

**EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* spp.)
PARA LA PRODUCCIÓN DE PANELA EN LINARES DEPARTAMENTO DE
NARIÑO**

JHON JAIRO CORDOBA ARMERO

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA
PASTO – COLOMBIA
2012**

**EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* spp.)
PARA LA PRODUCCIÓN DE PANELA EN LINARES DEPARTAMENTO DE
NARIÑO**

JHON JAIRO CORDOBA ARMERO

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero
Agrónomo**

**Presidente de tesis
Belisario Volverás Mambucay I.A M.Sc**

**Copresidente de tesis
Orlando Insuasty Burbano I.A.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA
PASTO – COLOMBIA
2012**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1^o del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación:

Firma del Presidente de tesis

Firma del jurado

Firma del jurado

San Juan de Pasto, Abril de 2012

CONTENIDO

| | Pág. |
|------------------------------|-------------|
| RESUMEN | 6 |
| ABSTRACT | 7 |
| INTRODUCCION..... | 7 |
| MATERIALES Y METODOS..... | 9 |
| RESULTADOS Y DISCUSION | 13 |
| CONCLUSIONES..... | 19 |
| RECOMENDACIÓN..... | 19 |
| AGRADECIMIENTOS..... | 19 |
| BIBLIOGRAFIA | 20 |

**EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*)
PARA LA PRODUCCIÓN DE PANELA EN LINARES DEPARTAMENTO DE
NARIÑO¹.**

**EVALUATION OF SUGAR CANE VARIETIES (*Saccharum spp.*) FOR THE
PRODUCTION OF “PANELA” IN LINARES-NARIÑO.**

Jhon Jairo Córdoba A.², Belisario Volverás Mambucay³, Orlando Insuasty³.

RESUMEN

Con el fin de mejorar la producción de panela, en el municipio de Linares, Nariño (01° 21' 22.4"Norte y 77° 31' 77.5"Oeste), se evaluó el comportamiento agronómico y agroindustrial de siete variedades de caña de azúcar. Se empleó un diseño estadístico de bloques completos al azar con siete tratamientos y tres repeticiones. Los resultados mostraron que las variedades CC 84-75, CC 85-92, CC 85-47 y RD 75-11, presentaron bajo volcamiento, las cuales pueden ser consideradas promisorias para la producción de panela. Las seis variedades de caña y el testigo presentaron buen comportamiento fitosanitario ante la presencia de las enfermedades *Bipolaris sacchari* (mancha de ojo) y *Leptosphaeria sacchari* (mancha de anillo) y por tanto se clasifica como resistente bajo condiciones naturales de infección. Las seis variedades introducidas mostraron comportamiento similar al testigo en incidencia de daño por el barrenador *Diatraea spp.* y rendimiento de panela el cual osciló entre 10.77 t.ha⁻¹ y 16.15 t.ha⁻¹ sin diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0.05$).

Palabras clave: Variedades, caña de azúcar, laderas Andinas, adaptación; panela.

1 Este artículo hace parte del proyecto Introducción y selección de nuevos materiales genéticos y validación de materiales promisorios de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) en cinco zonas productoras de panela en Colombia y a su vez de Mejoramiento genético y agronómico del cultivo de la caña panelera en zonas productoras de Colombia, convenio IICA, CORPOICA, MADR 2007G7500-355 con 057.

2 Egresado Ingeniería Agronómica. Universidad de Nariño. E-mail: jjcordoba9@gmail.com.

3 Investigadores Agrícolas, CORPOICA. E-mail: bvolveras@corpoica.org.co; insuasty@corpoica.org.co

ABSTRACT

In order to improve the panela production in Linares, which is a city in Colombia, located at (01° 21' 22.4" North and 77° 31' 77.5" West of Nariño), an evaluation of one agronomical and agro industrial performance of seven sugarcane varieties was carried out. We used a statistical design of a randomized complete block with seven treatments and three replications. The results showed that a variety CC 84-75, CC 85-92, CC 85-47 and RD 75-11, filed under toppling, which can be considered promising for the production of panela. The six varieties and seen of sugarcane plant showed good behavior in the presence of *Bipolaris sacchari* (diseases eyespot) and *Leptosphaeria sacchari* (ring spot) and thus is classified as resistant under natural conditions of infection. The six varieties introduced showed behavior similar to that seen in cane, incidence of damage by the borer *Diatraea* spp. and yield of sugarcane which ranged between 10.77 t.ha⁻¹ and 16.15 t.ha⁻¹ without significant differences between treatments (p> 0.05).

Key words: Varieties, sugar cane, Andean hillsides, adaptation; panela.

INTRODUCCION

La caña panelera ocupa el 6.5% del área agrícola cultivada en Colombia, con 203.919 ha, aportando 1.95 % al PIB nacional (Osorio, G. 2007; ENA, 2009); la producción se concentra en diferentes regiones del país, pero la región andina y los valles interandinos aportan el 90 % de la producción (Mojica y Paredes. 2004; Villamizar, 2010). Según FEDEPANELA e INVIMA (2009) existen inscritos 17.255 trapiches, de los cuales Nariño tiene 438, es decir 2.5 % respecto al total de los inscritos. El departamento de Nariño cuenta con 21.576 hectáreas de caña sembrada, produce 148.874 toneladas de panela que representa 6% de la producción nacional (Minagricultura, 2006). El rendimiento promedio de 6.9 t.ha⁻¹, es 5% superior al promedio nacional; la producción de panela se concentra en la zona occidente del departamento, en los municipios Sandona, Linares, Ancuya, Consaca, Ricaurte, Samaniego, El Tambo, Mallama y Magui Payan (Campuzano, 2000; Consolidado agropecuario, 2009). Sandoná y Linares son los municipios más productores y con más área

sembrada en esta zona; en el año 2011, Linares sembró 2.275 hectáreas y produjo 19.102 toneladas con rendimiento promedio 8.4 t.ha^{-1} (Consolidado agropecuario, 2010).

En Nariño la actividad panelera genera muchos empleos y bienestar para numerosas familias; cada hectárea cultivada requiere de 80 jornales por año, para un total de 1.726.080 jornales anuales y cada trapiche con una capacidad de 100 kg de panela por hora genera 35 jornales, para un total de 5.675 jornales en planta (Rangel, 2006; Consolidado agropecuario, 2009). Sin embargo y a pesar de la importancia socioeconómica, la agroindustria panelera presenta una serie de problemas tecnológicos que afecta cerca del 90% de las unidades productivas (Mojica y Paredes, 2004).

Dentro de la problemática se destaca el uso de materiales genéticos por cerca de 50 años, sin renovación, de los cuales no se conoce su procedencia, que se introducen a las fincas sin conocer sus requerimientos edafoclimáticos de tal manera que el recurso genético de las unidades productivas son una mezcla de variedades muy dispares en sus características agroindustriales como maduración lo cual afecta rendimiento y calidad. La demanda del entorno de nuevas alternativas de uso y de presentaciones de panela exige selección de nuevos materiales genéticos con mejores potencialidades productivas (Ascpazsur, 1999).

Contar con nuevos materiales genéticos con mayor y mejor potencial productivo, evaluados bajo condiciones biofísicas locales permitirá ser más competitivo, atender la demanda en nuevos usos en la agroindustria panelera y alimentos derivados y fomentar la diversidad vegetal en las fincas productoras que contribuye en gran medida a atenuar la erosión genética que se da en estos sistemas de producción. Por lo anterior el objetivo general del trabajo fue evaluar agroindustrialmente en un primer ciclo de cosecha seis variedades de caña de azúcar, trabajo que hace parte del proyecto “Introducción y selección de nuevos materiales genéticos y validación de materiales promisorios de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en cinco zonas productoras de panela en Colombia” liderado por Corpoica.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se desarrollo en el municipio de Linares, centro occidente del departamento de Nariño a 90 kilómetros de la ciudad de Pasto; vereda La Hacienda ubicada a 01° 21' 22.4" Norte y 77° 31' 77.5 Oeste, a 1500 m.s.n.m., zona en la que predomina el clima medio-húmedo, con temperatura media anual de 16°C, y precipitación media anual de 1500 mm (Corpoica, 2009; Gobernación de Nariño, 2009).

Los tratamientos correspondieron a seis variedades que hacen parte de la colección regional No 5 que se compone de 51 materiales genéticos que fueron introducidos por CORPOICA desde Cenicaña - Valle del Cauca a la Estación Experimental (E.E.) CIMPA en Barbosa Santander, los cuales pasaron por un proceso de caracterización y selección varietal para la producción de panela, donde se identificaron como promisorios para ser evaluados en diferentes regiones paneleras del país, los materiales RD 75-11, CC 84-75, CC 85-47, CC 85-57, CC 85-92 y CC 86-45 comparados con un testigo regional que para el caso de Nariño correspondió a un material llamado localmente capachuda.

El diseño experimental, correspondió a bloques completos al azar (BCA) con siete tratamientos y tres repeticiones. La unidad experimental se conformó de siete surcos de 7.0 m de longitud distanciados a 1,30 m. con una densidad de 12 yemas por metro lineal. El sistema de siembra fue a chorrillo, con esquejes o trozos de tallo de caña de 40 cm de longitud con 3 a 4 yemas viables.

La fertilización se efectuó al momento de la siembra y teniendo en cuenta el análisis de suelo (Tabla 1), se aplicó al fondo del surco 1500 Kg.ha⁻¹ de materia orgánica compostada, 50 kg de agrimins y 50 kg de DAP.

Tabla 1. Características químicas del suelo del sitio experimental.

| pH | MO % | P | S | Al | Ca | Mg | K | Na |
|-----|------|---------------------|-----|-------------------------|------|------|------|------|
| | | mg kg ⁻¹ | | Cmol _(x) /kg | | | | |
| 5.6 | 6.5 | 9.7 | 2.7 | 0.0 | 8.37 | 3.84 | 0.33 | 0.12 |

Las variables se evaluaron en cosecha, la cual se realizó a los 17.1 meses de edad; estas fueron:

Diámetro de tallos (DIATA): Expresa el grosor o diámetro de cada tallo; puede variar de 1 a 5 cm y clasificarse como muy delgado (< 2.0 cm), delgado (2.1 a 2.5 cm), mediano (2.6 a 3.0 cm), grueso (3.1 a 3.5 cm) y muy grueso (> 3.6 cm) (Ranjel, *et al.* 2003; Insuasty, *et al.* 2003). Se midió en centímetros en el tercio inferior de la planta.

Altura de planta (ALPLA): Longitud total de crecimiento del tallo, se midió en metros, desde la base del tallo hasta el primer cuello visible, donde pueden ser cortos (< 2.5 m), medianos (2.5 a 3.5 m) y largos (> 3.5 m) (Ranjel, *et al.* 2003).

Longitud de entrenudos (LONGE): Corresponde a la porción de tallo comprendida entre dos nudos y en gran medida define la dureza del material; comercialmente no tienen muy buena aceptación variedades con entrenudos muy cortos por su dureza para la industria (Díaz y Portocarrero, 2002). Se obtuvo al dividir la longitud del tallo entre el número total de entrenudos y se expresó en centímetros.

Índice de crecimiento (IDC) cm/mes y entrenudo/mes: Esta variable está relacionada con la longitud del tallo y la edad del cultivo al momento de cosecha y mide la velocidad de desarrollo en función del tiempo; resulta de dividir la longitud del tallo y los entrenudos formados entre la edad del cultivo.

Severidad de enfermedades o manchas foliares (Mancha de anillo-*Leptosphaeria sacchari* y Mancha de ojo (*Bipolaris sacchari*) (%): Se seleccionaron cinco plantas al azar por unidad experimental y sobre la hoja número cuatro se estimó el porcentaje de área foliar afectada por ser esta hoja la más representativa para evaluar estas enfermedades. Los criterios de evaluación se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Criterios de evaluación del complejo *Leptosphaeria sacchari* y *Bipolaris sacchari* en caña panelera con relación al porcentaje de severidad (% de daño) en la hoja número cuatro.

| Grado | % Severidad Hoja Nro 4 | Valoración | |
|-------|------------------------|------------|--------------------------|
| 1 | 0-8 | AR | Altamente resistente |
| 2 | 8-19 | R | Resistente |
| 3 | 19-34 | MR | Moderadamente resistente |
| 4 | 34-53 | S | Susceptible |
| 5 | 53-100 | AS | Altamente susceptible |

Fuente: Corpoica, EE. Cimpa. 2010.

Brix campo. Los azúcares presentes en los jugos de la caña se expresan en forma porcentual como sólidos solubles y sus unidades de medida son los grados brix; los valores normalmente fluctúan entre 16 y 24 °Brix y lo ideal, es que éstos sean lo más altos posible (Durán, 2010, Chávez, 2004). Brix campo expresa la concentración de sólidos solubles totales en el jugo y se tomaron con refractómetro de mano entre el tercer y quinto entrenudo de la base del tallo correspondiente a brix basal y entre el séptimo y octavo entrenudo a partir de la primera lígula o cuello visible correspondiente a brix apical. El Brix de campo correspondió al promedio entre el Brix apical y Brix basal según la formula $\text{°brix basal} + \text{°brix apical} / 2$.

Índice de madurez (IDM): Mide el estado fisiológico de la planta, lo cual permite determinar el período óptimo de cosecha; depende de la variedad, el nicho agroecológico y las condiciones de manejo del cultivo (Buenaventura, 1986; Humbert, 1970; Cassalett *et al.*, 1995). Se obtiene dividiendo el °Brix apical sobre el °Brix basal. Si el valor es <1 significa que la caña está aun en desarrollo, si es igual a 1 se encuentra es un estado optimo para cosecha y si es >1 indica un estado de sobremadurez.

Volcamiento (VOLC): corresponde al porcentaje de tallos tendidos en el piso, asociado al desprendimiento de su sistema radicular del suelo, el cual se le considera limitante para la producción de caña, al existir mortalidad de tallos y por tanto disminución de rendimiento (Manrique, *et al.*, 2000). Se realizó conteo del número de plantas volcadas sobre el total de

plantas en 2 metros lineales por parcela. Los criterios para determinar el porcentaje de volcamiento se encuentran en la tabla 3.

Tabla 3. Criterios de evaluación de volcamiento en caña para panela.

| Grado | Rango - % | Descripción |
|-------|-------------|-------------|
| 1 | 0,1 - 10,0 | Bajo |
| 2 | 10,1 - 25,0 | Medio |
| 3 | 25,1 - 50,0 | Alto |
| 4 | > 50,1 | Muy Alto |

Fuente: Corpoica, EE. Cimpa. 2010.

Daño por el barrenador *Diatraea* spp. en tallos adultos: Se evaluó el porcentaje de infestación (inf) y la intensidad de infestación (intif) en 2 metros lineales por parcela en cañas adultas al momento de la cosecha, teniendo en cuenta las siguientes fórmulas:

Infestacion (inf)= (tallos barrenados / total tallos evaluados) * 100. Este índice mide la dispersión o distribución del insecto dentro de una variedad o un lote determinado.

Intensidad de infestación (intinf)= (Entrenudos barrenados o afectados / total entrenudos observados o evaluados) * 100. La intensidad de infestación puede ser leve (0.5 a 2.5 %), alta (2.5 a 4 %) y muy alta (> 4 %) (Vargas y Gómez, 2005).

Población de tallos por hectárea. (PTH) En un punto al azar por parcela se contó el número de tallos en dos metros lineales, para llevar a tallos o caña molible por hectárea.

Rendimiento de caña, cogollo y palma. El cogollo es la parte terminal que queda de los tallos molibles y es la parte de la caña que se utiliza como semilla,; la palma corresponde a las hojas verdes que quedan después de cortar el cogollo (Quinceno y Mateus, 2007). Por parcela se cortó dos metros lineales de caña, que se dividieron en caña molible, cogollo y palma, para pesarlos y llevarlos a rendimiento por hectárea.

En campo se tomó una muestra de 5 kilos por parcela de cada variedad y se remitió al laboratorio de panela de la E.E. CIMPA, para la determinación de contenidos de sólidos solubles totales (SST) en jugo y panela, rendimiento de panela, las cuales se evaluaron de acuerdo a metodología de Cenicaña (ICA-Holanda. 1995).

Rendimiento de panela. De las muestras enviadas a CIMPA, se molió la caña y del jugo obtenido, se pesaron 4 Kg para la elaboración de la panela, la cual se pesó para hacer la relación correspondiente en cuanto a rendimiento de panela.

Contenido de sólidos solubles totales en jugo y panela (brix jugo y brix panela). Para determinar esta variable se preparó una muestra de la siguiente manera:

En Jugo se tomó 50 ml de muestra y se filtró en una malla de 100 mesh y se colocó en agitación hasta su homogenización. Para panela se tomó una muestra de 10 g, agregando aproximadamente 30 g. de agua hasta obtener una dilución $\frac{1}{4}$ en % p/p; la mezcla se agitó hasta su dilución total. Con un gotero se impregnó el prisma del refractómetro con la muestra del jugo y panela y se tomó la lectura e hizo la debida corrección por temperatura.

Análisis estadístico. Los datos se sometieron a análisis de varianza y pruebas de significancia de tukey a nivel de 0.05. Los datos expresados en porcentajes se transformaron mediante la formula \arccos %.

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis de varianza.

Los resultados obtenidos indican que no hubo diferencias entre variedades para las variables Altura de planta, Índice de crecimiento cm/mes y entrenudo/mes, Índice de madurez, Población de tallos molibles, Rendimiento de cogollo, caña y panela, Contenido de sólidos solubles en panela y infestación de *Diatraea* spp. (Tabla 4).

Se encontró diferencias significativas para las variables Diametro de tallo, longitud de entrenudos, Brix campo, volcamiento, rendimiento en palma, brix en jugo (Tabla 4), severidad o daño provocado por el complejo *Bipolaris sacchari* y *Leptosphaeria sacchari*, y intensidad de infestación de *Diatraea* ssp (Tabla 4).

Tabla 4. Cuadrados medios del análisis de varianza para variables agronómicas y agroindustriales en siete materiales genéticos de caña de azúcar para la producción de panela. Linares – Nariño. 2011.

| VARIABLES AGRONOMICAS | | | | | | | | | | |
|-----------------------|----|---------------|--------------|---------------|---------------|----------------|---------------|--------------|-------------------|-------------|
| F de V | GL | DIATA | ALPLA | LONGE | IDC | | Brix campo | IDM | VOLC Transformado | PTH |
| | | | | | cm/mes | entrenudos/mes | | | | |
| Modelo | 8 | 0.18* | 0.17ns | 4.40** | 6.05ns | 0.0111ns | 3.89 * | 0.0062ns | 29.78 * | 20892285ns |
| Variedades | 6 | 0.24* | 0.14 ns | 4.57** | 4.84ns | 0.0140ns | 4.62 ** | 0.0080ns | 39.25 ** | 24518887ns |
| Bloques | 2 | 0.02ns | 0.28 ns | 3.88* | 9.68ns | 0.002ns | 1.70 ns | 0.0009ns | 1.37 * | 10012479ns |
| Error | 12 | 0.012 | 0.05 | 0.93 | 1.98 | 0.009 | 0.91 | 0.0041 | 2.95 | 21780889 |
| CV% | XX | 3.63 | 8.48 | 7.88 | 8.48 | 7.22 | 5.08 | 8.44 | 47.41 | 5.47 |
| p>f (Var.) | XX | 0.0001 | 0.089 | 0.0094 | 0.0889 | 0.269 | 0.0085 | 0.155 | 0.0001 | 0.40 |
| p>f (Bloq.) | XX | 0.17 | 0.028 | 0.042 | 0.02 | 0.78 | 0.19 | 0.801 | 0.630 | 0.64 |

| VARIABLES AGROINDUSTRIALES | | | | | | | |
|----------------------------|-----|---|---|--|---------------|--|-----------------|
| F de V | GL | Rendimiento Palma (t.ha ⁻¹) | Rendimiento Cogollo (t.ha ⁻¹) | Rendimiento Caña (t.ha ⁻¹) | Brix jugo SST | Rendimiento Panela (t.ha ⁻¹) | Brix panela SST |
| Modelo | 8 | 108.56 * | 5.25 ns | 415.05 ns | 2.04 ** | 11.85 ns | 0.70 ns |
| Variedades | 6 | 113.39 ** | 3.59 ns | 424.43 ns | 2.38 ** | 11.54 ns | 0.92 ns |
| Bloques | 2 | 94.06 ns | 10.22 ns | 386.93 ns | 1.02 * | 12.79 ns | 0.04 ns |
| Error | 12 | 15.75 | 2.50 | 182.60 | 0.19 | 4.68 | 0.41 |
| CV% | XXX | 10.87 | 10.60 | 11.75 | 2.11 | 16.26 | 0.70 |
| p>f (Var.) | XXX | 0.0020 | 0.2794 | 0.1007 | 0.0002 | 0.086 | 0.11 |
| p>f (Bloq.) | XXX | 0.01 | 0.04 | 0.16 | 0.02 | 0.10 | 0.90 |

| F de V | GL | Severidad del complejo <i>Bipolaris sacchari</i> y <i>Leptosphaeria sacchari</i> % | Incidencia de <i>Diatraea</i> spp. % | |
|-------------|----|--|--------------------------------------|-----------------------|
| | | (Afa) Transformado | (inf) Transformado | (intinf) Transformado |
| Modelo | 8 | 0.79 ns | 1.32 ns | 0.81 * |
| Variedades | 6 | 1.06 * | 1.58 ns | 0.98 * |
| Bloques | 2 | 0.007 ns | 0.52 ns | 0.30 * |
| Error | 12 | 0.207 | 1.10 | 0.29 |
| CV% | XX | 22.05 | 45.71 | 43.14 |
| p>f (Var.) | XX | 0.008 | 0.277 | 0.035 |
| p>f (Bloq.) | XX | 0.962 | 0.630 | 0.387 |

Diámetro de tallo – cm (DIATA). Los resultados variaron entre 2.67 cm para la variedad CC 86-45 y 3.46 cm para la variedad CC 85-57 (Tabla 5). La variedad CC 85-57 presentó resultados similares a las variedades testigo y CC 84-75, pero superó a las demás variedades en estudio. El promedio de DIATA fue 3.05 cm que se considera mediano (Rangel, *et al.*, 2003). Esta variedad presentó comportamiento similar a los obtenidos en otras zonas del país como granja Villa Marina Pamplonita norte de Santander con un valor de 2.88 cm (Gómez, 2010) y la Hoya del Río Suárez (HRS) con un valor de 3.08 cm (Insuasty *et al* 2003).

Longitud de entrenudos (LONGE). Estadísticamente ($p < 005$) se destacó la variedad CC 86-45 con una longitud de entrenudo de 14.23 cm (Tabla 5), esta variedad superó a las variedades CC 84-75 y CC 85-92 pero tuvo comportamiento similar a la variedad testigo y el resto de las variedades en estudio. El promedio experimental alcanzado por esta variable fue 12.24 cm (Tabla 5). La longitud de entrenudos de la variedad CC 86-45 alcanzada en la zona de estudio fue superior a la reportada según trabajos realizados por Gómez, 2010, en la granja de Villa Marina y HRS que alcanzaron promedios de 10.31 cm y 10.0 cm respectivamente.

Brix campo. La concentración de sólidos solubles osciló entre 16.80 para la variedad testigo y 20.63 °Brix para la variedad CC 85-57. Las variedades CC 85-57 y CC 85-92 fueron superiores a la variedad testigo; las demás variedades presentaron un comportamiento similar con valores que estuvieron entre 18.20 a 18.85 °Brix (Tabla 5).

Si comparamos los resultados obtenidos y la edad de la planta se puede decir que las únicas variedades que pueden ser cortadas y ser sometidas a molino para proceso de elaboración de panela y obtener buenos resultados, a pesar que no se obtuvo un buen índice de madurez, son la variedad CC 85-57 y la variedad CC 85-92 las cual están en punto de maduración. Estas dos variedades que sobresalieron, también se comportaron de la misma manera en las zonas de Frontiño Antioquia y la Granja de Villa María en Pamplonita Norte de Santander al superar las demás variedades en estudio de cada zona. El brix de campo de la variedad CC 85-57 obtenido en la zona de estudio a 17.1 meses de edad fue similar al obtenido a

14.7 meses de edad en Granja Villa María en Pamplonita Norte de Santander con un valor de 20.25 ° brix.

Volcamiento (VOLC). Las variedades que presentaron el mayor nivel de volcamiento fueron la CC 86-45 y testigo con grado 4 considerado muy alto; la variedad CC 85-57 presento volcamiento grado 2 considerado medio (Tabla 3). Las demás variedades presentaron bajo volcamiento a primer corte, proveniente de plantilla lo cual, para Osorio, 2007 es una característica secundaria y que a pesar de no ser relevante, se considera complementaria para elevar el proceso productivo y la adaptabilidad de la variedad.

Tabla 5. Valores promedios y su diferenciación estadística según Tukey (0.05) para ocho variables en estudio en campo en variedades de caña. Linares – Nariño. 2011.

| VARIABLES AGRONOMICAS | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|------------------|--------------|-----------------------|---------------------|------------------|
| Variedad | DIATA (cm) | ALPLA (m) | LONGE (cm) | Brix campo | IDC | | IDM | VOLC % | | PTH (tallos /ha) |
| | | | | | (cm/mes) | (entrenado /mes) | | Datos sin transformar | Datos transformados | |
| 1. CC 85-57 | 3.46 a | 2.95 a | 12.03 ab | 20.63 a | 17.25 a | 1.42 a | 0.870 a | 20 | 3.60 bc | 85647 a |
| 2. CC 84-75 | 3.26 ab | 2.61 a | 10.47 b | 18.80 ab | 15.30 a | 1.44 a | 0.730 a | 0 | 0.00 c | 87143 a |
| 3. CC 85-92 | 2.99 bc | 2.46 a | 11.05 b | 20.07 a | 14.39 a | 1.29 a | 0.780 a | 1 | 0.80 c | 80622 a |
| 4. RD 75-11 | 3.05 b | 2.97 a | 12.53 ab | 18.20 ab | 17.39 a | 1.38 a | 0.730 a | 9 | 2.7 c | 83702 a |
| 5. Testigo | 3.18 ab | 2.93 a | 12.91 ab | 16.80 b | 17.17 a | 1.34 a | 0.740 a | 70 | 8.31 ab | 88798 a |
| 6. CC 86-45 | 2.67 d | 3.06 a | 14.23 a | 18.85 ab | 17.90 a | 1.25 a | 0.723 a | 80 | 8.91 a | 87431 a |
| 7. CC 85-47 | 2.72 cd | 2.88 a | 12.47 ab | 18.85 ab | 16.85 a | 1.34 a | 0.770 a | 3,3 | 1.05 c | 83214 a |
| Promedio | 3.05 | 2.84 | 12.24 | 18.89 | 16.61 | 1.35 | 0.763 | 26.18 | 3.626 | 85222 |
| DMS | 0.31 | 0.68 | 2.75 | 2.739 | 4.02 | 0.27 | 0.184 | xx | 4.914 | 13329 |

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$)

Severidad o daño (%) provocado por el complejo *Bipolaris sacchari* y *Leptosphaeria sacchari* en variedades de caña (afa). Para todos los materiales, la severidad o daño fue muy baja con grado 1, mostrando baja severidad del complejo de las dos enfermedades evaluadas de acuerdo a la tabla 2. Sin embargo la variedad CC 86-45 presento mayor tendencia de afección y la variedad testigo y CC 85-92 fue la menos afectada desde el punto de vista fitosanitario (Tabla 6).

Intensidad de infestación de *Diatraea* spp. (intinf). Con excepción de la variedad CC 84-75 que presentó un intinf de 5.3 % considerado alto, las demás variedades presentaron un nivel de intinf leve (Tabla 6). El daño por *Diatraea* spp. en todas las variedades no supero el 7.0%, considerado como umbral económico en caña para producción de panela. Es importante destacar, que la infestación de barrenadores puede estar asociada a poblaciones altas de arvenses, las cuales pueden constituirse en hospedantes alternos de insectos plaga, puesto que algunas de ellas, son nectaríferas; y que la mayor infestación se presenta después de 13 meses de la edad del cultivo (Bustillo, 2009).

Tabla 6. Valores promedios y su diferenciación estadística según Tukey (0.05) para Incidencia de *Diatraea* spp. y complejo *Bipolaris sacchari* y *Leptosphaeria sacchari* en siete materiales genéticos de caña de azúcar para la producción de panela. Linares – Nariño. 2011.

| Variedad | Severidad del daño de afa complejo <i>Bipolaris sacchari</i> y <i>Leptosphaeria sacchari</i> % | | Incidencia de <i>Diatraea</i> spp. % | | | |
|-----------------|--|---------------------|--------------------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| | Datos sin transformar | Datos Transformados | (inf) | | (intinf) | |
| | | | Datos sin transformar | Datos Transformados | Datos sin transformar | Datos Transformados |
| 1. CC 85-57 | 5.86 | 2.36 ab | 10.93 | 2.73 a | 2.79 | 1.10 ab |
| 2. CC 84-75 | 2.53 | 1.56 ab | 7.50 | 2.49 a | 5.3 | 2.24 a |
| 3. CC 85-92 | 1.93 | 1.37 b | 10.13 | 3.02 a | 1.44 | 0.98 ab |
| 4. RD 75-11 | 6.13 | 2.40 ab | 3.03 | 1.33 a | 0.83 | 0.52 b |
| 5. Testigo | 2.13 | 1.42 b | 4.01 | 1.41 a | 3.29 | 1.78 ab |
| 6. CC 86-45 | 8.26 | 2.86 a | 6.79 | 2.00 a | 1.03 | 1.01 ab |
| 7. CC 85-47 | 6.06 | 2.45 ab | 9.18 | 3.09 a | 1.32 | 1.14 ab |
| Promedio | 32.93 | 2.06 | 7.13 | 2.298 | 1.98 | 1.256 |
| DMS | xx | 1.30 | xx | 3.002 | xx | 1.549 |

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$)

Rendimiento de palma ($t \cdot ha^{-1}$). El rendimiento de palma varió entre $30.20 t \cdot ha^{-1}$ para la variedad CC 85-57 y $48.48 t \cdot ha^{-1}$ para RD 75-11, con promedio experimental de $36.49 t \cdot ha^{-1}$. Se destaca que la variedad RD 75-11 al 5% de probabilidad superó a las variedades introducidas pero ninguna superó a la variedad testigo (Tabla 7). Estudios realizados en la HRS Santander y Angostura Antioquia, coinciden en que la variedad RD 75-11 es la de

mayor rendimiento de palma. La variedad RD 75-11 y testigo tiene gran potencial para utilizarlas con fines forrajeros en la zona occidente de Nariño.

Tabla 7. Valores promedios y su diferenciación estadística según Tukey (0.05) para algunas variables agroindustriales en siete materiales genéticos de caña de azúcar para la producción de panela. Linares – Nariño. 2011.

| VARIABLES AGROINDUSTRIALES | | | | | | |
|----------------------------|---|---|--|---------------|--|-----------------|
| Variedad | Rendimiento Cogollo (t.ha ⁻¹) | Rendimiento Palma (t.ha ⁻¹) | Rendimiento Caña (t.ha ⁻¹) | Brix jugo SST | Rendimiento Panela (t.ha ⁻¹) | Brix panela SST |
| 1. CC 85-57 | 14.53 a | 30.20 b | 130.10 a | 21.13 a | 15.13 a | 92.00 a |
| 2. CC 84-75 | 15.03 a | 31.08 b | 114.27 a | 20.96 ab | 11.32 a | 91.46 a |
| 3. CC 85-92 | 14.18 a | 34.55 b | 97.16 a | 21.83 a | 12.35 a | 92.26 a |
| 4. RD 75-11 | 17.06 a | 48.48 a | 127.76 a | 21.16 a | 16.15 a | 91.06 a |
| 5. Testigo | 14.64 a | 39.55 ab | 106.03 a | 19.26 c | 10.77 a | 92.13 a |
| 6. CC 86-45 | 15.36 a | 35.943 b | 120.12 a | 20.83 ab | 13.47 a | 92.40 a |
| 7. CC 85-47 | 13.65 a | 35.61 b | 109.29 a | 19.73 cb | 13.90 a | 92.66 a |
| Promedio | 14.92 | 36.49 | 114.96 | 20.70 | 13.30 | 92.00 |
| DMS | 4.52 | 11.33 | 38.59 | 1.25 | 6.18 | 1.84 |

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$)

Contenido de sólidos solubles totales (Brix jugo SST). El contenido de sólidos solubles totales osciló entre 19.26 °Brix para el testigo y 21.83 °Brix para la variedad CC 85-92 con promedio experimental de 20.70 °Brix (Tabla 7). Importante mencionar que con excepción de la variedad CC 85-47, los demás materiales superaron al testigo. De acuerdo con los parámetros establecidos por el laboratorio de físico – química de la EE CIMPA (LFQC), estos valores se consideran normales (17.0 – 22.0 °Brix).

CONCLUSIONES

- En un primer ciclo de cosecha, las variedades introducidas presentaron un comportamiento similar al testigo en rendimiento de panela, caña e incidencia de daño por el barrenador *Diatraea* spp.
- Teniendo en cuenta que el volcamiento es un limitante para la producción y calidad de la panela, las variedades CC 84-75, CC 85-92, CC 85-47 y RD 75-11 sobresalen sobre el testigo y se pueden ser consideradas promisorias para la producción de panela en la zona de estudio.
- Los siete materiales genéticos en estudio en la localidad de Linares – Nariño, mostraron buen comportamiento fitosanitario ante la presencia de hongos fitopatógenos como *Bipolaris sacchari* (Mancha de ojo) y *Leptosphaeria sacchari* (mancha de anillo), y por lo tanto se clasifican como altamente resistentes bajo condiciones naturales de infección.

RECOMENDACIÓN

Se debe continuar con la evaluación agroindustrial de los materiales introducidos al menos por dos cosechas más, debido a que el comportamiento de una siembra en plantilla puede variar significativamente en soca.

AGRADECIMIENTOS

A CORPOICA, a los ingenieros agrónomos Belisario Volveras, Orlando Insuasty y Holmes López, investigadores agrícolas de la entidad Corpoica que contribuyeron a que este proyecto se llevara a cabo.

BIBLIOGRAFIA

Asociación de productores y cultivadores de caña panelera zona sur Caquetá (ASCPAZSUR). 1999. La tecnología del cultivo de caña panelera. Florencia-Caquetá. 24 p.

Buenaventura, O. 1986. Control de maduración de la caña de azúcar. p. 73 -74. En: el cultivo de la caña de azúcar. Sociedad colombiana de técnicos de la caña de azúcar (Tecnicaña). Cali – Colombia.

Bustillo, A. 2009. Asistencia técnica en línea. En: Responde CENICAÑA, http://www.cenicana.org/publicaciones/carta_trimestral/ct2009/ct3y4_09/ct3y4_09_p10-15.php. hora 9:52 <http://www.sipa.org.co/cursos/login/index.php> 4 p.; consulta: diciembre 2011.

Campuzano, L. 2000. Investigación adaptativa y transferencia de tecnología para incrementar la sostenibilidad y competitividad de los sistemas de producción de caña panelera en cinco municipios del occidente de Nariño. CORPOICA. Nariño. 22 p.

Cassalett, C., Torres, J. y Isaacs, C. 1995. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cenicaña. Cali, Colombia. p. 297-299.

Chávez, M. 2004. La caña de azúcar como materia prima para la producción de alcohol carburante, p.4.

Corporación colombiana de investigación agropecuaria (CORPOICA). 2009.

_____. EE.Cimpa. 2010. Escalas utilizadas para la descripción morfológica de variedades de caña por CORPOICA, EE CIMPA. en un proceso de adaptación y selección de variedades de caña de azúcar para producción de panela. 3 p.

Consolidado agropecuario, agrícola y pesquero. 2009. Ministerio De Agricultura Y Desarrollo Rural. Secretaria de agricultura y medio ambiente departamento de Nariño. Nariño. p. 64, 65.

_____. 2010. Ministerio De Agricultura Y Desarrollo Rural. Secretaria de agricultura y medio ambiente departamento de Nariño. Nariño. p. 65.

Díaz, L. y Portocarrero, A. 2002. Manual de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). Honduras. p. 21, 22.

Durán, C. 2010. Reingeniería panelera. Primera Edición: Noviembre 2010. Buhos Editores Tunja. 244 p.

FEDEPANELA. 2009. Asistencia técnica en línea. En: Responde SIPSA, <http://www.sipa.org.co/cursos/login/index.php> 1 p.; consulta: diciembre 2011.

Gobernación de Nariño. 2009. Asistencia técnica en línea. En: responde a gobernación de Nariño, <http://www.linares-narino.gov.co>. 1 p.; consulta: agosto 30 de 2010.

Gómez, A. 2010. Evaluación del comportamiento de las variedades promisorias de caña de azúcar (*saccharum* spp.) Para la producción de panela y otros usos potenciales, en la granja villa marina, pamplonita norte de Santander. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona. Pamplona. 88 p.

Humbert, R. P. 1970. El cultivo de la caña de azúcar. Traducido por Adolfo González. 2ª Edición. México. p. 503-562.

ICA - Holanda. 1995. Convenio ICA – Holanda de investigación y divulgación para el mejoramiento de la agroindustria panelera en Colombia. CIMPA. Barbosa – Santander. 37 p.

Insuasty, O., Manrique, R., y Palácio, O. 2003. Catálogo de variedades de caña para la producción de panela en la HRS. CORPOICA – EE CIMPA, PAIPPEC MADR. Barbosa, Santander. 63 p.

Manrique, R.; Insuasty, O.; Mora, C.; Rodríguez, G.; Blanco, R.; Mejía, L.; Libardo, J. y Sandoval, G. 2000. Manual de caña de azúcar para la producción de panela. Corpoica - Fedepanela. Primera edición. Editorial Bastilla Ltda. Bucaramanga, Colombia. 154 p.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2006. La cadena agroindustrial de la panela en Colombia, una mirada global de su estructura y dinámica. 1991-2005. Documento de trabajo N.º 103. Bogotá. 23 p.

Mojica, A., y Paredes, J. 2004. El cultivo de la caña panelera y la agroindustria panelera en el departamento de Santander. Centro regional de estudios económicos Bucaramanga. Bucaramanga-Colombia. 26 p.

Oferta nacional agropecuaria ENA-cifras. Encuesta nacional agropecuaria. 2009. p. 75-76.

Osorio, G. 2007. Manual: Buenas Prácticas Agrícolas -BPA- y Buenas Prácticas de Manufactura -BPM-en la Producción de Caña y Panela. CORPOICA. Medellín. p. 34 – 39.

Quinceno, J. y Mateus, A. 2007. Evaluación técnica y económica del cultivo de caña con cultivos forrajeros. Corpoica, alternativas genéticas a partir de la caña de azúcar como suplemento en la alimentación de bovinos. Primera edición: 33-43.

Rangel, M. 2006. Estudio de Caracterización Ocupacional del Subsector de la Panela, con énfasis en los entornos Tecnológico y Ocupacional, como primer insumo para la Normalización por Competencias Laborales, de las diferentes áreas de desempeño de los procesos productivos y de exportación de la panela en sus diferentes presentaciones. SENA. Boyaca-Sogamoso. 65 p.

Ranjel, J.; Viveros, C.; Amaya, A.; Gómez, L.; Victoria, J. y Angel, J. 2003. Catalogo de variedades. Segunda edición. Cenicaña. Cali-Colombia. 88 p.

Vargas, G.A. y Gómez, L.A. 2005. Evaluación del daño de *Diatraea* spp. en caña de azúcar y su manejo en el valle del Rio Cauca. Serie divulgativa No 9. Cenicaña. Colombia. 8 p.

Villamizar Q. 2010. Situación actual de la producción panelera nacional. Universidad de Pamplona, Facultad de Ciencias agrarias. Pamplona, Norte de Santander.