

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

INFLUENCIA DEL NÚMERO DE YEMAS POR METRO LINEAL SOBRE
EL RENDIMIENTO DE CAÑA DE AZÚCAR; INGENIO TRINIDAD (2008-2013)
ESTUDIO DE CASO

JOSÉ MISAEL REYES Y REYES
CARNET 24731-07

ESCUINTLA, SEPTIEMBRE DE 2014
SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

INFLUENCIA DEL NÚMERO DE YEMAS POR METRO LINEAL SOBRE
EL RENDIMIENTO DE CAÑA DE AZÚCAR; INGENIO TRINIDAD (2008-2013)
ESTUDIO DE CASO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
JOSÉ MISAEL REYES Y REYES

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADO

ESCUINTLA, SEPTIEMBRE DE 2014
SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR:	P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA:	DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN:	DR. CARLOS RAFAEL CABARRÚS PELLECCER, S. J.
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:	LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL:	LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO:	DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA:	LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA:	ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA:	MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. HARRY FLORENCIO DE MATA MENDIZABAL

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

ING. JUAN CARLOS BARRUNDIA REYES

ING. LUIS GERARDO MOLINA MONTERROSO

LIC. HEBER OBED GARCIA XITUMUL

Guatemala, 9 de Septiembre de 2014

Honorable Consejo
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Universidad Rafael Landívar

Es un gusto saludarles y desearles éxitos en sus labores diarias. El motivo de la presente es para informar que he revisado el informe final de estudio de caso del estudiante **José Misael Reyes y Reyes** carne número **24731-07**, Titulado **"Influencia del control del número de yemas por metro lineal sobre el rendimiento de caña de azúcar; Ingenio trinidad (2008-2013)"**, el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la facultad para ser aprobado. Sin otro particular.

Atentamente,



Ing. Harry De Mata
Asesor



Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Estudio de Caso del estudiante JOSÉ MISAEL REYES Y REYES, Carnet 24731-07 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Escuintla, que consta en el Acta No. 0687-2014 de fecha 17 de septiembre de 2014, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

INFLUENCIA DEL NÚMERO DE YEMAS POR METRO LINEAL SOBRE
EL RENDIMIENTO DE CAÑA DE AZÚCAR; INGENIO TRINIDAD (2008-2013)

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 29 días del mes de septiembre del año 2014.

ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



AGRADECIMIENTOS

A Dios por brindarme la vida y la sabiduría para poder llegar hasta esta etapa de mi vida.

A Ingenio Trinidad por brindarme la oportunidad de laborar para prestigiosa institución y poder realizar mi estudio en dicho ingenio.

Al Ing. Luis Cifuentes por brindarme su apoyo y proporcionar información valiosa para llevar a cabo mi informe final.

Al Ing. Agr. Manaen Ramos por permitir que realizara este estudio de caso en las actividades que se realizan dentro del departamento de Evaluaciones Agrícolas.

A mi asesor Ing. Agr. Harry Florencio de Mata por apoyarme y brindarme su valioso tiempo para asesorarme y corregir mi informe del presente estudio.

A mis revisores Ing. Luis Molina, Ing. Juan Carlos Barrundia y al Ing. Ricardo Morales por tomar su tiempo para revisar mi informe y ser mi terna evaluadora.

A mi familia en general por creer en mí y apoyarme en lo que necesitara durante mi vida estudiantil.

A la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas de la Universidad Rafael Landívar, personal docente y administrativo de la sede de Escuintla, por mi formación académica universitaria.

A mis maestros que me fueron instruyendo durante mi vida estudiantil y fueron formándome y preparando para poder culminar mis estudios universitarios.

A mis pastores Fredy Leonel Ayala y Mayra de Ayala, gracias por sus oraciones por sus sabios consejos.

A mis amigos de ingenio Trinidad por su amistad brindada en el tiempo que llevo laborando para dicho ingenio.

A mis amigos en general, muchas gracias.

DEDICATORIA

A

Dios por vivir en mí, por bendecirme, por ser el centro de mi vida y por fortalecer mi espíritu y darme la fuerza y sabiduría para poder llegar hasta esta etapa de mi vida.

Mi madre Maria Delia Reyes Solares gracias a su gran esfuerzo y trabajo por su gran apoyo incondicional a sus sabios y valiosos consejos por haberme corregido en mis errores y ser esa madre ejemplar digna de admirar.

Mi esposa Bremelin Yessenia López Moran por su apoyo incondicional, por ser la esposa amorosa, cariñosa, por creer en mí, brindarme su amor y por su paciencia durante mi vida estudiantil.

Mi hijo Isaías Misael Reyes López por su ternura e inocencia, por ser mi inspiración a seguir y por creer en mí.

Mis suegros por su apoyo y consejos brindados.

Mi familia papá. Hermanos, tíos, primos y sobrinos por su apoyo brindado.

ÍNDICE

CONTENIDO	Página
RESUMEN	i
SUMMARY	ii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	2
2.1 CAÑA DE AZÚCAR	2
2.1.1 Clasificación taxonómica de la caña de azúcar	2
2.1.2 Información comercial	2
2.1.3 Descripción de la planta	3
2.1.3.1 Morfología del esqueje	3
2.1.3.2 Anillo de crecimiento	3
2.1.3.3 Nudo	3
2.1.3.4 Banda radicular	4
2.1.3.5 Cicatriz foliar	4
2.1.3.6 Entre nudo	4
2.1.3.7 Surco de la yema	5
2.1.3.8 Primordio de la raíz	5
2.1.3.9 Yema	6
2.2 MÉTODOS DE SIEMBRA	6
2.2.1 Manual	6

	Página
2.2.2 Semi-mecánica	7
2.2.3 Mecanizado	7
2.2.4 Siembra por humedad	8
2.2.5 Sistemas de siembra	10
2.2.5.1 Surco simple	10
2.2.5.2 Surco doble (tipo piña)	10
2.2.5.3 Surco en banda	10
2.2.6 Densidades de siembra	11
2.2.7 Antecedentes en densidades de siembra	12
III. CONTEXTO	15
3.1 DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO	15
3.2 UBICACIÓN DEL ÁREA	16
IV. JUSTIFICACIÓN	17
V. OBJETIVOS	18
5.1 OBJETIVO GENERAL	18
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
VI. METODOLOGÍA	19
6.1 DISEÑO DE INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS	19
6.2 PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	19
6.2.1 Cronograma	20

	Página
6.3 VARIABLES DE ESTUDIO	20
6.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	21
6.4.1 Análisis Estadístico	21
6.4.2 Análisis Económico	23
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
7.1 INTERVENCIÓN	24
7.2 RESULTADOS DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO	28
7.2.1 Porcentaje de germinación	28
7.2.2 Macollamiento	28
7.2.3 Producción	30
7.2.4 Análisis Estadístico	31
7.2.5 Análisis Económico	34
VIII. CONCLUSIONES	36
IX. RECOMENDACIONES	37
X. BIBLIOGRAFÍA	38
XI. ANEXOS	42

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Medias de rendimiento de caña y sacarosa de cuatro distanciamientos de caña, 2004-2005	14
Cuadro 2. Desarrollo de actividades para el estudio de caso	20
Cuadro 3. Determinación de yemas por metro en el muestreo de siembra de caña.	27
Cuadro 4. % de germinación y producción de la temporada 2011-2013	28
Cuadro 5. Promedio yemas viables, total tallos en germinación, total tallos en macollamiento y porcentaje de macollamiento temporada 2011-2013.	29
Cuadro 6. Rendimiento de producciones temporadas 2007-2008, 2012-2013.	30
Cuadro 7. Análisis de pruebas apareadas con t-Student	33
Cuadro 8. Costos anuales departamento evaluaciones agrícolas	34
Cuadro 8. Beneficio costo producción 2007-2010, 2011-2013	34

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Distintas formas de nudos	4
Figura 2. Distintas formas de entrenudos	5
Figura 3. Formas de yemas	6
Figura 4. Comportamiento poblacional por variedad hasta el macollamiento temporada 2011-2013	29
Figura 5. Calculo de aporte de productividad	35

INFLUENCIA DEL NÚMERO DE YEMAS POR METRO LINEAL SOBRE EL RENDIMIENTO DE CAÑA DE AZÚCAR; INGENIO TRINIDAD (2008-2013)

RESUMEN

El objetivo del estudio de caso fue documentar la experiencia de Ingenio Trinidad sobre el monitoreo en la siembra del número de yemas por metro lineal, sobre el rendimiento de caña de azúcar, durante las temporadas de los años 2008 al 2013. Se analizaron los resultados obtenidos de los años 2008 al 2010 versus los resultados de los años 2011 al 2013; se tomó como base el área renovada durante los años 2011 y 2013 de 4,500 hectáreas, ya que es la que se pudo medir en la renovación del cultivo. En el año 2011 se inició a medir la calidad de siembra en el ingenio, y dar parámetros en el corte de semilla, para evitar problemas en la siembra y obtener mayor porcentaje de germinación y asegurar un buen macollamiento en cultivo. Se determinó que midiendo el número de yemas por paquete en el corte de la semilla influye en el momento de la siembra, ya que de ésta depende el estaquillado para la distribución de paquetes en el surco y la obtención de un buen número de yemas por metro. Existe un incremento en la producción de la temporada en evaluación, esto se debe no solo al muestreo de yemas, sino también al manejo agronómico brindado al cultivo. Con el análisis económico se concluyó que se obtiene un beneficio costo de 2.84, gracias a la influencia del control del número de yemas por metro lineal.

INFLUENCE OF NUMBER OF BUDS FOR LINEAR METER PERFORMANCE SUGAR CANE; INGENIO TRINIDAD (2008-2013).

SUMMARY

The purpose of the case study was to document the experience of trinity wits about monitoring in planting the number of buds by linear meter, about the performance sugarcane during the seasons of years 2008 to 2013. The results of the years 2008 to 2010 versus the results of the years 2011 to 2013 were analyzed. It was taken as a basis the renewed area during the years 2011 and 2013 of 4,500 hectares as it could be measured in the renewal of culture. In the year 2011, i began to measure the quality of sowing wit and give parameters in cutting the seed to avoid problems in the futher sowing and germination percentage and ensure good tillering in culture. It was determined that measuring the number of buds per pack in cutting the seed influences the time of planting, as this depends staking packages for distribution in the groove and obtaining a good number of buds per meter. There is an increase in the production of the season in assessment. This is due not only to show buds, but also provided the agronomic crop management. The economic analysis concluded a benefit/cost of 2.84, thanks to the influence of the number of control buds per meter obtained.

I. INTRODUCCIÓN

La agroindustria azucarera Guatemalteca ha venido creciendo permanentemente desde 1960, hasta llegar a ubicar a Guatemala como el quinto país exportador de azúcar a nivel mundial, el segundo en Latinoamérica y el tercer lugar en productividad (toneladas métricas de azúcar por hectárea a nivel mundial. El azúcar es el segundo producto agrícola en Guatemala en generación de divisas, constituyéndose en una importante contribución a la economía nacional. (Melgar, M., Meneses, A., Orozco, H., Pérez, O., y Espinosa, R. (2012).

Viendo la necesidad de ser productivo por las exigencias de los mercados corporación San Diego Ingenio Trinidad comenzó a darle importancia a incrementar los rendimientos de azúcar por hectárea, y ésta responde directamente proporcional si se incrementa el rendimiento de toneladas de caña. En el 2011 se comenzó a llevar un mejor control en la siembra y se planteó un rango de yemas por metro lineal de 14 a 16 yemas, Ingenio Trinidad, no le prestaba importancia al manejo del número de yemas por metro lineal, sabiendo que la base fundamental de la producción es la siembra, ya que ésta se realiza cada 5 años, de una buena siembra se asegura una buena producción durante estos años, he ahí la importancia de realizar un buen manejo en la siembra, y también al manejo agronómico del cultivo, por lo tanto este estudio de caso se enfoca en presentar el efecto que tiene el control del número de yemas por metro lineal en la producción de toneladas de caña por hectárea.

La caña de azúcar se cosecha en un periodo de 6 meses el cual está dividido en tres tercios siendo el primer tercio de noviembre a diciembre, el segundo tercio de enero a febrero y el tercer tercio de marzo a abril (Melgar, et al., 2012), viendo las necesidades de una mejora continua es de vital valor el describir la experiencia del Ingenio Trinidad en el control del número de yemas por metro lineal sobre el rendimiento de caña de azúcar.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 CAÑA DE AZÚCAR

2.1.1 Clasificación taxonómica de la Caña de Azúcar

La caña de azúcar pertenece al reino Plantae, división Fanerógamas y sub división Angiospermas, clase Monocotiledóneas, orden Glumíferas, a la familia Poaceae, subfamilia Panicoidea, Tribu Sacarineae, Género Saccharum y Especie spp (Subiros 1995).

2.1.2 Información comercial

La caña de azúcar es un cultivo semipermanente de climas tropicales con un ciclo promedio de 6 años, se produce mayormente en Asia y Latinoamérica, en el 2002 a nivel mundial, se utilizaron más de 26 millones de hectáreas para el cultivo de la caña, el rendimiento promedio en el campo para la caña es de 60 t/ha (Gutiérrez, 2003).

El azúcar se produce en más de 130 países y desde la década de los 60s, la producción mundial se ha duplicado, actualmente los principales productores son Brasil, India, Unión Europea, China y Tailandia (Gutiérrez, 2003).

El consumo mundial al 2002 fue de 150.15 millones de Toneladas, siendo los principales consumidores la India, la Unión Europea, Brasil, China, USA y Rusia (Perú, 2003), en el mercado mundial del azúcar se comercializan dos productos básicos el azúcar crudo y el azúcar refinado o blanco, dentro de cada tipo básico de azúcar existen diferentes categorías de acuerdo a la calidad, esta es medida por la polarización y el color del azúcar.

El comercio del azúcar crudo está altamente influenciado por los acuerdos entre gobiernos y por la necesidad de los productores de azúcar de tener seguridad en el uso de su capacidad instalada.

El monto total de las exportaciones para Guatemala del Comercio General, en enero de 2013, se situó en US\$870.3 millones, mayor en US\$126.1 millones

(16.9%) al registrado al mismo mes de 2012 (US\$744.2 millones). Los productos más importantes, según su participación en el total de exportaciones, fueron: Artículos de vestuario, con US\$102.9 millones (11.8%), Azúcar, con US\$85.8 millones (9.9%); Piedras y metales preciosos y semipreciosos, con US\$52.9 millones (6.1%); Petróleo, con US\$49.7 millones (5.7%); y Frutas Frescas, secas o congeladas, con US\$48.6 millones (5.6%); y, productos que, en conjunto, representaron el 39.1% del total (Banguat, 2013).

El azúcar es el segundo producto en generación de divisas para Guatemala, después del café, el azúcar proveniente de la caña ocupa el 11.4% de las exportaciones de los productos agrícolas generando un monto total de 816.4 millones de dólares para el país, los principales mercado de destino para el azúcar son: Estados Unidos con el 15.1%, Chile 10.4%, Ghana 8.1%, Canadá 6.8% y México con el 5.1% (SIECA, 2013).

2.1.3 Descripción de la planta

2.1.3.1 Morfología del esqueje

El esqueje está formado por el anillo de crecimiento, nudo, banda radicular, cicatriz foliar, entre nudo, surco de la yema, yema y primordio de raíz (Ruiz, 2002).

2.1.3.2 Anillo de crecimiento

Es una zona delgada que se sitúa entre la parte superior de la zona radical y la sección inferior del entre nudo. Corresponde a una región meristemática, que permite el alargamiento del entrenudo (Ruiz, 2002).

2.1.3.3 Nudo

El nudo es la sección dura y más fibrosa del tallo, el cual separa dos entrenudos vecinos, en él se distingue la cicatriz foliar, la banda radicular, el anillo de crecimiento, el anillo ceroso y la yema (Amaya et al, 1995).

El nudo se puede encontrar de diferentes formas cilíndricos, constreñidos, conoidal y obconoidal (Moore, 1987).

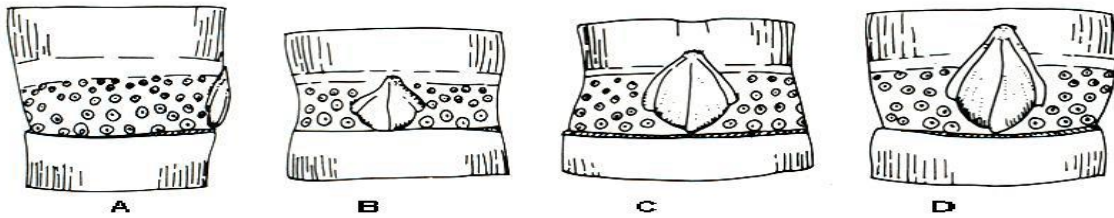


Figura 1. Distintas formas de nudos: A, cilíndrico; B, constreñido; C, conoidal; D, obconoidal (Moore, 1987).

2.1.3.4 Banda radicular

Esta zona se ubica entre el anillo de crecimiento y la cicatriz foliar. En este punto se encuentran los primordios radicales que técnicamente corresponden a raíces adventicias. El ancho y la forma de esta zona es variable (Ruiz, 2002).

2.1.3.5 Cicatriz foliar

Esta es la cicatriz que deja la hoja una vez que se desprende como consecuencia de un fenómeno natural de senescencia (Ruiz, 2002).

2.1.3.6 Entre nudo

Es la porción del tallo localizada entre dos nudos. En la parte apical del tallo, los entre nudos son bastante cortos y miden muy pocos milímetros y en ellos ocurre la división celular que, a su vez, determina la elongación y la longitud final, las formas más comunes del entre nudos son: Cilíndrico, abarrilado, en forma de huso, conoidal, obconoidal y cóncavo-convexo (CENICAÑA, 1995).

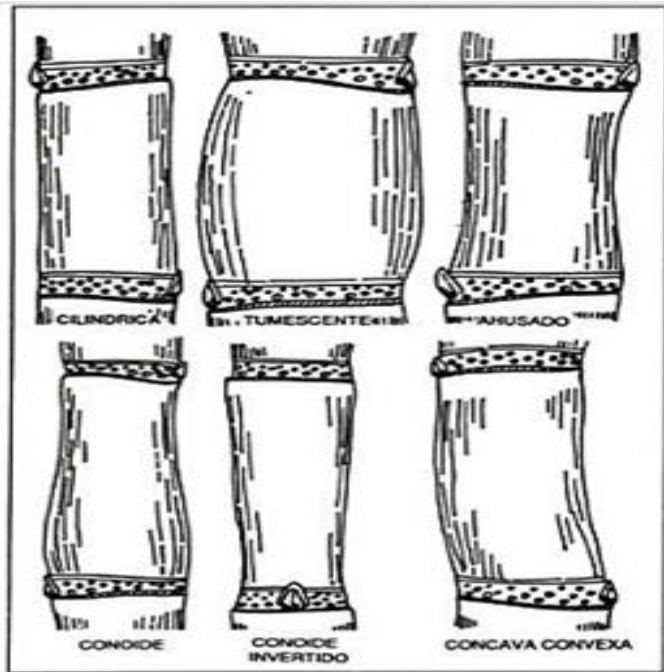


Figura 2. Distintas formas de entre nudos: Cilíndrico, abarrilado, constreñido, conoidal, obconoidal y curvo (Moore, 1987).

2.1.3.7 Surco de la yema

Este surco es una depresión de longitud variable, que se observa en algunas variedades, debido a que no todas la tienen. Esta estructura es una adaptación morfológica que permite la salida y expansión de la yema lateral cuando está cubierta por la vaina (Ruiz, 2002).

2.1.3.8 Primórdio de la raíz

Estos se ubican en la banda de raíces, son delgados y ramificados, su duración es efímera, tienen la función de absorber agua y sales minerales para que la yema se desarrolle. Una vez que la yema ha germinado y comienza el proceso de macollamiento, son sustituidas por las raíces permanentes (Ruiz, 2002).

2.1.3.9 Yema

Se encuentra en la banda radical. En la yema se distingue el pro filo, que es la primera hoja; el poro germinativo, por donde emergerá el tallo en el momento de germinar la yema; el ala, la zona central, punto de separación entre el ala y la zona central y el apéndice. Existen distintas formas de yemas, con mayor o menor cantidad de pelos epidérmicos (CENICAÑA, 1995).

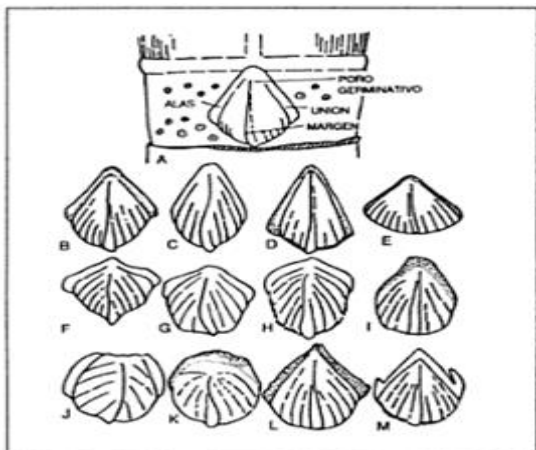


Figura 3. Formas de la yema (Sánchez, 1992).

2.2 MÉTODOS DE SIEMBRA

2.2.1 Manual

Consiste en colocar estacas cada 9 m en forma de hileras a lo largo del surco, el espaciamiento entre hileras es de 20 surcos, luego la semilla debe de ser proveniente de cultivos sanos y manejados en forma adecuada, se corta entre 6 y 8 meses de edad, se alza y transporta en camiones hasta el sitio de siembra, los paquetes se colocan en el fondo del surco en forma manual, y se distribuyen de manera uniforme en los espacios señalados quedando generalmente traslapados en longitud variable según la distancia de las estacas y por último, se cubre el material en forma manual o mecánica con una capa de suelo de 5 cm. (Melgar, et al., 2012).

2.2.2 Semi-Mecánica

Es una combinación de operaciones manuales y mecanizadas, las labores que se realizan con maquinaria son las siguientes surqueo, tapado de la semilla, aplicación de insecticidas y fertilización. Mientras que la distribución de la semilla, su fraccionamiento y colocación en el surco son labores que se realizan manual, en este sistema los tallos que van a ser usados como semilla son cortados en forma manual para evitar daños en las yemas. Luego la semilla es cargada en un camión o en vagones acoplados a un tractor para transportarlos al lugar de la siembra.

El vehículo de transporte entra al tablón en el sentido de los surcos y un equipo formado por 2 a 6 hombres retira los tallos y los distribuyen en el surco cruzando la base de un tallo con la punta del siguiente, enseguida otro grupo de trabajadores con machetes desinfectados recorre los surcos cortando los tallos en trozos de aproximadamente 3 yemas.

Después de la operación del picado de la semilla son cubiertas con aproximadamente ocho centímetros de tierra, según el suelo, el estado de preparación y las condiciones climáticas de la época de siembra. Este tape se hace mecánicamente con tractores equipados con implementos tapadores de semilla, se realiza un retape manual, con operarios que recorren los surcos y corrigen las fallas en la cobertura de las semillas (TECNICAÑA, 2009).

2.2.3 Mecanizado

En este sistema todas las operaciones surcado, distribución de semilla y tape son mecánicas, según el tipo de plantadora se utilizan tallos enteros, en cuyo caso el corte de semilla es manual; o se usan trozos de semilla cortados con cosechadora mecánica.

En este sistema existen dos tipos de sembradora las de tallos enteros, esta es la que se realiza el corte manual, y esta necesita personal que va ir alimentando la sembradora en todo el recorrido de la siembra una de las desventajas es que el

personal siempre trabajan de pie, y con el cansancio puede que no alimenten a la sembradora de una forma adecuada y pierda la homogeneidad requerida en la siembra.

Los desarrollos de la siembra mecanizada son hacia las sembradoras automáticas que utilizan caña picada, estas sembradoras realizan la labor en dos surcos a la vez, con un desempeño operacional de una hectárea por hora, estas sembradoras son arrastradas por un tractor con una potencia mínima sugerida de 180 HP, a través del enganche de tres puntos (TECNICAÑA, 2009)

2.2.4 Siembra por Humedad

Este tipo de siembra consiste en aprovechar la humedad que el suelo es capaz de retener después de la época de lluvias. La capacidad de retención de humedad está determinada por la textura del suelo, contenido de materia orgánica y por la altura del nivel freático. La mayoría de suelos de la zona cañera Guatemalteca, poseen características que se pueden aprovechar para este tipo de siembra por lo que se puede deducir que el potencial para realizar esta actividad es enorme. Comercialmente las principales ventajas diagnosticadas de una siembra de humedad son: 1) Cero herbicida pre emergente, así como disminución en el costo del herbicida pre cierre. 2) Se adelanta significativamente el programa anual de siembras o renovación. 3) Se siembra en suelos donde se dificulta esta labor en época de invierno. 4) Excelente alternativa en áreas con limitaciones de riego. 5) La plantación se cosecha con 12 meses de edad. 6) Reducción o eliminación de labores de mecanización como el cultivo sencillo. 7) Se obtiene un incremento de 25 a 30 toneladas por hectárea con respecto a una siembra tradicional hecha en época de invierno. 8) Se obtiene una reducción en los costos de producción por el orden de los \$ 50 a \$70 por hectárea. Este aspecto es de gran importancia cuando se quiere adelantar la época de siembra y no se cuenta con equipo de riego o con los recursos para obtenerlo. Los ahorros en inversión en la compra de equipos son considerables. Dependiendo de la época de siembra, las plantaciones pueden alcanzar 11 ó más meses de edad al momento de la cosecha; cuando alcanza su madurez fisiológica se obtienen tonelajes alrededor de 120 ton/ha además de altos

rendimientos industriales. Esto es más impactante en las variedades floreado ras porque cuando se inicia el periodo de floración, ya se han ganado varios meses de crecimiento vegetativo. Asimismo, la mayor duración del fotoperiodo de floración, coincide con la etapa de mayor crecimiento de las plantaciones aumentando la probabilidad de mayor tonelaje, Otra ventaja implícita es que se logra en ciclar las plantaciones desde el primer año (Mayen, 2004).

La capa superficial del suelo permanece seca creando condiciones para que las malezas no germinen, si esto ocurre, la caña por lo general ya está brotada y pueden controlarse con herbicidas post-emergentes no residuales, de bajo costo, que se aplican aproximadamente 40 días después de la siembra para eliminar el uso de mezclas de herbicidas pre-emergentes. De igual forma, cuando se establece la época lluviosa, debido al desarrollo de la plantación sólo será necesaria la aplicación de cierre. La facilidad de acceso de la semilla a los campos en época seca y el tapado mecánico, hacen que el personal de siembra sea más eficiente, en algunos casos hasta se duplica el área sembrada por día si se compara con el tapado manual con azadón; indiscutiblemente se ahorra tiempo y se utiliza con más eficiencia la maquinaria y los recursos. Cuando se hace el tapado mecánico de la semilla se deja el terreno plano eliminando en forma automática el paso de cultivadora para descartar el camellón del entresurco. Menos pasos de maquinaria implica menos compactación del suelo. La ausencia del camellón facilita el corte de caña, en la cosecha manual es más cómodo el corte a ras del suelo. Durante el primer año también se ha observado marcada disminución de cepas arrancadas o volcadas por el viento que evitan la entrada de tierra en la fábrica. También se cuenta con brotes más vigorosos, este aspecto es más notorio en áreas donde se ha cosechado mecánicamente, debido a que las cepas son menos dañadas por las cosechadoras como consecuencia de la profundidad de siembra. Durante los siguientes años el comportamiento radicular es el mismo que cualquier plantación. La labranza mínima es más fácil de realizar. La labranza mínima es mejor para la humedad del suelo; ya se han realizado plantaciones combinando los dos métodos, únicamente debe ponerse especial cuidado con el tapado de la semilla. No necesita la mayoría de maquinaria, para la

preparación del suelo, siembra y tapado de semilla ya las poseen las fincas cañeras o son fáciles de conseguir lo que significa que no hay inversiones fuertes en este rubro (Mayen, 2004).

Las siembras de caña con humedad residual constituyen una alternativa fácil de realizar; se obtienen altos beneficios económicos porque se ahorran costos en riego, control de malezas por los altos rendimientos de campo e industriales. Es imprescindible recordar que para tener éxito en esta actividad se debe tener especial cuidado en la profundidad de surqueo y en la calidad de tapado de la semilla, así como mucha creatividad, esfuerzo y sentido común (Mayen, 2004).

2.2.5 Sistemas de siembra

2.2.5.1 Surco simple

Consiste en colocar la semilla al fondo del surco para luego tajarla, las variantes que presenta este sistema a la hora de hacer el traslape de la semilla puede ser cadena simple, cadena doble y cadena triple. Cuando el estaquillado se acorta puede presentar amontonamiento de esquejes dentro del surco esto puede ser una barrera para la germinación por la competencia de luz, agua y nutrientes; las ventajas que presenta son: rápida distribución de paquetes en lotes de siembra (Magdalena, 2012).

2.2.5.2 Surco doble (tipo piña)

Este sistema es el más reciente en el uso en la producción nacional, consiste en hacer hileras dobles con una medida de 0.30 metros entre mesas pequeñas y con 1.80 metros en la mesa grande. Este sistema permite aprovechar de mejor manera el suelo pues la distribución de esquejes es homogénea. El sistema permite obtener mayor cantidad de tallos por hectárea, menor costo en el corte y alce, mayor eficiencia en el uso de la maquinaria agrícola, mayor macollamiento, incremento de tallos por metro lineal, mayor biomasa y mayor entrada de luz solar (Magdalena, 2012).

2.2.5.3 Surco en banda

Este sistema es el más nuevo que se utiliza en el cultivo de caña consiste en depositar la semilla al fondo del surco formando tres o cuatro líneas de forma continua. El ancho del fondo del surco es de 0.30 metros y los esquejes se colocan en tres o cuatro líneas separadas una de otra, este sistema permite obtener mayor cantidad de tallos por hectárea, menor costo de corte y alce, mayor eficiencia en el uso de maquinaria agrícola, mayor macollamiento, incremento de tallos por metro lineal, mayor biomasa y mayor entrada de luz solar (Magdalena, 2012).

2.2.6 Densidades de siembra

Las distancias para la caña dependen como en los demás cultivos, de los siguientes factores:

1. De la topografía
2. De la variedad de caña
3. De la fertilidad del suelo
4. De los sistemas de manejo

En diversos países del mundo varían los distanciamientos y estos van desde 1.2 metros hasta los 2 metros de distancia, esto va depender siempre de los cuatro factores mencionados anteriormente (Mocoa, 2002)

Las densidades de siembra pueden ir variando según como se arreglen los surcos ya que puede ser de una forma tradicional, esta va desde surqueo de 1 metro hasta 2 metros de distancia, o se puede realizar de una forma diferente en surcos apareados o similar a sembrar piña, este consiste en plantar dos surcos estrechos distanciados de 0.75 m entre sí y dejando una calle amplia de 1.5 m, con este método se necesitaría el 33% más de material de siembra, más laboreo y mayor área para los semilleros, pero se esperaría un incremento equivalente en la población, y en consecuencia una mayor producción, las densidades de siembra que se emplean en la actualidad varía entre 9 y 12 yemas por metro de surco, la

cantidad de semilla varia con la separación entre surcos y con la distancia a la cual se distribuye cada paquete en el fondo del surco (CENICAÑA, 1995).

La distancia entre los surcos del cultivo se establece de acuerdo con la textura y la fertilidad del suelo, con el objetivo de evitar la competencia que favorece la disminución en la producción. En suelos arcillosos y de baja fertilidad, esta distancia varía entre 1.35 y 1.4m, y en suelos de textura media y de alta fertilidad entre 1.50 y 1.75 m. las menores distancias propician el cubrimiento rápido del entresurco, lo que disminuye la competencia de las malezas (CENICAÑA, 1995).

Actualmente en Guatemala el distanciamiento más común es de 1.5 m entre surco con variaciones en la densidad de siembra (yemas/m lineal), los rendimientos obtenidos a este distanciamiento van a variar en plantillas 121.3 TCH, y en la primera Soca 130.8 TCH, cuando el distanciamiento se realiza a 1.3 m entre surco se pueden alcanzar rendimientos de 124.9 TCH en plantillas y 138.7 TCH en la primera soca, cuando el distanciamiento es de 1.6 m entre surco se pueden obtener rendimientos de 116.6 TCH en plantillas y 130.4 TCH en la primera soca, y si la siembra se realiza a 1.75 m entre surco se pueden obtener 118.5 TCH en plantilla y 127 TCH en la primeras soca (CENGICAÑA, 2005).

2.2.7 Antecedentes en densidades de siembra

En Antioquia se realizaron 3 densidades de siembra y cuatro distanciamientos, uno fue a 1.20 metros entre surco y de 8,10 y 12 yemas por metro lineal; a 1.40 metros entre surco y a 1.60 metros entre surco ambos de 8, 10 y 12 yemas por metros lineal, y se obtuvieron los siguientes rendimientos: con distancias de 1.20 metros con 8 yemas por metro lineal fue de: 115 t/ha, con 10 yemas 112t/ha y 12 yemas 98t/ha; con distanciamiento de 1.40 metros a 8 yemas fue de: 100t/ha, 10 yemas 95t/ha y 12 yemas 98t/ha; con distanciamiento de 1.60 metros a 8 yemas fue de: 90t/ha, 10 yemas 100t/ha y 12 yemas 88t/ha (Tecnicaña, 2009).

En ingenio Magdalena se realizó un estudio en la Evaluación de cuatro densidades de siembra en tres variedades de caña de azúcar, se realizó para evaluar el efecto de la densidad de yemas por metro lineal en la siembra sobre la

producción de toneladas de caña por hectárea por mes, la investigación se realizó en finca Santa Rita ubicada en el municipio de la Democracia, Escuintla, las variedades evaluadas fueron Cp72-2086, Cp88-1165 y Cp75-1547, se colocaron 7, 13, 20 y 27 yemas por metro lineal, se obtuvo con la variedad Cp72-2086 en 7 yemas 9.02 toneladas de caña por mes, en 13 yemas 11.77 toneladas de caña por mes, en 20 yemas 11.7 toneladas de caña por mes y en 27 yemas 10.92 toneladas de caña por mes, para la variedad Cp73-1547 en 7 yemas 6.84 toneladas de caña por mes, en 13 yemas 7.34 toneladas de caña por mes, en 20 yemas 7.39 toneladas de caña por mes, en 27 yemas 9.08 toneladas de caña por mes, para la variedad Cp88-1165 en 7 yemas 6.72 toneladas de caña por mes, en 13 yemas 8.69 toneladas de caña por mes, en 20 yemas 11.36 toneladas de caña por mes, en 27 yemas 11.28 toneladas de caña por mes (Atagua, 2011).

Actualmente en Guatemala el espaciamiento más común es de 1.5 m entre surcos con variaciones en el número de yemas/metro lineal. Sin embargo por diversas razones principalmente desde el punto de vista de la mecanización algunos ingenios están modificando este distanciamiento a un mayor espaciamiento para proteger la cepa de las labores de cosecha y en la economía de pasos de maquinaria. Pero por otro lado, con ciertas adecuaciones del equipo hay un movimiento para disminuir los distanciamientos entre surcos para tener más tallos por área y un cierre más rápido.

En Ingenio Santa Ana se realizó un estudio para evaluar el efecto de cuatro distanciamientos de surco y cuatro densidades de siembra y su interacción en el rendimiento de caña y la concentración de azúcar.

Se evaluaron dos factores: distanciamiento de surcos y densidades de siembra. Se evaluaron cuatro distanciamientos: 1.3, 1.5, 1.6 y 1.75 m entre surcos, así mismo se evaluaron cuatro densidades de siembra 60, 80, 100 y 120 miles de yemas por hectárea. De esta manera se generaron 16 tratamientos cuya estructura se presenta en el Cuadro 1, en el cual también se aprecia como varía el número de yemas en 10 m lineales en función de los tratamientos evaluados garantizando así las densidades de yemas evaluadas por ha.

Cuadro 1. Medias de rendimiento de caña y sacarosa de cuatro distanciamientos de caña, 2004-2005.

Distanciamiento (m)	Densidad (Miles de yemas/ha)	Caña (Tm/ha)	Sacarosa (%)
1.3	60	129.45	11.2
1.3	80	136.95	11.4
1.3	100	141.3	11.6
1.3	120	143.35	11.3
1.5	60	128.55	11
1.5	80	126.73	11
1.5	100	135.81	11.5
1.5	120	142.68	11.1
1.6	60	126.61	11.4
1.6	80	124.48	11.1
1.6	100	126.92	11.2
1.6	120	134.39	11.6
1.75	60	125.51	11
1.75	80	127.59	11.5
1.75	100	130.32	11.3
1.75	120	137.74	11.1
Media General		132.40	11.27

(Cengicaña, 2005).

La reducción de la densidad de semilla de 100 mil yemas/ha a 80 mil y 60 mil yemas/ha significó disminuir la producción significativamente en 5.9 y 6.7 Tm de caña menos por hectárea respectivamente. En tanto que aumentar la densidad a 120 mil yemas/ha incrementó la producción de caña pero no superó estadísticamente a la densidad convencional.

La reducción del espaciamiento de 1.5 m a 1.3 m entre los surcos de siembra significó un aumento promedio de 4 Tm de caña/ha más. Sin embargo aumentar el espaciamiento a 1.6 y 1.75 m produjo merma en la producción en 5.1 y 3.1 Tm de caña/ha menos respectivamente con relación al espaciamiento convencional de 1.5 m. Aunque en todos los casos estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

El efecto de la densidad fue independiente del espaciamiento de surcos. Aunque se observó una mayor respuesta a más altas densidades en los distanciamientos más separados (1.6 y 1.75 m), (Cengicaña, 2005).

III. CONTEXTO

3.1 DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO

Ingenio San Diego es una Empresa Agroindustrial que se dedica a la fabricación de edulcorantes (Azúcar), y a la producción de energía siendo más fuerte la producción de azúcar, posee alrededor de 12,500 ha, de tierra, las cuales están destinadas al cultivo de la caña de azúcar, en los años (2005 – 2011), el rendimiento de la agroindustria azucarera ha estado en 90.33 toneladas de caña/ha, y un promedio de 9.76 toneladas de azúcar por ha, (CENGICAÑA, 2012) por lo que en el Ingenio Trinidad han estado por debajo de estos rendimientos 86.17 toneladas de caña/ha, y 9.23 toneladas de azúcar por ha, (CENGICAÑA, 2012) pero desde el año 2011 el ingenio Trinidad como tal, ha ido aumentando estos rendimientos, ya que desde que se lleva una trazabilidad desde el corte de la semilla, la siembra y germinación se han observado cambios significativos donde se puede ver los resultados que de obtener rendimientos desde 86.17 toneladas de caña por ha, y 9.23 toneladas de azúcar por ha se ha incrementado a 108.5 toneladas de caña por ha y 11.66 toneladas de azúcar por ha (año 2013), desde que se llevan controles en siembra. En el año 2013 la agroindustria azucarera Guatemalteca se encuentra en 11.96 toneladas de azúcar por hectárea, 115.19 toneladas de caña por hectárea (Azasgua, 2014).

Para la zafra 2010-2011 en la agroindustria azucarera fueron cosechadas 231,000 ha que produjeron 19,219,653 toneladas de caña, en los últimos años se ha incrementado la producción, consecuencia del aumento de área cultivada. La producción de azúcar es distribuida en un 30% mercado local y un 70% para exportación (Melgar, *et al.*, 2012),

En Ingenio Trinidad no se le brindaba importancia a esta actividad ya que todas las actividades se realizaban empíricamente sin ninguna técnica, pero desde el año 2011 se comenzó a implementar un control en el número de yemas por metro lineal, el incremento en la producción es parte de este trabajo, la importancia de la caña de azúcar para Guatemala es relevante ya que es el segundo producto

agrícola en generación de divisas, y así contribuye en la economía nacional (Melgar, *et al.*, 2012).

Desde que se comenzó a llevar registros se pudo determinar la cantidad de tallos que se van a obtener después de la siembra, según el número de yemas sembradas se puede determinar el porcentaje de germinación en los lotes renovados y en base a estos resultados determinar si la siembra fue un éxito o un fracaso ya que la inversión en la siembra es bastante costosa, porque se realiza una preparación previa al suelo con maquinaria pesada más el costo de la semilla sembrada y la mano de obra utilizada, con todo esto las actividades del riego, fertilización y manejo de malezas.

Tomando en cuenta las actividades mencionadas anteriormente se comenzó a darle seguimiento a la siembra como parte fundamental de la producción toneladas de caña por hectárea, comparada con las actividades que se realizaban anteriormente. Actualmente se realizan auditorias de campo para determinar el número de yemas sembradas por metro lineal.

La metodología empleada para medir el número de yemas por metro lineal, consiste en determinar los puntos estratégicos con GPS en el momento de la siembra, utilizando un plano cartesiano para ubicar los puntos estratégicos de muestreo y así poder llevar un registro en que surco y a cuantos pasos de la calle se realizó la muestra en la cual se toma la coordenada del lugar, con el fin de no perder la muestra para darle seguimiento desde la siembra hasta el macollamiento.

3.2 UBICACIÓN DEL ÁREA

Ingenio Trinidad está ubicado a la altura del kilómetro 70.5 carretera antigua al puerto San José interior finca belén, colinda al sur con finca Castaños, al este con Torremolinos, al oeste con aldea la Aurora y al norte con finca Santa Marta, latitud norte 14°09'02.2" y longitud oeste 90°50'29.2" a 85 metros sobre el nivel del mar (Anexo 1).

IV. JUSTIFICACIÓN

Antes del año 2,011, durante la siembra de caña de azúcar en Ingenio Trinidad no se tomaba en cuenta el número de yemas sembradas por metro lineal, pero a partir del año 2,011 la innovación en el método de siembra incluyó el control y medición de esta variable, hasta la fecha no existe una recopilación y análisis de información que permita concluir si la innovación fue un beneficio del incremento de caña y/o azúcar.

Con el presente estudio se pretende recopilar, organizar, analizar y documentar los resultados que esta innovación tecnológica tuvo en la producción de caña y azúcar en el Ingenio Trinidad, la información generada en este trabajo podrá utilizarse como base para la toma de decisiones en la modificación, eliminación o adopción de la tecnología analizada,

En Ingenio Trinidad no se podía determinar si la siembra en los lotes renovados se realizaba de una buena forma, donde se pudiera definir si los rendimientos iban a ser los esperados desde las renovaciones o desde la preparación de las fincas nuevas, al momento de la germinación no se podía determinar qué porcentaje de la siembra germinaba ya que no poseían ningún registro de muestreos realizados en la siembra, y no se sabía que número de yemas se colocaban por metro lineal ni cuantos tallos se poseían por metro mucho menos por hectárea.

Al obtener los resultados alcanzados en los lotes renovados y evaluados bajo una metodología de muestreo, se podrá demostrar a los productores azucareros los beneficios que se pueden obtener al realizar una buena siembra, los principales beneficiados podrán ser Ingenios del sector y productores particulares para que puedan implementar en sus métodos de siembra.

V. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Documentar la experiencia de Ingenio Trinidad sobre el monitoreo de la siembra del número de yemas por metro lineal sobre el rendimiento de caña de azúcar.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

5.2.1 Determinar el porcentaje de germinación y macollamiento obtenido en los lotes donde se lleva un control del número de yemas y tallos por metro lineal.

5.2.2 Describir los rendimientos obtenidos en toneladas por hectárea en los lotes cosechados donde se lleva un control del número de yemas por metro lineal.

5.2.3 Analizar el costo beneficio obtenido en la implementación del control del número de yemas por metro lineal en Ingenio Trinidad.

VI. METODOLOGÍA

6.1 DISEÑO DE INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS

Se procedió a recolectar la información por medio de una computadora con acceso al sistema del Ingenio, para descargar las grabaciones realizadas por finca y por lote de cada reporte gravado generado por los auditores agrícolas, con el fin de poder analizar la información y poder determinar los beneficios obtenidos con la implementación del monitoreo del número de yemas por metro lineal y el beneficio costo obtenido con la implementación de este método, también se realizó una encuesta para poder determinar el aporte total en la producción, (Anexo 2) ya que el incremento en la producción no solo se debe al monitoreo de yemas, sino también a las diferentes actividades que se le realizan al cultivo tales como: manejo a la plantación e investigación esta encuesta se realizó a los encargados de cada departamento.

6.2 PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para recolectar la información de las producciones obtenidas de los años 2,008 – 2,010 y 2,011 – 2,013, se descargó del sistema las grabaciones que se han realizado en este tiempo, de corte, siembra, germinación y macollamiento, por medio de una computadora se creó una tabla de Excel, para facilitar el análisis de la información con un orden adecuado tomando cada época separada para evitar confusión al momento de analizarla, también se determinó si en estos años se cumplió con el número de yemas colocadas por metro lineal, esto se hizo tomando en cuenta los reportes obtenidos de las evaluaciones realizadas por los auditores agrícolas desde el año 2,011 hasta el 2,013, para luego determinar el porcentaje de germinación y el porcentaje de macolla miento obtenido en las áreas evaluadas, conociendo estos resultados se pudo determinar la cantidad de tallos obtenidos hasta la madurez, esto sirve para determinar si los encargados de las fincas le brindaron un buen manejo al cultivo y poder determinar cuál fue la causa si fuese una mala germinación.

6.2.1 Cronograma

Cuadro 2. Desarrollo de actividades para el estudio de caso, año 2,014

Actividades							
	Febrero	Abril			Junio		
Consulta de archivos	X						
Recopilar registros	X	X	X	X			
Análisis de datos		X	X				
Revisión con Asesor		X		X		X	
Redacción de Informe Final			X	X	X	X	
Presentación de Informe Final							X

6.3 VARIABLES DE ESTUDIO

- **% de germinación**
 - Número de yemas germinadas a los 50 días después de la siembra.
 - Número de tallos totales obtenidos a los 50 días después de la siembra.
 - Número de tallos primarios y secundarios a los 50 días después de la siembra.
- **Macollamiento**
 - Número de tallos primarios a los 180 días después de la siembra.
 - Número de tallos secundarios a los 180 días después de la siembra.
 - Número de tallos terciarios a los 180 días después de la siembra.
 - Número de tallos secos a los 180 días después de la siembra.
- **Rendimiento t/ha.**
 - Rendimientos de TCH, en lotes con controles.
 - Rendimientos de TCH, en lotes sin controles.
- **Costos del monitoreo**

6.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.4.1 Análisis Estadístico

Para determinar el número de muestras que se deben de realizar en el muestreo de corte y siembra se acudió a un análisis estadístico con un nivel de confianza del 77% y un error del 19%, para el caso de corte, para siembra se tomó un nivel de confianza de 70% y un error del 23%, el análisis estadístico para determinar el número de muestras a evaluar (Rodríguez, 2005), es el siguiente $n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot P \cdot Q}{N \cdot E^2 + Z^2 \cdot P \cdot Q}$

$$N \cdot E^2 + Z^2 \cdot P \cdot Q$$

Dónde:

N: Población total

n: Tamaño de la muestra

Z: Confiabilidad

P: Probabilidad de éxito

Q: Probabilidad de fracaso

E: Error

Al momento de recolectar los datos extraídos del sistema del Ingenio, se compararan por medio de un análisis estadístico y este consiste en una t-Student, esto servirá para determinar las diferencias entre las producciones de las dos épocas en evaluación con diferente metodología en el manejo del corte de semilla hasta la cosecha.

Para realizar el análisis estadístico T, es necesario conocer la desviación estándar, los grados de libertad y T calculada para poder ser comparada con la T crítica, para realizar estos análisis se utilizaron las siguientes formulas.

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{N}}$$

Dónde:

σ : Desviación Estándar.

X_1 : Rendimiento por año

\bar{X} : Promedio de los rendimientos de las temporadas en evaluación.

N : Temporadas en Evaluación

$$G.L. = \frac{\left[\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \right]^2}{\frac{S_1^4}{n_1^2(n_1-1)} + \frac{S_2^4}{n_2^2(n_2-1)}}$$

Dónde:

G.L. Grados de Libertad

n : Número de muestras

S : Desviación estándar

$$T = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

Dónde:

T: Valor de t calculada

\bar{x} : Media temporadas en evaluación

n: Número de muestras

S: Desviación estándar

6.4.2 Análisis Económico

Se realizó un análisis económico de los rendimientos de las dos temporadas en evaluación, para así obtener el beneficio costo de la implementación del monitoreo del número de yemas por metro lineal en la siembra, se comparó la media obtenida de la producción de los años 2007 para el 2010 con la media obtenida en la producción del año 2011 para el 2013, y por último se realizó un análisis económico para determinar el costo de inversión y el beneficio obtenido desde la implementación del monitoreo de yemas por metro lineal.

El incremento en la producción no se debe solo al monitoreo del número de yemas por metro lineal, este se debe también al manejo que se le ha dado al cultivo, para determinar el porcentaje de aporte en la producción se realizaron encuestas a los diferentes encargados de departamento y gerente general de la organización. (Anexo 2)

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 INTERVENCIÓN

En el año 2,011 se inició la evaluación del corte de semilla y siembra, se seleccionaron estas dos actividades por ser la base de la producción en la caña de azúcar, esta idea surgió en conjunto con los departamento interesados en alcanzar mejores resultados en las producciones posteriores y poder así determinar la calidad del trabajo realizado en campo, se concluyó que se colocaría un número de yemas por metro lineal, con un rango de 14 a 16 yemas laterales por metro, antes del año 2,011 no se medía el número de yemas por metro colocadas en la siembra, y estas decisiones eran heterogéneas, porque cada encargado de las diferentes fincas tomaba su criterio en el momento de la siembra y esta decisión variaba de un encargado a otro.

Al momento de realizar esta actividad se procedió a darle trazabilidad desde el corte, siembra, germinación y macollamiento, en el corte de semilla se evaluaron diferentes factores entre los cuales están: yemas viables, daño por corte, daño mecánico, daño por roedor, daño por barrenador, yemas estimuladas (lalas), y yemas deshidratadas (Boleta de muestreo de corte anexo 3), este muestreo se realiza en el corte de la semilla, para poder tomar decisiones en el momento.

Al momento de realizar el análisis estadístico para determinar el número de paquetes a evaluar se utilizó un nivel de confianza del 77% y un error del 19%, con una probabilidad de 50%, $n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot P \cdot Q}{N \cdot E^2 + Z^2 \cdot P \cdot Q}$

$$N \cdot E^2 + Z^2 \cdot P \cdot Q$$

Dónde:

N: Población total

n: Tamaño de la muestra

Z: Confiabilidad

P: Probabilidad de éxito

Q: Probabilidad de fracaso

E: Error

$$n = \frac{10000 * 1.2^2 * 0.5 * 0.5}{10000 * 0.19^2 + 1.2^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = \frac{3600}{361.36}$$

$$n = 9.96$$

Según el método se determinó que se deben de muestrear 10 paquetes por cada 10,000 paquetes cortados, a estos 10 paquetes se le realizó el conteo del número de yemas buenas, para así establecer a cada cuanto se va a sembrar cada paquete, buscando obtener entre 14 a 16 yemas por metro lineal.

Después de evaluar el corte de semilla esta es trasladada al área de siembra, los lineamientos en la siembra los define el muestreo de corte, ya que al obtener el número de yemas por paquete se procede a realizar el estaquillado para la distribución de los paquetes, se esperó que las personas distribuyeran los paquetes dentro del surco y se realizó un mapa de distribución de muestras (anexo 4), las muestras a realizar es una por cada hectárea sembrada, esta muestra debe de ser de 5 metros lineales, para determinar cuántos metros se deben de muestrear por hectárea se utilizó un modelo estadístico con un nivel de confianza del 70% y un error del 23%. $n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot P \cdot Q}{E^2}$

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot P \cdot Q}{E^2}$$

Dónde:

N: Población total

n: Tamaño de la muestra

Z: Confiabilidad

P: Probabilidad de éxito

Q: Probabilidad de fracaso

E: Error

$$n = \frac{1000 * 1.04^2 * 0.5 * 0.5}{1000 * 0.23^2 + 1.04^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = \frac{2704}{529.27}$$

$$n = 5.11$$

Se determinó que se deben de evaluar 5 metros por hectárea, para decidir cómo hacerlo se ejecutó un muestreo preliminar, de diferentes medidas, para determinar si se realizaban 5 muestras de 1 metro o se realizaban 2 muestras de 2.5 metros o una de 5 metros, se encontró que existe menor variación y menor desviación estándar realizando una muestra de 5 metros por hectárea, al momento de realizar la muestra se evaluaron los mismos factores que se apreciaron en el corte de semilla, esto con la finalidad de determinar si el daño ocasionado en el corte se

incrementa por no brindarle las mejores condiciones a la semilla durante el traslado hacia la siembra.

Cuadro 3. Determinación de yemas por metro en el muestreo de siembra de caña.

Muestras	yemas/m en 2 m	yemas/m en 3 m	yemas/m en 4 m	yemas/m en 5 m
1	15.00	15.33	16.25	16.00
2	15.50	16.67	16.75	16.20
3	16.50	14.67	15.25	15.20
4	14.00	14.33	15.50	15.20
Promedio	15.25	15.25	15.94	15.65
DesvEst	1.04	1.03	0.69	0.53
Varianza	1.08	1.06	0.47	0.28

A este muestreo se le dio seguimiento hasta la producción, a los 50 días después de la siembra se regresó al área y se sondeó las muestras con el mapa que se realizó en el momento de la siembra, este se utiliza para evaluar el mismo lugar donde se muestreo, ya que se conocen las yemas colocadas por metro en dicho lugar, en este muestreo lo que se realizó fue un conteo de tallos primarios y si hubiese también tallos secundarios, cuando se obtuvieron los resultados se determinó el porcentaje de germinación obtenido, este está determinado directamente por el manejo agronómico que se le brindó por parte de los encargados de la finca al cultivo.

Después de que se culminó con esta actividad se regresó al cultivo a los 180 días después de la siembra. Para determinar el porcentaje de macollamiento del cultivo, esta actividad se realizó porque la caña de azúcar por naturaleza se autorregula, y a esta edad ya ha ocurrido este efecto y las variables a evaluar son tallos primarios, tallos secundarios, tallos terciarios y tallos sucumbidos (muertos), y por último se ve el rendimiento de toneladas de caña por hectárea y rendimientos de toneladas de azúcar por hectárea.

7.2 RESULTADOS DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO

7.2.1 Porcentaje de germinación

En los resultados obtenidos de la germinación de la temporada 2011-2012, se pudo observar la cantidad de yemas viables que se colocaron por metro lineal, al conocer los tallos primarios podemos determinar el porcentaje de germinación que se obtuvo, normalmente al realizar el muestreo de la germinación se encuentran bastantes tallos por metro, pero hay que determinar cuáles son primarios y cuales son secundarios, este fue el resultado del total de tallos por metro encontrados, conociendo estos datos se pudo determinar el porcentaje de germinación, esta se obtiene al dividir los tallos primarios entre el número de yemas por metro por 100, en este caso se obtuvo una germinación de 49.75%.

Cuadro 4. Porcentaje (%) de germinación y producción de la temporada 2011-2013

Yemas Viables/metro	Tallos Primarios/metro	Total Tallos/metro	% Germinación	Producción Ton/ha
16.04	7.93	11.73	49.75	119.81

7.2.2 Macollamiento

Tomando en cuenta que la caña se autorregula en cierta etapa de su desarrollo, se procedió a evaluar la cantidad de tallos obtenidos a los 180 días después de la siembra, como se observa en el cuadro 4, el número de yemas que se coloca en la siembra no germinan en su totalidad y en la etapa de macollamiento disminuye comparada con la germinación. Posteriormente se presentan los resultados de tallos encontrados en macollamiento comparado con los encontrados en germinación, siempre dándole trazabilidad desde las yemas viables colocadas en el momento de la siembra y su germinación obtenida.

Cuadro 5. Promedio yemas viables, total tallos en germinación, total tallos en macollamiento y porcentaje de macollamiento temporada 2011-2013.

YEMAS/VIABLE	TALLOS GERMINACIÓN	TALLOS MACOLLAMIENTO	% MACOLLAMIENTO
16.04	11.73	11.55	98.46

El cuadro 5 muestra la cantidad de yemas colocadas en el momento de la siembra, los tallos obtenidos en la germinación, los tallos obtenidos en macollamiento y el porcentaje de macollamiento, este se obtiene de tallos macollados dividido tallos germinados, tomando como referencia las tres variedades que más se siembran en Ingenio Trinidad, podemos ver el comportamiento de los tallos en macollamiento desde la siembra y germinación.

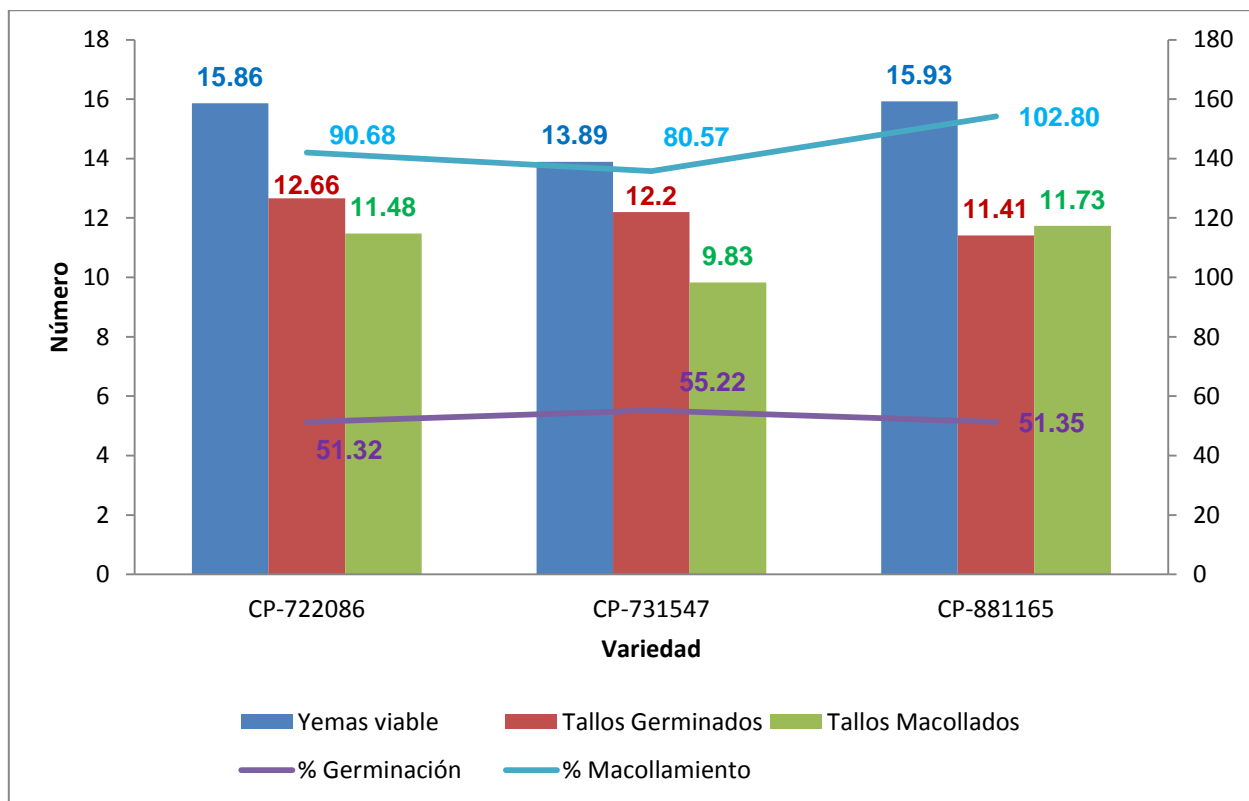


Figura 4. Comportamiento poblacional por variedad hasta el macollamiento temporada 2011-2013.

La figura 4 nos muestra la cantidad de yemas colocadas en el momento de la siembra, los tallos encontrados en el muestreo de la germinación y los tallos encontrados en macollamiento, con estos resultados se puede deducir el porcentaje de germinación y la cantidad de tallos que se obtienen para la cosecha, normalmente son menos que los tallos encontrados en la germinación.

7.2.3 Producción

El rendimiento del cultivo de caña de azúcar en el ingenio Trinidad se incrementó en un 29.12%, A continuación se presentan los resultados de la producción obtenida en los lotes evaluados, comparada con la producción de los mismos lotes antes de llevar controles en la siembra.

Cuadro 6. Rendimiento de producciones temporadas 2007-2008, 2012-2013.

Ciclo	Ton/ha
2007-2008	94.66
2008-2009	89.58
2009-2010	90.61
2010-2011	96.32
2011-2012	117.06
2012-2013	121.19
Promedio de Zafras (2007-2011)	92.79
Promedio de Zafras (2011-2013)	119.81
Incremento Ton/Ha	27.02
% Incremento	29.12

De la zafra 2007-2008 a la zafra 2010-2011, podemos notar los rendimientos obtenidos antes de la intervención del muestreo de número de yemas por metro, las zafras 2011-2012 a la zafra 2012-2013, el área renovada en la temporada en

evaluación fue de 1,500 hectáreas para la temporada 2011-2012, y para la temporada 2012-2013 fue de 3,000 hectáreas.

7.2.4 Análisis Estadístico

Habiendo obtenido los datos de las producciones desde la zafra 2007-2008 hasta la zafra 2012-2013, se realizó un análisis estadístico utilizando la t-Student, para medias de dos muestras apareadas.

Para realizar dicho análisis se procedió a determinar la desviación estándar de las dos temporadas, los grados de libertad y posteriormente determinar la T calculada para compararla con la T crítica y así determinar si existe o no significancia entre una temporada y la otra, los resultados del análisis se muestran a continuación.

$$\sigma = \sqrt{\frac{(94.66-92.79)^2 + (89.58-92.79)^2 + (90.61-92.79)^2 + (96.32-92.79)^2}{4}}$$

$$\sigma = 2.78 \text{ Temporada 1}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(117.06-119.13)^2 + (121.19-119.13)^2}{2}}$$

$$\sigma = 2.07 \text{ Temporada 2}$$

$$GI = \frac{\left[\frac{(2.78)^2}{4} + \frac{(2.07)^2}{2} \right]^2}{\frac{(2.78)^4}{4^2(4-1)} + \frac{(2.07)^4}{2^2(2-1)}}$$

$$GI = \frac{\left[\frac{7.73}{4} + \frac{4.28}{2} \right]^2}{\frac{59.73}{48} + \frac{18.36}{4}}$$

$$GI = \frac{16.59}{5.83}$$

$$GI = 2.85$$

$$T = \sqrt{\frac{92.79 - 119.13}{\frac{2.78^2}{4} + \frac{2.07^2}{2}}}$$

$$T = \frac{26.34}{2.02}$$

$$T = 13.04$$

Cuadro 7. Análisis de pruebas apareadas con t-Student.

	Producciones Ton/Ha	Desviación Estándar	Grados de Libertad	T calculada	T crítica
2007-2010	92.79	2.78	3	13.04	3.18
2010-2013	119.13	2.07			

Al realizar el análisis estadístico se determinó que existe diferencia significativa entre una temporada y otra, esto se puede notar al realizar las comparaciones entre la T calculada y la t crítica ya que el error encontrado está por debajo del error calculado.

7.2.5 Análisis económico

Se determinó que el costo del monitoreo para la evaluación del corte, siembra, germinación y macollamiento, no ha sido un costo si no una inversión por el retorno en la producción.

Actualmente los costos de la implementación del monitoreo anual son los siguientes.

Cuadro 8. Costos anuales departamento evaluaciones agrícolas.

	Diario	Total/mes	Total/año
2 Evaluadores	Q95.00	Q5,700.00	Q68,400.00
2 Ayudantes	Q80.00	Q4,800.00	Q57,600.00
1 Supervisor	Q175.00	Q5,250.00	Q63,000.00
Jefe departamento	Q267.00	Q8,010.00	Q96,120.00
1 Vehículo	Q115.75	Q3,472.50	Q41,670.00
3 GPS	Q6.94	Q208.20	Q2,498.40
2 Cámaras Digitales	Q8.33	Q249.90	Q2,998.80
Indumentaria	Q0.56	Q16.80	Q201.60
Costo Total	Q748.58	Q27,707.40	Q332,488.80

Según los costos mostrados en el cuadro 8 se puede deducir que para esta actividad los costos se elevan considerablemente, pero haciendo un análisis

económico es rentable invertir en el monitoreo de yemas por metro lineal en caña de azúcar.

Cuadro 9. Beneficio Costo Producción 2007-2010, 2011-2013.

Inversión	Rendimiento anterior T/H	Rendimiento actual T/H	Ha cosecha da	Producción Tn	Producción Actual Tn	Diferencia Tn	ganancia total
Q350,000.00	92.17	119.81	4500	414765	539145	124380	Q7,112,800.00

Para la temporada 2011-2013 se renovaron 4,500 hectáreas, si notamos el promedio de los rendimientos obtenidos en las temporadas del 2007 al año 2010 es de 92.17 toneladas/hectárea, versus el promedio de los rendimientos de los años 2011 al 2013 119.81 toneladas/hectárea se puede ver que existe un diferencial de 27.64 toneladas/hectárea, analizando esto podemos deducir que en las 4,500 hectáreas se ganaron 124,380 toneladas el valor de una tonelada de caña es de Q120 por 124,380 toneladas obtenemos un resultado de Q14,925,600.00 en los dos años si lo realizamos por año esto es igual a Q7,462,800.00 menos el costo del departamento de evaluaciones agrícolas de Q 350,000.00 da un retorno de Q 7,112,800.00; el total de las evaluaciones agrícolas por año equivale a 4.69% de la ganancia total. De este retorno las evaluaciones de control de calidad en el proceso de renovaciones aporta 14%, esto equivale a Q995,792.00 obteniendo así una factibilidad de 284.51%, y un beneficio costo de 2.84, para determinar el aporte de las evaluaciones en la producción total se realizaron entrevistas dentro del ingenio, utilizando la siguiente figura.

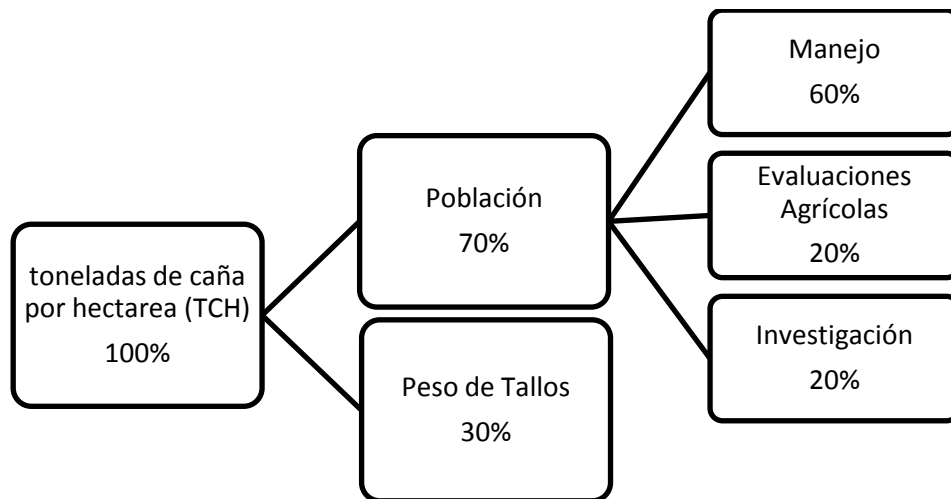


Figura 5. Cálculo de aporte de productividad.

Para obtener este resultado se entrevistó desde el gerente general hasta el supervisor de evaluaciones agrícolas, donde cada uno tenía que colocar lo que aporta cada actividad, y el resultado obtenido fue, del 100% evaluaciones técnicas agrícolas aportan el 14%, el objetivo de esta figura se debe a que no solo por el hecho de realizar evaluaciones en la siembra incrementó la producción, el incremento se debe también a las mejoras en otras actividades realizadas en campo, como riego, fertilización, manejo de malezas, investigación etc.

VIII. CONCLUSIONES

- Se determinó que el porcentaje de germinación y macollamiento con el efecto del control de calidad en la renovación fue de 49.75% para la germinación y 98.46% para el macollamiento, con una cantidad de 11.55 tallos por metro encontrados en macollamiento comparado con las producciones de los años en evaluación.
- Los rendimientos obtenidos en toneladas por hectárea durante el control de calidad fue de 119.13 TCH, comparada con los rendimientos de temporadas anteriores de 92.79 TCH donde no se llevaba ningún control en la siembra.
- El costo por año de las evaluaciones agrícolas es de 4.69% de la ganancia total.
- Se determinó que el departamento de evaluaciones agrícolas aporta en un 14% de la producción total obteniendo un beneficio costo de 2.84.

IX. RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar y buscar mejoras en las mediciones del corte de semilla para garantizar el incremento en la germinación en los lotes comerciales.
- Se recomienda colocar mayor número de yemas por metro lineal para incrementar la productividad de toneladas por hectárea.
- Se recomienda el cumplimiento de las secuencias de las labores programadas, en tiempo, dosis, cantidad y calidad en la ejecución, para garantizar la rentabilidad del cultivo al final del ciclo.
- Si se trabaja solo con el manejo de las yemas por metro lineal y no se le proporciona las condiciones adecuadas a las yemas para que estas germinen, no se podrá obtener una buena germinación y por lo tanto disminución en el macollamiento y las producciones no serán las deseadas.

X. BIBLIOGRAFIA

Adlai Meneses, Mario Melgar, (2012) Recopilación de la Información de los simposios de análisis de la zafra 1995/96-2010/11 No. 2 consultado 08 Abril 2013 disponible en: <http://www.cengicana.org/es/publicaciones/otras-publicaciones/boletines-estadisticos/Boletines-Estadisticos/-Boletin-Estadistico-de-Campo-Noviembre-2011/>

Amaya E., A.; Cock, J.H.; Del Pilar H., A.; Irverine, J.O. (1995). *Biología y Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar*. En: CENICAÑA 1995. El cultivo de la Caña en la Zona Azucarera de Colombia. Cali, Colombia. 31-62 pp.

Dirección General de Operaciones Financieras Dirección de Estudios y Analisis de Mercado. Situación actual del azúcar. ASERCA (2009) consultado el 10 de febrero 2013. Disponible en: <http://www.infoaserca.gob.mx/fichas/ficha33-Azucar201009.pdf>

Dirección de Planificación, Estudios y Políticas SIECA (2013). Consultado marzo 2013. Disponible en: <http://www.sieca.int/Documentos/DocumentosMostrar.aspx?SegmentId=2&DocumentId=3275>

Evaluación de cuatro densidades de siembra en tres variedades de caña de azúcar Atagua (2011). Disponible en: <http://www.atagua.org.gt/web/wp-content/uploads/2011/08/113-Evaluacion-de-cuatro-densidades.pdf>

Evaluación de cuatro distanciamientos de surco y cuatro densidades de siembra en caña de azúcar en plantía 2004-2005. Disponible en: <http://www.cengicana.org/es/publicaciones/memorias/memorias/2004-2005/agronomia/Evaluación-de-cuatro-distanciamientos-de-surco-y-cuatro-densidades-de-siembra-en-caña-de-azúcar-en-plantía/>

Gómez F., (1983). Morfología Anatomía y Sistemática. En: Caña de Azúcar (Segunda edición). Venezuela. 7-54 pp.

Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la caña de Azúcar (2012).

Gutiérrez H, Reyes A., (2003) El Mercado Mundial Del Azúcar Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos Perú. 113-125 pp.

Jairo Novo, V. (2009) Métodos y sistemas de siembra en caña consultada 15 de abril 2013 disponible en: http://www.tecnicana.org/pdf/2009/tec_v13_no22_2009_p33-38.pdf

Magdalena S.A. (2012) Manual Técnico de Operaciones de caña de Azúcar.

Mayen, M., (2004) Revista de Agricultura. *Siembra de Caña con humedad residual del suelo*, P. 5 – 8.

Melgar, M., Meneses, A., Orozco, H., Pérez, O., y Espinosa, R. (2012). *El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala.*) CENGICAÑA Guatemala.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Programa Nacional de Transferencia y Tecnología Agropecuaria Pronatta, Mocoa 2002.

Moore, P.H. (1987) Anatomy and Morphology. En: *Sugarcane Improvement through Breeding*. Edited by. D.J. Heinz. 85-123 pp.

Pablo, S. (2007) *El mercado mundial del azúcar* Dpto Agricultura de Coag. Consultado 15 de febrero 2013 Disponible en:
http://www.coag.org/rep_ficheros_web/7b9ff865b9b9794755d0f61f978543ed.pdf

Pérez, O. Hernández, F. Toledo, B. Fong, E. (2005) Efecto del distanciamiento de surcos en dos ciclos, en la zona baja de la región cañera de Guatemala. Consultado 03 de abril 2013 Disponible en:
<http://www.cengicana.org/es/publicaciones/memorias/memorias/2004-2005/agronomia/Evaluación-de-cuatro-distanciamientos-de-surco-y-cuatro-densidades-de-siembra-en-caña-de-azúcar-en-plantía/>

Principales Estadísticas al Comercio Exterior (2013) Banguat, Enero 2013. Disponible en:
http://www.banguat.gob.gt/inc/ver.asp?id=/estaeco/ceie/CG/2013/nota_comercio_mensual.htm&e=105187

Rodríguez (2005). Metodología de la Investigación disponibles en:
<http://books.google.com.gt/books?id=r4yrEW9Jhe0C&pg=PA85&dq=tama%C3%B1o+dela+muestra+formula&hl=es-419&sa=X&ei=bdwFVKa5LojKgwT6sYL4AQ&ved=0CEMQ6AEwCA#v=onepage&q=tama%C3%B1o%20dela%20muestra%20formula&f=false>

Sánchez, F. (1992). Materia Prima: Caña de Azúcar. Segunda edición. México: Editorial del Manual Azucarero, S.A. de C.V. 36p.

Subiros, F. (1995). El cultivo de la caña de azúcar. Editorial Universidad Estatal a distancia, San José Costa Rica. Pág. 15

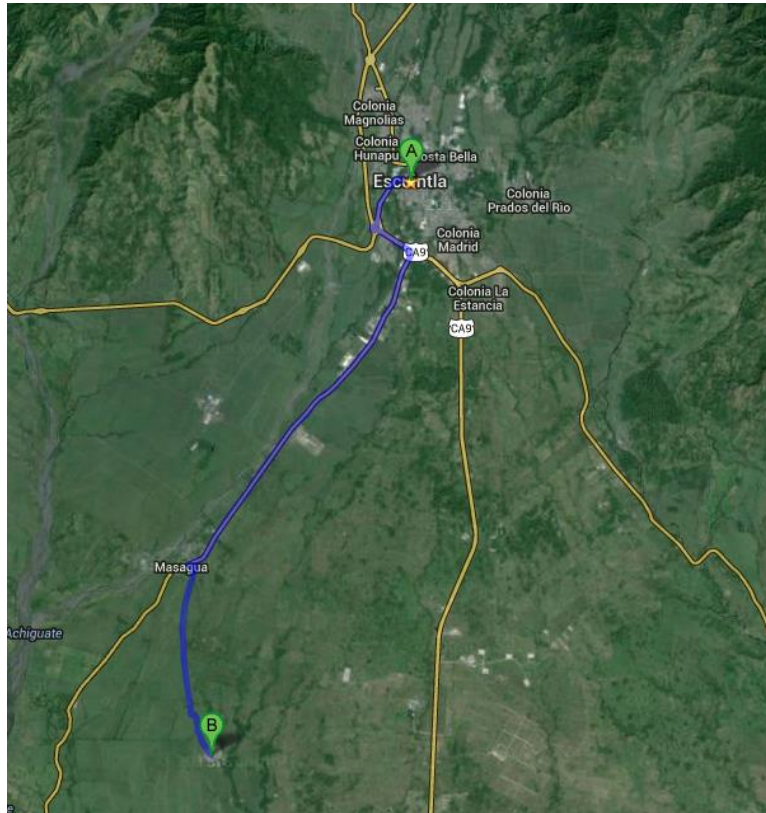
Torres, J., e Isaacs, C. (1995) El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia, CENICAÑA, 1995. PP.131-139.

Ubicación de la agroindustria de Guatemala, (2014) Azasgua. Disponible en:
<http://www.azucar.com.gt/economia.html>

XI. ANEXOS

Anexo 1

Mapa ubicación ingenio Trinidad.



ANEXO 2


Entrevista para determinar el aporte de las evaluaciones agrícolas Ingenio Trinidad.

1. Del Total de la Producción Obtenida coloque un promedio a cada casilla de cuanto es el aporte por actividad en la producción de Ingenio Trinidad.

			Fertilización	35%	
			Riego	45%	
		Manejo	60%	Malezas	20%
			Investigación	20%	
Población	70%				
			Evaluaciones Agrícolas	20%	
Peso de Tallos	30%				

ANEXO 3

Boleta de muestreo de corte de semilla.

	Nombre:	Código:	Versión:
	Boleta de Muestreo de Corte de Semilla	R1.ID3.PM1.GT	
Fecha de aprobación:	Fecha que Rige:	Página: 1 de 1	2


Finca: _____ Lote: _____ Fecha: _____

Variedad: _____ Edad: _____ Destino: _____

	Yemas viables	Yemas Dañadas						Mezcla	Largo cms	Peso Lbs	No. de esquejes	Pacayas
		Mecánico	Corte	Roedor	Lalas	Deshidratadas	Otros					
Muestra 1:												
Muestra 2:												
Muestra 3:												
Muestra 4:												
Muestra 5:												
Muestra 6:												
Muestra 7:												
Muestra 8:												
Muestra 9:												
Muestra 10:												
Muestra 11:												
Muestra 12:												
Muestra 13:												
Muestra 14:												
Muestra 15:												
Promedio Paq.												
Promedio Gral. Paq.												
% Viabilidad de la Semilla: _____												
Observaciones:												

ANEXO 5

Boleta de muestreo en Siembra.

	Nombre:	Código:	Versión:
	Boleta de Muestreo de Yemas		R2.IO1.PM1.GT
Fecha de aprobación:	Fecha que Rige:	Página: 1 de 1	1

Finca: _____ Lote: _____ Fecha: _____

Estaquillado Mts: ___ Ancho de surco _____ Muestra Mts: _____ Variedad: _____

	Yemas Buenas	Yemas Dañadas					
		Mecánico	Corte	Roedor	Lalas	Deshidratada	Otros
Muestra 1:							
Muestra 2:							
Muestra 3:							
Muestra 4:							
Muestra 5:							
Muestra 6:							
Muestra 7:							
Muestra 8:							
Muestra 9:							
Muestra 10:							
Promedio 5mts							
Promedio Mt.							
Promedio Gral.							

% Viabilidad de la Semilla: _____

Observaciones:

ANEXO 6

Valores críticos de la distribución t

<i>Valor de t para un intervalo de confianza de</i>	<i>90%</i>	<i>95%</i>	<i>98%</i>	<i>99%</i>
<i>Valor crítico de t para valores de P de número</i>	<i>0.10</i>	<i>0.05</i>	<i>0.02</i>	<i>0.01</i>
<i>de grados de libertad</i>				
1	6.31	12.71	31.82	63.66
2	2.92	4.30	6.96	9.92
3	2.35	3.18	4.54	5.84
4	2.13	2.78	3.75	4.60
5	2.02	2.57	3.36	4.03
6	1.94	2.45	3.14	3.71
7	1.89	2.36	3.00	3.50
8	1.86	2.31	2.90	3.36
9	1.83	2.26	2.82	3.25
10	1.81	2.23	2.76	3.17
12	1.78	2.18	2.68	3.05
14	1.76	2.14	2.62	2.98
16	1.75	2.12	2.58	2.92
18	1.73	2.10	2.55	2.88
20	1.72	2.09	2.53	2.85
30	1.70	2.04	2.46	2.75
50	1.68	2.01	2.40	2.68
∞	1.64	1.96	2.33	2.58