

**Efecto de la edad, origen basal o apical en la
brotación y macollamiento de tres tipos de
semilla vegetativa de caña de azúcar
(*Saccharum officinarum* L.)**

Rafael Ernesto Montes Chinchilla

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras
Noviembre, 2018

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Efecto de la edad, origen basal o apical en la
brotación y macollamiento de tres tipos de
semilla vegetativa de caña de azúcar
(*Saccharum officinarum* L.)**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Rafael Ernesto Montes Chinchilla

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2018

Efecto de la edad, origen basal o apical en la brotación y macollamiento de tres tipos de semilla vegetativa de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)

Rafael Ernesto Montes Chinchilla

Resumen. La propagación sexual de la caña de azúcar no es común, debido a que la semilla botánica tiene baja viabilidad y rendimiento por planta. Su propagación comercial se hace asexualmente, usando tallos completos o porciones de estos, llamadas estacas o esquejes. En la región Centroamericana se carece de programas completos de producción de semilla vegetativa certificada y el material utilizado para siembras nuevas proviene de lotes comerciales que generalmente no cumplen con los estándares de calidad requeridos para una buena semilla vegetativa. El objetivo del experimento fue evaluar el efecto de la edad, estrato de origen y tipo de semilla vegetativa en la brotación y macollamiento de la caña de azúcar. Este experimento fue desarrollado en el lote 14 de zona II de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano donde se evaluó material de cuatro edades (8, 9, 12 y 24 meses), dos estratos (apical y basal) y tres tipos de semilla vegetativa (esqueje, yema y astilla). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 4 repeticiones. Las variables estudiadas fueron la brotación total, brotación acumulada a través de los días y el macollamiento. La semilla astilla apical de 8 meses obtuvo la mayor brotación total, con un 61%. En cambio, el macollamiento fue mejor usando semilla vegetativa apical de 12 meses o yema de cualquier estrato, de 12 meses. La brotación a través de los días fue también afectada por los tres factores en estudio.

Palabras clave: Astilla, esqueje, unidad de producción, yema.

Abstract. The sexual propagation of sugar cane is not common, because its botanical seeds have low viability and yields. Its commercial propagation is principally performed asexually, using complete stems or portions of these, called cuttings. The Central American region lacks of complete programs of production of vegetative certified seed, hence the material used for new plantations comes from commercial lots that generally do not have the quality standards for a good vegetative seed. Therefore, the objective of the experiment was to evaluate the effect of the age, stratum of origin and type of vegetative seed in the sprouting and tillering of the sugar cane. This experiment was developed in lot 14 of zone two in the Pan-American Agricultural School, Zamorano where material of four ages (8, 9, 12 and 24 months), two strata (apical and basal) and three types of vegetative seed (cutting, bud and splinter) were evaluated. The experiment was held in a design of complete random blocks, with four repetitions. The variables studied were the total sprouting, the accumulated sprouting across the days and the tillering. The seed apical chip of eight months obtained the major total sprouting, with 61%. On the other hand, the tillering was superior using vegetative seed apical chips of 12 months or buds of any stratum of 12 months. Finally, the sprouting across the days was affected by all three factors studied.

Key words: Bud, cutting, splinter, unit of production.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de Firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros y Figuras.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y METODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
4. CONCLUSIONES.....	14
5. RECOMENDACIONES.....	15
6. LITERATURA CITADA.....	16

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Tabla de significancia del efecto de la edad, estrato y tipo de semilla vegetativa sobre las variables de brotación total, brotación a través del tiempo (días) y el macollamiento de la caña.....	8
2. Resultados de la variable brotación total (%) con respecto a la interacción de los factores edad (meses), Estrato y el tipo de semilla en un periodo de brotación de 30 días después de siembra.	9
3. Efecto de la edad 8, 9, 12, 24 meses y el estrato apical o basal en el número de macollas obtenidas en la caña de azúcar.....	12
4. Efecto de la edad 8, 9, 12, 24 meses y el tipo de semilla vegetativa en el número de macollas obtenidas en la caña de azúcar.....	12
5. Efecto del estrato apical, basal y el tipo de semilla vegetativa en el número de macollas obtenidas en la caña de azúcar.....	13
Figuras	Página
1. Establecimiento de la parcela experimental con los 4 bloques y 24 parcelas por bloque.	3
2. Tipos de semilla vegetativa de la caña de azúcar, esqueje (A), astilla (B) y yema (C).....	4
3. Siembra del material de propagación de caña de azúcar a 1.5 m entre pares de líneas y 4 m longitud del surco de la parcela, 0.4 m de separación entre líneas gemelas.	5
4. Brotación de la caña de algunas parcelas a aproximadamente a los 14 días después de siembra.	6
5. Conteo de macollas por yema brotada al tiempo de producción de macollas....	6
6. Brotación del material astilla a diferentes días después de siembra, procedente de los estratos apical (A) y basal (B) en las edades 8, 9, 12 y 24 meses.....	10
7. Brotación del material esqueje a diferentes días después de siembra, procedente de los estratos apical (A) y basal (B) en las edades 8, 9, 12 y 24 meses.....	10
8. Brotación del material yema a diferentes días después de siembra, procedente de los estratos apical (A) y basal (B) en las edades 8, 9, 12 y 24 meses.....	11

1. INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es conocida botánicamente como *Saccharum officinarum* L., es originaria de la India y parte de China, su propagación es asexual por medio de tallos completos o porciones de los tallos llamados estacas o esquejes. La caña de azúcar es una planta C4. Es un tipo de planta con capacidad de adaptación a diferentes condiciones del clima y suelo. Gracias a sus características fisiológicas se puede catalogar como una planta altamente eficiente, dentro de sus requerimientos nutricionales más importantes tenemos el nitrógeno (N), Fosforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca) y Hierro (Fe) (Salas Sanjúan 2004)

Además de ser una planta altamente eficiente, la caña es un cultivo de suma importancia en la economía y para el sector alimentario, ya que un 75% del azúcar en el mundo proviene de este cultivo. Brasil ocupa la primera posición a nivel mundial en la producción de caña, con el 23%, también siendo el mayor exportador de azúcar con un 50% de las exportaciones mundiales. A pesar de ser el país dominante, la caña de azúcar es producida en países como Colombia, México, Guatemala, Cuba, Perú, El Salvador, Ecuador, Nicaragua, Paraguay, Argentina, Bolivia, Honduras, República Dominicana, Costa Rica y Venezuela. Por otro lado, relacionando el área total cultivada por país, los principales productores son: Brasil, México, Colombia, Guatemala, Argentina, Cuba, Perú, Ecuador, Bolivia, El Salvador, Nicaragua, Paraguay, Honduras y Costa Rica (Marin *et al.* 2018).

Honduras se posiciona en cuarto lugar basado en términos de producción de caña total generada en la región Centroamericana. El gremio azucarero Hondureño aporta el 1.5% del producto interno bruto (PIB) nacional y 13% del PIB agrícola. El mercado nacional es el destino del 70% de la producción de azúcar y el 30% restante va dirigido a la exportación; Hoy en día en el país se siembran alrededor de 55 mil hectáreas de caña, con rendimientos anuales de 500 mil toneladas métricas (TM) de azúcar distribuida en siete ingenios de la siguiente manera: La Grecia (23%), CAHSA (18%), AZUNOSA (15%), SER Chumbagua (15%), Tres Valles (13%), Azucarera Choluteca (10%) y AYSA (6%). Las áreas de producción de caña de azúcar en su mayoría son suplidas por distintos métodos de riego: aspersión móvil (36%), goteo (30%), aspersión semi-fijo (23%), gravedad (10,77%) y pivote (0,23%) (APAH 2017).

Para la obtención de la semilla asexual, se deben establecer lotes de semilla, provenientes de plantaciones destinadas a este propósito, siendo esta la práctica más recomendable. Las dimensiones del lote de producción de semilla necesarias para obtener la cantidad de semilla para la siembra de una hectárea de caña, debe ser de un 10% del área que se desea sembrar. Si se tiene un lote de 1,000 metros cuadrados se obtiene un rendimiento de 8 a 10 toneladas de semilla de caña, las cuales abastecen el requerimiento para sembrar una hectárea (SCBR 2015).

El lote de semilla de fundación será la fuente de germoplasma certificado y garantizado que comprenda todas las medidas fitosanitarias. Esto ha sido motivo de estudio y trabajos de investigación que se basan en procesos de sanidad como lo es la termoterapia y la micro-propagación *In vitro* (Santana *et al.* 1992; Cuenya *et al.* 2007).

Una de las problemáticas que se da en la región centroamericana, es la falta de áreas destinadas a lotes de producción de semilla únicamente para este propósito, ya que por lo general, mucho de este material de propagación proviene de lotes de producción destinados a la fábrica de azúcar, y que han sido dejados sin cosechar según la necesidad de semilla vegetativa. Estos lotes conllevan un manejo distinto y no garantizan una semilla vegetativa de calidad física y fisiológica. Por tal razón son pocos los estudios o programas que tratan al respecto; por ejemplo, Costa Rica propone un programa para producción de semilla vegetativa mejorada el cual consiste en establecer semilleros contemplando tres etapas: el establecimiento de semilleros básico, semi-comercial y comercial (Chavez y Chavarria 2011).

El conocimiento de la edad de la semilla vegetativa de caña para siembra es esencial. La siembra se recomienda hacer cuando el material a propagar tiene 8 meses de edad, además de utilizar densidades de siembra entre 8 a 12 yemas por metro de surco, cabe destacar que la cantidad de semilla puede variar según las distancias que se manejen entre surco (Viveros y Calderón 1995). Sin embargo, con este estudio se espera obtener información que permita definir si es conveniente sembrar semilla vegetativa de mayor edad a 8 meses. Si esto es posible, el productor de caña para la producción de azúcar le permitirá programar siembras con materiales de diferentes edades y no tenga que depender de una sola edad para obtener los mismos resultados en cuanto a la brotación.

Por otro lado estudios realizados dan a conocer la alta capacidad germinativa que poseen las yemas del tercio superior del tallo en contraste a las yemas de los tercios inferior y medio, sin embargo, la cantidad de información es insuficiente con respecto al efecto de la edad de la semilla vegetativa en la brotación, si esta no varía según la edad de corte. (Nuñez y Cruz 2010).

A pesar de la poca información existente (Salgado *et al.* 2013) da a demostrar que la edad de la yema y la sección del tallo de donde provenga, son factores influyentes en la brotación del cultivo. Ya que esta brotación decrece de la parte apical a la basal del tallo, esto debido a análisis que muestran concentraciones altas de glucosa, nitrógeno y agua de la parte apical, decreciendo hacia la parte basal.

A demás de ser el ápice de los tallos el tejido por excelencia donde se sintetiza la auxina ácido indolacético (IAA), donde se establece que a medida se acerca a la parte basal este gradiente de la hormona decrece. El ácido indolacético es sintetizado en el cambium. Por otro lado también este ácido se ve afectado por la edad del tejido al ser mayor esta concentración disminuye (Jordán y Casaretto 2016).

El objetivo de este ensayo fue:

- Evaluar el efecto de la edad, estrato de origen (basal o apical) y tipo de semilla (yema, esqueje, astilla) en la brotación y macollamiento de la caña de azúcar.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento.

La investigación se llevó a cabo en el lote 14 de Zona II de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. En el departamento de Francisco Morazán, Honduras, C.A. Se obtuvo una precipitación de 294 mm durante el periodo del experimento, en los meses de Junio a Septiembre del año 2018, con temperaturas promedio en estos meses de 23 °C.

Establecimiento de la parcela.

Se destinó un área de 792 m², la cual se dividió en cuatro bloques de 144 m² cada uno de 24 parcelas por bloque y dos surcos de caña por cada parcela. Además, se consideró una calle de 2 m entre bloque para facilitar el acceso a cada una de las parcelas. Para una mejor precisión en cuanto a las dimensiones se realizó un previo estaquillado como guía para las labores de preparación del terreno.

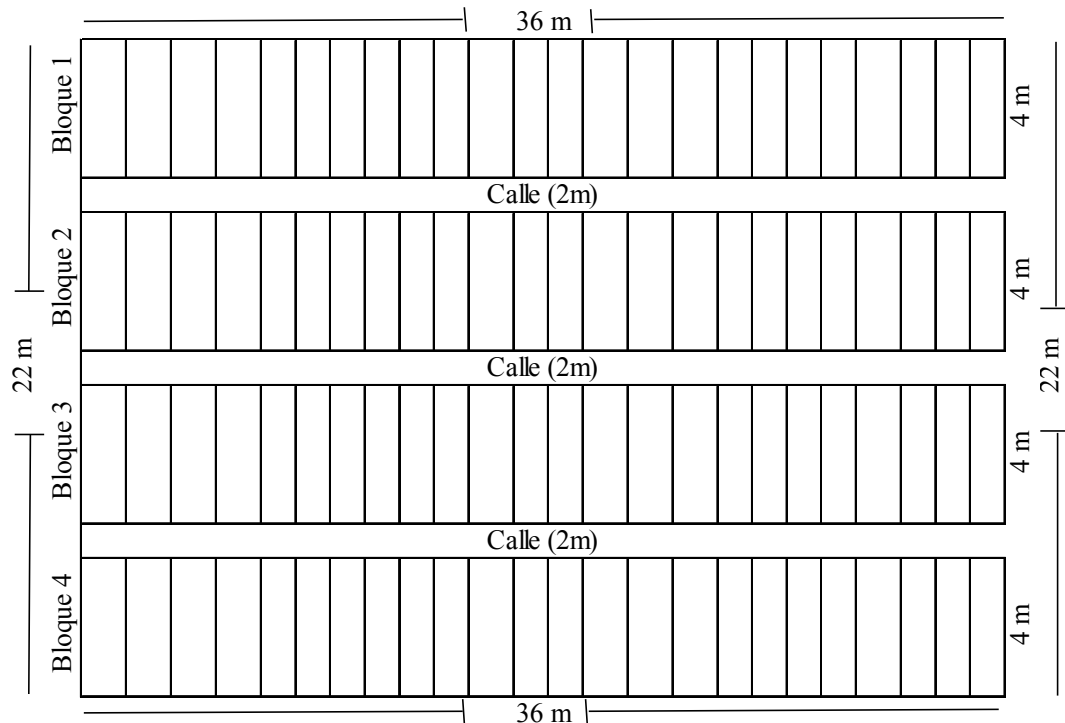


Figura 1. Establecimiento de la parcela experimental con los 4 bloques y 24 parcelas por bloque.

Material de propagación y acondicionamiento.

El material de propagación fue obtenido de lotes destinados para la producción de azúcar. Para la preparación de la semilla vegetativa a sembrar, se tomaron tallos provenientes de plantas de diferentes edades, 8, 9, 12 y 24 meses de la variedad CP 72-2086. Los tallos completos que se obtuvieron de las plantas en el campo se prepararon para obtener unas 8 yemas de cada tallo, eliminando el cogollo o parte apical. Para la preparación de los estratos u origen de la semilla, apical o basal, se cortaron los tallos enteros en tres partes, la parte basal, parte media y parte apical. Sin embargo, solamente se usaron los materiales obtenidos de la parte basal y apical, eliminando la parte media.

Los tres tipos de semilla vegetativa de cada edad y estrato de origen se pueden observar en la Figura 2. Donde el tipo de semilla esqueje es la porción del tallo compuesta por más de una yema, además la astilla es un nudo del tallo el cual posee una yema y de 5 a 7 cm de tallo a cada extremo, y el tipo de semilla vegetativa yema se caracteriza por ser únicamente el nudo con la yema que generara la nueva planta.

Los cortes se realizaron con sierras de manera manual. Cabe destacar que para los esquejes se tuvo en cuenta la uniformidad en la cantidad de yemas que este contenía, en su efecto cuatro, con el fin de no alterar la densidad de yemas a sembrar por surco, esto porque a nivel comercial el esqueje posee una longitud entre los 30 a 40 cm, sin considerar el número de yemas que estos posean. Cabe destacar que el material más usado para la propagación de caña de azúcar en centroamérica es la vara completa o esquejes de diferentes tamaños.

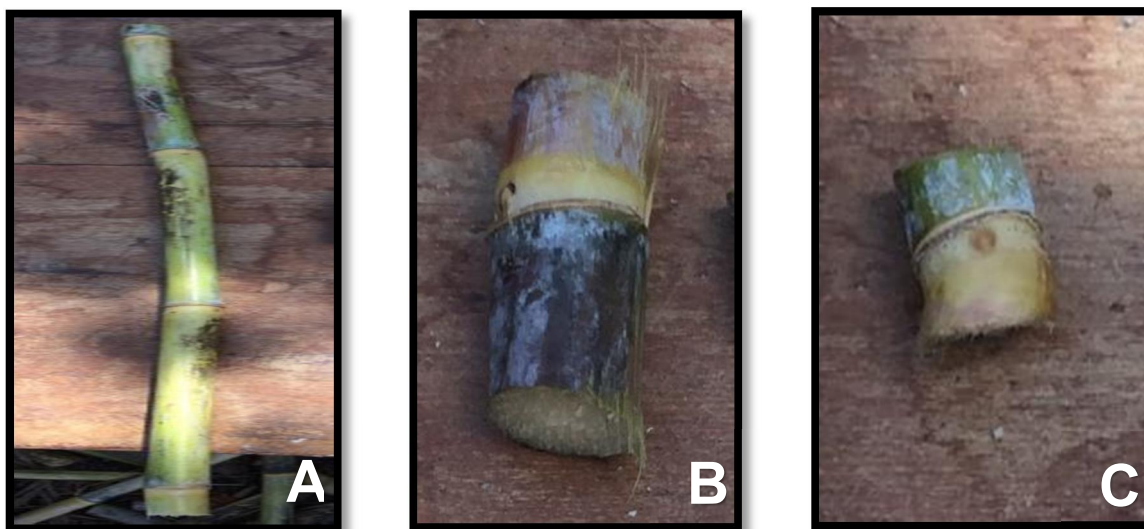


Figura 2. Tipos de semilla vegetativa de la caña de azúcar, esqueje (A), astilla (B) y yema (C).

Siembra.

El tipo de siembra establecido fue a doble surco por parcela orientados de Norte a Sur; los distanciamientos entre surcos es a 1.5 m cada doble surco más una longitud de 4 m por surco (Figura 3). La densidad de siembra manejada en este experimento es de 8 yemas por metro lineal, obteniendo una densidad final de 52,800 yemas por hectárea, el cual no varía para todas las parcelas, sin embargo en el tipo de semilla vegetativa esqueje se ajustaron a que posean cuatro yemas por esqueje, con el fin de no alterar la densidad de cada parcela.



Figura 3. Siembra del material de propagación de caña de azúcar a 1.5 m entre pares de líneas y 4 m longitud del surco de la parcela, 0.4 m de separación entre líneas gemelas.

Variables medidas.

Brotación.

Una vez establecido el experimento, se realizaron monitoreos dos veces por semana para determinar el tiempo a brotación de cada tratamiento, así como también, el porcentaje de brotación, esto dio como resultado cinco tomas de datos en los días 14, 18, 22, 26 y 30 después de siembra. Al término del periodo en que brotaron las diferentes parcelas se calculó el porcentaje de brotación, teniendo en cuenta los datos del incremento de brotación para cada fecha y su acumulado.



Figura 4. Brotación de la caña de algunas parcelas a aproximadamente a los 14 días después de siembra.

Macollas.

El muestreo de esta variable se realizó de carácter destructivo, el cual consistió en extraer el 10% del material sembrado (64 yemas) por parcela experimental siendo estas seis plantas completas desde su raíz y follaje. Al extraer el material posterior a esto se removió el suelo que contenía cada planta con el fin de exponer su punto de crecimiento y cuantificar sus tallos primarios, secundarios y terciarios a los cuales denominamos macollas.



Figura 5. Conteo de macollas por yema brotada al tiempo de producción de macollas.

Análisis estadístico.

El diseño que se llevó a cabo es un BCA (Bloques Completos al Azar) con arreglo factorial de $4 \times 2 \times 3$ siendo 4 edades (8, 9, 12 y 24 meses), 2 estratos (apical y basal), 3 tipos de semilla vegetativa (astilla, esqueje y yema) respectivamente. El análisis de varianza (ANDEVA) para cada una de las variables a medir se realizó utilizando el programa estadístico Statistical Analysis Systems (SAS) y la separación de medias, por medio del método Duncan.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La brotación y macollamiento de la caña fueron afectados tanto por la edad y tipo de semilla, así como también por el estrato del tallo, basal o apical del cual provino la semilla. Con excepción del macollamiento, la triple interacción también afecto la brotación total y acumulada a través de los días (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tabla de significancia del efecto de la edad, estrato y tipo de semilla vegetativa sobre las variables de brotación total, brotación a través del tiempo (días) y el macollamiento de la caña.

Factores / Variables	Brotación Total	Brotación Días	Macollas
Edad	0.0001	0.0001	0.0001
Estrato	0.0001	0.0001	0.0001
Semilla	0.0001	0.0001	0.0001
Edad × Estrato	0.0001	0.0001	0.0001
Edad × Semilla	0.0001	0.0001	0.0001
Estrato × Semilla	0.0001	0.0001	0.0001
Edad × Estrato × Semilla	0.0001	0.0001	0.0791
CV%	36.28	41.53	30.2

diferencia significativa ($P \leq 0.05$), diferencia no significativa ($P > 0.05$), CV; coeficiente de variación

La brotación total de la caña fue más alta cuando se usó semilla vegetativa astilla, procedente de la parte apical de la planta y de 8 o 9 meses de edad, obteniéndose un 61% y 57% respectivamente. Sin embargo, la semilla vegetativa astilla apical de nueve meses, no fue estadísticamente diferente con la semilla vegetativa apical de yema, de 8 y 9 meses, o con el esqueje apical de 8 meses, materiales estos que obtuvieron, 54, 57 y 52 % de brotación, respectivamente (Cuadro 2). El cuadro 2 evidencia la dominancia que posee el estrato apical como la mejor opción para garantizar el mayor porcentaje de brotación total de la caña.

Cuadro 2. Resultados de la variable brotación total (%) con respecto a la interacción de los factores edad (meses), Estrato y el tipo de semilla en un periodo de brotación de 30 días después de siembra.

Semilla	Edad (Meses)								
	Estrato	8		9		12		24	
		AP	BS	AP	BS	AP	BS	AP	BS
Esqueje		52 bcd	24 ghij	38 e	46 d	49 cd	30 efg	23 ghij	13 kl
Astilla		61 a	32 ef	57 ab	26 fg	46 d	18 jk	20 ijk	6 l
Yema		57 b	28 fgh	54 bc	22 hijk	14 kl	36 e	5 l	9 l

AP= Apical, BS= Basal

Los resultados obtenidos en cuanto a la variable brotación total se asemejan con un estudio realizado en Ecuador en el Ingenio San Carlos, Nuñez y Cruz en el 2010, quienes encontraron que el estrato o sección (apical, medio, basal) tiene una notable influencia en la brotación en un lapso de 30 a 45 días. Sin embargo, la edad presenta aumentos menos notorios en la brotación, siendo la edad más alta evaluada en este estudio 12.5 meses. Además demostraron que en ese estudio los resultados no poseen una tendencia lógica, por lo cual no asignan una utilidad práctica a los resultados obtenidos.

Contrariamente, la semilla vegetativa de yema apical y basal de 24 meses (5 y 9% de brotación), así como también, la astilla y esqueje basal de 24 meses (6 y 13% de brotación) fueron los materiales de caña que generaron la menor brotación (Cuadro 2). Lo anterior demuestra que la semilla de 24 meses de edad, de los tipos de semilla mencionados no debería considerarse para el establecimiento de un nuevo plantío de caña o para resiembra de la misma.

La brotación total de la semilla de las diferentes edades, tipos o estratos de la planta, provee una idea clara de que material acumula una mayor o menor brotación al final de este periodo la semilla vegetativa, sin embargo, no distingue la rapidez o lentitud que tienen dichos materiales para llegar a generar altos, medios o bajos porcentajes de brotación.

El Cuadro 1 muestra que la triple interacción fue altamente significativa para la variable brotación acumulada a través de los días. El efecto de dicha interacción se observa en la figura 6, 7 y 8, A y B). Para mayor claridad, se corrió un análisis por tipo de semilla vegetativa, resultando en que la astilla apical, de 8 meses, tuvo más de un 50% de su

brotación total a los 18 días, indicando que la brotación de este tipo de semilla vegetativa de 8 meses, tiene una brotación rápida después de siembra, comparada con semilla de 9, 12 o 24 meses (Figura 6 A). Astillas de 9, 12 y 24 meses de edad tuvieron su pico de brotación a los 22 días. Todos los materiales de astilla apical tuvieron incrementos en brotación muy bajos a los 26 y 30 días (Figura 6A).

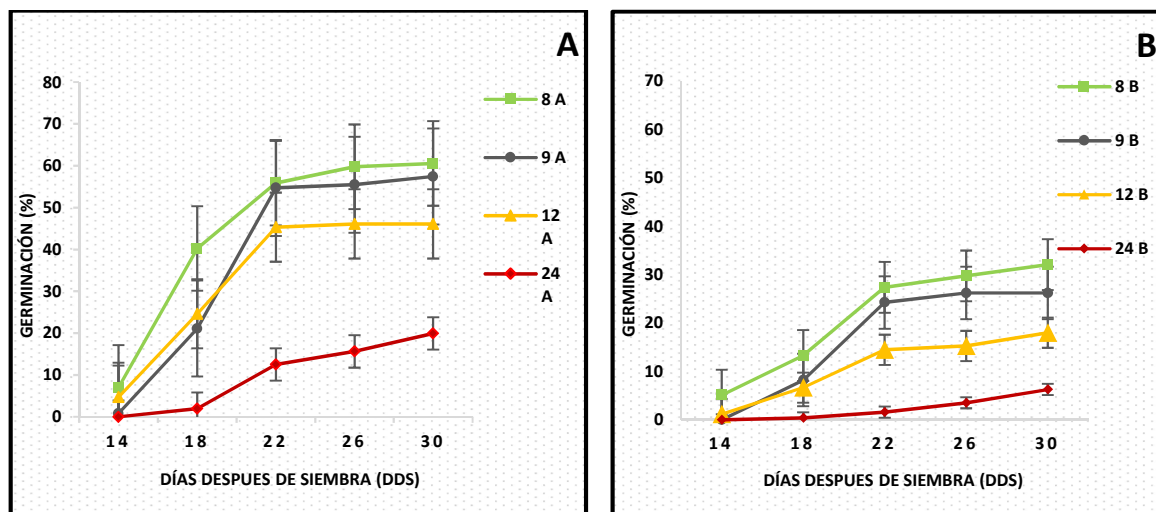


Figura 6. Brotación del material astilla a diferentes días después de siembra, procedente de los estratos apical (A) y basal (B) en las edades 8, 9, 12 y 24 meses.

Semillas de astillas basales, en general, tuvieron una brotación menor que las astillas apicales. Con excepción de astillas de 24 meses de edad, todas las demás edades tuvieron su pico de brotación a los 22 días (Figura 6B). Similarmente al material apical, astilla basal redujo la tasa de brotación significativamente al día 26 y 30 después de la siembra.

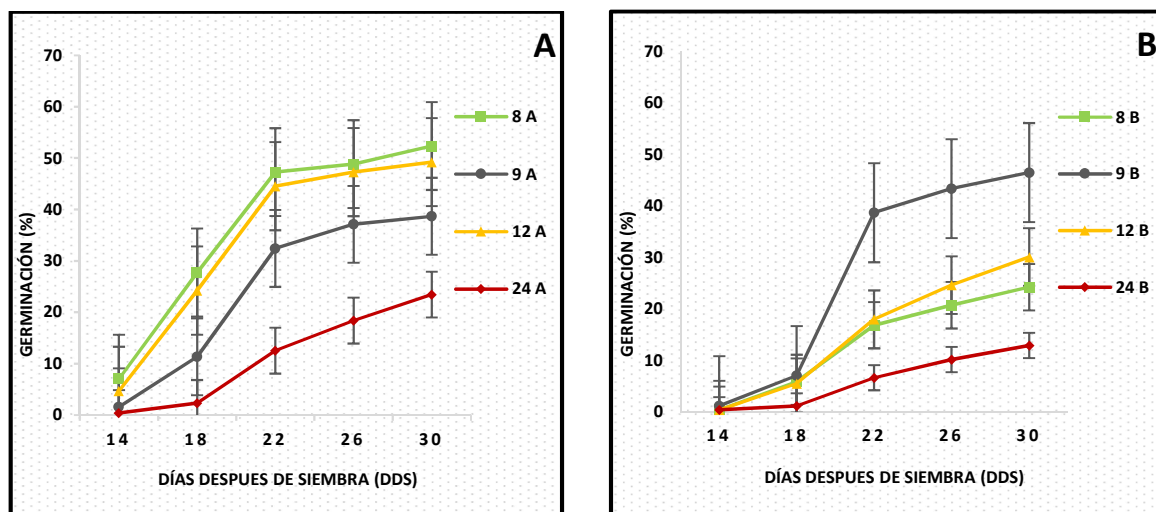


Figura 7. Brotación del material esqueje a diferentes días después de siembra, procedente de los estratos apical (A) y basal (B) en las edades 8, 9, 12 y 24 meses.

Semilla de esquejes apicales mostraron dos picos de brotación según la edad del material. Esquejes de 8 y 12 meses mostraron su máxima brotación a los 18 y 22 días (dos picos de brotación), mientras que esquejes de 9 y 24 meses brotaron mayormente a los 22 días después de siembra (Figura 7 A). Siendo su tasa de brotación acumulada casi sin ningún cambio de los 22 a los 30 días: semillas basales de esquejes mostraron el mismo patrón de su máxima brotación, la cual ocurrió a los 22 días para todas las edades de esta semilla vegetativa (Figura 7 B). Al igual que las astillas, los esquejes redujeron su brotación a partir del día 26, cuya tasa fue mínima al día 30.

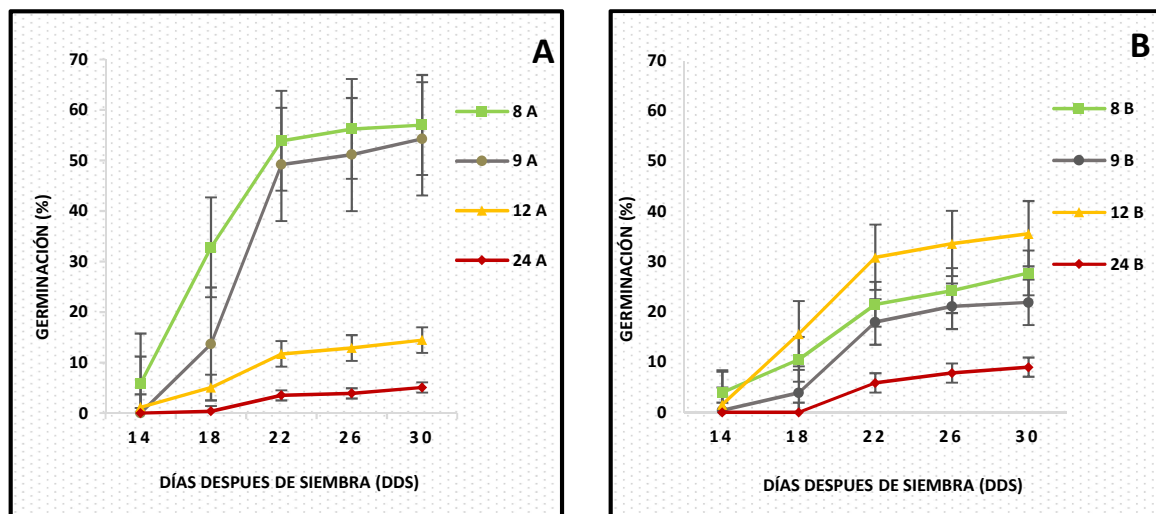


Figura 8. Brotación del material yema a diferentes días después de siembra, procedente de los estratos apical (A) y basal (B) en las edades 8, 9, 12 y 24 meses.

El gráfico 8A, muestra que el tipo de semilla vegetativa de yemas del estrato apical de 8 y 9 meses muestran picos de brotación elevados en contraste con yemas apicales de 12 y 24 meses de edad, las cuales observaron los menores porcentajes a pesar que provienen del mismo estrato. Semillas vegetativas de yemas de 8 meses tuvieron su mayor brotación acumulada a los 18 y 22 días. Así como de 9 meses tuvieron su mayor brotación a los 22 días (Figura 8 A). la tasa de brotación posterior a 22 días fue mínima para todas las edades. Las yemas basales tuvieron un patrón de brotación similar a las semillas de astillas y esquejes basales (Figura 8 B). Por tanto las figuras anteriores (6, 7 y 8 A y B) muestra que en todos los escenarios basales para las cuatro edades se obtuvo la mayor brotación a los 22 días después de siembra exceptuando el tipo de semilla yema en la edad de 12 meses siendo su pico a los 18 días. Por otro lado los escenarios de los estratos apicales muestra la precocidad que poseen materiales de 8 meses sin importar el tipo de semilla vegetativa que esta sea, obteniendo su pico de brotación a los 18 y 22 días después de siembra.

Cuadro 3. Efecto de la edad 8, 9, 12, 24 meses y el estrato apical o basal en el número de macollas obtenidas en la caña de azúcar.

Estrato	Edad (Meses)			
	8	9	12	24
Apical	6.21 cd	6.79 bc	8.60 a	5.14 e
Basal	7.01 b	5.91 d	6.88 bc	3.73 f

El efecto interactivo de los factores edad y estrato afectaron el macollamiento de la caña, independientemente del tipo de semilla vegetativa. El mayor número de macollas se obtuvo en semillas vegetativas apicales, a los 12 meses de edad, teniendo un número de aproximadamente, 9 macollas por unidad de producción. Mientras que el menor número de macollas se observó en semillas vegetativas basales de 24 meses, con un número aproximado de 4 macollas, seguidas por apicales de 24 meses, con un promedio de 5 macollas (Cuadro 3).

La variable macollas según los resultados obtenidos en el cuadro 3, a pesar de presentar diferencias significativas visto desde el factor edad no se asegura haber una tendencia lógica en cuanto a mayor edad del material propagado este aumenta en macollas por el hecho que en la edad de 24 meses cambia esa tendencia siendo esta en menor número de macollas. sin embargo, si se analiza desde el factor estrato vemos que la tendencia a ser el estrato apical superior en número de macollas, comparado con el basal es a partir de los 9 meses de edad en adelante; exceptuando el material de 8 meses de edad que presenta una relación inversa entre estratos.

Cuadro 4. Efecto de la edad 8, 9, 12, 24 meses y el tipo de semilla vegetativa en el número de macollas obtenidas en la caña de azúcar.

Semilla	Edad (Meses)			
	8	9	12	24
Esqueje	6.66 cd	7.58 b	6.87 bc	7.03 bc
Astilla	7.07 bc	6.10 de	6.88 bc	3.78 f
Yema	6.10 de	5.35 e	9.48 a	2.50 g

El cuadro 4 presenta resultados en cuanto a número de macollas muy similares a la interacción del cuadro 3, ya que el número de macollas superior se encuentra en la edad de 12 meses en ambos cuadros con (9.4) y (8.6) número de macollas respectivamente. Por otra

parte se obtuvo el menor número de macollas en la edad de 24 meses para las semillas vegetativas de yema con aproximadamente tres macollas, seguida de la astilla con un aproximado de 4 macollas.

Analizando estos resultados en la edad de 24 meses con un menor número de macollas vemos que para la interacción edad y estrato (Cuadro 3), así como también para edad y tipo de semilla (Cuadro 4) estos son aproximadamente el 50% menos que los resultados en número de macollas para la edad de 12 meses.

Cuadro 5. Efecto del estrato apical, basal y el tipo de semilla vegetativa en el número de macollas obtenidas en la caña de azúcar.

Estrato	Semilla		
	Esqueje	Astilla	Yema
Apical	6.38 b	7.31 a	6.37 b
Basal	7.69 a	4.61 d	5.35 c

Según los resultados analizados en el cuadro 5, la mayor cantidad de macollas se presenta en el tipo de semilla vegetativa esqueje proveniente del estrato basal, así como también para el tipo de semilla vegetativa astilla con un promedio de ocho macollas para cada una. Por otro lado la yema presentó el menor número de macollas si esta proviene del estrato basal.

4. CONCLUSIONES

- La brotación y el macollamiento de la caña de azúcar se vieron afectados por los factores (edad, estrato y tipo de semilla vegetativa).
- De manera general, se concluye que independientemente cual sea la edad y tipo de semilla vegetativa, el estrato apical presenta la mayor brotación en comparación con el basal.
- Independientemente del tipo de semilla vegetativa, estrato y edad, el porcentaje de brotación no fue mayor al 61%.

5. RECOMENDACIONES

- Repetir el estudio con material proveniente de lotes destinados a la producción de semilla vegetativa.
- Realizar otro estudio considerando diferentes variedades.
- Llevar el estudio hasta la fase de cosecha para evaluar el impacto que puedan generar los factores estudiados en términos de toneladas de caña por hectárea (TCH) y toneladas de sacarosa por hectárea (TSH).

6. LITERATURA CITADA

- Asociación de productores de azúcar de Honduras (APAH). 2017. Memoria de Sostenibilidad 2017. Honduras. www.azucar.hn
- Chaves M, Chavarría E. 2011. Programa Nacional para la Producción de Semilla Mejorada de Caña de Azúcar en Costa Rica. San Jose, Costa Rica. <http://www.laica.co.cr/biblioteca/dieca/otros>.
- Cuenya MI, García MB, Díaz Romero C, Romero ER, Chavanne ER. 2007. Efectos del agregado de cachaza y de diferentes densidades de plantación en la capacidad productiva de un semillero saneado de la variedad de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) LCP85-384. Revista industrial y agrícola de Tucumán. V.84. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-30182007000100001.
- Jordán M, Casaretto J. 2006. Hormonas y Reguladores del Crecimiento Auxinas, Giberelinas y Citocininas. Cap. 15. Chile. <http://www.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Auxinasgiberelinasycitocininas.pdf>
- Marín F, Moreno M, Farías A, Villegas F, Rodríguez J, Van den Berg M. (2018). Modelación de la caña de azúcar en Latinoamérica. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, ISBN: 978-92-79-77322-8. <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC110325/jrc110325-online.pdf>
- Nuñez O, Cruz R. 2010. Brotación y desarrollo de la caña de azúcar sembrada con esquejes de diferentes secciones del tallo y edades de corte. Guayaquil, Ecuador. http://www.aeta.org.ec/2do%20congreso%20cana/art_campo/NUNEZ,%20semilla.pdf
- Salas Sanjuán MdC. 2004. El cultivo de la caña de azúcar en la costa granadina. Almería: Universidad de Almería, Servicio de Publicaciones. 109 p. (Manuales; vol. 13). ISBN: 84-8240-665-5. <http://www.diegomarin.net/ual/es/388-el-cultivo-de-la-cana-de-azucar-en-la-costa-granadina-9788482406657.html>
- Salgado S, Lagunes L, Nuñez R, Ortiz C, Bucio L, Aranda E. 2013. Caña de azúcar: producción sustentable. 1ft ed. Texcoco, Estado de México (México): Editorial del colegio de postgraduados. 524 p. ISBN: 978-607-715-091-6

- Santana I, Nodarse O, Fernández Z. 1992. Estudio comparativo de la propagación in vitro y por estacas en cuatro variedades de caña de azúcar. *Caña de azúcar*. Vol. 10(2):51–59. http://www.sian.inia.gob.ve/revistas_ci/canadeazucar/cana1002/texto/estudio.htm.
- Subgerencia Cultural del Banco de la República (SCBR). 2015. Aspectos Agronómicos del cultivo de la Caña. Bogotá, Colombia: Biblioteca Luis Angel Arango. . <http://www.banrepcultural.org/node/64772>
- Viveros CA, Calderón H. 1995. Siembra. Cali, Colombia: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia-CENICANA. http://www.cenicana.org/pdf_privado/documentos_no_seriados/libro_el_cultivo_cana/libro_p131-139.pdf.