivariate parametric test) and the ‘Relative Consistency Performance’ method (non-parametric test). The SREG Biplot showed the superior performance in cane yield of TUC 03-12 at both crop ages, with greater environmental stability in the first ratoon compared to plant cane (as it was located closer to the average vector of the evaluated environments). This



behavior is confirmed with the non-parametric method, which classifies TUC 03-12 as a 'consistently superior' cultivar at the first ratoon. Both methods proved useful in inferring the outstanding performance of TUC 03-12 and its adaptability to the diverse environments in the sugarcane-growing region of Tucumán.

Key words: sugar cane, adaptability, stability, genotype-environment interaction.

INTRODUCCIÓN

Los ensayos multiambientales son una herramienta clave en los programas de mejoramiento de caña de azúcar a nivel mundial, ya que permiten la identificación de genotipos superiores en diferentes ambientes y edades de cultivo. El Programa de Mejoramiento Genético de Caña de Azúcar de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombrés (PMGCA-EEAOC) se enfoca en el desarrollo de variedades con amplia adaptación a diversos ambientes de la región cañera de Tucumán, Argentina. El estudio de la interacción genotipo-ambiente ($G \times E$) se puede llevar a cabo mediante diferentes enfoques biométricos: métodos paramétricos y no paramétricos. El modelo de análisis de regresión por sitio (SREG) (Crossa y Cornelius, 1997) es ampliamente utilizado en caña de azúcar para interpretar, a través de un gráfico *biplot*, el rendimiento y la estabilidad de un cultivar (Chavanne et al., 2007). El método no paramétrico de "Consistencia Relativa de Rendimiento" (Ketata et al., 1989) también se emplea para estudios de $G \times E$ en caña de azúcar (Ostengo et al., 2011).

El presente trabajo tiene como objetivo analizar, mediante estos dos enfoques estadísticos, el desempeño productivo y la estabilidad de TUC 03-12, cultivar desarrollado y liberado por el PMGCA-EEAOC y que actualmente constituye la segunda variedad más plantada en el área cañera de Tucumán, Argentina (Henríquez et al., 2023).

MATERIALES Y MÉTODOS

TUC 03-12 fue utilizado como testigo en los ensayos multiambientales (METs-EEAOC) del PMGCA-EEAOC, plantado en cinco localidades contrastantes (Tabla 1) dentro del área cañera de Tucumán: Los Pérez (Departamento Cruz Alta), Río Seco (Departamento Monteros), Los Quemados (Departamento Leales), Campo de Herrera (Departamento Famaillá) y Simoca (Departamento Simoca).

El diseño experimental de cada ensayo fue de bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones. Las unidades experimentales consistieron en 3 sur-

cos de 10 metros de largo cada uno.

Los datos de rendimiento de caña (TCH: t caña/ha) se analizaron en dos edades de cultivo, caña planta y soca 1, utilizando dos metodologías de análisis: el modelo de regresión de sitios (SREG, prueba paramétrica multivariada) y la prueba no paramétrica "Consistencia Relativa de Rendimiento". El primero se basa en el análisis de Componentes Principales de las matrices de residuales de un modelo en el que los datos se ajustan únicamente por los efectos ambientales, y cuyos resultados se visualizan mediante gráficos *biplots*. Los genotipos distantes del origen sobre el eje del Componente Principal 1 (CP1) presentan altos rendimientos promedio, mientras que un genotipo estable es aquel cuya proyección en el eje del Componente Principal 2 (CP2, que representa la Interacción Genotipo-Ambiente, o $G \times E$) es pequeña (Yan et al., 2000). El software utilizado para analizar estos datos fue Infostat (Di Renzo et al., 2018).

El análisis de Consistencia Relativa de Rendimiento consiste en el uso simultáneo de la media y la desviación estándar de los rangos genotípicos a través de diferentes localidades y la representación gráfica de estos dos parámetros. Esta metodología permite asignar cada genotipo a una de las siguientes cuatro clases: (i) consistentemente superior; (ii) inconsistentemente superior; (iii) inconsistentemente inferior; y (iv) consistentemente inferior.

RESULTADOS

En caña planta, la suma de los CP1 y CP2 explica el 75,8% de la variabilidad asociada con los efectos G y $G \times E$ (Figura 1). El cultivar TUC 03-12 muestra un desempeño sobresaliente en relación con sus competidores (valores de CP1 positivos), pero sus altos valores de CP2 se asocian a una baja estabilidad ambiental. Este comportamiento también se observa en el análisis no paramétrico (Figura 2), donde TUC 03-12 fue clasificado como "inconsistentemente superior", presentando mejor ranking medio y una desviación estándar superior al promedio para todos los clones.

Tabla 1. Detalles y características de los ambientes, en las localidades evaluadas.

Localidad	Heladas	Precipitaciones	Región Agroecológica	Textura	Clase Textural Agronómica	Napa	Sales
Los Pérez (LP)	Frecuente	Media	Llanura chaco pampeana	Franco Limoso	Medio	No	No
Campo Herrera (CH)	Poco Frecuente	Alta	Pedemonte	Fanco Arenoso	Pesado	Si	No
Río Seco (RS)	Poco Frecuente	Alta	Pedemonte	Franco	Liviano	No	No
Los Quemados (LQ)	Muy Frecuente	Baja	Llanura Deprimida Salina	Franco Arenoso	Liviano	Si	Si
Simoca (SI)	Muy Frecuente	Media	Llanura deprimida No salina	Franco Arenoso	Liviano	Si	No

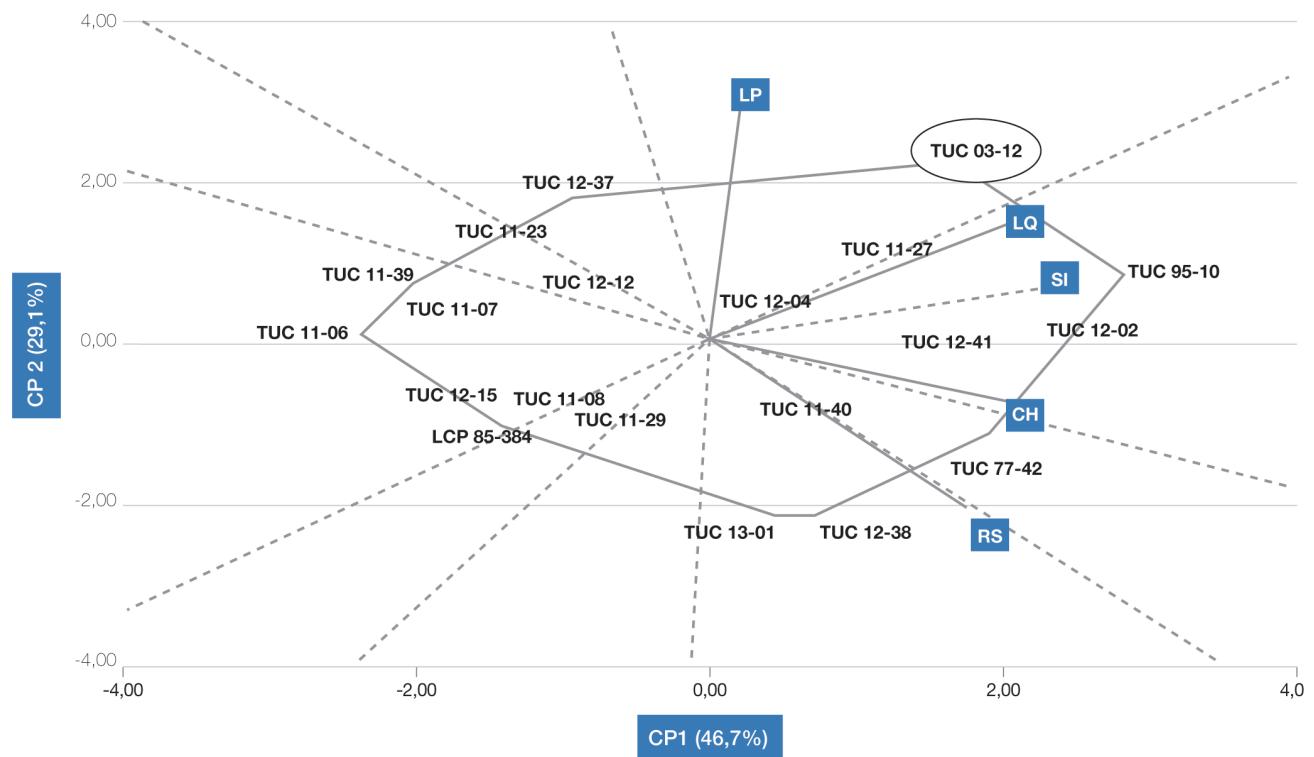


Figura 1. Gráfico SREG para el rendimiento de caña en cinco localidades de los METs-EEAOC. Edad de cultivo: caña planta.

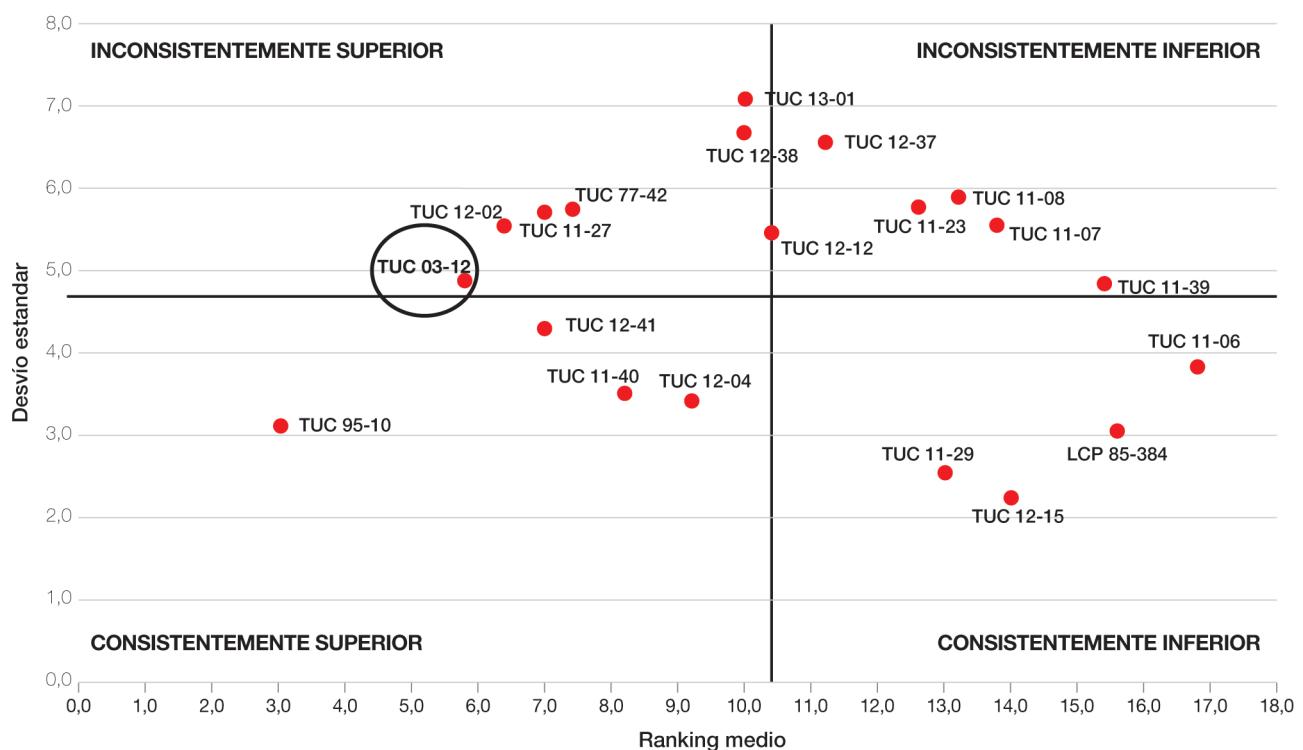


Figura 2. Valores medios de ranking y desviación estándar para el método de Consistencia Relativa de Rendimiento de caña a través de cinco localidades. Edad de cultivo: caña planta.

En la edad de soca 1, ambos componentes explican el 66,9% de la variabilidad asociada con los efectos G y GxE (Figura 3). En este ciclo, TUC 03-12 muestra un desempeño sobresaliente y estable en todos los ambientes ensayados (valores de CP1 positivos y valores de CP2 cercanos a cero). Este comportamiento se confirma con

el método no paramétrico, donde TUC 03-12 se clasifica como un cultivar “consistentemente superior” (cuadrante inferior izquierdo) (Figura 4); este cultivar se ubicó entre las primeras posiciones de producción de rendimiento de caña en todos los ambientes evaluados.

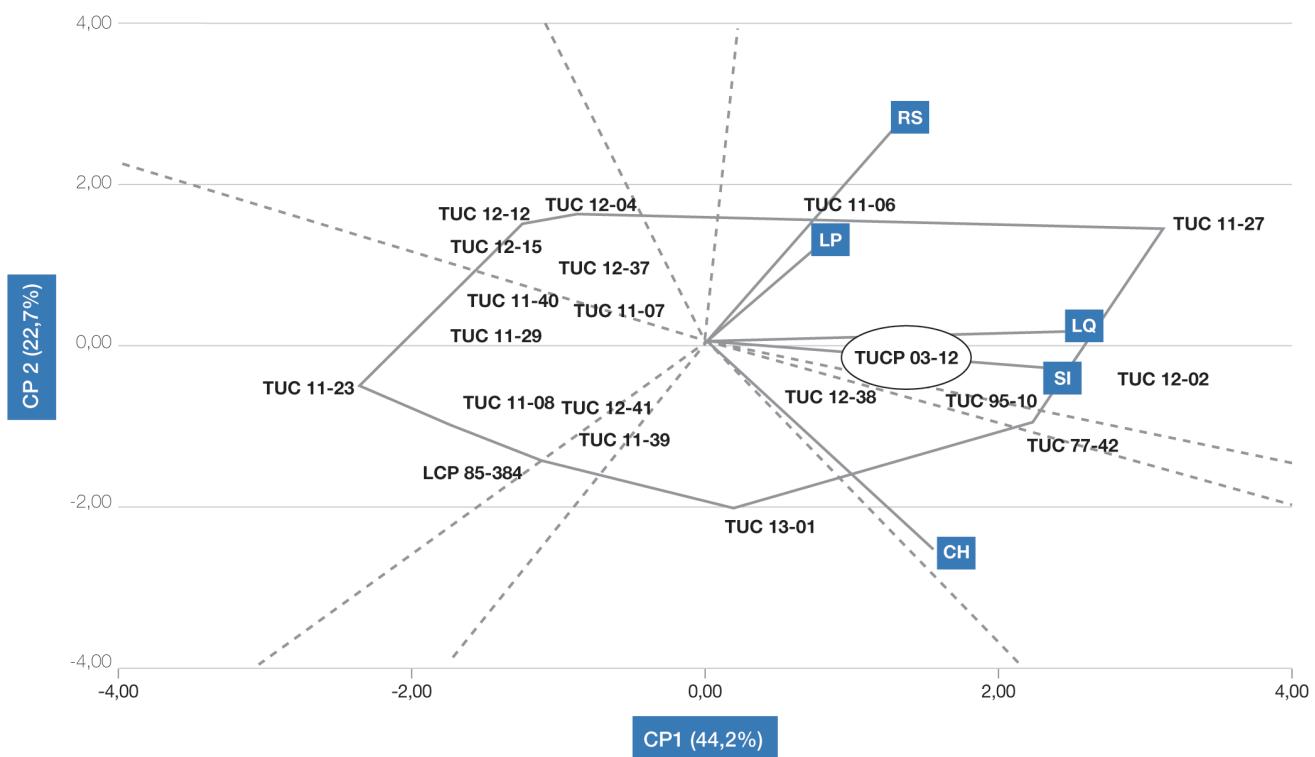


Figura 3. Gráfico SREG para el rendimiento de caña en cinco localidades de los METs-EEAOC. Edad de cultivo: soca 1.

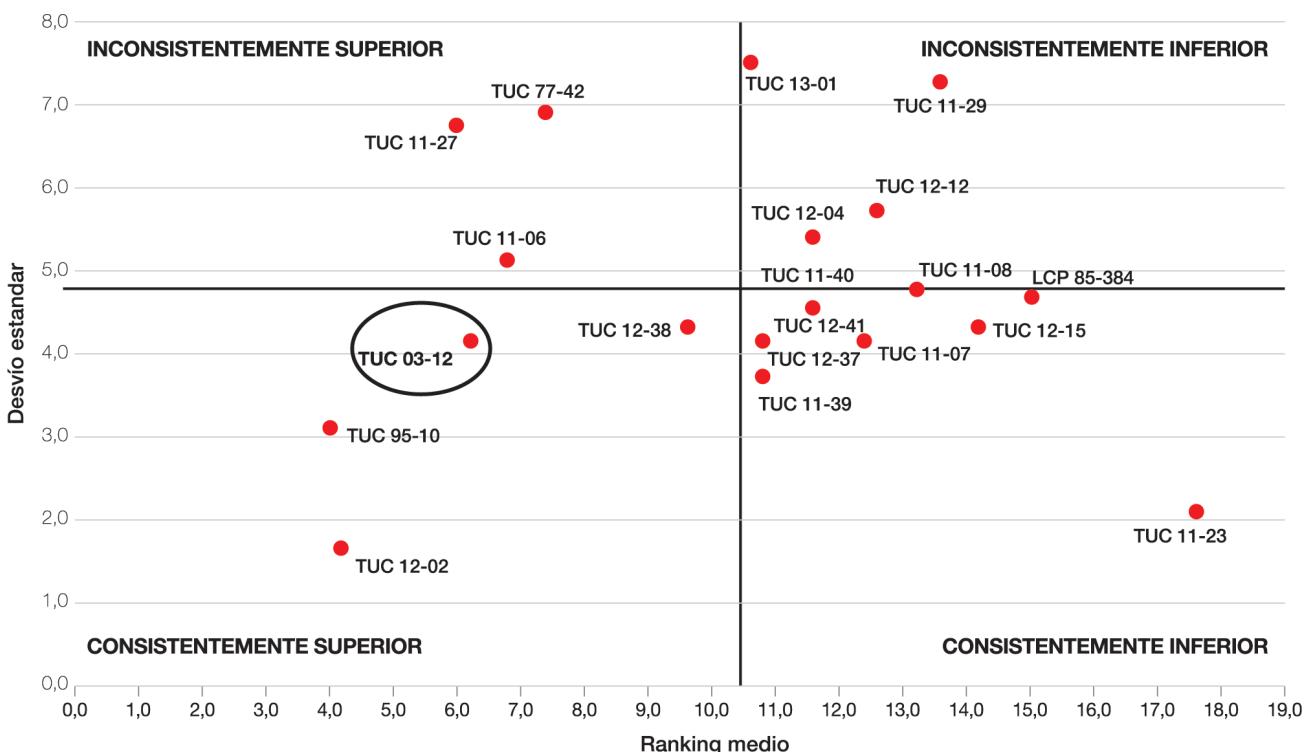


Figura 4. Valores medios de ranking y desviación estándar para el método de Consistencia Relativa de Rendimiento de caña a través de cinco localidades. Edad de cultivo: soca 1.

CONCLUSIONES

El cultivar TUC 03-12 demostró un excelente desempeño en rendimiento y una buena adaptación a los ambientes cañeros de Tucumán, Argentina.

Tanto el análisis paramétrico (SREG) como el no paramétrico (Consistencia Relativa de Rendimiento) mostraron resultados similares, ya que ambas metodologías evidenciaron una mayor estabilidad de este cultivar en la edad de cultivo de soca 1 en comparación con caña plana, lo que demuestra su utilidad para inferir el desempeño y la adaptabilidad de la variedad.

Los análisis también permitieron detectar que el clon TUC 12-02 exhibió un desempeño similar a TUC 03-12, especialmente en soca 1, con una buena adaptación a los ambientes evaluados. No obstante, este clon requiere evaluaciones adicionales para confirmar su estabilidad e idoneidad para el cultivo comercial.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las Ings. Agr. María Fernanda Figueroa y Carolina Díaz Romero por su contribución en este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Crossa, J. y P. Cornelius. 1997. Sites regression and shifted multiplicative model clustering cultivar trial sites under heterogeneity of error variances. *Crop Sci.* 37:406-415.

Chavanne, E. R.; S. Ostengo; M. B. García y M. I. Cuenya.

2007. Evaluación del comportamiento productivo de cultivares de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) a través de diferentes ambientes en Tucumán aplicando la técnica estadística GGE biplot. *Rev. Ind. Agríc. Tucumán* 84(2):19-24.

Di Rienzo, J. A.; F. Casanoves; M. G. Balzarini; L. González; M. Tablada y C. W. Robledo. 2018. InfoStat versión 2018. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

Henríquez, D.; P. Medina; M. Aybar Guchea; M. F. Figueroa; D. Costilla; J. Díaz; C. Díaz Romero y S. Ostengo. 2023. Relevamiento de la distribución varietal y del uso de otras tecnologías en el cultivo de caña de azúcar en la provincia de Tucumán. Campaña 2022/2023. Reporte Agroindustrial EEAOC 282(3). ISSN 2346-9102.

Ketata, H. Y.; S. K. Yau y M. Nachit. 1989. Relative consistency performance across environments. *Int. Symp. Physiol. Breed. Winter Cereals for Stressed Mediterranean Environments*, Montpellier, pp. 391-400.

Ostengo, S.; M. García; C. Díaz Romero; N. Delgado; J. Díaz y M. Cuenya. 2011. Evaluación de la estabilidad de un cultivar de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) en diferentes ambientes agroecológicos a través de una técnica no paramétrica en Tucumán, Argentina. *Rev. Ind. Agríc. Tucumán* 88(2):21-26.

Yan, W.; L. A. Hunt; Q. Sheng y Z. Szlavnics. 2000. Cultivar evaluation and megaenvironment investigation based on GGE Biplot. *Crop Sci.* 40:597-605.