

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

EVALUACIÓN DE CINCO PROFUNDIDADES DE SIEMBRA
EN CAÑA DE AZÚCAR, EN LA ZONA DE PRODUCCIÓN DEL INGENIO MAGDALENA S.A.
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

DANY FERNANDO CARRANZA DUBÓN
CARNET 20406-04

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

EVALUACIÓN DE CINCO PROFUNDIDADES DE SIEMBRA
EN CAÑA DE AZÚCAR, EN LA ZONA DE PRODUCCIÓN DEL INGENIO MAGDALENA S.A.
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

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

POR
DANY FERNANDO CARRANZA DUBÓN

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
MGTR. RICARDO ARMANDO MORALES RAMÍREZ

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN
MGTR. ADÁN OBISPO RODAS CIFUENTES
ING. JUAN CARLOS BARRUNDIA REYES
LIC. GUITI MANUEL GAMBOA SANTOS

Escuintla, julio de 2014

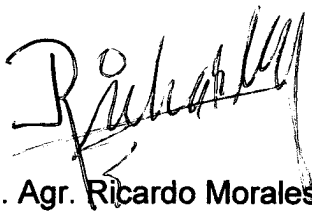
Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente.

Estimados Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Dany Fernando Carranza Dubón, que se identifica con carné 20406-04, titulado: Evaluación de cinco profundidades de siembra en caña de azúcar, en la zona de producción del Ingenio Magdalena, finca Polonia, La Democracia, Escuintla.

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. Agr. Ricardo Morales
Colegiado No. 2880



**Universidad
Rafael Landívar**
Tradición Jesuita en Guatemala

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06163-2014**

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Sistematización de Práctica Profesional del estudiante DANY FERNANDO CARRANZA DUBÓN, Carnet 20406-04 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Escuintla, que consta en el Acta No. 0651-2014 de fecha 13 de agosto de 2014, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**EVALUACIÓN DE CINCO PROFUNDIDADES DE SIEMBRA
EN CAÑA DE AZÚCAR, EN LA ZONA DE PRODUCCIÓN DEL INGENIO MAGDALENA S.A.**

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 2 días del mes de septiembre del año 2014.



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



AGRADECIMIENTOS

A:

Dios que me dio la vida, la sabiduría y la bendición de superarme.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte de mi formación.

Mí asesor Ing. Agr. Ricardo Morales por su valiosa asesoría, revisión y corrección de la presente Sistematización de Práctica Profesional.

Ing. Agr. Adan Rodas por su apoyo, asesoría, revisión y corrección de la presente.

DEDICATORIA

A:

Dios: Por su fidelidad, misericordia y fuente de fortaleza.

Mis Padres: Walter Carranza y Lidia Dubón por su digno ejemplo y su incondicional esfuerzo por darme la oportunidad de una formación profesional.

Mi Esposa: Cinthia Samayoa por su apoyo incondicional y su comprensión.

Mis Hijas: Melany Sofía y Maylin Samanta por ser la razón de mi esfuerzo, mi felicidad y la motivación constante de superación.

Mis Hermanos: Por su amistad, cariño y buenos momentos que hemos compartido juntos.

Mis Amigos: Por su apoyo, compañía y formar parte de mi desarrollo integral, con mucho aprecio.

ÍNDICE

	Página
CONTENIDO	
RESUMEN	i
SUMMARY	li
I INTRODUCCIÓN	1
II ANTECEDENTES	2
2.1 REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1.1 Descripción de la caña de azúcar	2
2.1.2 El proceso de la caña de azúcar	3
2.1.3 Desarrollo vegetativo de la caña de azúcar	9
2.1.4 Condiciones para la brotación de yemas	10
2.2 LOCALIZACIÓN	13
2.2.1 Condiciones climáticas	13
2.2.2 Características edafológicas	13
2.3 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA INSTITUCIÓN ANFITRIONA	13
2.3.1 Área administrativa	14
2.3.2 Área de recursos humanos	15
2.3.3 Área agrícola	15
2.3.4 Área industrial	16
III JUSTIFICACIÓN	17
IV VARIABLES DE ESTUDIO	18
V OBJETIVOS	19
5.1 GENERAL	19
5.2 ESPECÍFICOS	19
VI PLAN DE TRABAJO	20
6.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO ESPECÍFICA	20
6.1.1 Área agrícola	20
6.2 PROGRAMA DESARROLLADO	20
6.2.1 Diseño experimental y modelo estadístico	20
6.2.2 Unidad experimental	21
6.2.3 Manejo del experimento	21
6.3 METAS PROPUESTAS	24

	Página
6.4 TOMA DE DATOS	24
6.5 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	24
VII RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
7.1 NÚMEROS DE BROTES POR TRATAMIENTO	25
7.2 PERÍODO DE BROTE	27
7.3 PORCENTAJE DE GERMINACIÓN	29
VIII CONCLUSIONES	31
IX RECOMENDACIONES	32
X BIBLIOGRAFÍA	33
XI ANEXOS	35

ÍNDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1	Brotaciones por profundidad de tapado	25
Cuadro 2	Resumen de la prueba de Shapiro Wilks	26
Cuadro 3	Resumen del análisis de varianza de las profundidades de siembra	26
Cuadro 4	Resumen de Tukey para el número de brotes de caña de azúcar por 5 metros lineales, a los 35 días después de la siembra, en la zona de producción del Ingenio Magdalena	27
Cuadro 5	Período de brotación a la quinta semana	28
Cuadro 6	Porcentajes de germinación por semana	29

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Sistema radicular de caña de azúcar	2
Figura 2	Organigrama del Ingenio Magdalena S.A.	14
Figura 3	Período de brotación	28
Figura 4	Porcentaje de germinación semanal	30
Figura 5	Siembra de semilla	35
Figura 6	Tapado de semilla	35
Figura 7	Mapa de Administración Buganvilia, a donde corresponde finca Polonia	36
Figura 8	Mapa de la finca Polonia, lugar donde se estableció el Ensayo	37
Figura 9	Corte de semilla	38
Figura 10	Paquete de semilla	38
Figura 11	Paquete de semilla por estaca y siembra	39
Figura 12	Aplicación de herbicida con aguilones	39
Figura 13	Fabricación de trampas para chinches	40
Figura 14	Trampas para chinches	40

EVALUACIÓN DE CINCO PROFUNDIDADES DE SIEMBRA EN CAÑA DE AZÚCAR, EN LA ZONA DE PRODUCCIÓN DEL INGENIO MAGDALENA.

RESUMEN

En la zona de producción del Ingenio Magdalena S.A, una problemática de importancia es la brotación tardía de la caña; para contrarrestar dicha limitante, en la finca Polonia se evaluó el efecto de seis profundidades de siembra. Las variables de estudio fueron: el número de brotes por tratamiento, período de brotación y el porcentaje de germinación. Las profundidades de siembra evaluadas fueron 3, 6, 9, 12, y 15 centímetros, con un testigo modal del ingenio que consistió en cubrir de 10 a 15 centímetros aproximadamente porque se realizó de forma arbitraria sin medir. Cada profundidad constituyó un tratamiento y se evaluaron bajo un diseño experimental de bloques completos al azar, con 6 repeticiones; las unidades experimentales correspondieron a 5 metros lineales por tratamiento. En cada unidad experimental se sembraron 50 yemas. Se concluyó que estadísticamente las profundidades de siembra de 6, 9 y 3 centímetros fueron las que produjeron un mayor número de brotes, en un menor período de brotación. El tratamiento menos recomendable fue el de 15 centímetros de profundidad; la profundidad de tapado de 6 centímetros presentó el mayor porcentaje de germinación de 89.33% y la profundidad de 15 centímetros el menor con 36.67%. Se recomienda en siembra manual y mecanizada enterrar la semilla con un rango de 3 a 9 centímetros; también se recomienda realizar estudios sobre el acame de la caña de azúcar cuando se realizan siembras superficiales.

EVALUATION OF FIVE PLANTING DEPTHS IN SUGAR CANE, IN THE PRODUCTON AREA OF MAGDALENA MILL

SUMMARY

In the production area of the Magdalena S.A mill, the delayed shooting of sugarcane is a significant problem. To reduce such limitation, the Polonia farm evaluated the effect of six planting depths. The studied variables were: number of shoots per treatment, shooting period, and germination percentage. The evaluated planting depths were: 3, 6, 9, 12, and 15 centimeters, with the mill's check that consisted of covering between 10 and 15 centimeters because it was done arbitrarily, without measuring. Each depth represented a treatment and was evaluated using a complete randomized block design with 6 replicates. The experimental units consisted of 5 linear meters per treatments. Fifty buds were planted in each experimental unit. It was concluded that statistically the planting depths of 6, 9 and 3 centimeters yielded the higher amount of shoots in a shorter time period. The least recommendable treatment was that of 15-centimeter depth; the covering depth of 6 centimeters showed the highest germination percentage, with 89.33%, and the 15-centimeter depth as the lowest, with 36.67%. It is recommended to bury the seed at a range of 3 to 9 centimeters in manual as well as mechanized planting. It is also recommended to carry out studies on the use of sugarcane lodging when carrying out superfluous plantings.

I. INTRODUCCIÓN

La producción azucarera de Guatemala ha aumentado el nivel de importancia, debido a que durante la última década, el consumo del azúcar ha crecido notablemente. El incremento de las exportaciones de la agroindustria ha colocado al azúcar como el segundo renglón más importante de la economía del país, en lo que a generación de divisas se refiere. Las exportaciones de azúcar de Guatemala subieron un 101 por ciento en mayo del 2012, frente al mismo mes del ciclo anterior a 259,706 toneladas (ASAZGUA, 2012).

La agroindustria azucarera guatemalteca representa el 29.83 % del valor total de la exportación agrícola guatemalteca y 13.91 % de las exportaciones totales del país. Es el segundo sector económico que más divisas genera; durante el año 2011 el azúcar y la melaza produjeron un ingreso de US\$ 702.9 millones (ASAZGUA, 2012).

En la zona de producción del Ingenio Magdalena, S.A., una problemática de importancia es la brotación tardía de caña; un aspecto a tomar en cuenta fue que las semillas mayores de 10 meses de edad tienen yemas corchosas y contienen auxinas que retrasan su germinación, la inhiben o la debilitan, y sumado a esto el rango óptimo de brotación se obtiene cuando se siembran los esquejes entre el segundo y quinto día después del corte de la caña (Buenaventura, 1990).

El presente trabajo se enfocó en la evaluación de profundidades de siembra de la caña de azúcar y las diversas labores que se ejecutaron para el desarrollo del cultivo, las cuales fueron: estudios preliminares, adecuación de tierras, preparación de suelos, siembras y mantenimiento de la caña.

II. ANTECEDENTES

2.1 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.1 Descripción de la caña de azúcar

La caña de azúcar es una poacea, caracterizada porque durante su desarrollo forma un sistema vegetativo subterráneo, del cual nace gran número de tallos y a los cuales en conjunto se le llama “cepa” (Flores, 1976).

En CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar), describen la morfología de la caña de azúcar de la siguiente forma: El sistema radicular se presenta de dos formas, los primordios radiculares que tienen un período de vida de 30 a 40 días, y las raíces permanentes, que brotan de los tallos o macollos, que se forman a partir de los esquejes (CENGICAÑA, 1994).

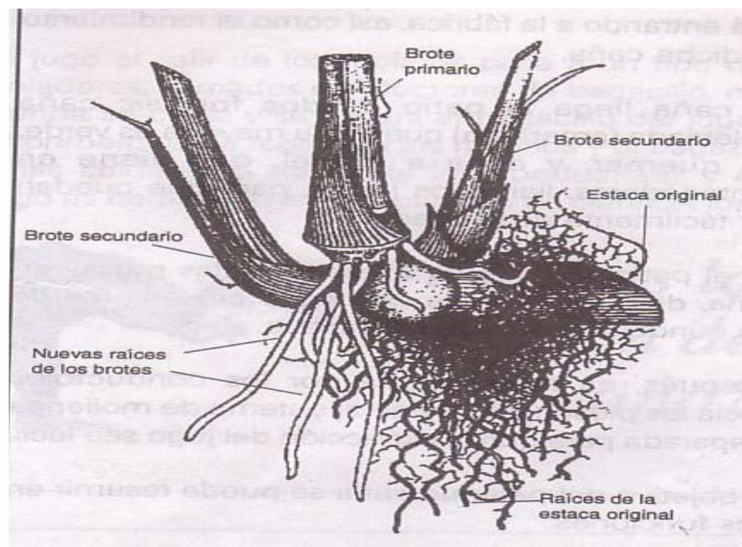


Figura 1. Sistema radicular de caña de azúcar.

El tallo es la parte aprovechable donde se almacena la sacarosa, se presentan un número de tallos de 10 a 18 por metro lineal, lo cual da una población de 60 a 70 mil tallos por hectárea (CENGICAÑA, 1994). El tallo está formado por una serie de nudos separados por los entrenudos, donde se localizan las yemas (Flores, 1976).

Las hojas se originan de cada nudo y están distribuidas en forma alterna en el tallo, la hoja está formada por la lámina foliar y por la vaina, ambas unidas por el cuello en el cual se ubica la lígula. Cuando la vaina tiene buen deshoje se facilita la cosecha de la caña y se llevan menos impurezas en la caña (CENGICAÑA, 1994).

La inflorescencia es una panícula espigada sedosa, constituida por un eje principal donde se insertan las espiguillas, dispuestas por pares en cada articulación, donde se encuentra la flor, la cual es hermafrodita con tres anteras y un ovario con dos estigmas (CENGICAÑA, 1994).

2.1.2. El proceso de la caña de azúcar

La caña de azúcar es un cultivo de las zonas tropicales y su explotación ha constituido una de las principales actividades económicas de Guatemala, debido a la diversidad de productos finales que de ella se derivan. Para la Asociación de Azucareros de Guatemala, en el cultivo de la caña de azúcar se pueden identificar tres grandes grupos de actividades que se realizan en el campo: a) siembra del cultivo; b) manejo de la plantación y c) cosecha (AZASGUA, 2012).

Cada una de estas actividades es de suma importancia para obtener altos rendimientos productivos. En el cultivo de la caña de azúcar es importante la producción por año y el tiempo de renovación de la plantación, un cañal es renovado cuando su producción es menor de 60 toneladas por hectárea (Flores, 1976).

a) Siembra del cultivo: se derivan tres fases importantes: adecuación de la tierra, preparación de tierras y manejo agronómico en la siembra (AZASGUA, 2012).

Adecuación de la tierra: Se define como la acción de proporcionar y acomodar las condiciones del terreno para el cultivo de caña de azúcar (Guerra, 1992). Se inicia con el diseño del campo, tomando en cuenta el sistema de cosecha. Se define el número y tamaño de los sectores y los lotes, la longitud y dirección de los surcos y el diseño de la infraestructura de riegos, drenajes, accesos y salidas (AZASGUA, 2012).

Si el área es nueva deben eliminarse, árboles, piedras, infraestructura en desuso o cualquier otro tipo de obstáculo para la operación de la maquinaria, para ésta labor se utiliza maquinaria con buldózer, excavadoras, tractores agrícolas y camiones de volteo, al contar con el área sin obstáculos se realiza un levantamiento topográfico detallado, se elabora el plano topográfico sobre el cual se realiza el diseño de la finca en función del riego, drenaje agrícola y cosecha, para posteriormente trazar la nueva configuración de la finca (Guerra, 1992).

La siguiente actividad es la construcción de canales y zanjas que servirán como drenajes en cualquier época del año, y en los casos en que el área tenga déficit de humedad, se procede a la construcción de canales de riego (AZASGUA, 2012).

Es necesario garantizar los accesos inmediatos que permitan cumplir con las regulaciones del transporte de caña. Para ello se procede con la contribución de vías de acceso, las cuales pueden ser caminos nuevos, puentes y pasos temporales o fijos (AZASGUA, 2012).

En algunos casos se incorpora compost a los suelos para proporcionar nutrientes y aumentar la capacidad de retención de agua, evitando así la erosión. El compost es cachaza (residuos resultantes de la molienda), la cual se somete a un proceso que por su composición es útil como fertilizante (AZASGUA, 2012).

Preparación de tierras: Con la preparación de tierras se desarrollan las labores de labranza mecanizada necesarias para disponer los suelos para la siembra de la caña de azúcar. Una vez adecuada la tierra se inicia con la preparación del suelo. La caña de azúcar requiere de una adecuada preparación del suelo, que consiste en una serie de labores mecanizadas para roturar, desmenuzar el suelo y el subsuelo que permita a las raíces desarrollarse eficientemente, evitar problemas de drenaje, aprovechar la humedad y exponer las larvas ocultas (Chaparro, 2002). Consiste en dejar una cama de germinación de la semilla en buenas condiciones incluyendo un subsolado, el volteo con arado de discos reversibles, rastreo y finalmente se inicia con las labores de

surqueo estaquillado, que facilitan la distribución de semillas en el área de siembra (AZASGUA, 2012).

Con la preparación de tierras se desarrollan las labores de labranza mecanizada necesarias para disponer los suelos para la siembra de la caña de azúcar (Chaparro, 2002).

- **Subsolado:** en labranza mínima se realiza cinco días después de la aplicación del herbicida, para labranza convencional de uno a dos días después del paso de la rastra, el implemento va a una profundidad de 40 a 60 centímetros, con subsoladores de 3 cinceles, distanciados a 1.5 metros (AZASGUA, 2012).
- **Arado:** realiza una doble función, elimina la caña vieja y prepara el suelo para la siembra, dejándolo suelto, permitiendo una mejor aireación (AZASGUA, 2012).
- **Rastreo:** afloja el suelo dejándolo listo para surquear y elimina caña vieja, dejando limpio el terreno para la nueva siembra (AZASGUA, 2012).
- **Surqueo:** consiste en abrir los surcos para depositar la semilla, una vez sembrada y tapada, los mismos surcos servirán como canales de conducción de agua para riego (Chaparro, 2002), se realiza de uno a dos días del rastreo, el implemento cuenta con dos surqueadores tipo tiburón, cada uno a una distancia de 1.5 metros, el implemento va a una profundidad de 25 a 30 centímetros (AZASGUA, 2012).
- **Estaquillado y tarjeteado:** se realiza a cada cinco surcos y consiste en dejar una estaca a cada 10 metros generalmente, también se utilizan otros distanciamientos que consisten entre los 7 y 8 metros. Cada estaca tiene una tarjeta con la información de la cantidad de paquetes de semilla que se dejan por estaca, para luego distribuirlos dentro de los surcos (AZASGUA, 2012).

Manejo agronómico en la siembra: Se utiliza semilla que proviene de semilleros básicos o comerciales, la cual se procede a colocar en forma manual en los surcos, es una etapa especial en el programa operacional de la siembra, porque permite obtener material de buena calidad, facilita una rápida germinación, buen vigor y macollamiento, una mayor homogeneidad en la plantación; una mayor vida y altas posibilidades de tener una plantación con elevada capacidad productiva (Soto, 1995).

La densidad de la siembra depende del distanciamiento del estaquillado y la calidad de la semilla o por fines de investigación. La semilla (variedad a utilizar) va de acuerdo al suelo y condiciones climáticas del área a que se destine (AZASGUA, 2012).

- Corte de semilla: es de forma manual y los cortadores forman paquetes con 30 esquejes de caña de 60 centímetros de largo, los cuales son amarrados con cogollos de la misma caña cortada, cada jornalero corta 150 hasta 160 paquetes por día (AZASGUA, 2012).
- Transporte y descargue de semilla: se realiza en camiones con capacidad para 1,000 paquetes por viaje, cada camión cuenta con un equipo de 4 jornaleros en carga y descarga del vehículo, luego los paquetes de semilla se distribuyen de acuerdo al estaquillado (AZASGUA, 2012).
- Siembra manual: consiste en la distribución manual de los esquejes de caña en los surcos, por lo general se siembran los esquejes de forma triple o tetra, traslapadamente en el surco, el proceso de siembra continúa con el tapado de la semilla y posteriormente la adición de uno o dos riegos para estimular la germinación de las yemas (Soto, 1995).
- Tapado de semilla: se realiza un día después de la siembra, de forma mecanizada con una tapadera con capacidad para 4 surcos por tapada o de forma manual con azadón (AZASGUA, 2012).

b) Manejo de plantación: Las labores de manejo de plantación son aquellos que se realizan para proporcionar al cultivo las condiciones adecuadas para su desarrollo y crecimiento (AZASGUA, 2012).

Fertilización: Es la aplicación de nutrientes químicos y orgánicos al suelo para el aprovechamiento del cultivo. Es uno de los factores que definen la productividad del cultivo. Usualmente se realiza en forma mecánica, excepto en condiciones donde se realiza en forma manual (AZASGUA, 2012). La caña de azúcar extrae algunas cantidades de estos elementos para producir una tonelada de caña, los promedios de varias revisiones son los siguientes en kilogramos por tonelada de caña: Nitrógeno 1.09, Fósforo 0.24, Potasio 1.90, Calcio 0.37, Magnesio 0.30 y Azufre 0.41 (Soto, 1995).

Riegos: Los diferentes métodos de riego: aspersión, gravedad y mecánicos, los cuales se realizan después de la fertilización, aproximadamente 35 días después del corte (AZASGUA, 2012).

Control de malezas: Se utilizan diferentes tipos de herbicidas, de acuerdo al tipo y desarrollo de la maleza, aplicándolos con aguilonos o aspersores de presión constante. El control de malezas va dirigido a disminuir la presencia de malezas en el período crítico de competencia, el cual termina cuando la caña tiene 90 centímetros de altura y los tallos posean entre 8 y 12 horas, el período crítico se encuentra entre 15 y 120 días en caña recién sembrada y entre 15 y 90 días en caña soca (Soto, 1995).

Control de plagas y enfermedades: Este control reviste importancia significativa en la obtención de excelente materia prima para su procesamiento. El enfoque está dirigido al control preventivo, que inicia con el tratamiento térmico de la semilla, así como la liberación de productos biológicos (insectos, hongos y virus) y la prevención o control de diferentes plagas, principalmente de chinche salivosa (*Aeneolamia spp*) y el gusano barrenador (*Diatraea spp*) (AZASGUA, 2012).

Aplicaciones aéreas: La aplicación de inhibidores de floración, fertilizantes, insecticidas y madurantes es una práctica que se rige a las normativas ambientales del país, a través de la Asociación de Azucareros de Guatemala (AZASGUA, 2012).

c) Cosecha: Las labores de cosecha se realizan a partir del mes de noviembre hasta finales de abril, período que coincide con la época seca. Esta actividad se realiza bajo un programa que debe ajustarse cada mes de acuerdo al estado de maduración del cultivo, el cual es inducido o se da por madurez fisiológica (AZASGUA, 2012).

La cosecha de la caña puede dividirse según sea el tipo: cosecha manual y cosecha mecanizada que en ambos casos puede ser en verde o quemado, esto quiere decir que previo a la misma, la caña puede o no quemarse (Soto, 1995). La cosecha manual es realizada por personas, conocidos como cortadores de caña, quienes pueden cortar alrededor de 6 toneladas de caña en un día de trabajo y aproximadamente el 75% de la caña cosechada en Guatemala se corta con ésta metodología, el restante 25% se realiza con cosechadoras mecánicas que pueden cosechar hasta 800 toneladas de caña en un día (AZASGUA, 2012).

Quema: Esta actividad facilita la labor del cortador, aumentando su eficiencia toneladas/día/hombre y disminuye la cantidad de basura, permitiendo mayor rendimiento de azúcar por toneladas de caña. Se toman en cuenta las normas del país, divulgadas por la Asociación de Azucareros de Guatemala (AZASGUA, 2012).

Corte manual: Se realiza quemando la caña o corte en verde. Este último se realiza cuando el área de corte se encuentra cerca de centros urbanos, industriales y bajo tendidos eléctricos; la ventaja que ofrece es que se puede cortar a ras del suelo y facilita la selección de las cañas molederas (AZASGUA, 2012).

Corte mecanizado: Este tipo de corte representa una alternativa para la tecnificación de la cosecha de caña de azúcar. Sin embargo, tiene desventajas; presenta un alto contenido de materia extraña, no se puede utilizar en áreas rocosas o con pendientes

pronunciadas, requiere crecimiento erecto y fácil deshoje. Entre sus ventajas está el que requiere un número reducido de personal (AZASGUA, 2012).

Alce y movimiento interno: El alce es la actividad de levantar en forma mecánica, contabilizar y acomodar la caña en los contenedores diseñados especialmente para esta labor. Son tipo jaulas, las cuales se trasladan al lugar de alce para que sean llenadas y luego regresarlas al punto de enganche (AZASGUA, 2012).

Transporte de caña de azúcar: Es la labor de movilizar las jaulas del área de corte hacia el ingenio. Existen diferentes combinaciones de jaulas: Dobles, triples y tetras, las cuales se utilizan de acuerdo a la ubicación, distancia y tipo de carretera nacional o particular que se transite (AZASGUA, 2012).

2.1.3 Desarrollo vegetativo de la caña de azúcar

a) Periodo de brotación de yemas: La brotación es un proceso mediante el cual el estado latente de crecimiento se transforma en estado activo y se da en las zonas meristemáticas no diferenciadas, llamadas yemas, éstas se desarrollan formando paulatinamente una planta (Flores, 1976).

El hecho por el que las yemas no entran en actividad mientras la planta se encuentra enraizada al suelo, es que el meristemo apical ejerce dominancia, produciendo una hormona que hace que se inhiba la brotación lateral (la hormona se produce en la raíz y se transloca hacia el meristemo, a esto se le llama dominancia apical). Al cortarse los esquejes o eliminar el cogollo se rompe la dominancia apical y las yemas laterales pueden brotar (Flores, 1976).

b) Fisiología de la brotación: La caña cortada comienza a invertir su sacarosa cambiando a productos no cristalizados, glucosa y fructosa, debido a la enzima invertasa producida por la bacteria *Leuconostae*. El contenido de glucosa en la semilla de la caña de azúcar tiene influencia directa en la brotación. Así, la planta necesita

invertir parte de la sacarosa para suplir una necesidad como es el caso de la brotación de yemas de caña por el estímulo externo que cesa la dominancia apical. Cuando la caña florece, consume los azúcares reductores del cogollo, y si no se corta oportunamente, comienza a invertir sacarosa para el desarrollo de las yemas superiores, lo que aumenta el porcentaje de la glucosa al momento del corte (Buenaventura, 1990).

Las semillas mayores de 10 meses de edad tienen yemas corchosas y contienen auxinas que retrasan su germinación, la inhiben o la debilitan. Además, corresponden a entrenudos ricos en sacarosa que no alcanzan a invertir para acelerar la brotación. Mientras más largo sea el trozo de semilla, más se retarda la brotación de yemas por efecto de dominancia apical (Buenaventura, 1990).

c) Periodo de amacollamiento: Es el proceso de crecimiento de los nuevos brotes que formarán la cepa. La plantía que nació de la yema original va formando sus nudos y entrenudos, los cuales a su vez tienen yemas y primordios radiculares, debido a las condiciones favorables de temperatura y humedad se promueve la brotación de dichas yemas, las que dan lugar a nuevos tallos y así sucesivamente va incrementando gran número de plantías, hasta que se forma la cepa (Flores, 1976).

2.1.4 Condiciones para la brotación de yemas

Según Buenaventura (1990), las condiciones que determinan la brotación de yemas de caña de azúcar son:

a) Métodos de cultivo para promover la brotación: Los factores para tener una buena brotación son:

- Semilla de buena calidad, proveniente de semilleros con edad entre 6 y 10 meses.
- Tiempo entre el corte y la siembra (24-30 horas).

La mayor brotación se obtiene cuando se siembran los esquejes entre el segundo y el quinto día después del corte de la caña, del sexto día en adelante la brotación baja drásticamente (Buenaventura, 1990).

- Preparación del suelo. La caña de azúcar requiere de una adecuada preparación del suelo que permita a las raíces desarrollarse eficientemente y evitar problemas de drenaje.
- Humedad del suelo. Durante el período de brotación se debe asegurar la humedad en los primeros 25 a 30 centímetros del suelo.
- Tapado de los esquejes. Para evitar pérdidas en la brotación, en suelo con buen drenaje el tapado puede hacerse con una capa de 5 a 15 centímetros de suelo. En suelos húmedos y con mal drenaje el tapado de los esquejes debe ser lo más delgado posible (máximo 5 centímetros).
- Saneamiento de los esquejes. Deben estar libres de plagas y enfermedades (Buenaventura, 1990).

b) Efecto de la temperatura para la brotación: Los índices de temperatura ambiental para el mejor desarrollo de la caña son:

- Temperatura para brotación 32 a 38 °C
- Temperatura para crecimiento y absorción de nutrientes 27 °C
- Temperatura para un desarrollo normal 21 a 38 °C

Las plantas retardan su crecimiento entre 10 y 21 °C, sus funciones fisiológicas se paralizan a menos de 10 °C y se producen daños irreversibles a menos de 2 °C (Flores, 1976).

Las bajas temperaturas reducen el porcentaje de brotación y crean condiciones ideales para el ataque de organismos patógenos, resultando gran mortandad de las plántulas (Barnes, 1974).

En la mayoría de cultivares el porcentaje de brotación decrece en relación directa a la disminución de la temperatura y se necesitan alrededor de 8 días para obtener un 50% de brotación a 30 °C, de 8 a 25 días a 26 °C y de 36 días a 18 °C. También se concluye que cuando la temperatura decrece, no sólo la absorción de agua por esquejes disminuye debido al incremento en la resistencia al flujo del agua, sino también a la reducción debido a que la actividad de las enzimas involucradas en el proceso de brotación decrece (Victoria y Calderón, 1995).

c) Efecto de la humedad en la brotación: La humedad óptima del suelo y temperatura ambiental para brotación es de -0.3 bares y 30 grados centígrados. La tasa de brotación de todos los cultivares disminuye a medida que baja el potencial de humedad, esto debido a efectos de la disponibilidad de agua y la rapidez con que ésta se mueve. Las diferencias de brotación entre variedades bajo las mismas condiciones de humedad del suelo se deben a las diferencias de conductividad hidráulica epidermal, a la diferencia en la cantidad de agua requerida para activar enzimas responsables de invertir la sucrosa en azúcares y a la diferencia de concentraciones de sucrosa y azúcares reductores en los esquejes (Yang y Chen, 1980).

La cantidad y dinámica de movimiento del agua desde el suelo hacia las yemas puede incrementarse de acuerdo al requerimiento progresivo de las yemas; bajo condiciones de saturación de humedad la caña no presenta brotación alguna, debido a la escasez de oxígeno, pues durante el período de brotación los esquejes tienen una alta actividad respiratoria y el oxígeno puede consumirse en un tiempo relativamente corto (Victoria y Calderón, 1995).

La cantidad de oxígeno disponible en el suelo afecta a la brotación más seriamente que el estrés por humedad. Los requerimientos de agua varían según el lugar, en climas templados cálidos necesita de 3.8 a 8.6 mm/día, y de 4.8 a 8.9 mm/día en climas cálidos; los vientos deben ser de moderados a lentos, especialmente en cañas de porte alto. La caña se produce idealmente en suelos francos, bien drenados y con alto

contenido de materia orgánica, el pH ideal es de 6.5 a 7 y en suelos arenosos se dan problemas por acame (Flores, 1976).

2.2 LOCALIZACIÓN

Ingenio Magdalena se encuentra ubicado en la finca Buganvilia, en jurisdicción de la Democracia, Escuintla, a 106 kilómetros de la ciudad capital. Colinda al norte con la finca San Patricio, al este con la finca Santa Mónica, con la carretera de terracería que conduce al parcelamiento Los Ángeles, y al sur con la finca Santa Ricarda.

Está ubicado en las coordenadas 14° 07' 13" latitud norte y 90° 55' 43" longitud oeste, con una altura de 48 msnm. Presenta una precipitación anual de 2500 a 4000 mm. La temperatura oscila entre 27 °C y 32 °C (Orozco, Soto, Pérez, Ventura y Recinos, 1995).

2.2.1. Condiciones climáticas

El clima según la metodología de Thornthwaite, es cálido, sin estación fría bien definida, clima húmedo, vegetación característica: bosque, el tipo de distribución de lluvia: con invierno seco (Corea, 2008).

2.2.2. Características edafológicas

La finca Buganvilia cuenta con suelos entisoles, que se pueden describir como no evolucionados, de perfil AC, muy permeables, de textura gruesa, presenta déficit de agua en verano (Corea, 2008).

2.3 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA INSTITUCIÓN ANFITRIONA

Ingenio Magdalena es una empresa productora de caña de azúcar, que transforma y comercializa productos de mayor valor como azúcares en diferentes tipos, alcohol, energía eléctrica y alimentos proteínicos para uso animal. Siendo un grupo agroindustrial que se distingue por su mejora continua, que por medio de la innovación y diversificación de productos garantiza crecimiento y rentabilidad sostenible para sus accionistas y colaboradores, a través del desarrollo del personal y tecnología, garantizando la satisfacción de sus clientes, que a través de la eficiencia, rentabilidad,

crecimiento, diversificación de actividades y creación de fuentes de trabajo, cubren las necesidades de los clientes con productos de calidad e inocuidad garantizada. Su organización se muestra en la figura 2.

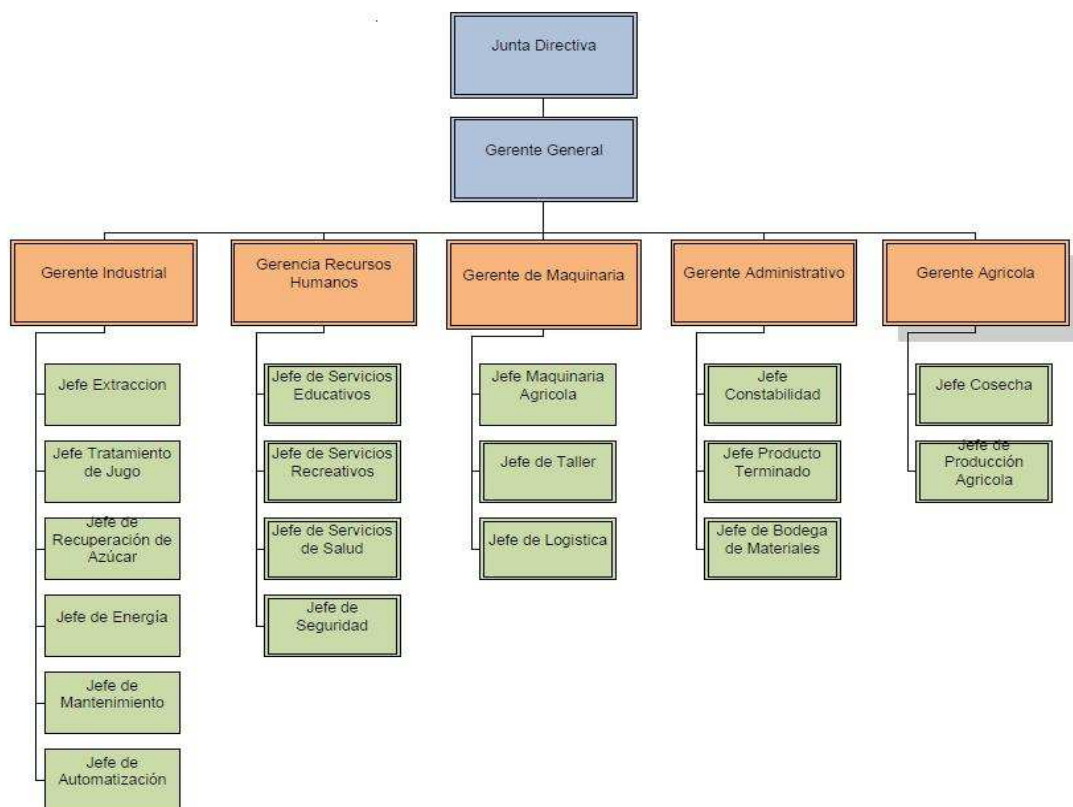


Figura 2. Organigrama del Ingenio Magdalena S. A.

2.3.1 Área Administrativa

Esta área se encarga del manejo de los aspectos financieros necesarios para la operación, suele requerir divisiones de apoyo para llevar a cabo sus actividades, tales como: División de Administración y Finanzas; quienes se encargan de realizar todo lo referente al manejo contable, manejo de los productos y el sistema de pagos. Existen otras áreas de apoyo, División de Informática, quien vela del diseño de los sistemas computarizados, a través de los cuales se procesa, archiva y analiza la información en

forma rápida y confiable. Y por último se puede mencionar otra área: División de Materiales y Suministros; se encarga de proveer todos los insumos necesarios para la operación.

2.3.2 Área De Recursos Humanos

Esta área es la encargada del desarrollo de las condiciones adecuadas para contar con personal altamente productivo y satisfecho para el desarrollo eficiente de las operaciones del Ingenio.

2.3.3 Área Agrícola

Esta área tiene a su cargo la responsabilidad de proveer la materia prima al ingenio (caña de azúcar), aquí deben desarrollarse todas las clases de técnicas vanguardista para garantizar el mayor rendimiento y buena calidad de la caña de azúcar.

El área agrícola desarrolla dentro de la industria azucarera diversas actividades, de las cuales se pueden mencionar, en la preparación de terrenos para siembras varían de acuerdo a la topografía, suelos y condiciones climáticas, pero básicamente las operaciones incluyen: uno o dos pasos de subsuelo, uno de arado y surqueo. El área agrícola desarrolla las variedades de caña a sembrar para la zafra, en su mayoría la variedad en la caña va a determinar el rendimiento que se le pueda extraer kilogramos de azúcar por tonelada de caña.

El riego es operación vital dentro del área agrícola y toda el agua utilizada proviene de fuentes naturales (ríos), utilizando sistemas de riego por gravedad y por aspersión por gravedad y bombeo. La cosecha se realiza entre los 10 y 12 meses de edad, un 70% del total de la caña se quema, es cortada a mano o mecánicamente, y alzada también mecánicamente.

2.3.4 Área Industrial

El área industrial forma parte del desarrollo de la producción eficiente de azúcar y subproductos de calidad, la cogeneración de energía eléctrica y la preservación y mejora del medio ambiente.

El área industrial tiene como función principal realizar la extracción y la recuperación de la sacarosa; como resultado del proceso de extracción de la sacarosa se generan subproductos, del bagazo se desarrolla la generación de energía y alcohol a partir de la melaza.

III. JUSTIFICACIÓN

En la zona de producción de Ingenio Magdalena, un problema de importancia es la brotación tardía de caña (5 a 7 días), un aspecto a tomar en cuenta es que la semillas mayores de 10 meses de edad tienen yemas corchosas y contienen auxinas que retrasan su germinación, la inhiben o la debilitan, y sumado a esto el rango óptimo de brotación se obtiene cuando se siembran los esquejes entre el segundo y quinto día después del corte de la caña.

El presente trabajo se orientó a la evaluación de profundidades de siembra de la caña de azúcar, las labores que se ejecutan para el desarrollo del cultivo, las cuales son: estudios preliminares, adecuación de tierras, preparación de suelos, siembras y mantenimiento de la caña.

IV. VARIABLES DE ESTUDIO

- **Número de brotes por tratamiento:** Se cuantificó el número de brotes o plántulas por tratamiento, hasta los 35 días después de la siembra, por la aparición de los brotes secundarios los monitoreos se realizaron semanalmente.
- **Período de brotación:** Se determinó el período de brotación de la caña de azúcar para diferentes profundidades de siembra.
- **Porcentaje de germinación:** Se hicieron monitoreos semanales, hasta los 35 días después de la siembra.

V. OBJETIVOS

5.1 GENERAL

Evaluar el efecto de cinco profundidades de siembra, sobre la brotación de caña de azúcar, en la zona de producción del Ingenio Magdalena.

5.2 ESPECÍFICOS

- Identificar la profundidad de siembra que permita el mayor número de brotes por metro lineal.
- Determinar el período de brotación de la caña de azúcar para diferentes profundidades de siembra.
- Cuantificar el porcentaje de germinación, al utilizar cinco profundidades de siembra.

VI. PLAN DE TRABAJO

6.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO ESPECÍFICA

6.1.1 Área Agrícola

Es un equipo multidisciplinario, futurista y dinámico, cuyo objetivo fundamental es el aprovechamiento integral sostenible de los recursos naturales para la producción de la caña de azúcar. Atiende desde la siembra de la caña de azúcar hasta su transporte hacia el ingenio.

El área agrícola desarrolla dentro de la industria diversas actividades, de las cuales se pueden mencionar: Preparación de suelos, siembra de caña de azúcar, riego, fertilización y el manejo integrado de plagas.

6.2 PROGRAMA DESARROLLADO

En la zona de producción de Ingenio Magdalena, un problema de importancia es la brotación tardía de caña un aspecto a tomar en cuenta es que la semillas mayores de 10 meses de edad tienen yemas corchosas y contienen auxinas que retrasan su germinación, la inhibe o la debilitan y sumado a esto el rango óptimo de brotación se obtiene cuando se siembran los esquejes entre el segundo y quinto día después del corte de la caña.

Para contribuir a contrarrestar dicha limitante, se evaluó el efecto de distintas profundidades de siembra, teniendo como variables respuesta el número de brotes por 5 metros lineales de caña, el porcentaje de brotación en el cultivo y el periodo de brotación.

6.2.1 Diseño experimental y modelo estadístico

El diseño experimental que se utilizó fue el de bloques completos al azar, con seis tratamientos y seis repeticiones, lo cual hace un total de 36 unidades experimentales.

A continuación se presenta el modelo estadístico que valida la distribución planteada y la distribución de las unidades experimentales.

$$Y_{ij} = X + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable respuesta

X = Efecto de la media general.

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

B_j = Efecto del j -ésimo bloque o repetición.

E_{ij} = Error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental.

$i=1,2,\dots,6$ tratamientos

$j=1,2,\dots,6$ bloques o repeticiones

6.2.2 Unidad experimental

Cada profundidad constituyó un tratamiento; las unidades experimentales correspondieron a 6 surcos de 5 metros lineales cada uno por tratamiento sembrado con caña de azúcar. En cada unidad experimental se sembraron 50 yemas (10 yemas/metro lineal). El área total del experimento estuvo constituida por 180 metros lineales, cada bloque contó con 30 metros lineales y 300 yemas, el total de la parcela experimental estuvo constituida por 1,800 yemas.

6.2.3 Manejo del experimento

El manejo del experimento en general incluyó la preparación del área para la siembra (subsulado, surqueado y aplicación de herbicida), la selección de semillas asexuales con yemas uniformes, el establecimiento del ensayo como tal (siembra de semilla asexual y tapado de la semilla) y el manejo del cultivo hasta la última fecha de monitoreo.

a) Preparación del área para la siembra: La preparación del área para la siembra se realizó con el tipo de labranza mínima, realizando la aplicación del herbicida a una dosis de 4.29 litros por hectárea, con glifosato como ingrediente activo, cinco días después se subsoló el suelo a una profundidad de 45 a 50 centímetros; un día después se surqueó el suelo a una profundidad de 30 centímetros, con un distanciamiento de 1.5 metros entre surcos.

b) Selección de semillas asexuales: Se realizó verificando cada una de las yemas que componen las semillas asexuales de caña a sembrar, en caso de que se tuviera una yema en mal estado ésta se eliminó, sacándola o cortando el nudo donde se encontraba la misma.

En cuanto a la eliminación de yemas planteada anteriormente, los criterios para la eliminación fueron los siguientes, en caso de un pequeño daño por rata, gusano cogollero o algún otro tipo de daño, ya sea de corte u otro tipo, se eliminó la yema, también se eliminaron las yemas que se observaban propensas a brotar (ya desarrolladas), esto por efecto de pérdida de dominancia apical en la planta cuando aun no está cortada.

c) Establecimiento del ensayo:

Fecha de corte de semilla: 1ra semana de agosto de 2012

Edad de la semilla: 9 meses

Fecha de establecimiento de siembra: 1ra semana de agosto de 2012

Número de yemas por metro lineal: 10

Método de renovación: Labranza mínima

Ubicación: Finca Polonia, lote No. 01-16, administración Buganvilia

- Siembra de semillas asexuales

Posterior a la selección de las yemas en buen estado para el ensayo, se procedió a la siembra de las semillas asexuales de caña, depositando 10 yemas por metro lineal.

- Tapado de semillas asexuales

Teniendo las semillas asexuales en el surco, se procedió a tapar de acuerdo al tratamiento (3, 6, 9, 12, 15 y testigo) correspondiente, se cubrió con azadón y se midió con una regla la capa de suelo sobre la yema, para el testigo absoluto se cubrió de forma arbitraria sin medir la profundidad de siembra (10 - 15 centímetros).

Las profundidades de siembra a través del tapado de semilla de caña de azúcar que se evaluaron fueron 3, 6, 9, 12, y 15 centímetros, con un testigo (modal del ingenio), estas profundidades se seleccionaron considerando experiencias propias del ingenio y de acuerdo a un muestreo de la profundidad de siembra promedio en la zona de producción, en donde hay problemas de brotación, la profundidad de tapado oscila un rango de 10 a 15 centímetros.

- Características de la variedad sembrada

La variedad RB 73-2577 tiene un hábito de crecimiento con poco deshoje natural y con tallos ligeramente inclinados, con una cantidad de follaje intermedio. Los entrenudos son de color morado, verde amarillento, con manchas negras cerosas y estrías, los entrenudos con forma de crecimiento cilíndrico y algunos con rajaduras. El nudo es de forma de crecimiento cilíndrico y conoidal, con unas yemas de forma orbicular, cuyo ápice se ubica debajo del anillo de crecimiento, el cual es protuberante. La vaina con desprendimiento intermedio, con presencia de cera y con presencia de poco afate. La lámina foliar es de borde poco aserrado; raíces primordiales color morado en el tercio superior, la coloración del cuello es verde amarillento, con textura lisa y vellosidad en el borde.

- Condiciones climáticas de la finca Polonia

El clima de la región presenta las características siguientes: Cálido sin estación fría bien definida, húmedo y con invierno seco. Las características climáticas de la región contemplan una temperatura media anual de 27 a 28 °C.

Los suelos de la región pertenecen a los suelos del litoral del Pacífico, los cuales son suelos arenosos, bien drenados, de la serie de suelos Mollisoles y Andisoles.

Suelos Mollisoles

Están asociados con los suelos Andisoles y se distinguen por su buen drenaje, por su textura franca o más gruesa y por sus subsuelos cafés.

El suelo superficial, a una profundidad aproximada de 35 centímetros, es franco, de café oscuro a café muy oscuro. El contenido de materia orgánica es alrededor del 5 al 10%. La estructura es granular fina poco desarrollada y la reacción es neutra, pH alrededor de 7.0.

Suelos Andisoles

Es suelo superficial, a una profundidad alrededor de 40 centímetros, es franco arcilloso suave, de color gris muy oscuro a gris oscuro. Es plástico cuando está húmedo. La estructura granular está mal desarrollada. La reacción es neutra o casi neutra, pH 6.5 a 7.0.

6.3 METAS PROPUESTAS

- Ejecución de un trabajo experimental sobre evaluación de profundidades de siembra de semilla en caña de azúcar.

6.4 TOMA DE DATOS

Desde la primera hasta la quinta semana (35 días) de duración del ensayo, se realizaron monitoreos de carácter cuantitativo en cuanto al número de brotes por tratamiento, también se observó la abundancia relativa de las hojas. Al final de la quinta semana se manifestó la aparición de los brotes secundarios.

6.5 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para la variable cuantitativa número de brotes por tratamiento durante cinco semanas, se realizó un análisis de varianza, como la variable de respuesta presentó diferencias significativas al cinco por ciento entre las seis profundidades de siembra evaluadas, se realizó la prueba múltiple de medias de Tukey, a fin de establecer el comparador mínimo de la diferencia indicada.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un aspecto que se tomó en cuenta antes de distribuir las seis repeticiones fue, no coincidir con las áreas improductivas identificadas en el lote de la finca, evitando errores significativos en la toma de datos.

Los antecedentes del ingenio, informan de la brotación tardía de la siembra en la semilla de caña de azúcar. Al finalizar el ensayo se cumplió la brotación tardía con referencia al testigo

A los resultados de campo de la variable número de brotes por 5 metros lineales, de las 36 unidades experimentales se les realizó el análisis estadístico correspondiente.

7.1 NÚMERO DE BROTES POR TRATAMIENTO

El número de brotes por unidad experimental hasta la quinta semana fue diferente entre los tratamientos. Para conocer que tratamiento favoreció el mayor número de brotes por tratamiento, se presenta el resumen del análisis de varianza realizado a las distintas profundidades de siembra en el cuadro 3. Los datos de brotaciones por tratamiento se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Brotaciones por profundidad de siembra (cm) en caña de azúcar.

TRATAMIENTOS (cm)	BLOQUES					
	I	II	III	IV	V	VI
T (7.5 aprox.)	21	26	24	27	39	32
3	40	33	23	24	21	48
6	45	46	50	39	48	40
9	40	20	32	28	42	45
12	30	30	17	33	23	25
15	21	19	23	19	14	14

Se analizaron los datos para determinar el tipo de distribución que presentaban mediante una prueba de Shapiro Wilks, el resumen del análisis se presenta en el cuadro 2.

Cuadro 2. Resumen de la prueba de Shapiro Wilks.

Profundidades de tapado	W normal	Pr<W
Lectura 35 DDS	0.9832	0.891

DDS = días después de la siembra. Los datos del número de brotes por 5 metros lineales a los 35 días después de la siembra se ajustan a una distribución normal de los residuos, puesto que el valor de la probabilidad (0.891) fue mayor al valor de F (0.05). Posterior al análisis de la normalidad de los datos se procedió a realizar la prueba de análisis de varianza de las profundidades de siembra, para determinar si existe diferencia significativa entre los distintos tratamientos evaluados (cuadro 3).

Cuadro 3. Resumen del análisis de varianza de las profundidades de siembra.

Fuentes de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F Value	Pr > F	C.V	Media
Bloque	5	182.92	36.58	0.65	0.6614	0.64	30.58
Profundidad de siembra	5	2330.92	466.18	8.33	0.0001		
Error	25	1398.92	55.96				
Total	35	3912.75					

En el análisis de varianza realizado al número de brotes por 5 metros lineales, se presentaron diferencias significativas entre las seis profundidades de siembra evaluadas, por lo tanto, se realizó la prueba múltiple de medias de Tukey, la cual se muestra en el cuadro 4, a fin de establecer el comparador mínimo de la diferencia indicada.

Cuadro 4. Prueba de Tukey para el número de brotes de caña de azúcar por 5 metros lineales, a los 35 días después de la siembra, en la zona de producción de Ingenio Magdalena.

Profundidades de tapado	Grupo Tukey	No. Brotes
6	a	44.67
9	a	34.50
3	a	31.50
Testigo	b	28.17
12	b	26.33
15	b	18.33

Comparador $W_p = 13.31$

El mayor número de brotes por metro lineal de caña se obtuvo en el grupo “a” tratamiento de 6 cm con 44.67 brotes por 5 metros lineales respectivamente, también se analizó la prueba de Tukey que estadísticamente entre los grupos “a”, no existe diferencia significativa y que el grupo menos recomendable es el “b”.

Con los resultados de la prueba de medias de Tukey el mayor número de brotes se presentó en la profundidad de siembra de 6 centímetros, aunque estadísticamente la diferencia con el tratamiento de 3 centímetros no es significativa, la profundidad de siembra de 6 centímetros presenta el mayor número de brotes por unidad experimental esto se produjo ya que el tratamiento de 3 centímetros estuvo poco profunda y resulto con pérdidas de humedad, alejándose de la humedad óptima del suelo. La tasa de brotación disminuye a medida que baja el potencial de humedad, sumado a que el suelo es muy permeable.

7.2 PERÍODO DE BROTAION

La importancia de la brotación es clave porque al tener condiciones adecuadas rápidamente se derivan brotes secundarios y crecen uniformemente, al no ser así crecen, pero los brotes retardados mueren principalmente por competencia de luz solar.

Para determinar el periodo de brotación se realizaron monitoreos semanales de la brotación por tratamiento, hasta los 35 días después de la siembra, esto equivale a la quinta semana. El período de brotación por tratamiento a la quinta semana se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 5. Período de brotación a la quinta semana.

TRATAMIENTOS	Brotos a la quinta semana
6	44.67
9	34.50
3	31.50
Testigo	27.67
12	26.34
15	18.34

El tratamiento de 6 centímetros produjo 44.67 brotes a la quinta semana de las 50 yemas sembradas, por lo tanto, es el más recomendable, mientras que la profundidad de siembra de 15 centímetros presentó menor brotación a la quinta semana (18.34) como se muestra en la figura 3.

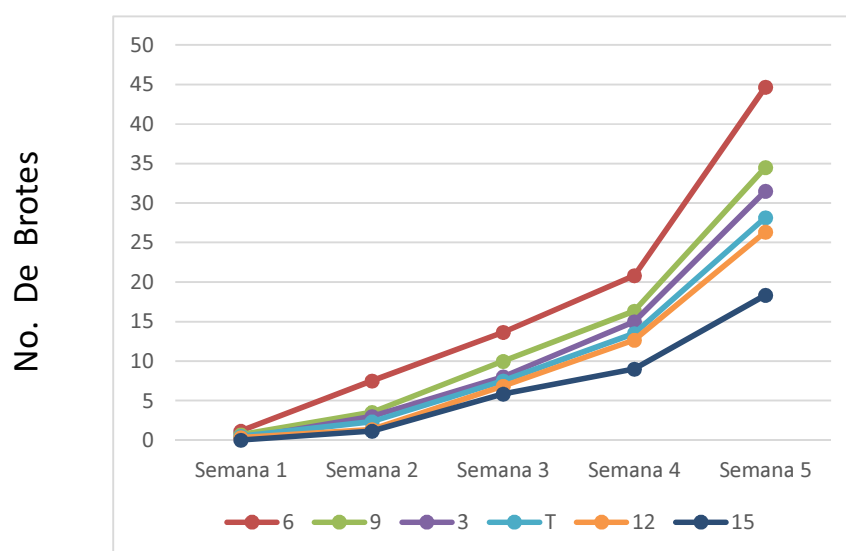


Figura 3. Periodo de brotación.

7.3 PORCENTAJE DE GERMINACIÓN

La importancia de la germinación fue vital porque de ello dependió la cantidad de tallos molederos, descartando brotes dañados, enfermedades, plagas o condiciones edafo-climáticas. Para determinar el porcentaje de germinación se realizaron monitoreos semanales de la brotación por tratamiento, hasta los 35 días después de la siembra. Los porcentajes de germinación por tratamiento se muestran en el cuadro 6. La brotación de yemas se empezó a observar a partir de la primera semana, aunque con un porcentaje muy bajo, y a partir de la segunda semana el tratamiento de 6 centímetros presentó el mayor número de brotes de yemas por los 5 metros lineales que comprendía una unidad experimental.

Cuadro 6. Porcentajes de germinación por semana.

Tratamientos	Porcentaje de germinación semanalmente				
	1	2	3	4	5
6	2.33	15.00	27.33	41.67	89.33
9	1.33	7.00	20.00	32.67	69.00
3	0.33	6.00	16.00	30.00	63.00
Testigo	1.00	4.67	15.00	27.00	56.33
12	0.67	3.67	13.67	25.33	52.67
15	0.00	2.33	11.67	18.00	36.67

El tratamiento de 6 centímetros provocó que el 89.33 por ciento de las yemas sembradas con esta profundidad de siembra brotarán, por lo tanto fue el más recomendable, mientras que la profundidad de siembra de 15 centímetros presentó el menor porcentaje de brotación con 36.67 por ciento, como lo muestra la figura 4.

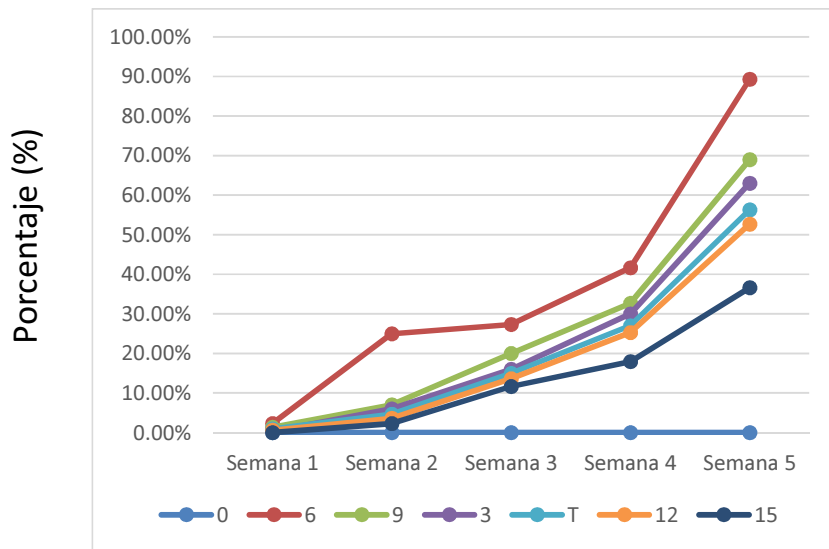


Figura 4. Porcentaje de germinación semanal.

VIII. CONCLUSIONES

Estadísticamente las profundidades de siembra de 6, 9 y 3 centímetros, de la semilla asexual de caña, permitieron un mayor número de brotes con respecto a los demás tratamientos que fueron el testigo, 12 y 15 centímetros.

Las profundidades de siembra de 6, 9 y 3 centímetros sobre la semilla asexual de caña permiten un menor período de brotación, se observaron mas brotes desde la primera semana con respecto a los demás tratamientos que fueron el testigo, 12 y 15 centímetros, teniendo un rango de 5 a 7 días de diferencia.

La profundidad de siembra de 6 centímetros es la que presentó el mayor valor medio, en cuanto a porcentaje de germinación (89.33%) por 5 metros lineales, y la profundidad de 15 centímetros fue la que presentó el menor porcentaje promedio de germinación por 5 metros lineales (36.67%); a diferencia del testigo (56.33%), se observó un incremento del 33%, lo cual indica que la propuesta al ponerla en práctica mejorará la producción total.

IX. RECOMENDACIONES

- Para la siembra manual se deben distribuir los esquejes en los surcos, sembrarlos traslapadamente, independientemente de la forma indicada triple o tetra, lo recomendable es enterrar la semilla con un rango de 3 a 9 centímetros.
- Realizar estudios sobre el acame de la caña de azúcar cuando se realizan siembras superficiales versus siembras normales y determinar beneficio/costo.
- Para la siembra mecanizada se recomienda ajustar el implemento a 6 centímetros de tapado sobre la semilla asexual de caña y tener como límite inferior 3 centímetros y superior 9 centímetros respectivamente.

X. BIBLIOGRAFÍA

ASAZGUA. (2012). Producción (en línea). Guatemala. Consultado 20 jun. 2012. Disponible en <http://w.w.w.azúcar.com.gt/historia.html>.

Barnes, A.C. (1974). The sugar cane. 2 ed. United States of América, Leonard Hill Books. p. 45-80.

Buenaventura, C.E. (1990). Semilleros y siembra de la caña de azúcar. Colombia, Cenicaña. 10 p. (Serie técnica, no. 6).

CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar GT). (1994). Morfología de la caña de azúcar. Guatemala. 10 p. Folleto no. 2.

Chaparro, A.J. (2002). Preparación de tierras. Seminario de Adecuación de Tierras (2002, CO). Memoria. Cali, CO, TECNICAÑA. p. 16-20.

Corea, J. (2008). Manejo de las poblaciones de barrenadores del tallo y complejo de plagas del suelo en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), finca Buganvilia, La Democracia, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Guatemala, USAC.

Flores, S. (1976). Manual de caña de azúcar. Guatemala, Instituto Técnico de Capacitación y Productividad. 172 p.

Guerra, G. (1992). Manual de administración de empresas agropecuarias. San José CR, IICA. 579 p.

Orozco, H; Soto, G.J; Pérez, O; Ventura, R; Recinos, M. (1995). Estratificación preliminar de la zona de producción de la caña de azúcar (*Saccharum spp*) en Guatemala con fines de investigación en variedades. Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la caña de azúcar p.33 (Documento Técnico no. 6)

Soto, G.J. (1995). Prototipo varietal de caña de azúcar para la agroindustria azucarera guatemalteca. Escuintla, Guatemala, CENGICAÑA. (Documento Técnico no. 5).

Victoria, J.I; Calderón, H. (1995). Establecimiento de semilleros y multiplicación de variedades de caña. In Centro Colombiano de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. 1995. El cultivo de la caña de azúcar en la zona azucarera colombiana. Colombia. 129 p.

Yang, S; Chen, J.B. (1980). Germination response of sugar cane cultivars to soils moisture and temperature. In Congress of International Society of Sugar Cane Technologists (17, 1980, Manila). Proceedings. Filipinas, Print-In. p. 30-37.

XI. ANEXOS



Figura 5. Siembra de semilla.



Figura 6. Tapado de semilla.

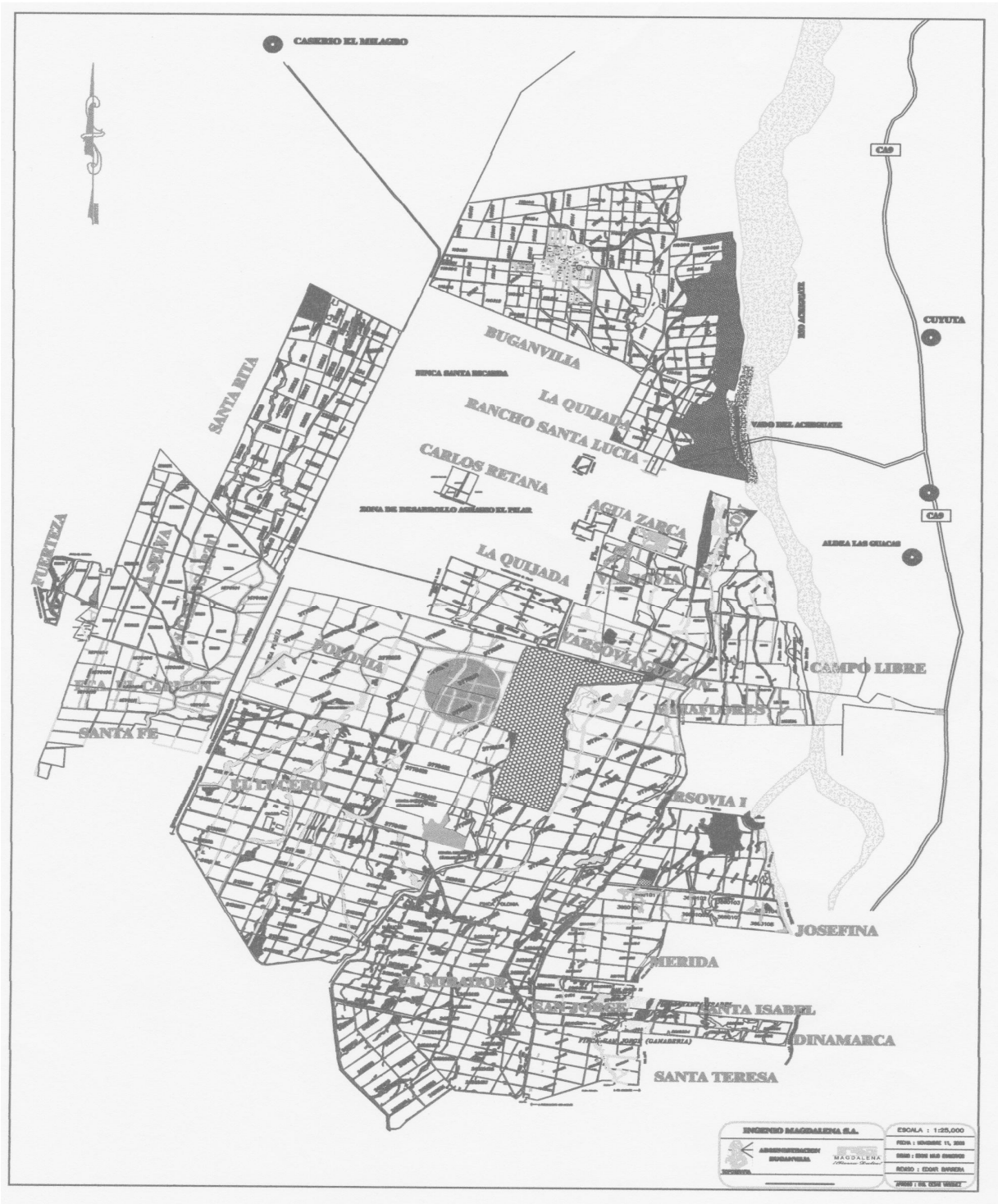


Figura 7. Mapa de Administración Buganvilla, a donde corresponde finca Polonia.

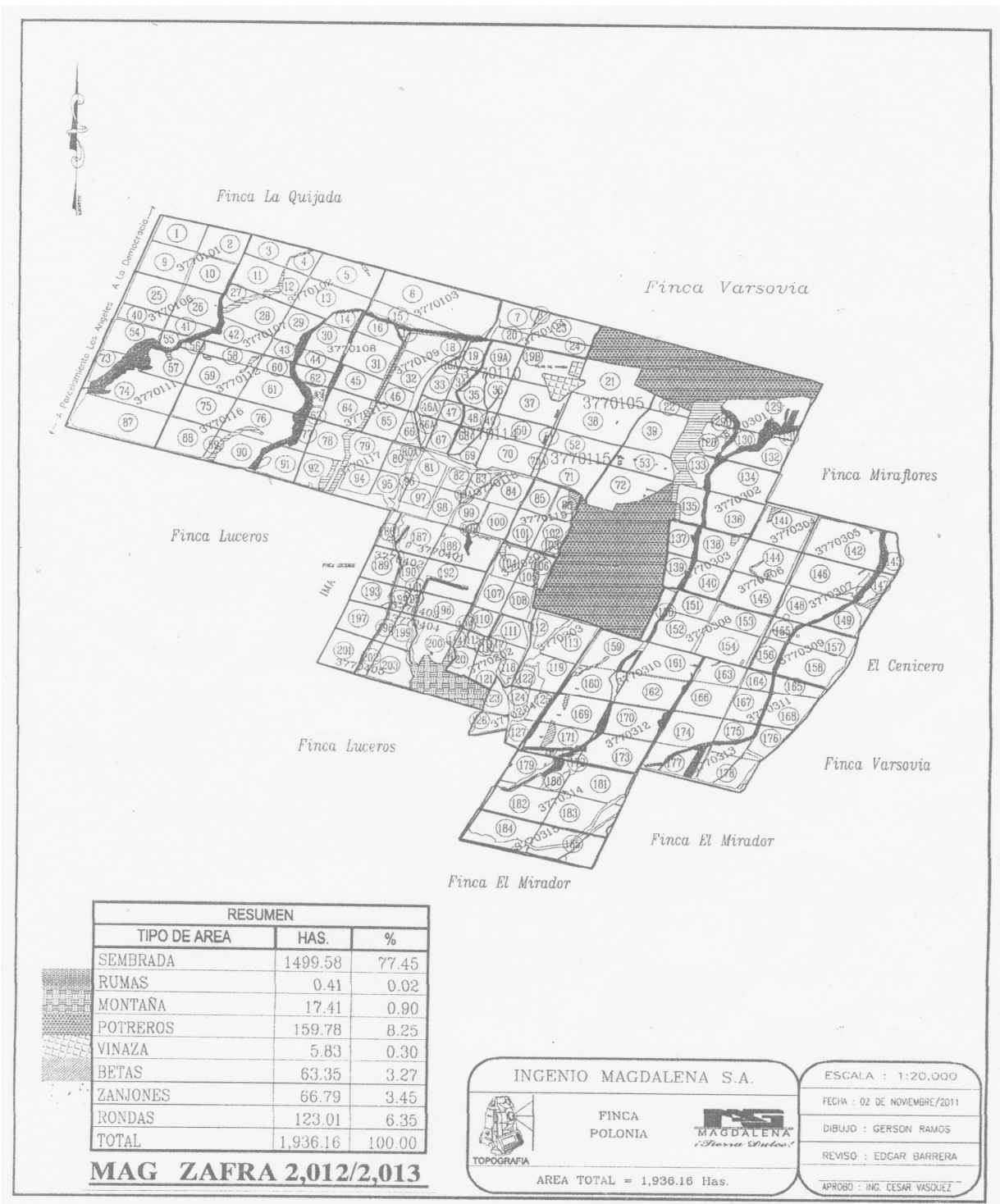


Figura 8. Mapa de Finca Polonia, lugar donde se estableció el ensayo.

LABORES VARIAS REALIZADAS EN LA ZONA DE PRODUCCION DEL INGENIO MAGDALENA



Figura 9. Corte de semilla.



Figura 10. Paquete de semilla.



Figura 11. Paquete de semilla por estaca y siembra.



Figura 12. Aplicación de herbicida con aguilonos.



Figura 13. Fabricación de trampas para chinches.



Figura 14. Trampas para chinches.