

Artículo científico

Producción de caña semilla de alta calidad en semilleros Básicos y Registrados de la provincia de Tucumán: un análisis de cinco años (2014-2018)

High quality seed cane production in Basic and Registered nurseries in Tucumán: a five-year analysis (2014-2018)

P.A. Digonzelli*; J.A. Giardina; D. Duarte; S. Fajre; M.M. Medina; M.F. Barceló; J.F. Pérez Alabarce

Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes. Av. W. Cross 3150, Las Talitas (4101), Tucumán, Argentina.

*E-mail: pdigonzelli@eeaoc.org.ar; padigonzelli@gmail.com

Resumen

La Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes produce caña semilla de alta calidad mediante el Proyecto Vitroplantas. Esta semilla se multiplica en campo según un esquema de semilleros: Básicos, Registrados y Certificados. Este trabajo analiza la producción de caña semilla en semilleros Básicos y Registrados entre los años 2014 y 2018. Los semilleros Básicos y Registrados se georreferenciaron, se registró su superficie y número de surcos plantados por variedad, se estimó la producción de semilla/ha y se realizaron muestreos y análisis fitosanitarios para determinar la incidencia de raquitismo de la caña soca y escaldadura de la hoja. Usando esta información se analizó la evolución del número y superficie de semilleros, su distribución geográfica, el rendimiento cultural, la distribución porcentual de variedades y el estado sanitario de los mismos. Durante 2014-2018 el número y superficie de semilleros Registrados se incrementó respecto al período 2008-2013. La mayor superficie de semilleros Registrados se ubicó en las localidades de Famaillá, Cruz Alta y Monteros. Más del 70 % de la superficie de semilleros Básicos y Registrados estuvo ocupada por cultivares de reciente liberación. El rendimiento cultural de estos semilleros varió entre 80 y 103 t/ha. El estado sanitario de los semilleros fue muy bueno, los máximos niveles de incidencia de raquitismo de la caña soca y escaldadura de la hoja fueron de 0,23 % y 0,44 % en los semilleros Básicos y 0,43 % y 0,33 % en los Registrados, valores inferiores a los umbrales de tolerancia establecidos para estos semilleros.

Palabras clave: Caña de azúcar; Semilleros; Caña semilla de alta calidad.

Abstract

The Vitroplantas Project of Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes produces high quality seed cane of commercial varieties. This seed cane is multiplied in the field by means of a nursery scheme: Basic, Registered and Certified nurseries. This paper analyzes high quality seed cane production from 2014 to 2018. Geographic location of Basic and Registered nurseries, area and row number planted with each cultivar were recorded. Phytosanitary analysis were made in order to evaluate ratoon stunting disease and leaf scald incidence levels. Using this information, it was analyzed the number and total area evolution of Basic and Registered nurseries, their varietal distribution, high quality seed cane production levels, and health conditions. Through the analyzed period, the number and total area planted with Registered nurseries grew. More than 70% of the total area of Basic and Registered nurseries was planted with new cultivars. The high quality seed cane production levels varied between 80 and 103 t/ha. The Basic and Registered nurseries also presented optimal sanitary conditions. The highest incidence levels of ratoon stunting disease and Leaf Scald were 0.23% and 0.44% for Basic nurseries, and 0.43% and 0.33% for Registered nurseries. These incidence levels remained below tolerance threshold levels established in the Vitroplantas Project.

Keywords: Sugarcane; Nurseries; High quality seed cane.

Introducción

La plantación comercial de la caña de azúcar se realiza mediante el empleo de trozos de tallo (“caña semilla”) y es una de las etapas más costosas y de mayor incidencia en la productividad de los caña-

verales. En Tucumán, Argentina, la caña de azúcar es un cultivo semi-perenne, del cual se esperan al menos cinco cosechas, por lo que todo lo que se realice para garantizar la correcta implantación del cañaveral se traducirá en una mayor producción y vida útil del mismo. La calidad de la caña semilla

Recibido: 07/06/2019; Aceptado 25/11/2019.

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

es uno de los factores que más afectan la plantación de la caña de azúcar. Durante muchos años los productores cañeros en Tucumán, utilizaron como caña semilla la misma caña que se enviaba a industria, sin considerar ningún estándar de calidad (Digonzelli *et al.*, 2014; Digonzelli y Giardina, 2014). Como consecuencia de esta práctica, se facilitó la difusión de enfermedades sistémicas tales como el mosaico de la caña de azúcar (*Sugarcane mosaic virus* y *Sorghum mosaic virus*), el carbón (*Sporisorium scitamineum*), la escaldadura de la hoja (*Xanthomonas albilineans*) y, especialmente el raquitismo de la caña soca o RSD, por su sigla en inglés, producido por la bacteria *Leifsonia xyli subsp. xyli* (Funes *et al.*, 2009; Digonzelli *et al.*, 2010). Esta última enfermedad es la más importante en los cañaverales comerciales en todo el mundo, pudiendo ocasionar importantes pérdidas de rendimiento cultural (Victoria *et al.*, 2004; Glyn, 2005; Comstock, 2014).

A partir del 2000-2001 la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes (EEAOC) inició el Proyecto Vitroplantas cuyos objetivos fundamentales son: 1) producir caña semilla de alta calidad de las variedades de caña de azúcar difundidas en Tucumán y 2) favorecer la rápida difusión de las nuevas variedades liberadas por el Programa de Mejoramiento Genético de Caña de Azúcar de la EEAOC (PMGCA-EEAOC), mediante el uso de simiente de alta calidad (Digonzelli *et al.*, 2010). Además, este Proyecto también pretende concientizar y capacitar al sector cañero sobre la importancia de la calidad de la caña semilla y sobre las buenas prácticas de manejo y control de la misma. Por otro lado, se busca utilizar los lotes semilleros como parcelas demostrativas para la introducción de nuevas tecnologías productivas (Digonzelli, *et al.*, 2018). En el Proyecto Vitroplantas la caña semilla de alta calidad se obtiene utilizando las técnicas de cultivo de meristemas y micropropagación (etapa de laboratorio), los plantines micropropagados se rustican en invernáculo y finalmente este material se multiplica en el campo en tres etapas de semilleros: Básicos, Registrados y Certificados (Castillo *et al.*, 2003; Digonzelli *et al.*, 2009; Noguera *et al.*, 2010).

Los semilleros son lotes destinados especialmente a la producción de simiente de alta calidad, los cuales garantizan, mediante el manejo y los controles adecuados, los estándares de calidad de este material de propagación (Victoria y Calderón 1995; Victoria *et al.*, 1997; Victoria *et al.*, 1999).

Los semilleros Básicos son responsabilidad exclusiva de la EEAOC y se implantan con los plantines producidos en el laboratorio y rusticados en los invernáculos. Con la caña semilla de estos semilleros se implantan los semilleros Registrados cuyo manejo y control es responsabilidad compartida entre semilleras y la EEAOC. Finalmente, con la semilla de los semilleros Registrados se plantan los semilleros Certificados, responsabilidad exclusiva de los semilleras, los cuales proveen la simiente para las plantaciones comerciales (Digonzelli *et al.*, 2009). Los semilleros Básicos se ubican en lotes manejados por la EEAOC, mientras que los semilleros Registrados se ubican en lotes de ingenios, cooperativas y productores (semilleras). Los técnicos de la EEAOC realizan visitas cada 20-30 días, asesoran y controlan el manejo agronómico de los mismos y realizan los muestreos y evaluaciones fitosanitarias (Digonzelli *et al.*, 2009).

En el presente trabajo se analizaron cinco años (2014-2018) de producción de caña semilla de alta calidad en los semilleros Básicos y Registrados en el marco del “Proyecto Vitroplantas: producción de caña semilla de alta calidad” de la EEAOC, en Tucumán, Argentina.

Materiales y métodos

Se analizó información de cinco campañas de producción de caña semilla de alta calidad (2014, 2015, 2016, 2017 y 2018), en los semilleros Básicos y Registrados del Proyecto Vitroplantas, incluyendo a los semilleros Registrados plantados mediante el convenio entre la Unidad para el Cambio Rural (UCAR) dependiente de la Secretaría de Agroindustria del Ministerio de Producción y Trabajo de la Nación y la EEAOC, en el marco del Programa para Incrementar la Competitividad del Sector Azucarero (PROICSA).

Los semilleros Básicos constituyen la primera etapa de multiplicación en campo de la simiente de alta calidad. En estos semilleros se mantiene identificada la “línea” de origen de los plantines. Se denomina “línea” a todos los plantines originados a partir de un mismo meristema, al cual se le asigna un código que se mantiene durante todo el proceso de laboratorio, en el invernáculo y hasta los semilleros Básicos, lo cual permite asegurar la trazabilidad del material de propagación. La caña planta y la soca 1 de los semilleros Básicos se utiliza para implantar los semilleros Registrados.

Todos los semilleros (Básicos y Registrados) fueron georreferenciados, se registró la superficie y el número de surcos plantados y las variedades implantadas en cada uno.

En el mes de abril de cada campaña estudiada, se realizó la estimación de producción y el muestreo fitosanitario de los lotes semilleros. Para la estimación de producción se establecieron, aleatoriamente dentro de cada lote semillero, tres estaciones de muestreo para cada variedad, cada una formada por tres surcos de 10 metros. En estas estaciones se contaron todos los tallos (población de tallos) tomando 10 tallos corridos por surco (30 tallos/estación de muestreo), los cuales se pelaron, despuntaron en el punto natural de quiebre y se pesaron. Con la información de la población y el peso promedio de los tallos se estimó la producción de caña semilla expresada en toneladas por hectárea. Para calcular la producción de caña semilla, así como para calcular la distribución de variedades en los semilleros se consideraron 62,5 surcos/ha.

Para la evaluación del estado sanitario de los lotes semilleros, se tomaron muestras al azar las cuales estuvieron constituidas por el tercio basal de 20 tallos seleccionados aleatoriamente (Bertani *et al.*, 2014). El número de muestras que se toman por unidad de superficie en los lotes semilleros depende de la etapa de semillero (Básicos, Registrados y Certificados) y es lo que se denomina intensidad del muestreo. En los semilleros Básicos se tomaron aproximadamente 6 muestras por hectárea, manteniendo identificada la variedad, la línea y la edad del material. Esto es un número de muestras por hectárea más grande que lo utilizado en otros países azucareros, pero se lo realiza así para tener mayor seguridad en relación al estado sanitario de esta etapa de semilleros que constituye la base del proceso de multiplicación en campo de la caña semilla de alta calidad. En los semilleros Registrados se muestrea siguiendo la metodología utilizada y validada en la mayoría de los países cañeros. En estos semilleros se tomó una muestra por hectárea o fracción de hectárea, siempre manteniendo separadas la variedad y la edad de la caña semilla (Gianmaría *et al.*, 2010). La presencia de los agentes causales del RSD y de la escaldadura de la hoja, se evaluó mediante la técnica inmunoenzimática de impresión de tejidos (TBIA, del inglés, tissue blot immunoassay), en el laboratorio de Fitopatología de la EEAOC. La incidencia de dichas enfermedades se calculó como:

número de tallos enfermos/número total de tallos y se expresó en porcentaje. Para calcular la incidencia de las enfermedades en los lotes semilleros se utilizaron medias ponderadas según el número de surcos.

Resultados y discusión

En la provincia de Tucumán, durante el período 2014-2018 funcionaron hasta tres semilleros Básicos en forma simultánea. La Tabla 1 muestra los diferentes semilleros Básicos y sus superficies para el período de tiempo considerado. Cabe aclarar que las superficies que se muestran en dicha tabla, corresponden a la superficie con caña en condiciones de ser entregada como semilla.

Tabla 1. Superficie de semilleros Básicos en el período 2014-2018. Tucumán, Argentina, 2019.

Semillero Básico	Superficie de Semillero Básico (ha)				
	2014	2015	2016	2017	2018
Luisiana	15,0	15,5	4,2	4,2	-
Acheral	-	6,1	7,1	7,6	-
EEAOC	-	-	-	3,2	4,5
Lote 11-15	-	-	-	-	4,9
Total	15,0	21,6	11,3	15,0	9,4

El período 2014-2018 fue una etapa de cambios en la organización de los semilleros Básicos del Proyecto Vitroplantas. Durante años el semillero Básico estuvo ubicado en la localidad de Luisiana (departamento de Cruz Alta, Tucumán, Argentina), en 2015 se debió trasladar el semillero por falta de agua para riego. Así se implantó un semillero Básico en la localidad de Acheral (departamento Monteros). En 2017 fue necesario realizar un nuevo traslado por el mismo motivo y se implantaron dos semilleros Básicos, uno en Las Talitas y otro en Lote 11-15 (departamento Cruz Alta). En este mismo período, en el laboratorio se comenzó a implementar el sistema de inmersión temporal para complementar al sistema tradicional de obtención de vitroplantas lo cual generó algunos inconvenientes en el proceso de producción de plantines durante la etapa de ajuste de la técnica. Por estos motivos la superficie de semilleros Básicos varió mucho dentro del período considerado en el presente análisis, tal como se observa en la Tabla 1. Según nuestras estimaciones teóricas, una superficie de 10 a 12 ha de semillero Básico, sería suficiente para satisfacer los requerimientos de caña semilla de las plantaciones comerciales de Tucumán, siempre y cuando se cumpla correctamente con el esquema de semilleros.

En la Tabla 2 se muestra el número de semilleros Registrados discriminados por año y por edad de la caña semilla, caña planta y soca 1, únicas dos edades del cañaveral que se utilizan como semilla. Durante el período 2014-2018, el número de semilleros Registrados existentes en la provincia de Tucumán fue de 522. Digonzelli *et al.* (2014; 2016) informaron un total de 282 semilleros para el período 2008-2013.

Tabla 2. Número de Semilleros Registrados discriminados por edad del cultivo (caña planta y soca 1) en el período 2014-2018. Tucumán, Argentina, 2019.

Campaña	Edad de la caña semilla		Total de semilleros
	Caña planta	Caña soca 1	
2014	38	43	81
2015	66	37	103
2016	55	64	119
2017	51	53	104
2018	60	55	115
Total general			522

El promedio del número de semilleros disponibles por año en las cinco campañas estudiadas fue de 104 semilleros, más del doble de lo informado para Tucumán por Digonzelli *et al.* (2014; 2016) para el período 2008-2013, en el cual se indica un promedio de 47 semilleros/año, lo que representa un incremento del 121 % en el número de semilleros Registrados en el período 2014-2018.

La Figura 1 muestra los semilleros Registrados disponibles en 2002 (primer año con semilleros Registrados en la provincia) y en 2018. Se observa que en Tucumán existe una red de semilleros Registrados distribuidos en toda el área cañera de la provincia cuya densidad aumentó durante los años de existencia del Proyecto Vitroplantas.

La Figura 2 muestra la superficie de semilleros Registrados disponible en Tucumán en las diferentes campañas consideradas en este análisis. En la misma se observa que la superficie de semilleros Registrados disponible en Tucumán varió entre las 203 y las 302 hectáreas durante el período considerado. El valor máximo se alcanzó en la campaña 2014 y la menor superficie correspondió a la campaña 2018. El promedio anual de superficie destinada a semilleros Registrados en Tucumán en los cinco años evaluados fue de 261,5 ha, un 33,2 % superior a la superficie promedio de 196,3 ha/año de semilleros Registrados en el período 2008-2013 (Digonzelli *et al.*, 2014; 2016). Este es un dato relevante ya que expresa un aumento en la disponibilidad de caña semilla para la implantación de semilleros Certificados y consecuentemente para las futuras plantaciones comerciales.

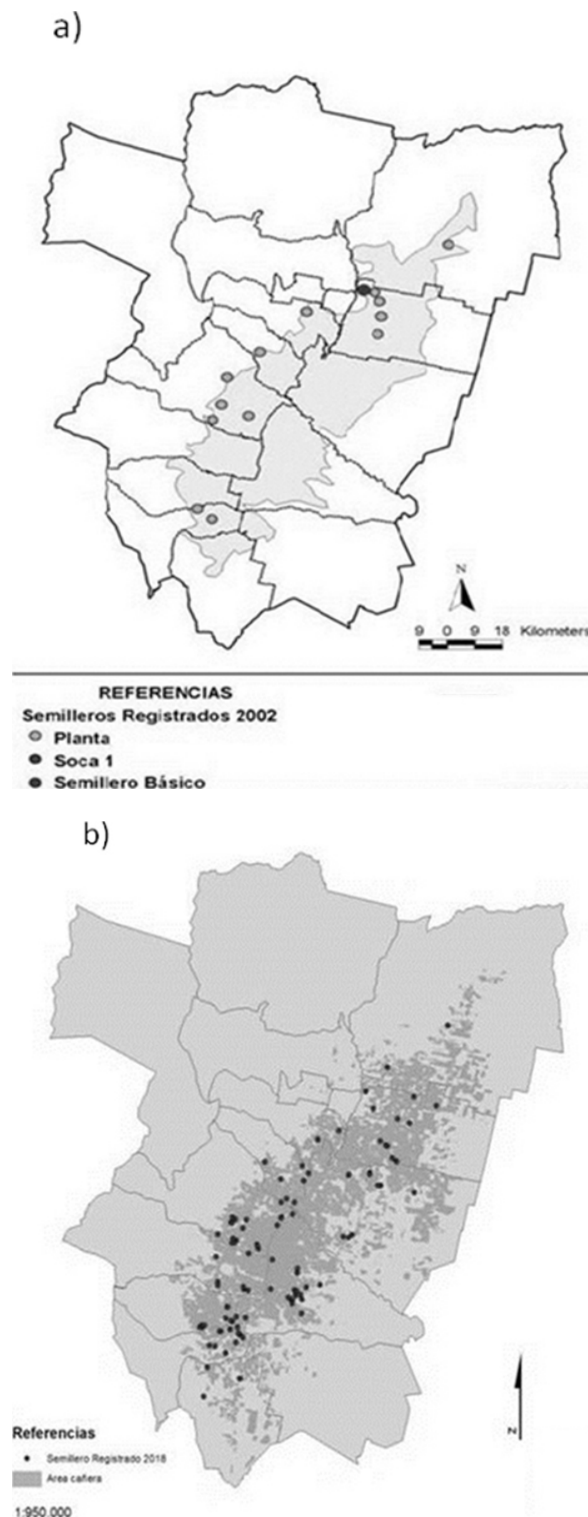


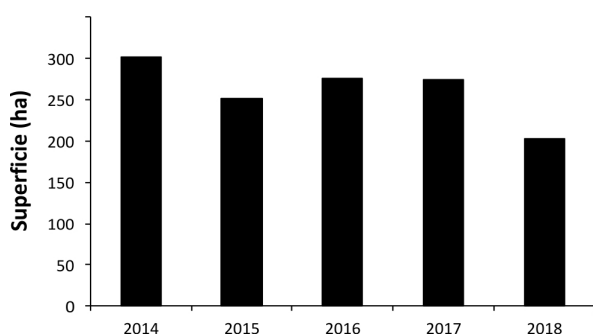
Figura 1. Red de semilleros Registrados del Proyecto Vitroplantas en Tucumán, a) campaña 2002 y b) campaña 2018.

Los semilleros Registrados disponibles en 2018 se plantaron en 2016 y 2017. La actividad azucarera argentina sufrió una crisis económica entre 2013 y 2016 debida al bajo precio del azúcar, especialmente en el mercado interno, pero también en el mercado internacional (Secretaría de Política Económica Subsecretaría de Programación Mi-

Tabla 3. Distribución porcentual de variedades en los semilleros Básicos, período 2014-2018. Tucumán, Argentina, 2019.

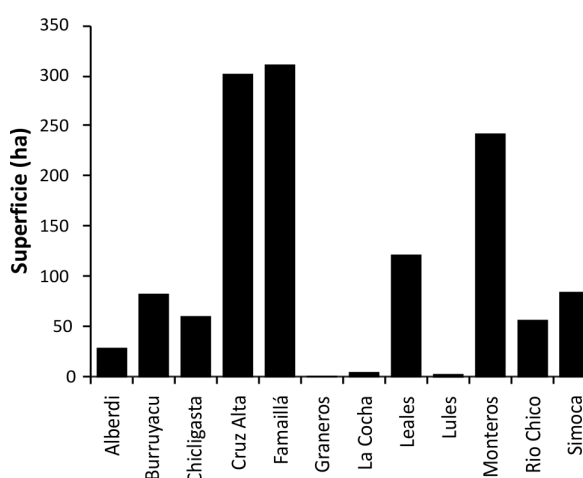
Variedades	Luisiana				Acherai			EEAOC		Lote 11-15
	2014	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2017	2018	2018
LCP 85-384	24,2	10,2	11,3	11,3	20,8	23,9	22,3	16,5	23,2	18,7
TUC 95-10	43,8	42,3	30,2	30,2	18,9	21,8	20,3	33,5	28,9	47,5
TUC 97-8	13,0	13,6	11,3	-	28,9	33,2	30,9	16,5	19,8	17,0
TUCCP 77-42	3,0	3,7	-	11,3	3,6	4,1	10,8	-	-	-
TUC 95-37	13,9	6,8	-	-	9,5	10,9	10,1	8,0	6,1	-
TUC 00-19	2,1	23,4	35,1	35,1	18,3	6,1	5,7	9,5	6,9	-
TUC 03-12	-	-	12,1	12,1	-	-	-	16	15,2	16,8

croeconómica, Ministerio de Hacienda, Presidencia de la Nación, 2016; 2018). Por este motivo disminuyó el ritmo de plantación de los cañaverales y no se alcanzaron los niveles de renovación normales (20 % de la superficie/año). Como consecuencia de esto también hubo menor implantación de lotes semilleros. Esto en parte explica la reducción de la superficie de semilleros Registrados disponibles en 2018 respecto de los años anteriores.

**Figura 2.** Superficie de semilleros Registrados (ha), en las campañas 2014-2018. Tucumán, Argentina, 2019.

La Figura 3 muestra la superficie total de semilleros Registrados disponibles en los diferentes departamentos del área cañera tucumana en los cinco años considerados. El departamento con mayor superficie de semilleros Registrados fue Famaillá seguido por Cruz Alta y Monteros. Las menores superficies correspondieron a los departamentos de Graneros y la Cocha, zonas marginales para el cultivo de la caña de azúcar, y al departamento Lules que, si bien está dentro del área tradicionalmente cañera, se encuentra muy urbanizado y con importante presencia de otros cultivos como la frutilla. En el departamento Cruz Alta se encuentran, mayoritariamente, explotaciones de medianos y grandes productores que desde hace años participan de la estrategia de semilleros del Proyecto Vitroplantas. Por otro lado, en los departamentos de Famaillá y Monteros hay cooperativas y pequeños productores beneficiados por el Programa para Incrementar la Competitividad del Sector Azucarero (PROICSA) que subsidió la

implantación de semilleros Registrados y Certificados entre 2013 y 2017.

**Figura 3.** Superficie total de semilleros Registrados (ha) discriminada por departamento del área cañera para el período 2014-2018. Tucumán, Argentina, 2019.

En las Tablas 3 y 4 se muestra la distribución porcentual de variedades en los semilleros Básicos y Registrados, respectivamente. Como se observa en la Tabla 3 el cultivar que ocupó el mayor porcentaje de la superficie de los semilleros Básicos fue TUC 95-10. En todos los semilleros Básicos y en todos los años considerados los nuevos cultivares (TUC 97-8, TUC 95-37, TUC 95-10, TUC 00-19 y TUC 03-12) ocuparon más del 75 % de la superficie de dichos semilleros.

Tabla 4. Distribución de variedades (%) en los semilleros Registrados, período 2014-2018. Tucumán, Argentina, 2019.

Variedades	2014	2015	2016	2017	2018
LCP 85-384	24,5	26,2	27,6	24,2	22,4
TUC 95-10	50,3	50,0	41,0	39,1	33,6
TUC 97-8	7,3	10,0	13,4	11,9	13,7
RA 87-3	0,6	-	-	-	-
TUCCP 77-42	3,3	1,6	1,6	0,9	1,3
TUC 95-37	14,0	11,9	9,7	9,3	7,2
TUC 00-19	-	0,3	6,8	14,5	17,3
TUC 03-12	-	-	-	-	4,4

Actualmente en Tucumán la variedad LCP 85-384 ocupa el 76,8 % del área cañera (Ostengo *et al.*, 2018). Esto genera una situación de alta vulnerabilidad para nuestra agroindustria ya que frente a la ocurrencia de algún factor que afecte significativamente la producción de este cultivar, como es por ejemplo una enfermedad, la provisión de materia prima para las fábricas estaría muy comprometida. Por este motivo es prioritario diversificar el cañaveral tucumano y difundir los nuevos materiales genéticos que están a disposición de los productores.

Tal como se observa en las Tablas 3 y 4, más del 70 % de la superficie de los semilleros Básicos y Registrados fue implantada con las variedades liberadas por el PMGCA en los últimos cinco años (TUC 97-8, TUC 95-37, TUC 95-10, TUC 00-19 y TUC 03-12). Estas variedades se caracterizan por su buena producción de caña y de azúcar, adaptación a la cosecha mecánica y maduración temprana, lo que las convierte en una excelente alternativa para la diversificación del cañaveral (Costilla *et al.*, 2011; Cuenya *et al.*, 2011; 2013; Cuenya *et al.*, 2015). De esta manera, mediante la caña semilla de alta calidad, se impulsa la rápida difusión de las nuevas variedades y se estimula a los productores para que las ensayen en sus campos comerciales.

Digonzelli *et al.* (2014) analizaron la distribución de variedades en los semilleros Registrados del Proyecto Vitroplantas en el quinquenio 2008-2012. Para ese período ya se había registrado una disminución importante del porcentaje de LCP 85-384 en los semilleros Registrados, de un 62 % en el año 2009, al 37 % en el 2012, tendencia que se repitió en el quinquenio analizado en el presente trabajo. Así, en el período 2014-2018 esta variedad ocupó entre el 27 % y el 22 % de la superficie de semilleros Registrados. En el año 2011 se liberó la variedad TUC 95-10 y en 2012 esta variedad ocupaba el 24,4 % de la superficie de semilleros Registrados (Digonzelli *et al.*, 2014) convirtiéndose entre 2014 y 2018 en la más cultivada en los semilleros Registrados de la provincia (50 % - 34 %). Como consecuencia de esto, TUC 95-10 es actualmente la segunda variedad cultivada comercialmente en Tucumán (10,3 % del área cañera) habiendo desplazado a TUCCP 77-42 que fue por muchos años la segunda variedad en Tucumán (Ostengo *et al.*, 2018). Esto evidencia el rol fundamental de los semilleros en la difusión de los nuevos materiales genéticos. La dinámica

de recambio varietal que impulsan los semilleros se comprueba al ver que en el quinquenio 2008-2012 en los semilleros Registrados había cultivares como RA 87-3, L 75-33 y CP 65-357, los cuales han sido superados por los nuevos materiales y por lo tanto ya no se incluyen en el proyecto Vitroplantas y su importancia en el cultivo comercial es prácticamente nula. Mientras que en el período 2014-2018, en los semilleros Registrados se dispone de variedades como TUC 00-19 y TUC 03-12 liberadas en 2013 y 2015, respectivamente.

En las Figuras 4 y 5 se muestra la producción promedio de caña semilla en los semilleros Básicos y Registrados durante las 5 campañas del quinquenio considerado, comparadas con la media provincial para el mismo período de tiempo. Los semilleros Básicos presentaron una producción de caña semilla/ha entre 53 % y 74 % mayor al rendimiento cultural promedio de la provincia para cada año. El rendimiento cultural promedio de los semilleros Básicos, considerando los 5 años analizados, fue de 89,3 toneladas de caña semilla/ha. Según la información presentada por Digonzelli *et al.* (2016) el rendimiento cultural promedio de los semilleros Básicos en el período 2008-2013 fue de 106,6 toneladas de caña semilla/ha, lo que deja en evidencia una disminución del 16 % en la producción en el quinquenio 2014-2018, lo cual podría ser consecuencia de las dificultades para implementar el riego que se comentaron en un apartado anterior. Al no disponer de riego en forma adecuada la frecuencia y la lámina aplicada no fueron siempre suficientes para satisfacer los requerimientos del cañaveral con la consecuente disminución del rendimiento cultural. En algunos casos se debió priorizar el riego de los plantines recientemente trasplantados en desmedro de la soca 1, debido a que los plantines micropropagados son muy sensibles a la disminución de la disponibilidad hídrica. A pesar de esto, la producción de los semilleros Básicos se ubicó en la franja considerada de alta producción para nuestra provincia (> 75 t/ha). Las menores producciones en los semilleros Básicos se registraron en las campañas 2015 y 2017 (Figura 5).

El rendimiento cultural promedio de los semilleros Registrados superó entre un 45 % y un 66 % al rendimiento promedio de la provincia para el período considerado (Figura 5). Cabe aclarar que en el promedio de producción de los semilleros Registrados están incluidas todas las situaciones de manejo y todas las condiciones agroecológicas

representativas del área cañera tucumana ya que los mismos se encuentran distribuidos en toda la zona cañera de la provincia (aún en zonas marginales), son manejados por diferentes productores y la mayoría de los semilleros no disponen de riego. Todo lo antedicho demuestra que existe un potencial productivo no alcanzado en nuestra provincia y que el empleo de semilla de alta calidad, acompañado por un manejo agronómico adecuado permitiría lograr mayores rendimientos culturales. García *et al.* (2011) analizaron la producción cultural en dos variedades de caña de azúcar (LCP 85-384 y CP 65-357), durante cinco edades del cañaveral (caña planta a soca 4), en lotes provenientes de caña semilla de alta calidad y lotes provenientes de caña semilla afectada por RSD, y encontraron incrementos de producción entre 7 % y 26 % cuando se utilizó caña semilla de alta calidad.

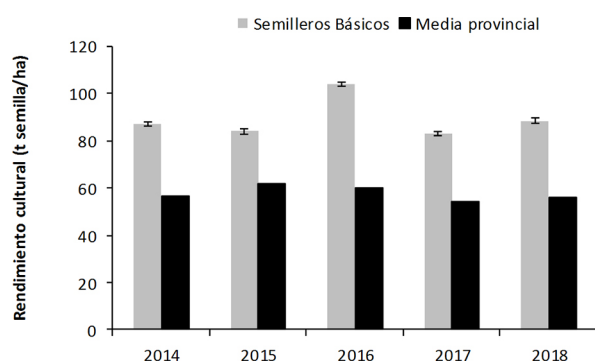


Figura 4. Rendimiento cultural promedio (t caña semilla/ha) de los semilleros Básicos (\pm EE) para el período 2014-2018 comparado con el rendimiento cultural promedio de la provincia en el mismo período. Tucumán, Argentina, 2019.

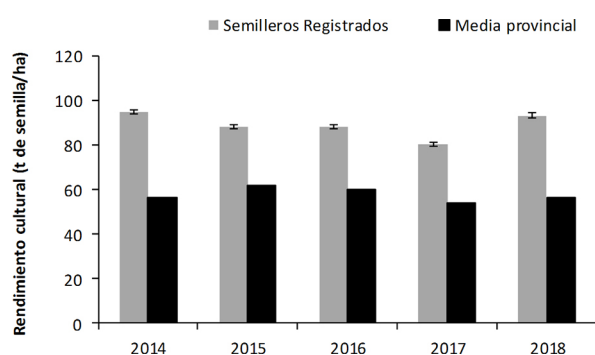


Figura 5. Rendimiento cultural promedio (t caña semilla/ha) de los semilleros Registrados (\pm EE) para el período 2014-2018 comparado con el rendimiento cultural promedio de la provincia en el mismo período. Tucumán, Argentina, 2019.

El promedio general de producción de caña semilla de los semilleros Registrados para los cinco años considerados fue de 87,6 toneladas de semilla/ha, similar al de 85,5 t/ha reportado por Di-

gonzelli *et al.* (2016) para el período 2008-2013. Lo cual indicaría que el rendimiento cultural promedio de los semilleros Registrados se mantuvo relativamente estable entre los dos períodos, presentado un leve incremento (3 %) a favor del quinquenio 2014-2018. Se debe destacar que en todos los casos la producción de caña semilla por unidad de superficie en estos semilleros estuvo dentro del rango considerado de alta producción para Tucumán ($>$ 75 t/ha).

En relación al estado fitosanitario de los semilleros Básicos en el período estudiado, se observa que en la mayoría de los casos la caña semilla de estos semilleros estuvo libre de raquitismo de la caña soca y escaldadura de la hoja (0 % de incidencia). Los valores máximos registrados para el RSD estuvieron entre 0,103 % y 0,044 % y para la escaldadura de la hoja entre 0,354 % y 0,002 % (Tabla 5). En todos los casos la incidencia de ambas enfermedades se mantuvo por debajo del 1% que es el nivel de tolerancia fijado por la EEAOC en el estándar de calidad para la caña semilla básica del Proyecto Vitroplantas. Esto indicaría que la metodología de obtención de la caña semilla y su manejo garantizan la sanidad del material de propagación. Los niveles de incidencia encontrados en los semilleros Básicos entre 2014-2018 también fueron inferiores a los niveles tolerados en Colombia y Guatemala (\leq 1 %), aunque superiores al 0 % aceptado en caña semilla básica en Cuba y Costa Rica (Victoria y Calderón, 1995; Soto *et al.*, 1997; Alfaro Portuguez *et al.*, 2007). La Tabla 6 muestra el estado sanitario de los semilleros Registrados durante el período de tiempo considerado.

Tabla 5. Valores máximo del porcentaje de incidencia de raquitismo de la caña soca y escaldadura de la hoja en los semilleros Básicos del Proyecto Vitroplantas en el período 2014-2018. Tucumán, Argentina, 2019.

Año	Raquitismo de la caña soca	Escaldadura de la hoja
2014	0,103	0,002
2015	0,082	0,041
2016	0,050	0,044
2017	0,044	0,354
2018	0,000	0,056

Al igual que en los semilleros Básicos, en la mayoría de los casos los semilleros Registrados estuvieron libres de RSD y escaldadura de la hoja. La incidencia máxima observada de RSD varió entre 0,133 % y 0,04 % y la de escaldadura de la hoja entre 0,081 % y 0,02 % (Tabla 6). Así, los niveles de incidencia de ambas enfermedades se encontraron por debajo del umbral de tolerancia defini-

do en el Proyecto Vitroplantas para esta etapa de semilleros ($\leq 2,5$ %) y también se ubicaron por debajo de los umbrales de tolerancia establecidos por otros países productores de caña de azúcar: hasta 3 % de RSD y 1 % de escaldadura de la hoja en Cuba, hasta 2 % para ambas enfermedades en Colombia, y hasta 5 % de RSD y 0 % de escaldadura de la hoja en Guatemala y Costa Rica (Victoria y Calderón, 1995; Soto, *et al.*, 1997; Alfaro Portuguez *et al.*, 2007).

Tabla 6. Valores máximo del porcentaje de incidencia de raquitismo de la caña soca y escaldadura de la hoja en los semilleros Registrados del Proyecto Vitroplantas en el período 2014-2018. Tucumán, Argentina, 2019.

Año	Raquitismo de la caña soca	Escaldadura de la hoja
2014	0,040	0,033
2015	0,081	0,035
2016	0,133	0,020
2017	0,109	0,040
2018	0,081	0,081

Los valores máximos de incidencia de RSD y escaldadura de la hoja en semilleros Registrados reportados por Digonzelli *et al.* (2014; 2016) para el período 2008-2013 fueron de 0,65 % y 1,41 %, respectivamente, superiores a los del quinquenio analizado en el presente trabajo, lo cual pone en evidencia una mejora en la sanidad de los semilleros Registrados del Proyecto Vitroplantas.

Conclusiones

En el período 2014-2018 el número y superficie de semilleros Registrados del Proyecto Vitroplantas se incrementó respecto al período 2008-2013.

Los departamentos de la provincia de Tucumán con mayor superficie de semilleros Registrados fueron Famaillá, Cruz Alta y Monteros, mientras que los departamentos de Graneros, Lules y la Cocha fueron los de menor superficie.

En los semilleros Básicos y Registrados del Proyecto Vitroplantas predominaron los cultivares de reciente liberación del PMGCA de la EEAOC, demostrando la contribución a la rápida difusión de los mismos.

El rendimiento cultural en los semilleros Básicos y Registrados estuvo siempre dentro del rango considerado de alta producción para Tucumán.

Los niveles de incidencia de RSD y escaldadura de la hoja en los semilleros Básicos y Registrados fueron inferiores al 1 %, ubicándose por debajo de los umbrales de tolerancia establecidos para cada tipo de semillero. Esto confirma la eficiencia del

método de producción de la caña semilla de alta calidad, así como de las prácticas de manejo cultural de los semilleros para garantizar estos estándares de calidad.

Referencias bibliográficas

- Alfaro Portuguez R., Chavarría Soto E., Chavez Solera M. (2007). Recomendaciones Técnicas para el Establecimiento y Manejo de Semilleros Básicos de Caña de Azúcar en Costa Rica. En: <https://www.laica.co.cr/biblioteca/servlet/DownloadServlet?c=443&s=2521&d=1885>, consulta: abril 2019.
- Bertani R., Henriquez D., Joya C., Funes C., Díaz E., Morandini M., González V., Digonzelli P, Ploper L. (2014). Estudio de muestreo en lotes comerciales para la evaluación de incidencia de *Leifsonia xyli subsp. xyli*, agente causal del raquitismo de la caña soca. XIX Reunión Técnica Nacional de la Caña de Azúcar, Sociedad Argentina de Técnicos de la Caña de Azúcar (Satca). 15-16 abril, San Miguel de Tucumán, Argentina. Pp. 1-5.
- Castillo R.O., Gomez A., Gárce Obando F.F. (2003). Multiplicación masiva de semilla sana de variedades de caña de azúcar mediante cultivo de tejidos vegetales. En: Publicación Técnica N° 1. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador, <https://cincae.org/wp-content/uploads/2013/05/MULTMASIVACA%C3%91A-DE-AZ%C3%9ACAr.pdf>, consulta: abril 2019.
- Comstock J.C. (2014). Sugarcane diseases in Florida. 3er Congreso Argentino de Fitopatología. 4-6 de junio, San Miguel de Tucumán, Argentina. Pp. 13-19.
- Costilla D., Chavanne E.R., Cuenya M.I., García M.B., Arias M. (2011). Descripción y registro de variedades de caña de azúcar producida y difundida por la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes. Revista Avance Agroindustrial 32 (1): 8-12.
- Cuenya M.I., Chavanne E.R., Ostengo S., García M.B., Ahmed M., Costilla D., Díaz Romero A.C., Espinosa M.A., Delgado N., Díaz, J. (2011). Comportamiento productivo y fitosanitario de TUC 95-10, una nueva variedad de caña de azúcar producida por la EEAOC. Revista Avance Agroindustrial 32 (4): 14-21.
- Cuenya M.I., Chavanne E.R., Ostengo S., García M.B., Ahmed M., Costilla D., Díaz Romero A.C., Espinosa M.A., Díaz J., Delgado N. (2013). TUC 00-19: una nueva variedad de caña de azúcar altamente productiva y de maduración temprana. Gacetilla. Agroindustrial EEAOC 77: 1-15.
- Cuenya M.I., Chavanne E.R., Ostengo S., Costilla D.D., García M.B., Díaz Romero C., Díaz J.V., Espinosa M.A., Ahmed M.A., García J.M., Aybar Guchea M. (2015). TUC 03-12: una nueva variedad de caña de azúcar para la provincia de Tucumán. Revista Avance Agroindustrial 36 (2): 22-28.
- Digonzelli P.A., Giardina J., Fernández de Ullivarri J.,

- Casen S.D., Tonatto J., Leggio Neme M.F., Romero E.R., Alonso L.G. (2009). Caña semilla de alta calidad, obtención y manejo. En: Manual del Cañero. Romero E.R., Digonzelli P.A., Scandaliaris J. (Eds). Editorial Estación Experimental Agroindustrial Agrícola Obispo Colombres. Pp. 49-63.
- Digonzelli P.A., Giardina J.A., Ponce de León R., Sánchez Ducca A., Fernández de Ullivarri J., Scandaliaris J., Romero E.R. (2010). Producción de caña semilla de alta calidad (proyecto Vitroplantas): Logros y desafíos. En: Publicación Especial N° 40: Proyecto Vitroplantas: producción de caña semilla de alta calidad, <http://www.eeaoc.org.ar/upload/publicaciones/archivos/259/20121030121102000000.pdf>, consulta: abril 2019.
- Digonzelli P.A., Giardina J. (2014). Proyecto Vitroplantas: un análisis de 10 años de producción de caña semilla de alta calidad. Dossier Revista Avance Agroindustrial. 35 (2): 1-11.
- Digonzelli P.A., Giardina J.A., Duarte D., Pérez Alabarce F., Medina M., Fajre S., Criado A. (2014). Analysis of high quality seed cane production of Registered Nurseries in Tucumán, Argentina, from 2008 to 2012. Revista Industrial y Agrícola de Tucumán 91 (2): 1-8.
- Digonzelli P.A., Giardina J.A., Fajre S., Duarte D., Medina M., Criado A., Pérez Alabarce J.F., Romero M., Cainzo F., Mitrovich N., Demichelis E., Arrieta J., Ojeda Ferez E., Romero E.R. (2016). Resultados de 10 años de producción de caña semilla de alta calidad del Proyecto Vitroplantas-EEAOC en Tucumán, Argentina. X Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe (ATALAC) y XXXVIII Convención de la Asociación de Técnicos Azucareros de México. 28 agosto-2 setiembre, Veracruz, México. Pp. 1-9.
- Digonzelli P.A., Medina M., Fajre S., Giardina J., Duarte D. N., Pérez Alabarce J.F., Criado A., Barceló M.F. (2018). La EEAOC en el Programa para Incrementar la Competitividad del Sector azucarero (PROICSA). Informe Especial. Revista Avance Agroindustrial. 39 (3): 28-38.
- Funes C., Acosta E.M., Ramallo C.J. (2009). Principales enfermedades en caña de azúcar. En: Manual del Cañero, http://www.eeaoc.org.ar/cania/Manual_Cañero_EEAOC.pdf, consulta: abril 2019.
- García M.B., Ostengo S., Cuenya M.I., Díaz Romero C., Costilla D., Romero E.R. (2011). Efectos de la calidad sanitaria de la caña semilla en los componentes del rendimiento cultural de las variedades CP 65-357 y LCP 85-384 (*Saccharum spp.*), según diferentes edades de corte (Parte 2). Revista Industrial y Agrícola de Tucumán 88 (2): 13-19.
- Gianmaría S.L., Cazón L.I., Romero M.B., Funes C., Kairuz C.R. (2010). Diagnóstico de enfermedades sistémicas de la caña de azúcar en el Laboratorio de la Sección Fitopatología de la EEAOC. Publicación Especial EEAOC. Proyecto Vitroplantas: Producción de caña semilla de alta calidad 40: 49-54.
- Glyn L. (2005). Pests and diseases of sugarcane. Sugar Cane International 23 (1): 3-14.
- Noguera A.S., Paz N., Díaz M.E., Perera M.F., Sepúlveda Tusek M., Filippone M.P., Castagnaro A.P. (2010). La producción de caña semilla de alta calidad comienza en el laboratorio. Publicación Especial EEAOC. Proyecto Vitroplantas: Producción de caña semilla de alta calidad 40:13-20.
- Ostengo S., Espinosa M.A., Díaz J.V., Chavanne E.R., Aybar Guchea M., Costilla D.D., Cuenya M.I. (2018). Relevamiento de la distribución de variedades y de otras tecnologías aplicadas en el cultivo de caña de azúcar en la provincia de Tucumán. Campaña 2016/2017. Gacetilla Agroindustrial EEAOC 81: 1-16.
- Secretaría de Política Económica Subsecretaría de Programación Microeconómica, Ministerio de hacienda, Presidencia de la Nación (2016). Informes de cadena de valor. Azúcar. Año 1, N° 3. En: https://www.economia.gov.ar/peconomica/docs/Complejo_Azucar.pdf, consulta: abril 2019.
- Secretaría de Política Económica Subsecretaría de Programación Microeconómica, Ministerio de hacienda, Presidencia de la Nación (2018). Informes de cadena de valor. Azúcar. Año 3, N° 3. En https://www.economia.gov.ar/peconomica/docs/SSPMicro_Cadenas_de_valor_Azucar.pdf, consulta: abril 2019.
- Soto G., Orozco H., Ovalle W. (1997). Multiplicación y certificación de semilla asexual de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) para la agroindustria azucarera guatemalteca. Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (Cengicaña) Documento Técnico (12): 1-36.
- Victoria J., Calderón H. (1995). Establecimiento de semilleros y multiplicación de variedades. En: El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cassalett C., Torres Aguas J., Echeverri C. (Eds). Editorial Cenicaña, Colombia. Pp. 115-130.
- Victoria J., Viveros C., Cassalett C., Calderón H. (1997). Establecimiento de semilleros limpios. Serie Técnica Cenicaña 22:1-19.
- Victoria J., Guzmán M., Garcés F., Jaramillo A. (1999). Pathogen-free seedcane production and its impact on a commercial scale in Colombia. Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists 23: 390-397.
- Victoria J., Guzmán M., Angel J., Ochoa O. (2004). Caña de azúcar: El raquitismo. Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, Proyecto SICA, Banco Mundial, Ecuador. Pp. 1-9.