

**Evaluación de prendimiento y vigor de semilla asexual de cuatro variedades de caña de  
azúcar (*Saccharum officinarum* L.)**

**Héctor Mario Enríquez Gómez**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD**

**Escuela de Ciencias Agrarias, Pecuarias y Medio Ambiente – ECAPMA**

**Programa de Agronomía**

**Palmira**

**2022**

**Evaluación de prendimiento y vigor de semilla asexual de cuatro variedades de caña de  
azúcar (*Saccharum officinarum* L.)**

**Héctor Mario Enríquez Gómez**

**Trabajo para optar al título de Agronomía**

**Director:**

**Milton Ararat**

**Ingeniero agrónomo PhD.**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD**

**Escuela de Ciencias Agrarias, Pecuarias y Medio Ambiente – ECAPMA**

**Programa de Agronomía**

**Palmira**

**2022**

## Página de Aceptación



Milton Ararat

Director Trabajo de Grado



Jurado



Jurado

Palmira-2022

### **Dedicatoria**

El trabajo está dedicado principalmente a Dios por poner en mi mente todas las ideas que sirvieron para el montaje, desarrollo y culminación de la tesis de grado. A mi madre que su apoyo incondicional y sus palabras forjaron en mí día tras día las ideas para llevar a cabo este proyecto. También a todas las personas tanto de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia y Cenicaña que con su conocimiento me otorgaron las bases para la ejecución del trabajo.

## Resumen

El cultivo de caña de azúcar es sembrado de forma asexual por medio de esquejes o plántulas en el valle del río Cauca. Sin embargo, para las nuevas variedades no se ha establecido la edad y la forma de corte de la semilla. Por tal motivo el objetivo de este trabajo fue la evaluación de los parámetros adecuados para establecer la edad de corte y la posición original de la yema en semilla de caña de azúcar de las variedades: CC 14-3296, CC 14-3358, CC 13-2035 y CC 12-2120.

Para ello, se tomó semilla de tallos a los 6, 7, 8, 9 y 10 meses de edad del cultivo y fue dividida en tres tercios y se separaron las yemas de la siguiente forma: basal, medio y alto. Allí se evaluaron las siguientes variables: porcentaje de emergencia, índice de velocidad de emergencia y vigor de cada una de las variedades. El experimento fue establecido en un diseño completamente al azar en arreglo factorial A x B donde factor A fue la edad de semilla y factor B: tercio del tallo; cada tratamiento contó con 20 repeticiones para cada una de las variedades. En todas las variedades hubo diferencias estadísticamente significativas. Las variedades CC 14-3296, CC 13-2035 y CC 12-2120 se obtuvieron porcentajes de emergencia de 60% en semilla de 6 meses después de emergencia. La variedad CC 14-3358 alcanzó un porcentaje de emergencia óptimo a los 8 y 9 meses después de emergencia. Los mejores niveles de emergencia se obtuvieron de semilla del tercio medio para las variedades CC 14-3296 y CC 14-3358. En cuanto a las variedades CC 13-2035 y CC 12-2120 el mejor porcentaje de emergencia se logró en los tercios bajo y medio.

**Palabras claves:** Tercio del tallo, edad de corte, yemas y porcentaje de emergencia.

### **Abstract**

The sugar cane crop is sown asexually through cuttings or seedlings in the Cauca river valley. However, for the new varieties the age and shape of the seed has not been established. For this reason, the objective of this work was the evaluation of the appropriate parameters to establish the cutting age and the original position of the bud in sugarcane seed of the varieties: CC 14-3296, CC 14-3358, CC 13 -2035 and CC 12-2120.

Seed was taken from stems at 6, 7, 8, 9 and 10 months of age of the crop and was divided into three thirds: basal, medium and high. The following variables will be evaluated: percentage of emergence, rate of emergence and vigor of each of the varieties. The experiment was established in a completely randomized design in factorial arrangement A x B where factor A was the age of the seed and factor B was the third part of the stem; each treatment had 20 repetitions for each variety.

In all varieties were statistically significant differences. The varieties CC 14-3296, CC 13-2035 and CC 12-2120 obtained percentages of emergence of 60% in seed 6 months after emergence. The variety CC 14-3358 offers an optimal percentage of emergence at 8 and 9 months after emergence. The best levels of emergence were obtained from seed of the middle third part of cane for varieties CC 14-3296 and CC 14-3358. Regarding, the best percentage of emergence was achieved in the lower and middle third part in varieties CC 13-2035 and CC 12-2120.

**Keywords:** Third of the stem, age of cut, buds and percentage of emergence.

## Tabla de contenido

1.	Introducción .....	10
2.	Justificación.....	11
3.	Objetivos .....	13
3.1.	Objetivo general .....	13
3.2.	Objetivos específicos.....	13
4.	Marco Teórico .....	14
4.1.	Generalidades de la caña de azúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> L.) .....	14
4.2.	Morfología de la caña de azúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> L.).....	14
4.3.	Partes de la caña de azúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> L.) .....	15
4.4.	Propagación.....	16
4.4.1.	Esquejes .....	16
4.4.2.	Multiplicación por yemas .....	16
4.4.3.	Multiplicación por cultivo in vitro.....	16
4.5.	Fisiología.....	17
4.6.	Parámetros de evaluación semilla asexual de caña de azúcar .....	18
4.6.1.	Prendimiento.....	18
4.6.2.	Vigor .....	19
5.	Metodología .....	20
5.1.	Localización .....	20
5.2.	Selección de Variedades.....	20
5.3.	Corte de semilla.....	20
5.4.	Variables.....	22
5.4.1.	Porcentaje de emergencia (PE).....	22
5.4.2.	Índice de velocidad de emergencia (IVE) .....	22
5.4.3.	Vigor de la planta .....	23
5.4.4.	El estudio como un experimento factorial de dos factores.....	23
6.	Resultados y análisis .....	23
6.1.	Análisis de varianza para las variedades evaluadas .....	23
6.2.	Determinación de la edad de obtención de semilla y el efecto del tercio del tallo para la variedad CC 14-3296 .....	24
6.2.1.	Discusión de los resultados para la variedad CC 14-3296 .....	26
6.3.	Determinación de la edad de obtención de semilla y el efecto del tercio del tallo para la variedad CC 14-3358. ....	27
6.3.1.	Discusión de los resultados para la variedad CC 14-3358 .....	30
6.4.	Determinación de la edad de obtención de semilla y el efecto del tercio del tallo para la variedad CC 13-2035. ....	30
6.4.1.	Discusión de los resultados para la variedad CC 13-2035 .....	33
6.5.	Determinación de la edad de obtención de semilla y el efecto del tercio del tallo para la variedad CC 12-2120. ....	34
6.5.1.	Discusión de los resultados para la variedad CC 12-2120 .....	37
7.	Conclusiones .....	38
	Referencias .....	39

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Tallo dividido en tercios .....	21
<b>Figura 2.</b> Proceso de siembra de yemas. ....	21
<b>Figura 3.</b> Porcentaje de emergencia CC 14-3296.....	24
<b>Figura 4.</b> Índice de velocidad de emergencia CC 14-3296. ....	25
<b>Figura 5.</b> Vigor de la planta CC 14-3296.....	25
<b>Figura 6.</b> Porcentaje de emergencia CC 14-3358.....	27
<b>Figura 7.</b> Índice de velocidad de emergencia CC 14-3358. ....	28
<b>Figura 8.</b> Vigor de la planta CC 14-3358.....	29
<b>Figura 9.</b> Porcentaje de emergencia CC 13-2035.....	30
<b>Figura 10.</b> Índice de velocidad de emergencia CC 13-2035. ....	31
<b>Figura 11.</b> Vigor de la planta CC 13-2035.....	32
<b>Figura 12.</b> Porcentaje de emergencia CC 12-2120.....	34
<b>Figura 13.</b> Índice de velocidad de emergencia CC 12-2120. ....	35
<b>Figura 14.</b> Vigor de la planta CC 12-2120.....	36



### Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Resumen de análisis de varianza factorial para las variables porcentaje de emergencia, índice de velocidad de emergencia y vigor. ....	23
--	----

## 1. Introducción

La semilla es uno de los factores más importantes en el establecimiento del cultivo de caña de azúcar, por tal motivo es importante contar con semilla de buena calidad para las nuevas siembras. Sin embargo, en algunas ocasiones no se logra contar con disponibilidad de semilleros para extraer semilla de óptima calidad ya sea por diferentes factores como: volcamiento, floración, problemas fitosanitarios, mezclas varietales y edad. Por lo tanto, se usa la semilla que esté disponible sin tener en cuenta las recomendaciones para la calidad física, fisiológica y sanitaria, lo que disminuye la producción final.

Los sistemas más usados de propagación en cultivo de caña de azúcar a nivel comercial son por esquejes o trozos de tallos usados como semilla, sin importar la posición del trozo en el tallo y también sin tener en cuenta la edad de corte. Por lo cual se emplean semillas poco viables debido a la edad fisiológica. Por tal motivo surgió la necesidad de realizar un estudio con las variedades: CC 14-3296, CC 13-2035, CC 14-3358 y CC 12-2120 de la zona húmeda del valle del río Cauca, donde se evaluó el corte de semilla a los 5.8, 7, 8.1, 9 y 10 meses de edad (después de emergencia) y el tercio del tallo (basal, medio y alto), con el fin de determinar los parámetros óptimos para obtener semilla de alta calidad que ayude al posterior desarrollo del cultivo y su producción final.

Este trabajo constituye los aportes relacionados con el semillero de investigación de producción agropecuaria sostenible (SICA) de la Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA) de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).

## 2. Justificación

En Colombia, la agroindustria de la caña de azúcar está ubicada en la parte plana del valle del río Cauca el cual abarca seis departamentos que son: norte del Cauca, Valle del Cauca, sur de Risaralda, sur de Caldas y Quindío contando con 241.205 hectáreas sembradas, con un promedio de 120 toneladas de caña por hectárea y un rendimiento de 10.5 % de azúcar por hectárea, 444.433 litros de etanol y 1.571.406 MWh de energía eléctrica generada (Cenicaña, 2019).

Al ser un cultivo de gran importancia económica en el país, los cañicultores deben contar con excelentes lotes destinados a la producción de semilla de buena calidad. Además de tener un cronograma de siembra y corte para suplir la demanda del material de propagación. Este material se debe caracterizar por una alta pureza genética, fisiológica, sanitaria y física. Sin embargo, la renovación del cultivo de caña de azúcar se hace cuando la producción disminuye y también debido a la presencia de enfermedades que afectan potencialmente el cultivo. Por estas razones surge la necesidad de establecer cultivos con resistencia varietal, alto TCH, porcentaje de rendimiento óptimo, entre otros.

Según Ararat et al. (2015), la productividad del cultivo en toneladas de caña por hectárea (TCH) en las últimas décadas se ha incrementado trascendentalmente, debido principalmente a factores como: desarrollo de variedades adaptadas a condiciones agroecológicas específicas, la implementación de agricultura específica por sitio (AEPS) y uso de sistemas de monitoreo y seguimiento, lo que permite buscar nuevos modelos de estudios de variables fisiológicas y agronómicas.

Para las nuevas variedades de caña de azúcar no se ha establecido con precisión la edad de corte y el tercio idóneo para esta práctica. Por tal motivo es relevante identificar estos aspectos con el fin de obtener semilla de mejor calidad con el objetivo de establecer plantaciones

con alta población y disminuir un porcentaje de algunas labores tales como la resiembra y números de riegos aplicados por ciclo.

Esta situación se asocia con lo reportado por Ararat et al. (2014), donde los resultados de monitoreo y seguimiento en las valoraciones agronómicas de los cultivos, indican las necesidades o requerimientos técnicos en rendimientos para obtener eficiencia en cosecha de un recurso fitogenético con potencial uso agroindustrial.

### **3. Objetivos**

#### **3.1. Objetivo general**

Evaluar los parámetros de edad de corte y sección del tallo en semilla asexual de cuatro variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) para asegurar emergencia y vigor.

#### **3.2. Objetivos específicos**

Determinar el efecto de la edad de corte de la semilla asexual en la emergencia y vigor de planta en cuatro variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)

Determinar el tercio apropiado del tallo en la semilla asexual en la emergencia y vigor de la planta en cuatro variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)

## 4. Marco Teórico

### 4.1. Generalidades de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)

La caña de azúcar que se siembra actualmente en Colombia, son híbridos provenientes de los géneros *S. spontaneum* y *S. officinarum*. Se fabrican cuatro tipos de azúcares a nivel nacional: crudo, blanco, blanco especial y refinado.

El sector agroindustrial de la caña se encuentra ubicado en el valle del río Cauca, que abarca 51 municipios en cinco departamentos (Valle del Cauca, Cauca, Risaralda, Caldas y Quindío). En esta región hay actualmente 241.205 hectáreas sembradas en caña de azúcar, de las cuales, el 25% corresponde a tierras propias de los ingenios y el restante 75% a más de 2.750 cultivadores de caña. (Asocaña, 2021).

Para el año 2020 se produjeron 24,3 millones de toneladas de caña; 2,3 millones de ton de azúcar; 438 millones de litros de bioetanol a partir de caña y 1.615 GWh de energía generada (59% consumo propio y 41% va al sistema de interconexión eléctrico nacional - SIN) a partir del bagazo de la caña (para bastecer una ciudad de 1 millón de habitantes) (Cenicaña, 2019). Se exportaron 716 mil toneladas por valor de 327 millones de dólares (33% de la producción), ubicándonos como el cuarto generador agroindustrial de divisas después de café, flores, banano y aceite de palma. (Asocaña, 2021).

La agroindustria de la caña representa el 0,6% del PIB Total Nacional y el 3,7% del PIB Agrícola nacional; En el Valle del Cauca representa el 31,4% del PIB Agrícola y en el Cauca el 19,7%, se generan 286 mil empleos directos e indirectos; 65 de cada 100 familias, de los 50 municipios cañicultores, están vinculados económicamente con la agroindustria, de manera directa, indirecta o inducida. (Asocaña, 2021)

### 4.2. Morfología de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) es una planta monocotiledónea perteneciente a la familia de las gramíneas. Esta se caracteriza por su tallo leñoso lleno de tejido esponjoso y dulce del que se extrae el azúcar. Su altura puede superar los dos metros y tiene hojas alternas formadas por la lámina foliar, la yagua y la vaina; estas son largas y glabras (Cenicaña, 2019).

#### **4.3. Partes de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)**

Raíz: considerado como el anclaje de la planta tiene como función la absorción de nutrientes y agua presentes en el suelo, presenta dos tipos de raíces que son:

- Raíces de la estaca original y primordial: son delgadas, ramificadas y se originan a partir de la banda primordios radical.
- Raíces permanentes: proceden de los anillos de crecimiento radical de los nuevos brotes.

Tallos: Este órgano es importante en la planta gracias en que en él se acumula la sacarosa, este se caracteriza por tener una altura de más de dos metros a cosecha, la forma es circular, el color depende de la variedad, el diámetro tiene un promedio de 25 mm a 40 mm y está compuesto por nudos y entrenudos.

Hoja: Es el órgano donde se produce la transformación de radiación solar, bióxido de carbono en carbohidratos. Estas son alargadas y están formadas por dos segmentos la yagua y lamina foliar.

Flor: La inflorescencia de la caña es una panícula sedosa en forma de espiga. Está constituida por un eje principal con articulaciones en las cuales se insertan las espiguillas, una enfrente de otra: éstas contienen una flor hermafrodita con tres anteras y un ovario con dos estigmas (Cassalett et al, 1995).

#### **4.4. Propagación**

La caña de azúcar se propaga principalmente de forma asexual por medio de esquejes de los tallos denominados semillas ya que esta planta no produce semillas verdaderas en condiciones comerciales (Arbo, 2020).

##### **4.4.1. Esquejes**

Son estacas o pedazos de tallos con una longitud de aproximadamente 60 cm, con más o menos 3 yemas y agrupados en paquetes de 30 unidades de esquejes utilizados para la siembra. Se debe utilizar siempre material fresco, genéticamente puro, libre de plagas y enfermedades. Esta clase de propagación consiste en repartir los diferentes esquejes trasplantándolos en el fondo del surco, se recomienda que la siembra se realice de este a Oeste para lograr una mayor captación de luz solar (Agrotendencia, s.f.).

##### **4.4.2. Multiplicación por yemas**

Inicialmente se realiza el corte del tallo y con una maquina extractora de yemas, y se extrae individualmente una a una las yemas del tallo, posteriormente se las somete a un tratamiento térmico para librarlas de patógenos. Luego se siembran en bandejas plásticas con extracto de suelo y carbonilla y se dejan por un tiempo de 60 días, para luego ser trasplantadas en campo. Es importante que las raíces de las plántulas formen un cespedón con el suelo.

##### **4.4.3. Multiplicación por cultivo in vitro**

Por medio de este sistema se logra una rápida multiplicación del material libre de patógenos gracias a la destrucción de patógenos por termoterapia. El proceso de multiplicación in vitro exige un manejo adecuado de los tallos, estos se sumergen en agua caliente a 50 °C durante 1 hora; posteriormente se cortan en trozos con una yema y se siembran en vasos de icopor con suelo estéril. Después de la emergencia, las plantas se mantienen aproximadamente 20 días en



una cámara de termoterapia a una temperatura constante de 41°C y un fotoperiodo de 12 horas. (Victoria et al, 1997).

Luego estas plantas se cortan en trozos de 7 a 10 cm y en estereoscopio con la ayuda de una pinza y un bisturí estéril se hace la disección y extracción del meristemo el cual contiene dos primordios foliares. Este meristemo se establece y desarrolla en medio de cultivo MSI por 15 días para el establecimiento, luego se pasa a medio de cultivo MSII para la proliferación y crecimiento de yemas laterales (multiplicación) y un mes tarde se pasan a medio de cultivo MSIII donde se produce el enraizamiento (Victoria et al, 1997).

Las plántulas con raíces desarrolladas se separan del medio in vitro y se siembra en sustrato pasteurizado y se colocan en un vivero acondicionado durante 3 meses y culminado el tiempo se trasplantan al campo ya sea en forma manual o con máquina (Cassalett et al, 1995).

#### **4.5. Fisiología**

La caña de azúcar es una planta semiperenne que ha sido mejorada genéticamente para que se adapte a diferentes condiciones climáticas. La caña de azúcar tiene cuatro fases dentro de su ciclo de producción que esta entre 12 y 13 meses de edad, por lo que conocerlos permite la planificación sincronizada de las diferentes labores que se deben hacer en el cultivo (Cassalett et al, 1995).

- *Fase de establecimiento (0-2 meses)*

La emergencia inicia desde el momento en que las yemas presentes en los tallos emergen del suelo gracias a factores como la temperatura, humedad y aireación del suelo que influyen en este proceso.

- *Fase de crecimiento vegetativo, macollamiento (2-5 meses)*

El macollamiento es el proceso de ramificación que se origina a partir de las articulaciones nodales del tallo primario dándole al cultivo un número de hojas activas adecuado. Factores como la variedad, la luz, la temperatura al igual que aspectos relacionados con el espaciamiento, fertilización y disponibilidad de agua afectan el macollamiento (Cassalett et al, 1995).

- *Fase de crecimiento rápido (5-9 meses)*

En esta fase se presenta el aumento de biomasa, número de tallos y elongación de los mismos por área. Es importante tener en condiciones óptimas de humedad el cultivo para que el sistema radical de la planta absorba fácilmente los nutrientes presentes en el suelo.

- *Fase de maduración (10- 12 meses)*

La maduración se define como la culminación del proceso fisiológico en el cual la planta detiene su crecimiento y finaliza la acumulación de la sacarosa en el tallo. Este proceso ocurre desde los entrenudos basales hacia el ápice, razón por la cual la parte basal contiene más azúcares que la parte superior. Los factores ambientales que influyen de forma óptima son: poca lluvia, alta radiación, alta temperatura durante el día (Cassalett et al, 1995).

#### **4.6. Parámetros de evaluación semilla asexual de caña de azúcar**

##### **4.6.1. Prendimiento**

El prendimiento establece una fase importante en el inicio y el desarrollo del cultivo, porque este periodo constituye la cantidad de tallos, la aparición del sistema radical y foliar y la apertura de macollaje, estos factores inciden en la producción final o número de tallos que llegan a cosecha (Dillewjin, 1952; Cassalett Dávila et al., 1995; Fogliata, 1995). La evaluación de prendimiento se realiza para identificar el número de plantas vivas por unidad de área y así estimar la población.

#### **4.6.2. Vigor**

El vigor de las semillas ha sido definido como el sumatorio total de aquellas propiedades de las semillas que determinan el nivel de actividad y el comportamiento de las semillas o de un lote de semillas durante la germinación y emergencia de las plántulas. El vigor se evalúa para determinar la calidad física y fisiológica de la planta y otros aspectos tales como: crecimiento de plántulas, manera de establecimiento en campo y uniformidad de la emergencia (Bisaro, V. et al. 2001).

## 5. Metodología

### 5.1. Localización

El experimento se estableció en el centro de la investigación de la caña de azúcar de Colombia CENICAÑA, ubicado en el municipio de Florida-Valle, corregimiento San Antonio de los Caballeros. La estación se localiza 3° 21' 37.02" de latitud norte, 76° 17' 59.28" de longitud oeste y a 1024 metros sobre el nivel del mar. La temperatura media anual en este sitio es de 23.5 °C, la precipitación media anual es de 1160 mm y la humedad relativa es de 77%, y Las horas de máxima radiación es de 5.2 horas (Cenicaña, 2019).

### 5.2. Selección de Variedades

Las variedades comerciales de caña de azúcar actualmente cultivadas son híbridos de *Saccharum officinarum L.*, *Saccharum spontaneum L.* y *Saccharum robustum*. Las variedades promisorias de zona humedad para el sector agroindustrial de la caña de azúcar cada vez toman más fuerza con el fin de aumentar productividad y rentabilidad, por tal motivo, para este estudio se decidió trabajar con cinco variedades CC 14-3296, CC 13-2035, CC 14-3358 y CC 12-2120.

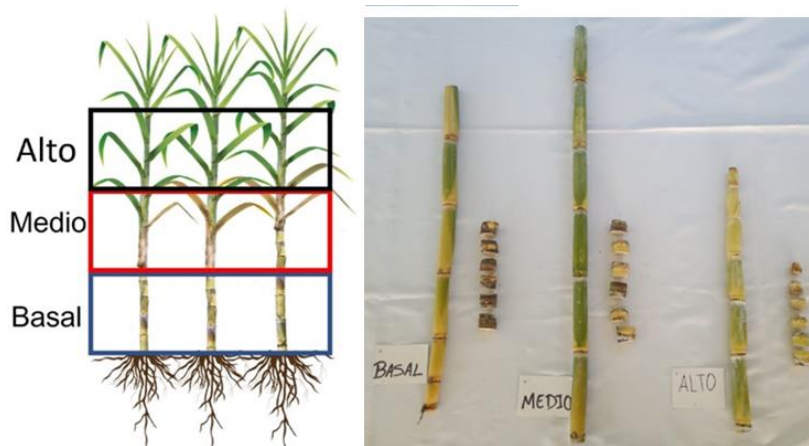
### 5.3. Corte de semilla

Las variedades CC 14-3296, CC 13-2035, CC 14-3358 y CC 12-2120 se sembraron en el lote 18 de la Estación Experimental Cenicaña en el año 2020. Se sembraron 4 surcos de 10 metros para cada variedad. Se realizaron todas las labores culturales pertinentes para este cultivo como; riego, labores de mecanización (cultivo y aporque), fertilización, controles químicos de arvenses y control biológico de plagas.

Se realizó el corte de semilla de estas variedades a los 5.8, 6.7, 8.1, 9 y 10 meses después de la emergencia de la semilla, tomando 20 tallos al azar de cada variedad (5 tallos por surco). En cada tallo se midió la longitud desde la base hasta el último cuello visible, luego se dejó el tallo

totalmente libre de hojas y yaguas de forma manual, se contó el número de yemas y luego se dividió en tres para definir los tres tercios del tallo: basal, medio y alto (Figura 1).

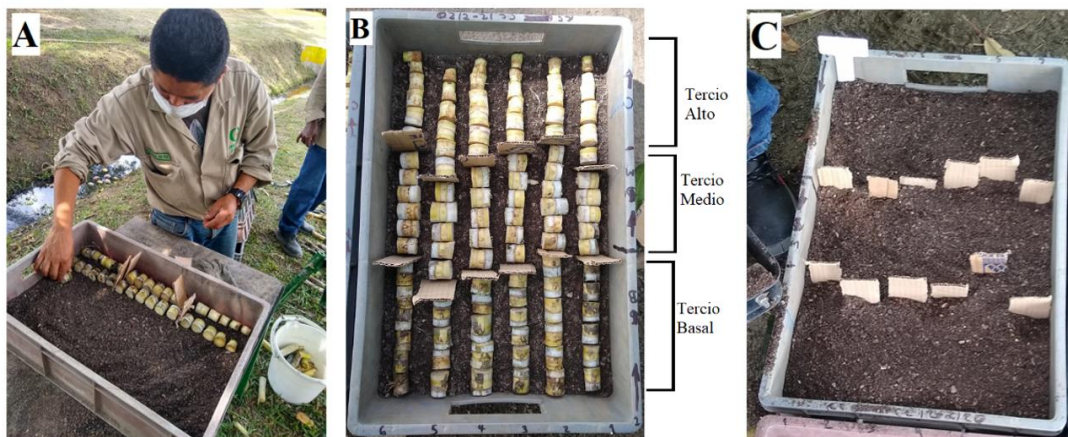
**Figura 1.** Tallo dividido en tercios



Fuente: Autoría propia, 2021.

Con ayuda de una cizalla manual se extrajeron las yemas de cada una de los tercios definidos anteriormente y se sembraron en bandejas de 50 cm de largo por 30 cm de ancho y 8 cm de profundidad. Se utilizó un sustrato de suelo y carbonilla al 2:1; en la base de cada bandeja se colocó una capa de sustrato. Después se sembraron las yemas organizadas y contadas, a una distancia de un centímetro entre una y otra. Al final se taparon con otra capa de suelo y carbonilla de dos centímetros (Figura 2) los riegos se hicieron periódicamente dependiendo las condiciones climáticas.

**Figura 2.** Proceso de siembra de yemas.



Fuente: Autoría propia, 2021. Nota: A) siembra de yemas; B) Separación de yemas por cada tercio; C) Tapado de yemas

#### 5.4. Variables

Las variables que se evaluaron fueron:

##### 5.4.1. Porcentaje de emergencia (PE)

Esta variable se desarrolló primeramente contando el número de platas emergidas a los 28 días después de la siembra, el número total de plantas emergidas se multiplicó por cien y luego se dividió por el número de yemas sembradas.

##### 5.4.2. Índice de velocidad de emergencia (IVE)

Para evaluar esta variable se utilizó la siguiente ecuación que fue propuesta por Ávila et al. (2005).

$$IVE = E_1N_1 + E_2N_2 + E_3N_3 \dots E_nN_n$$

Donde:

IVE = Índice de velocidad de emergencia

$E_1, E_2$  y  $E_n$  = Número de plántulas emergidas en cada intervalo de tiempo

$N_1, N_2, N_n$  = Número de días recorridas del primer, segundo y último conteo.

Las plantas se contaron con un intervalo de tiempo de 3 días, iniciando desde el quinto día donde se evidenció la emergencia de las primeras plantas día hasta el día 28 después de la

siembra, las diferencias se interpretaron en los cambios de la magnitud y en los cambios de cada tratamiento mas no en el valor obtenido al final.

### 5.4.3. Vigor de la planta

Para esta variable se extrajeron de cada tercio 5 plantas al azar que tuvieran un tamaño promedio, luego se lavaron para quitar el sustrato de las raíces, se secaron con papel absorbente y se pesaron en una balanza LEXUS modelo Mix para tomar el peso fresco, después se colocaron en una estufa marca COLRES ref. 85507 a 60°C por 48 horas, culminado el tiempo se pesaron nuevamente para obtener el peso seco.

### 5.4.4. El estudio como un experimento factorial de dos factores

El diseño experimental que se utilizo es un arreglo con dos factores completamente al azar, A × B donde factor “A” nos indicó edad y factor “B” nos indicó tercio del tallo (basal, medio y alto); se utilizó 5 edades de corte, cuatro variedades y tres tercios de tallo. El análisis de varianza ANOVA para cada una de las variables que se midieron se utilizó el paquete estadístico RStudio (R) y finalmente la comparación de medidas se hizo con el método de Duncan.

## 6. Resultados y análisis

### 6.1. Análisis de varianza para las variedades evaluadas

**Tabla 1.** Resumen de análisis de varianza factorial para las variables porcentaje de emergencia, índice de velocidad de emergencia y vigor.

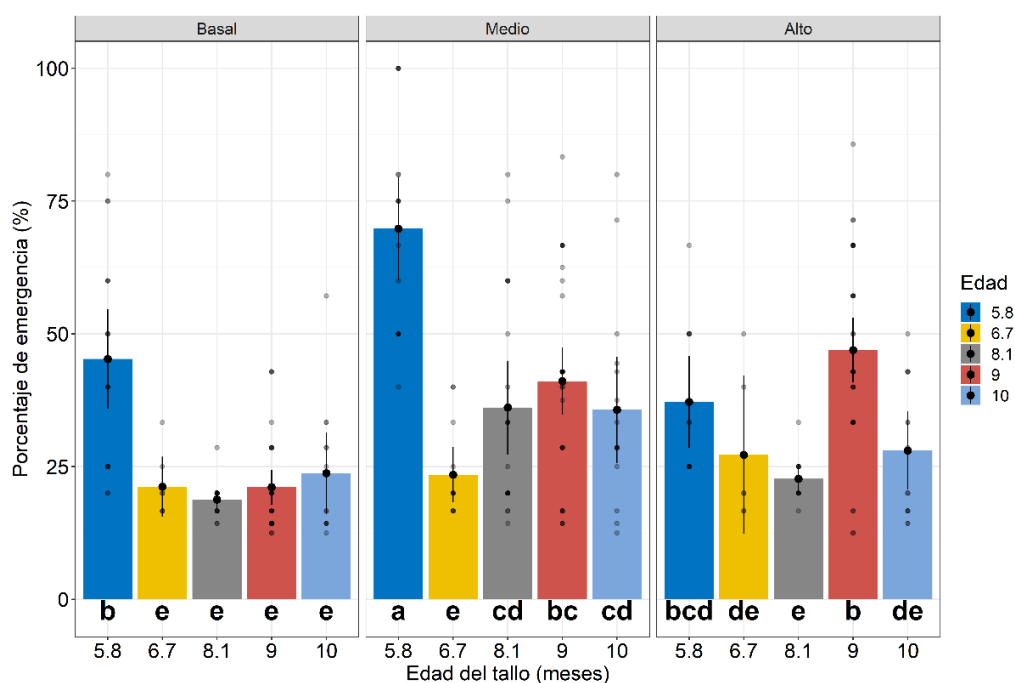
Variedad	Variable	Edad	Tercio	Edad x Tercio
CC 14-3296	%Germinación	***	***	***
	IVE	***	***	***
	Vigor	***	***	ns
CC 13-2035	%Germinación	***	**	***
	IVE	***	ns	***
	Vigor	***	***	ns
CC 14-3358	%Germinación	***	***	***
	IVE	***	***	***
	Vigor	ns	*	ns

	%Germinación	***	***	***
CC 12-2120	IVE	***	***	***
	Vigor	***	***	ns

Nota: No significativo (ns); no aplica (na); Probabilidad (p)  $p \leq 0,05$ : \*;  $p \leq 0,01$ : \*\*;  $p \leq 0,001$ : \*\*\*.

## 6.2. Determinación de la edad de obtención de semilla y el efecto del tercio del tallo para la variedad CC 14-3296

**Figura 3.** Porcentaje de emergencia CC 14-3296.



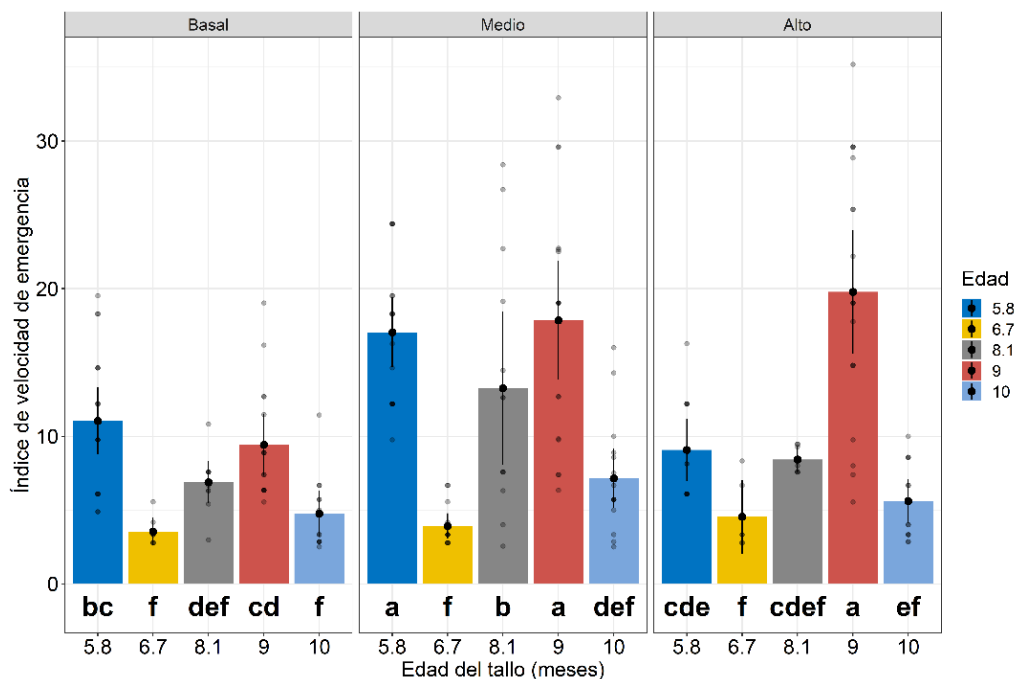
Nota. El porcentaje de emergencia de la variedad CC 14-3296 para semilla de cinco edades en tres diferentes tercios del tallo. Los datos mostrados corresponden al promedio de 20 repeticiones. Tratamientos con letras distintas indican diferencias a nivel significativo ( $p \leq 0.05$ ) determinado mediante la prueba de comparación de medias LSD-Fisher. Líneas negras verticales que acompañan cada barra indican el coeficiente de variación. Fuente: autoría propia (2021).

De acuerdo con el análisis de varianza, se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $p \leq 0.001$ ) para la interacción edad de semilla por tercio (Tabla.1). En la figura 3 se observa el PE por tercio y edad del tallo para la variedad CC 14-3296. Para el tercio basal, el PE osciló entre el 22 - 43% para todas las edades. Mientras que en el tercio medio los tallos de 5.8 meses después de emergencia (MDE) presentaron el mayor PE 68%, siendo significativamente



diferente de las demás edades. En el tercio alto, el PE estuvo en un rango de un 22 - 45% en todas las edades.

**Figura 4.** Índice de velocidad de emergencia CC 14-3296.



Nota. Índice de velocidad de emergencia de la variedad CC 14-3296. Para semilla de cinco edades en tres diferentes tercios del tallo. Los datos mostrados corresponden al promedio de 20 repeticiones. Tratamientos con letras distintas indican diferencias a nivel significativo ( $p \leq 0.05$ ) determinado mediante la prueba de comparación de medias LSD-Fisher. Líneas negras verticales que acompañan cada barra indican el coeficiente de variación. Fuente autoría propia (2021).

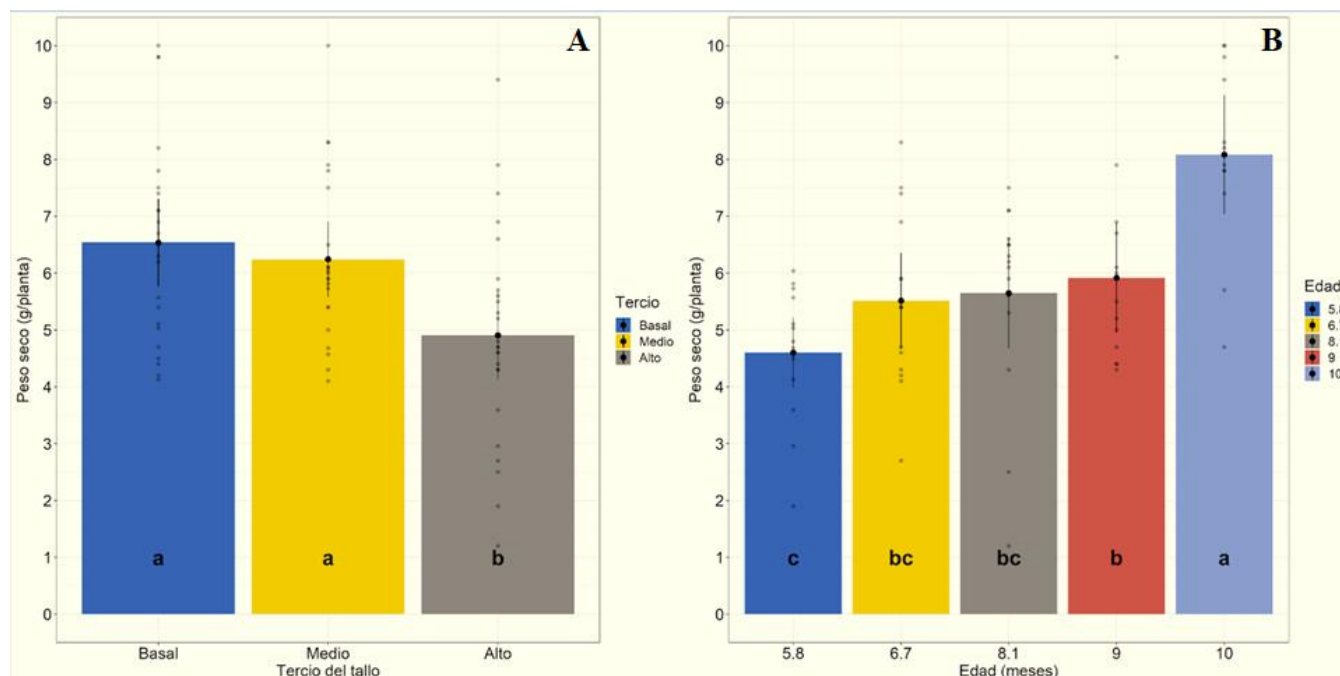
El IVE en el tercio basal presentó diferencias significativas entre las edades del tallo

Fig.4. En el tercio medio se encontraron diferencias estadísticas a nivel significativo, debido a

que tallos de 5.8 y 9 MDE obtuvieron un IVE significativamente mayor frente a los demás

tratamientos. Mientras que en el tercio alto tallos de 9 MDE fueron estadísticamente superiores a las demás edades.

**Figura 5.** Vigor de la planta CC 14-3296.



Nota. Vigor de la planta en la variedad CC 14-3296. Para tres diferentes tercios del tallo (Fig.5A) y semilla de cinco edades (Fig.5B). Los datos mostrados corresponden al promedio de 20 repeticiones. Tratamientos con letras distintas indican diferencias a nivel significativo ( $p \leq 0.05$ ) determinado mediante la prueba de comparación de medias LSD-Fisher. Líneas negras verticales que acompañan cada barra indican el coeficiente de variación. Fuente autoría propia (2021).

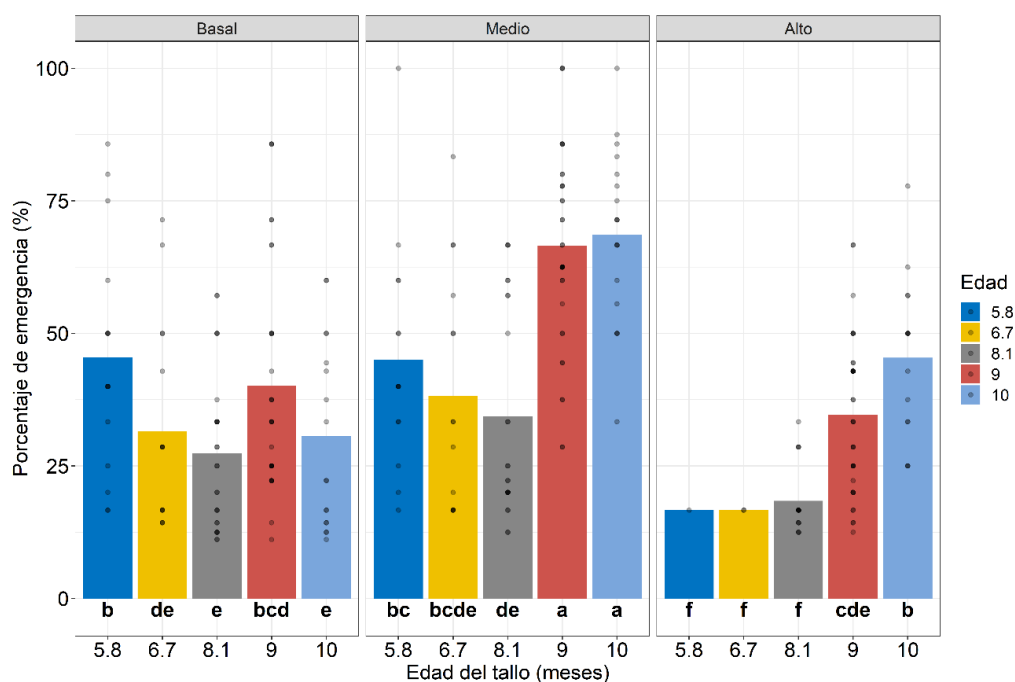
Para el vigor de planta se observó que el análisis de varianza evidenció diferencias estadísticas altamente significativas ( $p \leq 0.001$ ) para los factores individuales tercio y edad del tallo, mientras que la interacción no fue significativa (Tabla. 1). Los tercios con mayor vigor fueron el basal y el medio con 6.5 y 6.3 g/planta, respectivamente (Figura 5A). Mientras que en el tercio alto se obtuvo el menor vigor de planta 4.9 g/planta. Con respecto a la edad de los tallos, tallos de 10 MDE mostraron un vigor 8 g/planta significativamente mayor que las demás edades. Además, se observa que el vigor de las plántulas aumentó progresivamente en función de la edad de la semilla (Figura 5B).

### 6.2.1. Discusión de los resultados para la variedad CC 14-3296

En la variedad CC 14-3296 se encontró que la mejor calidad de semilla corresponde a edades de 6 MDE y obtenida del tercio medio, pues allí se obtuvo un 68% PE. Según Alonso et al. (2005), el PE cercanos a 60% son considerados adecuados para diferentes materiales de caña de azúcar. Por lo tanto, los valores de PE obtenidos están dentro del rango óptimo. Además, esta semilla tiene una alta velocidad de emergencia. Sin embargo, el vigor de la plántula fue el más bajo. Lo descrito anteriormente indica que esta semilla tiene un alto potencial de emergencia, que se alcanza en poco tiempo, pero con poco crecimiento. Mientras que plantas obtenidas a partir de semilla del tercio medio con una edad de 9 MDE emergen más rápido y alcanzan un alto vigor, esto significa que estas plantas necesitan menos días para alcanzar su mayor porcentaje de emergencia con plántulas de buen vigor, por lo que esta semilla se considera de alta calidad fisiológica (Ávila et al. 2005).

### 6.3. Determinación de la edad de obtención de semilla y el efecto del tercio del tallo para la variedad CC 14-3358.

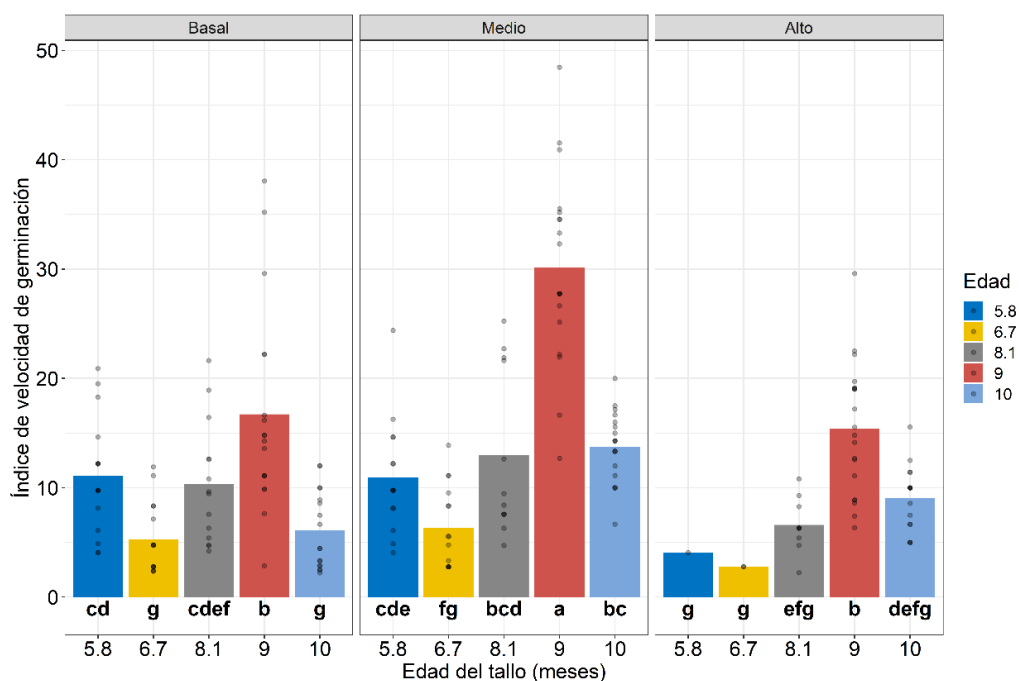
**Figura 6.** Porcentaje de emergencia CC 14-3358.



Nota. Porcentaje de emergencia de la variedad CC 14-3358 para semilla de cinco edades en tres diferentes tercios del tallo. Los datos mostrados corresponden al promedio de 20 repeticiones. Tratamientos con letras distintas indican diferencias a nivel significativo ( $p \leq 0.05$ ) determinado mediante la prueba de comparación de medias LSD-Fisher. Líneas negras verticales que acompañan cada barra indican el coeficiente de variación. Fuente autoría propia (2021).

En el análisis de varianza se evidenció que hay diferencias estadísticas altamente significativas ( $p \leq 0.001$ ) para la interacción edad de semilla por tercio (Tabla.1). La figura 6 nos mostró que el PE en el tercio basal no hay diferencias significativas entre las edades 5.8 y 9 MDE con valores de 37 – 43%. Tampoco entre las edades 8.1 y 10 MDE con valores de 25 – 28%, pero si entre las edades de las de 5.8, 8.1 y 10 MDE. Para el tercio medio si hubo diferencias estadísticamente significativas entre las edades con valores de 65 – 67% PE en las edades de 9 y 10 MDE sobre las demás edades. Para finalizar, en el tercio alto del tallo también hubo una diferencia significativa entre las edades del tallo. Con porcentaje ideal de emergencia, teniendo un 44% de PE en la edad de 10 MDE y cerrando con un 16% el PE para 5.8 MDE.

**Figura 7.** Índice de velocidad de emergencia CC 14-3358.

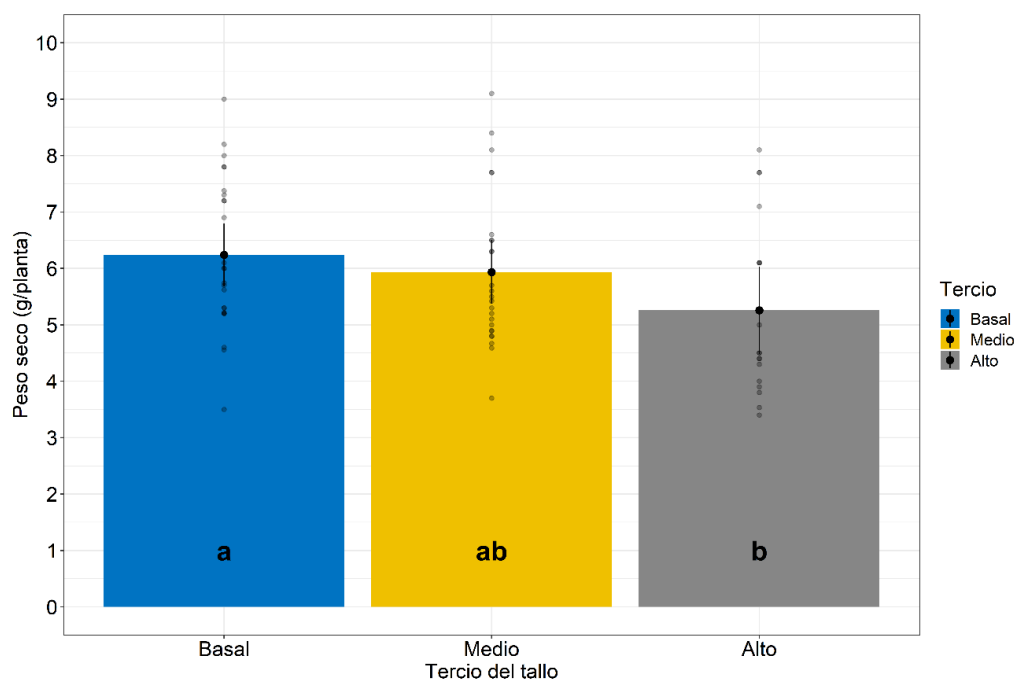


Nota. Índice de velocidad de emergencia de la variedad CC 14-3358. Para semilla de cinco edades en tres diferentes tercios del tallo. Los datos mostrados corresponden al promedio

de 20 repeticiones. Tratamientos con letras distintas indican diferencias a nivel significativo ( $p \leq 0.05$ ) determinado mediante la prueba de comparación de medias LSD-Fisher. Líneas negras verticales que acompañan cada barra indican el coeficiente de variación. Fuente autoría propia (2021).

La figura 7 refleja que el IVE en la variedad CC 14-3358 para la parte basal hubo una diferencia estadísticamente significativa en los tallos de 9 MDE con respecto a las demás edades. El tercio medio mostró la diferencia significativa más alta es en los tallos de 9 MDE y no hubo relación con ninguna otra edad del tercio. El tercio alto también se encontró una diferencia pronunciada con los tallos de 9 MDE y entre las demás edades no hubo diferencias.

**Figura 8.** Vigor de la planta CC 14-3358.



Nota. Vigor de la planta en la variedad CC 14-3358. Para tres diferentes tercios del tallo. Los datos mostrados corresponden al promedio de 20 repeticiones. Tratamientos con letras distintas indican diferencias a nivel significativo ( $p \leq 0.05$ ) determinado mediante la prueba de comparación de medias LSD-Fisher. Líneas negras verticales que acompañan cada barra indican el coeficiente de variación. Fuente autoría propia (2021).

En el vigor de planta se observó que el análisis de varianza evidenció diferencias estadísticas altamente significativas ( $p \leq 0.001$ ) para los tercios del tallo (Tabla 1). La figura 8 mostró que el vigor de la planta para la variedad CC 14-3358 hay diferencias significativas entre

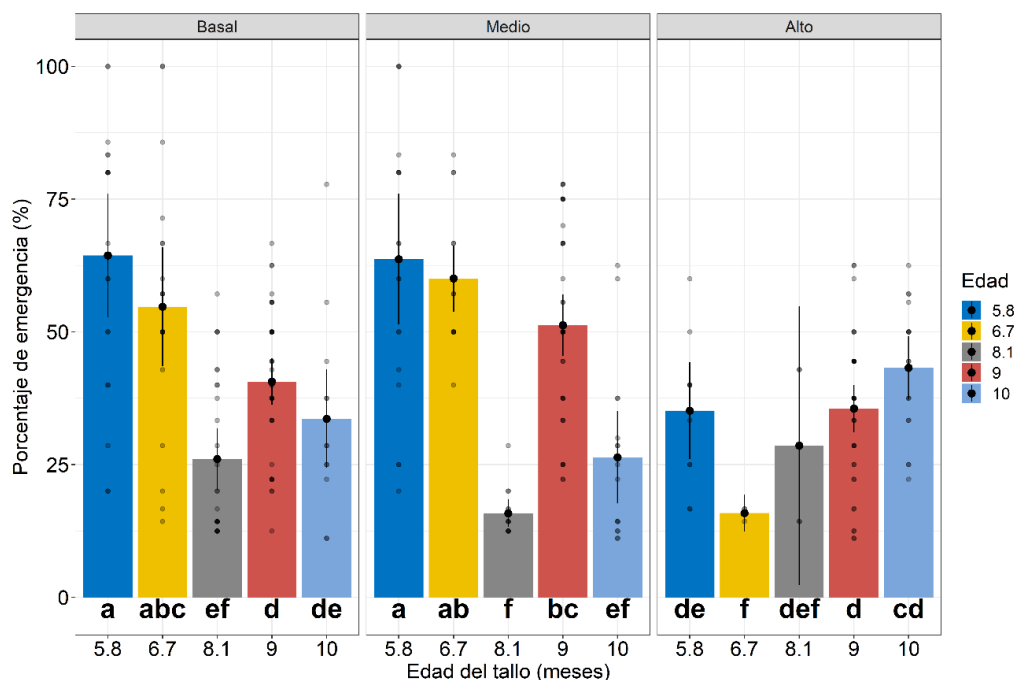
los tercios basales y altos con valores de 6.2 – 5.2 g/planta de masa seca. El tercio medio no presenta diferencias entre los demás tercios con un valor de 5.9 g/planta de masa seca. No se presentaron diferencias entre las edades para esta variable.

### **6.3.1. Discusión de los resultados para la variedad CC 14-3358**

En esta variedad se halló que la mayor eficacia que domina en el PE de semilla es a los 9 y 10 MDE en el tercio medio con valores de 65 y 67 % PE. De igual forma la semilla presentó un alto IVE en el mes 9 MDE. El vigor en el tercio medio está con buen desarrollo. Sin embargo, no presento diferencias entre las edades, pero si entre tercios. La variedad refleja que a los 9 MDE, el tercio medio tiene un excelente PE, alto IVE y alto vigor. Lo que indica que esta edad y este tercio para la variedad CC 14-3358 son las apropiadas para establecerse como semilla de excelente calidad fisiológica. Como afirma Buenaventura (1987), determinaron que la calidad de la semilla para los 9 MDE es la edad optima de corte. Por otro lado, Núñez y Cruz (2010) concluyeron que el tercio medio alcanzaron una germinación ideal con semilla de 8.5 meses después de siembra.

### **6.4. Determinación de la edad de obtención de semilla y el efecto del tercio del tallo para la variedad CC 13-2035.**

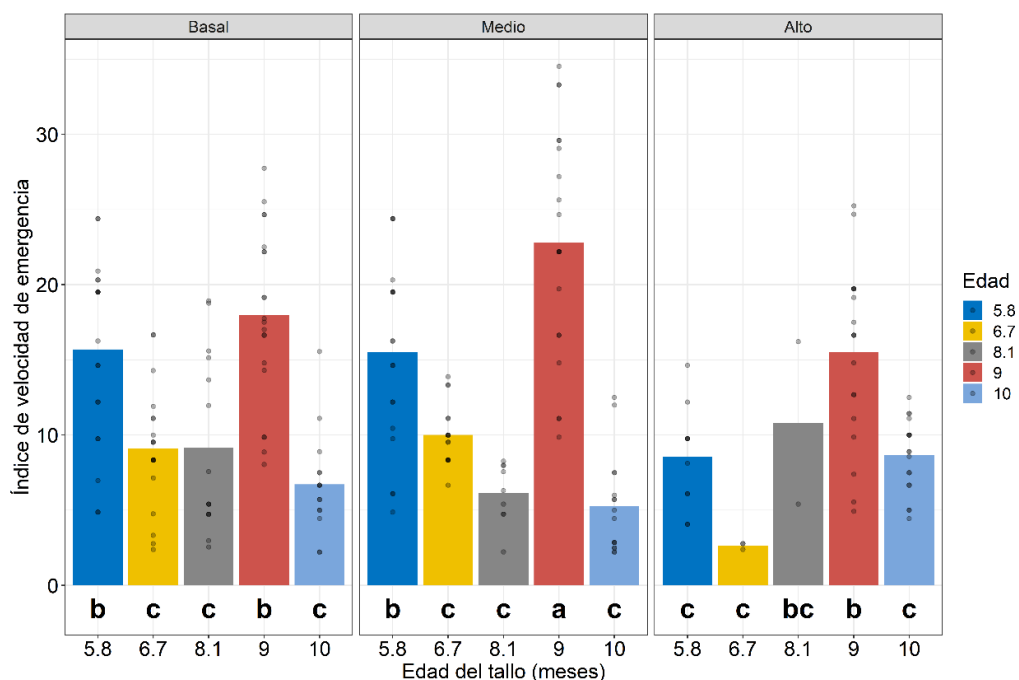
**Figura 9.** *Porcentaje de emergencia CC 13-2035.*



Nota. Porcentaje de emergencia de la variedad CC 13-2035 para semilla de cinco edades en tres diferentes tercios del tallo. Los datos mostrados corresponden al promedio de 20 repeticiones. Tratamientos con letras distintas indican diferencias a nivel significativo ( $p \leq 0.05$ ) determinado mediante la prueba de comparación de medias LSD-Fisher. Líneas negras verticales que acompañan cada barra indican el coeficiente de variación. Fuente autoría propia (2021).

Según el análisis de varianza, mostraron diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0.001$ ) en la interacción edad de semilla por tercio (Tabla.1). El PE en la Fig.9 se observa por tercio y edad de semilla. En el tercio basal, el PE en tallos de 5.8 y 6.7 MDE presentaron diferencias estadísticas a las demás edades con valores de 61- 51% PE respectivamente. En el tercio medio también hubo una diferencia altamente significativa en tallos de 5.8 y 6.7 MDE con valores de 60 – 59% PE con proporción a las demás edades, excepto en tallos de 9 MDE que es estadísticamente igual a tallos de 6.7 MDE, pero no igual a tallos de 5.8 MDE. En el tercio alto, el PE osciló entre el 15- 42% para todas las edades.

**Figura 10.** Índice de velocidad de emergencia CC 13-2035.

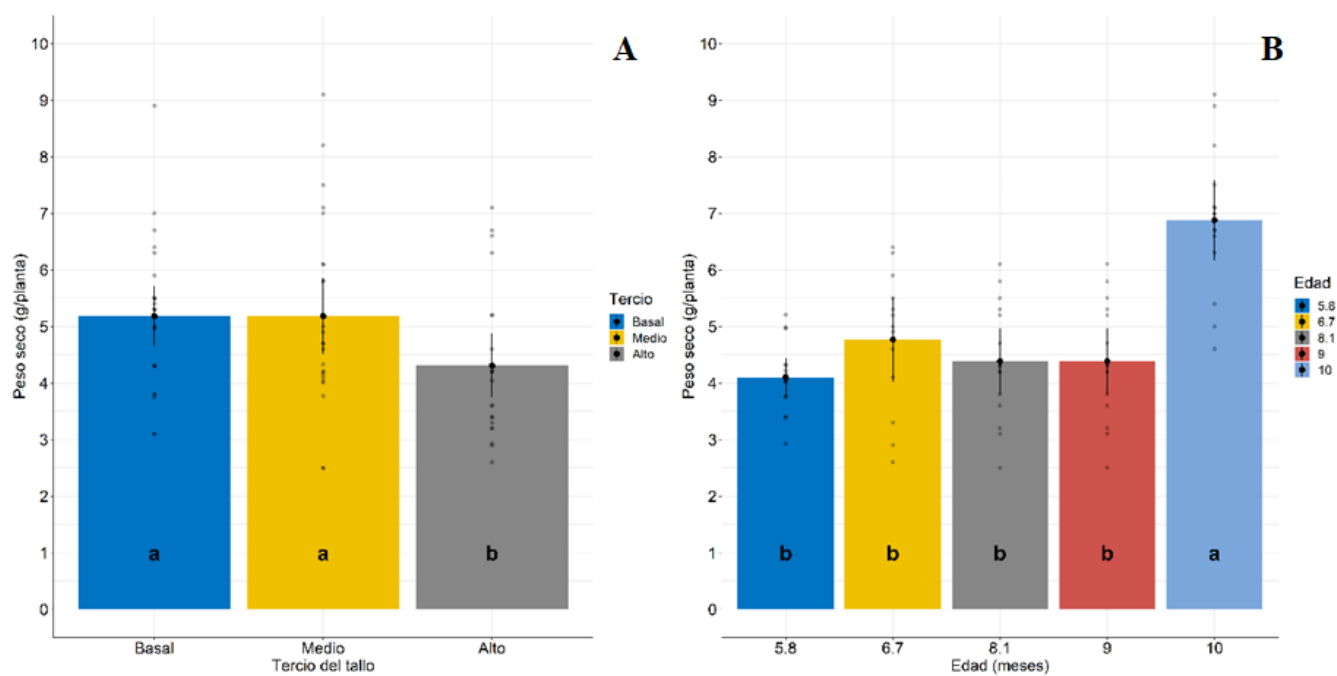


Nota. Índice de velocidad de emergencia de la variedad CC 13-2035. Para semilla de cinco edades en tres diferentes tercios del tallo. Los datos mostrados corresponden al promedio de 20 repeticiones. Tratamientos con letras distintas indican diferencias a nivel significativo ( $p \leq 0.05$ ) determinado mediante la prueba de comparación de medias LSD-Fisher. Líneas negras verticales que acompañan cada barra indican el coeficiente de variación. Fuente autoría propia (2021).

En el tercio basal el IVE presentó diferencias significativas entre las edades del tallo 5.8 y 9 MDE siendo los valores más altos, con relación a las demás edades (Figura 10). En el tercio medio hubo diferencias altamente significativas en tallos de 9 MDE con respecto a las demás edades. Para el tercio alto los tallos de 9 MDE presentó una diferencia altamente significativa con las demás edades excepto con tallos de 8.1 MDE.

**Figura 11.** Vigor de la planta CC 13-2035





Nota. Vigor de la planta en la variedad CC 13-2035. Para tres diferentes tercios del tallo (Fig.11 A) y semilla de cinco edades (Fig.11 B). Los datos mostrados corresponden al promedio de 20 repeticiones. Tratamientos con letras distintas indican diferencias a nivel significativo ( $p \leq 0.05$ ) determinado mediante la prueba de comparación de medias LSD-Fisher. Líneas negras verticales que acompañan cada barra indican el coeficiente de variación. Fuente autoría propia (2021).

El vigor de la planta con el análisis de varianza que se hizo mostró diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0.001$ ) entre los tercios y edad del tallo (Tabla 1). En los tercios basal y medio no hubo diferencias significativas con valores de 5.1 g/planta, pero si con el tercio alto siendo este el más bajo de los tres 4.3 g/planta (Fig.11A). Con base a la edad de los tallos hubo diferencias estadísticamente significativas entre la edad de 10 MDE con un valor de 6.8 g/planta con respecto a las de más demás edades, que mostraron un vigor igual en todas sus edades (Fig.11B).

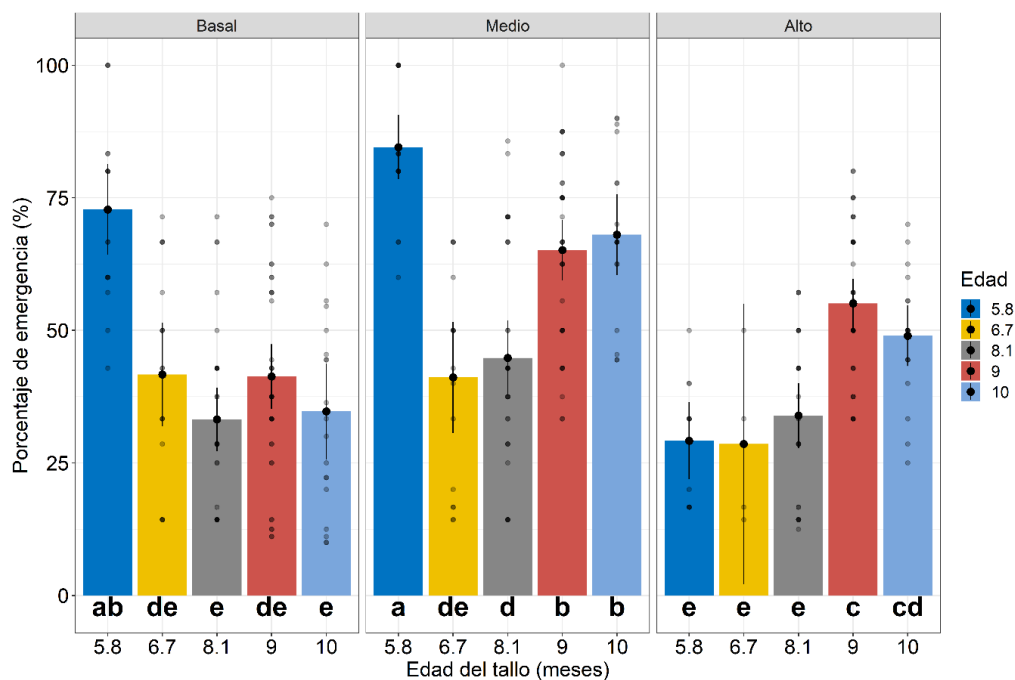
#### 6.4.1. Discusión de los resultados para la variedad CC 13-2035

La variedad CC 13-2035 a la edad de 5.8 y 6.7 MDE presentó valores mayores al 50% en el PE para los tercios bajo y medio de cada planta evaluada. Lo que nos indicó que se puede

aprovechar mayor parte del tallo a una edad entre los 6 y 7 MDE concordando nuevamente con los resultados de Alonso et al. (2005). El IVE presenta relación con el PE en el tercio basal a la edad de 5.8 MDE, pero no con la edad de 6.7 MDE. Lo que nos muestra que esta variedad es aprovechable para semilla de buena calidad fisiológica y gran potencial para emerger a los 5.8 MDE. De acuerdo con Delouche (2002), el vigor es el potencial biológico para que la semilla se establezca de manera uniforme y rápida bajo diferentes condiciones climáticas. Algo semejante ocurrió con los resultados obtenidos al evaluar el vigor del tercio medio en este trabajo. También se coincidió con las variables de PE e IVE. Que nos muestra que para esta variedad el mejor tercio, es el del medio y la edad adecuada para siembra es a los 5.8 MDE.

### 6.5. Determinación de la edad de obtención de semilla y el efecto del tercio del tallo para la variedad CC 12-2120.

**Figura 12.** Porcentaje de emergencia CC 12-2120

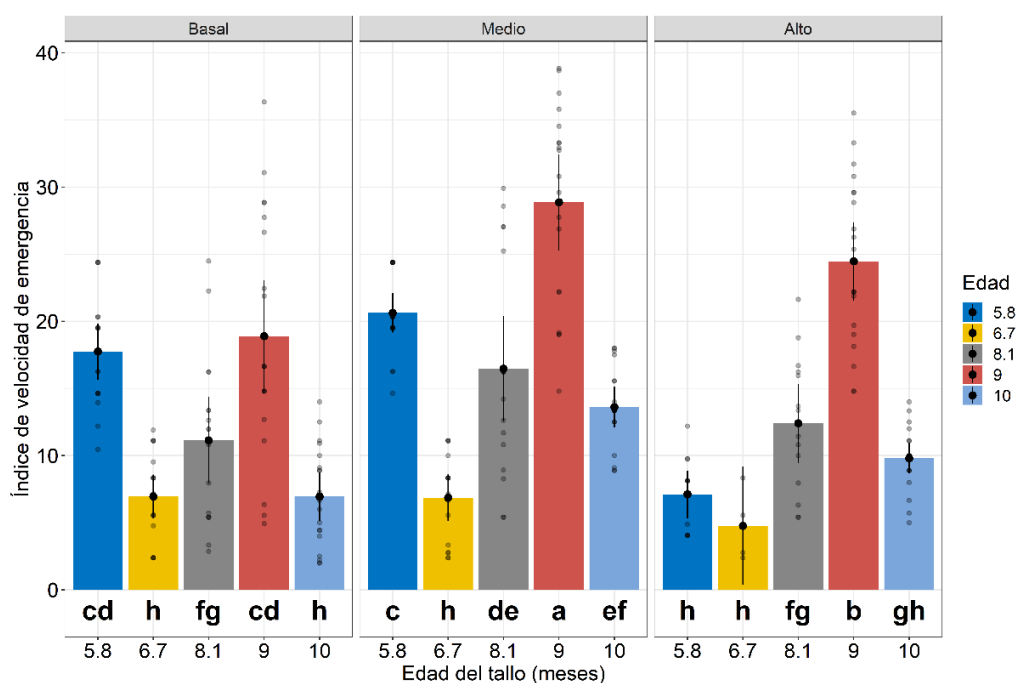


Nota. Porcentaje de emergencia de la variedad CC 12-2120 para semilla de cinco edades en tres diferentes tercios del tallo. Los datos mostrados corresponden al promedio de 20 repeticiones. Tratamientos con letras distintas indican diferencias a nivel significativo ( $p \leq 0.05$ )

determinado mediante la prueba de comparación de medias LSD-Fisher. Líneas negras verticales que acompañan cada barra indican el coeficiente de variación. Fuente autoría propia (2021).

En el análisis de varianza, mostraron diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0.001$ ) en la interacción edad de semilla por tercio (Tabla.1). En la fig.12 se evidencia el PE por edad de semillas en los 3 tercios del tallo y en 5 edades. En el tercio basal hay una diferencia estadísticamente significativa en los tallos de 5.8 MDE con un valor 71.8% de PE, con respecto a las demás edades de tallos. Para el tercio del medio del tallo también se evidencia una diferencia altamente significativa de los tallos de 5.8 MDE con el valor de 84.1% de PE, seguido de los tallos de 10 y 9 MDE con valores de 67.1 – 63.9% de PE. En el tercio alto hay una diferencia significativa de los tallos de 9 y 10 MDE con valores de 54.1 – 48.2% de PE con relación a las demás edades.

**Figura 13.** Índice de velocidad de emergencia CC 12-2120.

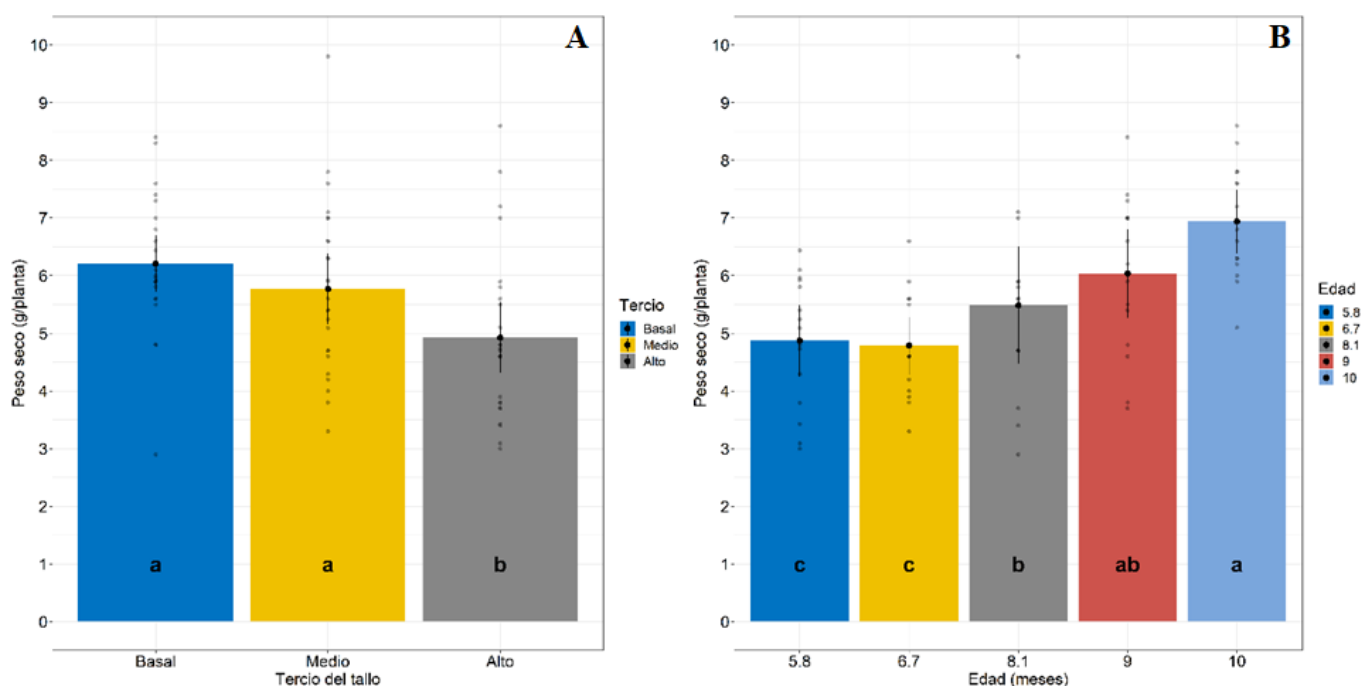


Nota. Índice de velocidad de emergencia de la variedad CC 12-2120. Para semilla de cinco edades en tres diferentes tercios del tallo. Los datos mostrados corresponden al promedio de 20 repeticiones. Tratamientos con letras distintas indican diferencias a nivel significativo ( $p \leq 0.05$ ) determinado mediante la prueba de comparación de medias LSD-Fisher. Líneas negras

verticales que acompañan cada barra indican el coeficiente de variación. Fuente autoría propia (2021).

El IVE en tercio basal de la fig.13 presenta diferencias significativas en las edades de 5.8 y 9 MDE, con relación a las demás edades. Para el tercio del medio de la variedad CC 12-2120 el IVE con mayor diferencia estadísticamente significativa es el de los 9 MDE, siendo diferente a todos los restantes. En el tercio alto el IVE de 9 MDE es altamente diferente a las demás edades.

**Figura 14.** Vigor de la planta CC 12-2120.



Nota. Vigor de la planta en la variedad CC 12-2120. Para tres diferentes tercios del tallo (Fig.14 A) y semilla de cinco edades (Fig.14 B). Los datos mostrados corresponden al promedio de 20 repeticiones. Tratamientos con letras distintas indican diferencias a nivel significativo ( $p \leq 0.05$ ) determinado mediante la prueba de comparación de medias LSD-Fisher. Líneas negras verticales que acompañan cada barra indican el coeficiente de variación. Fuente autoría propia (2021).

El vigor para la variedad CC 12-2120 se observó que el análisis de varianza evidenció diferencias estadísticas altamente significativas ( $p \leq 0.001$ ) para los factores individuales tercio y edad del tallo (Tabla. 1). En los tercios basal y medio no hay diferencias significativas entre ellos con valores de 6.4 – 5.8 g/planta, pero si diferentes a el tercio alto con un valor de 4.9 g/planta

(Fig.14A). Para las edades el vigor tubo diferencias altamente significativas en los tallos de 10 y 9 MDE con valores de 6.9 – 6.0 g/planta, con relación a las demás edades. Sin embargo, los tallos de los 9 MDE son iguales a los de 8.1 MDE, pero diferentes al resto de las edades. (Fig.14B).

#### **6.5.1. Discusión de los resultados para la variedad CC 12-2120**

En la variedad CC 12-2120 se encontró que la mejor calidad de semilla corresponde a edades de 6 MDE obtenida del tercio basal y medio. Allí se obtuvo un valor superior al 60% PE. Según Alonso (2005), PE cercanos a 60% son considerados adecuados para diferentes materiales de caña de azúcar. Por lo tanto, los valores de PE obtenidos están dentro del rango óptimo. Sin embargo, esta semilla presenta baja velocidad de emergencia. El vigor de la plántula fue óptimo en los tercios basal y medio. Considerando que la edad óptima para corte de semilla es a los 6 MDE y que los tercios basal y medio son buenos, aunque su emergencia sea lenta.

## 7. Conclusiones

Se presentaron efectos significativos en la emergencia de la semilla de todas las variedades provenientes tanto del tercio del tallo como la edad de corte.

- Para las variedades CC 14-3296, CC 13-2035 y CC 12-2120 se obtuvieron porcentajes de emergencia deseables en semilla joven provenientes de semilleros que tenían edad de 7 meses después de siembra (6MDE). Sin embargo, para la variedad CC 14-3358 el porcentaje de emergencia óptimo fue con semilla de cultivo de con edades entre 9 y 10 meses después siembra (8 y 9 MDE).
- Se obtuvieron niveles de emergencia deseables con la semilla proveniente de los tercios basal y medio. En las variedades CC 14-3296 y CC 14-33-58 el tercio medio presentó un elevado nivel de emergencia. Mientras que en las variedades CC 13-2035 y CC 12-2120 se identificó que el tercio bajo y medio presentaron índices de emergencia óptimos.
- En la variedad CC 14-3296, CC 13-2035 y CC 12-2120 la semilla proveniente del tercio basal presentó mejor vigor, sin embargo, la semilla de 5.8 MDE presentó resultados bajos. Para la variedad CC 14-3358 se presentaron mejores resultados en semilla proveniente del tercio basal y medio, y en las edades de corte de semilla no se presentaron diferencias significativas

## Referencias

- Agrotendencia. (s.f.). Caña de azúcar. Sitio web: <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-la-caña-de-azucar>
- Alonso, L., Leggio, M., Romero, E., Scandaliaris, J. y Tonatto, J. (2005). *Emergencia y crecimiento inicial de caña planta de la variedad TUCCP 77- 42 en diferentes épocas de plantación. Tucuman-Argentina*. Revista Industrial y Agrícola de Tucumán, tomo 82 (1-2): 37-44; 2005.
- Ararat, M., Hernández, C. y Sinisterra, C. (2014). *Valoraciones agronómicas y de rendimiento en la cosecha de “papa china” (Colocasia esculenta L.) en el trópico húmedo colombiano*. Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA, UNAD. Sitio web: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1335https://doi.org/10.22490/21456453.1335>
- Ararat, M, De la Cruz, C y Sanclemente, O. (2015). *Contribución de Vigna unguiculata L. a la sustentabilidad de sistemas de cultivo de caña de azúcar*. Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA, UNAD. Sitio web: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1404https://doi.org/10.22490/21456453.1404>
- Arbo, M. (2020). *Morfología de plantas vasculares*. Universidad Nacional de Nordeste. Corrientes Argentina. Sitio web: <http://www.biologia.edu.ar/botanica/index.html>
- Asocaña. (2021). *Sector agroindustrial de la caña*. Colombia. Sitio web: <https://www.asocana.org/publico/info.aspx?Cid=215>
- Asocaña. (2019). *Informe anual Asocaña, aspectos generales del sector agro industrial de la caña*. Sitio web: <https://www.asocana.org/documentos/2352019-D0CA1EED-00FF00,000A000,878787,C3C3C3,0F0F0F,B4B4B4,FF00FF,2D2D2D,A3C4B5.pdf>

Asocaña, (2017). *Historia del sector*. Sitio web:

[asocana.org/publico/info.aspx?Cid=8#:~:text=La%20caña%20de%20azúcar%20llegó,la%20cuenca%20del%20río%20Cauca.](http://asocana.org/publico/info.aspx?Cid=8#:~:text=La%20caña%20de%20azúcar%20llegó,la%20cuenca%20del%20río%20Cauca.)

Ávila, M. R., Braccini, A. D. L., Scapim, C. A., Martorelli, D. T., and Albrecht, L. P. (2005).

*Testes de laboratório em sementes de canola e a correlação com a emergência das plântulas em campo*. Revista Brasileira de Sementes, 27(1), 62-70.

Bisaro, V., Craviotto R. M., Yoldjian, A. M. y Salinas A. R. (2001). *Pruebas de vigor y calidad fisiológica de semillas de soja*. Brasil. Pesq. agropec. Brasília, v. 36, n. 2, p. 371-379, fev.

Buenaventura, O. (1987). *Segundo congreso de la sociedad colombiana de técnicos de la caña de azúcar*. (TECNICAÑA.) 116 p.

Cassalett, C., Echeverri, C. I. y Torres, J. (1995). *El cultivo de la caña de azúcar en la zona azucarera de Colombia*. Colombia. CENICAÑA (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia).

Cenicaña. (2019). *Informe anual 2019 (24a Ed.)*. Cali, Valle del Cauca, Colombia: Servicio de cooperación técnica y transferencia de tecnología.

Delouche, J. C. (2002). *Germinación, deterioro y vigor de semillas*. Seed News 6(6).

Dillewijn, C. (1952). *Botany of sugarcane*. Waltham. U.S.A. Mass. - The Chronica Botanical Co. Book.

Fogliata, F. A. (1995). *Agronomía de la caña de azúcar*. Tucumán, Argentina. Ediciones El Graduado.

Núñez, O. y Cruz, R. (2010). *Germinación y desarrollo de la caña de azúcar sembrada con esquejes de diferentes secciones del tallo y edades de corte*. [Tesis]. Guayaquil, Ecuador: Ingenio San Carlos.



Victoria, J., Viveros, C., Cassalett, C. y Calderón, H. (1997). *Establecimientos de semilleros limpios*. CENICAÑA (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia).